

제4회 숲과나눔 환경학술포럼



CONTENTS

인사말 지금 세계는, 앞으로 우리는 _ 장재연 숲과나눔 이사장	08
제4회 환경학술포럼 프로그램	10
행사장 배치도	15
심포지엄. Why Not Act Now? 지금 세계는, 앞으로 우리는 : The Journey of Global Seed Grant and a New Generation's Response	16
멘토링세션	20
세션1. 환경과건강	24
• 중소기업의 산업재해 감소방안에 관한 연구 - 주요 산업별 차이에 대한 비교분석	26
• 환경오염의 만성노출로 인한 재난발생 경로와 특성 - 익산 장정마을 집단 건강피해 사례를 중심으로	30
• 코로나-19 발생 후 한국 방역소독작업자들의 인체 위해성 평가	36
세션2. 탄소중립	44
• 다중 시기 항공 초분광과 항공 라이다의 융합을 통한 도시 내 은행나무 탐지 및 탄소흡수량 산정 - 경기도 과천시를 중심으로	46
• 탄소중립 모니터링 모델과 시나리오의 지속가능성 평가체계 구축에 관한 연구 - 한국 및 탄소중립을 법제화한 국가들 사례비교	50
• 소셜벤처의 환경임팩트 측정/관리 방법 - 임팩트 IVM 가이드 라인을 중심으로	56

세션3. 기후·생태위기를 넘어서 우리는 더 많은 자연이 필요하다	60
• 조류의 감소를 통해 살펴본 한국의 생물다양성 소실	62
• 토지이용 변화를 통해서 본 한국의 자연 손실	66
세션4. 환경과사회	70
• 외부효과를 고려한 영주담 사업의 사후 경제성 평가	72
• 생태마을 건설 정책의 성공 및 실패 요인 - 비교사례연구	79
• 중국 환경 시위의 제도화 과정 - 판위 쓰레기 소각장 건설 반대 시위를 중심으로	85
• 기후위기 시대 생태학살(Ecocide) 근절을 위한 한국 환경 형법의 개정 방향 - 중대재해처벌법 확대 적용의 가능성	91
세션5. 환경과교육	96
• 지속가능발전교육(ESD)을 위한 수목원·식물원 교육의 빅데이터 분석	98
• 고등학생의 세계시민의식 함양을 위한 “Love Heals Earth” 환경교육프로그램	102
• 사회운동으로서 청소년 주도 기후행동에 대한 이해 - 국내 청소년 기후행동(Youth 4 climate action) 사례연구	108
• 온라인 환경교육이 20대의 자연과의 유대감과 친환경 행동 의도에 미치는 영향 - 환경 지식과 자연과의 상징적 접촉을 중심으로	117

세션6. 한반도 환경협력, 어떻게 할까요?	122
• 북한 산림황폐화 현황과 남북산림협력	126
• 국제기후협력 메커니즘을 고려한 한반도 환경협력	129
• 남북 재생에너지 협력 가능성 탐색	141
세션7. 시민과학플씨 & 초록열매	146
• 시민과학플씨 및 초록열매 소개	148
• 시민과학을 이용한 왕우렁이 농생태계 서식 실태조사	150
• 피라미숙 어류의 분포양상과 서식지 특성	155
• 합리적인 전기차 충전소 설치를 위한 주차장 머무름 시간 연구	159
• 시민과학과 기후변화지표종 및 후보종 거미류 모니터링 연구	162
• 국내 지역별 닭 사체에서 출현하는 법의곤충(딱정벌레목) 관찰	166
• 제주도 용천수 수질오염도에 따른 미끈망독속, 저서성 어류 개체 수와 분포의 상관관계 -PCA(Principal Component Analysis) 분석법을 통한 제주 용천수의 저서성 어류의 서식처의 특성	170
• 시민 주도의 강화도 생태환경 모니터링	174
• 아가새 돌봄단 - 다 살린다, 아가새 돌봄단	181
세션8. 기후정의운동, 체제전환의 울퉁불퉁한 길	184
• 한국의 기후변화 담론과 생태전환	186
• 환경정의/지구정의 운동에서 기후정의 운동으로	192
• 기후 “데모”하기: 924 기후정의행진과 유대(fluidarity)의 가능성	199
• 기후변화와 여성농민의 생태적 응답 - 다종을 배려한 자급과 돌봄	202

포스터세션1. 환경과 산업	208
• 사회인지 이론에 기반한 친환경 소비 촉진요인 - 다화용기 서비스 리턴잇 사례연구	210
• 국내 플라스틱 산업의 전주기 온실가스 배출량 평가	216
• 환경을 생각하는 기업의 미래에 관한 연구 - ESG 등급과 기업의 미래 경영성과의 관계를 중심으로	221
• 한국식 환경성과연계채권(K-EIB)을 통한 「한국판 그린뉴딜」정책의 활성화 방안 모색 - 현대통화이론(MMT)과 사회적 금융을 중심으로	226
• 당신은 사회 트렌드에 뒤떨어지는 소비자가 되시겠습니까 - 트렌디 규범 메시지가 친환경 소비 의도에 미치는 영향	231
• 전과정 임팩트 평가 방법론 문헌연구	236
포스터세션2. 환경과 과학기술	240
• 혐기성 탈리액을 이용한 암모니아 회수/농축을 위한 전기투석 공정 최적화	242
• 복합형 광전환소재 Fe ₂ O ₃ /CP 개발 및 이의탈 - 산화제 기반 유기오염물질 완전분해 및 무해화	247
• 자발적 환원반응 유도가능 복합형 환경정화소재 Fe ₂ O ₃ /CNF 개발	252
• 자발적 산화반응 유도가능 복합형 환경정화소재 Fe ₂ O ₃ /CNF 개발	258
• 광산(光酸)을 이용한 신개념 액체형 태양광 발전기	263
• 미세먼지 포집과 포름알데히드의 동시 측정을 위한 나노섬유 필터	268

CONTENTS

포스터세션3. 기후위기와 대응	272	포스터세션5. 국제협력	334
• ARE YOU TYPHOON READY?	274	• 환경정의 관점에서의 REDD+ 사업의 갈등 분석 - 탄자니아 린디지역 REDD+ 사업 사례를 중심으로	336
• 더 크고, 더 강한 가을태풍의 경고	277	• 탄자니아 REDD+ 사업의 비용·편익 비교분석	341
• 프레임분석을 통해서 본 탐라해상풍력 사례 - 생태적 함의를 포함한 에너지 민주주의를 향하여	280	• 북한의 역사문화환경에 대한 시론적 연구 - 최고지도자의 교시, 법령 및 로동신문의 내용분석을 중심으로	348
• 생태학살(Ecocide)을 넘어서 - 녹색분칠(Green Washing)에서 녹색전환(Green Transformation)으로	286	• 다중스케일적 관점에서 도시권 갈등 분석 - 멕시코시티 BRT 7호선 사례를 중심으로	352
포스터세션4. 환경기타	294	• 기후위기 시대 아세안의 탄소고착화 요인 분석	360
• 미세먼지 농도에 미치는 영향	296	• 김정은 시기 환경 인식 변화와 경제정책 - 「경제연구」 문헌 분석을 중심으로	364
• 포스트 코로나 시대 도시공간의 특성에 따른 도시숲 조성방안	300	• 독립형 태양광 시설의 지속가능성에 사회문화적 요인이 미치는 영향	371
• 아마존의 역설, 자본주의 모순 그리고 기후변화 - '트랜스-아마존'을 모색하며	306	포스터세션6. 환경과 예술	378
• 환경교육과 환경커뮤니케이션 관점을 적용한 온라인 환경교육의 인식 및 전략 연구	316	• 생태적으로 지속가능하며 고품자 포용적인 사회를 위한 디자인 - 일회용 플라스틱 생수병으로 부터의 인사이트	380
• 탄소흡수원으로써 갯벌의 기능 분석 - 국내외 연구를 중심으로	320	• 쓰레기로의 전회 가능성과 생태적 상상력 - 영화 <월-E>와 <굴뚝마을의 푸펠>을 중심으로	388
• 커먼즈 정치 관점에서 본 한국사회 길과 보행의 변화 - 1920년대부터 1990년대까지를 중심으로	324	• Covid-19와 기후비상 대응 니미따 융합명상 - Nimitta 융합 숲 명상을 중심으로	393
		• 포스트코로나 시대, 실천인문학의 의의 연구 - 박경리 유고시집에 나타난 '여성', '죽음', '자연'의 의의	400
		• 환경음악의 예술적 함의 고찰 - <달려라피아노>, <숲 쓰레기 콘서트>, <북극을 지켜라>를 중심으로	404

지금 세계는, 앞으로 우리는

숲과나눔 환경학술포럼이 4회를 맞이했습니다.



숲과나눔 환경학술포럼은 해가 거듭할수록 더 다양한 주제와 입체적인 구성으로 기획되어 숲과나눔 네트워크의 모든 구성원이 어우러져 참여하는 학술 축제와 같은 모습으로 발전하고 있습니다. 포럼 기획에 아이디어를 모으고, 활동 현장과 연구 현장에서 그간 해온 성과를 공유해 주신 여러분 덕분입니다. 깊은 감사의 말씀드립니다.

이번 환경학술포럼은 더 많은 분들과 활발한 교류와 융합을 기대하며 이틀에 걸쳐 진행됩니다. 특별히 모두 모이는 자리에서는 'Why Not Act Now? 지금 세계는, 앞으로 우리는: The Journey of Global Seed Grant and a New Generation's Response'라는 주제로 기후위기 시대, 그 피해를 가장 크게 받는 개발도상국의 시민은 어떤 환경문제를 고민하고, 이를 해결하기 위해 현장에서 어떤 활동을 하고 있는지 공유하고자 합니다. 우리 사회는, 그리고 '나는 어떻게 이들과 협력해 어떻게 문제 해결에 기여할 수 있을지' 머리를 맞대보고자 합니다. 이를 위해 숲과나눔이 지난 3년간 개발도상국의 풀뿌리 공동체를 지원해 온 <국제풀씨> 참가자들의 목소리도 듣고, 우리의 목소리도 모아보려고 합니다.

연구와 활동을 먼저 해 온 선배들과의 교류와 친교의 시간으로 멘토링 세션을 준비하였고, 환경자료와 사진 아카이브를 통해 중요한 역사적 환경 사건을 되짚어 보며 배움을 얻는 시간도 마련했습니다.

'기후위기와 체제전환'을 주제로 연구를 이어가는 <포럼 생명자유공동체>와 재생가능에너지 확대와 생태계의 공존 방안을 모색하는 <풀씨행동연구소>의 포럼도 준비되어 있습니다.

이번 환경학술포럼이 국내를 넘어 환경, 안전, 보건 문제를 지구적으로 생각해 볼 수 있는 소중한 공론의 장이 되길 기대합니다. 포럼을 기획하고 준비해주신 조직위원회 위원님, 심사위원님, 동아시아언스를 비롯한 파트너분들께 깊은 감사의 말씀을 전합니다. 숲과나눔은 앞으로도 보다 건강하고 안전하며 지속가능한 사회를 만들기 위해 미래 인재의 지식생태계를 구축해 나가고자 합니다. 앞으로도 함께해 주시고, 응원해 주시길 바랍니다. 감사합니다.

2022년 11월 15일
숲과나눔 이사장

정승연

제4회 숲과나눔 환경학술포럼 프로그램

1부: 11월14일(월)

접수 및 등록		
13:30~14:00	접수 및 등록	
1부 발표		
14:00~15:40	강연1. 우리 바다 고래 알기: 고래가 살아야 바다가 산다 @곽정환홀 류종성 안양대학교 해양바이오시스템공학과 교수	풀씨연구회 2기 결과공유회 @그랜드볼룸A
15:40~16:00	Break Time	
2부 발표		
16:00~17:30	강연2. 예술과 ESG @곽정환홀 김정대 사진가	풀씨연구회 2기 결과공유회 @그랜드볼룸A

2부: 11월15일(화)

접수 및 등록	
9:30~10:00	접수 및 등록
개회 @그랜드볼룸B	
10:00~10:10	개회: 장재연 (숲과나눔 이사장)
심포지엄 Why Not Act Now? 지금 세계는, 앞으로 우리는 : The Journey of Global Seed Grant and a New Generation's Response	
10:10~11:50	Session1. World Now 지금 세계는 Session2. New Generation's Story 청년들의 이야기 Session3. Keep Moving Forward 앞으로, 우리는?
행사 안내	
11:50~12:00	행사 안내

점심식사 | 멘토링세션

12:00~12:50	<ul style="list-style-type: none"> - 점심식사 @카페테리아(맛나샘) - 멘토링 세션 @The Lounge <ul style="list-style-type: none"> • 환경 분야: 장재연 숲과나눔 이사장 • 노동/안전 분야: 류현철 숲과나눔 일환경건강센터 센터장 • 커뮤니케이션 분야: 김시원 더나은미래 편집장 • 비영리스타트업 분야: 방대욱 다음세대재단 대표
-------------	--

포스터 발표

12:50~13:40	포스터 세션별 발표 @로비
-------------	----------------

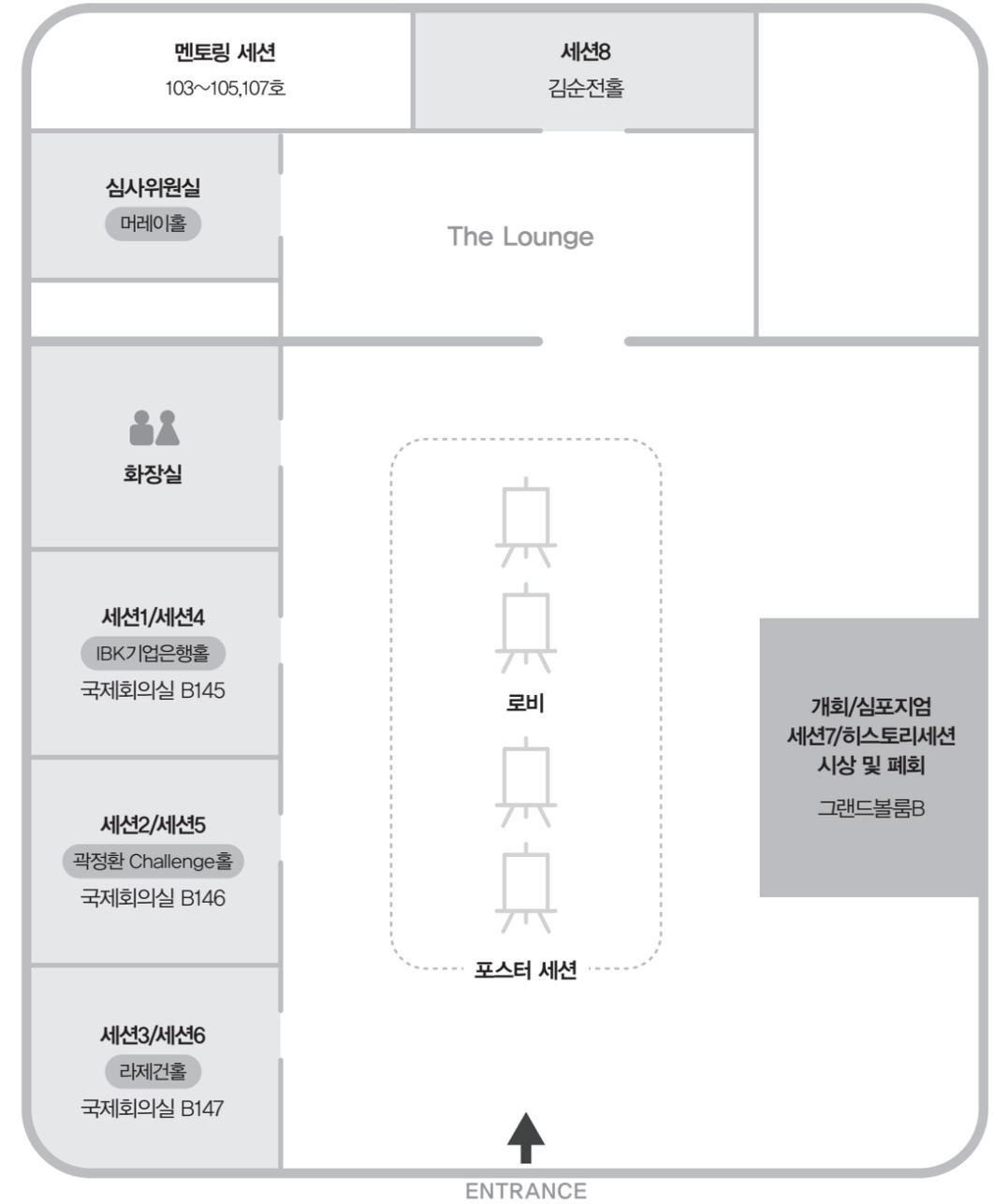
1부 발표

13:40~15:20	세션1. 환경과 건강 @IBK기업은행홀 <ul style="list-style-type: none"> • 중소기업의 산업재해 감소방안에 관한 연구- 주요 산업별 차이에 대한 비교분석 박건우 • 환경오염의 만성노출로 인한 재난발생 경로와 특성 - 익산 장점마을 집단 건강피해 사례를 중심으로 배보람 • 코로나-19 발생 후 한국 방역소독작업자들의 인체 위해성 평가 최윤희, 김리따, 문경환, 이상지, 허다안
	세션2. 탄소중립 @곽정환홀 <ul style="list-style-type: none"> • 다중 시기 항공 초분광과 항공 라이다의 융합을 통한 도시 내 은행나무 탐지 및 탄소흡수량 산정- 경기도 과천시를 중심으로 김대열, 송영근 • 탄소중립 모니터링 모델과 시나리오의 지속가능성 평가체계 구축에 관한 연구 - 한국 및 탄소중립을 법제화한 국가들 사례비교 이경민 • 소셜벤처의 환경영향 측정/관리 방법- 임팩트 IVM 가이드라인을 중심으로 이택준
	세션3. 기후·생태위기를 넘어서 우리는 더 많은 자연이 필요하다 @라제컨홀 사회: 최준호 숲과나눔 풀씨행동연구소 소장 발제 <ul style="list-style-type: none"> • 한국의 생물다양성 손실- 조류 분석을 중심으로 최창용 서울대학교 산림과학부 교수

13:40~15:20	<ul style="list-style-type: none"> 토지이용 변화를 통해서 본 한국의 자연 손실 신재은 숲과나눔 풀씨행동연구소 캠페이너 <p>지정토론 (좌장 최준호 숲과나눔 풀씨행동연구소 소장)</p> <ul style="list-style-type: none"> 김진원 국립공원연구원 기후변화연구센터 연구원 이완옥 한국민물고기보존협회 회장 정인철 국립공원을지키는시민의모임 사무국장 최우리 한겨레신문 기자 <p>종합토론</p>
15:20~15:40	Break Time
15:40~17:20	<p>세션4. 환경과 사회 @BK기업은행홀</p> <ul style="list-style-type: none"> 외부효과를 고려한 영주담 사업의 사후 경제성 평가 강미량, 김지혜, 정수빈 생태마을 건설 정책의 성공 및 실패 요인- 비교사례연구 윤종한 중국 환경 시위의 제도화 과정- 판위 쓰레기 소각장 건설 반대 시위를 중심으로 증명 기후위기 시대 생태학살(Ecocide) 근절을 위한 한국 환경 형법의 개정 방향 - 종대재해처벌법 확대 적용의 가능성 황준서 <p>세션5. 환경과 교육 @광정환홀</p> <ul style="list-style-type: none"> 지속가능발전교육(ESD)을 위한 수목원·식물원 교육의 빅데이터 분석 서자유, 김승희, 박찬, 이강현, 진혜영, 정성희 고등학생의 세계시민의식 함양을 위한 "Love Heals Earth" 환경교육프로그램 신재한, 여광현, 신지연 사회운동으로서 청소년 주도 기후행동에 대한 이해 - 국내 청소년기후행동(Youth 4 climate action) 사례연구 이혜림 온라인 환경교육이 20대의 자연과의 유대감과 친환경 행동 의도에 미치는 영향 - 환경 지식과 자연과의 상징적 접촉을 중심으로 이혜선, 나은영

15:40~17:20	<p>세션6. 한반도 환경협력, 어떻게 할까요? @라제건홀 사회: 문예찬 연세대학교 정치학과 박사과정, 숲과나눔 특정주제연구자</p> <p>기조연설</p> <p>이중석 세종연구소 통일전략연구실 수석연구위원, 전 통일부 장관</p> <p>발제</p> <ul style="list-style-type: none"> 북한 산림황폐화 현황과 남북산림협력 오삼언 국립산림과학원 박사연구원, 박소영 국립산림과학원 연구사 국제기후협력 메커니즘을 고려한 한반도 환경협력 임철희 국민대학교 교수 남북 재생에너지 협력 가능성 탐색 김은진 서울대학교 환경대학원 박사과정, 숲과나눔 특정주제연구자 <p>토론</p> <ul style="list-style-type: none"> 유재영 한국학중앙연구원 한국학대학원 석사수료, 숲과나눔 풀씨연구회 2기 김선규 정보통신정책연구원 위촉연구원, 숲과나눔 풀씨연구회 1기 윤슬기 사회적가치연구원 수석연구원, 숲과나눔 장학생 & 풀씨연구회1기 <p>세션7. 시민과학풀씨&초록열매 @그랜드볼룸B</p> <p>〈시민과학풀씨: 숲과나눔x동아시아언스〉</p> <ul style="list-style-type: none"> 시민과학을 이용한 왕우렁이 농생태계 서식 실태조사 닥터구리(유상홍, 최윤정) 파라미속 어류의 분포양상과 서식지 특성 도리뱅뱅이(김기은, 성무성) 합리적인 전기차 충전소 설치를 위한 주차장 머무름 시간 연구 머무름(김민호) 시민과학과 기후변화지표종 및 후보종 거미류 모니터링 연구 앗뜨거미(정재욱, 김현구) 국내 지역별 닭 사체에서 출현하는 법의곤충(딱정벌레목) 관찰 오손도손(오유정, 김희윤, 손문정) 제주도 용천수 수질오염도에 따른 미끈망독속, 저서성 어류 개체 수와 분포의 상관관계 - PCA(Principal Component Analysis) 분석법을 통한 제주 용천수의 저서성 어류의 서식처의 특성 차다현(차다현) <p>〈초록열매: 숲과나눔x사랑의열매〉</p> <ul style="list-style-type: none"> 시민 주도의 강화도 생태환경 모니터링 갯벌생태교육 허브 물새알(여상경) 아가새 돌봄단- 다 살린다, 아가새 돌봄단 한강생물보존연구센터(황대인)
-------------	--

15:40~17:20	<p>세션8. 포럼 생명자유공동체 @김순전홀 (13:40~17:20) 주관: 포럼 생명자유공동체</p> <p>1부 공개포럼: 기후정의운동, 체제전환의 울퉁불퉁한 길 사회: 김수진 충북대 농업과학기술연구소</p> <p>발제</p> <ul style="list-style-type: none"> • 한국의 기후변화 담론과 생태전환 구도완 환경사회연구소 • 환경정의/지구정의 운동에서 기후정의 운동으로 정영신 가톨릭대학교 사회학과 • 기후 “데모”하기- 924 기후정의행진과 유대(fluidarity)의 가능성 김지혜 서울대 환경계획연구소 • 후변화와 여성농민의 생태적 응답- 다종을 배려한 자급과 돌봄 장우주 삼성공정학재단 <p>종합토론</p> <p>2부 북토크: 전환정치를 하자고요?! 생명자유공동체 총서3 『전환의 정치, 열 개의 시선』 사회: 최명애 카이스트 인류세연구센터 소개: 김수진 충북대 농업과학기술연구소, 『전환의 정치, 열 개의 시선』 편집위원장</p> <p>토론</p> <ul style="list-style-type: none"> • 김현우 에너지기후정책연구소 • 어린 멸종반란 • 이내원 서울대학교 정치외교학부 • 조미성 모심과살림연구소 <p>종합토론</p>
	<p>히스토리 세션 @그랜드볼룸B</p> <p>17:20~18:10 환경아카이브로 바라본 환경사 <온산병과 매향리> 장재연 숲과나눔 이사장</p> <p>시상 및 폐회 @그랜드볼룸B</p> <p>18:10~18:30 시상 및 폐회</p>



심포지엄

Why Not Act Now? 지금 세계는, 앞으로 우리는

:The Journey of Global Seed Grant and a New Generation's Response

Why Not Act Now? 지금 세계는, 앞으로 우리는

:The Journey of Global Seed Grant and a New Generation's Response

1. 기획의도

숲과나눔은 국제 시민아이디어 지원사업 <Global Seed Grant>를 통해 전 세계 지역 사회를 더 안전하고 건강하고 지속가능한 곳으로 만들기 위한 국제 시민들의 커뮤니티 활동을 지원합니다. 2022년 까지 3년간 환경, 안전, 보건 분야의 55개 프로젝트를 선정하여 지원하였고, 앞으로 매년 최대 20개 팀을 지원할 예정입니다. 이를 통해 지역사회의 풀뿌리 NGO와 시민들이 새로운 커뮤니티 활동을 확대하고, 인재를 육성하도록 지원합니다.

이번 심포지엄에서는 국제풀씨 지원 사례를 중심으로 아시아, 중남미, 오세아니아, 아프리카의 시민들은 어떤 문제에 관심이 있으며, 이를 해결하기 위해 어떤 노력을 하고 있는지 살펴봅니다. 이는 글로벌 경험을 지닌 청년 패널들의 이야기로 이어집니다. 본 심포지엄을 통해 한국을 넘어 세계를 바라보는 시간을 가지고, 앞으로 어떤 활동과 실천을 해야 하는지 고민해봅니다.

2. 세부 프로그램

시간	프로그램
10:10~10:15	오프닝 : 국제풀씨의 여정 The Journey of Global Seed Grant
10:15~11:00	Session 1: 지금 세계는 World Now
11:00~11:30	Session 2: 청년들의 이야기 New Generation's Story
11:30~11:45	Session 3: 앞으로, 우리는? Keep Moving Forward

3. 패널

분야	이름	소속/연구내용
장학생	Alland Dharmawan	연세대학교 국제학과 석사과정/ Analysis on South Korea's Green New Deal Policy and the Possibility for Indonesia to Adopt the Same Policy
연구자, 시민과학풀씨	김현구	한림대학교 생명과학과/ 한국에 서식하는 땅거미속의 계통학적 재정립 연구
풀씨, 초록열매	박찬결	한양대학교 GYEK(기후변화청년단체)/ 석탄화력발전소, 이의 있습니다! 활동
장학생, 연구자	손취주	서울대학교 환경대학원 박사과정/ 사하라 이남 아프리카의 아동 보건과 정주환경 연구 : 도시성과 주거특성을 중심 연구
연구자	유예지	태국 치앙마이대학교 박사과정/ 아세안의 탄소 고착화 메커니즘 분석과 담론적 전환점 모색 연구

멘토링 세션

환경 분야 장재연

- 숲과나눔 이사장
- 아주대 의과대학 명예교수
- 전 환경운동연합 공동대표



커뮤니케이션 분야 김시원

- 조선일보 더 나은 미래 편집국장
- 사랑의열매 사회복지공동모금회 기획홍보분과 실행위원회 위원



노동/안전 분야 류현철

- 숲과나눔 일환경건강센터 센터장
- 한국노동안전보건연구소 소장
- 직업환경의학 전문의



비영리 스타트업 분야 방대욱

- 다음세대재단 대표



세션 1

환경과건강

- 중소기업의 산업재해 감소방안에 관한 연구
주요 산업별 차이에 대한 비교분석
박건우
- 환경오염의 만성노출로 인한 재난발생 경로와 특성
익산 장점마을 집단 건강피해 사례를 중심으로
배보람
- 코로나-19 발생 후 한국 방역소독작업자들의 인체 위해성 평가
최윤희, 김리따, 문경환, 이상지, 허다안

중소기업의 산업재해 감소방안에 관한 연구

주요 산업별 차이에 대한 비교분석

박건우 서울과학기술대학교 연구교수, 숲과나눔 풀씨 8기

1. 서론

산업재해에 따른 사망과 사고의 증가는 우리 사회의 오랜 문제점 중 하나로, 생명안전과 노동환경 개선의 필요성에 지속해서 경종을 울려왔다. 산업재해의 지속적 발생은 한국의 근로환경과 근로여건이 열악한 상황에 놓여, 근로자들이 다양한 위기에 노출되어 있음을 의미한다. 문제는 이러한 산업재해가 대기업보다 중소기업에서 대부분 발생하고 있다는 점이다. 특히, 중소기업 중에서도 규모가 작은 기업일수록 이러한 산업재해의 위험에 대한 노출 가능성이 크므로, 더욱 심각하다.

중소기업에서 매년 발생하는 산업재해 분석내용을 살펴보면 관리자의 안전 부족과 근로자의 준비되지 않은 안전교육 때문에 산업재해가 발생한다. 기계와 설비가 자동화되면서 생산성이 높아졌으나, 새로운 원자재 사용 등에 대한 충분한 교육이 이루어지지 않아서, 많은 근로자가 위험에 노출되었다. 이러한 산업재해가 사회적 문제로 인식되면서 정부와 기업은 예방을 위한 노력을 보이지만, 중소기업의 경우 안전관리가 제대로 이루어지지 않고 있으며, 많은 문제점이 발생하고 있다.

산업재해는 안전의식에 대한 결여와 경험 부족이 크게 영향을 미치고 있는데, 이는 교육을 통해서 상당부분 개선될 수 있다. 즉, 안전교육은 재난 및 재해를 예방하고 경감시킬 수 있음에도 불구하고, 체계적으로 활용되지 못했다는 것이 주요한 문제점으로 볼 수 있다. 이러한 측면에서, 안전문화의 확산과 안전보건교육은 산업재해를 경감시킬 수 있는 수단 중 하나로, 근로자의 올바른 태도와 습관을 함양함으로써 사고 예방에 기여할 수 있다.

한국의 산업재해율은 과거 산업화가 진행된 1970년대 4% 수준에서 지속적으로 감소하여 개선되고 있다. 하지만, OECD 회원국의 주요 국가와 비교할 때, 여전히 높은 수준으로 나타나고 있다. 일본(2019년), 독일(2018년)은 0.14이며, 미국과 영국은 각각 0.37%, 0.03%로 한국의 2021년 사망만인율 0.43%보다 낮은 수치를 보인다. 구체적으로, 국내 산업재해 현황을 살펴보면, 2017년 이후 전반적인 산업재해율이 증가추세를 보이는 것으로 나타났다. 2017년 0.48% 수준이었으나, 2021년에는 0.63%로 증가한 것이다. 2020년에는 2019년 대비 -1.7%로 일시적으로 감소하였으나, 2021년에는 10.5% 증

가하였다. 특히, 많은 중소기업이 포함되는 300인 미만 사업장의 재해율은 2017년 0.55%에서 2021년 0.68%로 0.13%p가 증가하였다.

즉, 중소기업의 산업재해가 더욱 많은 것으로 이해할 수 있다. 사망자 수와 업무상 질병자 수 또한 2021년 기준 전년 대비 각각 0.9%, 27.8%가 증가하여 지속해서 증가하는 것으로 나타나고 있다. 기술의 발전으로 산업구조와 고용환경 등의 변화와 상대적으로 산업재해의 취약계층으로 볼 수 있는 여성, 외국인 근로자, 비정규직 근로자, 그리고 고령층 근로자 등의 증가는 이러한 산업재해의 위험에 노출되어 있어서, 재해가 증가할 가능성이 큰 것으로 이해할 수 있다.

2. 본론

1) 연구방법

본 연구는 '산업안전보건실태조사'를 활용하여, 개별 중소기업의 산업재해를 살펴보는 것을 목적으로 한다. 이를 위해서, t-test 분석을 수행하였다. 분석의 대상은 제조업과 서비스업 대상 중소기업이며, 이들 기업의 산업재해 여부와 사고자 수를 분석의 대상으로 활용하였다. 그리고 이에 대해서, 산업 특성, 사내 산업안전관련 제도 여부, 노동조합 여부, 산업안전보건위원회 여부, 안전교육 실시 여부, 안전 및 보건 인력 활용 여부 등이 어떠한 효과를 보이는지를 분석하였다. t-test는 집단별 산업재해 발생에 대해서 비교할 수 있으며, 그 차이가 유의미한지를 살펴볼 수 있다.

2) 분석결과

분석에 앞서, 산업재해에 따른 사고자 수는 1명(75.41%), 2명(14.10%), 3명(2.30%), 0명(5.90%)으로 1명의 사고자 발생이 가장 빈도가 높은 것으로 나타났다. 그리고, 분석 결과에 따르면, 산업안전보건위원회가 설치되어 운영되는 중소기업은 그렇지 않은 기업에 비해서 산업재해율이 낮았다. 전체적으로 중소기업의 산업재해에 따른 사고자 수는 약 1.29명인데, 산업안전보건위원회가 설치된 경우, 1.10명으로 미설치된 기업의 1.42명보다 약 0.31명 낮으므로 효과가 있는 것으로 나타났다. 다음으로, 근로자 안전교육과 안전 및 보건인력 활동 실시 및 활용했을 경우가 그렇지 않은 경우보다 산업재해 발생에 따른 피해가 적은 것으로 나타났다.

〈표 1〉 T-test 분석 결과

산업안전보건 위원회	N	평균	근로자 안전교육	N	평균	안전 및 보건 인력활용	N	평균
미설치(A)	183	1.42 (0.17)	미실시(A)	23	2.60 (1.29)	미활용(A)	71	1.61 (0.42)
설치(B)	122	1.10 (0.05)	실시(B)	282	1.18 (0.04)	활용함(B)	234	1.19 (.04)
전체	305	1.29 (0.10)	전체	305	1.29 (0.10)	전체	305	1.29 (.10)
차이(B)-(A)		-0.31 (0.18)	차이(B)-(A)		-1.42 (0.39)	차이(B)-(A)		-0.42 (.25)
Pr(T > t) = 0.0840*			Pr(T > t) = 0.0004***			Pr(T > t) = 0.0919*		

주: 괄호는 표준오차(standard error)를 의미함. * p < 0.1, ** p < 0.05, *** p < 0.01

3. 결론

본 연구는 국내 중소기업의 산업재해를 감소시키기 위한 방안을 도출해보는 것이다. 이를 위해, 기업내에서 추진되고 있는 산업안전 관련 제도가 실제로 산업재해를 경감시키는 데 어떠한 영향을 미치는지를 살펴보았다. 분석의 주요 결과는 산업안전보건위원회의 설치, 사무직 외 근로자에 대한 안전교육 실시, 그리고 안전 및 보건인력의 활용이 산업재해의 경감에 효과적인 것으로 나타났다. 따라서, 산업재해의 감소를 위한 기업 차원의 노력으로 이러한 내용이 포함되어야 할 것이며, 무엇보다 산업재해의 예방 및 사후관리가 철저히 이루어질 필요가 있을 것이다. 기업의 많은 경우, 산업재해가 추가적인 문제를 발생시킬 수 있기 때문이다. 본 연구는 이러한 결과를 토대로, 중소기업의 산업재해의 감소를 위한 정책의 기초자료로 활용될 수 있을 것을 기대한다.

참고문헌

- 신일순, 오준병. 국가간 산업재해율 차이의 요인에 대한 실증분석. 산업안전보건연구원 연구보고서 2009; 2009-114-1336.
- 이건설 외. 소규모 제조업에서 재해발생과 사업장 특성간의 관련성 분석. 대한산업의학회지 2006; 제18권 2.
- 이선용, 김규상, 김태우. 이주노동자와 국내 한국인노동자의 산업재해현황및특성 비교. 대한산업의학회지 2008; 제20권 4호.
- 이승욱. 사업주의 산재근로자 원직복귀 결정에 영향을 미치는 요인 연구. 근로복지공단 노동보험연구원; 2009.
- 이승렬. 요양종결 이후 산재근로자의 취업기간 분석. 노동경제논집 2004; 제27 권 1호.
- 이승렬. 산업재해와 보상적 임금. 노동정책연구 2005; 제5권 1호.
- 전용일, 김성태, 박원주. 사업장 근로감독 결과평가 및 활용도 제고 방안 연구. 고용노동부; 2010.
- 고용노동부 근로기준국 연구보고서. 성균관대학교; 2010.
- 전용일, 임병인, 문선용, 윤조덕. 산업안전보건서비스 수요예측 및 서비스전달체계 실효성 강화방안 연구. 안전보건공단; 2010.
- 고용노동부 산업안전국 연구보고서. 성균관대학교; 2010.

환경오염의 만성노출로 인한 재난 발생 경로와 특성

익산 장점마을 집단 건강피해 사례를 중심으로¹

배보람 서울시립대학교 도시행정학과 석사과정, 숲과나눔 특정주제연구자

1. 서론

지난 2019년 11월 환경부는 익산시 함라면 장점마을의 비료공장에서 배출된 유해물질과 주민 집단 암 발병 사이의 역학적 관련성을 인정하였다.² 당시 발표에 의하면 99명이 거주하는 장점마을의 암 환자는 22명이었으나 이후 2021년 2월을 기준으로 사망자는 16명, 암 투병자는 14명으로 증가하였다(김미숙, 2021: 272). 이 연구는 장점마을 주민들이 경험한 손실의 정도와 충격이 농촌 공동체의 역량을 넘어선다는 점에서 재난의 성격을 갖고 있다고 보았다(김용균, 2018: 54-56). 장점마을 사례는 재난 발생과 그 피해가 명시적인 자연재난과 달리, 환경오염의 만성적 노출 과정에서 발전되었다. 즉 위험이 사회질서 외부가 아니라 내부에 존재하고, 공동체와 개인의 위험 회피 및 대응 역량에 따라 피해의 정도가 달라질 수 있다는 점에서 재난 전개과정이 비교적 복잡하다. 따라서 재난 경험이 비동질적이며, 이에 대한 사회적 의미를 둘러싼 행위자 간 논쟁이 불가피하지만 한편으로는 이 과정을 통해 기존 제도의 한계를 드러내고 새로운 정책질서를 모색하는 계기가 될 수 있다(김은성, 2010; 데틀레프 뮐러만·황진태, 2014). 이러한 배경에서 본 연구는 환경오염의 만성 노출에 따라 구성되는 재난의 특성을 이론적으로 검토하고자 한다. 이와 함께 장점마을의 환경오염과 그 피해가 발전하는 과정에서 형성된 행위자 간 갈등과 제도적 대응의 내용을 살펴봄으로써 정책적 함의를 도출하고자 한다.

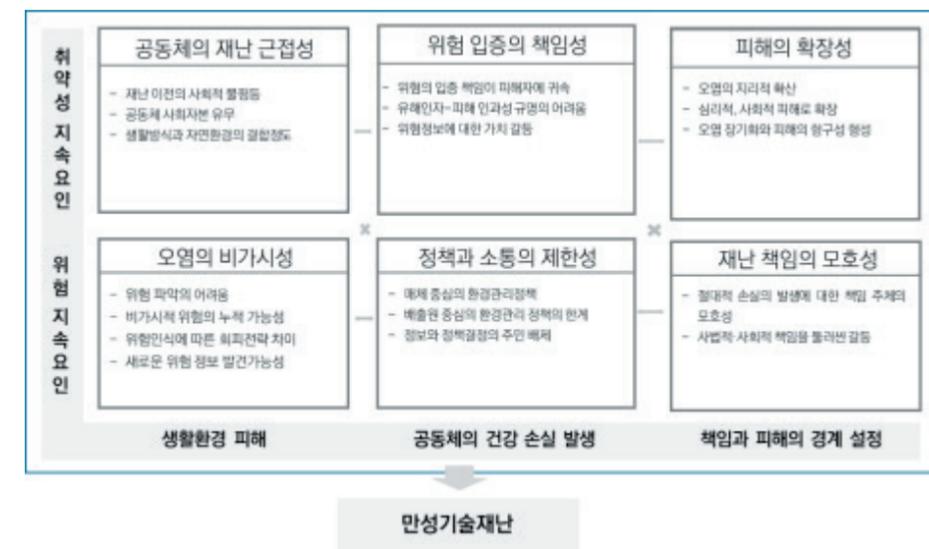
2. 본론

1) 이론적 자원: 만성기술재난

Couch와 Kroll-Smith(1985)는 화학물질, 환경오염에 일상적으로 노출됨에 따라 발생하는 “만성기술재난(Chronic technical disaster)”을 개념화하며 자연재난과의 차이를 제시한다. 이는

Erikson(1990: 12)이 언급한 것처럼 오염이 “환경과 인체에 스며드는” 특성에 기인하며, 이에 따른 영향이 비가시적이고 장기적으로 구성됨에 따라 피해 양상이 복잡하다는 특징을 갖는다. 즉 경관과 인체에 오염이 충분히 누적되어 가시적 피해로 등장하기 전까지 환경오염은 정책의 대상으로 인식되지 못할 가능성이 크다(김도균, 2021). Clarke와 Short(1993: 377)는 ‘만성기술재난’ 개념이 환경오염의 시간적 문제를 드러냈다고 보았으며, 미야모토 겐이치(2016)는 오염의 발생과 피해의 등장 사이의 시간적 격차가 사회구조적 조건과 연결되어 있다고 지적한 바 있다. 사회구조적 조건은 집단과 개인이 위험을 통제하고 관리할 수 있는 역량과 연결된다는 점에서, 재난이 위험과 취약성의 결합에 따라 등장한다고 보는 논의와 연결될 수 있다(Wisner, 2016). 이러한 취약성의 문제는 재난을 사회 질서 내부의 문제로 이해하도록 하고, 재난정책의 목표 역시 과거의 사회질서로 빠르게 복귀하는 것이 아니라 사회구조의 근본적인 변화를 모색하도록 한다(O'Brien, 2006). 또한 집단과 개인의 조건에 따라 달라지는 재난 피해는 누구의 경험을 중심으로 재난 정책을 수립할 것인가에 대한 논쟁을 불러온다. 이 과정은 기존 제도가 대변하지 못하는 피해를 통해 재난에 대한 새로운 사회적 이해와 정책질서를 만드는 계기가 될 수 있다(Schmidt, 2008, 최규연, 2021). 이러한 점에서 이 연구는 환경오염 건강피해에 대한 주요 행위자들의 인식변화, 이를 둘러싼 갈등의 구조를 파악하며 만성기술재난의 전개 과정의 특성을 검토한다.

연구의 분석틀은 아래와 같다.



〈그림 1〉 연구의 분석틀

1 이 글은 연구자의 석사학위 논문의 일부를 수정·보완한 것입니다.

2 환경부 보도자료, 2019.11.14. ‘장점마을 주민건강영향조사 최종 발표회 개최’

2) 연구 대상과 방법

존 크레스웰(2015: 125)은 “경계를 가진 체계(bounded system)”로써 사례를 경험, 사건, 공간적 범위로 본다. 로버트 인(2011: 45)은 사례연구가 변수를 통제할 수 없는 ‘현재의 현상’을 다루기 위한 실증적 연구의 방법으로 정의한다. 이 연구는 익산 장점마을의 환경오염과 주민건강피해라는 현상을 다루기 위해, 이론적 명제로서 만성기술재난의 특성과 개념 도출을 시도한다. 이와 함께 사례에 대한 탐구를 통해 명제를 검증하고 수정하는 작업을 거치고자 했다는 점에서 안 돌과 토니 호크(2017)가 제시한 ‘이론지향 연구’로도 분류할 수 있다. 이를 위해 재난 및 위험과 관련한 선행연구를 검토하고 장점마을 건강피해 사례와 관련한 언론보도, 문헌자료를 수집·분석하였다. 또한 장점마을과 그 인근 마을 주민, NGO, 민관협의체 위원 및 관련 전문가 등 총 26명을 지난 2022년 3월부터 6월까지 심층 면접하였다.

3) 연구 분석 내용: 만성기술재난의 발생 경로와 특성

장점마을 주민들의 건강피해 발생과 이에 대한 심각성의 인식은 시간적 과정을 거쳐 변해왔다. 당초 마을의 환경문제는 집단 암 발병과 같은 건강문제보다는 악취를 중심으로 생활환경피해를 둘러싼 갈등으로 다루졌다. 주민들은 공장 가동 초기부터 악취로 인한 피부질환, 두통 등을 경험하며 이에 대한 적절한 관리를 업체와 지자체에 요구하였다. 익산시는 악취를 비롯한 환경문제를 법적 기준위반 여부에 따라 대체로 ‘제도적으로 무해’하다고 판단하며 소극적으로 조치하였다. 주민들은 익산시의 조치가 불충분하다고 여겼으나, 주민들의 한정된 역량으로는 지자체 정책판단의 오류를 입증하고 오염에 대한 적절한 정책적 개입을 만들어내는 데 한계가 있었다(김도균, 2021: 197). 2012년 이후 마을의 암 환자가 증가하자, 주민들은 건강문제와 오염 간 상관관계를 새롭게 인식하기 시작한다(김미숙, 2021). 환경오염이라는 비가시적 위험이 질병을 통해 사회적으로 인식 가능하게 된 것이다(Edelstein, 2004). 그러나 이에 대한 지자체의 정책대응이 변하지 않자 주민들은 주민건강영향조사를 정부에 청원하고 지역 NGO, 전문가가 참여하는 민관협의체의 필요성을 주장하며 정책결정을 위한 제도적 틀을 바꿔낸다. 주민건강영향조사는 환경오염과 건강피해의 과학적 입증만이 아니라, 피해의 경계 설정과 책임 규명에 영향을 미친다는 점에서 정치적이다. 따라서 주민건강영향조사의 의미를 둘러싼 행위자들 간의 상이한 해석과 정책 대안이 과학적 논쟁의 형태로 대립하며 그 결과를 도출하였고 이 과정에서 민관협의체에 참여한 전문가들의 기여가 컸다(김도균, 2021; 김미숙, 2022). 결과적으로 주민건강영향조사를 통해 환경오염과 암 발병의 역학적 관련성의 인정과 함께 공장의 불법행위, 지자체의 소극적 환경관리

책임의 문제가 드러났다. 주민건강영향조사를 통해 피해의 공간적 내용적 범위가 확정되고 사후구제 조치와 제도개선이 이뤄지게 된다.

3. 결론

본 연구는 만성기술재난을 이론적으로 논의하고 장점마을의 집단건강피해 사례를 통해 재난의 전개 과정과 특성을 파악하고자 하였다. 이에 만성기술재난을 ‘점진적이고 일상적인 독성물질의 노출로 인해 집단 건강피해에서 사망에 이르기까지, 공동체의 역량으로 관리하기 어려운 정도의 상당한 손실을 불러온 일련의 사건’으로 정의하고 그 특성을 개념화하였다. 장점마을의 만성기술재난 발생 경로와 특성을 분석한 결과 물질 중심 환경관리 제도의 한계와 소극적인 규제 관행이 환경오염을 제도적으로 무해하게 다루는 ‘규제의 공백’을 형성하고 있음을 확인했다(이재열, 2017: 51). 주민들이 경험하는 환경오염의 피해를 포괄하지 못하는 제도적 한계는 농촌공동체의 인적·사회적 자원의 취약성과 상호작용하며 공동체의 재난 근접성을 구성하고 공동체의 환경오염 통제를 둘러싼 주도권 상실에 영향을 미친다. 결국 신체적 질병이 발생하면서, 주민들은 자신들의 질병을 통해 환경오염에 대한 사회적 의미를 재구성하고 피해자의 권리를 요구하게 된다(강은실·이영희, 2015; Brown et al., 2004). 이 과정에서 주민건강영향조사의 결과 해석을 둘러싼 갈등과 민관협의회를 중심으로 하는 거버넌스가 새로운 제도적 질서를 만드는 데 기여했다(김도균, 2021; 김은성, 2010; 김지원 2017). 또한 연구를 통해 만성기술재난이 장기간에 걸쳐 전개된다는 특성으로 인해 행위자들이 시기에 따라 환경오염에 대한 사회적 의미와 이에 따른 정책적 대응의 내용이 지속적으로 변하고 있음을 확인하였다.

참고문헌

논문 및 단행본

- 강연실, 김지원, 박진영, 2021, 환경보건재난의 사회적 구성: 석면과 가습기살균제 피해를 중심으로. 환경사회학연구, ECO 25(2), 125-172.
- 김도균, 2021, 환경오염피해의 역학적 인정과정과 행위자들의 대응, NGO 연구, 16, 187-220.
- 김미숙, 2021, 유해공장으로 인한 농촌마을의 피해와 변화: 전북 익산 장점마을 주민의 구술을 중심으로. 농촌사회, 31(1), 249-285.
- 김미숙, 2022, 환경 갈등 해결 과정에서 민관협의체 민간위원들의 역할: 익산 장점마을 민관협의회를 중심으로. 환경사회학연구 ECO, 26(1), 315-357.
- 김용균, 『한국 재난의 특성과 재난관리』, 푸른길, 2018.
- 김은성, 2010, 짙은 정책학- 탈실증주의의 정책학 어떻게 할 것인가? - 한국정책학학보, 19(4), 155-176.
- 김지원, 2017, 누가 '진짜 피해자'인가?: 가습기 살균제 참사에서 피해자 범주의 구성. 비교문화연구, 23(2), 5-51.
- 테틀레프릴러만, 황진태, 2014, 번역문: 지리학적 위험연구의 관점들. 공간과 사회, 48(0), 287-302.
- 로버트 인. 『사례연구방법』 (신경식, 서아영, 공역). 한경사. 2011.
- 미야모토 겐이치, 『환경경제학』 (이재은, 김순식, 공역). 한울아카데미. 2016.
- 안 둘, 토니 호크, 『직접해보는 사례연구』 (안동윤, 이희수 공역). 박영사. 2017.
- 이재열, 홍찬숙, 이현정, 강원택, 박종희, 신혜란, 『세월호가 묻고 사회과학이 답하다』. 도서출판 오름. 2017.
- 최규연, 2021, 신제도주의의 문화적 전환?: 담론적 제도주의 이론 모형을 중심으로. 사회와이론, 153-192.
- 존 크레스웰. 『질적 연구방법론: 다섯가지 접근』 (조홍식, 정선욱, 김진숙, 권지성, 공역). 학지사. 2015.
- Brown, P., Zavestoski, S., McCormick, S., Mayer, B., Morello-Frosch, R., & Gasior Altman, R., 2004, Embodied health movements: new approaches to social movements in health. Sociology of health & illness, 26(1), 50-80.
- Clarke, L., & Short Jr, J. F, 1993, Social organization & risk: Some current controversies. Annual Review of Sociology, 19(1), 375-399.
- Couch, S. R., & Kroll-Smith, J.S, 1985, The Chronic Technical Disaster: Toward a Social Scientific Perspective, Social Science Quarterly 66:564-75.
- Edelstein, M. R., 2004, Contaminated communities: Coping with residential toxic exposure. 2nd Edition, Routledge.
- Erikson, Kai T, 1990, Toxic reckoning: business faces a new kind of fear. Harvard Business Review, 68(1), 118-126.
- Kroll-Smith, J.S & Gunter, V, 1998, Legislators, interpreters and disasters. In E.L. Quarantelli (Ed.), What is a disaster: Perspectives on the question, Routledge. 160-176.
- Schmidt, V. A. 2008, Discursive Institutionalism: The Explanatory Power of Ideas and Discourse. Annual Review of Political Science, 11, 303-326.
- O'Brien, G, 2006, UK emergency preparedness: a step in the right direction?. Journal of International Affairs, 63-85.
- Wisner, B, 2016, Vulnerability as concept, model, metric, and tool. In Oxford research Encyclopedia of natural Hazard science.

보도자료(인터넷 자료)

- 환경부 보도자료, 2019.11.14. 장점마을 주민건강영향조사 최종 발표회 개최
<https://me.go.kr/home/web/board/read.do?pagerOffset=0&maxPageItems=10&maxIndexPages=10&searchKey=&searchValue=&menuId=286&orgCd=&boardMasterId=1&boardCategoryId=39&boardId=1094540&decorator=>

코로나-19 발생 후 한국 방역소독작업자들의 인체위해성 평가

최윤희 고려대학교 보건안전융합과학과, 고려대학교 4단계 BK21 러닝헬스시스템융합사업단
김리따 고려대학교 보건안전융합과학과, 고려대학교 4단계 BK21 러닝헬스시스템융합사업단
문경환 고려대학교 보건안전융합과학과, 고려대학교 4단계 BK21 러닝헬스시스템융합사업단
이상지 고려대학교 보건안전융합과학과
허다안 고려대학교 보건과학연구소

1. 서론

한국의 방역소독 서비스를 제공하는 민간업체는 방역소독을 처음 시작한 1960년대 이후 그 수와 규모 모두 지속적으로 증가해왔다. 이 업체들의 주요 업무는 전염병 예방과 혐오 해충 제거로 이 중 해충 방제의 비중이 가장 큰 것으로 알려져 있다[KCDC, 2017]. 그러나 2020년에 발생한 코로나는 소독이 필요한 장소를 동시다발적으로 발생시켰으며, 이는 전국적인 소독인력의 부족으로 이어졌다[mjnew, 2022]. 다양한 시설에서 방역소독업체에 코로나의 소독을 의뢰하였고, 업체의 주요 서비스는 해충 방제에서 바이러스 소독으로 변경되었다.

이러한 변화는 작업자들의 화학물질 노출특성 변화를 유발하였다: 노출 물질, 노출량, 노출경로. 살균소독제의 유해성은 살충제와는 다르며, 일반적으로 살균소독제에 함유된 성분들의 유해성이 더 큰 것으로 알려져 있다[Purohit et al., 2000; Casey et al., 2017]. 해충이 다량 발생하는 5-9월에 집중되어 있던 소독 서비스는 코로나-19 발생 후 1년 전제로 확장되었으며, 이는 작업자들의 노출량을 증가시켰다. 게다가, 많은 작업량을 소화하기 위해 작업자들은 최근까지 초미립자분무기(Ultra-low volume sprayer, ULV)를 사용해왔으며, 이로 인한 유해물질의 호흡기 노출량 증가가 예상된다[Choi et al., 2021; Swain et al., 2021]. 이러한 노출특성의 변화들은 코로나 발생 이후 작업자들의 인체위해성이 악화되었을 가능성을 보여준다[Rim, 2021].

그러나 우리가 알기에 코로나 발생 이후 방역소독 작업자들의 노출 패턴 변화를 고려한 건강영향 연구는 이루어진 바 없다. 방역소독작업자들을 대상으로 수행된 일부 연구에서 화학물질 노출로 인한 피부 및 눈따가움, 호흡기계 증상 및 암 발생 등을 보고했으나[Ambroise et al., 2005; Macfarlane et al., 2009], 모두 코로나 발생 이전의 살충제 노출만을 다루고 있다. 따라서, 본 연구에서는 방역소

독작업자들의 코로나 발생 이전과 이후 사용하는 약품과 화학물질의 노출 패턴을 파악하고, 코로나 발생 전에 비해 발생 이후 달라진 인체위해성을 평가하는 것을 목적으로 한다.

2. 재료 및 방법

1) 연구대상자 및 설문조사

본 연구는 코로나 발생 전(2018년)과 후(2021년) 달라진 방역종사자들의 건강변화를 비교하기 위해 한국방역협회에 소속된 직원 중 설문조사에 동의하지 않거나 주요 문항을 응답하지 않은 대상자를 제외한 156명과 174명을 각각 최종 연구대상자로 선정하였다. 설문지는 살생물제품 위해성평가를 위해 필요한 노출계수 설문지와 농부 및 살충제 취급 근로자의 위해성 평가를 위해 개발된 설문지를 바탕으로 개발되었다[Yun et al., 2012; NIER, 2018]. 설문은 코로나-19 발생 전과 후 조사 모두 온라인으로 실시되었다. 본 연구에서 실시한 설문조사는 고려대학교 윤리위원회의 승인을 받았으며(발생 전: 1040548-KU-IRB-18-138-A-2, 발생 후: KUIRB-2021-0370-01), 연구에 포함된 모든 참가자로부터 사전에 동의를 얻었다.

2) 위해성평가 대상물질 선정 및 독성종말점 계산

코로나 발생 전과 후 공통적으로 사용되는 화학물질의 위해성을 비교하기 위해 2018년과 2021년도 조사 모두 사용되는 물질들을 추출했으며, Product ingredient safety index(PISI)를 산출하여 화학물질의 유해성을 바탕으로 위해성평가 대상물질을 선별하였다[Raslan et al., 2020]. 화학물질의 유해 정도에 따라 0-4점의 독성점수를 부여하였다. 그 후, 흡입, 경피, 발암성의 항목에서 중등도 위험과 고위험을 나타내는 화학물질을 위해성 평가 대상물질로 선별하였다. 화학물질의 독성정보는 국제 독성자료제공기관으로부터 1년 이상의 만성독성 실험값을 수집하였으며, 조사한 독성참고치가 작업자 대상이 아니거나 만성독성이 아닌 경우 환경부의 위해성평가 가이드라인에 따라 작업자 대상 만성독성참고치를 계산하였다[NIER, 2017].

3) 노출평가 및 위해성 결정

제품 유형별로 작업자들의 흡입과 경피 노출 시나리오를 구분했다. 겹형 및 닳기용 제품에 함유된 화학물질은 경피 노출만을 고려했으며, 분무기 혹은 초미립자분무기로 사용되는 제품에 함유된 화학물질은 흡입과 경피 노출 모두를 고려했다. 위해성 결정은 비발암물질과 발암물질을 구분하여 수행

하였다. 비발암 위해도(노출안전역(Margin of exposure, MOE)을 이용하여 추정하였으며[Kim et al., 2018], MOE가 100보다 작으면 인체에 위해가 있는 것으로 판단하였다[ECHA, 2016]. 발암위해도는 초과발암위해도(Lifetime cancer risk, LCR)를 이용하여 추정하였으며, LCR이 1.0E-06보다 크면 발암위해도가 있는 것으로 판단하였다[ECHA, 2016].

3. 결과 및 토의

코로나 발생 전에 비해 발생 후 초미립자분무기를 사용하는 작업자가 크게 늘었으며(발생 전: 58.3%, 발생 후: 79.3%), 분무기 사용자는 줄었다(발생 전: 92.9%, 발생 후: 59.2%). 살충제는 코로나 발생 전보다 발생 후 사용이 감소하였으며(발생 전: 98.1%, 발생 후: 89.1%), 살균소독제는 사용이 증가하였다(발생 전: 49.4%, 발생 후: 86.8%). 방역소독사업체들은 대체로 영세하여 화학물질에 대한 교육이 이루어지지 않았으며, 단기간에 살충 효과를 보기 위해 화학물질을 오남용해왔다. 이러한 오남용은 코로나 발생 이후 초미립자분무기를 사용하면서 더 확산되었으며 본 연구의 결과는 이를 반영한다. WHO와 CDC는 초미립자분무기의 사용이 소독 효과가 입증되지 않았으며, 분사된 소독제의 노출로 인한 인체위해성이 확인되지 않았으므로 사용을 권장하지 않고 있다[CDC, 2021; WHO, 2020]. 하지만, 초미립자분무기는 같은 넓이의 공간을 소독하더라도 닦는 작업이 수십 분에 걸리는 것을 수분 이내로 작업하며, 최근 연구들은 미생물 및 해충에 사용 시 약 80% 이상의 높은 소독 효과가 있다고 보고한다[Choi et al., 2021; Suman et al., 2012]. 따라서 늘어난 작업량을 감당하기 위해 작업자들은 초미립자분무기를 사용하게 되었으며, 코로나를 소독하기 위해 살균소독제를 많이 사용하게 되었다. 한편, 이러한 물질들을 분무하게 되면 호흡기로 노출되며 흡입 위험을 일으킬 수 있다. 따라서 방역소독작업자들의 건강을 보호하기 위해 초미립자분무기 사용에 대한 명확한 지침과 관리가 필요할 것으로 생각된다.

코로나 발생 전후에 공통적으로 사용된 24개의 화학물질 중, 18개의 물질이 흡입과 경피에서 중간 이상의 위험을 나타내 위해성 평가 대상물질로 선정되었다. Dichlorvos, benzalkonium chloride, benzyl-C12-16-alkyldimethyl chlorides가 가장 높은 흡입과 경피독성을 나타냈으며, 발암물질로는 dichlorvos와 fipronil 두 종이 해당됐다. 한편, 코로나 발생 전보다 발생 후 연간 작업횟수는 눈에 띄게 증가하였다. 특히, 살균소독제의 사용빈도는 분무기, 초미립자분무기 및 닦기의 작업 빈도(50th 분위수)가 코로나 발생 전 180회/년, 140회/년과 120회/년에서 발생 후 340회/년, 274회/년, 292회/년으로 증가하였다. 흡입 비발암위해도 산출 결과, 코로나 발생 후 모든 화학물질의 MOE는

감소하였다. 최악의 노출 시나리오(95th 백분위수)에서 citric acids는 초미립자분무기를 사용할 때, benzethonium chloride, benzyl-C12-16-alkyldimethyl chlorides와 sodium chloride는 분무기를 사용할 때 흡입위해도가 코로나 발생 전 안전한 수준(MOE=159, 371, 282, 442)이었으나 발생 후 위험한 수준(MOE=11, 76, 11, 17)으로 증가하였다. 경피 비발암위해도 산출 결과, 코로나 발생 전보다 발생 후 deltamethrin을 제외한 모든 화학물질에서 감소하였다. 최악의 노출 시나리오(95th 백분위수)에서 benzyl-C12-16-alkyldimethyl chlorides는 닦는 작업을 할 때, isopropyl alcohol을 초미립자분무기로 사용할 때 경피위해도가 코로나 발생 전 안전한 수준(MOE=444, 1531)에서 발생 후 위험한 수준(MOE=15, 54)으로 증가하였다. Dichlorvos의 발암위해도 산출 결과, 최악의 노출 시나리오(95th 백분위수)에서 코로나 발생 전보다 발생 후 흡입위해도는 분무기 사용 시 1.04E-06에서 1.30E-06로 증가했으며, 초미립자분무기 사용 시 1.07E-05에서 2.10E-05로 증가했다. 경피위해도도 코로나 발생 전보다 발생 후 분무기 사용 시 8.76E-05에서 1.30E-04로 증가했으며, 초미립자분무기 사용 시 2.98E-04에서 3.90E-04로 증가했다. 본 연구에서 조사된 18개의 화학물질 중 6개 화학물질만이 사전 연구에서 위해성이 평가되었으며, 대부분 경피 노출에 집중되어있었다[Hughes et al., 2008; Massalatchi Ilyassou et al., 2017; Kongtip et al., 2013; Choi et al., 2006; An et al., 2015; Caffarelli et al., 2004]. 이 연구들은 대부분 manual sprayer로 작업을 하는 농부를 대상으로 했고, 연구자들은 피부 노출이 살충제의 가장 중요한 노출 경로라고 말했다[Grandjean, 1990; Brand et al., 2007]. 실제로 사전연구들은 농부들의 deltamethrin, bifenthrin, λ-cyhalothrin, cypermethrin, chlorpyrifos, dichlorvos의 경피 노출이 모두 위해수준이라고 보고하였다. 하지만, 본 연구에서는 오직 dichlorvos만이 경피 노출에 따른 위해도를 나타냈다. 이는 본 연구의 방역소독작업자들은 초미립자분무기의 사용 빈도가 높아 사전 연구대상자들과 노출 패턴이 다르기 때문이라고 판단된다. 본 연구에서 dichlorvos를 제외한 deltamethrin, bifenthrin, λ-cyhalothrin, cypermethrin, chlorpyrifos는 경피 노출에 대한 위해성이 관찰되지 않았으나, 흡입 노출에 대한 위해성은 확인되었다. 또한, 두 노출 경로를 모두 고려한 위해도를 산출했을 때도 위에서 언급한 모든 화학물질의 위해성이 확인되었다. 따라서 살생물제를 다루는 타직업군에 비해 방역종사자들은 모든 노출경로를 종합적으로 고려할 필요가 있다.

본 연구에서 작업기간이 10년 이상인 사람들은 10년 이하인 사람들보다 호흡곤란, 목통증, 기침 또는 콧물, 근육의 무기력, 피부 및 얼굴 따가움을 더 많이 겪었다. 코로나 발생 전 작업기간이 10년 미만과 이상인 사람은 각각 23.7%와 28.8%가 최소 하나의 건강 피해를 입었다고 응답했으며, 이 비율은

코로나 발생 후 각각 26.4%, 37.9%로 증가했다. 실제 작업자들이 사용하는 살생물질에는 인체에 호흡기 및 피부 자극을 일으키는 물질이 함유되어 있다. 살균소독제로 많이 사용되는 hydrogen peroxide 나 sodium chlorite는 독성등급이 호흡기 자극성 3, 급성흡입독성 2로 분류되며[GHS, 2013], 사람이 흡입 시 호흡곤란, 기도염증 등을 일으킨다고 알려져 있다[EPA, 2020; Choi et al., 2020; Rim et al., 2021]. 또한 이러한 영향은 농부를 대상으로 한 건강영향연구에서도 유사하게 확인된다. Baharuddine 등 (2011)은 살충분무 작업을 하는 농부들이 살충작업 시 메스꺼움, 흥조, 피부가려움, 무감각, 과도한 땀흘림 등을 경험했다고 밝혔다[Baharuddine et al., 2011]. 그러나 본 연구를 포함한 사전 연구들의 결과는 횡단적 연구로 인과성을 보장할 수 없다. 따라서 추후 종단적인 연구를 통해 살생물제 노출로 인한 방역소독작업자들의 건강영향을 확인해야 한다.

4. 결론

방역소독작업자들은 코로나 발생 후 모든 화학물질의 흡입과 경피 노출 시 노출량과 인체위해성이 증가하였다. 특히, 일부 물질의 위해도는 코로나 발생 전 위험 수준이 아니었으나, 발생 후 위험 수준이 되었다. 방역소독작업자들은 코로나 발생 후 근육의 무기력, 피부 및 얼굴의 따가움, 호흡곤란 등을 더 많이 경험했으며, 종사기간이 긴 사람에게서 이러한 증상이 더 크게 나타났다. 본 연구는 코로나 이후 증가된 화학물질 노출이 방역소독작업자의 건강에 악영향을 준다는 것을 제시한다.

참고문헌

논문 및 간행본

- Ambroise, D., Moulin, J.J., Squinazi, F., Protois, J.C., Fontana, J.M., Wild, P., 2005. Cancer mortality among municipal pest-control workers. *Int. Arch. Occup. Environ. Health*, 78, 387-393. <https://doi.org/10.1007/s00420-004-0599-x>.
- An, X.H., Ji, X.F., Jiang, J.H., Wang, Y.H., Wu, C.X., Zhao, X.P., 2015. Potential dermal exposure and risk assessment for applicators of chlorothalonil and chlorpyrifos in cucumber greenhouses in China. *Hum. Ecol. Risk Assess.* 21, 972-985. <https://doi.org/10.1080/10807039.2014.949165>.
- Baharuddin, M.R., Sahid, I.B., Noor, M.A., Sulaiman, N., Othman, F., 2011. Pesticide risk assessment: A study on inhalation and dermal exposure to 2,4-D and paraquat among Malaysian paddy farmers. *J. Environ. Sci. Health B*, 46, 600-607. <https://doi.org/10.1080/03601234.2011.589309>.
- Brand, R.M., McMahon, L., Jendrzewski, J.L., Charron, A.R., 2007. Transdermal absorption of the herbicide 2, 4-dichlorophenoxyacetic acid is enhanced by both ethanol consumption and sunscreen application. *Food Chem. Toxicol.* 45, 93-97. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2006.08.005>.
- Caffarelli, V., Conte, E., Correnti, A., Gatti, R., Musmeci, F., Morali, G., Spagnoli, G., Tranfo, G., Triolo, L., Vita, M., Zappa, G., 2004. Pesticides re-entry dermal exposure of workers in greenhouses. *Commun. Agric. Appl. Biol. Sci.* 69, 733-742.
- Casey, M.L., Hawley, B., Edwards, N., Cox-Ganser, J.M., Cummings, K.J., 2017. Health problems and disinfectant product exposure among staff at a large multispecialty hospital. *Am. J. Infect. Control.* 45, 1133-1138. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2017.04.003>.
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC), 2017. Development of Guideline for Prevention and Disinfection of Pest and Infectious Disease. Korea Pest Control Association, Seoul.
- Choi, H., Moon, J.K., Liu, K.H., Park, H.W., Ihm, Y.B., Park, B.S., Kim, J.H., 2006. Risk assessment of human exposure to cypermethrin during treatment of mandarin fields. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 50, 437-442. <https://doi.org/10.1007/s00244-005-1050-3>.
- Choi, Y.-H., Huh, D.-A., Lee, J.Y., Choi, J.Y., Moon, K.W., 2021. Verification and optimization of an ultra-low volume (ULV) sprayer used for the inactivation of indoor total bacteria. *Appl. Sci. Basel*, 11. <https://doi.org/10.3390/app11083713>.
- Choi, Y.H., Kang, M.S., Huh, D.A., Chae, W.R., Moon, K.W., 2020. Priority setting for management of hazardous biocides in Korea using chemical ranking and scoring method. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 17. <https://doi.org/10.3390/ijerph17061970>.
- European Chemicals Agency (ECHA), 2016. Chapter R.15: Consumer Exposure Estimation, Guidance on Information Requirements and Chemical Safety Assessment, version 3.0. ECHA, Finland.

- GHS, 2013, United Nations Globally Harmonised System of Classification and Labelling of Chemicals Part 3, Health Hazards, UN, New York and Geneva (GHS, Rev. 5).
- Grandjean, P., 1990. Skin penetration: hazardous chemicals at work, in: Skin Penetration Hazard, Chem. Work Taylor Francis Lond, Pp, ix-187.
- Hughes, E.A., Flores, A.P., Ramos, L.M., Zalts, A., Richard Glass, C.R., Montserrat, J.M., 2008. Potential dermal exposure to deltamethrin and risk assessment for manual sprayers: influence of crop type. *Sci. Total Environ.* 391, 34-40. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2007.09.034>.
- Kim, J.H., Kim, T., Yoon, H., Jo, A., Lee, D., Kim, P., Seo, J., 2018. Health risk assessment of dermal and inhalation exposure to deodorants in Korea. *Sci. Total Environ.* 625, 1369-1379. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.12.282>.
- Kongtip, P., Sasrisuk, S., Preklang, S., Yoosook, W., Sujirarat, D., 2013. Assessment of occupational exposure to Malathion and bifenthrin in mosquito control sprayers through dermal contact. *J. Med. Assoc. Thai*, 96 Supplement 5, S82-S91.
- MacFarlane, E., Benke, G., Del Monaco, A., Sim, M.R., 2009. Cancer incidence and mortality in a historical cohort of Australian pest control workers. *Occup. Environ. Med.* 66, 818-823. <https://doi.org/10.1136/oem.2008.045427>.
- Massalatchi Illyassou, K., Adamou, R., Schiffers, B., 2017. Risk assessment for small farmers exposed to plant protection products in the Niger River valley. *Commun. Agric. Appl. Biol. Sci.* 81.
- National Institute of Environmental Research (NIER), 2017, Guidance on Information Requirements and Chemical Safety Assessment, Ministry of the Environment, Incheon, Korea.
- National Institute of Environmental Research (NIER), 2018, Exposure Factor Handbook for the Risk Assessment of Biocidal Product, Ministry of the Environment, Incheon, Korea.
- Purohit, A., Kopferschmitt-Kubler, M.C., Moreau, C., Popin, E., Blaumeiser, M., Pauli, G., 2000. Quaternary ammonium compounds and occupational asthma. *Int. Arch. Occup. Environ. Health.* 73, 423-427. <https://doi.org/10.1007/s004200000162>.
- Raslan, R., Hassim, M.H., Chemmangattuvalappil, N.G., Ng, D.K.S., Ten, J.Y., 2020. Safety and health risk assessment methodology of dermal and inhalation exposure to formulated products ingredients. *Regul. Toxicol. Pharmacol.* 116, 104753. <https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2020.104753>.
- Rim, K.T., 2021. COVID-19 pandemic and the protection of workers' health from disinfectant chemicals. *Toxicol. Environ. Health Sci.* 13, 1-7. <https://doi.org/10.1007/s13530-020-00077-z>.
- Suman, D.S., Healy, S.P., Farajollahi, A., Crans, S.C., Gaugler, R., 2012. Efficacy of duet dual-action adulticide against caged aedes albopictus with the use of an ultra-low volume cold aerosol sprayer. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 28, 338-340. <https://doi.org/10.2987/12-6289R.1>.
- Swain, K.C., Mishra, A., Biswal, R., 2021. Disinfectants and sprayers for prevention of COVID-19

pandemic in India. *Eur. J. Mol. Clin. Med.* 8.

- World Health Organization (WHO), 2020. Cleaning and disinfection of environmental surfaces in the context of COVID-19.
- Yun, C.S., Park, D.W., Kim, S.G., Lee, S.M., Kim, J.H., Shin, M.Y., Kim, J.B., Hwang, G.J., Lee, G.M., Yang, S.W., 2012. A Study on the Harmfulness of Insecticide Aerosol and the Actual Condition of the Workplace Use. Korea Occupational Safety and Health Agency, Daejeon, Korea.

신문기사 및 인터넷 자료

- “전북도, 산림휴양 문화시설 코로나19 방역 강화”, <http://www.mjnews.net/news/article.html?no=24338>, 2022년 2월 13일
- “Cleaning and Disinfecting: Best Practices During the COVID-19 Pandemic”, <https://www.epa.gov/coronavirus/cleaning-and-disinfecting-best-practices-during-covid-19-pandemic>, 2022년 3월 11일
- “United States Environmental Protection Agency (US EPA), Reregistration Eligibility Decision (RED) report”, <https://archive.epa.gov/pesticides/reregistration/web/html/status.html> 2022년 1월 3일

세션 2 탄소중립

- 다중 시기 항공 초분광과 항공 라이다의 융합을 통한 도시 내 은행나무 탐지 및 탄소흡수량 산정
경기도 과천시를 중심으로
김대열, 송영근
- 탄소중립 모니터링 모델과 시나리오의 지속가능성 평가체계 구축에 관한 연구
한국 및 탄소중립을 법제화한 국가들 사례비교
이경민
- 소셜벤처의 환경 임팩트 측정/관리 방법
임팩트 IVM 가이드라인을 중심으로
이택준, 이한결, 윤슬기

다중 시기 항공 초분광과 항공 라이다의 융합을 통한 도시 내 은행나무 탐지 및 탄소흡수량 산정

경기도 과천시를 중심으로

김대열 서울대학교 생태계획연구실 석사과정, 숲과나눔 장학생
송영근 서울대학교 환경대학원 교수

1. 서론

1) 연구의 배경

기후변화 문제가 세계적인 관심사로 부상하면서 세계 각 국가들이 탄소 중립을 위한 Net Zero 실현을 목표로 하는 정책을 실행하고 국제 사회의 규제에 대응하기 위해 탄소 흡수량과 저장량을 정량화하는 방법이 논의되고 있다. 또한 세계적으로 도시에 거주하는 인구의 비율이 증가함에 따라(UN, 2011) 도시에 거주하는 전 세계 인구 비율은 56.15%로 추정(UN, 2020)하고 있으며 탄소 저장과 바이오매스 생성, 대기오염을 완화하고 열섬 현상 저감과 생물다양성 보존 등 다양한 편익을 제공하는 공간(Escobedo et al., 2011)으로서 도시 수목의 중요성이 증가하고 있다. 2020년 서울시 가로수 현황 통계에 따르면 총 305,086그루의 가로수 중 106,205(34%)가 은행나무로 가장 큰 비율을 차지하고 있는데 기온변화와 병충해에 강하고 국내 주요 가로수 10종 중 3번째로 이산화탄소 흡수율이 높다(박은진, 2010). 하지만 은행나무는 유일하게 1문 1강 1목 1과 1속 1종이 남아있기 때문에 IUCN 적색 목록 기준에서 멸종 위기(EN)로 평가받고 있다. 따라서 생물다양성 보존과 취약종 보호 목적에서 은행나무에 대한 지속적인 모니터링과 관리가 필요한 시점이다. 전통적인 산림 모니터링의 경우 산림청과 같은 국가기관에서 항공영상을 이용한 판독, 현지조사를 통해 임상도를 제작하여 관리하지만 많은 노동력과 시간이 필요하며 식생의 수직 높이를 파악하기 어렵고 수종 경계를 정확하게 구분하기가 어렵다는 한계가 있다. 최근에는 단일 원격탐사 데이터 셋보다는 여러 종류의 데이터 셋이 가진 장점을 활용하는 데이터 융합 기법이 산림 모니터링 분야에서 활발히 진행되고 있으며 기술의 발달로 인해 원격탐사 센서의 가격이 하락하고 광역적인 대상지를 목표로 하면서 융합 분석의 활용도가 증가하고 있다. 항공 LiDAR의 경우 대상지를 3차원으로 모델링하고 개별 나무를 인식한 후에 수관영역에 대해 추출할 수

있어 개체목의 수고, 흉고직경, 수관영역, 부피 등을 추정할 수 있기 때문에 산림 모니터링에 있어서 효과적으로 사용되고 있으며 초분광 영상의 경우 100개가 넘는 분광 밴드를 통해 높은 분광해상도의 장점을 활용하여 종의 중분류, 세분류를 넘어 활력도와 건강상태 등을 파악할 수 있다.

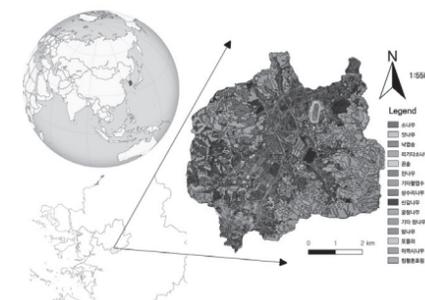
2) 연구의 목적

따라서 본 연구에서는 항공초분광, 항공라이다를 결합하여 과천시의 은행나무의 위치와 개체 수를 산정하고 탄소축적량을 산정하는 연구로서 감독 분류 방법인 SAM(Spectral Angle Mapper) 분석과 LiDAR 개별 개체목 분할을 통해 아래의 연구 질문에 답을 찾고자 한다. (1)원격탐사 데이터의 융합을 통한 은행나무 분류, (2)흉고직경 도출 및 탄소 저장량, 탄소 흡수량 산정

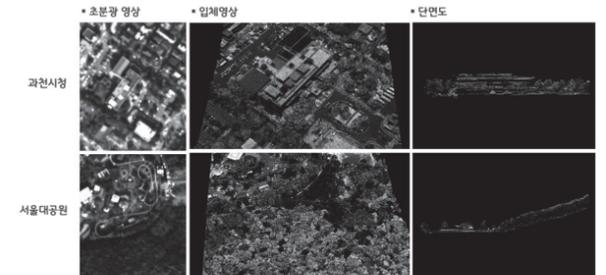
2. 본론

1) 연구 대상지와 데이터 취득

본 연구의 공간적 범위는 경기도 과천시이며 해당 지역의 나무는 산림청에서 5년에 한 번씩 임상도를 제작하여 관리하고 있다. 주요 수종으로는 기타 참나무류(5.6km²), 침활혼효림(3.5km²), 기타활엽수(3.2km²), 아까시나무(2.2km²)를 포함한 15개의 나무가 주종을 이루고 있으며 대상지의 나무들은 큰 균락을 이루지 않고 불규칙적으로 그림 1과 같이 전 지역에 산재하여 분포하는 특징을 보인다. 항공 LiDAR 영상(주)아세아항공측 제공)은 2021년 11월 3일과, 2022년 4월 2일에 취득한 데이터를 사용하였다. 6000fit, 섭씨 0도의 환경에서 취득되었다. 항공 LiDAR의 경우 Leica 사의 TerrainMapper 1로 촬영하여 평균 42.7points per m²(ppm²)의 점밀도로 나타났으며 최대 반사수는 5이다. 항공 초분광의 경우 2021년 11월 3일과, 2022년 9월 1일에 SPECIM 사의 AISA Eagle 센서로 촬영하여 0.7m의 공간해상도와 404-996nm 범위의 127개로 구성된 분광해상도 자료를 취득하였다.



〈그림 1-1〉



〈그림 1-2〉 항공 초분광, 항공 LiDAR 영상

2) 데이터 분석

은행나무의 위치와 개체수를 분석하기 위해 낙엽기와 착엽기 두 시기의 초분광 영상을 사용하였다. 착엽기의 경우 ASD 사의 FieldSpec을 사용하여 90개의 은행나무 잎을 샘플링하여 평균 스펙트럼을 산정하여 End member를 추출하였다. 낙엽기에 취득된 항공 초분광 영상의 경우 현장 조사 자료를 통해 획득된 포인트를 학습시켜 두 시기 모두 SAM Maximum Angle 0.075도로 중첩되는 영역을 도출하였다. 수목의 위치와 수량은 LiDAR의 Local Maxima 개별 수목 분할 분석기법을 적용하였으며 데이터 검증과 평가를 위해 현장 조사를 통해 취득한 100개의 포인트를 혼동행렬을 통해 도출하였다. 은행나무의 바이오매스와 탄소저장량의 경우 국립산림과학원의 임분수확표, 경기도 의정부시 가로수 정보(2021) 및 조현길(2021)의 연구 결과를 적용하여 산정하였다.

3. 결론

은행나무 분류를 위한 혼동행렬의 검증 결과 분류 정확도는 전체 정확도가 89.1%로(Kappa: 85.4%)로 나타났다. 과천시 내에 성장하는 은행나무는 1068그루로 산정되었으며, 57,016(t)의 탄소를 저장하고 5.142(t/년)의 탄소를 흡수하는 것으로 나타났다. 다중 시기 원격탐사 데이터와 융합을 통해 국내 도시 단위의 대상지에서도 수종 모니터링과 탄소 순환을 효과적으로 정량화할 수 있을 것으로 사료된다.

〈표 1〉 분석 결과

항목	수식	최대	최소	평균	합
수고	$D = 1.666H + 9.0777$	15.06	2	4.76	-
탄소 저장량	$\ln Y' = -2.8428 + 2.3787 \ln D$	259.08	23.28	53.38	57015.67
탄소 흡수량	$\ln Y = -3.6471 + 1.8287 \ln D$	16.62	2.6	4.81	5142.814

*Y': 탄소저장량(kg) Y: 탄소흡수량(kg/년), D: 흉고직경(cm), H: 수고(m)

사사

이 논문은 국토교통부의 스마트시티 혁신인재육성사업으로 지원되었습니다.

참고문헌

국내 문헌

- 권수경, 김경민, 임중빈. 2021. 농림위성 활용 수종분류 가능성 평가를 위한 래피드아이 영상 기반 시험 분석. 대한원격탐사학회지, 37(2), 291-304.
- 박정서, 조기성, 서진재, 고재웅. 2016. 초분광영상의 분광라이브러리를 이용한 토지피복분류의 정확도 향상에 관한 연구. 지적과 국토정보, 46(2), 239-251.
- 박은진, 강규이. 2010. 경기도 도시가로수의 탄소저장량과 연간 이산화탄소 흡수량 산정. 한국환경생태학회지, 24(5), 591-600.
- 이현직, 유지호. 2012. 산림바이오매스 산정을 위한 LiDAR 자료와 고해상도 위성영상 활용. 대한공간정보학회지, 20(1), 53-63.
- 조현길, 안태원. 2012. 도시 낙엽성 조경수종의 탄소저장 및 흡수. 한국조경학회지, 40(5), 160-168.
- 조형갑, 이규성. 2014. 침엽수종 분류를 위한 초분광영상과 다중분광영상의 비교. 대한원격탐사학회지, 30(1), 25-36.
- “은행나무가 멸종 위기라니”, 환경일보, 2020.10.07.

국외 문헌

- De Almeida, D. R. A., Broadbent, E. N., Ferreira, M. P., Meli, P., Zambrano, A. M. A., Gorgens, E. B., ... & Brancalion, P. H. 2021. Monitoring restored tropical forest diversity and structure through UAV-borne hyperspectral and lidar fusion. Remote Sensing of Environment, 264, 112582.
- Koch, B. 2010. Status and future of laser scanning, synthetic aperture radar and hyperspectral remote sensing data for forest biomass assessment. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote sensing, 65(6), 581-590.
- L., Coops, N. C., Aven, N. W., & Pang, Y. 2017. Mapping urban tree species using integrated airborne hyperspectral and LiDAR remote sensing data. Remote Sensing of Environment, 200, 170-182.
- Mayra, J., Keski-Saari, S., Kivinen, S., Tanhuanpaa, T., Hurskainen, P., Kullberg, P., ... & Vihervaara, P. 2021. Tree species classification from airborne hyperspectral and LiDAR data using 3D convolutional neural networks. Remote Sensing of Environment, 256, 112322.
- Prins, A. J., & Van Niekerk, A. 2021. Crop type mapping using LiDAR, Sentinel-2 and aerial imagery with machine learning algorithms. Geo-spatial Information Science, 24(2), 215-227.

탄소중립 모니터링 모델과 시나리오의 지속가능성 평가 체계 구축에 관한 연구

한국 및 탄소중립을 법제화한 국가들 사례 비교

이경민 델라웨어대학교 에너지환경정책학 박사수료

1. 서론

이상기후에 따른 재난과 피해로 인해 기후 위기(Climate Crisis) 대응의 시급성이 분명해지고 있다. 기후변화에 관한 정부 간 협의체(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)는 2015년 에 채택한 파리 협정(Paris Agreement)에서 산업화 이전 대비 1.5도씨 온도 상승 억제 목표를 유지하기 위해 전 세계 국가들은 2050년까지 탄소중립(Carbon Neutrality)을 달성하고 제6조에 따라 국제 감축사업을 추진해야 한다고 제시했다(IPCC, 2022). 탄소중립은 온실가스 배출량에서 흡수량을 제외한 순 배출량이 '0'이 되는 상태를 지칭한다. 2021년 10월 기준으로 총 55개 국가가 탄소중립을 선언, 문서화하였고 탄소중립 목표를 법제화한 국가는 한국, 일본, 헝가리, 루마니아, 캐나다, 아일랜드, 유럽 연합, 영국, 스웨덴, 스페인, 뉴질랜드, 독일, 프랑스, 덴마크가 있다(에너지경제연구원, 2021). 온실가스 감축을 위한 중간 감축목표를 스웨덴과 독일은 2045년, 중국은 2060년을 목표연도로 제시하였으며 나머지 국가들은 모두 2030년을 기준으로 2050년을 목표연도로 제시했다. 2021년 12월 유엔기후 변화협약 제26차 당사국총회(Conference of Parties, COP)에서 채택한 글래스고 기후 합의(Glasgow Climate Pact)에서는 2030년 국가온실가스감축목표(Nationally Determined Contribution, NDC)를 강화해 나가기로 했다(윤순진, 2022).

한국은 2020년 12월 유엔에 장기저탄소발전전략을 제출하면서 2050 탄소중립 비전을 선언했다. 2021년 8월, '기후위기 대응을 위한 탄소중립녹색성장기본법'(이하 '탄소중립 기본법')이 국회를 통과해 9월 25일 제정 및 공포되었다. 이후 탄소중립위원회 주관으로 하위법령 제정 작업을 거쳐 법체계를 완비하고 탄소중립기본법 제7조에 따라 2050년까지 탄소중립을 달성하는 것을 국가비전으로 명시하였고 세계에서 14번째로 탄소중립을 법제화한 국가가 됐다. 2022년 3월, 2030년은 탄소중립 중간단계

목표로 2030 중장기 국가온실가스 감축목표(NDC)를 2018년 대비 40%로 법률에 명시하고 '기후위기 대응을 위한 탄소중립녹색성장 기본법 시행령안'을 확정하여 국가 탄소중립 기본계획을 국가 전략, 중장기 온실가스 감축목표, 기본계획을 시행했다.¹

탄소중립은 국제 기조에 따라 국가 차원에서 법제화 및 국가 목표가 선언되고 있다. 그러나 탄소중립에 관한 국내외 모니터링 체계 및 평가 기준이 정해져 있지 않았다. 따라서 이 연구에서는 시민들이 접근 가능한 데이터로 탄소중립 시나리오를 평가하고 모니터링 체계를 구축하는 것을 목적으로 한다. 이 연구는 한국 및 탄소중립을 법제화한 국가별 데이터를 바탕으로 온실가스 배출량 주요 요인을 분석하고, 2050년 국가 목표 달성 여부를 예측하고, 국가별 탄소중립 시나리오의 지속가능성을 비교하였다. 에너지 사회를 위한 의사결정 체계에서 시민들이 탄소중립 모니터링에 참여할 수 있는 가능성을 모색하고 정책적 시사점으로 제안하고자 한다.

2. 본론

이 연구는 탄소중립 모니터링을 위한 예측 모델 및 시나리오의 지속가능성 평가 체계를 다음과 같이 분석하였다. 첫째, 카야 항등식(Kaya Identity)을 기반으로 온실가스 배출량을 경제, 사회, 환경, 기술적 요인으로 분해하여 주요 요인을 분석한다. 둘째, 공개된 데이터를 바탕으로 2050년, 2100년까지 온실가스 배출량 예측 모델을 수립하여 기존의 기후변화 시뮬레이션 모델과 비교하여 타당성을 검토하고 국가 목표와 부합인지 확인한다. 셋째, 에너지 사회 시스템의 지속가능성 통합 평가를 위한 의사결정체계(IIASA-WEC framework)를 바탕으로 경제, 환경, 사회, 기술 요인에 따른 국가들 간의 시나리오 차이를 분석한다. 분석 결과를 토대로 시민들이 참여하여 탄소중립을 모니터링할 수 있는 정책적 방안을 시사점으로 제시한다.

1) 데이터 수집 방법

이 연구는 세계은행(World Bank)과 경제협력개발기구(Organization for Economic Cooperation and Development, OECD) 오픈 데이터플랫폼에서 데이터를 수집하였다. 데이터는 2021년 10월 기준으로 탄소중립 법제화를 마친 국가인 한국, 일본, 헝가리, 루마니아, 캐나다, 아일랜드, 유럽연합, 영국, 스웨덴, 스페인, 뉴질랜드, 독일, 프랑스, 덴마크를 대상으로 수집하였으며 공개된 1960~2015년도 데

1 한국의 탄소중립 법제화 내용과 관련된 부분은 2050 탄소중립위원회가 발표한 내용을 요약 정리한 것이다.

이러한 자료를 사용하였다.

2) 분석 방법

(1) 카야 항등식 기반 온실가스 배출 주요 요인 분석

온실가스 배출량에 영향을 미친 주요한 요인을 추정하기 위해 카야 항등식을 바탕으로 요인 분해 분석을 수행하였다. 카야 항등식은 일본 공학자 카야가 제시하여 온실가스 배출량을 인구, 인구당 GDP, 에너지집약도(에너지 사용량/GDP), 에너지에 대한 탄소집약도(온실가스 배출량/에너지 사용 원 단위)로 나누어 분석하는 방식이다(Kaya & Yakobori, 1997). 이 연구에서는 기술발전도를 포함한 카야 항등 확장식을 사용했다.

(2) 기계학습 기반 온실가스 배출량 예측을 통한 탄소중립 시나리오 양적 평가

각 국가들의 탄소중립 시나리오가 2050년까지 국가 목표에 맞게 설정되었는지 모니터링하기 위해 온실가스 배출량 데이터를 기반으로 기계학습을 통해 최적의 회귀 계수를 찾아내 국가별 2050년, 2100년 온실가스 배출량을 예측했다. 이 모델은 기존의 기후변화 시뮬레이션 모델(David Archer's Kaya Identity Scenario Prognosticator, ISAM pCO₂ model)과 비교하여 타당성을 검토하였다. 국가별 2050년, 2100년도 온실가스 배출량 예측을 통해 탄소중립 시나리오를 평가했다.

(3) 에너지사회 시스템에서 바라본 탄소중립 시나리오 질적 평가

이 연구는 국제응용시스템분석연구소(International Institute for Applied Systems Analysis, IIASA)와 세계에너지협의회(World Energy Council, WEC) 공동연구에서 제시한 에너지 사회 시스템 지속가능성 통합 평가를 위한 의사결정체계(IIASA-WEC framework)를 바탕으로 경제, 환경, 사회, 기술 요인에 따른 국가들 간의 시나리오 차이를 분석하였다.

3. 결론

한국의 탄소중립 중간단계 목표는 온실가스 예상 배출량보다 높게 설정되어 있고 에너지에 대한 탄소집약도는 세계 평균보다 낮았다. 그러나 1인당 이산화탄소 배출량과 에너지 집약도가 탄소중립을 법제화한 국가들 중에서 2번째로 가장 높았다. 의사결정체계를 바탕으로 분석할 때 한국은 경제, 환경, 기술적으로 발전하고 있으나 사회적 측면의 지속가능성이 낮다고 평가된다. 이 연구는 공개된 국가별

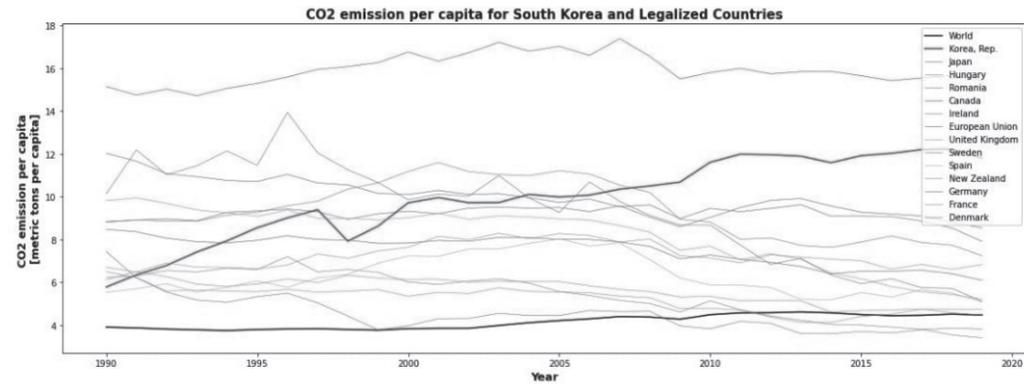
데이터 자료가 2015년으로 제한되어 있다는 점에서 한계가 있다. 그러나 공개된 데이터를 이용하여 탄소중립 시나리오 평가 체계를 구축하고 모니터링에 시민들이 참여하는 상향식(bottom-up) 방식으로 시나리오 개발을 제안한다는 점에서 정책적 시사점이 있다.

참고문헌

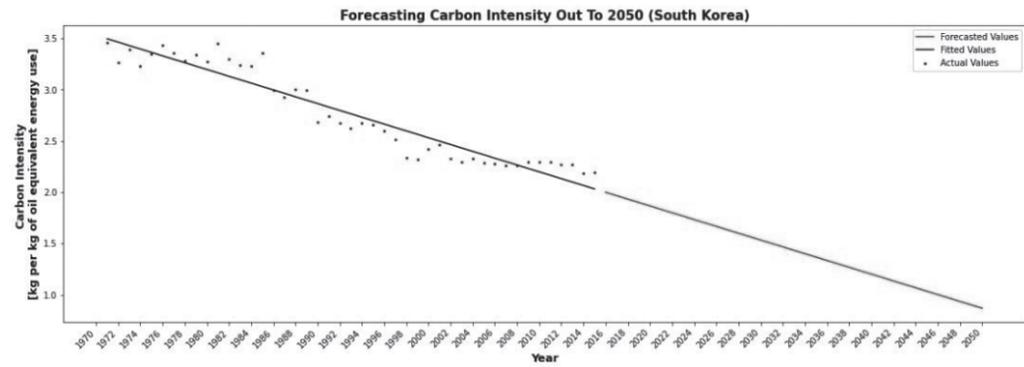
- IPCC, 2022, Summary for Policymakers [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, M. Tignor, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem (eds.)]. In: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 3–33, doi:10.1017/9781009325844.001.
- 에너지경제연구원. 전 세계 탄소중립 선언 동향 및 평가. 세계 에너지시장 인사이트 제21–21호 2021.11.1.
- 윤순진. 한국의 2050 탄소중립 시나리오: 내용과 과제. 에너지포커스 2021년 겨울호 제18권 제4호, 통권 82호, 2022.01.17.
- 2050 탄소중립위원회. 2021. 2050 탄소중립 시나리오
- Kaya, Y., & Yokobori, (Eds.). 1997. Environment, energy, and economy: strategies for sustainability (pp.16–26). Tokyo: United Nations University Press.

분석결과 예시

- 국가별 1인당 이산화탄소 배출량 비교 예시



- 한국의 2050년도 탄소집약도 모델 예측 결과 예시



소셜벤처의 환경 임팩트 측정/관리 방법

임팩트 IVM 가이드라인을 중심으로

이택준, 이한결, 윤슬기 사회적가치연구원 수석연구원

1. 서론

최근 투자를 통해 경제적 가치(Economic Value; EV) 뿐만 아니라 사회적·환경적 가치 등 사회적 가치(Social Value; SV)를 함께 추구하고자 하는 움직임이 전 세계적으로 부상하고 있다. 이러한 움직임은 Covid-19(코로나바이러스감염증-19; 코로나-19) 이후 가속화되고 있으며, 특히 코로나-19 이후 사회적 양극화와 기후변화 위험 등 주주 자본주의(Shareholder Capitalism)의 한계가 드러남에 따라 이해관계자 자본주의(Stakeholder Capitalism)로 전환해야 한다는 목소리가 힘을 얻고 있는 상황이다. 이처럼 코로나-19는 전 지구적으로 기존의 경제 성장 방식(주주 자본주의)에 대한 다양한 의문을 자아냈다. 앞으로의 인류는 '성장'에 대한 새로운 관점에서의 해석이 필요할 것이라는 제레미 리프킨의 말처럼 자연자원 활용의 이익은 사유화하고, 자연자원 파괴비용은 사회화해왔던 이전 진보의 시대(Era of Progress)에서 회복력의 시대(Era of Resilience)로 문명의 대전환이 일어날 것이 자명해지고 있다. ESG는 기업의 사회적 역할이 부각되고 있는 상황 속에서, 사회적 가치(Social Value)라는 바람직한 사회를 구성하는데 있어서 필요한 추상적인 가치를 자본시장 중심으로 투자자 관점에서 보여주고 있다는 점에서 중요한 개념이지만, 어느 정도의 추상성을 갖고 있는 것에도 한계가 존재한다. 따라서 ESG와 가장 맥이 닿아 있으며, 기업의 환경과 사회에 대한 공헌도를 측정·공개하는 '임팩트 투자(Impact Investing)'가 확산되고 있다. 임팩트 투자(Impact Investing)는 재무적 이익뿐 아니라 사회적 및 환경적 가치와 편익을 창출하는 기업 및 기관에 자본을 투자하여 투자자들에게 사회 및 경제적 가치 창출의 기회를 제공한다는 점에서 많은 관심을 받고 있으며, 그 규모가 급속하게 커지고 있는 추세이다. 본 연구는 임팩트 투자의 투자 성과를 화폐단위로 환산하는 재무적 및 회계적 방법에 대한 현재까지의 논의를 살피고, 이를 종합하여 임팩트 투자 성과를 계량화하는 방법을 제시하고자 한다. 이후 제시된 방법론을 활용하여 실제 기업에 대해 파일럿 밸류에이션을 수행함으로써 현재 연구에서 제시된 방법론의 보완점 등을 파악하고, 향후 우리나라 투자 환경에 맞게 개발 및 적용할 수 있는 방안 에 대한 시사점을 제시함으로써 해당 분야의 발전을 도모하고 관련 정책적 제언을 하고자 한다.

2. 본론

1) 환경 임팩트 가치의 화폐가치 산정에 대한 논의와 주요 개념

다음으로 필요한 것은, 임팩트의 정량화 및 화폐가치화 과정으로 impact investor들에게 재무적으로 요구되는 중요한 고려 사항이다. Impact valuation은 하나의 기관 혹은 투자자가 사회적, 환경적, 경제적 임팩트에 대한 설명적, 정량적, 정성적 정보를 모으고, 분석하고, 해석하는 일련의 과정에서 필수적이다.

아래 설명할 impact money multiplier(IMM)과 social return on investment(SROI)와 같은 분석은 순수하게 재무적인 이익(financial returns)만을 고려하였을 때 정당화될 수 없는 임팩트 투자라고 하더라도 IMM 혹은 SROI와 같이 사회의 여러 이해당사자들에게 미치는 전체 임팩트를 고려하였을 때 정당화되는 투자 옵션이 있다는 점에서 사회 전체적인 이익을 감안하여 임팩트 투자자들의 투자결정을 돕는다는 역할이 있다.

이후 사회적가치연구원이 개발한 임팩트 IVM 가이드라인을 기반으로 환경 분야의 소셜벤처가 창출하는 사회적 성과 및 임팩트를 화폐로 계량화하여 보여줌으로써 임팩트 투자 시 향후 창출된 임팩트까지 고려한 임팩트 투자를 보여주고자 한다.

2) 임팩트 IVM 가이드라인 기반 환경 임팩트 측정/추정

본 장에서는 실제 기업을 대상으로 향후 Impact investing이 유력하거나 기존 연구가 존재하여 적용이 가능한 분야를 선택하여 social value 측정을 수행함으로써, 본 연구에서 제시한 위험조정요소 점수화 및 밸류에이션 과정을 실제로 적용할 수 있는지, 이 과정에서 우리나라 기업 또는 특정 서비스 적용에 따른 문제점이나 개선점이 무엇인지 판별하고 이에 대한 보완책을 강구하고자 해당 내용을 검토하였다.

환경 문제를 해결하는 소셜벤처 A가 창출하는 (1) 환경 성과 및 임팩트를 측정하고 (2) 이를 투자기간에 맞춰 (3) 앞으로 창출할 수 있는 임팩트를 추정하고 이를 관리하기 위한 Framework를 제시하고자 한다.

3. 결론

앞에서 서술한 바와 같이, 투자자 및 피투자 기업의 임팩트 투자에 대한 관심이 빠르게 증가하고 있는 투자 환경에서, 임팩트 투자의 성과를 측정하는 재무적 지표의 도출에 대한 논의와 합의는 크게 부

족한 상황이다. 본 연구에서 제시한 IMM 산출과정의 위험요인에다 IMP 위험요인을 추가하여 새로운 위험요인을 도출하고 계량화한 시도는 투자자들이 Impact investing의 투자 성과를 예측할 수 있도록 도모하는 매우 의미 있는 시도라고 할 수 있다. 기존에 임팩트 투자 지표와 관련하여 가장 관심을 받고 있는 IMM 방법론에 집중하여 실제 우리나라에서 집행하는 임팩트 투자에 적용할 수 있는 valuation guideline을 개발하는 것을 그 목표로 하였으며, 그 결과물도 우리나라 임팩트 가치를 산정하는 데 충분히 활용될 수 있음을 보였다.

본 연구에서는 임팩트 투자의 투자성과를 요약적으로 보여줄 표준화되고 계량화된 최초의 위험요소 평가 및 임팩트 밸류에이션 가이드라인을 제시하는 데 기존 연구에 기여가 있다고 볼 수 있다.

먼저, 환경적 투자 재무지표를 실제 도출하여 활용하고자 하는 투자자들에게 필요한 정보와 단계를 정리하고, 임팩트 투자가 창출할 환경적, 경제적 가치의 현금흐름을 계산하는 과정을 제시하였다. 기존 연구를 기반으로 임팩트 위험 요인에 대한 평가를 정교화하는 방안을 제시하였다. 기존 연구를 기반으로 투자결정을 하는 데에 있어서 발생하는 위험요소를 적절히 반영하는 할인율을 적용하는 과정을 연구하여 가이드라인을 제시하였다.

앞서 개발한 가이드라인을 바탕으로 소셜벤처 A의 기업 자료를 바탕으로 실제 밸류에이션을 수행함으로써, 가이드라인이 실제 사회적 기업의 환경 임팩트 가치 산출에 활용될 수 있음을 확인하였다.

본 연구의 결과를 이용하여, 임팩트 투자자와 피투자자 모두가 보다 구체적이고 계량화된 가이드라인을 갖고 효율적인 투자 의사결정을 이룰 수 있을 것으로 사료된다. 아울러 향후 프로젝트의 목표치 설정 및 기존 연구 확보를 위해 Impact investing이 가능한 분야를 선정해 장기적 목표를 가지고 국가 R&D 차원에서 소셜벤처가 창출할 수 있는 환경 임팩트를 측정/추정/관리하기 위한 심층적 연구를 지원할 필요가 있다.

참고문헌

- 강민정 .2012. “사회적 벤처와 사회적 영향투자 활성화 정책”, 한국경영학회, Korea 「Business Review」, 제16권 제2호, pp. 263-282.
- 강민정. 2018. “사회적 기업에 대한 임팩트 투자 활성화 정책: 투자자에 대한 세제 혜택을 중심으로”, 「사회적기업연구」, 제11권 제2호, pp. 109-132.
- 강민정, 남유선. 2014. “자본시장을 통한 임팩트 투자 활성화에 관한 연구”, 「증권법연구」, 제15권 제1호, pp., 401-433.
- 김진기, 박형근, 정재인, 김지현, 고민정. 2020. “SK DBL 사회적 가치 측정 가이드북”, 사회적가치연구원.
- 김진수, 이창영, 김재호, 서경준, 박재홍. 2016. “소셜벤처 창업하기(Social Venture)”, 청람.
- 김형민. 2021. “서울시, 소셜벤처의 혁신지향성과 고객지향성이 기업성장에 미치는 영향: R&D역량과 네트워크 역량의 매개효과”, 「한국창업학회지」, 제16권 제6호 pp. 125-147.
- 공민정, 이수열. 2022. “미얀마 민주화 위기와 포스코 해외사업: 글로벌 경영과 Esg 리스크”, 「Korea Business Review」, 제26권 제1호, pp. 1-35.
- 나석권, 송기광. 2021. “임팩트의 측정/평가를 위한 새로운 시도 - IVM 방법론”, 「환경논총」, 제68 권, pp. 6-22.
- 노미리. 2020. “미국의 M&A 관련 법제 - 벤처 캐피털의 자본 회수와 관련하여-”, 「상사법연구」, 제39권 제2호, pp. 451-484.
- 라준영. 2018. “우리나라 사회영향투자 시장의 현황과 과제”, 「중소기업연구」 제40권 제1호, pp. 85-112.
- 박민진, 김태영. 2018. “한국의 소셜벤처 특성 연구” 「중소기업정책연구」, 중소기업벤처연구원.
- 박영석, 이효섭. 2021. “기업의 ESG 경영 촉진을 위한 금융의 역할” 「자본시장연구원 이슈보고서」, pp. 21-10.
- 박주현. 2015. “새천년개발목표(MDGs) 15년: 달성수준과 한국의 과제”, 국제사회복지학회, 「국제사회복지학」, 제5권 제1호, pp. 52-72.
- 박창균. 2016. “임팩트투자자 금융시장”, 한국경제발전학회, 제22권 제3호, pp. 31-52.
- 배종태, 라준영. 2013. “제3세대 기업가정신과 소셜벤처 육성전략”, 「기술과 경영」, pp. 29-33.

세션 3

기후·생태위기를 넘어서 우리는 더 많은 자연이 필요하다

- 조류의 감소를 통해 살펴본 한국의 생물다양성 소실
최창용
- 토지이용 변화를 통해서 본 한국의 자연 손실
신재은

조류의 감소를 통해 살펴본 한국의 생물다양성 소실

최창용 서울대학교 농림생물자원학부 조교수

1. 서론

생물체의 분류가 과학적인 학문으로 자리잡은 지 250여 년 이상이 경과했으나, 전 지구적인 생물다양성에 대한 우리의 이해는 여전히 부족한 실정이다. 지구상의 생물다양성은 약 870만 종에 이를 것으로 추정되나, 지금까지 알려진 생물종은 120만 종 수준에 불과하다(Mora et al. 2011). 그러나 이미 전 세계 동식물의 100만여 종이 멸종의 위협에 처한 것으로 판단되며, 이러한 전례를 찾아볼 수 없는 전 지구적인 생물다양성 감소는 점차 그 속도가 빨라지고 있다(Bronzizio et al. 2019). 현재의 기후변화가 분명히 인간에 의해 촉발된 것처럼, 생물다양성의 위기 역시 인간에 의해 발생하였으며 그 변화의 속도 역시 빨라지고 있다. 그러나 생물다양성의 감소를 추적하고 이러한 추세를 되돌리기 위한 노력은 여러 가지 현실적인 장벽에 부딪치게 된다.

1970년부터 2018년까지 관찰된 전 세계 포유류, 어류, 파충류, 조류 및 양서류 등의 야생동물의 풍부도에 대한 모니터링 결과에 따르면, 야생동물 개체군의 상대적 풍부도가 평균 69% 감소한 것으로 나타났다(Almond et al. 2022). 개체군의 감소는 멸종을 유발하게 되므로, 필연적으로 생물다양성의 감소로 이어진다. 그러나 꿀벌과 같이 경제적으로 일부 유용한 종을 제외한다면, 척추동물이 아닌 곤충이나 미생물 등은 자연생태계에서의 풍부도 및 생물다양성의 변동이 사실상 알려진 바가 없으며 그 추세 또한 알려져 있지 않다. 따라서 생태계를 대표할 수 있는 특정한 종에 대한 모니터링을 통해 그들과 연관된 여러 생물종과 생물다양성, 생태계의 변화를 추정하게 된다. 이런 점에서 조류는 가장 다양성이 높은 육상 척추동물로서, 전 지구적인 생물다양성과 생태계 변화를 모니터링할 수 있는 가장 중요한 분류군의 위치를 차지하고 있다.

2. 본론

우리나라에 도래하는 조류 중 습지에 도래하는 물새류는 오리류와 기러기류를 중심으로 1997년 이후 주요 습지에 대한 모니터링을 통해 비교적 잘 조사되고 있다. 그 결과에 따르면 인간의 활동 및 서

식지 변화에 적응한 일부 종은 그 개체군이 증가하고 있다. 예를 들어 오리류와 기러기류는 자연습지를 개간하여 형성된 농경지에서 생산성 높은 농작물을 이용하게 되므로, 복미와 유럽을 중심으로 증가하는 추세에 있다. 우리나라 역시 2008년 무렵 55,000개체와 100,000여 개체가 도래하던 큰기러기(*Anser fabalis*)와 쇠기러기(*Anser albifrons*)는 2020년 각각 80,000개체, 180,000여 개체로 증가하였다(국립생물자원관 2020). 물론 이는 밀렵 방지와 습지의 보전 노력이 함께 이루어 낸 결과이기도 하나, 이런 개체수 증가 뒤에는 자연적인 습지에 도래하는 수많은 조류의 종과 개체수 감소가 감추어져 있다. 특히 국내 서해안의 갯벌을 매워 형성된 대규모 농경지와 간척호는 장거리 이동철새인 도요물떼새류 전반에 걸친 피해와 직결되어 있으며, 최근 멸종의 위협에 처한 것으로 평가된 흰죽지(*Aythya ferina*), 청머리오리(*Anas falcata*) 등과 같이 흔히 도래했던 오리류의 감소도 꾸준히 이어지고 있다(최유성 등, 2012). 또한 큰부리까마귀(*Corvus macrorhynchos*)나 물까치(*Cyanopica cyanus*)와 같이 인간의 환경에 적응된 소수 종의 개체군 증가는 생물다양성의 증진이 아닌 생태계 불균형과 경제적 피해를 유발하고 있다.

반면 습지가 아닌 초지나 산림 등지에 서식하는 조류, 특히 작은 산새류에 대해서는 아직 그 개체수 변동과 다양성 변동이 잘 알려져 있지 않다. 그러나 최근 전국자연환경조사 자료를 기반으로 분석한 결과에 따르면 1997년 이후 약 20년 동안 전국적으로 청호반새의 출현율은 95% 감소하였으며, 이외에도 과거 흔히 번식하던 노랑때까치(*Lanius cristatus*), 흰눈썹황금새(*Ficedula zanthopygia*), 멧새류(*Emberiza spp.*) 등의 다양한 조류도 심각하게 감소하는 것이 확인되고 있다(Choi et al. 2020, Kim et al. 2021). 특히 이런 감소 현상은 흔한 종에게서, 장거리를 이동하는 철새에게서 더 심각하고 빠르게 나타나고 있는 것으로 나타났다(Kim et al. 2021). 이런 현상은 서식지의 훼손과 감소와 함께 인간에 의한 밀렵과 남획, 오염 등 다양한 요인에 의해 나타나는 것으로 추정된다. 예를 들어 솔개(*Milvus migrans*)와 까마귀(*Corvus corone*)는 우리나라 대표적인 청소동물이었으나, 전국적인 쥐잡기운동으로 인한 쥐약의 2차 중독에 의해 큰 피해를 입어 현재 국내 번식집단은 자취를 감추었으며, 울릉도 상공을 뒤덮었던 습새(*Calonectris leucomelas*)의 번식 집단은 인간의 남획으로 인해 국지적으로 절종하였다. 공중에서 먹이를 찾는 식충성 조류의 전 세계적인 감소와 유사하게, 흔한 여름철새인 제비(*Hirundo rustica*)도 주거형태의 변화, 농경지와 먹이터의 감소, 먹이원의 감소 등에 의해 빠르게 사라지는 것으로 나타나고 있으며, 이런 감소는 전반적인 생태계의 기반이 되는 곤충류의 급격한 감소를 대표하고 있다.

3. 결론

생물다양성의 감소 추세는 각 지역에 따라 다르게 나타나며, 아시아-태평양 지역은 북미와 유럽에 비해 높은 위협에 처해 있다(Almond et al. 2022). 우리나라는 1970년대 이후 성공적인 산림복원을 이루어 내어 야생동물의 서식환경이 복원되었을 가능성에도 불구하고, 실제 국내 조류를 중심으로 살펴본 육상생태계는 전 세계적인 평균에 비해 더 빠르게 훼손되고 있을 가능성이 높다. 그러나 전체 생존집단의 95% 이상이 한반도에서 번식하는 저어새는 1980년대 말 전 세계의 생존 개체수가 300여 마리로 추정되던 국제적 멸종위기종이었으나, 2022년 1월 현재 6,162개체로 증가하였다(Hong Kong Bird Watching Society, 미발표자료). 이는 많은 종이 멸종위기로 몰리고 있는 우리나라와 동아시아 지역에서 적극적인 보전 정책과 대중의 지지, 국제적 협력을 통해 종의 멸종을 성공적으로 막아낸 상징적인 사례이자 생물다양성 위기에 대응할 수 있는 희망을 제시해 준다.

비록 우리나라가 기후 위기와 생물다양성 위기에 대응하기 위한 발빠른 정책적 노력을 지속하고 있음에도 불구하고, 여전히 국내 생물다양성에 대한 종합적이고 정량적인 지표도 아직 개발되지 못한 실정이다. 특히 생물다양성의 변화를 실질적으로 대표할 수 있는 분류군인 야생동물, 그 중에서도 조류의 개체군과 다양성 변화에 대한 정보도 부족할뿐더러, 이런 현장 정보를 체계적이고 신뢰할 수 있는 수준으로 수집 및 분석하려는 기반도 미약하다. 정부는 현장에서 야생동물 개체군의 변동을 꾸준히 모니터링하는 체계를 지원하고 그 결과를 통해 생물다양성 보전을 위한 정책을 입안하고 실행해야 하며, 연구자는 객관적인 정보와 과학적 근거를 통해 정책의 방향을 제시하고 지원해야 한다. 교육 수준이 높고 인터넷 등의 정보통신 기술이 발달된 국내에서는 소수의 전문가가 아닌 다수의 시민들이 참여할 수 있는 시민과학(citizen science; Peter et al. 2021)적 방법은 장기적으로 우리나라 생물다양성 소실에 대응할 수 있는 강력한 수단이 될 수 있다. 학술적인 연구와 함께 탐조활동과 같이 대중의 직접적인 참여를 활성화하는 것은 인식의 증진, 정보의 공유를 거쳐 보전을 위한 정책 결정과 실행에 이를 수 있는 생물다양성 주류화(biodiversity mainstreaming; 환경부 2018)의 효과적인 방법이 될 것이다.

참고문헌

- Almond, R. E. A., M. Grooten, D. Juffe-Bignoli, T. Petersen (editors). 2022. Living Planet Report 2022 – Building a nature-positive society. WWF; Gland, Switzerland. <https://www.worldwildlife.org/pages/living-planet-report-2022>
- Brondizio, E. S., J. Settele, S. Díaz, H. T. Ngo (editors). 2019. Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. IPBES Secretariat; Bonn, Germany. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3831673>
- Choi, C.-Y., H.-Y. Nam, H. Kim, S.-Y. Park, J.-G. Park. 2020. Changes in *Emberiza bunting* communities and populations spanning 100 years in Korea. PLoS ONE, 15(5), e0233121. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0233121>
- Kim, H., Y. Mo, C.-Y. Choi, B. C. McComb, M. G. Betts. 2021. Declines in common and migratory breeding landbird species in South Korea over the past two decades. Front. Ecol. Evol., 9, 627765. <https://doi.org/10.3389/fevo.2021.627765>
- Mora, C., D. P. Tittensor, S. Adl, A. G. B. Simpson, B. Worm. 2011. How many species are there on Earth and in the ocean? PLoS Biol, 9(8), e1001127. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001127>
- Peter, M., T. Diekötter, T. Höffler, K. Kremer. 2021. Biodiversity citizen science: Outcomes for the participating citizens. People Nat, 3, 294–311. <https://doi.org/10.1002/pan3.10193>
- 관계부처 합동. 2018. 제4차 국가생물다양성전략(2019–2023).
- 국립생물자원관. 2020. 2020 겨울철 조류 동시센서스. 국립생물자원관.
- 최유성, 허위행, 김성현, 강승구, 김진한, 김화정, 손종성, 박진영, 이정연, 김창희, 강종현, 한상훈. 2012. 한국에서 우리동하는 오리류의 개체군 경향. 한국조류학회지, 19(3), 185–200.

토지이용 변화를 통해서 본 한국의 자연 손실

신재은 숲과나눔 풀씨행동연구소 캠페이너

1. 서론

인간에 의한 서식지 손실은 가장 주요한 생물다양성 붕괴 동인이다. 인간의 활동은 땅의 75%, 바다의 66%를 심각하게 변화시켰다. 현재의 속도로는 2050년까지 지구의 10% 미만이 인간의 영향에서 벗어날 것으로 예상된다. 생물다양성의 위기는 서식지의 손실과 훼손, 남획, 오염과 같은 전통적인 위협 요인뿐만 아니라 기후변화로 인해 가속화되고 있다. 기후변화에 의해 멸종위험이 높은 종의 비율은 $\Delta 1.5^{\circ}\text{C}$ 에서 9%(최대 14%), $\Delta 2^{\circ}\text{C}$ 에서 10%(최대 18%), $\Delta 3^{\circ}\text{C}$ 에서 12%(최대 29%), $\Delta 4^{\circ}\text{C}$ 에서 13%(최대 39%), $\Delta 5^{\circ}\text{C}$ 에서 15%(최대 48%)가 될 가능성이 높다. 이 중 가장 멸종률이 낮은 1.5°C 의 9% 시나리오조차도 자연사망률의 1000배에 이른다. 기후위기에 따른 생물다양성의 위기를 완화하기 위해서는 서식지 감소, 외래종, 질병, 남획과 같은 비기후요인(Non-climatic)의 스트레스를 최소화해야 한다.

에드워드 윌슨은 지구의 절반을 보호구역으로 설정하면 현생 종의 85%가 살아남을 수 있다고 주장하며, 정량적 목표를 제시했다. 생물다양성 협약에서는 아이치타겟을 통해서 보호지역 지정에 대한 정량적 목표를 수립한 바 있으며, 오는 12월 15차 당사국 회의에서는 Post-2020 Global Biodiversity Framework(이하 'Post-2020 GBF')를 통해 2030년까지 30%의 보호구역 지정을 합의하기 위해 노력하고 있다. 국제 시민사회는 2020년을 기준으로 2030년까지 생물다양성의 손실을 멈추는 자연의 긍정적 회복(Nature Positive)을 Post-2020 GBF에서 합의하도록 요구하고 있다.

한국 사회 역시 대규모 자연 손실이 이루어지고 있지만, 자연의 총량적 손실보다는 새만금 간척사업이나 4대강 사업, 설악산 케이블카 등 특정 개발 사업에 의한 환경적 영향이 정책의 중심이 되어왔다. 정책적 수요가 별로 없다 보니 자연스럽게 한국의 생물다양성 손실에 대한 현황을 분석하고 평가하는 연구가 부족한 상황이다. 이에 생물다양성 손실을 입체적으로 나타내기에는 여러 면으로 부족하지만 토지이용변화 측면에서 한국의 자연 손실 현황을 짚어보고 향후 과제를 제안하고자 한다.

2. 본론

1) 연구방법

토지이용변화를 시기별·행정구역별 면적 변화를 구체적으로 파악하기 위해서 국토교통부 지적통계연보의 지적공부등록지 총괄 자료를 활용했다. 이 중에서 지목의 연도별 면적 변화를 통해 토지이용 현황 및 토지이용변화를 살펴보았다. 특히 육상생태계에서 서식처로서 기능할 수 있는 임야 및 전, 답, 공원 등의 면적 변화를 지목별, 지역별로 나누어 분석했다. 국토교통부가 제공하는 지적통계연보 자료 상에서 확인되는 지목이 1980년에는 지목이 전, 답, 임야, 대지, 도로, 하천, 기타 등 7개이지만, 2004년부터 제공되는 자료는 토지이용 다양화에 따라 28개 지목이 쓰이고 있기 때문에 변화 추이를 직접적으로 비교하기 어려웠다.

지목별 지자체 추이를 비교한 경우 2012년 세종시가 464km^2 면적 규모로 출범함에 따라 충청남도과 충청북도가 각각 426km^2 , 27km^2 가 감소한 것을 감안하였다. 공개된 지적통계연보 자료만으로는 2011년과 2012년 사이 충청남도와 충청북도의 지목 면적 변화 중 세종시 출범에 따른 요인만을 별도로 추출할 수가 없었다. 따라서 1년 사이에 일어난 충청남도 면적 변화의 상당 부분은 세종시 출범에 따른 것으로 해석할 수 있다고 보고 지목별로 충청남도에서 세종시 증가 면적분은 제외했다.

2) 지목별 토지이용변화

2021년 말 국토의 면적은 $100,432\text{km}^2$ 이며, 1980년 $98,012\text{km}^2$ 대비 $2,420\text{km}^2$ 가 증가했다. 1980년 대비 2021년 면적이 감소한 지목은 임야가 $2,641\text{km}^2$, 전(田)이 $1,849\text{km}^2$, 답(畓)이 $1,679\text{km}^2$, 하천이 77km^2 이며, 증가한 지목은 도로가 $2,022\text{km}^2$, 대지가 $1,570\text{km}^2$ 이다. 큰 틀에서 보면 숲과 농경지가 아파트와 도로로 변화한 양상이다.

임야의 경우 지난 40년 동안 축구장 한 개의 면적만큼의 숲이 한 시간마다 사라진 꼴이다. 감소 폭이 가장 큰 임야의 경우 지자체별로 보면 2004년부터 2021년까지 경기도가 334km^2 가 줄어들어서 면적 기준으로 가장 많이 줄었고, 뒤이어 경상북도 190km^2 , 충청남도 176km^2 , 전라남도 166km^2 가 줄었다. 전국에서 임야가 유일하게 증가한 지자체는 강원도이며, 면적은 69km^2 이다.

전과 답의 경우 지난 40년 동안 축구장 면적만큼의 논과 밭이 약 80분마다 사라지고 있다. 전은 경기도에서 가장 넓은 면적인 107km^2 가 감소했고, 뒤이어 경상북도 59km^2 , 충청북도 50km^2 , 경상남도 44km^2 가 감소했다. 답은 경기도 260km^2 , 뒤이어 경상남도 153km^2 , 경상북도 138km^2 , 전라북도 120km^2 가 감소했다.

하천의 경우 1982년부터 면적이 줄어들다가 2005년부터 적은 면적이라도 꾸준히 늘어나는 추세로 바뀌었다. 2004년 하천법 개정을 통해 홍수소통량에 필요한 토지구역을 하천구역으로 지정하고, 폐천부지를 하천 환경보전에 우선 활용하도록 한 것이 긍정적 영향을 주었을 것으로 판단된다. 또한 청계천 복원 이후 하천법상 하천의 복개가 금지되고 하천 복원 정책 수요가 늘어난 사회적 분위기도 영향을 미쳤을 것으로 보인다.

기타 항목은 1980년부터 2021년까지 5,074km²가 증가했다. 28개 지목의 세부항목 확인이 가능한 2004년부터 2021년까지 현황을 살펴보면 총 2,031km²가 증가했고, 지목별로 가장 많은 증가가 있었던 공장용지 471km² 외에 잡종지 444km², 유지 300km², 체육용지 228km², 공원 219km², 창고용지 108km² 등이 증가했다.

3) 지자체별 토지이용변화

2021년 현재 가장 높은 면적 비율을 차지하는 지목은 서울을 제외한 모든 지자체에서 임야로 나타났고, 서울은 대지가 전체 면적의 36.7%를 차지해서 가장 비율이 높았고, 임야는 22%로 대지 다음으로 비율이 높았다.

2004년부터 2021년까지 28개 지목 중에서 면적이 가장 많이 늘어난 지목은 부산, 강원, 충북, 충남, 전북, 경북, 경남에서 도로이고, 대구, 인천, 광주, 대전, 세종, 경기, 제주는 대지이다. 서울은 공원, 울산은 공장용지, 전남은 호수가 가장 많이 늘어났다. 2004년부터 2021년까지 28개 지목 중에서 면적이 가장 많이 줄어든 지목은 서울, 울산, 세종, 경기, 충북, 충남, 전북, 전남, 경북, 제주에서 임야였고, 부산, 대구, 인천, 광주, 대전, 강원, 경남에서 답으로 나타났다.

대부분의 지자체에서 숲과 논이 도로나 대지로의 이용변화가 나타난 반면, 서울의 경우 대지나 도로도 늘어났지만 큰 틀에서는 임야가 공원으로 전환되는 양상이다.

3. 결론

숲이 파괴되는 대표적인 사례로 이야기되는 브라질의 경우 농업화와 임업화에 따라서 농경지나 목축지가 임야와 토지경합을 하기 때문에 아마존 숲이 농경지나 목축지로 전환되는 방식의 토지이용 변화가 나타난다. 반면 한국은 도시화와 산업화에 의해 숲과 농경지가 도로나 아파트와의 토지경합에서 밀려나고 있다. 특히 전국의 숲과 농경지 감소는 경기도의 영향이 압도적이었다.

숲이나 농경지는 토지 이용이 경합할 경우 도로나 아파트에 비해서 높은 지대를 지불할 수 없기 때

문에 규제를 통해서만 보전이 가능하다. 하지만 한국사회는 여전히 자연의 손실보다는 주택이나 도로에 대한 경제적/정치적 수요가 높기 때문에 향후에도 대규모 손실을 피하기는 어려울 것으로 보인다. 이같은 추세를 전환하기 위해서는 강력한 규제와 더불어 서식지 보전에 역할을 하는 지자체나 개인을 지원하는 경제적 수단이 필요하다. 특히 기존의 생태계서비스지불제(Payments for Ecosystem Services)를 적극적으로 확대하는 등 도전적인 정책 전환이 필요하다.

생물다양성 붕괴에 대한 세계적인 위기감이 높아지면서 자연의 손실을 줄이기 위한 다각적인 노력이 이루어지고 있지만, 한국은 여전히 사회적, 학문적 논의가 매우 부족하다. 한국 사회도 자연자원총량제 도입에 대한 국민적 공감대를 높이는 캠페인과 경제적/정책적 논의와 실험이 필요한 시점이다.

참고문헌

- UN. 2019. Nature's Dangerous Decline 'Unprecedented'; Species Extinction Rates 'Accelerating'
- IPCC. 2022. WGII Sixth Assessment Report FINAL DRAFT 2 Chapter 2: Terrestrial and Freshwater Ecosystems and their Services
- CBD. 2022. Open-endes working group on the post-2020 Global Biodiversity Framework fourth meeting
- e-나라지표, 국토현황(행정구역별, 소유자별, 지목별)
https://www.index.go.kr/potal/stts/idxMain/selectPoSttsIdxSearch.do?idx_cd=2728&stts_cd=272804&freq=Y
- 국토교통부 지적통계
<https://stat.molit.go.kr/portal/cate/statFileView.do?hRsId=24&h>
- 하천법 개정안 2004.1.20.
<https://www.law.go.kr/LSW/lsInfoP.do?lsiSeq=52043&ancYd=20040120&ancNo=07101&efYd=20040721&nwJoYnInfo=N&efGubun=Y&chrClsCd=010202&ancYnChk=0#0000>
- 하천법 개정안 2005.7.13.,
<https://www.law.go.kr/LSW/lsInfoP.do?lsiSeq=70285&ancYd=20050713&ancNo=07592&efYd=20050713&nwJoYnInfo=N&efGubun=Y&chrClsCd=010202&ancYnChk=0#0000>

세션 4 환경과사회

- 외부효과를 고려한 영주담 사업의 사후 경제성 평가

강미량, 김지혜, 정수빈

- 생태마을 건설 정책의 성공 및 실패 요인

비교사례연구

윤종한

- 중국 환경 시위의 제도화 과정

판위 쓰레기 소각장 건설 반대 시위를 중심으로

증명

- 기후위기 시대 생태학살(Ecocide) 근절을 위한 한국 환경 형법의 개정 방향

중대재해처벌법 확대 적용의 가능성

황준서

외부효과를 고려한 영주댐 사업의 사후 경제성 평가

강미랑 서울대 환경대학원 박사과정
 김지혜 서울대 환경계획연구소 객원연구원
 정수빈 한국해양수산개발원 부연구위원

1. 서론

영주댐은 4대강 사업의 일환으로 내성천에 건설된 댐으로 준공 후에도 많은 논란을 야기하고 있다(뉴스타파, 2017년 9월 25일; KBS News, 2020년 10월 3일). 따라서, 영주댐의 존치를 결정하기 위한 사후 경제성 분석이 필요한 바, 본 연구는 영주댐 건설 전에 실시한 경제성 평가를 검토하고 준공 후에 발생한 외부비용을 포함하여 사후 경제성 분석을 실시하였다. 사후타당성 평가는 사업이 완료된 이후에 실제 사업에 소요된 비용 및 사업의 편익을 평가하여 분석하는 것으로 실제 사업의 효과를 실증적으로 분석할 수 있고, 향후 유사한 사업을 수행할 때 사업의 계획 및 수행에 필요한 정보를 제공할 수 있다는 측면에서 의의가 있다(Boardman et al., 2011).

영주댐은 영남지역 1300만 명의 식수원인 낙동강의 상류에 위치한 댐으로 국가 수자원 관리 측면에서 매우 중요한 댐이다. 특히 영주댐 건설의 경우 2008년 타당성 재조사 분석에서 제시된 비용인 7,082억 원(한국개발연구원, 2008)보다 훨씬 많은 비용인 1조1,000억 원이 완공 때까지 투입되었으며, 향후에도 보상 문제, 수질 유지 비용, 댐 관리 비용 등의 추가적인 비용이 소요될 것으로 예상되는 바 사후적인 비용편익분석이 필요하다.

2. 본론

1) 사전 비용편익 분석에 대한 비판적 검토

2008년에 실시한 영주댐 건설의 타당성 재조사 보고서를 비판적으로 검토한 결과 <표 1>과 같다.

<표 1> 사전 비용편익 분석에 대한 비판적 검토 결과

항 목	내 용	문제점 및 현황
발전편익	- 50년간 134억 원	- 2017년부터 발전을 위한 정격수위에 미달하여 현재 발전편익은 없는 상황임(서울대 산학협력단, 2018)

홍수편익	- 홍수조절 피해 경감 기대액을 산출하여 도출 > 50년간 12억 원	- 4대강 지역과 비4대강 지역의 홍수피해액 변화를 비교 분석한 결과 홍수 편익은 없는 것으로 나타남(서울대 산학협력단, 2018)
용수편익	- 수질개선 편익을 독립적으로 산정하여 용수공급으로 인한 생활용수, 공업용수 편익 산정(603억 원)	- 소비자 지불의사액 과대계상(1m ³ 당 453.39원) - 극심한 녹조현상으로 댐에 담수를 못하고 있음
수질개선 편익	- 낙동강 하류 진동 지점에서 개선되는 효과와 동일한 수질 개선 효과를 달성하기 위한 대체시설비용 등으로 편익 산정	- KDI에서 수행한 타 댐의 타당성조사에서는 수질 개선 효과를 편익 항목으로 포함시키지 않음 - 수질 악화에 대한 외부 효과를 비용에 산정할 필요성이 있음

2) 영주댐 사업의 경제성 재평가

(1) 할인율과 분석기간

사회적 할인율은 2007년에 발표된 『예비 타당성조사 일반지침 수정·보완: 사회적 할인율의 조정』에 따라 수자원부문 사회적 실질 할인율 적용하여, 댐을 운영하는 30년간 5.5%, 이후 20년간은 4.5%를 적용하였다. 분석 기간은 기존에 실시한 경제성 분석과 마찬가지로 50년으로 준공 후 5년 후부터 편익이 발생한다고 전제하였다.

(2) 비용 편익 분석결과

비판적 분석을 바탕으로 영주댐의 비용 편익을 재산정한 결과 2017년 기준 총비용은 건설비 1조 1,000억, 수질악화 비용 1,836억 원, 녹조 외부비용 125억 원을 합한 1조2,961억 원이었으며, 총 편익은 생공용수 공급편익 282억 원, 발전편익 187억 원을 합한 469억 원이었다. 따라서 순 편익은 -1조 2,492억 원, 비용편익비는 0.036이었다. 이 값은 2008년 재조사 결과 비용 편익비가 1.105인 것에 비해 비교할 수 없을만큼 낮은 수준이며, 따라서 경제성은 없는 것으로 판단된다. 특히 본 연구의 결과에 큰 영향을 미친 것은 수질개선 편익의 결과이다. 2008년 타당성 재조사 결과 편익의 대부분을 차지 하였던 수질개선 편익은 없거나 추산불가하기 때문에 0으로 계산되었다. 또 2008년 재조사의 경우 외부비용을 고려하지 않았던 것에 비해 본 연구에서는 수질악화 비용과 녹조에 대한 외부비용이 산정되었다. 그 결과 현재까지의 건설비 외에 향후 1,961억 원에 해당하는 외부비용이 추가적으로 들 것으로 예상된다(표 2).

〈표 2〉 타당성재조사 결과와 비용편익 재산정결과 비교

구분	기존 경제성 분석 결과 (억 원, 2007년 기준)	본 연구 결과 (억 원, 2017년 기준)	산출방법
총비용	7,082	12,961	
건설비	-	11,000	2017년 기준 실제 건설비용
외부비용 소계	-	1,961	
수질악화비용	-	1,836	하천유지기준 평균 유량을 정확하기 위한 하수처리장 건설 및 유지비용 산출 (분석기간 50년, 할인율 30년 5.5%, 20년 4.5%)
녹조 외부비용	-	125	영주댐 인근지역녹조 발생 WTP금액 산출 (분석기간 50년, 할인율 30년 5.5%, 20년 4.5%)
총편익	7,189	465	
농업용수	-	-	
생공용수	603	282	완공 후 5년 뒤부터 공급한다고 가정 (할인율 30년 5.5%, 20년 4.5%)
홍수조절	12	-	홍수조절 기능 없음
발전편익	134	187	완공 후 5년 뒤부터 발전한다고 가정 (할인율 30년 5.5%, 20년 4.5%)
수질개선	6,440	-	수질악화로 수질개선편익 없음
순편익	107	-12,496	
비용편익비(B/C)	1.105	0.036	

3. 결론

이 연구는 영주댐의 완공 후에 이루어진 영주 다목적댐 건설 사후 경제성 분석으로 선행 분석들을 비판적으로 검토하고, 비판을 일부 반영하여 사후 경제성을 분석하였다. 그 결과 영주댐에 대한 기존 비용편익분석에는 비판 지점들이 다수 존재하였으며, 특히 수질개선편익을 댐의 편익으로 산정하는 것은 반드시 신중하게 고려해야 한다는 것을 보여주었다. 또, 비판적인 재분석 결과, 순편익은 -1조 2,496억, 비용 편익비는 0.036으로 산출되었는데 이마저도 현재의 수질 악화 경향이 지속된다면 순편익은 계속 감소할 가능성이 있었다. 따라서 지금 시점에서 영주댐의 경제성은 거의 없기 때문에 향후 영주댐 재자연화(댐 제거) 논란은 가속화될 것으로 보인다. 특히 미국의 유사 크기의 댐 제거 비용이

123억에서 737억 원(2016년 기준) 사이인 것으로 추정되고(Headwaters Economics, 2016), 16개의 4대강 보를 허무는 비용이 3,008억 원(환경운동연합 시민환경연구소), 3,942억 원(국회 예산정책처), 1조 7,256억 원(국토교통부)으로 추산되고 있는 것과 비교했을 때 50년간 영주댐 유지에 따른 외부비용(1,961억 원)은 댐 제거비용을 상회할 것으로 예상된다. 따라서 향후 영주댐 재자연화 논쟁에 이 연구가 시사점을 제공할 수 있을 것이다.

더불어, 본 연구에서는 선행 타당성 조사의 주요한 문제점이라고 생각되는 수질과 녹조에 대한 비용만을 재산정하였지만, 추후 후속 연구에서 다음과 같은 비용을 추가적으로 생각해 볼 수 있다. 첫째, 댐 건설로 인하여 내성천 모래가 유실되고 종 다양성이 감소함에 따라서 내성천의 내재적 가치가 감소한 것에 따른 비용이 있을 수 있다. 둘째, 내성천의 주요 관광지인 회룡포의 평균 관광객 수 감소에 따른 기회비용이 있을 수 있다. 영주댐의 모래톱 상실로 인해 회룡포의 경관이 훼손되어 관광객수가 감소할 수 있다. 셋째, 아직 끝나지 않은 보상 및 이주로 인하여 추가적인 보상비용이 발생할 수 있다. 넷째, 댐 개발 사업에 대한 사회적 갈등 비용이 있을 수 있다. 특히 대규모 개발 사업은 찬성인과 반대인의 갈등을 유발할 수 있다. 마지막으로 물리적인 댐 유지 관리비가 고려될 수 있다. 이는 인건비를 포함한 댐 유지 보수 비용의 일부를 일컫는다. 이러한 비용들은 산정하기 매우 까다롭기 때문에 향후 연구에서 보완해나가야 할 부분이다. 다만 이 비용들을 고려한다면 영주댐 건설의 순편익은 더 작아질 것이다.

참고문헌

- 고영만, 심원식. 2011. 도서관 경제성 평가 연구의 비평적 분석. [한국문헌정보학회지], 45(4), 27-52.
- 국토해양부. 2009. [4대강 살리기 마스터플랜]. 서울: 국토해양부.
- 김미숙, 정영륜, 서의훈, 송원섭. 2002. 낙동강 부영양화와 수질환경요인의 통계적 분석. [한국조류학회지], 17(2): 105-115.
- 김성욱, 이병량. 2010. 공공투자분석이 놓치고 있는 것. [한국거버넌스학회보], 17(1): 177-202.
- 김수식. 2007. 수자원개발사업의 경제성 분석제도 개선에 관한 연구. [정책분석평가학회보], 17(1), 217-240.
- 김홍배. 1997. [계획가와 정책가를 위한 NoteBook: 비용·편익분석론], 서울: 홍문사. 강미량(2014). [탄자니아 REDD+ 사업의 비용·편익 비교분석], 중앙대학교 산업창업경영대학원 석사학위 논문(미간행)에서 재인용.
- 오정일. 2012. 비용·편익분석의 유용성에 관한 이론적 검토. [정책분석평가학회보], 22(1), 33-57.
- 이미홍. 2005. 한국 수자원 정책의 '합리성': 댐 정책을 중심으로. [한국사회와 행정연구], 16(1): 253-274
- 정선영, 김일규. 2017. 낙동강 중·하류 보 구간의 수질특성 및 Chl-a 와 수질인자의 상관관계 분석. [대한환경 공학회지], 39(2): 89-96.
- 정성윤, 김지표. 2018. 재정투자평가사업에 대한 예비타당성 조사 기반의 사후평가 시스템 도입방안. [대한산업 공학회지] 44(3): 226-236.
- 최성욱, 윤병만, 우효섭, 조강현. 2004. 댐 건설에 의한 유황 변화에 따른 하류 하도에서 하천지형학적 변화 및 식생피복의 변화: 황강 합천댐 사례. [한국수자원학회 논문집], 37(1): 55-66.
- 한국개발연구원. 2008. [2008년도 타당성 재조사 보고서 송리원 다목적댐 건설사업]. 서울: 한국개발연구원.
- 한국개발연구원. 2003. [(댐)부문사업의 예비타당성조사 표준지침 연구]. 서울: 한국개발연구원.
- 한국수자원공사. 2015. [댐 추가방류로 인한 수질 및 환경개선의 사회적 편익 추정], 대전: 한국수자원공사.
- 한국수자원공사(2011). [환경영향조사결과 종합평가]. 대전: 한국수자원공사.
- 한국환경정책평가연구원. 2003. [환경을 고려한 다목적댐의 가치추정에 관한 연구]. 서울: 한국환경정책평가연구원.
- 홍석철, 이철희, 이정민, 박응용. 2018. [4대강 살리기 사업에 대한 경제성 분석]. 서울: 서울대 산학협력단.
- 환경부. 2015. [2014년도 공공하수처리시설 운영관리실태 분석결과], 세종: 환경부.
- 환경부. 2003. [환경정책의 비용·편익분석 지침서], 21-33. 세종: 환경부. 강미량(2014). [탄자니아 REDD+ 사업의 비용·편익 비교분석]. 중앙대학교 산업창업경영대학원 석사학위 논문(미간행)에서 재인용.
- 황진태, 박배균. 2013. 한국의 국가와 자연의 관계에 대한 정치생태학적 연구를 위한 시론. [대한지리학회지], 48(3): 348-365.
- Ansar, A., Flyvbjerg, B., Budzier, A., & Lunn, D. 2014. Should we build more large dams? The actual costs of hydropower megaproject development. Energy Policy. 69: 43-56.

- Arrow, K. J., Cropper, M. L., Eads, G. C., Hahn, R. W., Lave, L. B., Noll, R. G., & Stavins, R. N. 1996. Is there a role for benefit-cost analysis in environmental, health, and safety regulation?. Science. 272(5259): 221-222.
- Boardman, A.E., Greenberg, D.H., Vining, A.R., & Weimer, D.L. 2011. Cost-Benefit Analysis: Concepts and Practice 4th ed. New Jersey: Pearson.
- Brown, P. H., Tullos, D., Tilt, B., Magee, D., & Wolf, A. T. 2009. Modeling the costs and benefits of dam construction from a multidisciplinary perspective. Journal of environmental management. 90: S303-S311.
- Campbell, H. F., & Brown, R. P. 2003. Benefit-cost analysis: financial and economic appraisal using spreadsheets. Cambridge University Press.
- Carrigan, C., & Shapiro, S. 2017. What's wrong with the back of the envelope? A call for simple (and timely) benefit-cost analysis. Regulation & Governance. 11(2): 203-212.
- Flyvbjerg, B., & Bester, D. 2021. The Cost-Benefit Fallacy: Why Cost-Benefit Analysis Is Broken and How to Fix It. Journal of Benefit-cost Analysis. 12(3): 395-419.
- Headwaters economics. 2016. Dam removal: case studies on the fiscal, economic, social, and environmental benefits of dam removal, Bozeman, Headwaters economics.
- Kim, J. H., Koh, Y. S., & Yoo, S. H. 2011. A study on the introduction method and evaluation methodology of post evaluation system, Seoul: Korea Development Institute.
- Petts, G. E. 1984. Impounded rivers: perspectives for ecological management, New Jersey: Wiley.
- Poff, N. L., & Hart, D. D. 2002. How Dams Vary and Why It Matters for the Emerging Science of Dam Removal: An ecological classification of dams is needed to characterize how the tremendous variation in the size, operational mode, age, and number of dams in a river basin influences the potential for restoring regulated rivers via dam removal. AIBS Bulletin. 52(8): 659-668.
- Poff, N. L., & Zimmerman, J. K. 2010. Ecological responses to altered flow regimes: a literature review to inform the science and management of environmental flows. Freshwater Biology. 55(1): 194-205.
- Porter, T. 2021. [숫자를 믿는다: 과학과 공공적 삶에서 객관성 추구], 이기홍(역). 파주: 한울아카데미.
- Supiot, A. 2019. [숫자에 의한 협치: 콜레주 드 프랑스 강의(2012-2014)], 박제성(역). 파주: 한울아카데미.
- Ward, J. V., & Stanford, J. A. 1979. Ecological factors controlling stream zoobenthos with emphasis on thermal modification of regulated streams. In The ecology of regulated streams. Boston: Springer.

신문기사

- 광근아. 2020. 1조짜리 무용지물 영주댐...담수 방류에 주민 반발. [KBS News], 2020.10.03.
- 김기범. 2016. 용수원가 최대 725원, 판매가 50.3원...1998년 이후 건설 댐 '경제성 없다. [경향신문]. 2015.09.21.
- 김영화. 2018. 녹조에 동물 현상까지 낙동강 영주댐, 철거해야... [프레시안], 2018.07.18.
- 김정수. 2017. 내성천 영주댐, 1조 1천억 들인 '녹조배양소'전략. [한겨레], 2017.07.29.
- 배주환. 2017. 큰돈 들여 지어도 '애물단지' 신세 댐들, 이유는?. [엠비씨], 2017.08.07.
- 장호철. 2010. <1박2일>이 칭송했던 회룡포도 이젠 안녕?. [오마이뉴스], 2010.11.06.
- 정수근. 2016. 영주댐 준공이 절대로 불가한 이유. [프레시안], 2016.11.02.

웹사이트

- 관광지식정보시스템
<https://know.tour.go.kr/stat/tourStatSearchDis.do?jsessionid=3D69E8837CC60824024BD772CB6470D3>, 2022년 7월 30일
- 내성천보존회
http://cafe484.daum.net/_c21_/home?gpid=1STFO, 2022년 7월 10일
- 물환경정보시스템
<http://water.nier.go.kr/publicMain/mainContent.do>, 2022년 7월 5일
- 연합인포맥스
<https://news.einfomax.co.kr/news/articleView.html?idxno=319804>, 2022년 7월 5일

생태마을 건설 정책의 성공 및 실패 요인¹

비교사례연구

윤종한 생태평화연구소 소장

1. 서론

2000년대 이후 생태마을 건설에 대한 관심이 사회 일각에서 증가하면서 부안 등용마을, 임실 중금마을 등 일부 지역에서는 민간주도와 민관협력으로 생태마을 건설에 성공하기도 했다. 한편 2008년 이후에는 정부 주도로 생태마을 건설을 목표로 한 사업이 추진되었으나 대부분 실패로 돌아갔다. 그럼에도 생태마을 건설에 대한 사회적 요구는 지속되었고 정부뿐만 아니라 지방자치단체 수준에서도 생태마을을 건설하려는 노력들이 계속되고 있다.

그러나 기존의 실패한 사업의 원인을 정확히 파악하지 않은 상태에서의 새로운 사업들의 추진은 또 다른 실패를 야기할 가능성이 크며, 이에 본 연구는 기존의 생태마을 건설이 성공 및 실패한 요인들을 탐구하고자 한다. 기존의 생태마을이 성공한 이유는 어떠한 요인과 전략 때문인가? 실패한 이유는 무엇 때문인가? 어떠한 요인 및 전략이 생태마을의 성공과 실패를 야기하는가?

2. 본론

1) 연구방법

(1) 본 연구의 이론적 분석 틀은 생태, 경제, 공동체, 의식, 그리고 거버넌스의 다섯 가지 범주로 구성된다. 이론적 분석 틀의 구성은 Litfin의 생태, 경제, 공동체, 의식의 E2C2에 배재경(2012)과 고재경(2012) 등이 제시한 생태마을 성공 요인인 거버넌스를 추가한 것이다.

(2) 방법론적으로 본 연구는 생태마을의 성공 사례와 실패 사례를 개별적으로 분석하기보다는 성공 사례를 실패 사례와 함께 비교하고 분석하는 다중 사례연구의 방식을 취한다.

① 우선 선행연구 검토를 통해 이론적 분석 틀을 개발하고, 연구설계를 통해 다중 사례연구의 논리와 필요성, 그리고 자료수집 및 분석방법을 설명한다. 이후 자료를 분석하고 분석결과를

1 본 논문은 2022년 8월 『사회과학연구』 제15권 2호에 출판되었음.

통해 정책적 함의를 제시한다.

- ② 성공 사례 2개와 실패 사례 1개를 분석하며, 성공 사례로는 전북 임실 중금마을과 전북 부안 화정마을의 사례를 사용하고 실패 사례는 충남 공주시 금대리의 사례를 이용한다.
- ③ 연구의 분석단위는 생태마을이며 마을 내외의 조직 및 개인을 하위 분석단위로서 포함한다.
- ④ 자료는 문헌정보, 기록정보, 현장 방문 및 직접 관찰, 재생에너지 설비 등 물리적 인공물에 대한 조사를 통해 수집했다. 또한 공무원뿐만 아니라 사업추진 담당자, 현지주민, 사업에 참여한 시민단체 관계자와 학자들에 대한 인터뷰를 통해 다각적인 측면에서 사례에 대한 정보를 수집했다.
- ⑤ 인터뷰에서는 이론적 분석 틀에 따른 성공 및 실패 요인이 각각의 생태마을 조성 시에 존재 및 작용하였는지를 구조화된 질문을 통해 묻고 자료를 수집했다. 접근 가능한 인터뷰 대상에 대해 인터뷰를 수행한 결과 임실 중금마을에서 마을 위원장 1명과 사업 지원과 관련된 학자 1명, 부안 화정마을에서 사업과 관련한 시민단체 관계자 1명, 그리고 공주 금대리에서 사업과 관련한 공무원 1명과 금대리 주민 2명 등 총 6명과 심층 인터뷰를 수행했다.
- ⑥ 수집한 자료는 이론적 명제와 실제 사례와의 일치 여부를 확인하는 패턴매칭 방법을 활용하여 분석한다.

2) 연구내용

성공 사례인 임실 중금마을과 부안 화정마을 그리고 실패 사례인 공주 금대리의 사례를 비교 분석한 결과는 <표 1>과 같이 제시될 수 있다. 비교 분석결과 생태마을 건설 성공에 가장 결정적인 원인이 된 것은 환경의식, 공동체의 참여, 그리고 협력적 거버넌스인 것으로 나타났다. 그 외에는 생태적인 측면이 생태마을의 성공적 건설에 기여하는 것으로 나타났다. 경제적 요인은 성공과 실패에 결정적인 영향을 미치지 않는 것으로 드러났다.

<표 1> 생태마을 건설 성공 및 실패 요인 비교분석 결과

요인/사례	임실 중금마을	부안 화정마을	공주 금대리
생태	○	○	△
경제	△	△	△
공동체	○	○	×

의식	○	○	×
거버넌스	○	○	×
결과	성공	성공	실패

주1) 표에서의 ○, △, × 는 요인별로 사례에 대한 분석결과를 기호로 표기한 것임. ○는 성공요인의 존재, △는 성공요인이 존재하기는 하나 미흡, ×는 성공요인이 존재하지 않음을 의미함.

주2) 각각의 사례를 성공 및 실패로 판단한 기준과 근거는 연구설계에 구체적으로 제시되어 있음.

요약하자면 임실 중금마을과 부안 화정마을 두 개의 성공 사례에서는 이론적으로 예측된 생태, 경제, 공동체, 의식, 거버넌스적 요인이 모두 존재했던 것으로 나타났다. 경제적 요인은 다른 요인들에 비해 상대적으로 충분하지는 않았으나 일정 수준 존재했다. 결국 이론적으로 예측한 요인들이 2개의 다중 사례에서 모두 존재하는 것으로 나타나 패턴 매칭 방법에 의거해 볼 때 관찰된 패턴이 예측한 패턴과 일치하게 되어 본 사례연구는 내적 타당성을 확보한다고 간주할 수 있다.

3. 결론

본 연구의 분석 결과 성공 요인으로서 생태와 경제적 요인은 필요조건, 의식과 공동체, 그리고 거버넌스적 요인은 충분조건으로 밝혀졌다. 즉, 성공 요인에는 존재하나 실패 요인에는 존재하지 않는 결정적인 요인은 의식과 공동체, 그리고 거버넌스인 것으로 나타났다.

학문적인 측면에서 본 연구는 생태마을 건설 성공 요인에 대한 이론을 정립하고 이를 경험적 증거를 통해 증명한다는 의미를 지닌다. 특히 기존의 연구가 생태마을의 성공 요인에 대해 이론적 모형을 제시하고 사례 분석을 통해 체계적으로 검증한 경우가 드물었음을 고려할 때 본 연구는 그동안 소홀히 여겨져 왔던 분야의 발전에 기여한다고 할 수 있다. 또한 본 연구는 한국적 맥락에 근거해 이론 및 모형을 정립하고 이를 검증함으로써 한국적 행정학 및 환경정책 분야의 후속적인 발전에도 기여할 것이다.

실천적인 측면에서도 생태마을 건설에 필요한 구체적인 과정 및 지식을 제공할 수 있을 것이다. 특히 한국 정부의 생태마을 건설 정책이 지금까지 실패로 점철되어 왔고, 그럼에도 불구하고 실패 원인에 대한 체계적인 평가가 없었던 것을 고려할 때 성공 및 실패 요인을 체계적으로 분석하는 본 연구의 결과는 향후 생태마을 건설 실무에 있어 참고 및 도움이 될 수 있을 것이다.

한편, 본 연구는 사례 분석에서 문헌 분석과 더불어 소수 인원에 대한 인터뷰에 근거해 요인별 영향

을 판단함으로써 성과 판단의 주관성이 일정 수준 포함될 수 있다는 한계가 있다. 또한 비교 사례 분석으로서 사례의 수가 성공 2개, 실패 1개로 비교적 적다고 할 수 있다. 따라서 향후 생태마을 건설정책에 관한 연구에서는 본 연구에서의 성과를 기반으로 해 사례 분석 대상 마을과 인터뷰 대상자를 보다 포괄적으로 확대하고 다양한 질적분석 방법을 활용함으로써 보다 개선된 연구를 할 수 있을 것이다.

참고문헌

논문, 단행본

- 고재경. 2012. 『경기도 저탄소 녹색마을 중간지원조직 발전방안 연구』. 서울: 경기개발연구원.
- 권승구. 2005. 생태마을 조성사업의 정책적 방향과 과제. 『사회과학연구』, 11권 2호, 153-171.
- 김성균. 2003. 생태마을의 이론과 실천. 『지역사회개발연구』, 6권, 107-121.
- 김성학, 서정원. 2014. 사회적 경제지원을 통한 산촌생태마을 활성화 방안에 관한 연구. 『농촌계획』, 20권 3호, 21-31.
- 김성학, 서정원, 박영선, 김종호. 2013. 산촌생태마을 유형별 주민 보완 요구 및 기대 효과 분석. 『농촌계획』, 19권 1호, 71-80.
- 김민경, 임희지. 2010. 『세계 주요도시의 제로에너지타운 정책비교 연구』. 서울: 서울시정개발연구원.
- 김용근. 2011. 『마을공동사업의 이해와 갈등관리』. 서울: 해남.
- 김성균. 2003. 생태마을의 이론과 실천. 『지역사회발전학회논문집』, 28권 1호, 107-121.
- 남윤철. 2014. 서천군 산너울 생태마을의 개발과정과 생태요소의 적용. 『한국디지털건축인테리어학회 논문집』, 14권 4호, 45-52.
- 녹색성장위원회. 2009. 『녹색성장 5개년 계획(2009-2013)』.
- 박경철. 2004. 한국 '생태공동체' 및 '생태마을' 현황. 국중광·박설호 엮음. 『생태위기와 독일 생태공동체』, 491-526. 서울: 한신대학교 출판부.
- 박원순. 2011. 『마을, 생태가 답이다』. 서울: 김동소.
- 배제근. 2012. 『바이오매스와 저탄소녹색마을: 바이오매스 기반의 저탄소 녹색마을 구축방안』. 서울: 아진.
- 서정호. 2010a. 생태마을의 사상적 기초와 실천과제에 대한 연구. 『농어촌관광연구』, 17권 1호, 137-155.
- 서정호. 2010b. 지리산권의 생태마을 실천과정에 대한 연구. 『Oughtopia』 25권 2호, 133-156.
- 심문보, 송두범. 2002. 지방정부의 친환경적 생태마을 조성방안 연구 - 충청남도 생태마을 운영사례 중심으로. 『한국비교정부학보』, 6권 1호, 149-185.
- 이병철 외. 2000. 『인간과 자연이 함께하는 생태마을 길잡이』. 서울: 녹색연합.
- 이유진, 이승지, 김희선. 2008. 『에너지자립마을 만들기 가이드북』. 서울: 전국지속가능발전협의회.
- 이유진. 2010. 『태양과 바람을 경작하다: 에너지 자립마을을 찾아서』. 서울: 이후.
- 이유진, 진상현. 2015. 에너지자립마을의 사회적 자본에 관한 연구: 정부·주민 주도형 사례를 중심으로. 『지방정부연구』, 19권 3호, 153-176.
- 왕광익, 노경식. 2014. 『친환경 에너지타운 추진을 위한 국내외 추진현황 검토 및 정책과제 연구』. 국토연구원.
- 조항문, 김근숙, 김윤희, 김하나, 최지윤. 2007. 『신재생에너지 타운 조성 방안』. 서울: 서울시정개발연구원.

- 진상현. 2007. 사회생태자본에 기반한 대안적 지역발전모델: 독일 바이오에너지 마을에 대한 사례연구. 『한국정책학회보』, 16권 4호, 201-222.
- 최정신. 2010. 스웨덴 웨르셀 생태마을의 주민참여 실태에 관한 사례연구. 『한국가정관리학회지』, 28권 6호, 19-34.
- Chung, W. H., Jo, J. H., & Lee, K. S. 2012. Building the green village based on biomass energy in Guatemala (II): Guideline for building the green village. Seoul: Korea Environment Institute.
- Joubert, Kosha & Dregger, L. 2015. Ecovillage: 1001 ways to heal the planet. 빅스트젠 코리아 에듀케이션 역. (2018). 『지구를 살리는 희망의 지도: 세계 생태마을 네트워크』. 서울: 열매하나.
- Litfin, Karen, T. 2014. Ecovillages: lessons for sustainable community. 강경이 역. (2015). 『에코빌리지, 지구공동체를 꿈꾸다』. 서울: 시대의 창.
- Rhodes, R. A. W. 1997. Understanding governance: policy networks, governance, reflexivity and accountability. Buckingham: Open University Press.
- Yin, Robert. K.. 2009. Case study research: design and methods. Thousand Oaks, CA: SAGE.

신문기사, 인터넷 자료

- 강선일. 임실중금마을: '에너지 자립' 실천 쌓은 공동체. 『한국농정』. <http://www.ikpnews.net/news/articleView.html?idxno=30609>. 2017년 11월 11일
- 권순철. 계류이 된 정부주도의 에너지 자립마을. 『주간경향』[On-line], 1030호. <https://m.khan.co.kr/national/national-general/article/201306081558401#c2b>. 2013년 6월 8일
- 김경욱. 녹색마을이 뭐기에..한 마을 이장의 죽음. 『한겨레』. <https://news.v.daum.net/v/20111003144016388?f=o>. (2011년 10월 3일)
- 박소연. 23곳 중 1곳 빼고 실패...친환경 에너지타운 부실 심각. 『JTBC 뉴스』. https://news.jtbc.joins.com/article/article.aspx?news_id=NB11521744. (2017년 9월 14일)
- 송진선. 에너지 자립마을 꿈이 아니다: 전북 임실 중금마을. 『보은사람들』. <http://www.boeunpeople.com/news/articleView.html?idxno=6658>. 2011년 11월 24일
- 엄경선. 지방자치 시도와 도전 <20> 전북 부안의 민간주도 에너지자립마을 운동. 『설악신문』. <http://www.soraknews.co.kr/renewal/kims7/bbs.php?table=news&query=view&uid=28643>. 2013년 6월 24일
- 최양수. 부안 화정마을, 에너지자립마을 됐다. 『연합뉴스』. <https://www.yna.co.kr/view/AKR20110106159800055>. 2011년 1월 6일
- 정한교. 서울시, 올해 50개 '에너지자립마을' 조성한다. 『인더스트리 뉴스』. <https://www.industrynews.co.kr/news/articleView.html?idxno=41676>. 2021년 3월 14일

중국 환경 시위의 제도화 과정

판위 쓰레기 소각장 건설 반대 시위를 중심으로¹⁾

증명 고려대학교 정치외교학과 박사과정, 숲과나눔 특정주제연구자

1. 서론

본 연구는 중국에서 환경 시위가 제도화 가능한 원인을 분석하는 데 목적이 있다. 중국의 환경오염 문제는 많은 경제적 비용을 유발하고 있을 뿐만 아니라, 오늘날 중국에서 발생하는 시위의 가장 중요한 원인 중 하나로 부상하고 있다. 하지만, 이러한 환경 시위는 대부분 단기적인 목표만 추구하고, 일시적인 활동이다. 시위는 공공 정책을 주창하는 것보다 주로 화학공장, 변전소, 쓰레기 소각장 등 특정 시설의 건설에 대한 불만으로 인해 일어난다. 그리고 요구가 실현되면 시위가 바로 끝난 것이 대부분이다(Johnson 2010). 중국 환경 시위의 이러한 특징으로 인해, 그의 정치적 영향력에 대해 비판적인 태도를 갖고 있는 사람들이 많다. 그들은 이러한 환경 시위들이 '프로젝트 투쟁(project battle)'에서 승리할 수 있지만, 더욱 크고 장기적인 영향력을 가질 수 있는 '정책 전쟁(policy war)'에서의 승리에 대한 관심이 적고, 성과도 없다고 우려를 표한다(Tang 2018).

그러나, '에코 칸톤(Eco Canton, 宜居廣州)'의 탄생과 발전은 이와 다른 모습을 보여준다. '에코 칸톤'의 기원은 2009년 광둥성(廣東省) 광저우시(廣州市) 판위(番禺) 지역에서 일어난 쓰레기 소각장 건설 반대 시위이다. 쓰레기 소각장 건설을 반대하는 지역 주민들이 두 번의 평화적인 시위를 벌이고, 결국 정부의 양보를 이끌어냈다. 하지만, 기존 중국의 다른 환경 시위와 달리, 시위자의 활동은 시위의 승리로 인해 끝나지 않았다. 시위에 참가했던 일부 주민들은 2010년 3월에 '녹색 가정(綠色家庭)'이란 자원 봉사단을 설립했고, 지역 주민들에게 폐기물의 재활용을 선도했다. 2012년부터 '녹색 가정'을 기반으로 시위자들은 '에코 칸톤'의 설립을 준비하기 시작했고 드디어 6월에 환경 비정부조직(ENGO)으로 등록되어 광저우시에서 최초 공식적으로 등록된 비정부조직 중의 하나가 되었다(张劫颖 2016). '에코 칸톤'의 탄생은 판위 쓰레기 소각장 건설에 대한 반대 시위를 '조직'으로 제도화하여 변화를 계속 끌고 가는 동시에, 당시의 시위자들도 환경 정책 입안과 집행에 영향을 미칠 수 있는 참여자로 전환했다.

1 이 연구는 숲과나눔 인재양성 프로그램의 지원으로 작성되었습니다. 저자의 동의를 얻지 않은 유포는 삼가 주시기 바랍니다.

그럼, 중국 기존 대부분의 환경 시위와 달리, 판위 쓰레기 소각장 건설 반대 시위는 왜, 그리고 어떻게 '에코 칸톤'이란 환경 조직으로 제도화될 수 있었을까? 본 연구는 '기회구조'에 주목하고, 기회구조를 구체적으로 '정치적 기회', '경제적 기회', 그리고 '개인적 기회'로 구분하여, 이러한 기회들의 존재와 이용이 판위 시위의 제도화에 미치는 영향을 분석하고자 한다. 본 연구는 판위 쓰레기 소각장 건설 반대 시위가 승리한 이후, 중산층 위주인 시위자들은 광둥 성정부의 민간 조직 등록 요건 완화 정책이란 '정치적 기회', 판위 시위로 받은 상금과 지역 주민의 기부라는 '경제적 기회', 그리고 판위 시위 과정에서 정부 관료, 기타 ENGO 리더들과 쌓은 인맥이란 '개인적 기회'를 이용하여, 일시적인 환경 시위에서부터 공식적, 일상적, 충분한 재원이 마련된 '에코 칸톤'이란 환경 조직으로 제도화했다고 주장한다.

판위 시위의 제도화에 대한 연구는 이론적이고 경험적인 중요성과 필요성이 있다. 먼저, 이론적으로 보면, 시위 제도화에 대한 연구는 기존 중국 환경 시위와 환경 조직 두 영역 간의 이론적인 거리를 메우는 데에 의미가 있고, 풀뿌리 시위, NGO, 그리고 권위주의 국가 간의 상호 작용을 이해하는 데 도움이 될 수 있다. 그리고 운동의 제도화에 대한 기존 연구는 주로 민주주의 국가의 맥락에서 진행해 왔다는 점을 고려하면, 이 논문은 권위주의 정권인 중국에서 일어난 사례에 대한 분석을 통해 사회운동 제도화 이론을 보완하는 중요성이 있다. 경험적으로 보면, '에코 칸톤' 사례가 보여준 일시적인 '투쟁자'에서 지속적인 정책 주창자로의 시위자의 전환은 비민주주의적 중국에서 민주적인 환경 거버넌스의 가능성을 보여주고, 시위자와 정부에게 시민 환경 이익의 보장과 사회 안정의 유지 간의 균형을 잡을 수 있는 대안을 제공할 수 있다.

2. 본론

1) 기존 연구 검토

중국 환경운동 연구가 중국 환경 정치 연구 중에 가장 급속히 성장된 영역이나, 기존 환경 시위와 환경 비정부조직에 대한 연구는 따로 진행되어 왔다(Wu 2009; Sun et al. 2017). 중국 환경 시위에 대해 기존 연구들은 주로 환경 시위들이 발생한 원인, 동원 과정과 전략, 그리고 시위의 결과에 주목한다. 본 논문의 연구 대상인 광저우 판위 쓰레기 소각장 건설 반대 시위도 많은 기존 연구의 분석 대상이다(Johnson 2013, 2016; Zeng et al. 2017). 기존 학자들은 판위 쓰레기 소각장 건설 반대 시위의 여러 측면에 대해 다양한 분석을 진행하지만, 그들의 분석은 시위의 종식에 그쳤고, 시위의 승리 이후 무엇이 일어나는지에 대해서는 별로 관심을 기울이지 않고 있다. 본 연구는 판위 시위가 끝난 후에 '에코 칸톤'의 탄생 원인과 과정에 대한 분석을 통해 기존 연구의 이러한 한계를 메울 수 있다.

환경 비정부조직은 중국 NGO 연구 중에 가장 많이 연구된 대상이다(Zhan & Tang 2013, 381). 중국 ENGO에 관한 연구는 주로 ENGO와 정부의 관계에 주목하고, 특히 ENGO의 자율성과 정치적 영향력에 대한 논의가 많다(Saich 2000; Ru & Ortolano 2008; Sun & Zhao 2008; Van Rooij et al. 2016). ENGO와 정부의 관계에 관한 기존 연구 결과는 후반에 '에코 칸톤'과 광저우 시정부 간의 협력적인 관계를 이해하는 데 도움이 될 수 있으나, 시위자들이 왜 정부와 협력관계로 전환하는지를 설명하기 어렵다. 위에서 살펴본 바와 같이, 중국 환경 시위와 ENGO 두 영역 간의 이론적인 거리가 크고, 이들의 연구 결과로는 판위 쓰레기 소각장 건설 반대 시위가 '에코 칸톤'이란 ENGO로 발전한 원인을 설명할 수 없다.

중국의 맥락을 떠나서 보면, 사회운동이론가들은 판위 시위가 '에코 칸톤'으로의 발전과 같은 현상을 '사회운동의 제도화'라고 말한다. 학자들은 개방된 정치기회구조는 운동 제도화의 통로를 마련하고, 도전자들에게 규칙적으로 정치 참여의 기회를 제공할 수 있기 때문이라고 주장한다(丁晔 2013). 민주주의 국가, 특히 서구의 경험을 바탕으로 발전해 온 제도화 이론은 판위 시위의 제도화를 이해하는 데 '정치기회구조'란 유용한 이론적인 도구를 제공할 수 있지만, 중국에서 정권의 권위주의적인 특징을 고려하면, 정치적인 요인만으로는 판위 시위의 제도화를 설명하는 데에 한계가 있다.

2) 주장 및 연구 방법

본 연구는 '기회구조'에 주목해서 정치적, 경제적, 개인적인 기회의 존재와 시위자가 이에 대한 이용이 중국에서 환경 시위의 제도화를 가져온다고 주장한다. 그 중 '정치적 기회'는 조직이 설립할 수 있는 제도적 공간을 직접적(혹은 간접적)으로 여는 정부 정책을 말하고, '경제적 기회'는 국내 또는 해외 기부자로부터 유입되는 자금을 의미하며, '개인적 기회'는 조직의 설립자나 리더가 정부 관료 등 제도적인 행위자들과의 인맥을 뜻한다.²

본 연구는 판위 쓰레기 소각장 건설 반대 시위의 승리 이후, 중산층 위주인 시위자들이 광둥 성정부의 민간 조직 등록 요건 완화 정책이라는 '정치적 기회', 판위 시위로 받은 상금과 지역 주민의 기부라는 '경제적 기회', 그리고 판위 시위 과정에서 정부 관료, 기타 ENGO 리더들과 쌓은 인맥이라는 '개인적 기회'를 이용하여, 일시적인 환경 시위에서부터 공식적, 일상적, 충분한 재원이 마련된 '에코 칸톤'이란 환경 조직으로 제도화했다는 주장을 제시한다.

상기 주장을 입증하기 위해, 본 연구는 주로 '판위 쓰레기 소각장 건설 반대 시위'에 대한 단일 사례

2 힐데브란트(Hildebrandt 2013)의 이론 틀을 수정하여 시위의 제도화 분석에 적용한다.

연구를 진행하고 과정추적법(process tracing)을 이용하겠다. 그리고, 주장의 설득력을 향상시키기 위해, 판위 시위와 많은 유사점을 갖지만 제도화하지 못한 샤먼 PX 반대 시위와 베이징 아쭈웨이 쓰레기 소각장 건설 반대 시위를 선택해서 판위 시위와의 비교 연구도 추가로 진행하겠다.

3) 연구결과

본 논문은 판위 쓰레기 소각장 건설 반대 시위가 승리한 이후, 광저우 쓰레기 처리 문제에 관심을 갖게 된 일부 중산층 시위자들이 열린 기회구조를 이용하여, 일시적인 환경 시위에서부터 공식적, 일상적, 충분한 재원이 마련된 '에코 칸톤'이란 환경 조직으로 제도화했다는 과정을 보여준다. 2011년에 광둥 성정부의 민간 조직 등록 요건 완화 정책은 판위 시위가 제도화 가능한 중요한 '정치적 기회'가 되었다. 판위 시위 때 형성된 지역 주민들 간의 튼튼한 네트워크와 시위의 명성으로 인해 받은 'SEE·TNC 생태상'의 상금이 최초의 '경제적 기회'를 제공했으며, 시위 과정에서 정부 관료, 기타 ENGO 리더들과 쌓은 인맥은 또한 '개인적 기회'를 열어주었다.

샤먼 시위와 아쭈웨이 시위는 시위 특성에 있어 판위 시위와 많은 유사점을 갖고 있었지만 판위 시위처럼 제도화되지 못했다. 판위 시위와 비교한 결과, 샤먼 시위자의 인식 전환이 일어나지 않았고, 제도화할 생각이 있어도 시기, 지역, 이슈의 차이로 인해 판위 시위와 같은 '정치적 기회'가 존재하지 않았다. 그리고 아쭈웨이 시위의 경우, 경제적인 기회의 결여로 인해, 시위가 성공적으로 제도화되지 못했고, 시위로부터 발전된 '녹색의 집' 프로그램도 무산되었다. 비록 제도화되지 못했지만, 샤먼 시위의 발생과 아쭈웨이 시위의 제도화 시도는 판위 시위의 성공적인 제도화를 위해 경험을 공유하고 기초를 다져 놓았다는 중요성을 갖는 사실을 발견했다.

3. 결론

본 논문은 '에코 칸톤' 사례에 대한 깊이 있는 연구를 진행하여, 권위주의 정권인 중국에서 환경 시위의 제도화 원인과 과정을 보여주었다. 중국에서 일어난 일시적이고 단기적인 목표만 추구한 대부분의 풀뿌리 시위와 달리, 판위 쓰레기 소각장 건설을 반대하는 지역 주민들은 시위의 승리를 거둔 후에 계속 광저우시의 쓰레기 처리 문제의 해결에 몰두하고, '에코 칸톤'이란 환경 비정부조직까지 만들어 지역 정부에게 쓰레기 재활용 정책을 주창했으며, 시위가 제도화된다는 결과를 가져왔다.

이 연구는 '정치적 기회', '경제적 기회', 그리고 '개인적 기회' 3 가지 측면에서 판위 시위가 제도화될 수 있는 원인을 설명했다. 판위 쓰레기 소각장 건설 반대 시위가 승리한 이후, 광저우 쓰레기 처리 문제

에 관심을 갖게 된 일부 중산층 시위자들이 이러한 열린 정치기회구조를 이용하여, 일시적인 환경 시위에서부터 공식적, 일상적, 충분한 재원이 마련된 '에코 칸톤'이란 환경 조직으로 제도화했다는 과정을 보여줬다.

본 연구는 판위 시위의 제도화 과정에 대한 설명에만 국한되는 것이 아니라, 중국 환경시위와 권위주의 체제 연구에 두 가지 함의를 갖다. 먼저, 본 논문의 주장으로 중국에서 대부분의 풀뿌리 환경 시위들이 '프로젝트 투쟁'에서의 승리만 집중하고, 더욱 크고 장기적인 영향력을 가질 수 있는 '정책 전쟁'에서의 승리에 대한 관심이 적다는 현상을 설명할 수 있다. 둘째, 판위 시위자가 정치적, 경제적, 개인적인 기회를 이용하여 '투쟁자'에서 정책 입안과 집행의 참여자로의 변화 과정을 보여줘, 본 연구는 중국 권위주의 정권과 시민사회의 공존이란 현상을 이해하는 데에 기여할 수 있다.

참고문헌

- 丁晔, 2013, 从国家与社会运动的互动看社会运动的‘制度化’, 国外理论动态, 9, 80-88.
- 张劭颖, 2016, 从‘生物公民’到‘环保公益’:一个基于案例的环保运动轨迹分析, 开放时代, 2, 138-157.
- Hildebrandt, Timothy, 2013, Social organizations and the authoritarian state in China, New York: Cambridge University Press.
- Johnson, Thomas, 2010, Environmentalism and NIMBYism in China: promoting a rules-based approach to public participation, Environmental Politics, 19(3), 430-448.
- -----, 2013, The health factor in anti-waste incinerator campaigns in Beijing and Guangzhou, China Quarterly, 214, 356-375.
- -----, 2016, Regulatory dynamism of environmental mobilization in urban China, Regulation & Governance, 10(1), 14-28.
- Ru, Jiang, and Leonard Ortolano, 2008, Corporatist control of environmental non-governmental organizations, in Peter Ho and Richard Louis Edmonds (eds.), China's Embedded Activism: Opportunities and Constraints of a Social Movement, New York: Routledge, 44-68.
- Saich, Tony, 2000, Negotiating the state: the development of social organizations in China, China Quarterly, 161, 124-141.
- Sun, Xiaoyi, Ronggui Huang, and Ngai-Ming Yip, 2017, Dynamic political opportunities and environmental forces linking up: a case study of anti-PX Contention in Kunming, Journal of Contemporary China, 26(106), 536-548.
- Sun, Yanfei and Dingxin Zhao, 2008, Environmental campaigns, in Kevin J. O'Brien (ed.), Popular Protest in China, Cambridge: Harvard University Press, 144-162.
- Tang, Phoebe Mengxiao, 2018, 'project battle' or 'policy war'? : protest, advocacy, and the outcomes of environmental contention in China, Journal of Current Chinese Affairs, 47(1), 3-40.
- Van Rooij, Benjamin, Rachel E. Stern, and Kathinka Fürst, 2016, The authoritarian logic of regulatory pluralism: understanding China's new environmental actors, Regulation & Governance, 10(1), 3-13.
- Wu, Fengshi, 2009, Environmental politics in China: an issue area in review, Journal of Chinese Political Science, 14(4), 383-406.
- Zeng Fanxu, Vincent Guangsheng Huang and Liu Liming, 2017, The virtual organization of social movement entrepreneurs: the internet and new forms of protest in contemporary Chinese society, in Jack Linchuan Qiu (ed.), Media and Society in Networked China, Leiden: Brill, 195-224.
- Zhan, Xueyong, and Shui-Yan Tang, 2013, "political opportunities, resource constraints and policy advocacy of environmental NGOs in China, Public Administration, 91(2), 381-399.

기후위기 시대 생태학살(Ecocide) 근절을 위한 한국 환경 형법의 개정 방향

중대재해처벌법 확대 적용의 가능성

황준서 벨파스트 대학교(Queen's University Belfast)정치학 박사과정

1. 서론

기후위기, 생물다양성 손실, 자연재해 악화, 해수면 상승 등 전 지구적 생태위기가 가속화되고 있다. 그러나 다양한 대책이 마련되었음에도, 인간의 자원 소비 수준은 지구의 생태용량을 넘어선 상태이며, 오히려 지구 온도 상승은 더욱 빨라지고 있다. 영국의 변호사이자 환경운동가였던 폴리 힝스(Polly Higgins)는 전 지구적 종말을 불러올 수 있는 기후위기가 악화되는 이유로 환경을 대가로 이윤을 추구하는 기업들과 이를 보조하거나 방관하고 있는 정부들을 지목하였다. 그녀는 이러한 환경파괴 행위를 평화에 반하는 5번째 국제범죄인 '생태학살(ecocide)'로 명명하고, 국제형사재판소(International Criminal Court)에서 환경파괴자들을 처벌해야 한다고 주장했다(Higgins, 2010). 이러한 목소리는 국제사회에서 점점 확산되고 있다. 바누아투 등 해수면 상승으로 존립을 위협받고 있는 섬나라 국가들은 생태학살의 국제법 제정을 촉구하고 있다. 유럽연합에서는 유럽 환경 형법에서 생태학살 조항을 추가하려는 논의가 진행 중이며, 관련 시민법정 운동도 전개되고 있다(Colacurci, 2021; 황준서, 2022). 국제생태학살근절운동재단(Stop Ecocide International) 등 국제환경단체들은 생태학살에 책임이 큰 기업들에 대한 처벌을 요구하고 있다. 본 연구에서는 우리나라의 환경 형법이 얼마나 실질적으로 생태학살 예방 및 처벌 효과를 거두고 있는지 분석하였다. 그리고 기업에게 안전·보건 의무를 부과하고 있는 중대재해처벌법을 국민들의 환경권을 보장하고 생태계를 보호하기 위한 방향으로 개정하는 방안을 대안으로 논의하였다.

2. 본론

1) 연구방법

본 연구는 문헌연구, 전문가 인터뷰, 판례분석 3가지 방법을 바탕으로 자료를 수집하고, 분석하였

다. 문헌연구에서는 환경범죄의 '합법과 불법성의 연속성(legal-illegal continuum)'을 강조하는 녹색 범죄학(green criminology) 시각에서 우리나라 환경 형법에 대한 각종 연구논문 및 정책보고서들을 살펴보고, 우리나라 환경 형법의 특징과 한계에 대하여 분석했다. 그리고 국제생태학살근절운동재단 등 생태학살 및 환경범죄 관련 국내외 전문가 인터뷰를 바탕으로 생태학살 방지의 의의와 관련 법적 쟁점들을 살펴보았다. 마지막으로 주요 환경범죄사건 판결을 분석하여 환경 형법 적용의 동향과 한계를 짚었다.

2) 연구결과 및 논의

(1) 한국 환경 형법의 성과와 한계

우리나라 환경 형법은 그동안 환경범죄 처벌 수위를 강화하고, 형사제재에 해당하는 환경오염행위의 범주를 확대해왔다. 1980년대부터 우리나라는 각종 법제도 정비를 통하여 환경범죄에 대한 행정 제재뿐만 아니라 형사처벌도 강화해왔다. 1991년 대구폐놀사건을 계기로 「환경범죄의 처벌에 관한 특별조치법」이 제정되었고, 이 법은 2011년에 「환경범죄 등의 단속 및 가중처벌에 관한 법률」로 개정되면서 범죄에 대한 가중처벌은 물론 단속 제도 또한 강화되었다. 또한 환경범죄 발생건수 대비 검거건수도 90% 이상을 상회하여 일반 형사범죄에 비해 높은 단속율을 나타내고 있다(김성은·김성인, 2009, p. 30; 법무연수원, 2021, p. 109).

그럼에도 불구하고 우리나라 환경 형법은 실질적인 범죄 예방 및 처벌 효과가 미약하다는 비판이 꾸준히 제기되고 있다. 환경범죄가 광범위하고, 수사과정에서 인과관계를 입증하기 어려우며, 사회적 인식이 낮다는 문제가 그 원인으로 지적되었다(허성욱·소병천·이진국·김재윤, 2016). 그러나 기업이 저지르는 조직적이고 지속적인 환경오염행위를 범죄로 규정하고 형사적인 제재를 강구하지 못한다는 점이 환경 형법의 가장 큰 한계라고 볼 수 있다. 환경범죄는 우발적인 범죄와 다르게 경제적 이익을 추구하는 매우 합리적인 과정에서 발생한다는 특징이 있고, 이익 추구를 위하여 불가피하다는 인식이 깔려있다(Brisman and South, 2014). 기업 또는 법인의 환경오염 행위는 상당 부분 책임을 면제받고 있으며, 법률 위반 행위에 대해서도 대부분 약식절차에 따른 벌금형 처분이 내려지고 있다(허일태, 2014, p. 449; 이진국, 2015). 이러한 환경 형법의 한계들은 국민들의 환경권 보호와 생태계 보전에 필요한 국가의 기능을 무력화시키고, 중대한 환경파괴 행위를 처벌하지 못하는 사법 공백을 초래한다.

(2) 환경 형법의 개정 방향 및 법적 쟁점 검토: 중대재해기업처벌법을 중심으로

국내외 사례를 살펴보았을 때 환경 형법이 환경보호와 범죄 예방이라는 기능을 온전히 수행하기 위해서는 새로운 법 제정, 기존 법률 개정, 사법부의 적극적 법 해석 3가지 방법을 고려할 수 있다(Kotzé, 2007; Wolf, 2011; White, 2017). 본 연구에서는 생태학살 또는 기업의 중대한 환경파괴행위를 처벌할 수 있도록 '중대재해처벌법'을 개정하는 방안을 검토하였다. 중대재해기업처벌법은 노동자 및 시민들의 안전·보건을 보장하도록 기업 경영책임자에게 의무를 부과하는 법으로 '중대재해'를 일터에서 발생하는 중대산업재해와 특정 화학원료 또는 제조물이 일반인들에게 피해를 야기하는 중대시민재해로 세분화하고 있다. 본 연구에서는 세분화된 두 가지 중대재해에 더하여 환경오염 및 파괴로 인한 질병, 인명피해를 초래하는 중대환경재해를 법률에 추가하여 기업의 생태학살 방지 의무를 부과할 것을 제안하였다.

다만 중대재해처벌법을 환경범죄에 적용하기 위해서는 여러 법적 쟁점들을 더욱 면밀하게 검토해야 한다. 먼저 정부의 정책이 중대재해처벌법에 따른 대상이 될 수 있는가이다. 예를 들어 우리나라 정부의 석탄화력발전소 추가 건설은 탄소배출 감축의무 위반이며, 각종 오염을 유발하여 주민들의 건강과 자연생태계를 위협할 수 있다(녹색연합, 2022). 그렇다면 이를 '중대환경재해'로 볼 수 있는지, 그 경우 처벌 대상은 누구인가가 쟁점이 될 수 있다. 또한 국내 기업이 해외에서 초래한 중대한 환경범죄에 대해서 중대재해처벌법을 적용할 수 있는가이다. 대한민국 관할권 내에서 환경범죄에 대한 처벌을 받으려나, 우리나라 국민이 해외에서 초래한 환경파괴 행위는 국내법으로 처벌하기 어렵다는 의견이 있다(김재윤, 2020). 이러한 한계는 향후 국제 사법협력을 통하여 대응할 필요가 있다.

3. 결론

전 지구적 생태위기를 해결하기 위해서는 정치, 경제, 법률 등 사회 모든 분야에서 거대한 전환이 필요하다(조효제, 2022). 본 연구에서는 그동안 환경 형법에서 실효성 있는 제재를 부과하지 못한 중대한 환경오염 행위를 '생태학살' 범죄로 규정하고, 중대재해처벌법에 '중대환경재해'를 추가하여 국민의 환경권과 자연을 보호할 필요성을 논의하였다. 몇 가지 한계도 존재하지만, 중대재해처벌법은 기업의 경영책임자가 안전 및 보건 의무를 다하지 않았을 경우에 처벌을 하고 있으므로 특정 생태학살 행위를 예방하고, 제재하는 의무도 추가할 수 있을 것으로 보인다.

참고문헌

- Brisman, A. and South, N., 2014, Green Criminology: Constructions of Environmental Harm, Consumerism, and Resistance to Ecocide, London: Routledge.
- Colacurci, M., 2021, "The Draft Convention Ecocide and the Role for Corporate Remediation, Some Insights from the International MonsantoTribunal and a Recent Research Proposal", International Criminal Law Review, 21(1), pp. 154-180.
- Higgins, P., 2010, Eradicating Ecocide: Exposing the Corporate and Political Practices Destroying the Planet and Proposing the Laws to Eradicate Ecocide, 2nd Edition, London: Shephard-Walwyn Publishers.
- Kotzé, L. J., 2007, "The judiciary, the environmental right and the quest for sustainability in South Africa: a critical reflection", Review of European Community & International Environmental Law, 16(3), pp. 298-311.
- White, R., 2017, "Reparative justice, environmental crime and penalties for the powerful", Crime, Law and Social Change, 67(2), pp. 117-132.
- Wolf, B., 2011 "'Green-Collar Crime': Environmental Crime and Justice in the Sociological Perspective", Sociology Compass, 5(7), pp. 499-511.
- 김성은·김성연, 2009, 『환경범죄의 형사처리상 문제점과 개선방안』, 서울: 한국형사정책연구원.
- 김재운, 2020, "초국가적 환경범죄에 대한 우리나라 환경 형법 적용과 관련된 쟁점", 형사정책, 31(4), pp. 7-35.
- 녹색연합, 2022, 『국내석탄기업에 기후위기의 책임을 묻다』, 서울: 녹색연합.
- 법무연수원, 2022, 『2021 범죄백서』, 진천: 법무연수원.
- 이진국, 2015, "환경범죄에 대한 새로운 형사제재로서 원상회복명령", 환경법연구 37(2), pp. 55-74.
- 조효제, 2022, 『침묵의 범죄 에코사이드』, 서울: 창비.
- 허성욱·소병천·이진국·김재운, 2016, 『환경범죄에 대한 경제적 제재의 실효성 확보방안 연구』, 서울: 한국환경법학회.
- 허일태, 2014, "한국에서 환경범죄에 대한 형법적 대응방안: 형법에 의한 형벌과 환경행정법에 의한 행정벌의 분업화를 중심으로", 비교형사연구, 16(2), pp. 437-460.
- 황준서, 2022, "생태정의 관점에서 고찰하는 유럽연합의 환경범죄 대응 정책: 포용성, 비례성, 책무성을 중심으로", EU연구, 63, pp. 77-112.

세션 5 환경과교육

- **지속가능발전교육(ESD)을 위한 수목원 · 식물원 교육의 빅데이터 분석**
서자유, 김승희, 박찬, 이강현, 진혜영, 정성희
- **고등학생의 세계시민의식 함양을 위한 “Love Heals Earth” 환경교육프로그램**
신재한, 여광현, 신지연
- **사회운동으로서 청소년 주도 기후행동에 대한 이해**
국내 청소년기후행동(Youth 4 climate action) 사례연구
이혜림
- **온라인 환경교육이 20대의 자연과의 유대감과 친환경 행동 의도에 미치는 영향**
환경 지식과 자연과의 상징적 접촉을 중심으로
이혜선, 나은영

지속가능발전교육(ESD)을 위한 수목원·식물원 교육의 빅데이터 분석

서자유 서울시립대학교 연구교수
김승희 기적의시간 대표
이강현 전남대학교 석사과정
진혜영 국립수목원 과장
정성희 국립수목원 연구사
박 찬 서울시립대 부교수

1. 서론

코로나19가 우리사회 전면을 많이 바꾸어 놓았다. 교육계는 뉴노멀 시대의 비대면 학습법을 개발하는 것을 넘어 새로운 교육의 패러다임을 강구하고 있다. UNESCO(국제연합교육과학문화기구)는 미래세대가 환경문제를 이해하고 기후변화 위기에 주체적으로 살아갈도록 하기 위해 지속가능발전목표(SDGs, Sustainable Development Goals)의 중심에 교육의 역할이 있음을 말하며 지속가능발전교육(ESD: Education for Sustainable Development)을 독립 목표로서 강조하고 있다(UNESCO, 2015). 기후변화를 대응하기 위한 환경교육의 측면에서 ESD는 학습자가 환경적 통합, 경제적 생존, 정의로운 사회를 위한 현명한 결정과 책임있는 행동을 할 수 있도록 그들의 역량을 강화하는 데 목적을 둔다(UNESCO, 2014). 최근 제도적 차원에서 사회 전반에 지속가능발전목표가 강화되면서 관련 교육 기관에서 ESD 인증을 위한 움직임이 강하다.

ESD의 중요한 주제의 하나인 식물생태계 교육은 기후변화와 환경을 교육하는 데 매우 중요한 부분으로 수목원과 식물원과 같은 전문기관이 그 기능을 수행하고 있다. 식물생태계 교육은 전국의 수목원·식물원에서 전문적으로 시행되고 있다. 그리고 수목원·식물원 교육 방향은 이들을 지도하는 상위 교육기관인 국립수목원의 교육 연구와 산림교육종합계획과 밀접하다. 즉 국립수목원의 교육이 우리나라 식물생태계 교육의 나침반과 같다. 이에 이 연구는 국립수목원 교육의 커리큘럼 특징을 분석하여 수목원·식물원의 교육의 특징을 고찰하였다. 분석 결과를 통해 산림교육 종합계획에서 참고할 주요 주제를 발굴하며, 기후변화 위기에서 수목원·식물원 교육의 방향을 제안하고자 한다.

2. 연구범위와 방법

1) 연구설계

이 연구는 빅데이터 분석의 방법으로 식물생태계 교육과 관련된 다양한 주제를 살펴보았다. 연구의 구조는 다음과 같이 설계하였다. 가장 먼저 관련 분야의 내·외부 핵심 이슈를 검토하여 분석의 목적을 분명히 하고, 다음으로 분석의 주제와 대상 그리고 키워드를 선정하여 빅데이터를 수집하고 정제한 뒤, 마지막으로 결과를 정리하고 전문가의 견해를 더해 시사점을 도출하였다. 핵심 이슈 파악 결과 지속가능발전교육(ESD)과 교육 활성화가 중요하게 나타나, 이를 바탕으로 분석의 주제를 네가지로 구성하였다. 첫째, 수목원·식물원에 대한 대중인식 변화, 둘째, 수목원·식물원의 전시, 교육 콘텐츠 관련 개발 동향, 셋째, 지속가능발전교육의 국제적 이슈, 넷째, 산림교육종합계획과 국립수목원의 커리큘럼 비교이다.

2) 빅데이터 분석방법

빅데이터 분석과정은 일반적으로 분석의 범위와 키워드를 설정하고, 데이터를 수집(Crawling)하여 수집된 비정형 데이터들을 전처리(Pre-processing)한다. 이후 데이터의 유형과 분석의 목적에 적합한 여러가지 분석방법(빈도분석, 관계분석, 시계열분석, 이미지 분석 등)으로 분석한 뒤 결과를 이해 가능하도록 데이터화·시각화하고 전문가의 견해를 더해 해석한다. 연구설계에서 설정한 분석 범위와 수집 데이터의 성격에 따라 정성적 분석 및 현장조사를 병행하였다.

3. 결과 및 결론

1) 수목원·식물원에 대한 대중인식 변화

코로나19 전·후 수목원·식물원에 대한 대중인식 변화를 파악한 결과, 코로나19의 장기화로 인해 국민들은 체험, 프로그램 중심의 활동적인 키워드에서 식물, 정원, 길 등 개인 스스로 즐기고 관람하는 형태로 변화되었고, 뉴노멀시대의 도래로 수목원·식물원 교육은 사람들의 마음을 치유하는 역할이 더욱 중요해졌음을 알 수 있었다(넥서스환경디자인연구원, 2021).

2) 수목원·식물원의 전시, 교육 콘텐츠 관련 개발 동향

정책방향을 관찰하기 위하여 최근 3년간의 전시교육 정책연구를 수집하여 분석하였다. 전시교육은 공통적으로 공간구성을 위한 스토리라인, 전시 시설의 첨단 기술 도입, 어린이를 타깃으로 한 체험공

간의 내용을 담고 있는 점, ICT전시 시설을 대부분 도입하고 있었다.

최근의 교육키트는 주로 '식물 기르기', '스마트 재배', '만들기', '그리기', '교육 놀이'를 위한 것으로 나타났다.

3) 지속가능 발전교육의 국제적 이슈

기후변화와 생태교육의 담론을 살펴본 결과 지속가능발전교육의 본질은 두 가지 측면에서 기인하였다. 생태계 서비스라는 자연의 혜택과, 지구생태계의 생물다양성과 식물 보전전략이 한 축이며, 지속가능발전목표 아래 교육, 역사, 문화, 예술의 축이 만나는 것이다. 이에 UNESCO 세계유산 중 Intangible Cultural Heritage(무형문화유산)를 분석하였다. 630가지의 무형문화유산은 지속가능발전목표(17가지)와 컨셉으로 구분되어 있었고, 그 중 식물문화유산의 지정의 비율이 최근 들어 크게 증가하고 있음이 확인되었다.

전 세계 ESD프로그램 356종을 빅데이터 분석하여 대륙별, 테마별, 지속가능발전목표별 분포를 분석한 결과 'Forests & Tree' 테마에 속한 프로그램의 특징을 발견할 수 있었다. 전 세계적으로 'Forests & Tree' 테마가 절반 정도로 상당히 높은 편이었으며, 이 테마에 속한 프로그램의 SDGs를 분석한 결과, 육상생태계, 기후변화 대응, 교육, 지속가능한 생산과 소비, 건강하고 행복한 삶 보장의 목표와 관련이 높았다. 대륙별로 이 테마의 프로그램을 분석한 결과 공통적으로 '교육, 공동체, 학교'가 나타났으며, 아시아 태평양은 '지식 전달과 활동', 유럽은 '공공의 지원', 아메리카는 '챌린지와 이벤트', 아프리카와 중동은 '지역 환경 개선'에 중점을 두고 있음을 알 수 있었다.

4) 산림교육종합계획과 국립수목원의 커리큘럼 비교

마지막으로 산림교육 종합계획을 위한 주제 발굴을 위해 국립수목원의 교육 내용을 분석하였다. 국립수목원 교육은 총 4기로 구분하고 있는데, 1, 2, 3, 4기의 교육 커리큘럼을 분석하여 교육의 방향성과 시대별 변화를 파악하였다. 이 분석을 통해 국립수목원 교육을 규정할 수 있다. 1~2기는 '녹색교육의 도입기'이자 '자연을 통한 치유'를, 3기는 전문화된 교육의 확장을 통한 '환경의식 고취'를, 4기는 '문화예술과의 융합교육'으로 수용자 중심으로 변화되고 있음을 확인할 수 있었다.

이를 제2차 산림교육 종합계획과 전시교육과의 연구개발 문서를 비교한 결과 최신의 연구개발 문서는 앞서 진행된 분석내용과 맥을 같이 하고 있었다. '지속가능개발목표', '빅데이터', '산림교육 활성화, 사회적 기여', '뉴노멀의 변화', '융합교육'이 중요한 주제로 나타났으며 기존의 2차 종합계획에서 담겨있

던 내용 중 '전문가양성', '수요자 맞춤형 프로그램 개발', '산림교육 내용 강화'는 여전히 중요하게 다루어져야 할 주제로 볼 수 있다.

참고문헌

- UNESCO, 2015, 교육 2030 인천선언과 실행계획, https://www.unesco.or.kr/assets/data/report/RZlQm1vN6mf5P8JD9Z0WJO0S7J7IYs__2.pdf
- UNESCO, 2014, Roadmap for Implementing the Global Action Programme on Education for Sustainable Development, <http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002305/230514e.pdf>
- 넥서스환경디자인연구원(주), 2021. 뉴노멀 시대 수목원식물원 교육분야 활성화 방안 연구. 국립수목원

사사

이 논문은 2022년도 국립수목원 연구개발사업(KNA3-1-11, 21-5)의 지원을 받아 수행된 연구임 (KNA-22-C-38)

고등학생의 세계시민 의식 함양을 위한 “Love heals earth” 환경교육프로그램

신재한 국제뇌교육종합대학원 교수
여광현 양명여자고등학교 교사
신지연 인성교육연구원 연구원

1. 서론

환경이란 인류가 살아가는 삶의 터전이고 우주를 형성하고 있는 요소의 총체이다. 오늘날 우리 사회는 산업화 활동으로 인해 지구환경이 급속도로 파괴되어 자연의 평형이 상실되고, 생활환경의 악화로 인해 인류의 생존에 위협을 가져오는 환경문제가 대두되고 있다. 이로 인해 전 세계적으로는 어떻게 환경문제를 개선해 나갈 것인가에 초점이 모이기 시작했다. 우리나라에서도 1980년 환경청을 신설하여 여러 사회단체의 계몽운동과 함께 행정적인 차원에서 환경 보호 운동을 본격적으로 시작하였고, 학교 교육을 통한 환경문제 해결에 각종 노력을 기울이고 있다.

특히, 학교 교육에서 환경교육은 교육을 통하여 현재의 세대는 물론 미래의 주역인 청소년들에게 환경에 대해 올바른 생각을 하도록 함으로써 미래에 더욱 심각해질 환경문제를 예방하여 쾌적한 환경을 누릴 수 있도록 하는 데 궁극적인 목적을 둔다(남상준, 2001). 따라서 학교 교육에서 환경교육은 지속 발전 가능한 환경을 위해 필수적이고, 환경문제 해결에 있어서 어떤 정책보다 중요하다 할 수 있다. 세계시민 의식 함양 교육은 지구 공동체의 구성원이라는 정체성을 바탕으로 인류 보편적인 가치를 내면화하고, 지구적 문제에 대해 능동적으로 학습하여, 자기 주도적이고 책임감 있게 행동하는 ‘Love Heals Earth.’를 실천할 수 있는 세계시민 의식을 양성하는 것을 목표로 한다. 본 연구는 고등학생을 대상으로 청소년들의 환경문제와 교육의 인식 및 태도를 조사, 교과 연계, 환경교육의 활성화 방안을 모색하여 교육 현장에서 직접 활용할 수 있는 환경교육 프로그램을 적용함으로써 효과성을 검증하는데 연구의 목적이 있다.

2. 본론

1) 연구 방법

- 연구대상: 고등학교 1학년 30명을 대상으로 8회기 수업을 진행한다.
- 연구 기간: 2022.08.01. - 2022.09.30.
- 교과 연계: 통합사회(환경과 관련된 부분인 1단원과 2단원), 영어 교재(2과와 4과)
- 현실적이고 직접적인 환경과의 관계를 이해할 수 있도록 생활 속 온실가스의 주범인 플라스틱에 대해 집중 조명해 본다(플라스틱의 역사, 원료, 합성 과정, 분해 과정).
- 플로깅을 통해 우리 삶 속에서 얼마나 많은 다양한 쓰레기가 양산되는지에 대한 경각심을 갖고 생활 쓰레기 배출을 최소화할 방안을 모색한다.
- 쓰레기는 또 하나의 자원이다. 자원의 업사이클링과 리사이클링에 대한 방법을 알아본다.

2) 프로그램 개발 방향 및 예시

첫째, 생활 속 온실가스의 주범인 이산화탄소와 플라스틱에 대해 집중 조명해 본다. 탄소 포집과 플라스틱의 역사, 원료, 합성 과정, 분해 과정, 리사이클링 등에 대해 알아보고 생활 속에서 플라스틱 사용을 줄일 수 있는 방안에 대해 모색한다.

둘째, 페트병으로 생활용품을 만들어보고 재활용품으로 정크아트를 만들어 교내 전시를 통해 폐플라스틱과 쓰레기로 인한 환경파괴의 심각성을 알리고 쓰레기는 또 다른 자원이라는 것을 알린다.

셋째, 환경과 생활의 연관성을 직시, 지구 공동체의 일원으로서의 주인 의식 함양, 자기 주도적이고 책임감 있게 행동하는 세계시민 의식을 함양시킨다.

영역	세계 시민 역량	회기	활동 주제	프로그램 목표	활동 내용	활동 방법
		1	세계시민 자질 척도 검사		세계시민 의식 설문조사 참여 동의서 받기	-세계시민 자질 척도 -청소년 환경의 행동 실태 자질 척도

정보 탐색 및 인식 변화	환경과 지속 가능한 발전에 관한 관심	1.2	행복한 삶을 실현하기 위해 환경적으로 필요한 관심 조건 알아보기	-인간, 사회 상호작용 인식	통합사회와 영어 교과 읽고 토론 -환경이 인간에게 미치는 영향, 상호작용방식 탐구	동영상 시청 -위기의 지구환경 -브레인스토밍 활동으로 문제점 파악 및 해결 방법 모색
		5	행동 및 참여의 신장 환경 문제해결을 위한 활동 개시	환경보전 활동과 문제해결 과정에 능동적으로 참여하는 방법	플로깅을 통한 주변 정화 활동	-수거한 쓰레기들을 분리, 배출 -업사이클링 활동에 필요한 재료들을 분리, 세척한다.
참여 및 표현 활동		6	- 개인과 공동의 목적을 위한 세계 시민의 덕성 향상	-플라스틱이 생활에 미치는 영향 분석 -쓰레기는 자원	환경과 플라스틱 관련 영상(플라스틱의 역사, 원료, 제작 과정) 플라스틱의 변신(리사이클링, 업사이클링)	-재활용품, 폐플라스틱 활용한 업사이클링 -미술 재료들을 이용하여 소품 제작
다짐 및 생활 속 실천	변화를 끌어낼 수 있다는 믿음	7.8	프로그램 마무리	-프로그램 후기 -피드백 요소 분석	세계시민 선언문 낭독 사후검사(세계시민 의식, 교육 만족도 측정)	사후검사 실시 설문지 작성 수료식 진행

3) 프로그램 효과성 검증

본 연구의 평가도구는 한국청소년개발원(2003)이 개발한 『청소년 세계시민 자질에 관한 실태조사』 설문지를 척도로 활용하여 고등학생의 세계시민 의식을 측정한다. 세계시민 의식의 중영역은 인지, 가치, 태도, 기능의 4가지 영역으로 구분되며, Likert 5점 척도로 설문을 실시하였다. 검사의 총 30문항 중에 인지 영역 13문항, 가치 영역 6문항, 태도 영역 7문항, 기능 영역 4문항으로 이루어져 있다. 프로그램 효과성을 검증하기 위해 사전검사와 사후검사를 비교하는 대응 표본 t-검증을 실시한다. 특히, 본 연구의 프로그램에 대한 양적 검증의 한계를 보완하고 학생들의 수업 반응을 분석하기 위하여 프로그램 만족도 설문지 및 소감문, 활동 결과물, 수업관찰 등의 자료를 수집한다.

중영역	하위요인	문항 내용
인지 영역	국제적 이슈 이해	자원 소비, 환경, 인권, 빈곤
	문제해결을 위한 대안 이해	간문화성, 변화 감각, 위치
	문화적 다양성 및 보편성 이해	다양성, 공통성, 문화적 가치의 평등성, 문화적 편견 인식

가치 영역	인류애	인류공동체, 관용, 공공의 선
	다양성	상호작용에 대한 가치의 의미 확립, 다양성, 이타성
태도 영역	개방적 태도	열린 마음, 중용, 유연성
	(국제) 사회참여	지구적 경향과 이슈에 관한 관심, 세계문제에 대한 참여, 지구 공동체 구성원으로서의 책임감
기능 영역	고등사고력	문제분석력, 비판력, 종합적 사고력, 합리적 평가능력, 응용력

3. 결론

본 연구는 환경과 생활의 관계를 인식하고 환경교육의 필요성을 인식시키며 교육 현장에서 활용할 수 있는 세계시민 의식 함양을 위한 환경교육 프로그램을 적용함으로써 자기 주도적이고 책임감 있게 행동하는 세계시민의식을 함양할 수 있다.

참고문헌

국내논문

- 정은주, 이재영. 2019. 지역 환경 탐구 활동이 고등학생의 통합적 자기환경화에 미치는 영향
- 유예진, 남윤경. 2020. 지역환경문제에 관한 사회과학쟁점 토론이 고등학교 학생들의 환경인식 변화에 미치는 영향
- 이종숙. 2006. 자원재활용에 대한 통합적 환경교육활동 프로그램 개발과 효과에 관한 연구
- 최의정. 2017. 재활용 플라스틱 아트(Recycled Plastic Art)를 응용한 핸드백 디자인 연구
- 임현지. 2013. 재활용을 이용한 중등미술 교수학습지도안 연구
- 김현정. 2015. 재활용품을 활용한 친환경디자인 교육 프로그램 개발 연구
- 이갑성. 2020. 홍익인간 이화세계 실현을 위한 지구시민교육에 관한 연구
- 고아라. 2010. 환경체험학습이 중학생들의 환경교육에 미치는 효과
- 도성재. 2015. PBL을 적용한 지속가능한 디자인수업이 세계시민의식 함양에 미치는 효과
- 지은림, 선광식. 2007. 세계시민의식 구성요인 탐색 및 관련변인 분석
- 곽민희. 2015. 세계시민성 함양을 위한 다문화교육프로그램 개발 및 적용 연구
- 이은영. 2020. 부모의 세계시민의식과 자원봉사 동기가 청소년기 자녀의 세계시민의식에 미치는 영향
- 김태희. 2019. 초등사회과에서 세계시민의식 함양을 위한 프로젝트 학습의 효과
- 김민선. 2013. 세계시민의식 함양을 위한 미술·도덕과의 통합교과 프로그램 연구
- 이세미. 2018. 스토리텔링 기법을 활용한 세계시민의식 학습프로그램의 효과
- 채보미. 2015. 초등 사회과에서의 지속가능발전교육 프로그램이 세계시민의식에 미치는 영향

신문기사, 뉴스

- 지구가열 1.5도라는 고속도로 출구를 놓친다면, 한겨레, 2022.9.24.
- 생활폐기물 늘어나도 국민 “76%, 환경에 돌 더 못내겠다”, 이데일리, 2022.9.25.
- 폐비닐 수거 거부사태 그 이후 [출라스틱 넷제로], 이데일리, 2022.9.18.
- 일회용컵 회수도 못 하는데..플라스틱 협약 코앞에, MBC, 2022.9.16.
- 플라스틱에 중독된 기업, 안 바꾸나 못 바꾸나, MBC, 2022.9.15.
- [플라스틱 넷제로] 플라스틱 교과서 저자에 물었다..쓰레기 대란 막을 해법은, 이데일리, 2022.9.12.
- “병뚜껑 플라스틱 재활용한 작품, 근사하죠?”, 매일경제, 2021.10.3.
- 20만 개의 플라스틱 병뚜껑으로 만든 벽화, 2020.3.10.

- [제로웨이] ‘00병뚜껑’은 재활용이 어렵다고? 한겨레, 2022.2.24.
- [와우! 과학] 1931년 vs 2021년 스위스 빙하.. ‘기후 비상’ 사라진 만년설, 서울신문, 2022.8.24.
- [뉴스1PICK] “마치 쓰레기섬”.. 부유물에 뒤덮인 청풍호, 다음뉴스, 2022.8.21.
- 기후 위기에 위협받는 현대판 ‘노아의 방주’, KBS, 2022.08.19.
- 기상학자들 “무섭다”.. 며잖아 지도에서 사라질 나라들, 오마이뉴스, 2022.8.18.
- 국제망신 ‘쓰레기산’ 없앨 방법 알아보니 [플라스틱 넷제로], 이데일리, 2022.8.7.
- 재활용의 함정…투명페트병으로 만든 옷, 친환경인 줄 알았는데, 중앙일보, 2022.6.6.

사회운동으로서 청소년 주도 기후행동에 대한 이해

국내 청소년기후행동(Youth 4 climate action) 사례연구

이혜림 룬드대학교 환경적연구 및 지속가능성 과학 전공(LUCSUS) 석사

1. 서론

미래세대라고 일컬어지기도 하는 청소년(만 13세~18세)은 기성세대에 비해 기후위기의 영향을 많이 받을 것으로 예상되는 반면, 기후위기를 촉진하는 행위에 대해서는 결정권한이 없는 특수성을 가진 집단이다. 역사적으로 많은 사회운동은 10대로부터 시작되었으며, 기후행동 역시 스웨덴의 16세 소녀 그레타 툰베리가 기후위기에 대한 인식을 확산하는 데 크게 기여하였다. 국내에는 청소년기후행동(이하 청기행)이라는 청소년 주도의 기후행동 단체가 존재한다. 이들은 2019년 3월 우리나라에서 처음으로 기후행동을 위한 학교 파업을 시작했고 2020년 3월 한국정부를 대상으로 헌법소원을 제기하였으며 현재까지 청소년에 의한 기후행동을 주도하고 있다.

청기행은 정체성이 분명한 청소년 활동가의 조직으로서 고유성 측면에서 이점이 있으나, 다른 조직에 비해 폐쇄적인 성향 및 비성인이라 오는 특성으로 인해 집단의 지속가능성을 위협할 요소 또한 존재한다.

따라서, 본 연구를 통해 청기행 및 청소년 활동가의 특성을 분석하고 기후행동이 더 큰 사회운동으로 확장해가는 데 개인적, 조직적, 사회적 차원에서 어떠한 노력이 필요한지 연구하고자 한다.

2. 연구방법

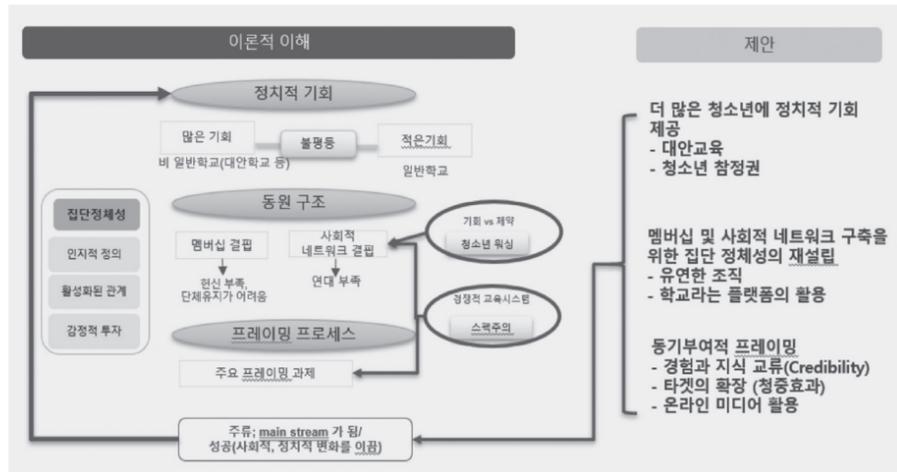
이 연구는 양적연구 결과를 토대로 질적연구를 설계하고 연구질문에 대한 이해를 도모하는 설명적 순차적 방법론(Explanatory sequential design)을 채택하였다. 양적연구에서는 활동가 33명, 비활동가 70명의 청소년을 대상으로 개인가치(Personal values), 기후행동에 대한 태도, 기후위기에 대한 이해도를 중심으로 설문조사하였다. 이 결과를 활용하여 두 가지 질적연구- 1)심층인터뷰: 청기행을 둘러싼 이해관계자 24명(청소년 활동가 7명, 18세 이상의 청년환경단체 활동가 4명, 환경단체 활동가 3명, 교육자 3명, 교육 및 행정기관 3명, 환경정책 연구기관 3명), 2)포커스그룹인터뷰: 청기행의 기

존 멤버 3명, 가입기간 6개월 미만의 신규 멤버 3명-를 통해 조직적 문제, 멤버십, 소통, 집단 정체성 등을 집중적으로 조사하였다. 본 연구에서는 청소년 기후행동을 사회운동으로서 이해하고 McAdam, McCarthy and Zaldsuggestr가 제안한 사회운동 이론 및 melucci의 집단정체성 이론을 중심으로 수집된 데이터를 종합적으로 분석하였다.

3. 결과 및 토의

주요 연구 결과로서, 엄격한 교육제도의 완화, 다양한 교육의 기회 등의 정치적 기회는 청소년 기후행동이 조직되도록 허용했으나, 여전히 대부분의 10대는 이러한 정치적 기회에 제한적이다. 또한, 10대의 모든 행동은 대학진학을 위한 스펙으로 간주되는 경향이 있으며, 정치적 제약 및 정치적 다양성을 위한 10대의 목소리에 대한 요구는 청소년 이미지가 소비하는 '청소년 워싱' 현상을 발생시킨다. 이것은 청기행의 소셜 네트워크 개발을 방해한다. 한편, 2019년 12월 청기행이 조직을 확대하는 과정에서 기존 멤버들이 이끄는 의사결정 시스템 및 적극적 관계, 정서적 투자 없이 인지된 정의를 확립하여 새로운 멤버들에 대한 멤버십에 부정적 영향을 준 것으로 나타났다. 게다가 청소년 활동가를 미성숙하다고 간주하여 그들의 프레이밍 신뢰성이 비판받는 경우가 있으며, 정부 중심의 타겟팅과 일방적인 온라인 미디어의 사용은 동원프레임에 대한 제약으로 작용한다.

사회운동이론을 고려했을 때 연구결과에서 발견되는 갈등은 청소년의 능력이나 의지의 부족이기 보다는 청소년에 대한 제한적 정치적 기회 및 사회운동조직에서 일반적으로 발생할 수 있는 것임을 보여준다. 그러므로, 1) 대안교육과 유효한 정치적 권리를 통한 더 많은 청소년에 대한 정치적 기회의 확대, 2) 느슨한 조직과 플랫폼 제공을 통한 멤버십 및 소셜 네트워크를 위한 집단정체성의 재구축, 3) 신뢰성, 청중효과를 고려한 동원 프레이밍 및 온라인 미디어의 활용 등의 해결방안이 제안된다. 10대는 기후위기의 직접적 당사자, 현재 사회의 구성원, 미래를 이끌어갈 지식인이라는 점에서 고유성이 있다. 사회변화를 이끌어 내는 대항 헤게모니로서 기후행동을 사회운동으로서 발전시키고 청소년기후행동을 유지하기 위해 다른 세대는 청소년 활동가를 도와주려고 하기보다는 평등한 시민으로서 연대해야 한다.



〈그림 1〉 청소년기후행동의 이론적 이해

4. 결론

기후위기와 기후행동은 세계적 이슈이다. 기후행동이 성공하기 위해서는 청소년 기후행동을 통해 나타나는 청소년 활동가의 행동에 대해 진지하게 고려하고 청소년을 어린 학생이 아닌 평등한 시민으로서 인정함으로써 그들의 요구에 대해 적극적으로 대응하는 것이 중요하다.

본 연구는 국내 사례를 활용하여, 청소년을 미숙한 집단이 아닌 사회구성원의 일부로서 다른 세대와 동등한 시민으로서 이해하고자 했다는 점에서 유의미하며 정치적 기회로부터 소외된 10대들의 관점에서 기후행동을 분석하였을 뿐만 아니라 청기행을 둘러싼 다양한 이해관계자들의 관점을 포괄하여 연구했다는 데 시사점이 있다. 또한, 세대정의, 세대차이, 청소년에 대한 제한된 사회적 참여 또한 세계적으로 나타나는 갈등이므로 청소년 기후행동에 대한 사례분석 연구가 많지 않은 상황에서 이 연구는 다른 나라의 청소년 기후행동에도 시사하는 바가 있을 것이라 기대한다.

나아가, 해당 연구를 기반으로 하여 개인의 가치성향 및 청소년의 사회적 활동에 학교시스템이 미치는 영향, 청년 및 청소년 활동가의 차이, 다른 청소년 사회운동조직에 대한 연구 등 향후 연구가 가능할 것이다.

참고문헌

- Benford, R. D. 1993. Frame Disputes within the Nuclear Disarmament Movement (Vol. 71). Retrieved from <https://www.jstor.org/stable/2579890>
- Benford, R. D., & Snow, D. A. 2000. Framing Processes and Social Movements: An Overview and Assessment. *Annual Review of Sociology*, 26(1), 611-639. <https://doi.org/10.1146/annurev.soc.26.1.611>
- Bellamy, C., & P 2012. Principles of Methodology: Research Design in Social Science. In *Principles of Methodology: Research Design in Social Science*. <https://doi.org/10.4135/9781446288047>
- Buechler, S. M. 1995. New Social Movement Theories Author(s). In *Source: The Sociological Quarterly* (Vol. 36). Retrieved from <https://www.jstor.org/stable/pdf/4120774.pdf?refreqid=excelsior%3Ab2eea9f063b613a935ac21026d766308>
- Cabrera, N. L., Matias, C. E., & Montoya, R. 2017. Activism or slacktivism? the potential and pitfalls of social media in contemporary student activism. *Journal of Diversity in Higher Education*, 10(4), 400-415. <https://doi.org/10.1037/dhe0000061>
- CCPI. 2020, May 12. Korea | Climate Change Performance Index. Retrieved May 12, 2020, from <https://www.climate-change-performance-index.org/country/korea>
- Choi, ihyun, 2020, February 6. [Climate Environment Education Section 17] Climate Environment Education · What are your future challenges? EBS. Retrieved from <http://news.ebs.co.kr/ebsnews/allView/20231519/N>
- Christiansen, J. 2009. Four Stages of Social Movements. Retrieved from <https://www.ebscohost.com/uploads/imported/thisTopic-dbTopic-1248.pdf>
- Creswell, J. W. 2018. Research design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches. In *Journal of Marketing Research* (5th ed., Vol. 33). <https://doi.org/10.2307/315215349>
- Cross, R., & Snow, D. A. 2012. Social Movements. In *The Wiley-Blackwell Companion to Sociology* (pp. 522-544. <https://doi.org/10.1002/9781444347388.ch28>
- Crossman, A. 2019, February 13. Understanding Political Process Theory. Retrieved May 5, 2020, from thoughtco website: <https://www.thoughtco.com/political-process-theory-3026451>
- Davies, S. 1999. From Moral Duty to Cultural Rights: A Case Study of Political Framing in Education. In *Source: Sociology of Education* (Vol. 72).
- Della Porta, D., & Diani, M. 2006. Social Movements an Introduction. In Blackwell Publishing. <https://doi.org/10.1023/B:MSAT.0000009780.48196.f0>
- Della Porta, D. 2014. Social Movement Studies and Methodological Pluralism: An Introduction. *Methodological Practices in Social Movement Research*, 1-20. <https://doi.org/10.1093/acprof>

- Della Porta, D. 2019. Deconstructing Generations in Movements: Introduction. *American Behavioral Scientist*, 63(10), 1407–1426. <https://doi.org/10.1177/0002764219831739>
- Diani, M. 1990. The network structure of the Italian ecology movement. *Social Science Information*, 29(1), 5–31. Retrieved from <https://doi.org/ludwig.lub.lu.se/10.1177/053901890029001001>
- Diani, M., & della Porta, D. 2006. Social movement: An introduction. Retrieved from <https://ebookcentral.proquest.com/lib/lund/reader.action?docID=239854&ppg=1>
- Fantasia, R. 1988. *Cultures of Solidarity: Consciousness, Action, and Contemporary American Workers* – Rick Fantasia – Google books. In Berkeley: University of California Press. Retrieved from https://books.google.se/books?hl=ko&lr=&id=chWvPwQl9O8C&oi=fnd&pg=PR7&ots=Re9DSwCkzX&sig=BM3JJkiLhlnOWe-OAbx194Dh9iI&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Fiorito, T. R. 2019. Beyond the dreamers: Collective identity and subjectivity in the undocumented youth movement. *Mobilization*, 24(3), 345–363. <https://doi.org/10.17813/1086-671X-24-3-34550>
- Fisher, D. R. 2012. Youth Political Participation: Bridging Activism and Electoral Politics. *Annual Review of Sociology*, 38(1), 119–137. <https://doi.org/10.1146/annurev-soc-071811-145439>
- Ghose, T., Swendeman, D., George, S., & Chowdhury, D. 2008. Mobilizing collective identity to reduce HIV risk among sex workers in Sonagachi, India: The boundaries, consciousness, negotiation framework. *Social Science & Medicine*, 67(2), 311–320. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2008.03.045>
- Gofman, A. 2014. Durkheim's theory of social solidarity and social rules. In *The Palgrave Handbook of Altruism, Morality, and Social Solidarity: Formulating a Field of Study* (pp. 45–69). https://doi.org/10.1057/9781137391865_3
- Gordon, H. R., & Taft, J. K. 2011. Rethinking youth political socialization: Teenage activists talk back. *Youth and Society*, 43(4), 1499–1527. <https://doi.org/10.1177/0044118X10386087>
- Go, M. 2020, February 26. School democracy education in connection with elections. *JoongdoNews*. Retrieved from <http://www.joongdo.co.kr/main/view.php?key=20200226010010454>
- Go, Y., & Kim, yangwon. 2019, March 12. 50,000 teens out of school each year, no educational support for non-students. *YTN*. Retrieved from https://www.ytn.co.kr/_ln/0103_201903121048150429
- Greenpeace Seoul. 2017, January 26. Pandora seen by Greenpeace: 3. Hope left in the Pandora's box; can we find it? Retrieved May 3, 2020, from <http://slownews.kr/61351>
- Grim, J. K., Lee, N. L., Museus, S. D., Na, V. S., & Ting, M. P. 2019. Asian American College Student Activism and Social Justice in Midwest Contexts. *New Directions for Higher Education*, 2019(186), 25–36. <https://doi.org/10.1002/he.20321>
- Hancock, A.-M. 2011. SOLIDARITY POLITICS FOR MILLENNIALS. Retrieved from <https://link->

springer-com.ludwig.lub.lu.se/book/10.1057%2F9780230120136

- Harriss, J. 2005. Political Participation, Representation and the Urban Poor: Findings from Research in Delhi on JSTOR. *Economic and Political Weekly*, 40(11), 1041–1054. Retrieved from https://www.jstor.org/stable/4416334?seq=1#metadata_info_tab_contents 51
- Holland, D., Fox, G., & Daro, V. 2008. Social movements and collective identity: A decentered, dialogic view. *Anthropological Quarterly*, 81(1), 95–126. <https://doi.org/10.1353/anq.2008.0001>
- Hong, M. S., & Kim, H. 2019. 'Forgotten' democracy, student activism, and higher education in Myanmar: past, present, and future. *Asia Pacific Education Review*, 20(2), 207–222. <https://doi.org/10.1007/s12564-019-09593-1>
- Hopper, R. D. 1950. The Revolutionary Process: A Frame of Reference for the Study of Revolutionary Movements. *Social Forces*, 28(3), 270–279. <https://doi.org/10.2307/2572010>
- Horn, J. 2013. Gender and Social Movements Overview report. Huh, J., & Moon, H. 2020, April 12. We are the first voters in school uniforms! *Thefact*. Retrieved from <http://news.tf.co.kr/read/ptoday/1789610.htm>
- Ilman Hakim, A., & Kosandi, M. 2018, December 1. Political Opportunity, Mobilizing Structure, and Framing Process in Social Movement to Demand Special Autonomy in Yogyakarta 2010–2012. 163–173. <https://doi.org/10.2991/icosop-17.2018.25>
- Jang, E. 2019, March 20. "Youth Climate Action" Landed in Korea, Sweeping the World... "Our Last Spring." *Ohmynews*. Retrieved from http://www.ohmynews.com/NWS_Web/View/at_pg.aspx?CNTN_CD=A0002519516&CMPT_CD=P0010&utm_source=naver&utm_medium=newsearch&utm_campaign=naver_news
- Jo, H., Ann, S., Kim, H., & Kim, S. 2017, April 10. How should the college entrance examination system change? *KBS*. Retrieved from <http://news.kbs.co.kr/news/view.do?ncd=3460666&ref=A>
- Jung, euijin. 2020, February 4. teenager voters, YouTube campaign "OK" "punishment" for rally or speech. Retrieved May 4, 2020, from hankyung website: <https://www.hankyung.com/society/article/202002048244i>
- KECA. (n.d.). [Press Release] <Second Basic Plan for Climate Change Response>, Goals and Measures Still Not Easy. Retrieved April 4, 2020, from <http://climate-strike.kr/press/?pageid=3&mod=document&uid=752>
- Kim, H. 2019a, March 15. Climate change "Can you handle it?" *Kyunghyang Newspaper*. Retrieved from <https://news.naver.com/main/read.nhn?oid=032&aid=0002928791>
- Kim, H. 2019b, May 24. "I want to learn about climate change" ... Korean teenagers are out. *BBC Korea*. Retrieved from <https://www.bbc.com/korean/news-48375861?xtor=AL-%5B73%5D-%5Bpartner%5D-%5Bnaver%5D-%5Bheadline%5D-%5Bkorean%5D-%5Bbizdev%5D-%5Bisapi%5D>

- Kim, H. 2019c, September 27. "Make real climate crisis measures..." Youths protest for third school strike today. Hankyoreh Newspaper. Retrieved from <https://news.naver.com/main/read.nhn?oid=028&aid=0002469471>
- Kim, D., Kim, S., & Kim, Y. 2019, July 26. School strike for Climate, in Korea... Retrieved from https://www.pressian.com/pages/articles/250735?no=250735&utm_source=naver&utm_medium=search
- Kim, N. 2010. Qualitative study on the promotion of youth policy participation activities and obstacles –focused on youth policy participation organization participants–. Korea Human Right and Law Related to Education Association, 3(7), 15–47. Retrieved from <https://www.kci.go.kr/kciportal/ci/sereArticleSearch/ciSereArtiView.kci?sereArticleSearch Bean.artiId=ART001652027>
- Kim, S. 2020, April 23. The opposition did not know the voters had changed. Ajunews. Retrieved from <https://www.ajunews.com/view/20200423125400324>
- Kim, Y. 2020, March 25. "Ministry of Education designated as a safe deposit box for financial institutions in coal." Naeilnews. Retrieved from http://www.naeil.com/news_view/?id_art=344698
- Lang, D. J., Wiek, A., Bergmann, M., Stauffacher, M., Martens, P., Moll, P., ... Thomas, C. J. 2012. Transdisciplinary research in sustainability science: Practice, principles, and challenges. Sustainability Science, 7(SUPPL. 1), 25–43. <https://doi.org/10.1007/s11625-011-0149-x>
- Lee, D. 2019, April 4. "If Particular matter is bully, climate change is a nuclear bomb." [Interview] Cho Chun-ho Former Director, National Institute of Meteorological Science. Pressian. Retrieved from [53 http://www.pressian.com/news/article/?no=235479&utm_source=naver&utm_medium=search](http://www.pressian.com/news/article/?no=235479&utm_source=naver&utm_medium=search)
- Lee, H., & Kim, J. 2020, May 8. Ambassador Smith's response to Korea's Corona 19, lessons for many countries. Newsis. Retrieved from https://newsis.com/view/?id=NISX20200508_0001017961&cID=10301&pID=10300
- Lee, J. 2020, May 3. Seoul Office of Education gives preferential treatment to "decoal coal" financial institutions when selecting safes. Yonhapnews. Retrieved from <https://www.yna.co.kr/view/AKR20200429187100004?input=1195m>
- Lee, S. 2020. Greenpeace "We actively support the constitutional wishes of youth climate action"–Greenpeace Korea | Greenpeace. Retrieved from <https://www.greenpeace.org/korea/press/12449/climate-action-youth/>
- Lim, dongwook. 1999. Civil Society and Citizen Media as a field of hegemony focusing on gramsci's civil Society and Organic Intellectuals. Korean Association for Communication and Information Studies, 121–156. Retrieved from https://academic.naver.com/article.naver?doc_id=181653181
- Linder, C., Quayle, S. J., Stewart, T. J., Okello, W. K., & Roberts, R. E. 2019. "The Whole Weight of the World on My Shoulders": Power, Identity, and Student Activism. Journal of College Student

Development, 60(5), 527–542. <https://doi.org/10.1353/csd.2019.0048>

- Lykkegaard, Anne M. 2019, November 6. The Greta Syndrome: How a Swedish girl became a world-wide climate phenomenon – and why she is making some people absolutely furious – CBS WIRE. CBS WIRE. Retrieved from <https://cbswire.dk/the-greta-syndrome-how-a-swedish-girl-became-a-world-wide-climate-phenomenon-and-why-she-is-making-some-people-absolutely-furious/>
- McAdam, D., McCarthy, J. D., & Zald, M. N. 1996. Comparative perspectives on social movements: political opportunities, mob...: Lund University Libraries. Retrieved May 3, 2020, from New York: Cambridge University Press, 1996
- McAdam, D., Tarrow, S., & Tilly, C. 2002. Dynamics of Contention. In Acta Sociologica (Vol. 45). <https://doi.org/10.1177/000169930204500407>
- McAdam, D. 2017. Social Movement Theory and the Prospects for Climate Change Activism in the United States. <https://doi.org/10.1146/annurev-polisci-052615>
- McGettigan, G. 2019, August 26. Why Greta Thunberg is my idol – for more reasons than climate activism. IMAGE.ie. Retrieved from <https://www.image.ie/life/reasons-love-greta-thunberg-156625>
- MELUCCI, A. 1985. The Symbolic Challenge of Contemporary Movements. Social Research, 52(4), 789–816. Retrieved from <https://www.jstor.org/stable/40970398>
- Melucci, A. 1989. Nomads of the present: social movements and individual needs in contemporary society. Hutchinson Radius.
- Melucci, A. 1995. Chapter Title: The Process of Collective Identity Title: Social Movements and Culture. In H. Johnston & B. Klandermans (Eds.), Social Movements and Culture. <https://doi.org/10.5749/j.ctttt0p8.6>
- Ministry of Environment. 2019. The 2nd Basic Plan for Climate Change Response. In Ministry of Environment. Retrieved from https://www.me.go.kr/home/web/policy_data/read.do?menuId=10259&seq=7394
- Moon, C. 2020, March 31. [Reporter's Eye] The reason why the government supports Doosan. Asia Economy. Retrieved from <https://view.asiae.co.kr/article/2020033109552339730>
- Museus, S., Lee, N., Calhoun, K., Sánchez-Parkinson, L., & Ting, M. 2017. The Social Action, Leadership, and Transformation (SALT) Model.
- National Institute of Korean Language. 2020a, May 12) Dictionary: Spec. Retrieved April 11, 2020, from https://opendict.korean.go.kr/dictionary/view?sense_no=679844
- National Institute of Korean Language. 2020b, May 12. Dictionary; Spec-obsession. Retrieved April 11, 2020, from https://opendict.korean.go.kr/dictionary/view?sense_no=137333255

- O'Toole, T., Lister, M., Marsh, D., Jones, S., & McDonagh, A. 2003. Tuning out or left out? Participation and non-participation among young people. *Contemporary Politics*, 9(1), 45-61. <https://doi.org/10.1080/1356977032000072477>
- Park, H. 2016. Studies on academic achievement and affective attributes of general high school student: focusing on general high school in the Seoul district. Retrieved from https://academic.naver.com/article.naver?doc_id=174202473
- Seoul metropolitan office of education. 2020. Ecological transition education plan 2020-2025. Seoul metropolitan office of education.
- Shin, S., & Kim, jisook. 2019, December 12. Youth is now an "endangered generation". Hankyoreh. Retrieved from http://www.hani.co.kr/arti/animalpeople/human_animal/920550.html
- Subedi, D. 2016. Explanatory Sequential Mixed Method Design as the Third Research Community of Knowledge Claim. *American Journal of Educational Research*, 4(7), 570-577. <https://doi.org/10.12691/education-4-7-10>
- Sung, D. 2019, May 24. 524 Youth Climate Action Rally Calling for Response to Climate Change. Newone. Retrieved from <https://news.naver.com/main/read.nhn?oid=421&aid=0004007685>
- Tarrow, S. G. 2011. Power in movement: Social movements and contentious politics, revised and updated third edition. In *Power in Movement: Social Movements and Contentious Politics, Revised and Updated Third Edition*. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511973529>
- United Nations. 2019. UN Economic and Social Council Distr. Retrieved from <https://undocs.org/E/2019/68>

* 해당연구는 2020.06.09. 등록된 석사 졸업논문입니다.

<https://lup.lub.lu.se/student-papers/search/publication/90123250>

온라인 환경교육이 20대의 자연과의 유대감과 친환경 행동 의도에 미치는 영향¹

환경 지식과 자연과의 상징적 접촉을 중심으로

이혜선 서강대학교 신문방송학과 박사수로

나은영 서강대학교 지식융합미디어학부 교수

1. 서론

미디어의 재현은 자연에도 적용된다. 현재의 미디어 환경은 시공간의 제약 없이 언제 어디서나 자신이 원하는 미디어 콘텐츠를 즐길 수 있으므로, 미디어를 통한 자연의 재현 역시 더 큰 효과를 발휘하리라 예상할 수 있다. 본 연구는 온라인 환경교육, 특히 미디어를 통한 자연의 재현이 환경 지식과 자연과의 상징적 접촉을 제공함으로써 발생하는 교육 효과 가능성을 논의하였다. 환경교육에 관한 이전 연구는 환경 지식이 친환경 행동이라는 실질적인 참여로 이어질 가능성에 주목하지만(Frick, Kaiser, & Wilson, 2004), 한국에서 친환경 행동에 관한 주요 쟁점 가운데 하나는 친환경 행동이 필요하다는 걸 알면서도 실제 행동으로 이어지지 않는다는 점이다. 관련하여, 리플랜더와 동료들(Liefländer, Fröhlich, Bogner, & Schultz, 2013)은 환경교육이 자연과의 유대감을 주요 목표로 설정해야 한다고 강조하였다. 이에 따라, 본 연구는 온라인 환경교육에서 제공한 환경 지식이 자연과의 유대감을 높임으로써 친환경 행동 의도로 이어질 가능성을 분석하였다.

온라인 환경교육은 모든 과정이 미디어를 통해 이루어지며, 미디어의 자연 재현 과정에서 접촉 경험을 제공할 수도 있다. 언어와 그림 같은 상징적 수단을 활용한 자연의 묘사 혹은 묘사된 장면은 자연과의 상징적 접촉에 해당하며, 미디어를 통한 자연의 재현을 포함한다(Kellert, 2002). 자연과의 상징적 접촉은 자연과의 물리적 접촉이 불가능할 때 발생하는데(Kellert, 2002), 온라인 환경교육의 미디어 재현을 통해 경험할 수 있는 고유한 영역임을 시사한다. 특히 자연이 묘사된 동영상은 도시의 풍경을 담은 동영상보다 더 높은 수준의 자연과의 유대감으로 이어질 수 있다(Soliman, Peetz, & Davydenko, 2017). 따라서 본 연구는 온라인 환경교육을 통한 자연과의 상징적 접촉이 자연과의 유

¹ 이 연구는 2021년 재단법인 숲과나눔 인재양성 프로그램(특정주제연구)의 지원을 받았으며, 2022년 7월 <한국방송학보> 제36권 4호에 게재되었습니다.

대감에 미치는 영향을 살펴보고자 한다. 더 나아가, 온라인 환경교육을 통해 변화한 자연과의 유대감이 친환경 행동 의도에 미치는 영향까지 복합적으로 분석하였다.

2. 본론

연구가설 분석을 위해 환경 지식과 자연과의 상징적 접촉 정도를 구분한 집단 간 요인설계를 적용하였다. 재단법인 숲과나눔을 통해 실시한 전문가 3인 대상 의견수렴 결과를 반영하여, 환경지식을 환경 문제와 자연생태계로 구분한 3(environmental knowledge: environmental problems vs. ecosystem vs. non-exist) × 2(symbolic contact: exist vs. non-exist) 집단 간 요인설계를 적용하였다. 이 과정에서 6번째 집단은 환경 지식과 상징적 접촉 모두 존재하지 않는 조건에 해당하므로, 주요 변인과 관련 없는 실험 자극을 제시하는 통제집단으로 설정하였다.

실험 참여자는 전문조사업체 패널을 활용하여 2021년 10월 22일부터 10월 27일까지 모집하였고, 참여자 404명의 연령 평균은 25.60(SD = 2.62)이었다. 남·여 각각 33명~34명, 수도권·비수도권 거주자 32명~34명씩 6개 그룹에 총 66명~68명이 각각 배치되어 동영상 형태의 자극물에 노출되었다.

3. 결론

연구 결과, 환경 문제와 생태 관련 환경 지식에 노출된 실험 참여자 모두 자연과의 유대감이 유의미한 수준에서 증가하였으며, 환경 지식에 노출되지 않은 실험 참여자보다 높은 수준이었다. 이러한 결과는 환경교육이 자연과의 유대감을 높이는 구체적 방안이 될 수 있다고 설명한 선행연구를 뒷받침하며(Liefländer et al., 2013), 특히 본 연구는 온라인 환경교육에서 제공한 환경 지식이 자연과의 유대감 증가로 이어진다는 점을 실증적으로 밝혀냈다는 점에서 의의가 있다.

온라인 환경교육을 통한 자연과의 상징적 접촉 역시 자연과의 유대감을 높이는 것으로 나타났다. 특히 환경 지식과 자연과의 상징적 접촉은 주효과 뿐만 아니라 상호작용효과 역시 유의미하였다. 즉, 상징적 접촉의 효과를 고려하지 않았을 때는 환경 지식에 노출된 집단의 자연과의 유대감이 환경 지식에 노출되지 않은 집단보다 더 높았다. 하지만 자연과의 상징적 접촉에 노출된 집단 내에서의 자연과의 유대감은 환경 지식 노출 여부와 무관하게 비슷한 수준으로 관찰되었다. 또한, 자연과의 상징적 접촉에 노출된 집단에서는 환경 지식에 노출되지 않는 조건에서도 자연과의 유대감이 증가하였다. 이러한 결과는 자연 관련 미디어 콘텐츠를 시청한 집단에게서 자연과의 유대감이 더 높은 수준으로 관찰되었다는 선행연구를 뒷받침한다(Soliman et al., 2017).

셋째, 온라인 환경교육 형태의 동영상에 노출된 이후 측정된 자연과의 유대감은 친환경 행동 의도에 긍정적인 영향력을 발휘하였다. 해당 결과는 사전에 측정된 친환경 행동 의도를 고려한 결과로, 자연과의 유대감이 친환경 행동의 선행변인이 될 수 있다고 본 선행연구를 뒷받침한다(Otto & Pensini, 2017; Whitburn et al., 2020). 즉, 온라인 환경교육이 자연과의 유대감을 변화시킴으로써 친환경 행동 의도에 영향을 미칠 가능성을 확인하였다.



〈그림 1〉 환경 지식과 자연과의 상징적 접촉이 자연과의 유대감에 미치는 영향 분석 결과

〈표 1〉 자연과의 유대감이 친환경 행동 의도에 미치는 영향

	모형 2 (종속 변인: 친환경 행동 의도 - 소비 선택)post)			모형 4 (종속 변인: 친환경 행동 의도 - 절약)post)		
	B	p	VIF	B	p	VIF
소득수준	.01	.821	1.05	-.03	.120	1.03
환경 지식 습득(1)	.04	.740	1.03	.01	.894	1.04
집합적 환경 행동	-.04	.427	1.44	-.12	.000	1.33
환경교육 경험	-.02	.647	1.40	-.04	.109	1.40
환경 문제 관심 정도	.02	.590	1.68	-.02	.389	1.52
친환경 행동 의도-소비선택/절약prior	.49	.000	1.52	.61	.000	1.18
자연과의 유대감post	.39	.000	1.25	.30	.000	1.33
F	43.73***			79.07***		
adj. R2	.426			.576		
Durbin-watson	1.97			2.06		

본 연구는 온라인 환경교육에서 제공한 환경지식이 자연과의 유대감을 높임으로써 친환경 행동 의도로 이어질 가능성을 분석하였다. 또한, 온라인 환경교육이 자연과의 상징적 접촉을 제공함으로써 자연과의 유대감을 높이고 친환경 행동 의도의 긍정적인 변화로 이어진다는 점을 확인하였다. 이러한 결과는 자연과의 유대감을 환경교육의 효과로 논의하였다는 점에서 이론적 의의를 지닌다. 특히 환경지식과 무관하게 자연과의 상징적 접촉에 노출된 집단은 자연과의 유대감이 증가하였고, 약 3분 분량의 동영상도 자연과의 유대감 변화로 이어진다는 점을 확인하였다. 이러한 결과는 환경 관련 미디어 콘텐츠를 환경교육 효과 측면에서 논의할 필요성을 제시하므로 실무적 의의를 지닌다. 또한, 환경커뮤니케이션 관점을 적용하여 환경 관련 미디어 콘텐츠의 교육 효과를 논의하는 후속 연구를 도모해볼 수 있다. 하지만 본 연구의 결과를 다른 환경 지식이나 미디어 콘텐츠에 일반화하여 적용하기 어렵고, 실제 환경교육 현장에 적용하지 못하였다는 한계를 지닌다.

참고문헌

- Frick, J., Kaiser, F. G., & Wilson, M. 2004. Environmental knowledge and conservation behavior: Exploring prevalence and structure in a representative sample. *Personality and Individual Differences*, 37(8), 1597-1613.
- Kellert, S. R. 2002. Experiencing nature: Affective, cognitive, and evaluative development in children. In P. Kahn & S. Kellert, eds. 『Children and nature: Psychological, sociocultural, and evolutionary investigations』. Cambridge, MA: MIT Press, 117-151.
- Liefländer, A. K., Fröhlich, G., Bogner, F. X., & Schultz, P. W. 2013. Promoting connectedness with nature through environmental education. *Environmental education research*, 19(3), 370-384.
- Otto, S., & Pensini, P. 2017. Nature-based environmental education of children: Environmental knowledge and connectedness to nature, together, are related to ecological behaviour. *Global Environmental Change*, 47, 88-94.
- Soliman, M., Peetz, J., & Davydenko, M. 2017. The impact of immersive technology on nature relatedness and pro-environmental behavior. *Journal of Media Psychology: Theories, Methods, and Applications*, 29(1), 8-17.
- Whitburn, J., Linklater, W., & Abrahamse, W. 2020. Meta-analysis of human connection to nature and proenvironmental behavior. *Conservation Biology*, 34(1), 180-193.

세션 6

한반도 환경협력, 어떻게 할까요?

- 북한 산림황폐화 현황과 남북산림협력
오삼언, 박소영
- 국제기후협력 메커니즘을 고려한 한반도 환경협력
임철희
- 남북 재생에너지 협력 가능성 탐색
김은진

한반도 환경협력, 어떻게 할까요?

1. 기획 의도

남북관계는 현재 멈춰있다. 한반도 환경협력은 산림협력을 중심으로 가장 활발하게 진행된 남북협력 중 하나다. 이번 기획 세션에서는 한반도 통일 준비 과정에서 환경협력의 역할과 그 중요성을 논의하고자 한다. 특히, 남북관계와 통일에 대한 관심이 낮아진 현 시점에서 환경 주제를 중심으로 남북관계를 바라보는 새로운 관점을 제공한다.

우리 사회는 기후위기, 탄소중립 등 환경 이슈에 관한 관심이 높아지는 추세다. 다양한 환경 이슈는 한반도 환경협력과도 연계된다. 본 세션에서는 재생에너지 협력 등 시의성 높은 내용을 전달하며 한반도 환경협력을 함께 고민해보고자 한다.

세부 프로그램은 기조연설을 시작으로, 한반도 환경협력에 대한 전반적인 흐름과 주요 내용을 설명한다. 이후, 발표 세션에서 한반도 환경협력 사례, 국제사회와 한반도 환경협력, 남북 재생에너지 협력 등 다양한 주제를 논의하고, 대학원생, 신진전문가들의 토론을 진행한다.

2. 프로그램

- 사회: 문예찬 (연세대학교 정치학과 박사과정, 숲과나눔 특정주제연구자)

시간	형식	내용
15:40 ~ 16:05 (25분)	기조연설	한반도 환경협력에 관한 전반적인 흐름과 주요 내용 설명 이종석 세종연구소 통일전략연구실 수석연구위원, 전 통일부 장관
16:05 ~ 16:50 (45분)	발제	북한 산림황폐화 현황과 남북산림협력 오삼언 국립산림과학원 박사연구원, 박소영 국립산림과학원 연구사 국제기후협력 메커니즘을 고려한 한반도 환경협력 임철희 국민대학교 교수 남북 재생에너지 협력 가능성 탐색 김은진 서울대학교 환경대학원 박사과정, 숲과나눔 특정주제연구자
16:50 ~ 17:20 (30분)	토론	유재영 한국학중앙연구원 한국학대학원 석사수로, 숲과나눔 풀씨연구회 2기 김선규 정보통신정책연구원 위촉연구원, 숲과나눔 풀씨연구회 1기 윤슬기 사회적가치연구원 수석연구원, 숲과나눔 장학생&풀씨연구회 1기

북한 산림황폐화 현황과 남북산림협력

오삼언 국립산림과학원 박사연구원
박소영 국립산림과학원 연구사

국립산림과학원에서는 1999년, 2008년, 2018년 3회에 걸쳐 위성영상을 이용해 북한 산림의 변화를 분석했다.¹ 1999년부터 10년 단위 산림황폐지를 분석한 결과, 1999년부터 2008년까지 북한 산림 면적의 32%인 284만 ha가 황폐화된 것으로 분석됐다. 2008년부터 2018년까지 분석한 결과에서는 북한 산림면적의 28%인 262만 ha가 황폐화 된 것으로 나타나 일부 지역이 회복되고 있는 것으로 분석됐다. 그러나 인구밀도가 높은 평안남도과 황해도 등의 산림황폐화 피해는 여전히 심각한 것으로 파악됐다.

〈표 1〉 연도별 북한 임목지 및 산림황폐지 변화 추이

	1999년	2008년	2018년	
			경사도 8도 이상	경사도 15도 이상
임목지	753만 ha	615만 ha	644만 ha	
산림황폐지	163만 ha	284만 ha	262만 ha	147만 ha
산림황폐화율	18%	32%	28%	17.9%

북한은 산림녹화를 ‘자연과의 전쟁’이라고 규정, 산림녹화사업을 ‘산림복구전투’라고 명명했다. 또한 김정은 국무위원장이 직접 산림복구전투를 지휘한다는 점을 강조하며 전 국가적 차원의 대응이 필요함을 역설하고 있다. 김정은 시대 접어들어 산림복구 의지가 표명된 것은 2012년 4월 ‘사회주의강성국가건설의 요구에 맞게 국토관리사업에서 혁명적 전환을 가져올 데 대하여’라는 노작을 발표하면서다. 이후 김정은 위원장은 2014년 신년사를 통해 나무심기 전군중적 운동을 제안했으며 같은 해 11월 중앙양묘장을 현지지도하면서 수림화, 원림화를 위한 강령적인 과업을 제시했다. 이 자리에서 김 위원장은 1990년대 중후반 고난의 행군으로 산림황폐화 수준이 대단히 심각하다고 지적하며 “전후 복구건설 시기 온 나라가 떨쳐나 잣더리를 털고 일떠선 것처럼 산림복구를 하자”고 호소했다.² 2015년 전당,

1 북한의 산림황폐지는 초지와 관목림이 넓게 분포한 무림목지와 개간산지인 비탈밭, 다락밭 등의 유형이 많다.
2 “北 김정은, 중앙양묘장 현지지도…수림화·원림화 과업 제시”, 『동일뉴스』, 2014년 11월 11일.

전군, 전민을 총동원하는 산림복구전투에 돌입한 북한은 산림복구에서도 일정한 성과를 내고 있는 것으로 보인다.

북한은 2021년 1월 진행된 조선로동당 제8차 당대회를 통해 100만ha의 산림을 조성했다고 밝혔다. 국립산림과학원의 위성영상 분석을 통해서도 북한이 일정하게 산림을 복원한 것을 확인할 수 있다. 김정은 위원장 집권 이후 산림복구를 위한 10년 전망계획 등 정책이 마련됨에 따라 관련 조직과 제도가 2015년부터 수립, 변화되고 있음을 확인할 수 있다. 산림총국이 신설되는 등 국토환경보호성 산하 행정조직도 신설, 개편됐으며 인공위성 영상자료를 활용한 산불피해방지정보체계 개발과 산림자원관리 정보체계 도입, 산림과학대학 창설, 전국적인 양묘장 건설 및 개건 등 관련 변화가 뒤따랐으며 그 변화의 폭도 크다고 할 수 있다.

북한이 산림복구전투를 벌이며 기후변화에 대응하기 위해 자체적인 노력을 하고 있지만 자원과 역량, 기술 등 한계도 분명하다. 남한은 1973년부터 1978년까지 6년 만에 108만 ha에 29억 본의 나무를 심는 결과를 도출한 바 있다. 1970년대 남한의 치산녹화계획과 북한의 산림조성계획이 엇비슷한 수치의 목표를 수립했지만 남북의 현황을 비교해보면 큰 차이가 있다. 남한이 치산녹화사업을 시작한 1973년과 북한이 산림복구전투를 시작한 2015년의 주요 사회경제적 지표를 간단히 살펴보면 다음 〈표 2〉와 같다.³

〈표 2〉 1973년 남한과 2015년 북한의 현황 비교

구분	1973년 남한	2015년 북한
인구(명)	34,103,149	25,243,917
명목GDP(억달러)	138	162
1인당 GDP(달러)	406.0	648
1차 에너지 총공급량(천TOE)	25,010	8,700
1차 에너지 1인당 공급량(TOE)	1.36	0.36
총 산림면적(천ha)	6,586	5,285
총 임목축적(m³)	74	미확인

3 Sam Un Oh·Eun-Hee Kim·Kyoung-Min Kim·Myung-Kil, “A Study on the Application of Successful Forest Greening Experience for Forest and Landscape Restoration: A Comparative Study of Two Koreas,” Sustainability, vol. 2020 no. 12 (winter, 2020), pp. 1~19. 일부 수정.

위 <표 2>처럼 1973년 남한과 2015년 북한의 현황을 대략 비교해보면 가장 큰 차이를 드러내는 것은 1차 에너지 총공급량과 1차 에너지 1인당 공급량이다. 1차 에너지 총공급량은 남한이 북한의 2.9배이며 1차 에너지 1인당 공급량은 남한이 북한의 3.8배로 나타난다. 에너지 문제해결이 산림녹화사업 성공을 위한 중요 요인임을 시사해주는 대목이다.⁴

남북한 모두 세계 평균보다 기후 온난화 현상이 빠른 조건에서 남과 북이 기후변화에 공동으로 대응하는 일은 더 이상 늦출 수만은 없다. 기후변화라는 지구적인 위험 앞에서 남과 북의 협력은 미룰 수 없는 과제다. 한국 정부는 기후변화 대응을 위해 '2050 탄소중립 시나리오'를 수립하고 2018년 온실가스 배출량 대비 40%를 감축하는 국가 온실가스 감축목표(NDC) 상향안을 제출해놓고 있다. 북한 또한 2030년 배출전망치 대비 16.4%(국제지원 시 52.4%) 감축목표를 밝히고 있다.

북한이 주력하는 산림복구를 지원하면서도 온실가스 감축에 기여할 수 있는 방안으로 검토되고 있는 레드플러스(REDD+) 사업 등이 검토될 수 있다. 레드플러스 사업은 개발도상국의 산림 파괴로 인한 온실가스 배출을 줄이는 활동으로 시나리오에 따라 이에 참여하는 나라들이 온실가스 감축 실적 분배 및 이전을 통해 감축목표를 실현할 수 있어 공동의 이익을 창출할 수 있다. 북한이 기후변화 대응이라는 국제사회의 흐름에 관심을 표명하며 호응을 하고 있는 만큼 국제기구를 통한 남북 협력사업의 가능성 등을 다방면으로 검토해야 한다.

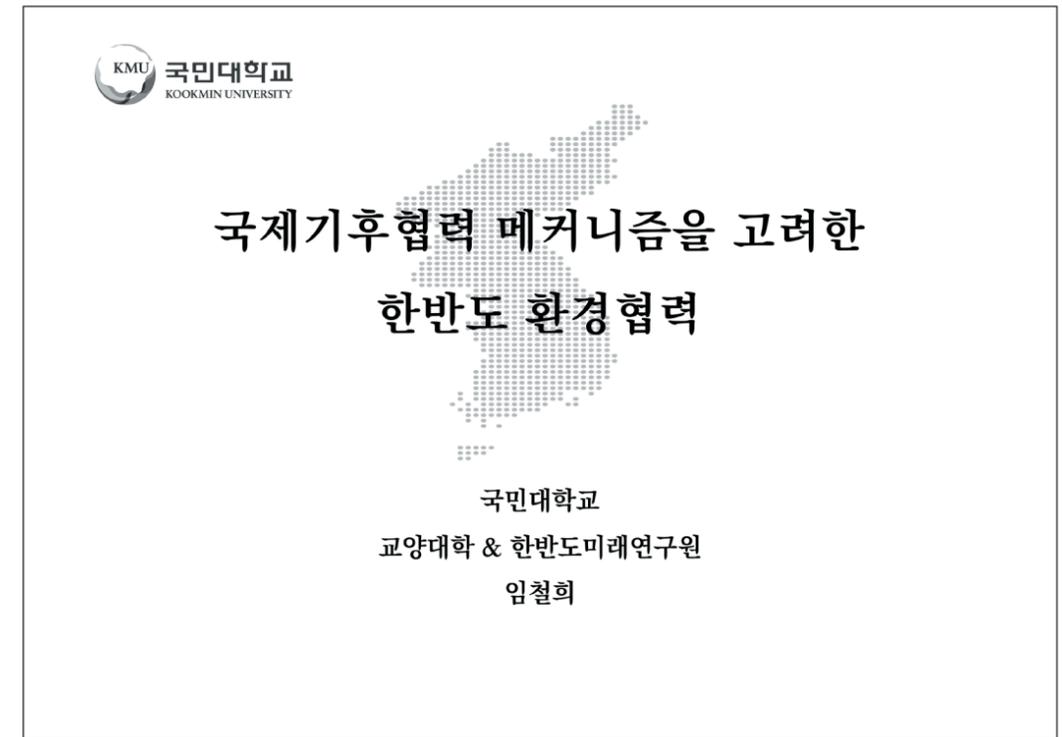
또한 독일 통일 과정의 환경협력도 시사하는 바가 있다. 독일 사례를 살펴보면 막대한 환경 복원비용이 들었던 한편, 복원효과 또한 크다는 것을 알 수 있다.⁵ 이는 남북의 산림 및 환경협력이 하루빨리 이뤄져야함을 말해주는 것이기도 하다. 더불어 환경오염이 심했던 동독의 환경 복원만이 아니라 동독, 나아가 통일독일의 경제발전을 위해 최신 환경기술을 구동독에 투자한 점, 각종 정화시설 등 환경기반 시설을 지원한 점 등은 남북 산림 및 환경협력방향으로 숙고할 점이다.

4 2013년 남북의 전력수급을 비교해보면 북한의 발전량은 221억 kWh로 같은 해 남한 발전량 5,171억 kWh의 23.4분의 1에 불과하다. 북한의 인구 1인당 전력생산량은 900kWh/인으로 남한의 10,112kWh/ 인의 11.2분의 1 수준이다. 반면, 1인당 전력소비는 630kWh로 남한의 14.7분의 1 수준에 그치고 있다. 김경술, "제5장 독일 통일의 에너지부문 통합사례 연구," 『통일 대비 에너지부문 장단기 전략 연구(1/3)』(에너지경제연구원, 2015), p. 95~96.

5 오삼언·김은희, "독일 통일과정 산림 및 환경분야 협력 분석- 동독(독일) 정책문서를 중심으로," 『북한연구학회보』 제 24권 제1호 참조.

국제기후협력 메커니즘을 고려한 한반도 환경협력

임철희 국민대학교 교수, 한반도 미래연구원



▶ 연사 소개: 임철희 (Lim, Chul-Hee)

- 국민대학교 교양대학 조교수 (이학박사 / 환경계획 전공) / 한반도미래연구원 기후위기센터장
- 연구실 : 미량관 606호 (02-910-6569) / 휴대전화 : 010-7119-3290 / e-mail: clim@kookmin.ac.kr
- 통일부 정책자문위원, 해양수산부 기술자문위원, 영등포구 도시계획위원 등

• 전공 분야

- 기후변화에 따른 미래 변화 예측(산림, 농업, 수자원, 재해 등) 및 기후변화 대응 정책
- 지리정보시스템(GIS)과 원격탐사기법(Remote Sensing)을 이용한 환경변화 분석 / 북한 산림황폐화 및 복원 & 남북환경협력

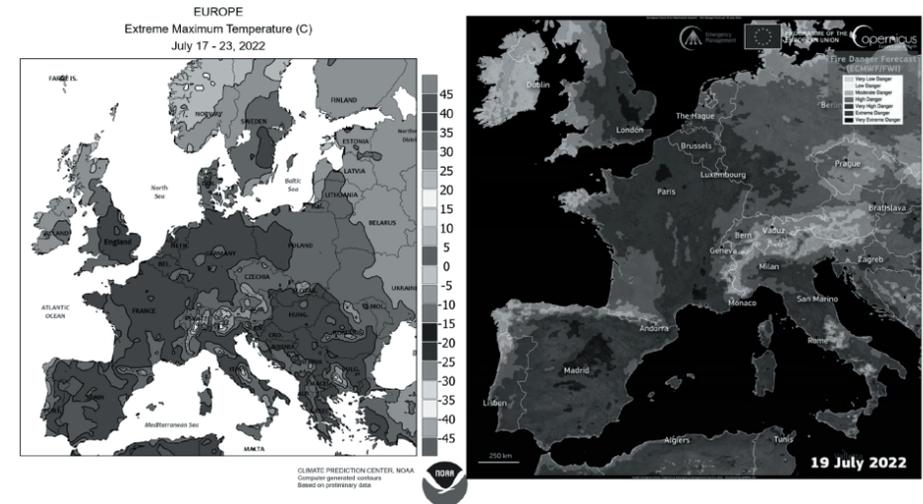
• 현재 수행 연구과제

- 인공지능과 기후기술-정책 융합 기반 산림 통합평가모형 개발 및 국제화 기반 연구 (과기부, 우수신진 - 연구책임)
- 한반도 기후위기 대응을 위한 남북과학기술 협력방안 연구 (과기부, 국제협력사업 - 연구책임)
- 기후위기 시대의 불평등과 적응의 가치: 기후정의의 실현을 위한 공간적 접근 (교육부, 인문신진 - 연구책임)
- 이탄지 토지이용변화 시나리오에 따른 지역단위의 생태계서비스 가치평가 (국립산림과학원 위탁연구 - 연구책임)
- 기후정의와 사회혁신을 위한 데이터과학기반 시민과학자모델 개발: 폭염재난과 건강불평등을 중심으로 (교육부, 융복합연구)
- 남북산림협력 분야별 기술체계 정립III: 탄소경영, 산림복원 (산림청, 연구용역)

• 최근 주요 연구 논문 (국내외 논문 약 90여편)

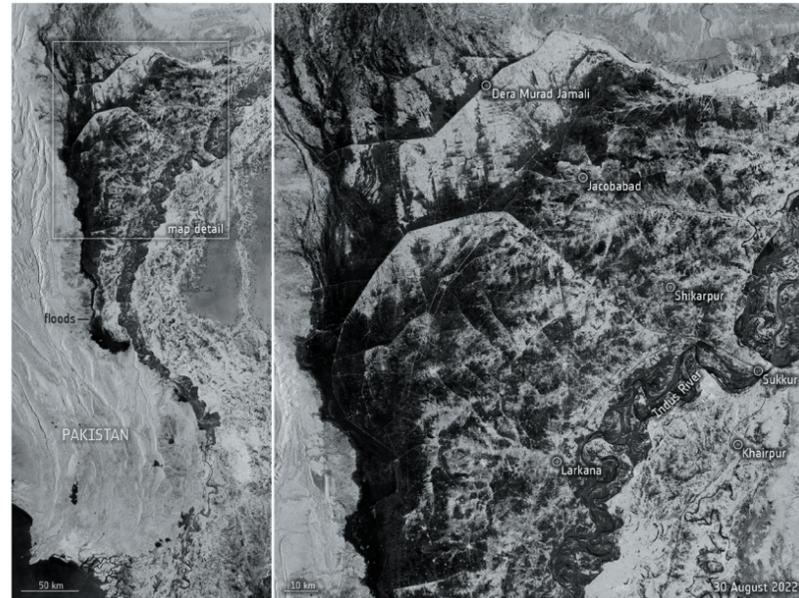
- Lim, C. H., & Yeo, H. C. 2022. Understanding the Long-Term Vegetation Dynamics of North Korea and Their Impact on the Thermal Environment. *Forests*, 13(7), 1053. (SCI)
- Lim, C. H., & Kim, H. J. 2022. Can Forest-Related Adaptive Capacity Reduce Landslide Risk Attributable to Climate Change?—Case of Republic of Korea. *Forests*, 13(1), 49. (SCI)
- Lim, C. H.* 2021. Water-centric nexus approach for the agriculture and forest sector in response to climate change in the Korean Peninsula. *Agronomy*, 11, 1657. (SCI)
- Lim, C. H., Ryu, J., Choi, Y., Jeon, S. W., Lee, W. K. 2020. Understanding global PM2.5 concentrations and their drivers in recent decades (1998–2016). *Environment International*, 144, 106011. (SCI)
- Lim, C. H., Song, C., Choi, Y., Jeon, S. W., Lee, W. K. 2019. Decoupling of forest water supply and agricultural water demand attributable to deforestation in North Korea. *Journal of Environmental Management*, 248, 109256. (SCI)
- Lim, C. H., Kim S. H., Chun, J. A., Kafatos, M. C., Lee, W. K. 2019. Assessment of Agricultural Drought Considering Hydrological Cycle and Crop Phenology in the Korean Peninsula. *Water*, 11(5), 1105. (SCI)
- Lim, C. H., Kim, Y. S., Won, M., Kim, S. J., Lee, W. K. 2019. Can satellite-based data substitute for surveyed data to predict the spatial probability of forest fire? A geostatistical approach to forest fire in the Republic of Korea. *Geomatics, Natural Hazard and Risk*, 10(1), 719-739. (SCI)
- Lim, C. H., Yoo, S., Choi, Y., Jeon, S. W., Son, Y., Lee, W. K. 2018. Assessing Climate Change Impact on Forest Habitat Suitability and Diversity in the Korean Peninsula. *Forests*, 2018, 9, 259. (SCI)
- Lim, C. H., Choi, Y., Kim, M., Jeon S. W. Lee, W. K. 2017. Impact of Deforestation on Agro-Environmental Variables in Cropland, North Korea. *Sustainability*, 9(8), 1354. (SSCI/SCI)
- Lim, C.H., Kim, S.H., Choi, Y., Kafatos, M.C., Lee, W.K. 2017. Estimation of Virtual Water Contents of Main Crops using Multiple Regional Climate Models and Evapotranspiration methods in Korean Peninsula. *Sustainability* 9(7): 1172. (SSCI/SCI)
- 임철희, 최연아. 2021. 북한 산림복원의 생태계 서비스 기반 경제적 가치평가. *환경생물*, 39(2): 225-235
- 임철희, 김현준. 2020. 기계학습 기반 최근 기후변화에 따른 지표수종의 서식지 변화 규명. *한국기후변화학회지*, 11(6-2), 793-805.

▶ 전 세계적 기후위기와 국제적 노력



▶ 전 세계적 기후위기와 국제적 노력

파키스탄, 2022년 8월 30일



▶ 전 세계적 기후위기와 국제적 노력

국제 > 유럽

'1000년만의 독일 폭우' 사망자 160명 넘었다

기후 변화가 원인으로 지목...부상자 독일에서만 670명

파리=순진석 특파원
입력 2021.07.18 07:27

17일 독일 서부에서 폭우 작업에 나선 한 군인이 물에 잠긴 자동차를 둘러보며 희생자가 있는지 살펴보고 있다./로이터 연합뉴스

'100년만의 폭우' 서유럽 홍수 피해 지역

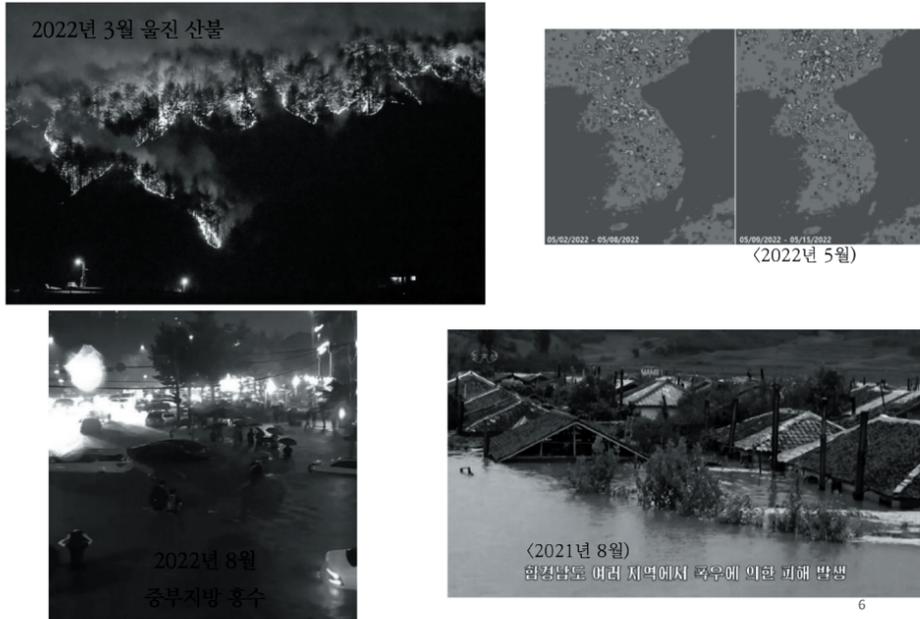
7월 16일 현재 홍수 피해·범람 지역

네덜란드, 벨기에, 독일

네덜란드: 뒤스부르크, 도르트문트, 뒤셀도르프
벨기에: 리에주, 외조강
독일: 라인강, 아르강, 쿨렌츠, 룩셈부르크, 트리어

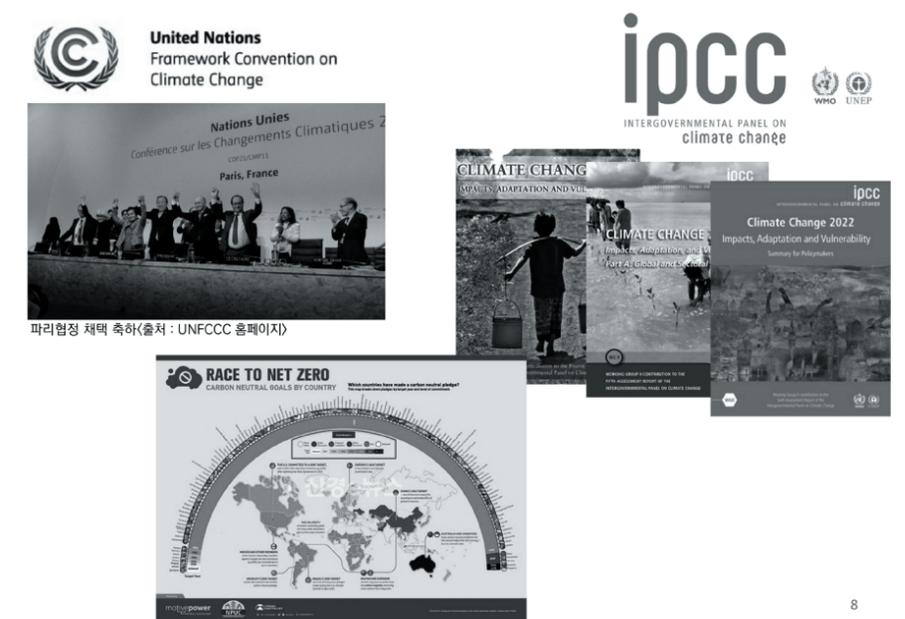
자료/BBC 등 외신 종합 연합뉴스

▶ 전 세계적 기후위기와 국제적 노력: 한반도



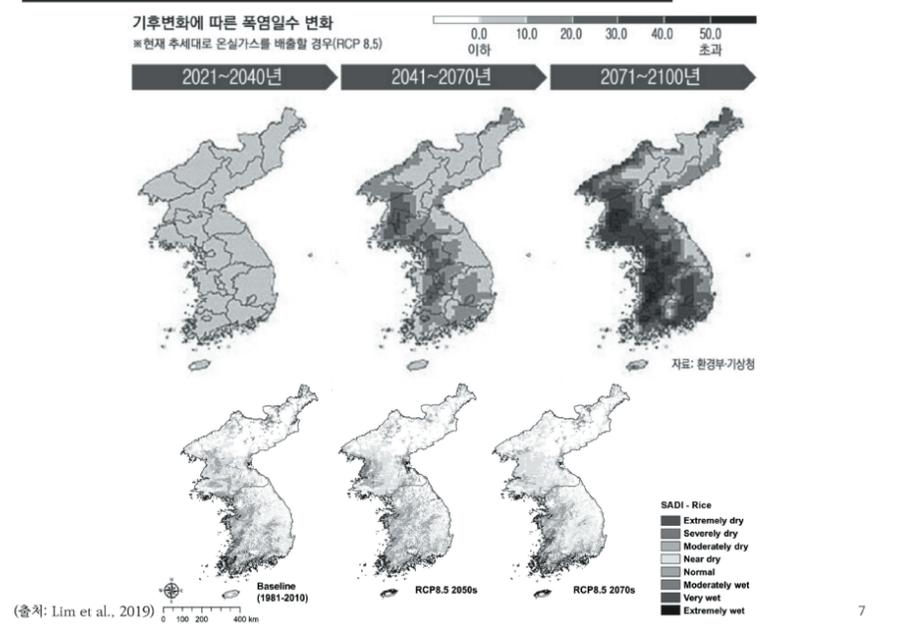
6

▶ 전 세계적 기후위기와 국제적 노력



8

▶ 전 세계적 기후위기와 국제적 노력: 한반도



7

▶ 유엔기후변화협약과 국제기후협력

UNFCCC의 주요 연혁

- 1988 유엔총회에서 기후위기에 대한 최초의 결의안을 채택하고 기후변화를 공동관심사이고 선언
- 1990 유엔총회에서 기후변화에 관한 유엔 기본 협약(UNFCCC) 협상을 위한 INC 설립
- 1992 FCCC가 채택되고 서명을 위해 UNCED에 개량
- 1994 FCCC의 발효
- 1995 베를린 위임사항 채택, 개발도상국에는 새로운 의무를 부여하지 않으면서 선진국에 대한 수평적 배출 제한 목표를 부여하는 의정서 합의
- 1997 교토의정서 채택
- 2001 교토의정서를 운영하기 위한 미러제시 합의문 채택
- 2004 교토의정서 발효
- 2007 말리양총회 채택, 기후변화에 대한 장기 협력행동을 위한 종합적 시차
- 2009 국가 원수들이 교토의정서 합의문을 채택하나 COP이 이를 새로운 협정이나 의정서로 합의하는 데는 실패
- 2011 다변불협이 채택되어 2020년 이후의 기간을 다루는 협상 시작
- 2012 도하계정을 채택하여 교토의정서를 2020년까지 연장하기로 합의했으나 발효시키는 데 실패
- 2013 바르샤바 COP 결정으로 2015년 당사국총회 전에 INDC를 제출하도록 요청
- 2014 기후행동에 관한 리마산언이 채택되어 협상문 초안 의 요소에 합의하고 INDC에 대한 지침 마련
- 2015 파리협정 채택
- 2018 파리협정을 구체적으로 이행하기 위한 룰북(rule book) 협상 진행
- 2019 룰북(rule book) 추가협상 완료

신기후체제의 구성요소

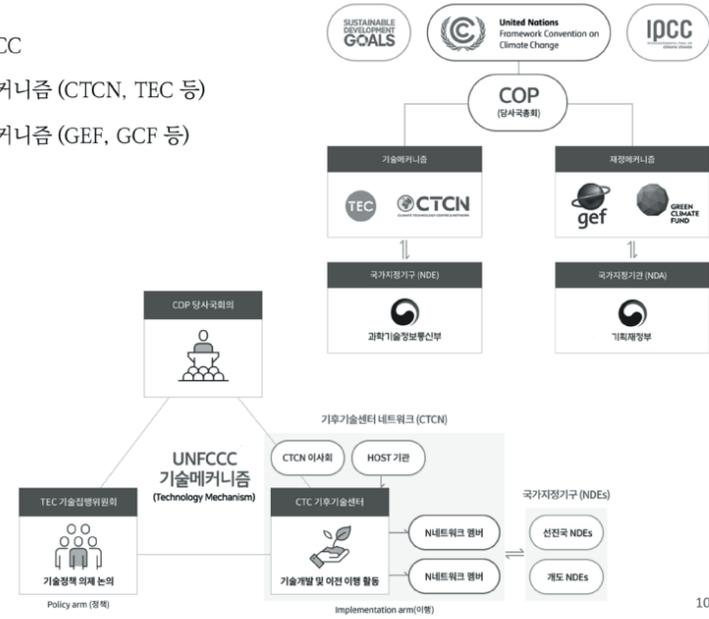
목표: 감축, 적응, 투명성, 공동 적용, 이행 수단 (재정, 기술 개발 및 이전, 역량 배양)

기술개발 및 이전 메커니즘

기술개발기구의 구성요소: COP 당사국총회, 기술이전위원회, TEC 기술신행위원회, 국가정보기구 INDC, 국가정보기구 INDC, 국가정보기구 INDC, 국가정보기구 INDC

▶ 유엔기후변화협약과 국제기후협력: 기술메커니즘

- UNFCCC
- 기술메커니즘 (CTCN, TEC 등)
- 재정메커니즘 (GEF, GCF 등)



(출처: GTC)

10

▶ 유엔기후변화 협약에서 북한의 활동

“북한의 적극적인 국제 기후변화-환경레짐 참여”

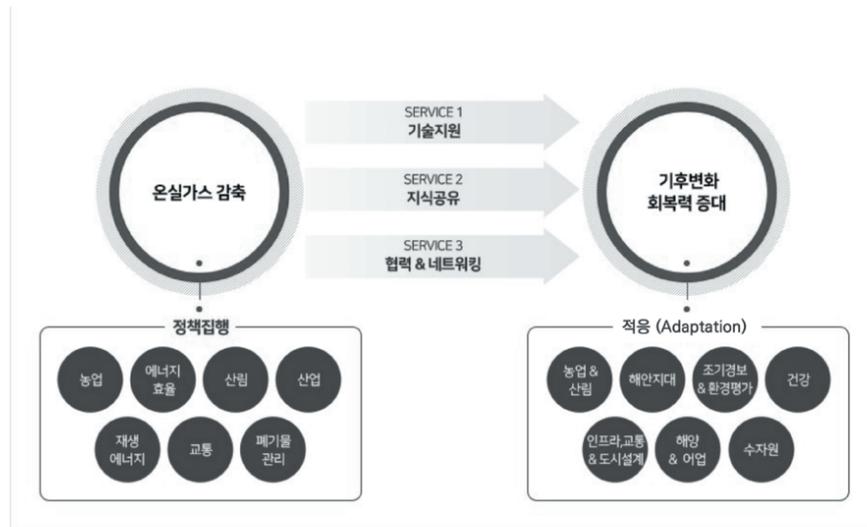
This block contains two screenshots. The left one is the 'Intended Nationally Determined Contribution of Democratic People's Republic of Korea' report from September 2016, detailing various mitigation measures like solar power, wind farms, and energy efficiency. The right one is the 'Democratic People's Republic of Korea Voluntary National Review' report from 2021, showing progress on the 2030 Agenda.

〈유엔기후변화협약에 제출한 북한의 자발적 온실가스 감축목표(NDC)〉

〈유엔 고위급정치포럼에 제출한 북한의 SDGs 이행 자발적 국가보고서(VNR)〉

12

▶ 유엔기후변화협약과 국제기후협력: CTCN



(출처: GIST)

11

▶ 북한의 기후기술 수요

- 국제사회에 제출한 기술 요청 리스트를 통해 분석한 북한의 기후기술수요

구분	기술분야	요청 기술/사업	문서/기관
Adaptation	Infrastructure and Urban planning	중앙식 복합 시설	NDC
		수집오염 예방 및 고효율 정수기술	UNDP
	Water	주요 오염지대 수질개선 및 수질 관리	UNDP
		주요 황만 하수처리 정화능력 개선사업	UNDP
Mitigation	Agriculture and forestry	대동강 통합 수질오염 모니터링 시스템 구축	UNEP
		물보전 워크숍	UNEP
	Carbon fixation and abatement	도시폐수 및 순환처리 시스템 시범사업	UNEP
		평양 지역발전 집진설비 도입 사업	CTCN
	Energy efficiency	해 발전소	NDC
		에너지 효율이 높은 에어컨 및 열 펌프	NDC
Renewable energy	고효율 잠자난로	NDC	
	울트라-초임계 석탄발전소	NDC	
	계통연계 태양광 시스템	NDC	
Transport	연인 통력발전	NDC	
	바이오가스	NDC	
Cross-cutting approaches	Ecosystem and biodiversity	가정용 태양열 온수시스템	NDC
		왕겨 열 병합 발전소	NDC
	Ecosystem and biodiversity	대도시 간선 급행버스 시스템	NDC
생물다양성 자원 목록작성 및 평가사업		UNEP	
Ecosystem and biodiversity	생물다양성 조사 및 관리사업	UNEP	
	통합대기환경 모니터링 구축사업	UNEP	
Ecosystem and biodiversity	주요 도시 대기보전 워크숍	UNEP	
	Ecosystem and biodiversity	주요 도시 대기보전 워크숍	UNEP

13

▶ 국제기후협력 메커니즘을 활용한 기술협력 사례

Item number	Title	Year of completion	Country	Implementation
20180001	Technical support for the government in the identification of technology needs	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180002	Agreement on energy efficiency and energy conservation	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180003	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180004	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180005	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180006	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180007	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180008	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180009	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180010	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180011	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180012	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180013	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180014	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180015	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180016	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180017	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180018	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180019	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180020	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180021	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180022	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180023	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180024	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180025	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180026	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180027	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180028	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180029	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180030	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180031	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180032	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180033	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180034	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180035	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180036	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180037	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180038	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180039	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180040	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180041	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180042	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180043	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180044	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180045	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180046	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180047	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180048	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180049	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180050	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180051	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180052	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180053	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180054	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180055	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180056	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180057	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180058	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180059	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180060	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180061	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180062	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180063	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180064	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180065	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180066	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180067	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180068	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180069	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180070	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180071	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180072	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180073	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180074	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180075	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180076	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180077	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180078	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180079	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180080	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180081	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180082	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180083	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180084	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180085	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180086	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180087	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180088	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180089	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180090	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180091	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180092	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180093	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180094	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180095	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180096	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180097	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180098	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180099	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy
20180100	Energy audit and energy efficiency improvement for public buildings	2018	South Korea	Ministry of Energy

CTCN 사업 완료한 76개국 사례



<국제평가지표에서 북한의 유사성을 통해 유의미한 사례 선별>

▶ 국제기후협력 메커니즘을 활용한 사례

(사례: 태국) 방콕의 홍수 대응을 위한 조기 경보 시스템 강화

구분	내용
기간	2016년~2017년
비용	250,000 USD
파트너	Office of the National Higher Education, Science, Research and Innovation Policy Council, Ministry of Higher Education, Science, Research and Innovation, UNEP-DHI Partnership - Centre on Water and Environment
지원내용	1. 홍수예보시스템(SCADA, 레인레이더, 게이지) 관련 데이터 소스 식별 2. 실증지역 기중모형 개선 3. 데이터 수집 시스템과 모델 환경 연계 4. 정보 및 운영 시스템 구성 5. 보급 워크숍
관련 기술	1. 홍수 예보 시스템 2. 커뮤니티 운영 조기 경보 시스템 3. 운하 및 배수 시스템

(사례: 미얀마) 과학 기반 정보 가용성 및 관리 개선을 통한 가뭄 및 홍수 관리 강화

구분	내용
기간	2018.07.13 ~2019.08.31
비용	US\$ 305,927
파트너	Environmental Conservation Department, Ministry of Natural Resources and Environmental Conservation, UNEP-DHI Partnership - Centre on Water and Environment
지원목적	1) 기후변화의 취약성을 줄이고, 농촌지역의 빈곤을 개선 2) 극한 기상현상에 대한 취약성 줄이기 위한
지원내용	기후변화 취약성 줄이기 위한 홍수 및 가뭄 조기경보 시스템 개발
관련 기술	1. Climate change monitoring 2. Flood hazard mapping 3. Climate scenario development 4. Drought risk mapping

▶ 국제기후협력 메커니즘을 활용한 사례

사회경제지표	주요국가	주요 CTN TA 유형	북한 기술수요 관련 프로젝트
부패인식지수	수단	Early warning and Environmental assessment	
국제평화지수	파키스탄	Energy efficiency	
경제자유지수	짐바브웨	Agriculture and forestry	
연론자유지수	미얀마	Cross-sectoral	홍수 및 가뭄 관리를 위한 조기 경보 시스템
기후지표	주요국가	주요 CTN TA 유형	북한 기술수요 관련 프로젝트
세계기후위험지수	방글라데시	Water	주요 오염지대 수질개선 및 고효율 정수기술
INFORM RISK	태국	Early warning and Environmental assessment	홍수 대비 시스템 구축

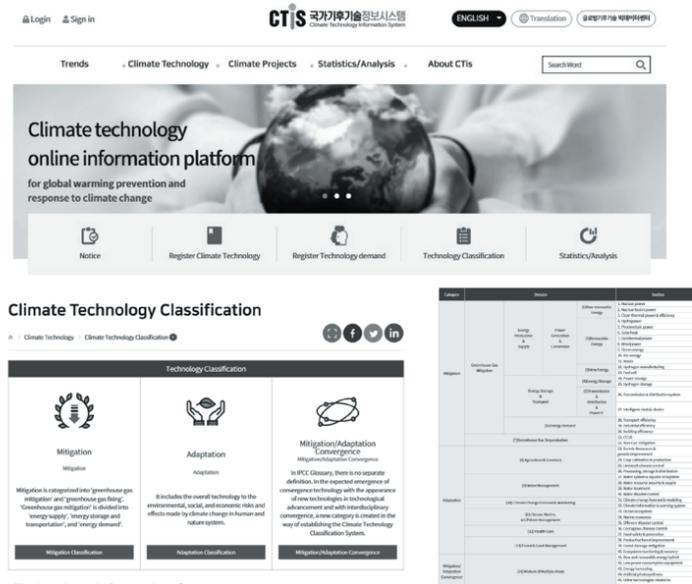
인도-중국의 협력 가능 사업

▶ 국제기후협력 메커니즘을 활용한 사례

(사례: 파키스탄) National Certification Scheme for Energy Auditors in Pakistan

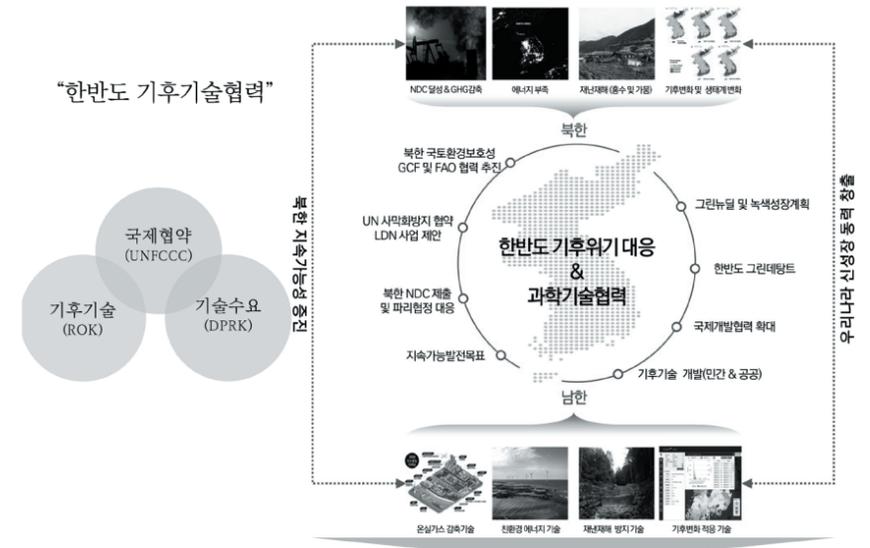
구분	내용
기간	2018.12.28~2021.03.31
비용	US\$ 103,569
파트너	Ministry of Climate Change - Pakistan, Climate Technology Centre and Network, The Energy and Resources Institute
지원목적	1) 국가인증제도를 유효하게 만들는데 필요한 규칙 및 규정 초안 작성을 포함한 에너지 심사원 및 관리자를 위한 국가인증제도 개발 2) 파키스탄 정부가 NEECA를 통해 국가 에너지 효율 및 보존법의 시행에 기여하기 위해 에너지 감사자를 교육하고 인증하는 지속 가능한 시스템을 구현하도록 지원
지원내용	1. 에너지 심사원 및 에너지 관리자를 위한 국가 인증 시스템 개발 2. 에너지 감사에 대한 예비 기술 교육 프로그램 조직 3. 에너지 심사원 및 관리자 시험을 위한 강의 내용 및 가이드북 및 문답은행 개발 4. 지침 작성 및 필요한 규칙 및 규정에 대한 보고서
관련 기술	1. Energy Efficiency i. Appliance and equipment - Lighting ii. Buildings - Efficient air conditioning system 2. Industry i. Construction - Cement production ii. Manufacturing industry - Machinery iii. Mitigation in textile industry iv. Mitigation in pulp and paper industry v. Conventional power plant efficiency

▶ 대한민국의 기후기술개발 및 활성화



Source: Climate Technology Information System

▶ 기후위기 대응을 위한 한반도 공동의 노력



(과기부지원 '한반도 과학기술협력사업' 계획서 내 모식도) 남북 기후기술협력을 통한 한반도 차원의 기후위기 공동 대응 기반 마련

▶ 대북제재하에서 남북협력과 다자협력

국제협력

- 대북제재 하에서도 북한은 산림을 포함한 환경 문제 해결을 위해 국제 민간기구(Non-Governmental Organization: NGO)를 활용한 협력 진행
 - 한스자이델재단(HSF)의 경우 2012년부터 산림 관련 사업을 준비하여 2014년부터 2017년 까지 유럽연합(European Union: EU)의 지원을 받아 지속가능한 조림 사업을 진행
 - 그 이후에도 북한 전문가의 산림관련 역량강화 사업을 지원



<한스자이델재단의 조림사업지 모습 (한스자이델재단 제공)>

남북협력

- 인도주의적 지원 및 협력의 경우 유엔안보리의 대북 제재위원회에서 대북제재 면제 사업 가능
 - 경기도의 개풍양묘장 조성사업과 현대화사업 등이 대표적 사례
 - 전염병, ASF 등에서도 사례

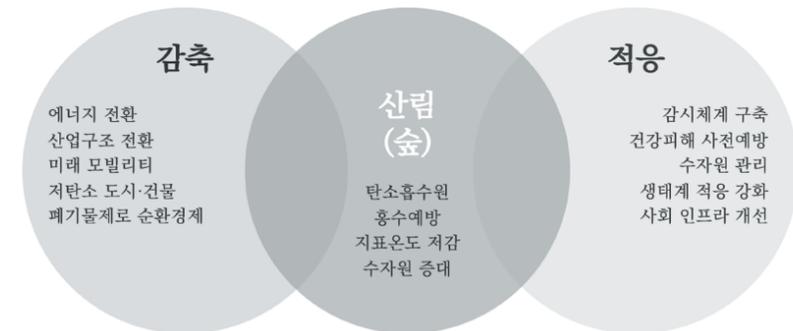


양묘장 전경

관리동, 온실

저온저장고

▶ 기후위기 대응을 위한 한반도 공동의 노력



▶ 그린데탕트와 기후기술협력

“그린데탕트(Green Détente)”

- 정교하게 정의된 학술적 용어가 아닌, 정책지향적 개념으로, 환경, 생태등을 의미하는 그린(Green)과 대립·갈등관계를 화해·협력으로의 전환을 의미하는 긴장완화(Détente)가 상호 결합된 용어
 - 분단구조 하에서 정치·군사적 대결이 지속되는 남북관계를 환경·생태협력을 통해 한반도의 긴장을 완화하고 평화공존을 이루어 궁극적으로 남북한 통일의 토대를 마련하려는 구상
- 미세먼지, 재해재난, 기후변화 공동 대응, 산림협력, 농업·수자원 협력 등



Thank you
Q&A
(clim@kookmin.ac.kr)



남북 재생에너지 협력 가능성 탐색

김은진 서울대학교 환경대학원 박사과정, 숲과나눔 특정주제연구자

1. 서론

기후위기 시대, 온실가스 배출량 감소를 위해서 화석연료에서 재생에너지로의 전환이 시급함에도 불구하고 재생에너지 보급 확대는 여전히 난항에 봉착해있다. 재생에너지 시설 설치에 대한 주민감동은 여전히 해결하기 쉽지 않다. 농어촌 주민은 본인들의 거주 지역에 재생에너지를 설치하는 것에 비판적이다. 이에 더해 재생에너지 자체에 대해서도 다양한 이슈로 논란이 제기되고 있다(프레시안, 2022; 에너지경제신문, 2022). 현 정부 들어 친원전 정책을 추진하면서 재생에너지 발전 목표를 축소시키려는 모습도 보인다(시사IN, 2022). 이처럼 재생에너지에 대해 다양한 논란이 제기되고 있지만 그럼에도 기업들의 요구는 커지고 있다. 삼성은 2022년 9월 15일 '신(新) 환경경영전략'을 발표하며 탄소중립을 강조하였고 RE100에도 가입하였다(이코노미스트, 2022). 전력 부문에서 탄소 배출을 감소하는 것은 특히 기업에게 더 중요해지고 있다.

남북 재생에너지 협력은 먼저 이러한 국내적 맥락에서 검토되어야 한다. 한국에서 소화하기 힘든 재생에너지에 대한 요구를 다른 방식으로 해결하는 방법은 없는가. 재생에너지를 비롯한 전력 문제를 해결하기 위해 가장 인접해있는 북한과 협력하는 방안은 없을지에 대한 것이 이 연구의 문제의식이다. 재생에너지 분야 협력 방안을 검토하기에 앞서 북한이 재생에너지를 어떻게 받아들이고 있는지, 재생에너지를 어떻게 활용하고 있는지를 살펴본다. 또한 남북 재생에너지 협력 사업으로 제시된 기존 방안들을 정리함으로써 현 단계에서 남북이 함께 할 수 있는 재생에너지 사업은 무엇이 있을지를 검토한다.

본 연구는 질적 연구로 수행된다. 기존 문헌 및 국내외 연구 자료, 보고서 등을 참고하여 분석하며, 북한 자료의 경우 북한 조선로동당 기관지인 『로동신문』을 중심으로 북한의 재생에너지 보급 현황을 살펴본다. 기존 연구자들과 학자들이 발표한 남북 재생에너지 협력 방안을 검토함으로써 남북 재생에너지 협력의 가능성을 탐색한다.

2. 본론

1) 선행 연구 분석

남북 재생에너지 협력에 대한 선행 연구는 북한 재생에너지 현황 분석 연구, 에너지 기본권 측면에서 북한 재생에너지를 조명한 연구, SDGs와 기후변화 관점에서 북한 에너지 정책을 살펴본 연구로 구분할 수 있다. 먼저 북한 재생에너지 현황을 분석한 연구로는 빙현지 외(2017)가 있으며 에너지원별 남북 에너지 협력 방안을 모색하였다. 배성인(2010), 윤순진 외(2010)는 에너지 기본권 측면에서 남북 재생에너지 협력 방안을 모색하였으며, 조진희 외(2020), 신지윤 외(2021)는 SDGs 및 기후변화 관점에서 북한 에너지 정책을 살펴보았다. 본 연구에서는 기존 연구들의 연구 성과에 더해 남북 재생에너지 협력 사업 내용을 정리하고 향후 협력 가능성을 검토한다.

2) 북한의 재생에너지 활용 관점

북한은 재생에너지를 두 가지 측면에서 추구하고 있다. 첫째, 자력갱생 차원에서 국가가 제공하지 못하는 에너지원을 재생에너지를 통해 지역 스스로 충당하도록 하는 것이다. 둘째, 기후변화 대응 측면에서 재생에너지를 활용하는 것이다. 첫 번째 측면에 대해서는 북한의 내부 법령 등에서 확인할 수 있다. 중소형발전소 법(2007년), 농업 법(2009년) 등에서 지역에서 자체적으로 에너지를 보급하도록 강조하며 중소형발전소나 자연에너지를 활용할 것을 언급하고 있다. 북한은 재생에너지를 적극적으로 활용하기 위해 자연에너지 법(2013년)을 제정하기도 하였다. 북한의 재생에너지에 대한 기후변화 대응 관점은 북한 기관지인 『로동신문』에도 드러난다. 『로동신문』에서 재생에너지 또는 자연에너지를 다루는 기사들을 살펴보면 탄소배출과 지구온난화, 환경 위협에 대한 내용을 언급하고 있다.

3) 북한의 재생에너지 활용 현황

지역별로 재생에너지 활용 정도에 차이가 있으며 특히 도시를 위주로 재생에너지가 활용되고 있는 것으로 추측된다(『로동신문』 자료 참고). 전력 사용의 경우 가전제품 보유율을 통해 유추해볼 수 있다. 가전제품 보유율의 경우 중산층 이상에서 높게 나타나고 있으며 소득 수준이 높은 상층일수록 보유율이 높다. 이를 통해서도 전력 사용이 도시 지역 및 부유한 계층에게 집중되고 있는 것을 확인할 수 있다. 북한 전역에 전력망이 연결되어 있으나 농촌 지역에서는 석탄과 나무를 더 많이 활용하고 있다고 보고된다(UNICEF, 2017; 박민주, 2022).

4) 북한과의 재생에너지 협력 사업 구상

남북 재생에너지 협력에 대해서는 에너지원별로 협력 방안을 구상하거나 특정 지역에 대한 협력 방안을 제시하는 연구들이 수행되었다. 특히 가장 많이 수행된 연구들은 북한의 에너지 현황 및 재생에너지 현황을 분석하고 북한 주민의 에너지 기본권 및 한국 기술적 강점을 살려 재생에너지 협력의 필요성을 강조하는 연구들이다(배성인, 2010; 윤순진 외, 2010; 빙현지 외, 2017). 구체적으로 제시된 협력 사업으로는 먼저 남-북-러를 잇는 가스 파이프라인 또는 슈퍼그리드를 제시한 연구가 있다. 특히 동북아 슈퍼그리드는 2011년 손정희 소프트뱅크 회장이 비슷한 개념을 이미 언급했던 협력 방식으로 나용우(2018), 김경술 외(2020) 등의 연구자들도 다시 한번 강조하였다. 두 번째로 서해 접경 지역에 해상풍력 또는 조수력 재생에너지 발전단지를 조성하는 방식이다. 이러한 방식은 남근우(2022)의 연구에서 다시 한번 강조되었으며 백령도와 연평도 인근에 재생에너지 협력 거점을 마련할 것을 제안하기도 하였다. 세 번째는 도시와 농촌을 구분하여 지역마다 다른 방식으로 재생에너지 협력 사업을 추진하는 것이다. 김윤성 외(2018)의 연구에서 이와 같이 제안하였으며 도시의 경우 전력 공급 중심의 재생에너지 사업을, 농촌의 경우 바이오매스 기반의 재생에너지 공급 사업을 추진할 것을 제안하였다. 마지막으로 DMZ와 같은 접경 지역을 중심으로 전력 협력 사업을 추진하는 것이다. 김경술 외(2020)의 연구에서 관련 내용을 다루고 있다.

3. 결론

북한에서 재생에너지 수요는 분명하다. 국내의 재생에너지 보급 현황을 볼 때 향후 보급 확대를 위해서는 이를 타개할 대책이 필요한 것도 사실이다. 하지만 남북 재생에너지 협력 사업을 추진하는데 있어 현실적인 제약이 따른다. 김윤성 외(2018)는 자신의 연구에서 남북 협력을 위해서 인도적 지원-개발협력-경제협력으로 구분하여 협력 방안을 고민하였다. 대북제재 면제를 위해서 인도적 지원을 추진하는 것이 용이할 수 있으나 남북 교류에 대한 국내 여론을 고려할 때 이 역시도 쉽지 않을 수 있다. 또한 슈퍼그리드 조성과 같은 대규모의 사업을 추진하는 것 역시 현 국내의 정세를 고려했을 때 쉽지 않을 것이다. 따라서 국제기구를 통한 지역 재생에너지 지원 사업을 추진할 뿐만 아니라 지자체와 민간단체를 적극 활용하여 재생에너지 협력 사업의 동력을 마련하는 것이 필요하다. 강원도 남북협력 연구에서 제시한 '리' 단위의 마을 만들기 사업과 같은 지역 사업에 재생에너지를 포함할 수 있을 것이다. 대북 협력 사업의 가장 큰 난관 중 하나인 대북제재의 경우 지자체와 민간단체를 통해서 제재 면제를 받을 가능성을 높일 수 있다. 지난 2020년 8월 북한 지역에 유리 온실을 건설하기 위한 비용 약 4억3

천만 원이 유엔 대북경제위원의 면제 승인을 받아 지원된 사례가 있었다(송영훈 외, 2020). 이처럼 지역 중심의 남북 재생에너지 협력을 통해 에너지 분야 환경 협력을 추진할 가능성을 고려할 수 있다. 현 정부의 그린 데탕트는 환경 협력을 통한 평화를 지향한다. 환경 협력 추진에 있어 에너지 분야 온실 가스 배출 감축을 위한 협력은 더욱 강조되어야 한다. 이처럼 남북 재생에너지 협력은 기후변화 공동 대응이라는 남북 공동의 과제를 공유하는 선상에서 출발해야 할 것이다.

참고문헌

연구 자료

- 김경술, 신정수, 김현규, 이제석, 나중희, 손병관, 이범석, 박성진, 정우진, 최경수, 이석기, 명수정, 김정민, 2020. 『친환경 저탄소 남북 에너지협력 추진방안 연구』, 경제·인문사회연구회.
- 김윤성, 윤성권, 이상훈, 2018. 남북 재생에너지 협력을 위한 전략과 정책적 과제, 환경법과 정책, 21, 131-165.
- 나용우, 2018. 『김정은시대 대외개방정책과 남북 에너지서비스 구축에 관한 연구』, 통일부.
- 남근우, 2022. 『한반도 탄소중립을 위한 인천시의 남북협력 정책과 과제』, 인천연구원.
- 박민주, 2022. 북한 주민의 열에너지 기술·생활사: 2000년 이후 북한 주민의 비공식적 난방·취사 실천을 중심으로, 통일인문학, 89, 301-348.
- 배성인, 2010. 북한의 에너지난 극복을 위한 남북 협력 가능성 모색 - 신재생에너지를 중심으로 -, 북한연구학회보, 14(1), 59-90.
- 방현지, 이석기, 2017. 『북한 재생에너지 현황과 시사점』, 산업연구원, 2017.
- 송영훈, 정현숙, 홍상영, 원세림, 2020. 『지속가능한 지역개발협력형 남북강원협력사업 모델 개발 연구』, 강원도의회·강원대학교 통일강원연구원.
- 신지윤, 이정희, 2021. 기후변화대응 관점에서 북한 전력인프라 협력방안 연구, JOURNAL OF ENERGY & CLIMATE CHANGE, 16(2), 302-325.
- 윤순진, 임지원, 안정권, 임효숙, 조영래, 2010. 남북 재생가능에너지 협력의 필요성과 장애요인, 환경논총, 49, 63-93.
- 조진희, 강우철, 2020. 지속가능발전목표(SDGs) 관점에서 본 북한 에너지 정책과 남북협력 시사점, 입법과 정책, 12(2), 175-201.
- UNICEF, DPRK, 2018. Multiple Indicator Cluster Survey 2017: Survey Findings Report.

신문기사

- “삼성, 혁신 기술로 '탄소중립' 달성·차별화 아닌 생존 문제 [RE100 초읽기①]”, 『이코노미스트』, 2022년 10월 1일.
- “염전·농지 태양광으로 덮이는데...대도시 재생에너지 자립률은 1%”, 『프레시안』, 2022년 9월 28일.
- “‘원전 확대 vs 재생에너지 100%’ 윤 정부와 삼성의 엇박자?”, 『시사IN』, 2022년 10월 18일.
- “잡음 끊이지 않는 새만금 재생에너지 사업 좌초위기?”, 『에너지경제신문』, 2022년 10월 17일.
- “NLL 평화해역으로 바꾸고.. 北은 전력난 해소 '일석이조'”, 파이낸셜뉴스, 2018년 5월 3일.

북한 자료

- 『로동신문』
- 농업 법
- 재생에너지법
- 중소형발전소 법

세션 7 시민과학풀씨&초록열매

시민과학풀씨 및 초록열매 소개

- 시민과학을 이용한 왕우렁이 농생태계 서식 실태조사
닥터구리 유상홍, 최윤정
- 피라미속 어류의 분포양상과 서식지 특성
도리뱅뱅이 김기은, 성무성
- 합리적인 전기차 충전소 설치를 위한 주차장 머무름 시간 연구
머무름 김민호
- 시민과학과 기후변화지표종 및 후보종 거미류 모니터링 연구
얏뜨거미 정재욱, 김현구
- 국내 지역별 닭 사체에서 출현하는 법의곤충(딱정벌레목) 관찰
오손도손 오유정, 김희윤, 손문정
- 제주도 용천수 수질오염도에 따른 미끈망독속,
저서성 어류 개체 수와 분포의 상관관계
PCA(Principal Component Analysis) 분석법을 통한
제주 용천수의 저서성 어류의 서식처의 특성
차다현 차다현
- 시민 주도의 강화도 생태환경 모니터링
갯벌생태교육 허브 물새알 여상경
- 아가새 돌봄단
다 살린다. 아가새 돌봄단
한강생물보존연구센터 황대인

시민과학플씨 소개

시민과학플씨는 환경·안전·보건 분야 연구자들이 시민과 함께 연구하며 성과를 도출해내는 연구 프로젝트 지원사업으로, 재단법인 숲과나눔과 동아사이언스가 함께 운영하고 있습니다. 시민과학플씨 3기 연구 프로젝트에 참여하는 시민과학자는 어린이과학동아 지구사랑탐사대 10기 대원으로 구성되어 있습니다.

닥터구리

유상홍 전라북도교육청과학교육원, 최윤정 지구사랑탐사대 시민연구원

도리뱅뱅이

김기은 안양대학교 환경에너지공학과, 성무성 순천향대학교 일반대학원 생명과학전공

머무름

김민호 민족사관고등학교 교사

앗뜨거미

정재욱·김현구 한림대학교 생명과학과

오손도손

오유정·김희윤 인천대학교 생명과학부 생명과학전공, 손문정 인천대학교 생명과학부 분자의생명전공

차다현

차다현 인하대학교 해양과학과

초록열매 소개

초록열매는 재단법인 숲과나눔과 사회복지공동모금회 사랑의열매가 미래세대를 위한 더 나은 환경을 조성하고, 취약계층에게 더 큰 피해를 발생시키는 불평등한 환경문제 해결을 위한 다양하고 참신한 아이디어를 발굴하여, 새로운 시도들을 확산시키는 지원사업입니다.

현재 환경복지, 자원순환, 기후위기 대응, 생태계 보호, 환경교육 등 5개 분야에 30개 사업을 지원하고 있습니다.

시민과학을 이용한 왕우렁이 농생태계 서식 실태 조사

닥터구리

유상홍 전라북도교육청과학교육원

최윤정 지구사랑탐사대 시민연구원

1. 서론

식용(食用)을 목적으로 국내에 유입된 왕우렁이는 논·밭의 잡초 제거에 효과적이라는 것이 알려지면서 1992년경부터 일부 농가를 중심으로 친환경 쌀 재배에 이용되었다(Seoul Shinmun, 2001). 이후 왕우렁이 농법은 편리하고 제초 효과도 뛰어나다는 점이 알려지면서 친환경 농법의 대표 주자가 되었고, '왕우렁이 농법'을 통해 전국의 수역으로 확산되었다. 왕우렁이는 열대지방 원산으로 영하의 온도에서는 생존이 어려워 일부 남부 지역을 제외하고는 겨울 동안 생존하지 못할 것으로 예상되었으나, 한반도 겨울 기온이 상승함에 따라 이듬해까지 생존한다는 사실이 밝혀졌으며 관리 부실로 인해 생태계로 확산되어 문제가 되고 있다.

환경부는 2003년부터 왕우렁이의 생태계 교란생물종 지정을 검토했으나 환경부와 농업계, 농림부 측의 입장이 달라 지정이 취소되었다. 2019년 왕우렁이의 월동 방제 및 자연 유출 등을 차단하기 위해 부처 간 협의(농식품부·환경부·해수부)를 통해 관리지침을 마련하였고, 왕우렁이 관리를 위하여 지자체(특별·자치시장, 특별자치도지사, 시장·군수·구청장) 등에서 왕우렁이 지원 사업 시 반드시 지켜야 할 사항 등을 규정하였다. 지자체 등은 왕우렁이의 활용 후 안정적인 관리를 위하여 최대한 노력하여야 하며 왕우렁이 관리 지침으로 정하는 기준 등을 이행할 의무가 있다. 그러나 왕우렁이 관리지침이 제대로 지켜지고 있는지에 대해서는 조사가 미흡한 상황이다.

본 연구는 시민과학자들과 협업하여 5~7월 동안 현장조사를 통해 친환경에 활용되는 왕우렁이 생태계 유출 분포 현황 및 왕우렁이 관리 지침 이행사항인 생태계 유출 방지 차단망 설치 실태를 파악하여 이를 바탕으로 효과적인 관리 방안을 제안하고자 한다.

2. 본론

1) 연구 방법

(1) 왕우렁이 유출 차단망 조사

연구자가 사전 현장 조사를 통해 친환경 왕우렁이 농법을 시행하는 지역 중에서 시민과학자가 조사가 가능한 지역을 조사 지점으로 정하였다. 각각 조사 지역의 논 주변을 걸으며 논물의 배수 방법 및 왕우렁이 차단망을 확인하였다. 열 개의 논이 넓어서 도보로 접근이 어려울 경우 차로 이동하여 논물 배수하는 곳을 확인하였다.

(2) 친환경 왕우렁이 농법 논과 왕우렁이 관행 논 조사

친환경 농법을 하는 지역과 예전에 왕우렁이 농법을 하다가 중단한 논을 각각 아홉 개의 지점으로 선정하여 현장조사하였다(표1). 각 지점에서는 10개의 논을 조사하였다.

〈표1〉 왕우렁이 유출 방지 차단망 조사 지역

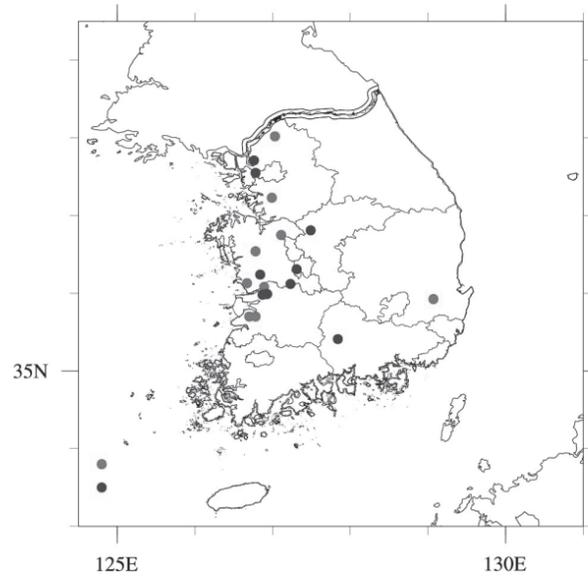
친환경 왕우렁이 농법	왕우렁이 농법을 중단한 논
경기도 연천군 군남면 남계리	경기도 파주시 야당동 643-2
경기도 수원시 권선구 평리동 352-1	서울시 강서구 오곡동 543-3
충남 서천군 판교면 문곡리 253-16	충남 논산시 양촌면 양촌리 352-2
충남 천안시 풍세면 남관3리	충북 진천군 초평면 화산리 976-3
충남 예산군 광시면 시목리 325-1	충남 부여군 규암면 노화리 56-14
경북 경주시 서면 도리2리	대전광역시 유성구 진잠동 440-5
전북 익산시 웅포면 고창리 853-10	경남 산청군 친환경로 2346
전북 부안군 행안면 대초리	전북 익산시 황등면 신기리 1098-19
전북 김제군 죽산면 대창리 562-15	전북 군산시 서수면 탑천리 674-13

2) 연구 결과

(1) 왕우렁이 유출 차단망 조사

친환경 왕우렁이 농법을 실행하고 있는 아홉 개의 지점을 조사한 결과, 논물을 배수하는 곳에 설치된 차단망은 철망과 파이프 등 형태가 각각 달랐다. 차단망이 설치된 논은 9개의 지점, 총 90개의 논에서 21개에 불과했다. 논물을 배수하는 곳이 수로로 연결된 곳도 있었고, 논둑을 임시로 헐어서 논물

을 배출한 이후에 막는 방식을 사용하는 논들도 있었다. 특히 충남 서천군 판교면 문곡리, 논산군 양촌면 양촌리, 경남 산청군 친환경로 등 논물을 배수하는 곳과 수로를 거치지 않고 바로 하천으로 논물을 배수하는 논들은 왕우렁이가 하천에 그대로 유출되었다. 예전에 왕우렁이 농법을 하였으나, 지금은 중단한 지역의 논에도 왕우렁이는 대량 서식하고 있으며, 논둑의 풀과수로 안의 벽 등에서 알덩이들이 발견되었다.



(2) 친환경 왕우렁이 농법 논과 왕우렁이 관행 논 조사

논물을 배수하는 방법은 크게 네 가지로 나눌 수 있다. 왕우렁이 유출 방지 차단망(쇠망), 파이프, 논물을 배수하는 곳에 마개를 덮었다 여는 방식과 논둑을 임시로 헐었다가 막는 방식으로 논물 관리를 하고 있었다. 왕우렁이 차단망은 망 구멍의 크기가 가로, 세로가 약 1cm이다. 왕우렁이 크기가 1cm 이상인 개체들은 빠져나가지 못하고 철망에 걸리지만, 크기가 작아 1cm 이하인 치패들은 수로에 그대로 유출되었다. 논바닥에 파이프를 설치해 바닥으로 물을 빼는 곳은 파이프의 구멍이 논바닥과 가까워 비가 오거나 대량으로 물을 배수할 때에는 왕우렁이가 그대로 유실되었다. 파이프는 왕우렁이 유출 방지 차단망의 효과가 없는 것으로 조사되었다.

3. 결론

최근 생태계 교란 등 환경에 미치는 '왕우렁이'의 부정적 영향 최소화를 위해 향후 관리 방안을 모색하고 왕우렁이의 월동 방제 및 자연 유출 등을 차단하기 위해 부처 간 협의(농식품부·환경부·해수부)를 통해 관리지침을 마련하였다(농림축산식품부, 2019). 왕우렁이 관리지침 중에서 생태계 유출 방지를 위한 차단망 설치가 제대로 이행되는지 18개의 지점을 조사한 결과, 왕우렁이 관리지침을 이행하는 논은 조사한 180개의 논 중에 26개에 지나지 않았다. 지자체 등은 왕우렁이의 활용 후 안정적인 지속적인 관리를 위하여 최대한 노력해야 하지만, 현장에서 왕우렁이 관리지침 이행 여부에 대한 관리 감독이 제대로 이루어지지 않는 것으로 파악된다. 또한, 외래종 왕우렁이 유출 방지 차단망은 표준화 규격화가 되지 않아, 농업 현장에서는 각각 다른 방식으로 논물 배수를 관리한다. 왕우렁이 농법을 실행한 적 있는 논에 대하여 규격화된 왕우렁이 유출 방지 차단망을 사용하도록 하여 생태계 유출에 따른 피해를 최소화하고 효과적인 관리가 이루어질 필요가 있다.

참고문헌

- 김남영 외, 2017, 외래생물 정밀조사(IV), 국립생태원
- 농림축산식품부 친환경농업과, 2019, 왕우렁이 관리지침
- 방상원 외, 2007, 외래동물의 위해성 정보전달체계 및 교육·홍보 방안 수립 연구, 환경부, 348
- 이대성, 박영석, 2020, 왕우렁이(Pomacea canaliculata)의 국내 분포와 확산 특성 및 영향 요인 분석, 생태와 환경, 53(2), 185-194
- 제6회 국립생태원 생태동아리 탐구대회, 2019, 익산농촌지역 왕우렁이 분포현황과 생태계 확산방지를 위한 효과적인 관리방안, 국립생태원, 108-119
- Kim, N. Y., Shin, J. M., & Cho, S. N., 2020, Social Contexts of Regulatory Policy and the Influence of Interests on Regulatory Sciences—On the Controversy on the Regulatory Policy on Alien Golden Apple Snails (Pomacea canaliculata)—, 한국위기관리논집, 16, 131-155
- Lee, D. S., & Park, Y. S., 2020, Factors affecting distribution and dispersal of Pomacea canaliculata in South Korea, Korean Journal of Ecology and Environment, 53(2), 185-194
- “중(種)의 종말 ② : 줄어드는 생물종, 늘어나는 외래종...“한국도 예외는 아니다”, https://news.sbs.co.kr/news/endPage.do?news_id=N1004456879&plink=COPYPASTE&cooper=SBSNEWSSEND, 2017년 10월 31일
- “중(種)의 종말 ③ : 외래생물 80%, 어디서 왔는지도 어디 사는지도 모른다”, https://news.sbs.co.kr/news/endPage.do?news_id=N1004450499&plink=ORI&cooper=NAVER&plink=COPYPASTE&cooper=SBSNEWSSEND, 2017년 11월 1일
- “해남군, 왕우렁이 월동피해 없도록 미리 수거 당부”, 시민일보, 2019년 9월 2일

피라미속 어류의 분포양상과 서식지 특성

도리뱅뱅이

김기은 안양대학교 환경에너지공학과

성무성 순천향대학교 일반대학원 생명과학전공

1. 서론

국내 출현 담수어류 233종 중 피라미속 어류는 가장 높은 출현 비율을 자랑한다(Choi, 2001). 피라미속 어류는 사실상 전국에 분포하며(Chae et al., 2019) 일반 대중들에게도 친숙하고 일부 내륙 지방에는 피라미속 어류를 이용한 도리뱅뱅이라는 토속음식 또한 존재한다. 그러나 피라미속 어류는 사실상 우리와 제일 가까운 위치에 있는 민물고기임에도 후속 연구가 부족한 상황이다. 한반도에서 피라미속 어류가 학계에 처음 보고된 것은 1905년으로, Jordan이 부산에서 채집된 갈겨니를 검토 후 보고하였으며 1908년엔 Regan이 피라미를 보고하였다. 그러나 형태 및 지리적 변이에 대한 추가적인 언급은 없었으며 Uchida 또한 1939년 자신의 저서 조선어류지에 한반도에 서식하는 피라미와 갈겨니를 세밀하게 관찰하여 형태 및 혼인색, 분포, 생태, 초기 생활사 등을 상세하게 기록하였지만 외부적으로 차이를 보이는 다른 집단이 관찰된다는 언급은 없었다. 이후 한반도에 갈겨니 출현이 보고된 지 100년 만에 한강과 금강 등에 서식하는 일부 갈겨니 집단이 참갈겨니라는 독자적인 종으로 분류되었고(Kim et al., 2005) 참갈겨니 내에서도 수계마다 다른 지리적 변이 집단이 출현한다는 것이 밝혀졌다(Chae and Yoon, 2006). 피라미 또한 낙동강과 동해 남부 독립 하천 등 영남 지방을 중심으로 분포하는 일부 집단이 다른 혼인색을 띤다는 것이 밝혀졌고(Chae and Yoon, 2012) 이들은 모두 잠재적으로 종 수준으로 분화된 독자적인 집단으로 추정되나 후속 연구가 없어 아직 종 내 지리적 변이 집단으로 남아 단지 출현 수계의 앞 글자 혹은 가장 큰 외형적 특징을 따 형(Type)으로 현재 구분하고 있다. 특히 이 집단들은 낙동강 혹은 섬진강 등에서 동시 출현함에도 서식지를 일부만 공유할 뿐 대체적으로 잘 구분되어 서식하고 있다. 이에 본 연구는 전국적으로 분포하는 피라미속 어류의 분포양상과 서식지 특성을 파악하여 집단별로 각각 어떠한 환경을 선호하여 서식적으로 격리가 되었는지 시민과학의 도움을 받아 알아보고자 한다. 어류를 주제로 한 연구 중 시민과학의 도움을 받아 진행한 연구는 앞서 진행된 버들치속 어류의 서식현황을 주제로 하는 '시민과학을 통한 어류 서식현황 파악'이 있지만 시민과

학을 이용한 본격적인 어류 연구는 아직 걸음마 단계이며 시민과학의 데이터를 활용할 창구가 미비하다고 판단된다. 따라서 본 연구에서는 시민과학의 데이터를 통해 어류에 관한 연구의 가능성을 제시하고자 하며 장기적으로 피라미속 어류를 이용한 개체군 관찰을 통해 환경 변화 등을 파악할 수 있는 지표종 등의 다양한 연구 및 조사의 대상으로 활용될 수 있는 가능성을 밝히고자 한다.

2. 본론

본 연구는 2022년 1월부터 10월까지 관찰된 전국의 피라미속 어류의 데이터를 바탕으로 이루어졌다. 관찰 대상종은 피라미속에 속한 어류인 갈겨니와 참갈겨니 HK타입, NS타입, NE타입, 피라미 R타입, B타입을 관찰하였으며 각 집단(Type)의 이름 및 동정은 Chae와 Yoon의 방식을 따랐다(Chae and Yoon, 2006; Chae and Yoon, 2012). 채집은 족대와 유인어구를 사용하였으며 족대질 및 유인어구 사용에 익숙지 않은 시민과학자들을 대상으로 2022년 6월 12일 경기도 양평군 흑천에서 현장 교육을 진행하였다. 수집한 데이터는 관찰된 피라미속 어류의 국명과 타입명, 동서 출현하는 경우 개체수와 하상과 고도, 하폭과 유폭을 수집하였다. 채집 날짜와 채집 지점 환경, 수심 등은 수집 대상이었으나 전국에 걸쳐 폭넓게 출현하는 피라미속 어류의 특성상 연구에는 제외하였고, 수온과 수질은 측정장비의 부재와 사용상 어려움, 마찬가지로 폭넓게 출현하는 피라미속 어류의 특성 등으로 수집하지 못하였다. 관찰된 피라미속 어류의 총 집계는 862건이었으며 그중 피라미 R타입이 395건으로 가장 많았다. 그 뒤로 참갈겨니 HK타입 217건, 참갈겨니 NS타입 97건, 갈겨니 61건, 피라미 B타입 49건, 참갈겨니 NE타입 43건 순이었다. 이 중 시민과학자들의 데이터가 총 45건이었으며 피라미 R타입 14건, 참갈겨니 HK타입 13건, NE타입 9건, NS타입 5건, 피라미 B타입과 갈겨니가 각각 2건 순이었다. 피라미속 어류는 기존 견해와 크게 일치하지 않는 분포 범위 내에서 출현하였으며 동시 서식하는 하천인 경우 서식지 분리 또한 이루어졌는데 다만 상류에서 하류로, 지류에서 본류로 하천차수나 환경이 변화함에 따라 서식지가 분리되는 현상은 공통적으로 모든 피라미속 어류와 지리적 변이 집단에게서 나타나긴 했지만 특히 갈겨니 같은 경우는 참갈겨니와 동서 출현하는 경우 낙동강을 제외하곤 서식지 분리 없이 하천 전 구간을 통틀어 매우 우세하게 출현하거나 혹은 참갈겨니만 우세 출현하는 경우가 많았다. 그 외에 다른 피라미속 어류가 동서 출현하지 않는 경우에는 사실상 한 집단이 광범위하게 전 구간에 걸쳐 출현하였다. 따라서 집단별 분포양상을 관찰하고자 하는 경우 전국의 분포지를 대상으로 연구를 진행하는 것보다 두 개의 집단이 동서 출현하는 하천을 관찰하고 비슷한 양상을 띄는 하천과 비교해가며 연구를 하는 방식이 더 적합할 것으로 판단된다.

3. 결론

본 연구는 전국의 피라미속 어류 분포뿐 아니라 추가적으로 함양과 산청, 진주를 거쳐 낙동강으로 합류되는 남강 수계에서 동시 서식하는 참갈겨니 NS타입과 NE타입, 피라미 R타입과 B타입의 분포양상을 관찰하였으며 이런 경우 기존의 견해대로 집단별로 서식지가 분리되어 살아가는 것을 확인하였다. 본 관찰 결과를 종합해 보면 이들은 연구원들이 확인한 서식 조건 외에 추가적으로 수온측정이 필요해 보이며 이 중에서도 참갈겨니 NE타입 같은 경우 1차 하천과 2차 하천 등에서 우점으로 출현하는 점, 개체 수가 우점으로 채집된 지점의 고도가 높은 점, 서식지 환경이 울창한 숲이 주위에 있는 소규모 하천임을 고려해 봤을 때 수온이 밀접한 관련이 있을 것으로 추정된다. 다만 소규모 독립하천에 참갈겨니 NE타입만 분포하는 경우 상류뿐만 아니라 하류까지 광범위하게 출현하는 경우도 있어 단순한 하천차수의 영향인지, 수온의 영향인지는 좀 더 정확한 조사가 필요해 보인다. 1차 하천부터 7차 하천까지 광범위하게 분포하는 피라미속 어류의 특성상 환경 적응에 뛰어난 것으로 생각되어 서식지를 나누는 데 있어 수온에 중요성을 두지 않았으나 향후 수온 측정 또한 이루어져야 할 것으로 보인다. 또한 연구원의 한계로 시민과학자들의 적극적인 참여와 교육이 부족하여 예상한 데이터를 충족하지 못했으며 부족한 피드백으로 몇 안 되는 시민과학자들의 귀중한 데이터를 일부 연구에 사용할 수 없었다. 향후 연구에는 시민과학자들에게 더 자세하고 확실한 교육이 동반되어야 할 것으로 보이며 그 외 기록과 측정 방법 및 안내가 계속해서 이루어지고 실시간적으로 안내되어야 할 것으로 보인다.

참갈겨니와 갈겨니의 경우 내성도에 따르면 민감종으로 분류된다. 이번 연구를 통해 참갈겨니는 상대적으로 맑은 수질을 유지하는 하천에서 출현하여 민감종으로 보는 기존의 견해가 맞으나 갈겨니는 상대적으로 수질이 떨어지는 하천에서도 출현하여 내성도를 판가름하는 기준에 대한 추가적인 보완 연구가 필요해 보인다. 또한 참갈겨니와 피라미 B타입은 생물학적 오염보다 화학적 오염에 더 민감한 것으로 추정되며 추가적으로 참갈겨니 NE타입은 수질뿐만 아니라 수온과도 밀접한 관련이 있어 보이고, 피라미 B타입은 R타입과 같이 서식하는 경우 하천의 규모가 작은 곳을 선호하는 것이 관찰되었다. 다만 참갈겨니와 피라미 B타입도 저수지나 상대적으로 탁도와 부유물질이 심한 하천에서도 일부 관찰되는 것으로 보아 정확한 수질측정이 요구된다.

참고문헌

- 김익수. 1997. 『한국동식물도감 제 37권 동물편(담수어류)』. 교육부. 268-271
- 김익수, 최윤, 이충렬, 이용주, 김병직, 김지현. 2005. 『원색한국어류도감』. 교학사. 131-132
- 채병수, 송호복, 박종영. 2019. 『야외원색도감 한국의 민물고기』. LG상록재단. 129-133
- 채병수, 윤희남. 2006. 참갈겨니, *Zacco koreanus*(잉어과, 어강)의 혼인색의 지리적 변이와 분포, 한국어류학회지, 18(2), 97-103
- 채병수, 윤희남. 2012. 피라미, *Zacco platypus*(Cyprinidae, Pisces)의 체색과 형태의 지리적 변이, 한국어류학회지, 23(3), 167-176

합리적인 전기차 충전소 설치를 위한 주차장 머무름 시간 연구

머무름

김민호 민족사관고등학교 교사

1. 서론

2022년은 다양한 곳에서 기후 위기에 대한 일관된 목소리를 들을 수 있는 한 해였다. 미국 국립해양대기관리국(NOAA, National Oceanic and Atmospheric Administration)에서는 2021년의 대기 속 이산화탄소의 농도가 414.7ppm을 기록하여 최근 100만 년 중 최고치를 경신했다고 연례 '세계 기후보고서 2021(Annual 2021 Global Climate Report)'에 보고하였다. 호주의 내셔널 기후복원센터(Breakthrough - National Center for Climate Restoration)에서는 이미 임계점(Tipping point)이 넘었고 예상보다 더 빠르게 연쇄 작용이 닥칠 것이라고 '기후 도미노 : 중대한 기후 시스템들이 임계점에 도달했음을 알리는 위험신호(Climat Dominoes : Tipping Point risks for critical climate systems)'에 보고하였다. 유엔 산하의 세계 기상 기구(WMO, World Meteorological Organization)에서는 2017년에는 향후 5년간 연평균 기온이 산업화 이전보다 1.5℃ 초과할 가능성이 10%였지만, 2022년에는 50%로 증가하였다고 '전지구 10년 기후 연례 업데이트(Global Annual to Decadal Climate Update)'에 보고하였다. 우리나라의 기상청(KMA, Korea Meteorological Administration)에서는 2021년도의 연평균 기온이 1973년도 이후 역대 2번째로 높았으며 서울 벚꽃 개화일은 평년 대비 15일이 빨라 역대 가장 빠른 개화일을 보이는 등의 기록을 '2021 기상연감(2021 Year Book)'에 보고하였다.

또한 올해는 인류 활동에 의한 기후변화 위험을 평가하는 기후변화에 관한 정부 간 협의체(IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change)의 6차 보고서가 발행되었다. 6차 보고서는 크게 3개의 실무 그룹에 의해 평가가 되었다. 그 내용을 간략히 요약하자면 다음과 같다. '기후변화는 확실히 인류 활동에 의한 영향이고, 지구 온도가 산업화 이전 보다 1.5℃상승하는 시점이 5차 보고서에서 예측했던 시점보다 20년 당겨진 2021~2040년 사이로 예측되었다.(WG1)', '2050년까지 해수면은 약 30cm 상승할 것이다.(WG2)', '2030년까지 2019년 대비 약 43%의 온실가스 발생량 감축이 필요하나

지금까지 수립된 전 세계 온실 감축 목표가 많이 부족한 실정이다. 현재의 3~6배의 금융 투자를 통해 인위적 탄소 포집 방법까지도 고려해야 한다.(WG3)

IPCC 6차 보고서에서 발견할 수 있는 한 가지 다행스러운 사실은 전기차의 가격이 생각보다 빨리 떨어져서 단기간에 많이 보급되고 있다는 사실이다. 특히 우리나라는 다른 나라들에 비해 전기차가 빨리 보급되는 나라 중 하나이다. 2020년 말까지 약 13만 대, 2021년 말까지 약 23만 대의 차량이 등록되었으나 2022년 1~9월간 12만 대의 차량이 추가 등록되어 2022년 9월 기준 약 35만 대의 전기차가 보급되었다. 충전기 보급도 활발하게 이루어지고 있어 2020년 말에는 약 6,3만 개, 2021년 말에는 약 10만 개, 2022년 9월 말까지 약 16만 개의 충전소가 보급되었다.

정부의 주도하에 전기차 충전소를 공격적으로 늘려나감에 따라 상당수 충전소들은 과학적, 통계적 방법을 이용하여 적재적소에 설치된 것이 아닌, 설치가 쉬운 장소에 설치된 경우가 대부분이다. 그 결과 전기차 이용자들의 충전소에 대한 만족도가 전반적으로 떨어지고 있으며, 사람들의 동선에서 멀리 떨어진 전기차 충전소들은 거의 사용되지 않는 반면에 고속도로 휴게소 등의 충전소에서는 이용자에 비해 충전기가 매우 부족하여 대기시간마저 발생하고 있는 형편이다.

본 연구에서는 작년 연구결과에 이어 문화체육시설 및 관광시설, 그리고 추가적으로 상업시설 등에 방문하는 사람들의 머무름 시간을 분석하여 해당 시설에 어떤 충전기 설치가 적합한지, 어떻게 운영을 해야 하는지에 대한 합리적인 기준을 제시하려고 한다. 이를 통해 충전소 이용률과 전기차 이용자의 만족도를 향상시키고자 한다.

2. 본론

2022년 4월부터 10월까지 어린이과학동아 지구사랑탐사대 대원 중 약 25개의 팀에서 600여 개의 머무름 데이터를 보고하였다. 작년에 보고된 데이터까지 합하여 30여 개의 팀의 800여개의 데이터를 활용하였다. 머무름 데이터는 방문 장소 정보, 방문 시작 시간 및 종료 시간으로 구성되어 있고, 지구사랑탐사대 대원은 사진 인증을 통해 머무름 데이터를 어린이과학동아 앱에 보고하였다. 머무름 장소에 대한 정보 중 실내·실외 정보는 홈페이지 등을 통해 수집하였고, 면적은 다음 지도를 활용하여 산출하였다. 데이터별로 머무름 시간과 면적과의 관계를 그래프로 작성하였고, 회귀분석을 통해 관계식을 도출하였다.

3. 결론

본 연구에서는 합리적인 전기차 충전기 설치 기준을 제안하기 위해 문화체육시설과 관광시설, 상업 시설 방문자의 머무름 시간을 수집하여 통계적으로 분석하였다. 여러 시설들에 대한 머무름 시간과 면적 사이에 관계가 있음을 확인할 수 있었다. 회귀분석을 통해 머무름 시간과 면적 사이의 관계식을 도출할 수 있었고, 이를 통해 실외 관광시설에는 급속 충전기뿐만 아니라 완속 충전기 설치도 고려해야 한다는 결과를 도출하였다. 또한 시설별 평균 방문 시간을 고려하여 급속 충전기의 충전 제한 시간을 장소에 맞게 조정하는 방법과 충전기 설치와 운영에 대한 사회적 합의에 대해 제안하였다.

참고문헌

- “Climate Dominoes : Tipping Point risks for critical climate systems”, https://www.breakthroughonline.org.au/_files/ugd/148cb0_2a1626569b45453ebadad9f151e031b6.pdf, 2022년 10월 20일
- “IPCC Sixth Assessment Report”, <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle/>, 2022년 10월 20일
- “State of the Climate: Monthly Global Climate Report for Annual 2021”, <https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/monthly-report/global/202113.>, 2022년 10월 20일
- “WMO Global Annual to Decadal Climate”, https://hadleyserver.metoffice.gov.uk/wmolc/WMO_GADCU_2022-2026.pdf, 2022년 10월 20일
- “자동차 등록현황 보고”, <http://stat.molit.go.kr>, 2022년 10월 21일
- “공공부문 자동차 구매, 무공해차로 일원화한다”, <http://www.me.go.kr/home/web/board/read.do?boardMasterId=1&boardId=1555300&menuId=10525>, 2022년 10월 21일

시민과학과 기후변화지표종 및 후보종 거미류 모니터링 연구

앗뜨거미

정재욱 한림대학교 생명과학과

김현구 한림대학교 생명과학과

1. 서론

기후변화는 여러 측면에서 심각한 위협으로 다가오고 있으며, 여전히 진행 중이다. 2022년 현재, 한국뿐만 아니라 여러 국가가 폭우로 물난리를 겪었고 중국의 양쯔강은 양상한 바닥을 드러냈다. 이러한 기후변화의 위기는 비단 인간에게만 포함되는 것은 아니다. 우리 주변 생물들의 생활패턴을 변화시켜 다양한 문제들을 초래한다. 기온 상승으로 낮은 온도를 선호하는 생물종의 서식 지역이 줄어들기도 하고, 병해충들의 숫자는 증가해 바이러스나 세균 등의 감염 위험성을 높인다. 이처럼 기후변화는 모든 생물의 많은 것을 바꿀 것이며 우리는 대안이 필요하다. 역설적으로 기후변화가 생물에게 끼친 영향을 이용할 수 있다. 기온 또는 환경의 변화에 민감한 생물을 통해 변화를 짐작하고, 이러한 생물들을 지표로 삼는다. 이렇게 기후변화에 대한 지속적인 관찰과 감시를 용이하게 하는 생물들을 '기후변화지표종'이라 한다. 2010년, 국립생물자원관은 '국가 기후변화 지표생물 100종'을 선정하였다. 100종 중 거미류(거미목에 속한 생물을 말한다)가 총 5종이 포함되어 있지만 국내 거미학자의 부재로 기후변화지표종을 대상으로 한 연구를 수행한 사례가 부족하며 국내 모든 지역의 기후변화지표종 거미를 조사하여 다량의 데이터를 수집하는 것에 한계가 있다. 부수적으로 일반 시민이 동정하기 어려운 거미에 대한 전문적인 정보를 전달해줄 교육 환경 및 자료의 기반이 갖추어지지 않은 실태이다. 따라서 기후변화지표종 거미와 시민과학을 연계하여 기후변화지표종 거미 모니터링의 보완점을 찾고, 재평가 및 확립을 하고자 연구를 진행하였다.

2. 본론

1) 연구 방법

본 연구는 기후변화지표종 5종(남넙납거미, 대륙납거미, 무당거미, 산왕거미, 꼬마호랑거미)과 후보

종 2종(말꼬마거미, 긴호랑거미)을 대상으로 모니터링을 진행하였다. 연구는 시민과학을 활용한 모니터링과 연구자의 자료분석으로 진행되었다.

(1) 시민과학 모니터링

① 기후변화지표종 가이드북 제작

시민과학자가 탐사에 활용할 수 있도록 제작하여 모니터링 사전에 시민과학자에게 전달하였다. 가이드북은 기후변화지표종 5종과 후보종 2종에 대한 기본정보와 동정 포인트, 주요 서식환경, 세부 형태, 유사한 종 정보와 함께 탐사 기록표를 포함하였다.

② 온라인 Zoom 강연

Zoom을 활용하여 가이드북 활용방법, 모니터링 계획 및 방법, 현장 교육 계획에 대해 공유하였다. 모니터링 종료 이후, 그동안 축적된 자료 분석 내용에 대한 강연을 진행하였다.

③ 오픈 채팅방

오픈 채팅방을 통해서 연구자와 시민과학자의 모니터링 결과를 공유하고, 현장교육 일정에 대해서 공지하였다. 탐사 중 관찰된 기후변화지표종 거미를 포함한 유사한 종에 대해서 함께 토론하며 동정을 하고 질의응답을 하는 공간으로 활용하였다.

④ 현장 교육

현장 교육은 시민과학자를 대상으로 서울 수락산에서 진행하였으며, 기후변화지표종 5종과 후보종 2종에 대한 모니터링 및 생태 교육을 진행하였다.

(2) 기후변화지표종 모니터링

① 모니터링

모니터링은 육안으로 기후변화지표종을 확인하고 동정이 필요한 경우, 채집하여 관찰하였다. 상세 기록 내용은 날짜, 기온 및 기상상황, 지표종 종류, 발견된 종의 개체 수, 발견 위치, 서식지 환경을 기록하였다.

② 자료분석

자료분석은 연구자와 시민과학자가 수집한 모니터링 자료를 취합한 뒤 진행하였다. 관찰 일자와 위치에 기반한 자료는 출현 시기 및 분포 향상에 대한 분석에 활용하였다. 관찰된 개체의 사진 자료로 형태를 동정하였으며, 촬영된 서식환경 사진 자료를 통해 주요 서식지 유형을 분석하였다. 추가적으로, 기후변화지표종 중 한 종을 선정해 개체군 내에서 계통의 분리가 이루어져 다른 생태를 가질 가능성을 분자계통학적 실험으로 분석하였다.

3. 결론

2022년 4월 26일에서 2022년 10월 17일까지 총 4과 4속 7종으로 모든 기후변화지표종을 관찰하는데 성공하였고, 500여 건의 관찰이 기록되었다. 관찰된 기후변화지표종 중 무당거미가 250여 건으로 가장 많은 개체 수가 관찰되었고, 납거미류가 5여 건으로 가장 적은 개체 수가 관찰되었다. 시민과학자들의 오동정 사례는 460건 중 15건이 발견되었다.

본 연구에서 수집된 데이터를 기반으로 2018년부터 2022년까지 5년간 진행된 타 모니터링과 대조 분석을 진행하였다. 출현 시기 변화가 예상되는 4종(무당거미, 산왕거미, 긴호랑거미, 꼬마호랑거미)을 대상으로 최초 관찰기록 시점부터 10일까지를 임의로 출현시기로 지정하였을 때, 위 4종에 대해 기온 변화가 출현 시기에 큰 영향을 주지 않은 것으로 나타났다. 분포 변화가 예상되는 2종(납넙납거미, 대륙납거미)에 대해서는, 기온 변화와 납거미 2종의 분포 변화가 뚜렷한 차이점을 보이지 않는 것으로 나타났다. 본 연구에서 수집된 기록과 대조된 기록의 양이 모두 매우 적기 때문에 정확한 분포 변화 양상을 알 수 없었다. 본 모니터링과 타 모니터링을 대조한 결과, 기온 변화로 인한 출현 시기 및 분포 양상의 변화가 뚜렷하지 않았다. 그로 인해 기후변화의 영향을 받아 변화했는지 기존 출현 시기 정보의 오류인지 알 수 없고, 기후변화로 인해 분포양상이 변화했는지 유사 비행을 통한 분산을 했는지 알 수 없다. 이 점을 미루어 봤을 때, 거미가 적응을 통한 기온 변화의 내성이 생겼을 가능성이 있다. 더 불어 추가적인 문헌 검토를 통해 발견된 또 하나의 문제점은 현재 기후변화지표종 모니터링이 출현 시기와 분포 양상에 편중되어 있다는 것이다. 기후변화가 생물에게 끼치는 영향은 기후변화로 인한 성비 차이와 암수의 성숙 시기 차이, 몸의 크기 변화, 개체군의 크기 등이 있지만, 현재는 단 두 가지 변수에 대한 인과관계에 대해서만 모니터링이 진행되고 있다.

기후변화지표생물의 연구는 여러 관점에서 진행되어야 한다. 현재 기후변화지표종 거미의 연구는 거미에 대한 기초적인 생태 연구의 부재와 함께 기후변화 관련 연구의 조사 방법 및 평가 기준의 체계

가 확립되지 않은 상태이다. 따라서 기후변화지표종의 연구에 앞서 논의를 통해 성비 차이, 개체군 크기 등과 같은 세부 관찰 항목을 추가하고 거미목에 적합한 조사 방법을 확립하여야 한다. 그리고 일정 주기로 세부 관찰 항목이 거미에게 적용되는지, 지표생물로 적합한 종인지에 대한 평가를 실시하여 재 검토하고, 합당한 근거에 기반한 분석을 통해 적합하지 않은 세부 관찰 항목이거나 생물종이라고 판단이 되면 제외하여야 할 것이다. 또한, 기후변화지표종뿐만 아니라 거미를 동정함에 있어서 일반 시민이 겪는 어려움은 여전히 존재한다. 오동정과 잘못된 기록은 연구의 정확성에 큰 지장을 준다. 이를 보완할 수 있는 기초적, 구체적인 자료를 정책적으로 제작하고, 교육 자료를 실제 모니터링에 활용 가능하도록 현장 프로그램을 마련하여야 한다.

참고문헌

- 김승태, 이수연, 임문순, 유정선. 2015. 『한국거미분포지』, 국립생물자원관, 9-1624
- 배연재 외 15. 2019. 『우리 주변 생활 속 기후변화 지표생물종』, 국립생물자원관, 65-69
- 오경희 외 10. 2010. 『기후변화 적응 생물종/생물자원 다양성 관리 연구』, 국립생물자원관, 1-103
- 이병윤 외 11. 2009. 『기후변화 대응 한반도 생물종 구계변화 연구』, 국립생물자원관, 64-80
- 이병윤 외 12. 2011. 『기후변화 적응 생물종 다양성 관리 연구』, 국립생물자원관, 1-194
- 이병윤 외 10. 2012. 『기후변화 적응 생물종 다양성 관리 연구(III)』, 국립생물자원관, 1-115
- 이형민, 김주필. 2018. 기후변화에 따른 한국산 납거미류(대륙납거미와 왜납거미)의 생물지리학적 분포에 관한 연구, 한국거미연구논집, 34(1), 7-13
- Park, S. Y., 2009. The effects of temperature on the geographical distribution of *Uroctea lesserti*(Araneae: Oecobiidae) in Korea, 이화여자대학교 대학원
- Yoo, J. S., Lee, S. Y., Im, M. S. & Kim, S. T., 2015. Bibliographic checklist of Korean spiders(Arachnida: Araneae) ver. 2015, Journal of Species Research, 4, 1-112
- "World Spider Catalog ver.23.0 (WSC)", <https://wsc.nmbe.ch/>

국내 지역별 닭 사체에서 출현하는 법의곤충(딱정벌레목) 관찰

오손도손

오유정 인천대학교 생명과학부 생명과학전공
 김희윤 인천대학교 생명과학부 생명과학전공
 손문정 인천대학교 생명과학부 분자의생명전공

1. 서론

수사의 첫 단계인 사후 경과시간 추정에는 시각, 시반, 체온 하강 등 시체의 물리적 변화에 기초한다(송태화, 2015). 그러나 사망으로부터 일정 시간이 지나면 앞서 언급한 의학적 정보는 사라지고, 일정한 단계에 걸쳐 사체 분해가 일어난다. 이때, 각 부패 단계에 따라 출현하는 곤충의 종류가 달라지며, 이 곤충들은 주변 환경이나 조건에 따라 일정한 성장 속도를 유지한다(임채석, 2012). 이처럼 부패된 사체에 접근하는 곤충을 법의곤충이라 하며, 법의곤충의 분류생태학적, 발달생리학적 지식을 활용해 법의학적 증거를 얻어내는 분야를 법의곤충학이라고 한다(박성환, 2014).

현재 외국에서는 법의곤충학 연구가 활발히 이루어져 자료 증거 채택률이 70~80%에 달하는 반면(남궁혜반, 2020), 우리나라는 지난 5월 처음으로 법곤충 감정실이 개소되는 등 기술의 개발과 전문 인력 양성이 요구되는 실정이다(YTN, 2022). 국내에서 법의곤충학을 활용하기 위해서는 국내 여러 지역에서 출현하는 법의곤충을 조사하여 목록화하고 생태, 생리학적 정보를 축적시켜야 한다(이지환, 2021). 따라서, 본 연구는 다양한 지역에 거주하고 있는 시민과학자들이 참여한다는 점을 활용하여, 법의곤충 중에서 비교적 형태학적 동정이 가능한 딱정벌레목을 대상으로 하여 국내 법의곤충학 기초 데이터 수집을 목적으로 한다.

2. 본론

1) 실험방법

(1) 일시 및 장소

본 연구는 총 2차례에 걸쳐 진행하였다. 1차 실험은 2022년 8월 7일부터 15일까지(총 9일) 서울 3

팀, 경기 3팀, 인천 2팀, 충청 3팀, 경상 1팀 총 12개의 지역에서 진행하였다. 2차 실험은 2022년 9월 8일부터 18일까지(총 11일) 서울 2팀, 경기 3팀, 인천 2팀, 충청 2팀, 경상 1팀, 총 10개의 지역에서 진행하였다. 실험이 이루어진 각 장소는 시민과학자들이 희망하는 장소로, 인적이 드문 산부터 아파트 화단 등 다양한 환경이 포함된다.

(2) 재료 및 방법

본 실험은 국내 지역별 닭 사체의 부패 과정에서 출현하는 딱정벌레목을 비교하기 위해 정육점에서 파는 일반적인 생닭을 사용하였다(남궁혜반, 2020). 생닭은 접근성이 용이하며 비교적 조직을 통일하기 좋다는 이점이 있다. 실험에 사용된 닭은 부위에 상관없이 뼈를 포함하여 약 200g을 사용하였다.

실험 방법은 생닭을 활용한 핏폴 트랩으로, 2L 플라스틱 통에 생닭을 넣은 채 땅에 묻어 트랩을 설치하였다. 또한, 플라스틱 덮개를 트랩통 입구에서 약간 띄운 채로 설치하여 햇빛과 빗물은 차단되되 곤충이 자유로이 접근할 수 있도록 하였으며, 그 위에 점보상자 등의 기타 장치를 설치함으로써 트랩이 야생동물로부터 훼손되는 것을 방지하였다. 트랩은 설치일로부터 각 9일, 11일이 지난 후 일괄 수거하였으며, 채집된 곤충은 알코올(83%)을 이용해 바이알(30ml 혹은 50ml)에 보관하였다. 이후 인천대학교 동물분류학 실험실에서 소장하고 있는 한국곤충대도감을 이용하여 형태학적 동정을 진행하였고, 국립생물자원관 곤충연구팀에 동정 검토를 받았다.

2) 실험결과

〈Table 1〉 1차 실험 채집 결과(2022.8.7.~2022.8.15.(총 9일) / 총 12팀)

학명	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12
송장벌레과 (Silphidae)	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	-	-
소동구리과 (Scarabaeidae)	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-
풍뎅이붙이과 (Hisberidae)	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
딱정벌레과 (Carabidae)	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
반날개과 (Staphylinidae)	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
수시렁이과 (Dermestidae)	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(+: 채집됨, -: 채집되지 않음)

(Table 2) 2차 실험 채집 결과(2022.9.8.~2022.9.18.(총 11일) / 총 10팀)

학명	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P13
송장벌레과 (<i>Silphidae</i>)	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+
소통구리과 (<i>Scarabaeidae</i>)	-	+	+	+	+	-	-	+	-	+
풍뎅이붙이과 (<i>Hisberidae</i>)	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
딱정벌레과 (<i>Carabidae</i>)	-	-	-	-	+	-	-	+	-	+
반날개과 (<i>Staphylinidae</i>)	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+
수시렁이과 (<i>Dermestidae</i>)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(+: 채집됨, -: 채집되지 않음)

1차 실험 결과, 총 12지역에서 딱정벌레목 6과 11종이 확인되었으며, 총 184개체가 채집되었다. 2차 실험 총 10지역에서 딱정벌레목 5과 18종이 확인되었으며, 총 100개체가 채집되었다. 1차에서는 송장벌레과에서, 2차에서는 송장벌레과와 딱정벌레과에서 종 다양성이 가장 높았다. 1차와 비교하여, 2차에서 채집된 개체 수가 더 적은 것을 알 수 있다.

3. 결론

본 연구에서는 국내 각 지역에서 닭 사체를 이용하여 부패과정에 출현하는 딱정벌레목을 확인하였다. 대표적인 법의곤충으로 언급되는 송장벌레과와 반날개과, 수시렁이과(송태화, 2015)가 대부분의 실험 장소에서 높은 확률로 관찰될 것이라 생각했던 예상과 달리, 위 3개의 과는 비교적 낮은 종 다양성과 적은 개체 수가 채집되었으며 소통구리과와 딱정벌레과에서 높은 종 다양성과 많은 개체 수를 보였다. 이와 같은 실험 결과가 도출되는 데 영향을 미쳤을 것으로 보이는 요인들은 다음과 같다.

첫 번째, 1차 실험 당시 3일차부터 장마전선의 영향으로 인천과 서울을 중심으로 수도권에 강한 비가 내렸다. 1차 실험 결과, 5지역에서 딱정벌레목 출현 없이 백골화까지 진행된 결과를 보였는데 사체가 비에 노출되었을 경우 강수가 사체 분해에 큰 영향을 미친다는 사실을 미루어 보아(정재봉, 2011) 강수에 의해 사체가 유실되어 건조기 단계를 거치지 않고 바로 백골화가 진행됨으로써 파리 유충만 관찰되었을 것으로 판단된다.

두 번째, 태풍 힌남노의 발생으로부터 일주일 후에 2차 실험이 진행되었던 것을 감안하면, 태풍 이후 급격히 낮아진 기온으로 곤충의 활동이 감소하고, 이로 인해 사체의 온도 상승과 미생물의 활동이

억제되어 부패가 더디게 진행되었으며(정재봉, 2013), 백골화까지 진행되기에 실험 기간이 짧았던 것으로 판단된다. 따라서, 백골화까지 진행되었던 1차와 달리, 2차에서는 닭 사체가 아직 건조기에 머물러 있는 모습을 볼 수 있었고 1차에 비해 더 적은 개체 수를 나타낸 것으로 보인다.

참고문헌

- 남궁혜반 외 7인, 2020, 닭 사체를 활용한 법의곤충 파리의 발생 비교 연구, Journal of Science Education for the Gifted, 12(1), 81-90
- 도윤호 외 3인, 2007, 우포늪 범람에 의한 먼지벌레류(딱정벌레목, 딱정벌레과)의 다양성과 종조성 변화, 한국육수학회지, 40(2), 346-351
- 박성환, 법의곤충학자는 파리로 무엇을 할까?, 분자세포생물학뉴스레터, 2014
- 송태화, 2015, 법의곤충학을 활용한 사후경과시간 추정 향상 방안 -경찰과학수사 기법을 중심으로-, 중앙대 석사학논문
- 윤주혁 외 2인, 2022, 고라니 사체 부패 진행에 따른 시식성 곤충 다양성에 관한 연구, 한국응용곤충학회지, 61(1), 239-248
- 이지환, 2021, 법의곤충학적 관점에서 사후분해 건조단계의 분석, 고신대 이학석사 학위논문
- 임채석 외 4인, 2012, 사체의 유기장소별 부패진행에 따른 발생 파리류 비교, 한응곤지, 51(3), 191-205
- 정재봉 외 1인, 2011, 돼지사체의 노출 정도에 따른 곤충상과 사체의 부패 패턴에 대한 연구, 생명과학회지, 21, 1168-1178
- 정재봉 외 1인, 2013, 유기된 계절과 노출정도가 다른 돼지사체를 이용한 법의곤충학 연구, 한국경찰연구, 12(3), 335-354
- “범죄 수사 돕는 곤충 연구...‘법 곤충학’ 이야기”, YTN 사이언스, (2018년 1월 22일)
- “법의곤충을 이용한 사후경과시간(PMI) 추정이란 무엇일까?”, 아산데스크, (2022년 6월 15일)
- “파리는 범인을 안다”...국내 도입된 ‘법곤충학’ 본격 해부”, YTN, (2022년 5월 18일)

제주도 용천수 수질오염도에 따른 미끈망독속, 저서성 어류 개체 수와 분포의 상관관계

PCA(Principal Component Analysis) 분석법을 통한 제주 용천수의 저서성 어류의 서식처의 특성

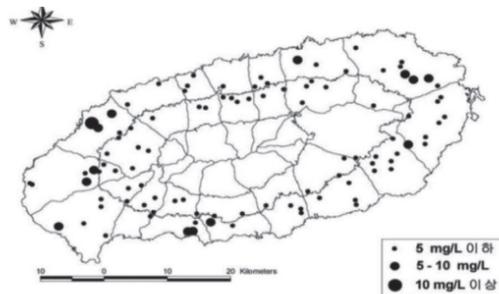
차다현

차다현 인하대학교 해양과학과

1. 서론

2011년 제주 지역에서 이용되는 수자원 중 지하수의 비율은 약 84%를 차지하였다(Jeju do, 2013). 제주도의 화산암의 대수층은 투수성이 좋은 클린커(Clinker)와 스킨리아(Scoria)로 구성되어 있어 지하수 함양 능력이 높다(김호림, 2018). 하지만 제주도에 증가하는 가축두수와 골프장, 감귤재배 등 인위적 요인이 지하수와 용천수의 질산성질소($\text{NO}_3\text{-N}$), 염소이온(Cl^-), pH 농도를 증가시키고 있다(김선아, 2021). 그러나 이러한 제주도 용천수의 수질오염이 생태계에 어떠한 영향을 미치는지 대한 연구는 미미한 실정이다. 따라서 제주도 용천수의 수질오염이 생태계에 어떠한 영향을 미치는지 연구해볼 필요성을 느꼈고 오염에 크게 영향을 받기 쉬운 환경에 서식하는 미끈망독속(김병기 외, 2014)과 저서성 어류의 특성을 고려해 용천수의 수질오염에 큰 피해를 받는다고 판단한 미끈망독속과 저서성 어류의 개체 수와 분포를 고찰하였다.

2. 본론



〈그림 1〉 2009년 질산성질소 농도분포도 (출처: 보건환경연구원 제29권)



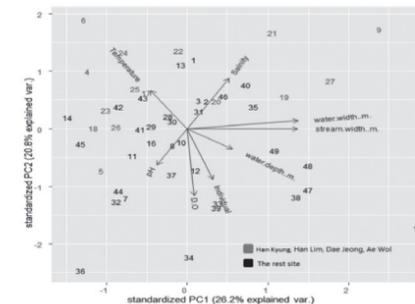
〈그림 2〉 2018년 질산성질소 농도분포도 (출처: 보건환경연구원 제29권)

〈그림 1〉과 〈그림 2〉는 2009년과 2018년의 질산성질소 농도분포도를 나타내고 있다. 보건환경연구원의 질산성질소 농도분포도를 참고하면 가축두수가 늘어난 제주도 서쪽 지하수가 질산성질소가 많이 증가한 것을 알 수 있다. 그 원인은 서부지역의 양돈장 밀집과 양돈액비살포에 따른 것으로 조사되었다(김선아, 2021). 증가한 질산성질소는 부영양화(Eutrophication)를 일으키고, 이는 DO(Dissolved Oxygen) 감소로 이어진다. 따라서, 현재 시점에서 DO, pH, Salinity, 하상 등 복합적 요소와 미끈망독속 어류(미끈망독: *Luciogobius guttatus*, 미기록종: *Luciogobius martellii*), 저서성(Benthos) 어류(검정망둑: *Tridentiger obscurus*, 갈문망둑: *Rhinogobius giurinus*, 파랑밀어: *Rhinogobius mizunoi*, 검정꼭저구: *Gymnogobius petschiliensis*, 검은구굴무치: *Eleotris acanthopoma*)의 개체수와 분포의 상관관계를 조사하기 위해 하천 24개, 54 site를 조사하였다.

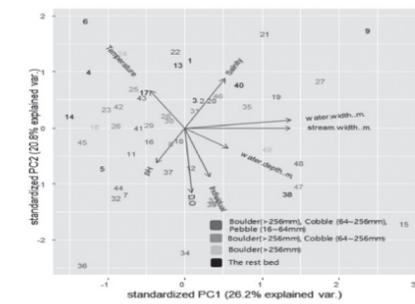


〈그림 3〉 조사 지역(출처: Google map)

수질 측정은 YSI pro 다항목 수질측정기를 사용하여 DO, pH, Salinity, Water temperature를 측정하였고, 하상은 Boulder(256mm), Cobble(64~256mm), Pebble(16~64mm), Gravel(2~16mm), Sand (<2mm)로 구분하여 주요 하상을 조사하였다. 채집 방법은 120cm×100cm, 망목 1cm×1cm 반두를 이용하여 각 사이트당 30분씩 채집하였다.



〈그림 4〉 The distribution of Correlation between Jeju's Benthos Fish and Water Pollution Level (PCA): Area



〈그림 5〉 The distribution of Correlation between Jeju's Benthos Fish and Water Pollution Level (PCA): Bed

제주도 하천 22개, 50 site를 Principal Component Analysis(PCA)한 결과, DO와 Individual은 양의 상관관계를 띄고, Salinity와 Individual은 음의 상관관계를 나타낸다. <그림 4>에 따르면 서쪽 지역인 한림, 한경, 대정, 애월 지역에 DO는 나머지 지역에 비해 낮은 DO를 띄고 있으며, 이는 미끈망독속을 포함한 저서성 어류의 개체 수 감소로 이어지고 있다.

<그림 5>에 따르면, 하상의 구조에 Pebble(16~64mm)이 포함되어 있으면 Individual과 양의 상관관계를 띤다. 이는 다른 site에 비해 하상재료 상대적으로 다양하고, 이에 따라 먹이원이 되는 저서 무척추 생물이 많은 종이 서식할 수 있는 환경을 제공한다. 이러한 환경은 많은 종과 개체 수의 저서성 어류가 서식하는 기반을 마련해주는 것으로 추측된다.

3. 결론

제주도 용천수를 기반으로 서식하는 미끈망독속과 저서성 어류의 개체 수는 DO와 양의 상관관계를 띄고, Salinity와 음의 상관관계를 띤다. 제주도 서쪽 지역은 나머지 지역에 비해 낮은 DO 값을 가지고 있고 미끈망독속, 저서성 어류의 개체 수에 영향이 있는 것으로 추측된다. 또한 하상의 다양성에도 영향을 받는 것으로 보여, 제주도 미끈망독속과 저서성 어류를 보존하기 위해선 오염원 관리를 통한 수질오염 정화를 시행하고, 하상 정비 공사를 최소화하여야 한다.

참고문헌

- 김병기, 김지혜, 정수환, 2014, 영종도에 조수웅덩이에 서식하는 미끈망독, *Luciogobius guttatus*(Gobiidae)의 식성, 한국어류학회지, 3-4
- 김선아, 2021, 제주 농·축산업이 지하수수질에 미치는 영향, 제주대학교, 10-12, 19-26
- 김익수 외, 2005, 『한국어류대도감』, 교학사, 13-17, 434-435
- 김호림 외., 2018, 제주도 지하수 질산염 농도의 시·공간적 변화 특성: 장기 (1993-2015) 모니터링자료의 평가, 자원환경지질, 51(1), 15-26
- 채병수, 송호복, 박종영, 2019, 『한국의 물고기』, LG 상록재단, 190-210
- Hashimoto, S., Koizumi, I., Takai, K., & Higashi, S., Different habitat salinity between genetically divergent groups of a worm-like goby *Luciogobius guttatus*: an indication of cryptic species, *Environmental biology of fishes*, 97(10), 1169-1177
- 山下龍之丞, et al., 2021, 石川県および兵庫県の日本海沿岸から得られたイドミズハゼ, *Natural History of Fishes of Japan*, 10, 13-20

시민 주도의 강화도 생태환경 모니터링

생태교육허브 물새알 협동조합

여상경 대표 관리자

1. 서론

수도권에 인접한 강화도는 한강하구와 연결된 넓은 갯벌, 오랜 간척 사업의 결과물로서 만들어진 넓은 논습지와 농수로, 섬답지 않게 잘 발달한 산림지역 등이 어우러져 독특하고도 다양한 생태환경을 간직한 곳으로 수도권의 허파와도 같은 기능을 하는 지역이다. 350km²의 강화갯벌은 한강은 물론 임진강, 예성강 등 남북의 큰 강이 실어나른 퇴적물의 결과물로 단위 갯벌로는 서해안 갯벌 지역 중에서 가장 넓은 면적이며, 특히 서해안으로 유입되는 대부분의 큰 강들이 대부분 하굿둑으로 막혀 버린 상황에서 유일한 대형 하구갯벌로 그 독특성과 생물 다양성 측면에서 보존가치가 대단히 높은 곳이다.

하구는 해양생물의 산란·보육장으로서의 가치는 물론 오염 정화 기능, 담수와 해수를 오가는 기수 어종 등 생물 다양성의 측면에서 중요한 곳인데, 이러한 생태적 조건으로 인해 수많은 이동 철새들의 채식지, 휴식지로서도 중요한 역할을 하고 있다.

전 세계적 생존 개체 수가 5,000여 마리 안팎에 불과해 국제적 멸종위기종으로 보호받고 있는 저어새의 가장 중요한 번식지이자, 두루미, 노랑부리백로 등 수십 종의 법정보호종 조류를 비롯해 수만 마리의 도요물떼새 등 300여 종에 이르는 조류들이 중간 기착지 또는 서식지로 이용하고 있는 곳이기도 하다. 이외에도 금개구리, 맹꽁이, 표범장지뱀, 흰발농게 등 수십 종의 멸종위기종, 천연기념물, 세계자연보전연맹 등재 보호종이 강화지역에 서식하거나 강화갯벌을 이용하고 있다.

그럼에도 강화도는 수도권 인접지역이라는 입지 조건 때문에 상시적으로 개발압력에 시달리고 있다. 강화갯벌은 강화조력발전, 인천조력발전계획 등 관 주도의 일방적 개발계획에 따라 크게 위협받아 왔고, 지금도 인천공항과 강화도를 잇는 다리 건설 문제가 제기되고 있다. 대규모 국책사업 외에도 골프장, 루지 파크 건설, 임야의 택지로의 변경 등 크고 작은 개발사업들이 지역사회와의 논의와 동의 없이 일방적으로 추진되고 있어 강화도의 자연환경은 지속적으로 훼손되고 있고 지역사회의 갈등을 끊임없이 야기하고 있다. 대다수 주민들의 요구와 상반되게 진행되는 개발사업들은 강화도는 물론 수도권 시민들의 환경권과 생태적 안전을 위협하고 있다.

행정 주도의 일방적인 개발사업들이 강화도의 자연환경을 파괴하고 시민들의 환경권을 침해하고 있는 현실을 극복하기 위해서는 무엇보다 시민 스스로 자신의 권리를 지키고 자연환경의 훼손을 감시하고 지키는 주체로 나서야 한다. 시민이 주도하는 강화도 생태환경 모니터링을 통해 시민들이 강화도의 자연환경이 얼마나 훌륭하고 소중한지 이해할 수 있도록 돕고, 이 과정에서 수집된 데이터들이 무분별한 개발을 막는 무기로 활용될 수 있는 방안을 모색한다.

2. 본론

1) 시민모니터링의 개념과 현황

모니터링(Monitoring)이란 오랜 기간에 걸쳐 특정 대상의 전개·발달 과정을 추적·관찰하는 것을 뜻한다. 생태계 모니터링(Ecosystem monitoring)은 생태계 그 자체의 발달 및 진행 과정을 포함하여 생태계에 영향을 미치거나 변화를 야기할 수 있는 요인들을 주기적으로 측정, 기록하는 것이다. 모니터링의 결과물은 생물종과 생태계 전반에 대한 지속적인 관리 방안을 마련하는 데 있어 기초자료로 활용된다.

모니터링 과정과 그 결과의 분석에 있어서 무엇보다 엄밀한 정확성과 과학성이 요구되고, 고가의 장비가 필요하기 때문에 그동안의 모니터링은 주로 과학자와 전문가에 의해 수행되었다.

그런데 생태계 모니터링은 체계적이고 장기적인 계획을 세우고, 무엇보다 정기적이고 주기적으로 반복되어야 한다. 특히 생태계에 대한 인간의 교란으로 인한 영향은 장기간에 걸쳐 진행되며, 그 조사·관찰, 연구에 있어서도 장기성이 요구되기 때문에 많은 비용과 인력이 필요하다.

이러한 어려움과 한계 때문에 국가 주도의 모니터링은 특정한 사안이 있는 경우가 아니면 5~10년 주기로 이루어지고 있다. 이러한 간극을 해소하기 위해 일부 지역 또는 기관에서 전문가가 수행하는 모니터링 주기 사이에 시민들이 참여하는 모니터링을 실시하기도 한다. 대표적인 것이 해양수산부에서 진행하는 습지보호지역 모니터링이다. 습지보호지역 모니터링은 5년 주기의 전문가모니터링과 1년 주기의 시민모니터링으로 진행된다. 해양수산부에서 각 지역의 해양항만청을 통해 시민모니터링 수행기관을 공개입찰로 선정하고 있다.

그러나 단기간에 높은 사업 성과를 얻기 위한 전문성을 요하기 때문에 지역주민의 참여 과정을 축소하고, 지역 환경에 대한 이해가 없는 업체들이 참여하면서 본래 의미의 시민모니터링 체계화를 위해서는 오히려 걸림돌이 되고 있다(생태지평연구소, 2014). 무엇보다 시민모니터링을 인식 증진사업의 영역에서만 고려하거나 전문가 조사를 보완하는 측면으로만 활용되고 있는 것이 현실이다.

2) 시민모니터링의 발전 방향

몇 년 전부터 '시민과학(Citizen science)'이라는 개념이 대두되고 있다. 시민과학은 시민의 자발적 참여를 통해 이루어지는 과학 연구 방식을 의미한다. 급속도로 과학기술이 진보하고 있는 현대사회에서 시민들의 일상 역시 과학기술 시스템에 대한 의존도가 높아지고 있다. 이러한 조건에서 사회적 현상과 문제에 대한 해석과 해결을 과학자와 기술자에게만 맡기지 말고 시민 스스로 나서서 보는 것은 어찌 보면 당연한 일이다. 시민과학 개념의 대두는 시민들의 주체성이 사회적 인식과 참여 의지가 높아지고 있음을 반영하는 현상이다.

시민모니터링 역시 이러한 사회적 흐름을 수용할 필요가 있다. 단순한 인식 증진활동이나 전문가 조사의 보조 역할을 뛰어넘어, 모니터링의 전 과정에서 시민이 주도적 역할을 할 수 있도록 하기 위해서는 해결해야 할 과제가 몇 가지 있다.

전문가들이 시민모니터링 자료를 사용하는데 꺼리는 것은 무엇보다 데이터의 신뢰도가 낮다고 여기기 때문이다. 데이터의 신뢰도는 조사자의 전문성과 역량에 비례한다. 생태계 모니터링은 생태학·분류학적 지식 외에도 오랜 현장 경험이 필요한 부문으로, 그에 걸맞은 지식과 역량을 가진 시민층이 두텁지 못한 것이 사실이다. 생태계 시민모니터링에 요구되는 사회적 목적을 달성하기 위해서는 기본적으로 데이터의 신뢰성을 높이고, 시민 모니터들의 역량을 강화하기 위한 체계적이고 지속적인 모니터링 교육이 활성화되어야 한다. 최근 들어 지역별로 다양한 탐조 교육, 탐조 전문가 양성과정, 각종 시민모니터링 학교 등이 만들어지고 있지만, 대부분 일회성에 그치거나 흥미 위주의 내용에 머물고 있어 역량을 갖춘 시민 모니터를 양성하기에는 다소 미흡하다.

또한 다양한 주제와 내용의 모니터링 기회가 확대되어야 한다. 최근 여러 지역에서 바이오블리츠 형식의 행사들이 활성화되고 있다. 일반 시민들이 가족과 함께 생태계 모니터링을 접할 수 있는 좋은 기회이다. 하지만 행사 위주의 이벤트성 기획에 머물고 있어, 보다 심화된 활동을 바라는 역량을 갖춘 시민들의 참여를 제한하고 있는 것 또한 사실이다. 역량을 갖춘 시민 모니터들이 참여할 수 있는 보다 전문화된, 깊이 있는 시민모니터링이 더 확대될 필요가 있다. 이를 위해서는 무엇보다 국공립 기관이나 시설에서 시민모니터링을 활성화하려는 노력을 기울여야 한다. 광릉숲이나 국립공원, 각급 보호지역, 주요 산지와 습지 등에 대한 정기적인 모니터링 계획을 수립하고 시민 모니터들의 참여를 확대하기 위해 노력해야 할 것이다. 나아가 대부분 전문기관에 용역을 주고 있는 환경영향평가 등에도 해당 지역 시민 모니터들의 참여를 보장할 수 있는 제도적 장치를 마련하는 것도 필요하다.

마지막으로, 조사 기관 및 지역별로 천차만별인 모니터링 방법론의 기준을 마련하고 체계적인 시민모니터링 매뉴얼을 만드는 것과 함께 시민 모니터 참여의 연속성을 보장하는 것이 필요하다. 1900년부터 시작된 조류 모니터링인 '크리스마스 버드 카운트(Christmas Bird Count, CBC)'는 전미 지역을 약 2,000개의 조사 구간(Count circle, 지름 24km)으로 나누어 자체적인 조사방법으로 진행하고 있다. 매년 10만 명가량의 시민 모니터들이 참여하는 CBC 데이터는 각급 연구기관은 물론 정부 정책 입안을 위한 과학적인 자료로도 활용되고 있다. 미국환경보호청(EPA)은 기후변화의 주요 지표로서 CBC 데이터를 인용하기도 했다(미국국립공원관리국 NPS).

통일적인 방법론과 매뉴얼을 통해 정량화된 기준을 설정하고 일관성을 유지할 수 있으며, 조사자가 바뀌더라도 데이터의 연속성과 신뢰성을 확보할 수 있다.

모니터링의 안정성과 정확성을 높이기 위해서는 해당 지역에 거주하는 시민들의 지속적인 참여를 보장하는 것도 매우 중요하다. 해당 지역의 생물상과 변화를 가장 잘 이해하는 사람들이 바로 그 지역의 주민들이기 때문이다. 이 경우에도 가급적 동일 조사구역에 동일 모니터가 배치될 수 있도록 하는 것이 필요하다.

3) 강화도 생태환경 시민모니터링

(1) 시민 모니터의 선정

시민 모니터는 일상적, 시기적 집중 조사가 가능하도록 강화도, 인천, 김포 지역에 거주하는 주민들로 구성하였으며, 각 부문 모니터링 경험이 있는 사람은 물론 모니터링 경험이 없는 사람들도 포함하였다. 이번 조사의 목표는 조사데이터의 정확성, 과학성보다는 경험 있는 시민 모니터의 양성에 있기 때문이다.

(2) 시민 모니터 기본 교육

선정한 시민 모니터들을 대상으로 영역별 모니터링 기본 교육을 실시하였다.

갯벌

여는 강좌/ 강화도의 자연환경
강좌1/ 갯벌생태계의 이해(이론)
강좌2/ 갑각류(이론)

강좌3/ 환경동물류(이론)
 강좌4/ 0매패류(이론)
 강좌5/ 복족류(이론)
 강좌6/ 어류(이론/ 대면/ 13:00~15:00)
 강좌7/ 갯벌생태계 조사 방법론1(이론)
 강좌8/ 갯벌 퇴적층 이해(이론)
 강좌9/ 염생식물1(이론 및 현장)
 강좌10/ 염생식물2(이론 및 현장)
 강좌11/ 염생식물3(이론 및 현장)
 강좌12/ 갯벌생태계 조사 방법론2(현장)
 강좌13/ 갯벌생태계 조사 방법론3(현장)
 강좌14/ 공통강좌1) 모니터링 방법론
 강좌15/ 공통강좌2) 이유있는 편식

곤충

여는 강좌/ 강화도의 자연환경
 강좌1/ 곤충 일반에 대한 강좌(이론)
 강좌2/ 딱정벌레목(이론)
 강좌3/ 나비·나방 무리(이론)
 강좌4/ 잠자리 무리와 수서곤충(이론)
 강좌5/ 메뚜기 무리(이론)
 강좌6/ 벌, 파리, 개미 무리(이론)
 강좌7/ 노린재, 매미 무리(이론)
 강좌8/ 딱정벌레목(현장)
 강좌9/ 나비·나방 무리(현장)
 강좌10/ 잠자리 무리와 수서곤충(현장)
 강좌11/ 메뚜기 무리(현장)
 강좌12/ 벌, 파리, 개미 무리(현장)
 강좌13/ 노린재, 매미 무리(현장)
 강좌14/ 공통강좌1) 모니터링 방법론
 강좌15/ 공통강좌2) 이유있는 편식

조류

여는 강좌/ 강화도의 자연환경
 강좌1/ 즐거운 탐조를 위한 노하우(이론)
 강좌2/ 조류의 생리, 생태적 특성(이론)
 강좌3/ 깃털의 형태와 기능(이론)
 강좌4/ 물새1) 도요물떼새과, 돛부기과(이론)
 강좌5/ 물새2) 갈매기과, 가마우지과(이론)
 강좌6/ 물새3) 오리, 아비, 습새, 논병아리과(이론 및 현장)
 강좌7/ 맹금류) 매, 수리, 올빼미과(이론)
 강좌8/ 새소리를 통한 탐조(이론)
 강좌9/ 산새1) 비둘기, 두견이, 제비, 때까치과(이론)
 강좌10/ 산새2) 휘파람새, 종다리과(이론)
 강좌11/ 산새3) 솔딱새, 까마귀과(이론)
 강좌12/ 산새4) 지빠귀, 되새, 찌르레기(이론 / 현장)
 강좌13/ 산새5) 할미새, 멧새과(이론 / 현장)
 강좌14/ 공통강좌1) 모니터링 방법론
 강좌15/ 공통강좌2) 이유있는 편식

(3) 모니터링 도구

- 기본적으로 종이 야장에 기록하되, 최종 결과물은 모니터링 앱인 '갯벌키퍼스'를 활용한다.
- 관찰한 종은 사진으로 기록하는 것을 기본으로 한다.

(4) 조사 구간 및 조사방법

① 조사 기간

- 2022.5.27.~10.23.(매월 2, 4주차 금~일)

② 바닷새 모니터링

- 강화도 전 지역을 9개 구간으로 나누어 바닷새를 조사한다. 조사는 2인 1조로 진행하며 관찰자는 쌍안경, 필드스코프를 이용하여 종과 개체 수를 확인하여 종이 야장에 기록하고, 최종적으로 집계한 결과를 모니터링 앱인 갯벌키퍼스에 업로드한다.
- 가급적 사진을 첨부하되, 부득이한 경우 사진 자료를 생략할 수도 있다.

③ 저서생물 모니터링

- 강화도에서 사람의 간섭이 가장 심한 동막 갯벌과 비교적 사람의 출입이 드문 장화리 갯벌에 대해 비교 조사를 진행한다. 2인 1조.
- 소형, 초소형 저서생물은 연구실 등 전문기관에서 동정해야 하나, 기관과의 협업 체계가 갖추어지기 전까지는 육안 동정이 가능한 대형저서생물, 표서생물을 중심으로 동정한다.
- 전문가와의 동행 조사에서 50cm×50cm 방형구와 Concore를 이용하여 현장에서 대형저서생물을 채집하고 동정한다.

④ 곤충 모니터링

- 모니터 요원이 많지 않아, 강화 전역을 조사하기에 무리가 있음. 강화도에서 규모가 큰 산인 고려산과 진강산에서 진행. 1개조(4인)이 함께 진행.
- 곤충 발생 시기에 맞춰 진행하며 1회의 등화 채집 실시.

3. 결론

시민모니터링은 시민이 직접 생태계의 변화를 관찰하고 그에 대한 과학적 데이터를 지속적으로 축적하는 과정이다. 이러한 과정은 시민 스스로 자신의 환경권을 지키고 자연환경의 훼손을 감시하고 지키는 주체로 나서는 과정이기도 하다. 관 주도의 일방적인 개발정책을 막아내기 위해서도 시민들의 관심과 개입이 필요하다.

이번 모니터링 사업은 강화도의 자연환경을 일상적으로 모니터링하고 감시하는 시민모니터링단을 상설화하고 시민이 주체가 되는 환경 감시운동의 단초를 마련하는 계기가 될 것이다. 앞에서 언급한 시민모니터링의 과제는 단시일 내에 해결될 수는 없을 것이다. 각 지역, 기관 및 단체에서 진행되는 시민모니터링의 사례들이 공유되고, 시민모니터링의 양적, 질적 진전을 위한 노력의 축적과정이 필요할 것이다. 장기적으로는 개별적으로 축적, 관리되고 있는 모니터링 데이터를 통합적으로 공유, 관리할 수 있는 DB의 구축 등 개방적이고 통합적인 생태계 모니터링 데이터관리시스템을 마련하는 것에 대해서도 전문가와 시민모니터링 주체들 간의 활발한 논의가 필요해 보인다.

참고문헌

- 고재경 외, 2020, 기후변화 적응을 위한 시민과학 활용 방안 연구, 경기연구원
- 박성남 외, 2016, SWOT 분석을 통한 습지보호지역 시민모니터링 개선 방향, 한국도서(섬)학회
- 양효식 외, 2015, 습지보호지역의 시민모니터링 개선방안, 한국도서연구회
- 정상철 외, 2017, 2017년 해양보호구역(장봉도, 대이작도) 시민모니터링, 해양수산부 인천지방해양수산청
- 차윤정, 2000, 도시생태공원의 모니터링 계획 및 관리방안, 자연보존, 110, 18-24
- “시민, 과학에 참여하다, <http://scienceon.hani.co.kr/536377>, (2017년 7월 31일)
- Audubon Society's Christmas Bird Count Is the Research Gift That Keeps on Giving, WTTW, (2020년 12월 15일)

아가새 돌봄단

다 살린다, 아가새 돌봄단

한강생물보전연구센터

황대인 센터장

1. 서론

급격한 도시화로 생태계 균형이 와해되어 산과 들에서 번식을 해오던 야생조류들이 급기야는 아파트 베란다에 대량으로 번식하여 입주민들은 위생, 소음 등의 이유로 동지를 부수거나 심지어는 알은 물론 멸종해 살아있는 새끼들까지 내다 버리는 일이 속출하고 있다. 이는 현행 ‘야생생물 보호 및 관리에 관한 법률’에 위배될 뿐만 아니라 이를 지켜보는 유아 청소년들 정서에도 심각한 영향을 미쳐 생명경시 풍조를 조장하고 생태/환경보전 의식조차 부정하는 행위이다. 또한, 이렇게 사람(주민)에 의해 아무 대책 없이 죽거나 버려지는 개체가 지난 한 해만 약 300마리 이상인 점(본 센터 기준)을 감안하면 전국적으로는 최소 수십만 마리일 것으로 추정하는 바, 자원봉사를 희망하는 시민을 대상으로 조류생태학, 수의학, 사양관리 등의 기본 교육을 실시하여 이를 수료한 사람들 각 가정에 위탁 사육을 함으로써 생존율을 크게 높여 성조가 되면 다시 자연으로 방사하여 생태계를 복원하고 종 다양성을 확보하여 궁극에는 도시 숲을 활성화시켜 녹색복지를 실현하고 탄소중립 효과를 완성, 사회적 가치를 구현하고자 한다. 새들의 라이프사이클 상 본 프로젝트에 투입되는 기간은 약 10~40일 정도의 비교적 짧은 기간이라 참여하는 시민들의 일상에도 별 부담이 없고 이 과정에서 온 가족이 몰입하며 관계도 개선되고 특히 학령기 자녀에게는 그 어디서 경험할 수 없는 생생한 관찰(성장) 일기의 소재로서 생태/환경보전 의지를 크게 향상한다.

또한 맹금 중 천연기념물인 황조롱이, 수리부엉이들은 아파트 공사나 원도심 재생사업 등 대규모 건설공사와 이에 따른 엄청난 인구 유입으로 사냥터를 잃고 급기야는 먹이 부족으로 아사(餓死)나 탈진 개체가 속출하여 생태계 전반에 큰 영향을 주고 있는 실정임에 따라 맹금 전용 먹이 상자의 설치로 이러한 문제를 친환경 생태적 방법으로 해소해 보고자 한다. 본 ‘아가새 돌봄단’ 프로젝트는 세계 최초로 이 ‘2021 P4G 서울 녹색미래 정상회의’에서 천명한 기후변화 대응과 지속가능한 발전을 위한 ‘P4G’의 철학과도 완벽하게 일치한다.

2. 본문

1) 다 살린다, 아가새 돌봄단

(1) 사업개요

- ① 사업기간 : 2021.11.~ 2022.10.
- ② 사업장소 : 전국(경기도 일원부터 우선 실시)
- ③ 사업대상 : 전국에서 발생한 구난(鳥類) 중 '아가새'와 맹금류
- ④ 사업내용
 - 자원봉사 지원자 대상 조류생태학, 수의학, 사양관리 방법 등 교육
 - 구난조류 위탁사육(지원자 가정)
 - 맹금전용 먹이상자 설치

(2) 사업 진행 세부 내용(사업참여자 및 역할, 사업대상, 진행방법 등)

- ① 사업참여자 및 역할
 - 본 센터 전 직원(대표, 센터장, 재활관리사) : 교육 및 관리
 - 각 가정에서 위탁사육할 지원자(총 25명) : 구난조류(아가새) 사육
- ② 진행방법
 - 자원자 모집
 - 관련교육 실시(관련 이론교육과 급이방법 등)
 - 인큐베이터, 사육장 등 장비일체 제공
 - 성장기록을 전산화하여 본 센터 허브에 전송, 전 지원자가 공유하여 지식과 경험 공유(유사 시 센터 담당 재활관리사가 직접 가정에 방문하여 문제 해결)
 - 이소(離巢)시기가 도래한 사육 개체는 센터에 복귀시켜 소정의 야생적응 재활훈련 후, 사육가정이 자연으로 직접 방사

2) 맹금전용 먹이상자

(1) 사업개요

- ① 맹금전용먹이상자 설계
 - 삼나무(red cedar) 집성판으로 800×600×200mm 사이즈

- 센터 인근지역 2개소 우선 시범설치
- ② 맹금전용먹이상자 제작 및 설치(관찰 카메라 설치)
 - 60mm 각 파이프 pole 제작(25mm 각 파이프 영상장치 거치대 제작)
 - 경기도 하남시, 양평군 지평리, 화성시 고포리 등 5개소 설치
- ③ 맹금전용먹이상자 모니터링
 - 수리부엉이(천연기념물 제324-2호) 매일 수차례 출현 확인

3. 결론

전문적인 생태/환경보전 교육과 본 프로젝트를 통해 중 다양성을 확보하여 생태계의 정점에 있는 새들의 번식을 활성화하고 도시 숲을 융성케하여 시민들의 쾌적한 삶을 위한 녹색복지 실현이 가능함을 알 수 있었다. 더불어, 아가새 돌봄단의 직접적인 심층 참여(위탁 사육) 과정에서 생명의 경이와 존엄성을 몸소 각성한 미래세대인 청소년들에게 아가새 보육에 참여하고 경험하게 함으로써 스스로가 생태보전 활동에 스스로의 역할과 이를 통한 사회적 책무에 공감케 할 수 있었다. 또한, 생태계 먹이사슬의 최정점에 있는 맹금에게 먹이 상자를 설치하여 안정적인 먹이를 공급함으로써 생존율을 크게 높여 번식환경을 개선, 생태균형을 도모하여 중 다양성 확장에도 기여할 수 있었다.

짧은 이번 활동이었지만, 먹이사슬의 정점에 있는 새들의 생태를 이해하고 보호하여 지역 생태계 보전활동 수행을 통해 탄소흡수원 유지 및 증진 활동을 활성화하여 마침내 '탄소상쇄(Carbon Offset)' 효과를 완성할 수 있음도 확인할 수 있었다.

세션 8

기후정의운동, 체제전환의 울퉁불퉁한 길

- 한국의 기후변화 담론과 생태전환
구도완
- 환경정의/지구정의 운동에서 기후정의 운동으로
정영신
- 기후 “데모”하기
924 기후정의행진과 유대(fluidarity)의 가능성
김지혜
- 기후변화와 여성농민의 생태적 응답
다종을 배려한 지급과 돌봄
장우주

한국의 기후변화 담론과 생태전환

구도완 환경사회연구소 소장

1. 서론

기후운동이 활발하다. 1992년에 리우 데 자네이루에서 유엔 기후변화협약이 채택된 지 30년이 지난 2022년 9월 24일에 서울에는 약 3만5천 명의 시민이 모여 기후정의행진을 벌였다. 1992년에는 먼 미래의 위협으로 여겨졌던 기후변화를 이제 시민들은 지금 여기 나와 우리의 '기후위기'로 인식하고 행동에 나섰다. 기후변화 또는 기후위기는 누가 어떤 관점에서 보는가에 따라 그 원인, 책임, 해결방법 등이 다르게 인식된다. 이와 같이 기후변화에 대한 인식과 행동의 틀을 규정해 주는 틀을 '기후변화 담론'이라고 부를 수 있다. 이 글은 한국의 기후변화 담론의 지형을 분석하고 이를 생태전환의 관점에서 해석하는데 목적이 있다. 이 글은 정부, 환경단체, 기후운동 단체 등의 공식 문서, 담화문 등의 문헌 자료를 분석하고, 환경운동, 기후운동 등에 참여한 운동가, 활동가 등에 대한 심층면접 자료를 활용한다.

2. 정부의 기후변화 담론

이명박 정부는 '저탄소 녹색성장'이라는 담론을 중심으로 기후변화를 새로운 성장의 기회로 삼아야 한다고 주창했다.

“녹색성장은 온실가스와 환경오염을 줄이는 지속 가능한 성장입니다. 녹색 기술(GT: Green Technology)과 청정 에너지로 신성장동력과 일자리를 창출하는 신국가발전 패러다임이라고 할 수가 있습니다.”(이명박 대통령 광복절 경축사, 2008. 8. 15)

이명박 정부는 녹색성장위원회를 구성하고 이 위원회를 중심으로 기후변화에 대응하기 위한 적극적인 정책을 추진한다고 주장했으나 4대강사업, 원전 확대 정책 등을 녹색성장 정책으로 포장하여 환경단체 등으로부터 많은 비판을 받았다. 또한 실질적인 온실가스 감축 효과를 이루지 못했다는 평가도 받았다.

이명박 정부 이후 기후변화 담론은 기후위기, 기후정의 담론으로 변화할 정도로 심화하고 확산했

다. 이런 상황에서 문재인 대통령은 2020년 7월 14일에 코로나 위기에 대응하기 위한 한국판 뉴딜 추진을 선언하며 “추격형 경제에서 선도형 경제로, 탄소의존 경제에서 저탄소 경제로, 불평등 사회에서 포용사회로” 전환하겠다는 비전을 발표했다. 디지털 뉴딜과 그린 뉴딜이 중요한 두 축인데 여기서 그린 뉴딜은 기후위기에 선제적으로 대응하는 것이라고 말했다.

“그린 뉴딜은 미세 먼지 해결 등 우리의 삶의 질을 높여줄 뿐만 아니라, 날로 강화되고 있는 국제 환경규제 속에서 우리의 산업경쟁력을 높여주고 녹색산업의 성장으로 대규모 일자리를 창출해 낼 것입니다.”

위에서 볼 수 있듯이 그린 뉴딜의 담론은 산업경쟁력, 녹색 산업, 일자리와 같이 이명박 정부의 녹색 성장 담론과 매우 유사함을 확인할 수 있다. 2020년 12월 10일에 문재인 대통령은 ‘대한민국 탄소중립 선언’을 발표했다. 이 연설에서 그는 기후위기의 위협을 경고하면서 탄소중립과 경제성장, 삶의 질 향상을 동시에 달성하는 ‘2050년 대한민국 탄소중립 비전’을 마련했다고 말했다. “전 세계적인 기후위기 대응을 ‘포용적이며 지속가능한 성장’의 기회로 삼아 능동적으로 혁신하며 국제사회를 선도하는 것이 목표”라고 말한다. 여기에서 그는 “소외되는 계층이나 지역이 없도록 공정한 전환을 도모”하겠다고 선언했다. 문재인 정부의 그린뉴딜, 탄소중립 담론은 ‘포용’, ‘공정’ 같이 불평등을 줄이기 위한 정책 담론을 포함하고 있으나 성장, 산업 경쟁력, 일자리와 같은 개발국가 지배 구조의 유지, 강화를 정당화하는 담론이라고 볼 수 있다.

3. 환경, 기후운동의 담론

1) 에너지 전환 담론

우리나라 환경운동은 1980년대 이후 반핵을 주된 과제로 삼고 이를 위한 운동을 조직해왔는데, 2000년대를 전후하여 반핵운동을 넘어서서 재생가능에너지를 확대하는 적극적인 운동이 발전하기 시작했다. 2000년에는 환경운동연합에 에너지대안센터라는 조직이 만들어졌고 이 조직은 기후변화에 대응하고 탈핵을 위한 에너지 전환 정책을 연구, 주창하고 시민태양광발전소를 운영하기도 했다. 이런 흐름은 지역의 다양한 태양광발전소, 에너지협동조합 등으로 발전했다. 2009년에는 기후변화행동연구소가 창립하여 지금까지 기후변화에 대응하기 위한 정책 연구와 정보 소통을 해오고 있다. 기후변화 행동연구소의 창립선언문은 기후변화의 피해가 약자일수록 더 심각하며 기후변화 문제를 형평성과 정

의의 관점에서 접근해야 한다고 말한다. 2018년에는 에너지전환포럼이라는 단체가 생겨서 에너지 전환을 위한 정책을 제안하고 공론장을 마련하는 일을 해왔다. 에너지전환포럼의 창립선언문은 '기후변화와 환경오염의 원인은 인류의 화석에너지 사용이라고 규정하고 이 문제를 해결하기 위해서는 에너지 절약, 효율 향상, 재생에너지 확대가 필요하다'고 주장했다.

에너지전환 담론은 기후변화의 원인을 화석연료와 핵 중심의 에너지 체계이고 그 책임은 모두에게 있지만 주된 책임은 화석연료 기업과 정부에 있으며 그 피해는 사회경제적, 생물학적 약자에게 불평등하게 배분된다고 본다. 이를 해결하기 위해서는 정부가 탄소세, 배출권 거래제, 탄소배출 제로 정책 등 에너지 정책을 통해 에너지 절약, 효율향상, 재생가능에너지 확대를 해 나가는 것이 필요하다는 것이다. 요약하면 화석연료와 원자력과 같은 지속불가능한 에너지원과 중앙집중형 공급망에 의존한 에너지 생산, 유통, 소비 시스템을 재생가능에너지와 지역분산형 에너지 시스템으로 바꾸어 에너지 민주주의와 에너지 시민성을 높이는 것이 필요하다는 것이다.

2) 기후정의 담론

정의와 평등을 강조하는 담론도 꾸준히 이어져왔다. 에너지정의행동은 2000년에 청년환경센터라는 이름으로 창립했는데 “보다 근본적인 대안을 가지고 피해받는 민중들과 함께 맞서 싸우는 반자본 환경운동”을 하겠다고 선언했다. 이 단체는 2010년에 에너지정의행동으로 이름을 바꾸고 ‘평등하고 정의로운 에너지 세상’을 만든다는 목표를 이루기 위해 ‘자본에 짓밟히는 생명을 지키는 운동’을 주창했다. 2009년에 창립한 정의로운 전환을 위한 에너지기후정책연구소는 창립선언문에서 ‘기후변화에 대처하기 위한 행동을 가로막는 걸림돌은 화석연료에 기반을 둔 자본주의 시스템’이라고 보고 ‘정의로운 전환’을 위한 지식과 정책을 창출하고 이를 실천과 연결시키겠다고 선언했다. 2018년에는 청소년기후행동이 만들어졌는데 이들은 기후위기가 청소년들에게 더 치명적이라고 보고 ‘청소년이 대상이 아니라 주체가 되는 기후운동’을 하겠다고 주장했다.

이런 흐름 속에서 2019년 9월 21일에 기후위기비상행동이라는 대규모 연대조직이 주도한 서울 대학로 집회와 시위는 기후운동이 확산하는 데 큰 영향을 미쳤다. 이 집회에 참가한 청년들 일부가 2020년 1월에 만든 청년기후긴급행동은 ‘기후위기에 맞서는 비폭력 직접행동 단체’로 창립했다. 이들은 “우리는 국가·지역·계급·세대·성별·생물종 간 기후정의를 실현하기 위해 국가와 기업에 과감한 온실가스 감축을 비롯한 전환”을 요구하고 있다. 이들은 2021년 2월 18일, 석탄화력발전소를 베트남에 건설하는 데 참여한 두산중공업을 비판하기 위해 본사의 두산 조형물에 녹색페인트를 칠하는 시위를

벌였다. 두산은 이 시위에 참여한 운동가들에게 민, 형사 소송을 제기했고 현재 그 재판이 진행되고 있다. 2021년에는 기후정의포럼이라는 조직이 『기후정의선언 2021』이라는 팸플릿을 발표했다. 이들은 ‘기후위기는 불평등한 사회의 위기이고 민주주의의 위기’라고 보고 ‘이 위기는 자본주의적 성장 체제를 변혁하지 않고서는 해결이 불가능하다.’고 말했다. 또한 ‘광범위하고 변혁적인 정의로운 전환’을 모색해야 한다고 주장했다.

3) 탈인간중심주의 담론

1990년대 중반 이후 동강댐, 새만금, 천성산 터널 반대운동 등에서 볼 수 있듯이 비인간 생명의 내재적 가치를 존중하고 이들을 보호하기 위한 환경운동이 발전했다. 2000년대 이후에는 동물의 고통을 줄이고 동물권을 보호하기 위한 동물운동도 활발하게 발전하기 시작했다. 이런 흐름 속에서 인간중심주의(anthropocentrism)를 비판하고 종차별주의를 넘어서려는 담론이 꾸준히 발전했다.

기후변화에서 동물은 주된 피해자이면서 행위자로 구성된다. ‘북극곰은 걷고 싶다’는 말처럼 기후변화 담론에서 피해자로 구성된 동물은 기후위기의 현실을 알리고 있다(남종영, 2009). 2011년에 시작된 핫핑크돌핀스라는 해양환경단체는 수족관 돌고래 해방운동을 해왔으며, 멸종위기 해양생물 보호와 해양생태계 보전운동을 펼치고 있다. 이 단체는 “돌고래 쫓아내는 탐라해상풍력 확장사업 반대한다.”고 주장하며 돌고래의 관점에서 그들의 서식지를 지키기 위한 운동을 벌이고 있다. 인간의 관점에서 필요한 재생가능에너지 확대 정책이 일으키는 문제를 이들은 돌고래의 관점에서 비판하고 있다. 탈인간중심주의 담론은 기후정의 담론이 중시하지 않는 복수종의 정의(multi-species justice) 문제를 제기한다.

4. 생태전환 전략

생태전환은 생태위기를 낳는 지배구조를 전환하여 생명이 자유로운 공동체를 만들어 가는 장기적인 과정을 말한다. 이것은 생태민주, 생태발전, 생태평화의 세 축으로 구성된다. 생태전환 전략은 지배구조의 폐해를 중화하는 것으로서 저항하기와 길들이기, 지배구조를 넘어서는 전략으로서 틈새에서 대안 만들기, 해체하여 재구성하기, 급진적으로 혁명하기로 나눌 수 있다(구도완, 2022).

1) 틈새에서 대안 만들기

에너지 협동조합과 같은 사례는 마을과 지역에서 시민들 또는 조합원들이 자발적으로 태양광 발전

소 등을 만들어, 탈핵과 기후변화 대응을 위한 운동을 조직하는 일이다. 이러한 담론과 실천은 풀뿌리에서 시민들이 자발적으로 생태적 시민성, 에너지 시민성을 키우면서 장기적인 생태전환의 주체성을 형성한다는 점에서 의미 있는 일이다.

2) 지배구조에 저항하기

석탄화력발전소, 신공항 건설 등 기후변화를 심화시킬 뿐만 아니라 생태계를 파괴하는 사업에 대해 시민들은 생명을 지키기 위해 저항하는 운동을 해왔다. 이러한 운동들은 기후변화의 잠재적 피해자들이 더 큰 위험을 부담하는 것을 막고 스스로를 지키기 위한 운동이라고 할 수 있다.

3) 길들이기

기후위기의 구조적인 원인은 자본주의, 산업주의, 인류중심주의 또는 탄소집약적 산업 등 다양하게 논의되고 있다. 길들이기 전략은 이런 지배구조 혹은 시스템을 철폐하거나 변혁하는 것이 아니라 기후위기로 인한 피해를 줄이는 전략을 말한다. 에너지전환 담론의 주장자들이 '탄소에 초점을 맞추어 제도 개혁, 기술개발 등을 통해 기후변화 완화, 적응 정책을 추진하는 것은 길들이기 전략이라고 볼 수 있다.

4) 급진적으로 혁명하기

한재각(2021)은 “우리에게 남겨진 시간, 그리고 감당해야 할 재앙을 가늠해보면, 우리에게는 개혁보다 혁명이 더 절실하다. 혁명이 우리의 생존 기회를 더 높일 수 있을 것이다.”라고 말한다. '기후위기를 벗어나기 위한 혁명은 지금껏 의존하던 사회-기술 시스템의 구조적 변화를 의미하는 것이라고 설명한다.

5) 해체하고 재구성하기

기후위기를 낳는 지배구조를 해체하고 재구성하는 전략은 지배구조를 한꺼번에 무너뜨리는 것이 아니라 그 구조의 핵심부분을 생태적으로 고치며 변형하는 전략이다. 사람들이 살고 있는 집을 부수고 새로 짓는 것이 아니라 살아가면서 기둥을 고치고 벽을 새로 만들어서 결국에는 새 집을 짓는 전략이라고 할 수 있다. 기후위기를 낳는 지배구조를 해체하고 재구성하기 위해서는 새로운 정당정치가 필요하다.

5. 결론

한국의 기후변화 담론은 지난 30여 년간 적지 않게 변화했고, 기후운동도 크게 발전했다. 기후변화에 대응하기 위한 기술, 시장, 정부 중심의 정책들이 큰 성과를 이루지 못한 상황에서 기후변화를 자신의 문제로 인식한 청(소)년, 노동자, 협동조합원 등 새로운 운동의 주체들이 구성되고 있다. 기후위기 담론은 환경운동단체들의 담론에서 확장하여 인권, 노동, 젠더, 소수자의 담론으로 확대되고 새로운 연대의 가능성을 열어가고 있다. 기후위기에 대한 생존, 생명 담론을 매개로 기후정의연대가 이루어지는 경향도 나타나고 있다. 이런 상황에서 생태전환 전략의 차이도 분명하게 드러나고 있다. 기후위기는 구조적인 위기이므로 구조를 넘어서는 담론과 실천에 대해 더 많고 정교한 공적 토론이 필요한 것으로 보인다.

참고문헌

- 구도완. 2022. “한국에서 시민사회와 국가는 어떤 생태전환 정치를 해왔는가?”. 김수진 외. 『전환의 정치, 열 개의 시선』. 도서출판 풀씨.
- 남종영. 2009. 『북극곰은 걷고 싶다』. 한겨레출판.
- 한재각. 2021. 『기후정의: 희망과 절망의 갈림길에서』. 한티재.

환경정의/지구정의 운동에서 기후정의운동으로

정영신 가톨릭대학교 사회학과 조교수

1. 서론

기후위기에 대응하고 그 과정에서 기후정의를 실현하는 것은 오늘날 전 세계 사회운동의 가장 긴급 과제로 부상하고 있다. 한국의 경우에도, 2022년 9월 24일 서울과 제주 등에서 진행된 기후정의 행진에는 다양한 연령대와 직종의 시민들이 참여함으로써 기후정의 프레임이 폭넓게 확산되고 있다는 점을 보여주었다. 기후정의행동 주최측은 ‘기후정의’가 “기후위기를 초래한 현 체제에 맞서고, 다른 세계로의 전환을 향한 가치이자 방향타”이자, “녹색성장과 탄소중립을 빌미삼아, 농민이 땅에서 쫓겨나고 노동자가 일터에서 쫓겨나는 현실에 맞서는 싸움”으로서 “그동안 착취당하고 억압받아온 모든 이들의 권리의 다른 이름”이라고 설명하고 있다. 또한 이를 위해 1) 화석연료와 생명파괴 체제의 종식, 2) 정치, 경제, 사회, 생태 등 모든 불평등을 끝낼 것, 3) 기후위기 최일선 당사자의 목소리를 담아낼 민주적 절차와 제도의 마련을 요구하고 있다.

하지만 ‘기후정의’라는 운동의 이념 또는 프레임의 의미가 무엇이며 어떤 가치와 원칙을 지향하는지는 여전히 모호한 부분들이 존재한다. 또한 본격적인 기후정의운동이 최근에야 확산되고 있다는 점에서 기후정의운동의 특징이나 난점에 대한 소개와 설명이 부족한 것도 사실이다. 김민정(2015)은 기후활동가들에 대한 심층인터뷰를 통해, 한국 기후운동 단체들의 기후정의 개념, 온실가스의 감축 목표와 수단에 대한 인식, 기후운동의 전략 등에 대한 경험적 연구를 수행했다. 이에 따르면, 한국의 기후운동은 기후 가해자와 피해자의 형평성을 강조하면서 그 불평등의 시정을 요구하는 ‘사회 통념상 기후정의’ 이념에 근거하여 의회주의, 전문가주의, 실용론을 통해 문제를 해결하려는 ‘개혁주의’의 흐름과, 기후위기를 불평등한 사회구조와 직접적으로 연결시키는 ‘급진적 기후정의’ 이념에 근거하여 아래로부터의 정의로운 전환을 추구하는 ‘변혁주의’ 흐름으로 구분된다. 그리고 개혁주의와 변혁주의 사이에는, 원론적으로 변혁주의의 입장을 따르지만 정책 제시와 개혁적 수단의 급진화를 추구하는 ‘좌파 개혁주의’ 흐름이 존재한다고 본다. 홍덕화의 연구(2020)는 기후정의 담론에 대한 최초의 본격적인 연구라고 할 수 있다. 그는 온실가스 배출과 기후위기 피해의 불일치 문제를 지적하면서 역사적 책임과 동등한

참여에 기초한 기후위기 대응을 촉구하는데서 출발한 기후정의 담론이 재난 취약성이나 인권 및 역량 등의 시각을 포괄하면서 점차 확장되어 왔다고 본다. 특히 기후운동이 급진화하면서 기후변화를 체제전환과 연결하는 흐름이 강화되었다는데 주목한다. 이것은 전환담론의 급진화를 가져와 전환 과정에서 민주적 계획과 반자본주의·탈성장을 쟁점으로 제기하고 있으며, 기후위기 대응책 역시 ‘정의로운 전환’에서 예고된 포괄적 사회정책, 사회구조적 변화를 요구하는 방향으로 급진화되었다. 요컨대, 급진적인 확장성을 지닌 기후정의 담론이 체제전환의 의미와 경로를 둘러싼 경합을 이끌면서 전환의 정치 지형을 재편하는 힘으로 작동하고 있다는 것이다.

이 글은 기후정의 담론보다는 사회운동으로서 기후정의운동에 주목하며, 기후정의운동의 형성과 발전 과정을 환경정의운동과 지구정의운동(Global Justice Movement)이라는 두 가지 운동 흐름의 수렴이라는 측면에서, 즉 두 운동의 기본적인 이념적 원칙과 조직화 방식 및 성과와 한계의 계승과 단절이라는 시각에서 바라보고자 한다. 지구정의운동에서는 초국적 공론장으로서 세계사회포럼(World Social Forum)의 성과와 한계를 돌아봄으로써, 기후정의운동의 가능성과 한계를 전망해보고자 한다.

2. 본론

1) 환경정의운동에서 기후정의운동으로

허리케인 카트리나는 2005년 미국 루이지애나주 뉴올리언스 지역을 덮쳐 1천여 명의 사망자를 낸 5등급 태풍이었다. 이때 미국의 미디어는 물이 차오르는 동안 옥상에 고립된 지역 주민들에 대한 방송과 사진을 반복적으로 보여주었다. 허리케인이 지나간 지 일주일 후에 실시된 전미 여론조사에서 아프리카계 미국인의 3분의 2가 허리케인 카트리나에 대한 연방정부의 대응이 “대부분이 백인이었다면 더 빨랐을 것”이라고 생각하는 것으로 나타났다. 이 사건은 지구 온난화로 인한 피해가 빈곤한 지역사회에 더 큰 영향을 미친다는 점을 보여주었고, 연방정부의 느린 대응과 2006년 환경 다큐멘터리 불편한 진실(An Inconvenient Truth)이 뒤따르면서 기후위기와 기후불의에 대한 인식이 대중들에게 각인되는 효과를 가져왔다. 그리고 이를 통해 담론 수준에서 제기되던 기후정의 이념이 환경정의운동으로부터 직접적으로 출현하여 기후정의운동을 형성하는 계기가 되었다고 평가되고 있다.

하지만 카트리나 사태가 중요한 계기였음에도 불구하고, 기후정의운동의 목표나 이념은 환경정의운동의 발전 과정에서 이미 출현하고 있었다(Schlosberg and Collins, 2014). 파버와 매카시는 미국 환경정의운동이 세 단계에 걸쳐서 진화했다고 본다(Faber and McCarthy, 2001). 첫 번째 단계는 1982년 미국 노스캐롤라이나 주의 흑인 거주 지역 워런 카운티(Warren County)에서 일어난 화학폐기물

매립 반대운동을 계기로, 환경문제가 인종이나 계급계층 문제와 연결되어 있다는 인식이 형성되고, 지역사회에 기반한 환경정의운동단체들이 결성되는 단계였다. 두 번째 단계는 1991년 워싱턴에서 개최된 1차 전국 유색인종환경지도자회의에서 미국의 50개 주 대표와 해외 활동가들이 모여 유색인종에 영향을 미치는 환경문제에 대처하기 위한 공동의 전략에 대해 논의한 것이 계기가 되었다. 이 회의 대표자들은 17개 항으로 구성된 '환경정의의 원칙'을 채택했고, 1992년 브라질 리우에서 열린 유엔환경개발회의에서 이를 배포했다(박재묵, 2015: 306-307). 이 단계는 환경정의의 내용이 명확해지고, 풀뿌리 조직들의 네트워크가 전국적·국제적으로 확산되었다는데 그 특징이 있다. 세 번째 단계는 이 사건 이후 풀뿌리 조직들은 긴밀한 국내·국제적 연대조직을 결성했고, 운동의 방식도 교육, 정책, 캠페인 등으로 확장되었다. 세 번째 단계는 환경정의운동이 독성물질 폐기의 불공정성을 넘어서 독성물질의 생산 자체에 대한 비판으로, 즉 분배적 정의에서 생산적 정의 프레임으로 진화하는 과정이었다. 독성물질의 생산을 담당해 온 초국적 기업과 자본주의적 생산시스템에 대한 관심은 기후정의운동의 체제전환 프레임으로 이어진다고 할 수 있다.

또한 파버와 매카시는 환경정의운동이 7개의 다른 사회운동의 수렴을 통해 형성되었다고 본다. 즉, 유색인종의 시민권운동, 노동자들의 건강과 안전에 관심을 두는 산업안전보건운동, 이민자 권리운동, 아메리카원주민 공동체의 생존권운동, 독성화학물질에 반대하는 환경건강운동, 기업 주도의 세계화에 대항하는 반세계화운동, 주거·교통·고용 등에 관심을 갖는 지역사회운동 등이 그것이다(Faber and McCarthy, 2001). 요컨대, 환경정의운동은 지역사회(local community)의 인구구성과 폐기물처분장 입지와 연관성에 대한 문제제기로부터 출발했으나, 불평등과 정의 프레임을 통해 그 영역과 지리적 공간을 확장해온 것이다.

환경정의운동의 초기 관심사였던 폐기물처분장의 입지 문제와 카트리나를 비롯한 기후재앙의 과정에서 인종적, 계급계층적 불평등의 문제는 공통의 프레임으로 작용했다. 특히 아프리카계 미국인들이 다른 미국인들보다 기후변화에 덜 책임이 있으나 더 불평등하게 비용을 지불한다는 인식은 환경정의 시각에서 기후변화를 인식하도록 하는 연결고리가 되었다. 또한 '자연'이나 '환경' 문제의 인식에서 주로 오염물질 배출을 중심으로 이해하던 경향은 점차 인간 공동체와 비인간 환경 모두에 더 큰 취약성을 초래하는 생태학적 피해에 대한 관심으로 확장되었다(Schlosberg and Collins, 2014).

2) 세계사회포럼의 지구정의운동의 성과와 한계

세계사회포럼(이하 WSF)은 신자유주의 세계경제 네트워크의 옹호자들이 매년 세계경제포럼(World Economic Forum, 이하 WEF)이라는 초국적 공간을 통해 친기업적 원칙과 규범, 정·관계 엘리트들 사이의 유대를 강화하고 국제경제정책 결정과정에 영향력을 행사하는 것에 대항한다는 목표 아래 조직되었다. WSF는 2000년에 반세계화 혹은 대안세계화 운동에 동의하는 시민사회 구성원의 초국적 공공영역으로 기획되었고, WEF의 연례 행사인 다보스 포럼의 개최시기에 맞추어 2001년 1월 말 브라질 포르투알레그레에서 첫 번째 모임을 가졌다. WSF를 기획한 핵심적인 글로벌 NGO는 아탁(ATTAC)이었으며, 브라질 노동자당(PT)과 포르투알레그레 시의 지원과 협력을 통해 성공적으로 첫 회의를 마칠 수 있었다.

WSF는 WEF의 다보스 포럼의 폐쇄성과 배타성과 대별되는 개방성과 포괄성을 특징으로 내세우면서, 초기에는 운동 내용의 급진화와 참가자의 대폭적인 확대를 이루었다. 2005년 캘리포니아-리버사이드 대학 연구팀이 실시한 WSF 참석자 설문조사 결과(응답자 중 다수(58%)가 '현 자본주의 세계경제 체제를 개혁하기보다는 반드시 폐지하고, 이를 더 나은 체제로 바꾸어야 한다'고 응답)로 WSF의 급진화를 단적으로 살펴볼 수 있다. 또한 2001년 117개국에서 온 5천여 명의 대표자들로 구성되었던 WSF의 규모는 2002년에 5만, 2003년과 2004년에 10만 명으로 급증하더니 2005년에는 15만5천여 명으로, 비약적으로 성장했다. 개최 장소를 보면, WSF는 2001-2003년에 포르투알레그레에서 진행되었고 2004년에 인도의 뭄바이에서 개최되었다가 2005년에는 다시 포르투알레그레에서 열렸다. 이것은 WSF의 초기 성공이 브라질 노동자당과 대기업 노조의 지원에 힘입은 바 컸다는 것을 보여준다.

2004년 인도 뭄바이 회의는 WSF의 의제와 참가자가 다원화·다양화되는 분기점이 되었다. 지역사회의 풀뿌리운동 참가자들이 확대되고, 이들은 지역공동체, 카스트제도, 인종주의, 가부장주의와 같은 이슈들을 새롭게 제안하면서 이에 대한 지구시민사회의 대안을 촉구하였다. 또한 9.11테러 이후 미국이 벌이고 있던 대테러전쟁에 항의하면서 '전지구적 반전운동 총회(General Assembly of the Global Anti-War Movement)'가 뭄바이 포럼에서 형성되기도 했다. 이러한 경향은 2006년 이후 다중심 모델(polycentric model)이라는 이름으로 공식화되었고, 대륙별 지역위원회의 조직과 확산 및 개최 지역의 다변화로 나타났다.

대체 전 영국 수상의 "대안은 없다"는 주장에 대항하여, "또 다른 세계는 가능하다"는 것을 비전으로 내세운 것에서 알 수 있는 것처럼, WSF는 위로부터의 세계화에 대항하는 아래로부터의 세계화를 조직하는 것을 사명으로 삼았다. 1999년 11월, 세계무역기구의 제3차 장관급 회담을 좌절시킨다는 목

표 하에 미국에서 조직된 '시애틀 투쟁'은 시민사회가 이데올로기, 계급, 국가라는 경계를 뛰어넘어, 신자유주의를 기조로 하는 자본주의 세계경제체제에 대해 초국적 저항운동을 조직함으로써 WSF를 형성하는데 결정적인 계기가 되었다(Juris, 2008; Scandarett, 2016). WSF의 성공과 확산은 전지구적 차원에서 시민의 탈정치화를 초래한 신자유주의 세계경제체제에 저항해 온 사회정의, 평화, 인권, 노동권 및 생태보전 등 운동 부문 간의 연대활동의 형성과 확대라는 점에서 그 의미를 찾을 수 있다(임현진·공석기, 2011). 또한 이 과정에서 WSF의 여러 부문 운동은 지구정의(Global Justice) 운동프레임을 중심으로 운동부문 간의 수렴현상을 보여주었다(공석기·임현진, 2010; 임현진, 2012).

이러한 일련의 대항세계화-반세계화 운동의 활성화는 기후운동 내에서도 기후변화와 기후위기의 문제를 전지구적 시민사회가 공동으로 대응해야 할 문제로 인식하도록 했으며, 대항세계화-반세계화 운동과 직접적으로 결합하도록 했다. 그런 의미에서 기후운동은 지구정의운동과의 결합 속에서 기후정의운동으로 전환되었으며, 기후정의운동이 시애틀전투 및 WTO와 G8 정상회담에 대한 시위 및 세계사회포럼 참여 등으로 상징되는 지구정의운동에서 등장했다는 평가를 낳았다(Scandarett, 2016). 참가자의 측면에서도 전지구적으로 조직된 기후정의운동은 직접행동을 통해 문제를 해결하는 환경운동가와 토착 원주민운동, 기후위기로부터 직접적으로 영향을 받는 지역사회, La Via Campesina와 같은 급진적 사회운동과 풀뿌리운동, 지구의 벗이나 제3세계 네트워크와 같은 글로벌 NGO 등 세계사회포럼의 참가자들과 유사한 양상을 보이게 되었다. 또한 기후정의운동이 탄소경제에 기반한 초국적기업을 직접적 대상으로 삼게 된 것과 행동양식에서 직접행동과 시민불복종을 중심에 두게 된 것 역시 지구정의운동과의 수렴 과정에서 형성된 것으로 이해할 수 있다. 예컨대, 기후정의운동은 전지구적인 기후위기의 과정에서 사회정의의 의미를 계속해서 질문하며, 다른 한편 전지구적인 반전운동은 이라크와 아프가니스탄에서 전쟁을 벌이는 미군의 군사적 활동을 지구상에서 가장 기괴한 에너지 낭비 활동으로 비판한다(Tokar, 2010).

기후운동은 초기에 (그리고 여전히) 크게 보면 두 개의 진영으로 구분되었다. 지구의 벗이나 그린피스와 같은 기존의 글로벌 NGO를 중심으로 형성된, '기후변화 프레임'을 중심으로 한 흐름과, Rising Tide나 the Climate Camps처럼 보다 급진적이면서 직접행동에 의한 대중 조직화에 방점을 두는 기후정의 프레임을 중심으로 한 흐름이 그것이다(della Porta and Parks, 2014). 지구정의운동의 영향 하에서 기후운동은 2000년대 중반 이후 재구성의 과정을 거쳤고, 그것은 기후운동 전반에서 '기후정의' 프레임의 확산 및 글로벌 자본주의 시스템이 해체를 직접적으로 요구하는 기후정의운동으로의 급진화로 요약될 수 있다. 하지만 2010년대 이후, WSF로 대변되는 지구정의운동은 베네수엘라 차베스

정권의 몰락과 브라질 노동자당의 후퇴, 세계 여러 지역에서 포퓰리즘의 강화와 신국가주의의 부상 등으로 대변되는 세계화의 후퇴 경향(제르바우도, 2022) 등 정치경제적 지형의 변화로부터 직접적인 영향을 받았다.¹

3. 결론

환경정의운동과 지구정의운동의 수렴으로 형성·발전한 기후정의운동은 두 가지 운동 원천의 성과와 한계를 모두 지닐 수 있다. 환경정의운동은 '정의' 개념을 어떻게 정의할 것인지를 둘러싼 논쟁을 겪어 왔고, 글로벌 NGO나 제도적 수단을 사용하는 엘리트 조직들과 풀뿌리조직들 사이의 지속적인 대립 속에서 성장해 왔다. 지구정의운동 역시 민주적인 참여구조 및 전지구적 네트워크의 역량과 실효성을 둘러싼 논쟁 속에서 성장해 왔다. 이런 측면에서 기후정의운동 역시 기후변화와 사회정의의 관계를 둘러싼 논쟁, 개혁주의와 변혁주의 사이의 경쟁과 대립, 운동의 조직적 확대와 민주적 참여구조의 문제, 실행전략의 측면에서 국가나 정당과의 관계 설정 등 기존 운동들이 경험해 온 문제들을 반복적으로 경험할 가능성이 크다. 다른 한편, 환경정의운동은 기후변화에 의해 형성되는 잠재적인 불평등이 개인(건강)과 커뮤니티(생계, 문화) 및 정치구조(거버넌스, 투명성, 민주주의)의 수준에 걸쳐 복합적으로 존재한다는 점을 보여주었으며, 세계사회포럼으로 대표되는 지구정의운동은 계급, 인종, 민족, 젠더 등을 포괄하는 초국적 공론장의 형성 가능성을 보여주었다. 기후정의운동은 운동의 원천들에 대한 성찰과 혁신을 통해 전진할 수 있는 가능성 역시 그 기반으로 삼고 있다.

1 세계사회포럼이 1) '조직구조의 측면에서 수직적인 권력관계, 비효율성, 조직역량의 부족과 투명성의 결여, 2) 참여의 경제적 문턱의 존재, 정당의 배제, 엘리트주의 등 참여자 구성에서의 '배제성', 3) 성별, 인종별, 민족별 참여자의 집중과 편향성 등 참여자 구성에서의 '불평등'의 문제를 안고 있다는 점은 세계사회포럼에 대해 많은 활동가들과 연구자들이 지적해 온 문제이며, 이것은 세계사회포럼 쇠퇴의 내적인 측면이라고 할 수 있다(Vargas, 2020).

참고문헌

- 공석기·임현진, 2010, “세계사회포럼과 한국사회운동: 시애틀에서 벨렝까지”, 『국제정치논총』, 50(1), 341-372.
- 김민정, 2015, “한국 기후운동의 실상 - 기후 활동가를 중심으로”, 『경제와사회』, 12(3), 123-151.
- 박재목, 2015, “사회적 불평등과 환경.” 한국환경사회학회 엮음, 『환경사회학 - 자연과 사회의 만남』, 한울.
- 임현진, 2012, 『지구시민사회의 구조와 역학: 이론과 실제』, 나남.
- 임현진·공석기, 2011, 『글로벌NGOs 세계정치의 와일드카드』, 나남.
- 제르바우도, 파올로, 2022, 『거대한 반격 - 포퓰리즘과 팬데믹 이후의 정치』, 다른백년.
- 최병두, 2010, 『비판적 생태학과 환경정의』, 한울.
- 홍덕화, 2020, “기후불평등에서 체제 전환으로: 기후정의 담론의 확장과 전환 담론의 급진화”, 『ECO』, 24(1), 7-50.
- della Porta, Donatella and Louisa Parks, 2014, Framing processes in the climate movement: from climate change to climate justice, edited by Matthias Dietz and Heiko Garrelts, Routledge Handbook of the Climate Change Movement, Routledge.
- Environmental Justice Group, 1995, Environmental Justice: A Matter of Perspective, Denver: National Conference of State Legislature.
- Faber, Daniel and Deborah McCarthy, 2001, The Evolving Structure of the Environmental Justice Movement in the United States: New Models for Democratic Decision-Making, Social Justice Research, 14(4), 405-421.
- Juris, J. S., 2008, Networking Futures: The Movements against Corporate Globalization, Duke University Press.
- Scandrett, Eurig, 2016, Climate Justice: Contested Discourse and Social Transformation, International Journal of Climate Strategies and Management, 8(4), 477-487.
- Schlosberg, David, 2004, Reconceiving Environmental Justice: Global Movements and Political Theories, Environmental Politics, September 2004, 517-540.
- Schlosberg, David and Lisette B. Collins, 2014, From environmental to climate justice: climate change and the discourse of environmental justice, WIREs Climate Change, 5(3), 359-374.
- Tokar, Brian, 2010, Toward a Movement for Climate Justice
- Tokar, Brian, 2020, On the evolution and continuing development of the climate justice movement, edited by Tahseen Jafry, Routledge Handbook of Climate Justice, Routledge.
- Vargas, Victoria, 2020, The World Social Forum under Criticism: A literature study of its role, Södertörns Högskola.

기후 “데모”하기

924 기후정의행진과 유대(fluidarity)의 감각

김지혜 서울대학교 환경계획연구소 객원연구원

1. 서론

이 연구는 924 기후정의행진을 조직하고 있던 한 사람과 연구자의 대화에서부터 시작된다. 그는 이 행진을 “데모”로 만들고 싶어 하였는데, 그에 따르면 “데모”는 무엇보다 “우리를 만드는 일”이었다(2022.06.16.). 이러한 대화가 있는 뒤 약 3개월 뒤인 2022년 9월 24일, 기후정의행진은 주최측 추산 3만5천 명이 참여하는 대규모 행진이 되었다(한겨레, 2022.09.25.). 2019년 기후위기 비상행동 시위에 5천여 명으로 추산되는 사람들이 모였던 것에 비하여 이 행진은 훨씬 더 많은 사람들이 참여하였고, 행진의 조직위원회에 참여한 조직의 수만 해도 400개가 넘었다(기후정의행진 홈페이지). ‘대규모’라는 면에서 이 행진은 처음 논의하였던 그 목적을 달성하였고, 그것의 효과로 지지부진하던 ‘탈석탄법’ 제정 청원 역시 탄력을 받아 5만 명의 사람들이 서명을 남겨 청원 접수 기준을 넘겼다고 평가받기도 하였다.¹

9월 24일의 행진이 끝난 시점에서, 이 연구는 다시금 연구자와 기후정의행진을 이은 데모에 관련된 대화로 돌아간다. 데모가 “우리를 만드는 일”이라는 그 지점으로 말이다. 그리고 여기에서 이 연구의 질문이 나타난다. 기후 데모를 통해 만들어진 ‘우리’란 무엇인가?² 무엇이 어떻게 ‘우리가 되고, ‘우리는 무엇을 하는가? ‘우리’는 어떤 연결을 상상하며, 그것을 어떻게 실체화하는가?

2. 본론

1) 연구방법

연구 질문들에 답하기 위하여 이 연구는 2022년 6월부터 10월까지 연구자의 참여관찰 자료와 인터뷰, 기후정의행진 홈페이지 및 SNS, 유튜브 등의 온라인 자료를 수집하였고, 이를 통해 에스노그라

1 탈석탄법 제정을 위한 시민사회연대 입장문. 한국YWCA연합회 홈페이지(https://ywca.or.kr/board_press/16274/) [2022.10.11 확인]

2 연구자는 ‘누구’라고 질문하지 않고, ‘무엇’인지에 대해 묻는다. ‘누구’에 포함되어 있는 주체의 문제를 예민하게 생각하기 위해 서이다.

피(ethnography) 형식으로 쓰였다. 이 에스노그래피는 제한된 자료와 관점을 통해 쓰였기 때문에 여기에서 분석되는 ‘우리’가 행진에 참여했던 모든 사람이나 조직들이 동의하는 우리가 아님을 미리 밝힌다. 차라리 여기에서의 ‘우리’는 로티가 연구의 의의를 상상으로 보았던 것과 같은 의미에서, 연구자가 상상한 산물이다(로티, 2020). 그럼에도 ‘우리’는 연구자가 마주한 무엇이며, 이 연구는 그의 실재성을 입증하기 위해 노력할 것이다. 특히 연구자는 기후정의행진에서 나타난 ‘우리’가 연대(solidarity)라는 이름으로는 불충분한 어떤 특성을 지녔다고 보았고, 이를 유동적인 성질이 강조된 유대(流帶; fluidarity)라는 개념으로 설명하고자 한다.

2) 차이와 마찰들

924 기후정의행진은 그 이름이 만들어지기 전부터 우리 내부의 차이를 염두에 두고 있었다. 이는 준비모임에서 확인할 수 있는데, 행진에 대한 바람으로 “진짜 다양한 사람들이 모여 있다는 것을 확인”하는 자리가 되는 것이었다(2022.06.14.). 또한 누구든 목소리를 내는 것을 중요하게 여겼고, 그것이 “오픈 마이크”라는 형태로 나타났다. 기후 단체, 인권 단체, 환경 단체, 창작 모임, 사회주의 조직, 노동조합, 연구소, 여성 단체, 장애인 단체, 생활협동조합, 정당 등 다양한 조직에서 온 이들이 행진을 함께 하면서 자신의 의제 속에서 기후를 말하게 되었다. 이러한 흐름은 사실 2019년 기후위기 비상행동 시위에서도 약한 형태로 등장하였는데, 이 두 시위에 모두 참여하였던 인권 단체의 활동가는 이제 더 이상 그의 발언과 존재가 “어색하지 않”았다고 평가한다(2022.10.07.). 그러나 이 차이들이 결코 이들의 마찰 없이 공존하고 있었던 것은 아니다. 이 소절에서는 차이와 차이 사이의 마찰에 대해서 분석한다.

3) ‘분위기(atmosphere)’로서의 기후, 그리고 우리

924 기후정의행진에서 나타나는 우리가 이토록 다양한 차이들로 가득 차 있다면, 이 행진은 어떻게 우리를 묶는가? 여기에서 기후의 물질성에 대한 문제가 대두된다. 이때 ‘우리’의 동일성을 형성하는 것, 로티의 표현대로 “우리의 상상적 동일시(로티, 2020)”는 그다지 중요한 것이 되지 않는다. 오히려 ‘우리’ 내부의 차이들은 기후가 이렇게 ‘광범위하게’ 영향을 미칠 수 있음을 반증한다. 기후는 이때 객체와 객체 사이를 감싸고 있는 대기(atmosphere), 혹은 분위기가 된다. 분위기는 그 자체로 포착될 수 없지만 느껴지며 존재한다. 한 존재가 느끼는 분위기와 다른 존재가 느끼는 분위기의 동일성에 대한 문제 역시 부차적이며, 존재들 사이에 분위기가 있다는 것 자체가 의미를 생산한다(McCormack, 2018). 이로써 기후는 행진 속 존재들을 감싸고 있는 무언가로 작동하며, 그러한 분위기로써의 기후를 공통적으

로 감지하다는 점에서 우리가 된다. 기후가 모두 다르게 감각된다는 점도 더 이상 문제는 아니다. 그래서 기후는 더 이상 우리 모두의 ‘환경’ 문제가 아니라, 인권의 문제, 젠더의 문제, 종차별의 문제, 금융의 문제, 자본주의의 문제 등으로 이해된다.

4) 행진이란 매듭과 매듭의 풀어짐

영국의 인류학자 잉골드(Ingold, 2016)의 개념을 빌리자면, 행진은 다양한 선들이 일시적으로 묶어지는 행위로서 이해될 수 있다. 각자는 어디에선가 왔으며, 몇 시간 동안의 행진은 이 선들의 일시적으로 같은 방향으로 가도록 묶어두지만, 다시금 다른 궤적을 만들며 다른 장소로 사라진다. 이 매듭이 어떤 의미가 있으며, 어떻게 풀어질 것인가? 이 절에서는 그에 대해 탐구해 본다.

3. 결론

이 연구가 ‘우리’에 집중하는 것은 이 용어가 지닌 정치성에 주목하기 때문이다. 이 익숙하지만 생각해볼수록 기묘한 용어에 대한 탐구는 어쩌면 기후 문제에 대한 새로운 관점을 제시하고, 기후에 대한 정형화되지 않은 다른 실천으로 향하는 실마리가 될 수도 있을 것이다. 이 연구는 ‘우리’라는 호명이 얼마나 연약한지, 그리고 얼마나 순간적인 현상인지 밝히면서, 차이나는 존재들의 마주침의 의미에 대해 탐구하였다.

참고문헌

- 로티, 리차드, 『우연성, 아이러니, 연대』, 김동식, 이유선 역, 2020, 사월의책.
- Ingold, T., 2016, Lines: a brief history, Routledge.
- McCormack, D. P., 2018, Atmospheric things: On the allure of elemental envelopment, Duke University Press.
- 신문기사 및 인터넷 자료
- “3만5천개 종이 팻말이 채워졌다...“기후재난, 이대론 못 살아”, 한겨레, 2022년 9월 25일
- “탈석탄법 제정을 위한 시민사회연대 입장문”, https://ywca.or.kr/board_press/16274/, (2022년 9월 30일)
- 기후정의행진 홈페이지 <http://action4climatejustice.kr/>, (2022년 10월 12일)

기후변화와 여성농민의 생태적 응답

다종을 배려한 자급과 돌봄

장우주 에코페미니즘 연구자

1. 서론

기후위기를 드러내는 현상은 모든 인간의 일상과 삶 속에 영향을 미치고 있다. 그러나 지역, 세대, 계층, 성별 등 다양한 위치에 따라서 영향은 다를 수 있다. 이 연구에서는 대안 농법으로 농사를 지어 온 여성민들에게 기후변화는 어떤 영향을 미치는지에 대한 물음으로 시작한다. 또한 여성농민들은 생태위기를 내다보면서, 실행해온 가치와 실천 방식들, 그리고 기후변화에 대해 대응하는 응답의 방식들이 생태적 전환에서 어떤 함의를 지니는 지를 논의하고자 한다.

이와 관련한 질문들은 다음과 같다. 기후변화를 대안적인 방식으로 농사를 짓는 과정에서 여성농민들은 어떤 변화를 감지하고 있을까? 기후변화로 인한 영향에 대해, 어떤 방식으로 대응하면서 생태적 방식의 가치와 실천을 해나가는가? 기후위기에 대응하는 자급의 시스템은 어떤 함의를 지니는가? 등의 물음에 집중하고자 한다. 이러한 물음들을 통해 다양한 생물종이 생태계 안에서 생존 가능한 다양한 자급의 함의들을 분석해 보고자 한다.

2. 본론

1) 연구방법

(1) 문헌연구

- ① 문헌연구의 연구 영역은 대안농업, 여성농민 활동, 기후위기와 관련한 비판적 에코페미니즘, 신유물론의 관점 등을 이론적으로 분석함.
- ② 여성환경연대 등 관련 운동단체가 작업한 자료집, 여성농민이 작성한 SNS의 글을 비판적 에코페미니즘의 관점에서 해석하고 분석함.

(2) 심층 인터뷰

- ① 유기농인증 등을 받아 대안농법으로 농사를 짓는 충남 청양, 홍성의 40~60대 여성농민들 5명과의 심층인터뷰를 진행함. 기후변화와 관련하여 여성농민들이 느끼는 변화들과 어려움. 그

런 과정에서도 지켜가고 있는 생태적 농사방식과 가치들이 어떤 함의가 있는지 해석하고자 함. 이들은 가족농, 소농의 형태이며, 여성 농민들은 주로 밭농사를 짓고 있음.

- ② 도시에서 전환마을운동을 하면서 도시농업을 하는 여성과의 심층인터뷰를 통해 기후변화와 관련하여 재가치화하고 있는 탄소중립을 위한 농사의 방식과 가치가 생태적 전환에 어떤 의미가 있는지 해석해 보고자 함.

2) 기후변화로 인한 대안농업 여성농민들의 어려움

- (1) 품종에 따라 수확량이 급감하기도 함(김효정, 2022: 152, 정숙정, 2022:116): 예시) 벌의 수분을 통해 열매를 맺어야 하는 단호박 농사를 짓는 한 농가의 경우, 3년 전 수확량이 2,000 여개 정도였던 것에 비해 올해에는 500여 개로 대폭 줄었음.
- (2) 다양한 해충의 피해가 늘면서 그에 따른 노동량 증가: 기온변화가 심해지면서 가장 많이 두드러진 현상은 다양한 해충의 피해가 늘어가는 것임. 대안 농업에서 사용 가능한 해충퇴치제의 사용 횟수가 늘어나면서 여성농민들의 노동시간과 노동량이 늘어나고 있음.
- (3) 품종별 파종과 수확시기의 혼란: 파종시기, 수확시기 등이 품종, 지역, 기온 등의 조건에 따라 일정했으나, 기온이 높아지고 겨울이 짧아지면서, 오랜 경험을 지닌 여성 농민들도 파종이나 수확시기를 판단, 결정하는데 혼란을 느끼기도 함.
- (4) 지역에 따라, 품종에 따라 기후변화에 따른 농사과정에서의 변화나 어려움이 없기도 함: 고산지대이어서, 상대적으로 온도가 높지 않거나, 배수가 잘되는 지역이거나, 벌을 통한 수분이 필요하지 않은 품종, 이미 하우스에서 유기농 밭농사를 짓는 경우에는 별다른 어려움을 느끼지 못하기도 함. 또한 벼농사의 경우에는 한국 농업이 벼농사 생산량을 목표로 발전을 거듭해와서 안정화되기도 하였음(남재작, 2022).

3) '자급'의 재가치화

- 대안 농업에서의 여성농민들은 농업을 해오면서 세워온 '생태적 가치'와 여성주의적 관점들은 생태위기와 먹거리 시스템의 위기에 불구하고 생태 전환의 잠재성을 담지하고 있다고 보여짐.

(1) 다품종 소량생산: 다양한 것이 살아남는다

- 여성들이 주도적으로 하는 대안농업은 소농이면서 밭농사 위주로, 연간 50여~80여 종 채소 등

의 품종을 일년 내내 심고, 수확하는 과정을 반복하게 됨. 가족을 위한 먹거리 자급을 위한 목적도 있지만, 로컬 마켓이나, 꾸러미 사업을 하면서 소량이지만 다양한 품종을 계절에 따라 '연결'된 소비자들에게 보내기 위해서임.

- 단일 품종을 대규모로 심는 관행농법과는 달리, 다양한 생물종들을 키워내기, 일부 채종, 토종 씨앗 나눔, 구매를 통해서 씨앗 구하기.
- 즐거운 농사짓기: 필지마다 다양한 품종을 심어서, 같은 때에 한쪽에선 파종하고, 한쪽에선 다른 품종을 수확하는 등의 지루하지 않은 농사 방법을 즐기기도 함.
- 먹고 살기 위한 '자급'의 의미로 시작한 농업의 의미이지만, 생물종 다양성을 지켜내기 위한 다품종 소량생산의 의미임. 즉 관행농의 방식으로, 단일 품종만 심을 경우에는, 병충해로 농사를 망치게 되거나, 풍년이 올 경우에도, 농산물 가격폭락이 올 수 있기 때문임.

(2) '땅'과 '흙'의 미생물 vs. smart farming

- 다양한 생물종, 수분(受粉)을 위한 곤충, 다양한 미생물 그리고 무엇보다 여성농민과 흙과 땅과의 관계성이 중요해짐. 제초제나 비료를 치지 않고 얻은 흙의 생명력은 인간과 생태계의 다양한 종들이 생존가능한 토대가 됨.
- 특히 흙이 식물과 함께 탄소를 가두는 포집의 기능을 할 수 있어서 기후위기에 대한 대응으로 중요해지고 있음. → 자급의 생태계
- 농림부나 농업기술이 제시하는 방향은 흙 없이, 물, 품종마다 필요한 영양제, 인공적인 습도나 기온조절 등을 통해 농산물을 얻는 인공적 스마트농법임. 그러나 이런 농법이 효율성, 생산성만을 기준으로 한 단편적 생산방식으로 여성농민들에게 읽히고 있음.

(3) '감'이라는 생태적 지식: 감각-연결-읽히고-체득하는 지식

- 일년에 50가지가 넘는 품종을 심고 기르고, 수확하기 위해서는 많은 전문적 지식과 통합적 판단력 등이 필요함. 품종의 특징, 그 지역 기후에 맞는 파종시기, 해충퇴치 방법, 수확시기, 방법 등등을 알아야 함. 이 모든 지식을 2~3년 정도 농사를 짓고 나면, '감'이라는 말로 집대성되어 몸에 체득되는 지식이 됨.
- 이 지식은 생태적 감각, 정보화된 생태적 지식, 흙-50여 가지 넘는 작물들-시기에 맞는 적절한 노동-평가와 성찰-지식에 대한 수정된 실험과 시도 등이 순환되는 형태로 '상황적 지

식(situated knowledge)이라고 할 수 있음(이효희:2021, 김효정: 2022, 정숙정: 2022).

- 경험이나 실험을 통해 평가를 하고 생태적 기준으로 다른 시도나 실험을 시도해 보면서 지식과 내용을 쌓아감. 기후변화로 인한 문제와 그에 대한 생태적 방안을 여성들의 실험과 학습을 통해서 모색함.
- 예시) 기후변화로 인해 단호박 수확량 줄어들: 그 다음에 파종시기를 당겼음에도, 수분이 잘 되지 않음 --> 벌의 개체수가 줄었다는 원인을 찾아냄 --> 상대적으로 벌이 좀 더 많은 봄에만 시도할 예정임--> 원인찾기, 분석, 실험, 생태적 대안 만들기--> 생태적 대안 농법, 품종에 대한 학습에 관심.
- 매해 새로운 품종을 심어보면서, 학습하고 실험하게 됨. 한 나물을 한 계절에만 나누어 먹고 끝나는 것이 아니라, 말려서 겨울에도 말린 채소로 나누는 등의 응용과 연구.
- 학습공동체의 정보DNA 전수와 공진화.

(4) 지역 안에서의 다양한 자급시스템

- 수확한 소출물의 판로는 생협 등의 큰 조직의 생산자로 계약을 맺어 공급하기도 함. 그러나 인터뷰에 참여한 여성농민들은 지역 특별한 작물을 제외하고는 거의 지역의 유기농협동조합원으로 참여하여, ①지역 학교급식, ②마을 장터, ③도시의 소비자에게 꾸러미 형태의 직접거래, ④〈함께먹는 식구들〉이라는 이름으로 여성농민회가 주도하여, 지역 내에서 상호교환, 가공품을 직접 거래하는 방식으로 공급하고 있음.
- 기후변화로 인해, 잎채소 등을 원거리에 있는 도시 소비자에게 공급하기 어려워진 것도 원인이 되어 지역 안에서 기관에 공급하거나, 직거래하는 방식이 주를 이루고 있음.
- 가족이나, 살고 있는 지역 안에서 농산물을 '자급'하는 형태로 변화: "나 어제 나가 키운 양파 장터에서 샀어."

(5) 연결과 돌봄

- 도시의 꾸러미 소비자와의 연결, 경제적 부조, 주1회 꾸러미 상자를 만들기 위한 동네 여성농민들의 협업.
- 농촌의 가장 큰 문제는 농민의 고령화: 서로 품앗이 노동을 하기 어려울 정도로 고령화 단계로 진입함. 가용 노동력, 체력을 고려하여 농사의 규모를 조정함.

- 젊은 세대를 위한 지식의 전수/돌봄/연결: 텃밭농업을 통한 유기농업 경험 전수, 농업 경영노하우 전수, 은퇴자 또는 장애인을 위한 농장경영 등 다양한 시도.
- 고령 여성농민을 위한 돌봄시스템의 모색이 필요.
- 흥성의 경우에는 비혼여성, 가족단위로 귀농인구가 유입되고 있음.

3. 결론

- 1) 기후위기로 인한 영향은 누구에게나 예외가 없다. 그러나 약자에겐 더 가혹하다. 소농으로 대안농업을 해온 여성농민들에게 품종에 따라 수확량이 급감하기도 하고, 해충의 피해가 늘면서 노동량이나 노동시간이 증가하기도 한다. 또한 기온이나 강수량의 변화로 인하여, 파종시기나 수확시기에 지속적으로 혼란을 주기도 한다.
- 2) 기후위기가 생태계 위기를 내다보면서 대안 농업운동을 해온 여성농민들은 ①생물종 다양성을 지키기 위한 다품종 소량 농업: 생물종다양성과 생계를 위한 자급 ②흙과 다양한 미생물, 생물, 인간의 관계성 그리고 탄소 가두기 ③생태적 지식과 체득과정을 통한 대안연구 ④지역에서 다양한 자급시스템을 활성화 하는 등의 시도를 해오고 있었다. 이것은 기후변화, 여성농민의 고령화, 노동인구의 감소, 부채의 증가, 여성농민의 기본권의 문제 등을 인식하고, 그것을 조건으로 해결하려는 시도와 방식이 함께 섞여 있기도 하다.

그러므로 '자급'은 자신과 가족을 위한 생계(subsistence)로서의 자급, 지역 안에서 탄소발자국을 줄이고, 생산한 농산물을 필요한 곳에 공급하는 곳에 연결하는 의미의 자급을 의미한다. 생산자와 소비자의 직접거래를 하거나, 기온이 상승하면서 생채소의 경우에는 지역안에서 빠르게 공급하게 되었다. 또한 상호교환, 필요한 것으로 가공해서 나눔하는 것으로 기존의 시장경제 시스템에서 벗어나 자급의 시스템을 만들어 가기도 하였다.

기후위기와 지구생태계의 위기를 고려하면, 농약과 제초제를 치지 않은 비옥한 토양, 생물종 다양성을 위한 씨앗의 진화, 체득된 지식을 지닌 여성농민이 생태계를 지탱하는데 중요한 존재들이다. 이들에게 기본소득을 지급하고 이들의 문화와 지식이 젊은 세대에게 전수된다면, 도시, 농촌의 경계를 허물고 어디든지, 누구든 작은 밭을 일구고, 자급을 위한 밭을 일구는 상상을 해본다.

참고문헌

- 강지연, 2021, 여성 중심 도시농업의 공동체경제와 지역 돌봄: 서울시 금천구 사례를 중심으로, 한국농촌사회학회(편), 『농촌사회』, 제31권 2호, 65-134.
- 김효정, 2022, 인도네시아와 한국 여성농민의 대안농업운동을 통해 본 '생태시민되기'에 관한 연구, 이화여자대학교 대학원 박사학위 청구논문(미간행).
- 남재작, 『식량위기 대한민국』, (주)웨일북, 2022.
- 미즈, 마리아. 벤홀트-톰젠, 베로니카. 『자급의 삶은 가능한가』, (꿈지모), 동연, 2013.
- 알레이모, 스테이시, 『말·삶·흙-페미니즘과 환경정의』, (윤준·김종갑), 서울그린비, 2018.
- 이효희, 2021, 한국 대안농식품 운동에서 여성농민의 실천에 관한 연구, 건국대학교 대학원 농식품경제학과 박사학위 청구논문(미간행).
- 정숙정, 2021, '여성x농민'의 교차성: 여성농민의 불평등 경험과 정체성, 『농촌사회』, 제31집 1호, 93-153.
- 여성환경연대, 2021, 여성x기후위기: 여성의 관점으로 말하는 기후위기 정책제안.
- 해러웨이, 도나, 2021, 『트러블과 함께하기: 자식이 아니라 친척을 만들자』, (최유미), 마농지, 2021
- Gaard, G. 『Critical Ecofeminism』, Lexington Books, 2017, 117-142.
- MacGregor, S. 2014, Only Resist: Feminist Ecological Citizenship and the Post Politics of Climate change, 『Hypatia: Special Issues on Climate Change』, 29:3, 617-633.

포스터세션 1

환경과 산업

- 사회인지 이론에 기반한 친환경 소비 촉진요인
다회용기 서비스 리턴잇 사례연구
김기현, 김선, 이준형
- 국내 플라스틱 산업의 전주기 온실가스 배출량 평가
김민규, 김하나
- 환경을 생각하는 기업의 미래에 관한 연구
ESG 등급과 기업의 미래 경영성과의 관계를 중심으로
양강민, 김수현, 김승민, 박영신
- 한국식 환경성과연계채권(K-EB)을 통한 「한국판 그린뉴딜」정책의
활성화 방안 모색
현대통화이론(MMT)과 사회적 금융을 중심으로
이택준, 서정우
- 당신은 사회 트렌드에 뒤떨어지는 소비자가 되시겠습니까
트렌디 규범 메시지가 친환경 소비 의도에 미치는 영향
이화진
- 전과정 임팩트 평가 방법론 문헌연구
최명, 김지현, 박소희, 서형주, 윤슬기, 이한결, 정다교

사회인지이론에 기반한 친환경 소비 촉진 요인

다회용기 서비스 리턴잇 사례 연구

김기현 고려대학교 경영대학 연구교수
이준형 리턴잇 대표
김선 리턴잇 이사

1. 서론

1) 연구의 필요성

코로나를 지나면서 배달음식 서비스는 소비자들의 삶의 일부로 자리 잡았다. 소비자들은 정부 규제와 위생 등을 이유로 방문보다 배달음식 서비스를 사용하게 되었다. 배달음식 서비스는 폭발적으로 성장하였다. 배달의 민족, 요기요 등 관련 서비스를 운영하는 기업들은 높은 성장을 보였다. 배달서비스에서는 주로 일회용품으로 배달을 진행한다. 이로 인하여 일회용 용기의 사용량이 폭증하였다. 일회용기는 대부분 플라스틱으로 만들어지는데, 이들은 자연분해가 되지 않아 환경에 심각한 악영향을 미치게 된다. 이에 따라 배달음식 서비스들은 환경 문제에 대한 악영향을 고려해야 한다는 사회적 요구가 대두되고 있다. 이처럼 소비자들이 일상에서 사용하는 서비스들은 환경에 유의미한 영향을 미치게 된다. 기후위기 등 환경문제 해결을 위하여 정부 정책과 기업의 변화 뿐만 아니라, 소비자들의 행동의 변화 역시 필요하다. 예를 들어, 소비자들의 행동 변화만으로 탄소배출량을 상당량 줄일 수 있다. 따라서 배달음식 서비스를 사용하는 소비자들의 행동 변화는 환경적 악영향을 막는 데에 필요하다.

그러나 서비스 영역에 있어서 친환경 소비의 심리에 대한 연구는 부족한 실정이다. 그러다 보니 정부에서도 이러한 심리를 이해하기보다는 법적 제재나 경제적 규제를 통한 접근이 대다수를 이룬다. 예를 들어, 현재 정부에서 일회용품 폐기물을 줄이기 위하여 도입을 앞두고 있는 컵 보증금 제도의 경우도 소비자들의 행동을 이해하기보다는 보증금 등 경제적 개입을 통하여 문제를 해결하고자 한다. 그러나 기존 법과 경제 중심의 접근의 경우 정책 비용도 높고, 또 효과성도 검증되지 않은 경우가 많다. 반면 ‘넛지’ 등 소비자의 심리와 행동에 대하여 이해할 경우, 이를 적은 비용으로 효과적으로 정책 목표를 달성할 수 있다. 혹 심리를 이해하려는 경우에도 그 이해의 수준이 충분하지 않다. 일부 이루어지는 친

환경 서비스 사용의 심리에 대한 연구들의 경우, 친환경 인식을 중심으로 연구가 진행되었다. 즉, “어떻게 친환경 인식을 촉진시켜 친환경 서비스를 이용하게 할 것인가?”의 질문에 대한 연구들이었다.

2) 연구의 방향

이에 본 연구는 서비스에서 친환경 행동을 이끌어낸 경우를 연구한다. 본 연구를 위하여 현재 성공적으로 사업을 확장하고 있는 사례를 연구하였다. 리턴잇의 경우, 배달음식 서비스와 협력하여 다회용기 배달과 회수 서비스를 제공하고 있다. 예를 들어, 배달의 민족에서 배달음식을 주문하는 경우, 음식점에서 주문된 음식을 음식점에 준비되어 있는 리턴잇의 배달용기에 담아 배달한다. 소비자는 그 음식을 먹고, 잔반과 함께 배달용기를 집 앞에 놔두고 QR 코드로 회수를 주문하면, 리턴잇에서 배달기가 전기차량을 이용하여 해당 배달용기를 회수한다. 다회용기는 세척허브에서 잔반이 버려진 후, 깨끗하게 세척되어 다시 음식점으로 배송된다. 리턴잇은 현재 성공적인 서비스로 자리매김하며, 높은 성장율을 보이고 있다. 또한 서울시, 경기도, 환경부 등과 협력하고 있으며 서비스 지역을 점차 확장하여 강남구에서 관악구, 광진구 등으로 확장 중이다. 또한 롯데 등 대기업으로부터 투자 및 지원을 받고 있으며, 스타트업에 대한 투자 역시 성공적으로 진행되고 있다. 즉, 리턴잇은 친환경 서비스의 대표적인 성공 사례라고 볼 수 있다.

친환경 소비에 대한 연구를 위하여 소비자 행동의 심리에 대한 이론적 기반을 살펴보았다. 본 연구에서는 기존 연구들에서 친환경 인식이 친환경 행동에 미치는 영향에 대한 접근이 아닌, 전혀 다른 접근을 시도하였다. 이를 위하여 본 연구는 사회인지이론(Social Cognitive Theory)을 도입하였다. 사회인지이론은 어떠한 심리요인이 행동을 촉진하는가를 이해하는 것을 넘어서 인지, 행동, 환경의 상호작용을 살펴보는 이론적 틀이다. 즉 한 개인의 행동이 다른 행동을 촉진하는 것을 이해할 수 있으며, 행동이 심리를 어떻게 변화시켰는지, 환경을 어떻게 변화시키는지 이해할 수 있다. 사회인지이론은 소비자들의 행동을 이해하기 위한 연구에서 아직 본격적으로 다루어지지 않고 있다. 이는 그 복잡성으로 인한 것이라고 사료되며, 그럼에도 불구하고 현실을 더 잘 이해하기 위해서 본 연구가 필요하다고 생각한다.

2. 본론

1) 연구방법

(1) 리턴잇 서비스 개요

배달음식 서비스에서 친환경 서비스인 리턴잇 사용은 어떻게 이루어지는가? 배달의 민족에서 리턴잇은 첫 화면에서 다회용기를 선택함으로써 이루어진다. 음식점 선택 필터로 작동하여, 다회용기 서비스를 제공하는 것으로 협약이 된 음식점만 필터링되게 된다. 친환경 서비스 기능을 추가하는 것은 고객에게 추가 비용이 소요되는 경우도 있고, 그렇지 않은 경우도 있다. 리턴잇의 경우에는 현재 친환경 서비스를 위하여 추가 비용을 지불하지 않는다. 이는 쿠팡 이용 시 재활용이 가능한 택배박스를 사용하는 경우와 마찬가지로 재정적 부담을 추가하지 않는다고 볼 수 있다. 그러나 리턴잇의 경우에는 친환경 서비스를 신청하기 위해서는 해당 다회용기 서비스를 제공하는 음식점만 선택하기 때문에 스스로의 선택의 폭을 제한하여 소비자들의 효용을 낮추는 선택을 하게 된다. 그 이유는 쿠팡의 재활용 택배박스의 경우, 상품을 선택하고, 추후 배송방식으로 친환경을 선택하는 반면, 리턴잇의 경우 처음부터 음식점의 선택을 제한하기 때문이다. 즉, 리턴잇의 경우에는 자신이 선택할 수 있는 맛집을 제한해야 하는 비용을 수반한다. 따라서 리턴잇 서비스를 선택하는 경우, 소비자행동의 관점에서는 자신의 이익을 감수하면서까지 선택한 친환경 행동이라고 볼 수도 있다.



〈그림1〉 앱을 통한 다회용기 선택 예시

(2) 관련 문헌 리뷰

① 사회인지이론

사회인지이론에 따르면 인간의 행동은 인식에만 영향을 받는 것이 아니다. 행동은 상황, 과거의 행동, 인식 등이 서로 영향을 주고받는 상호강화의 과정이다. 사회인지이론을 기반으로 하면 다양한 설명

이 가능하다. 첫째, 인식이 행동에도 영향을 미친다. 둘째, 과거의 행동이 미래의 행동에 영향을 주기도 한다. 셋째, 환경이 행동에 영향을 미친다. 넷째, 행동이 인식에 영향을 미친다. 이는 인간의 행동이 인지에 영향을 받는다는 system 2 뿐만 아니라 system 1에도 영향을 받는다는 것과 궤를 같이 한다.

② 친환경행동 전이 현상

환경심리학에서는 다양한 친환경행동에 대한 연구를 다루고 있다(Stern, 2000). 친환경 행동에는 사적 영역과 공적 영역의 행동이 있다. 사적 영역의 행동에는 친환경 소비와 시민행동이 있다. 친환경 소비에는 친환경 제품에 대한 소비와 서비스에 대한 사용이 있다. 시민행동의 경우, 재활용과 분리수거 등 일상생활의 행동이 있다. 이러한 행동들은 개인의 사적 영역에서만 작동하는 행동들이다. 반면 공적영역에서의 행동인 운동가 행동에는 환경운동에 참여하는 것, 시위에 참여하는 것이 있다. 또 비운동가 행동에는 기부와 마을 청소, 정부에 대한 정책 촉구 서명 등이 있다. 이들은 각각 다른 심리적 요인을 가지고 있다. 친환경 소비의 경우, 특히 공적 이유 뿐만 아니라 사적 이유를 가지고 있다. 예를 들어, 친환경제품을 구매하는 경우 정책에 대한 지지나 기부와는 달리, 제품을 통하여 자신의 필요나 문제를 해결하는 본원적인 기능도 가지고 있다. 연구에 따르면 특정 행동은 다른 영역의 행동에 영향을 줄 수 있다.

(3) 데이터 수집

본 연구는 질적 연구와 양적 연구를 복합적으로 진행하였다. 그 이유는 양적 연구 뿐만 아니라 질적 연구를 통하여 '왜' 그렇게 행동하는지에 대한 질문에 더 깊은 이해가 가능하기 때문이다. 이를 위하여 심층인터뷰 및 설문을 진행하였다. 첫째, 심층인터뷰의 경우 리턴잇 서비스를 운영하는 대표 및 직원, 고객들을 대상으로 진행하였다. 고객의 경우 20명을 선정하여 인터뷰를 진행하였다. 인터뷰는 약 20분간 진행되었으며, 유선 및 오프라인으로 진행되었다. 인터뷰 참가를 한 경우, 제로웨이스트키트를 답례품으로 제공하였다. 대표 및 직원의 경우, 고객인터뷰 결과를 함께 분석하며 수시로 진행하였다. 둘째 설문은 경우에는 리턴잇 사용 고객 288명을 대상으로 하였다. 고객들은 사용 이후 링크를 클릭하여 응답하였다. 별도의 재정적 보상은 없었으며, 자율적으로 진행하였다.

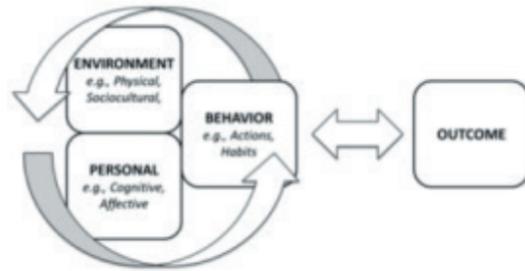


Fig. 1. Social cognitive theory and reciprocal determinism.

<그림 2> 사회인지이론과 상호적 관계

3. 결론

결과는 다음과 같다. 첫째, 서비스 이용은 개인의 결정으로 진행되지 않았다. 서비스 사용 결정의 상황은 단체 구매 상황이 많았다. 즉, 가정에서 혹은 회사에서 단체 주문을 하는 경우가 많았다. 이는 개인의 심리에 대한 분석이 친환경 서비스 사용에 대하여 설명하는 데에 한계가 있음을 비춰준다. 또한 한 사람의 친환경 서비스 사용이 다른 사람들에게 기대하지 않던 효과를 나타내는 점도 말해준다. 예를 들어, 팀원 한 명이 리턴잇 서비스를 통하여 배달음식을 주문한 경우, 팀원 전체가 동일한 친환경 행동을 한 효과가 나타난다. 뿐만 아니라, 한 명의 행동에 따라 친환경 행동이 함께 서비스를 이용한 사람에게 확산되는 효과들이 나타났다. 특히 전혀 서비스에 관심이 없던 사람이 사용을 하고 서비스에 관심을 가지게 되는 현상도 나타났다.

둘째, 서비스 사용에는 친환경 인식의 실천, 기존서비스의 불편함 해소, 건강 인식의 실천 등 크게 3가지 인식 측면의 이유가 있었다. 사용자들의 통계 분석에서 친환경 인식에 대한 언급은 약 40%이나 단독으로 사용된 경우는 10%로 매우 낮았다. 반면, 서비스 사용 후 만족 요인으로서 친환경 인식에 대한 언급은 70% 이상으로 나타났다. 이를 비교해볼 때, 친환경 서비스를 사용하는 이유는 친환경적 목적이 아닌, 다른 이유 때문이지만, 정작 서비스 사용에 대하여 심리적 만족을 주는 요인으로는 친환경이 높음을 알 수 있다.

참고문헌

- Bandura, A. 1977. Social learning theory. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Bandura, A. 1986. Social foundations of thought and actions: a social cognitive theory.
- Lee, Y. K., Kim, S., Kim, M. S., & Choi, J. G. 2014. Antecedents and interrelationships of three types of pro-environmental behavior. *Journal of Business Research*, 67(10), 2097-2105.
- Lim, W. M. 2017. Inside the sustainable consumption theoretical toolbox: Critical concepts for sustainability, consumption, and marketing. *Journal of Business Research*, 78, 69-80.
- Phipps, M., Ozanne, L. K., Luchs, M. G., Subrahmanyam, S., Kapitan, S., Catlin, J. R., ... & Weaver, T. 2013. Understanding the inherent complexity of sustainable consumption: A social cognitive framework. *Journal of Business Research*, 66(8), 1227-1234.
- Polonsky, M. J. 2011. Transformative green marketing: Impediments and opportunities. *Journal of Business Research*, 64(12), 1311-1319.
- Stern, P. C. 2000. Toward a Coherent Theory of Environmentally Significant Behavior. *Journal of Social Issues*, 56(3), 407-424.

국내 플라스틱 산업의 전주기 온실가스 배출량 평가

김민규 한국과학기술원 건설및환경공학과 석사과정
김하나 한국과학기술원 디지털인문사회과학부 조교수

1. 서론

플라스틱은 1907년 최초로 개발된 이후 우수한 내구성, 내열성, 경량성 등 여러 장점으로 인해 전 세계적으로 널리 사용되어왔다(Bak et al., 2021; Choi et al., 2018). 특히 우리나라는 플라스틱 과소비 국가로, 지난 2021년 NASEM(미 국립과학공학의학원)의 조사에 따르면 한국의 연간 플라스틱 소비량은 88.09kg/capita(2016년 기준)이며, 세계 3위를 기록하였다(Nam, 2021). 하지만 플라스틱의 사용은 해양 생물에 대한 영향(Moon et al., 2019)뿐 아니라 인간 건강에의 악영향(Park, 2018) 등 전반적인 환경 생태계에 심각한 피해를 주고 있다. 또한 플라스틱 생산 시 투입되는 석유로 인해 2050년까지 전 세계 온실가스 배출 중 15%에 해당하는 온실가스가 배출될 것으로 예상된다(Liu et al., 2021).

이러한 상황에서, 플라스틱으로 인해 발생하는 전반적인 환경부하량을 산정할 필요가 있다. 기존 국내에서 수행된 연구는 전 생애주기 플라스틱 물질 흐름을 분석하였으나(Yi et al., 2019; Lee et al., 2021; Jang et al., 2022), 플라스틱 관련 전 산업 공정의 온실가스 배출에 대한 분석은 아직 수행된 바 없었다.

본 연구는 환경산업연관분석 방법을 활용하여 플라스틱 부문의 공급망 전 단계에서 발생하는 온실가스 배출량을 평가하고 이를 바탕으로 국내 플라스틱 부문의 탄소중립을 위한 정책 제언 및 국내 연구의 한계점을 보완하고자 한다.

2. 자료 및 방법

1) 연구방법

(1) 연구 자료

이번 연구는 2019년 생산자가격 투입산출표의 기본부문 분류표(BoK, 2022)를 활용하여 수행되었다. 투입산출표를 376개 부문으로 재구성하였다(수력, 화력, 원자력, 신재생에너지, 자가 발전 등 부문을 전력부문으로 통합). 또한 에너지 통계연보(KEEI, 2022)를 활용하여 무연탄, 유연탄 등 에너지원별 1차 및 최종 에너지별 사용량을 수집하였다. 이후, 온실가스 인벤토리(GIR, 2022)의 각각에 해당하는 온실가스 배출량 산정식 및 배출계수를 활용하여 에너지 사용으로 인한 CO₂, CH₄, N₂O 배출량을 산정하였다.

(2) 환경산업연관분석

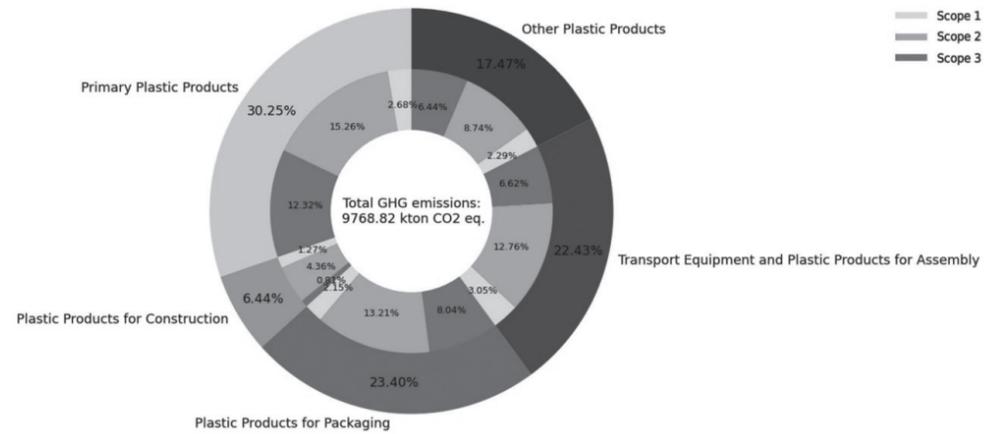
환경산업연관분석은 한 산업에서 생산된 제품에 대한 최종수요 변화로 해당 산업뿐 아니라 전산업에 파급되는 영향을 평가하는 산업연관분석 방법을 응용한 기법으로 특정 산업의 활동으로 인해 발생한 전반적인 환경부하량을 추정할 수 있다는 특징이 있다(kwon, 2020). 환경산업연관분석은 다음과 같은 식을 통해 계산된다.

$$T = \hat{B}(I - A)^{-1}f$$

여기서 T 는 최종수요를 충족시키기 위해 산업 부문별 발생한 총 환경부하(본 연구에서는, 총 온실가스 배출량)를 나타내며, \hat{B} 는 각 에너지원의 투입으로 인해 발생한 온실가스 배출량을 산업 부문별 총 투입액으로 나눈 온실가스 배출 계수/집약도를 나타낸다. A 는 투입계수, I 는 단위행렬을 의미하며, $(I - A)^{-1}$ 는 레온티에프 역행렬 혹은 생산유발계수 행렬이라 불리는데 한 산업부문의 최종수요 변화가 다른 산업부문에 미치는 파급효과를 보여준다. f 는 투입산출표의 '최종수요계'를 나타낸다(Miller et al., 2009; Yang et al., 2022).

3. 결과 및 토의

이번 연구는 한국은행의 상품분류표에서 '플라스틱 제품'에 주목하였으며, '플라스틱 제품' 생산부문은 좀 더 세부적으로 '플라스틱 1차 제품', '건축용 플라스틱 제품', '포장용 플라스틱 제품', '운송장비 및 조립용 플라스틱 제품', '기타 플라스틱 제품'을 포함한다.



〈그림 1〉 '플라스틱 제품' 부문의 총 온실가스 배출량

'플라스틱 제품' 부문의 총 온실가스 배출량은 9768.82kton CO₂eq. 이었으며, 직접적 온실가스 배출량(Scope 1)에 비해 간접적 온실가스 배출량(Scope 2, 3)이 약 7.73배 정도 많이 발생하였다. 또한, '플라스틱 제품'의 하위 부문의 Scope 1 배출량은 8.91~13.74%(평균 12.98%), Scope 2 배출량은 49.87~67.67%(평균 56.21%), Scope 3 배출량은 12.64~34.34%(평균 30.82%)로 구성되었다.

4. 결론

이번 연구는 환경산업연관분석을 활용하여 국내 플라스틱 제조 산업의 공급망에서 발생된 온실가스 배출량을 분석하였으며 결과는 다음과 같이 요약할 수 있다. 첫째, 플라스틱의 공급망에서 발생하는 전체 온실가스 배출량이 9768.82 kton CO₂eq.임을 확인할 수 있었는데 이는 광주광역시에서 1년간 발생한 온실가스 배출량(9828.28 kton CO₂eq.)과 비슷한 수준이었다(GTC, 2021). 따라서 플라스틱 부문의 온실가스 배출에 대한 관리의 심각성 및 중요성을 확인할 수 있었다.

둘째, 대부분의 온실가스가 간접적 배출인 Scope 2, 3 부문에서 발생함(8649.83 kton CO₂eq.)을 확인할 수 있었다. 따라서 플라스틱 부문의 온실가스 배출 저감을 위해 플라스틱 생산의 절감뿐만 아니라 플라스틱 생산에 투입되는 전력의 신재생 에너지화, 효율적인 공정 도입을 통한 공급망에서의 탄소 배출 절감 등의 방법을 통한 간접적 탄소 배출 절감의 필요성 또한 확인되었다.

셋째, '승용차', '자동차 부품', '주거용 건물', '비주거용 건물' 부문에서 Scope 3 배출이 주로 발생함을 확인하였다. 따라서 '건설 분야' 및 '자동차 분야'에서의 플라스틱 사용 절감이 플라스틱 부문의 전

체적인 온실가스 배출 저감에 크게 기여할 것으로 기대하였다.

끝으로 이번 연구를 통해 플라스틱으로 인한 국내 환경 부하량 증가에 관한 기존 연구의 한계점을 보완할 뿐만 아니라 온실가스 발생량 산정 시 간과하기 쉬운 Scope 2, 3 부문을 포함한 온실가스 인벤토리를 구축함으로써 향후 탄소중립 정책 제언에도 기여할 수 있을 것으로 기대한다.

참고문헌

논문 및 단행본

- 권태현, 『산업연관분석』, 도서출판 청람, 2020, 296-317
- 문성민, 전소희, 엄태식, & 심봉섭, 2019, 미세플라스틱 문제 해결을 위한 친환경소재 연구동향. 공업화학전망, 22(2), 25-43.
- 박지혜, 2018, 미세플라스틱 오염현황 및 주요 국가의 관리방안과 시사점. 저널 물 정책·경제, 31, 77-88.
- 이구용, 2021, 『커뮤니티 단위 탄소중립 달성 분석을 위한 용·복합 기후기술 시뮬레이션 연구』, 녹색기술센터, 66
- 장용철, 손민희, & 박주영, 2022, 한국의 2017-2019 년 플라스틱 물질흐름분석. 한국폐기물자원순환학회지, 39(3), 194-206.
- 최용, 최형진, & 이승희, 2018, 국내 폐플라스틱의 관리 현황 및 개선사항. 자원리사이클링, 27(4), 3-15.
- Bak, J., Kang, H. B., & Choi, Y. S, 2021, Microplastics in the Marine Environment and Their Impacts on Human Health. Journal of Life Science, 31(4), 442-451.
- Lee, D., Kim, J., & Park, H. S., 2022, Characterization of industrial hazardous waste generation

in South Korea using input-output approach. Resources, Conservation and Recycling, 183, 106365.

- Lee, M. Y., Cho, N. H., Lee, S. J., Um, N., Jeon, T. W., & Kang, Y. Y., 2021, Application of material flow analysis for plastic waste management in the Republic of Korea, Journal of Environmental Management, 299, 113625.
- Liu, Z., Liu, W., Walker, T. R., Adams, M., & Zhao, J., 2021, How does the global plastic waste trade contribute to environmental benefits: Implication for reductions of greenhouse gas emissions?, Journal of Environmental Management, 287, 112283.
- Miller, R. E., & Blair, P. D., 『Input-output analysis: foundations and extensions.』, Cambridge university press., 2009, 34-41
- Yang, Y., Park, Y., Smith, T. M., Kim, T., & Park, H. S., 2022, High-Resolution Environmentally Extended Input-Output Model to Assess the Greenhouse Gas Impact of Electronics in South Korea, Environmental Science & Technology, 56(4), 2107-2114.
- Yi, Sora., Jo, Jihye., Shin, Dongwon., Jung, Dawoon., 2019. 『A study on plastic management strategies for transitioning to a circular economy』, KEI, 21-59

신문기사

- 한국인 1명이 年 88kg 플라스틱 쓰레기 배출...美·英 이어 세계 3위”, 조선일보, 2021.12.02.

인터넷 자료

- “한국은행 경제통계시스템”,
<https://ecos.bok.or.kr/#/SearchStat>, 2022년 9월 23일
- “국가에너지통계 종합정보시스템”,
<http://www.kesis.net/main/main.jsp>, 2022년 9월 23일
- “기후변화 홍보포털”,
<https://www.gihoo.or.kr/portal/kr/community/data.do>, 2022년 9월 23일
- “2021 집콕조사를 통해 살펴본 플라스틱 팬데믹”,
<https://www.greenpeace.org/korea/update/20926/blog-plastic-plastic-research-2021/>,
2022년 01월 11일

환경을 생각하는 기업의 미래에 관한 연구

ESG 등급과 기업의 미래 경영성과의 관계를 중심으로

김수현 중앙대학교 학부생

김승민 중앙대학교 학부생

박영신 중앙대학교 학부생

양강민 중앙대학교 학부생

1. 서론

비재무적 지표에 가치를 부여하고 투자자의 관심이 쏠리기 시작한 것은 그리 역사가 길지 않다. 과거 CSR에서부터 시작된 기업의 사회적 책임 활동의 요구부터 자본시장의 투자자는 기업의 경영성과에 주안점을 두어, 환경적 가치, 혹은 사회적 가치를 등한시하는 기업에 대해 좋은 가치를 부여하지 않았다. 그 근거는 사회적 가치를 포함한 기업의 책임 활동에 적극적이지 않으면 소송위험이 커질 수 있고, 사회적 책임 활동이 긍정적인 이미지를 심어주어 경영성과를 높이는데 유용하기 때문일 것이다.

이러한 관점에서 본 연구는 ESG 등급과 미래 경영성과의 관계를 체계적으로 살펴봄으로써 기업이 왜 ESG에 관한 투자를 늘려야 하는가, 혹은 일부 연구(임옥빈, 2019)에서와 같이 환경등급이 재무적 측면에서 부정적이거나 관련성이 적다는 일부 연구의 주장과는 다른 관점에서 살펴보고자 한다. 기존 연구가 기업가치라는 측정치로 ESG와의 관련성을 보았을 때 상충하는 결과를 제시하고 있었기에 본 연구는 차기 경영성과라는 보다 직관적인 측정방식으로 ESG의 효용, 특히, 환경등급의 가치를 재고찰하고자 한다.

가설: ESG등급이 높은 기업의 미래 경영성과는 증가할 것이다.

2. 본론

1) 연구방법론

본 연구의 가설을 검증하고자 미래 경영성과를 종속변수로 한 관련 선행연구를 참고하여 아래와 같이 모형을 설정하였다(박종일 등, 2011). 아래의 모형에서 아래첨자 i 와 t 는 각각 개별기업과 시점을 가리킨다.

$$ROA(or\ TAC,\ CFO)_{i,t} = \alpha_0 + \beta_1 ESG(or\ EG,\ SG,\ GG)_{i,t} + \beta_2 SIZE_{i,t} + \beta_3 LEV_{i,t} + \beta_4 GRW_{i,t} + \Sigma YEAR + \Sigma KSIC + \epsilon_t$$

위 식에서 종속변수는 크게 3가지로 당기순이익을 자산총계로 나누어 산정한 ROA와 이익의 구성요소인 발생액(TAC)과 현금흐름(CFO)으로 구분하였다. 이익을 다시 세분화한 이유는 ROA에 미치는 ESG 등급이 이익의 어떤 구성요소와 더 관련성을 가지는지 검토하기 위함이다. 이러한 분석 방법은 종속변수를 미래 경영성적으로 한 관련 회계 분야의 연구에서 이용된 바가 있다(이화득, 2009; 2010; 박종일 등, 2011; 장지경과 최종서, 2012; 김숙정, 2012; 이정엽, 2016; 권순용과 김도연, 2014; 황인옥과 김정교, 2017; 최윤이와 송동섭, 2021). 발생액(TAC)은 당기순이익에서 영업활동으로 인한 현금흐름을 차감한 값이며 이분산성을 완화하고자 자산총계로 나누었다. 현금흐름(CFO)은 영업활동으로 인한 현금흐름을 자산총계로 나누어 측정하였다. 관심변수인 ESG는 ESG 통합등급, EG(환경), SG(사회), GG(기업지배구조)의 개별등급을 모두 이용하였다. 동 등급은 한국 ESG기준원(구, 한국기업지배구조원)에서 제공하는 변수로 현재는 한국거래소에서도 상장기업의 ESG 등급을 확인할 수 있다.¹ 등급이 총 6가지로 되어 있어, 가장 높은 등급을 6점, 가장 낮은 등급을 1점으로 하여, 직관적인 해석이 가능하도록 조작적 정의하였다. 따라서 β1의 값이 유의한 양의 값이 나타난다면, ESG가 증가할수록 (ESG 등급이 높을수록) 차기의 경영성과가 증가한다고 해석할 수 있을 것이다.

2) 표본선정

본 연구의 가설을 검증하기 위해 분석의 대상이 되는 표본은 국내 자본시장에 상장된 기업으로 ESG 등급이 있는 기업을 대상으로 하였다. 이에 관한 자료는 연도별로 한국거래소의 공시나 한국 ESG기준원에서 확인하였다.

분석의 시간적 범위는 2013년부터 2020년이지만 변수의 조작적 정의상 시차 자료가 필요하여 실제로 이용한 재무 자료는 2012년부터 2021년까지 사용하였다. 등급이 있는 기업의 재무 자료는 NICE 평가정보(주)에서 제공하는 KISVALUE 데이터베이스를 이용하였으며 다음의 경우에는 재무 자료와 ESG 등급을 확인할 수 있더라도 자료의 동질성, 연구 결과의 일반화 등을 이유로 제외하였다.

1 다만, 모든 상장기업의 ESG 등급이 공시되지 않는다는 기준에 맞지 않거나 혹은 측정 불가능한 경우는 제외되어 있고, 연도별 ESG 등급이 산정된 기업의 수 역시 편차가 있다.

- (1) 12월 말 결산 법인이 아닌 경우
- (2) 소속 시장에서 관리종목으로 편입된 경우
- (3) ESG 통합등급과 ESG 개별등급이 확인이 불가능한 경우
- (4) 한국표준산업분류상 금융업에 속하는 경우

3. 결론

본 연구의 분석 결과를 요약하면 <표 1>과 같다. 첫째, 일정한 변수를 통제된 후에도 ESG 등급은 ROA와 CFO에 긍정적인 영향을 미친다는 결과를 확인할 수 있었다. 특히 발생액보다는 차기의 현금흐름과 양의 관련성이 있었다. 둘째, 다른 등급과 달리, 환경 등급과 미래 경영성과는 유가증권시장에 상장된 큰 기업에서, 외국인 지분율이 높은 경우 미래 경영성과와 긍정적인 관련성을 가지는 것으로 나타났다. 달리 해석하면, 상대적으로 기업규모가 작은 KOSDAQ 기업과, 외국인 분율이 낮은 경우 환경에 관한 관심과 투자가 미래 경영성과와 연계되지 못하는 현상이 나타났다. 이는 결국, 기업의 적극적인 환경투자에 관한 요구가 대기업 중심으로 되어 있으며, 기업규모가 클수록 환경부문의 지출을 비용이 아닌 자산으로 인식할 수 있는 것과 달리, 아직 다른 비재무적 가치들과 비교하여 후 순위로 될 수 밖에 없음을 확인한 결과로, 관련 당국의 정책 의사결정에 시사하는 바가 있다.

<표 1> 연구결과 요약

Panel A. 주된 분석결과						
	ROA		TA		CFO	
ESG	+		?		+	
EG	?		-		+	
SG	+		?		+	
GG	+		?		+	
Panel B. 상장시장에 따른 결과						
	ROA		TA		CFO	
	KOSPI	KOSDAQ	KOSPI	KOSDAQ	KOSPI	KOSDAQ
ESG	+	+	?	?	+	+
EG	+	?	-	-	+	?
SG	+	?	?	?	+	+
GG	+	+	?	?	+	+
Panel C. 외국인지분율에 따른 결과						
	ROA		TA		CFO	
	Higher	Lower	Higher	Lower	Higher	Lower
ESG	+	+	?	?	+	+
EG	+	?	?	?	+	+
SG	+	+	?	?	+	+
GG	+	+	?	?	+	+

참고문헌

- ‘편의점이 해변을 입양해 돌본다’ 세븐일레븐, 색다른 ESG ‘눈길’ - 머니투데이 김은령 기자 2022/09/23
<https://news.mt.co.kr/mtview.php?no=2022092308380629242>
- 블록체인에도 부는 ESG 바람...환경과 공생을 고민하다 - 테크M 허준 기자 2022/09/23
<https://www.techm.kr/news/articleView.html?idxno=101760>
- 정광화, 최승욱. 2022. "ESG 경영이 기업가치에 미치는 영향: 재무제표 비교가능성의 역할을 중심으로". 사단법인 한국회계정보학회. 제 40권 1호. 73-106.
- 강원, 정무권. 2020. "ESG 활동의 효과와 기업의 재무적 특성". 한국증권학회지. 제 49권 제 5호. 681-707.
- 김동영. 2020. "ESG평가등급이 잉여현금흐름에 미치는 영향". 한국상업교육학회 Vol.34 No.4. 153-177.
- 이화득. 2009. 벤처기업의 연구개발비 감축과 미래 경영성과에 관한 연구. 회계정보연구, 27(4), 275-298.
- 이화득. 2010. 산업별 실제 이익조정 수단과 미래 경영성과의 관련성에 관한 연구. 세무와회계저널, 11(3), 69-94.
- 이정엽. 2016. 현금 보유수준이 미래의 경영성과에 미치는 영향. 기업경영연구, 23(6), 91-112.
- 김숙정. 2012. 경영자현금보상 유인에 의한 미래 연구개발비 투자가 미래 경영성과에 미치는 영향. 회계저널, 21(4), 1-37.
- 장지경, & 최종서. 2012. 재고자산 수준변동과 미래경영성과의 관련성. 회계정보연구, 30(3), 115-152.
- 황인옥, & 김정교. 2017. 기업수명주기별 이익조정과 미래경영성과. 국제회계연구, 74, 99-130.
- 권순용, & 김도연. 2014. 기업의 사회적 책임활동이 미래경영성과에 미치는 영향. 경영연구, 29(2), 151-174.
- 최윤이, & 송동섭. 2021. 투자부동산과 미래경영성과. 글로벌경영학회지, 18(1), 158-176.
- 김지홍, 배지현, & 고재민. 2009. 실제 이익조정이 장기 경영성과에 미치는 영향. 회계학연구, 34(4), 31-70.
- 송동섭. 2011. 재무비율과 회계이익간의 관련성에 관한 연구. 국제회계연구, 40, 135-156.
- 임옥빈. 2019. 비재무적 정보가 기업성과에 미치는 영향: ESG 점수를 중심으로. 국제회계연구, 86, 119-144.
- Becker, C. L., DeFond, M. L., Jiambalvo, J., & Subramanyam, K. R. 1998. The effect of audit quality on earnings management. Contemporary accounting research, 15(1), 1-24.
- Bujaki, M. L., & Richardson, A. J. 1997. A citation trail review of the uses of firm size in accounting research. Journal of Accounting literature, 16, 1.
- Nissim, D., & Penman, S. H. 2003. Financial statement analysis of leverage and how it informs about profitability and price-to-book ratios. Review of accounting studies, 8(4), 531-560.
- Lee, C. W. J., Li, L. Y., & Yue, H. 2006. Performance, growth and earnings management. Review of Accounting Studies, 11(2), 305-334.
- Collins, D. W., Pungaliya, R. S., & Vijn, A. M. 2017. The effects of firm growth and model

specification choices on tests of earnings management in quarterly settings. The Accounting Review, 92(2), 69-100.

한국식 환경성과연계채권(K-EIB)을 통한 한국형 그린뉴딜 정책의 활성화 방안 모색

현대통화이론(MMT)와 사회적 금융을 중심으로

이택준 고려대학교 경영학과 학부생

서정우 고려대학교 경영학과 학부생

1. 서론

1) 진보의 시대에서 재생가능의 시대로

Jeremy Rifkin은 본인의 저서 '글로벌 그린뉴딜'에서 산업혁명 이후 근대 과학기술이 초점을 맞췄던 생산 위주의 성장에서 국가 주도로 새로운 녹색 경제에 맞는 친환경(탈 탄소)녹색 성장에 가중치를 둔다. 필자는 이처럼 앞으로의 인류는 '성장'에 대한 새로운 관점에서의 해석을 해야 한다고 생각한다. 자연자원 활용의 이익은 사유화하고, 자연자원 파괴비용은 사회화해왔던 이전 진보(성장중심)의 시대(Era of Progress)에서 회복력의 시대(Era of Resilience)로 문명의 대전환이 일어날 것이 자명하다. 물론, 이러한 관점은 기후위기를 자본주의의 대척점에 존재하는 것처럼 해석할 수도 있지만, 이는 전혀 그렇지 않다. 기후위기는 자본주의가 낳은 중첩된 모순들을 그린 뉴딜을 통해 확장하고 자본가와 노동자, 현재 세대와 미래세대 모두의 사회적 연대를 통해 해결해나갈 때 의미가 있다. '국가-기관-투자자'의 이해관계에 근거한 전 지구적인 기후정의를 실현하고 경제계를 생태계 사이에서 안정적으로 자리하게 하는 전환의 차원에서 그린 뉴딜을 이해할 필요성이 있다. 그렇기에 이해관계자모두를 고려한 거버넌스 형태의 행정이 자리 잡지 못한다면 그린뉴딜이 제대로 작동하기에는 무리가 있을 것으로 생각된다. 따라서 본 필자는 현대통화이론(Modern Monetary Policy 줄여서 MMT)이론에 기반한 금융·통화제도와 예산조달 과정의 개선을 통해 초 위험 사회의 문제를 해결해야 하며 이를 위해 행정의 유연성을 제고해야 할 필요성을 주장한다.

2. 본론

1) 그린 뉴딜에 대한 민간 자금 유인책의 필요성

그린뉴딜은 '기후금융'이라는 사회적 경제 형태로 재편되어 지역사회의 상생하고 있는 여러 조직들이 이러한 프로젝트에 참여할 수 있게 변화되어야 한다. 그린뉴딜 정책 성공의 핵심은 금융의 원활한 공급에 있다. 그러나 그린뉴딜의 경우 투자대비 회수기간도 길고, 기술개발 또는 상용화 이전 단계에 위치해 있는 산업이 많아 수익보다는 지속가능성과 사회적금융의 관점에서 평가해야하는 분야가 다수이다. 따라서 민간금융의 투자자들인 투자은행이나 펀드들의 매력적 투자대상으로 다가오기가 힘들 수밖에 없다. 따라서 그린뉴딜은 정책금융의 영역이기에 녹색투자를 유지하기 위한 전담금융기관을 추가로 설립하는 등의 추가적인 금융 해법들이 요구된다.

(1) 코로나-19(COVID-19) 이후 증가한 시중 유동성

최근 코로나-19에 대처하는 과정에서 시중 유동성이 급증했다. 코로나-19가 해결되기 전까지 대다수의 국가들에서 저금리의 정책기조를 실시할 것이 자명해졌다. 이와 더불어 다양한 복지적 예산들로 시중에 풀리는 자금의 절대적인 양이 증가하게 되었고 이렇게 증가한 자금들은 현재 그 행방이 명확하지 않은 채로, 증권시장이나 부동산 시장에 많이 묶여 있는 상황이다. 따라서 코로나-19 대응 과정에서 증가한 시중유동성을 뉴딜 등 생산적 부문으로 유인·활용할 필요성이 확대되고 있다. 금융위원회의 최근 발표자료에 따르면 M2 증가율은 최근 10개년 평균 증가율(6.6%)에 비해서 약 1.5배 증가한 수치(9.9%)를 기록하고 있다. 그러므로 최근 급증한 시중자금이 비생산적 부문으로 지속 유입되는 부작용을 방지하고, 경기회복 및 금융 중개 기능을 활용하여 한정된 투자재원을 뉴딜사업 등 경제 사회구조 전환에 긴요한 생산적 분야로 유도할 필요성이 요구되는 실정이다. 뉴딜 투자에 따른 성과를 참여자로 기능하는 시민과 나눌 수 있는 거버넌스를 구축하면서도 변동성이 큰 시장상황을 고려했을 때 안정적인 수익을 확보할 수 있는 투자처 접근이 쉽지 않은 상황을 감안하여 양질의 뉴딜 프로젝트에 국민들이 직접 참여할 수 있는 다양한 채널을 마련·제공하여야 할 것이다.

(2) EIB를 통한 자원 조달

한국의 그린뉴딜은 포스트 코로나 시대의 환경적, 기후적인 위기 대응능력을 키우기 위해 경제적 구조전환을 이끌어내기 위한 인프라 사업이다. 따라서 현재 대부분의 자본투자는 정부의 세수에 기초한 재정지출을 이루어지고 있다. 하지만 Jeremy Rifkin이 그의 저서 '글로벌 그린뉴딜'에서 지적했듯이

피 정부재정에 기초한 Top-Down 방식의 접근법은 장기적으로 실패할 가능성이 높다. 어디까지나 정부의 재정은 행정의 패러다임과 EIB와 그린뉴딜이라는 새로운 거버넌스 형태로의 전환을 달성하는데 도움이 되는 마중물의 역할을 해야한다. 따라서 단기적으로 정부재정지출을 중심으로 사업을 진행하더라도, 장기적으로 거버넌스와 사업의 유지가 되기 위해서는 사회적 금융과 환경에 주목하는 녹색금융을 중심으로 시중 자금을 조달해야한다

2) 환경성과연계채권(EIB)을 통한 민간 자금 조달의 활성화

EIB는 그 초점이 전 지구적인 환경문제와 행정의 난제에 초점이 맞추어져 있다. 환경 영향 채권(Environmental Impact Bond, EIB)은 성능이 불확실한 것으로 간주되는 새로운 접근 방식을 시험하거나 소규모로 테스트된 솔루션을 확장하기 위해 혁신적인 환경 프로그램을 위한 초기 자본을 제공하는 금융 조달 방식이다. 이는 목표달성 여부에 따라 얻는 금전적 이익과 인센티브가 다르다는 특징을 갖고 있다. EIB의 가장 기본적인 형태를 살펴보면, 성과기반 금융 모델에 참여하는 개인 투자자들은 이러한 환경문제를 해결할 수 있는 솔루션을 배치하기 위한 초기 비용을 지불하게 된다. 이 비용은 정부와 공공영역이 단독으로 문제를 해결하려 했을 때 발생하는 비용에 비해 적다. 솔루션들을 배치 및 성과에 대한 평가 후, 이러한 해결책으로부터 이익을 얻는 공공기관은 프로그램의 합의된 결과(폭우 유출을 피하는 것과 같은) 달성과 관련하여 성과달성 정도에 따라 투자자에게 인센티브 혹은 보상을 제공한다. EIB는 공공 부문에서 민간 투자자로 사업 실패, 위험관리 실패에 따른 리스크를 이동시키므로써 세금에 기반한 정부재정을 보호하는 동시에 혁신적인 솔루션들을 시험하고 확장할 수 있는 기회를 제공한다. 또한, 성과 결과를 결정하는데 사용되는 모니터링 및 평가 프로세스를 통해, 이해관계자들의 밀접한 참여를 바탕으로 한 거버넌스의 구조를 확립한다.

3. 결론

재생 가능한 미래, 민간과 정부의 신뢰(사회적 경제)를 통해서 코로나 19 이후의 세계의 뉴 노멀(Norm)은 '언택트(디지털 전환)'와 '그린 전환'이다. 한국 역시 이러한 세계의 흐름에 편승하여 한국식 뉴딜의 세부계획으로 '그린 뉴딜'과 '디지털 뉴딜'을 예고했다. 4차 산업혁명의 물결과 함께 빠르게 진행되던 디지털 혁명이 COVID-19이 가져온 온라인·비대면 확대추세로 인해 더욱 가속화되고 있다. 산업구조의 변화를 가져올 뿐만 아니라 산업과 기업의 생태계의 변화를 유발하고 있다. 일시적인 탄소배출량의 감소는 COVID-19 사태 동안 감소한 경제, 산업 활동과 밀접한 연관이 있다. 하지만 감소한 생

산 활동을 활성화시키기 위해 추가적으로 투자하는 노력이 결국 탄소배출을 늘리기도 한다. 포스트 코로나 시대의 초 위험사회의 다양한 위험과 디지털 전환의 당위성은 부정할 수 없는 현실이다. 하지만 지나친 디지털 중심의 전환은 오히려 탄소발생을 줄이지는 목표에 역행하는 결과를 낳을 수 있다. 실제로 데이터 집적 산업이 발달하면서 전 세계적으로 수요가 높아진 데이터 센터들이 많은 양의 탄소를 배출하고 있고, 관련기업들은 데이터 센터에서 발생하는 탄소를 감소시키는데 많은 어려움을 겪고 있다. 디지털 중심의 전환을 실시하더라도 재생가능에너지의 사용까지 고려한 그린뉴딜 정책의 형태로 이루어져야 한다.

참고문헌

- 강민정, 2012, “사회적 벤처와 사회적 영향투자 활성화 정책”, 한국경영학회, Korea 『Business Review』, 16(2), 263-282
- 김기형, 2012, “정책의 진화적 합리성에 관한 연구”, 한국정책학회, 『韓國政策學會報』, 21(1), 29-62
- 김동영, 2020, “녹색전환을 위한 10대 환경전략”, GRI경기연구원. 『정책브리프』, 28.
- 김진기, 박형근, 정재인, 김지현, 고민정. 2020, “SK DBL 사회적 가치 측정 가이드북”, 사회적가치연구원.
- 김형민, 2021, “서울시 소셜벤처의 혁신지향성과 고객지향성이 기업성과에 미치는 영향: R&D역량과 네트워크역량의 매개효과”, 『한국창업학회지』, 16(6), 125-147
- 공민정, 이수열, 2022, “미얀마 민주화 위기와 포스코 해외사업: 글로벌 경영과 Esg 리스크”, 『Korea Business Review』, 26(1), 1-35
- 나석권, 송기광, 2021, “임팩트의 측정/평가를 위한 새로운 시도 - IVM 방법론”, 『환경논총』, 68(1), 6-22
- 박종원 and 이우백, 2018, “사회적 금융에서 임팩트투자를 위한 사회성과연계채권(SIB)의 활용”, 한국증권학회, 『한국증권학회지』, 47(2), 267-294
- 이소영, 2020, “포스트 코로나 시대에 대응하는 그린뉴딜 정책의 경제적 파급효과 - 과학기술정책에 대한 시사점”, 과학기술정책연구원, STEPI Fellowship.
- 유승경, 2019, “현대화페이론의 실제적 함의”, 재단법인바람, 『시대』, (72), 21-35
- 조복현, 2020, “현대화페이론과 재정, 통화정책”, 한국사회경제학회, 『사회경제평론』, 33(2), 227-277

당신은 사회 트렌드에 뒤떨어지는 소비자가 되시겠습니까?

트렌디 규범 메시지가 친환경 소비 의도에 미치는 영향

이화진 서울 송원초등학교 교사

1. 서론

지속가능발전(SDG), 탄소중립 2050 등으로 인해 많은 기업에서 ESG 경영을 추구함에 따라 최근에 친환경 제품들이 많이 출시되고 있다. 따라서 여러 환경행동 중에서도 대표적인 경제적 행동인 친환경 소비에 대해 알아볼 필요성이 있다. 한편, 최근 몇몇 국외 연구들에 의하면 트렌디 규범을 활용한 메시지가 사람들의 환경행동을 촉진하는 데 효과적이라고 한다(Mortensen et al., 2019; Sparkman & Walton, 2017). 국내에서는 이러한 소재와 방법에 대한 연구가 환경교육분야에서 미미하였기에, 본 연구는 친환경 소비를 촉진시킬 수 있는 효과적인 교육 방법 중 하나로 트렌디 규범 메시지를 활용하는 것이 과연 효과적인지 알아보려고 한다.

2. 본론

1) 이론적 배경

(1) 친환경 소비

환경행동에는 여러 가지가 있지만 여러 연구자의 정의에서 공통적으로 등장하는 것은 경제적 행동이었다(금지현, 2011; Hungerford & Peyton, 1976; Stern et al, 1999). 2019 국민환경의식조사에 의하면, 물건 구매 시 환경에 이롭지 못한 제품 구입을 자제하는 것은 60.5%로 다른 환경행동에 비하면 상대적으로 낮은 수치로 나타났다(윤제용, 2020). 또한, 엄밀히 말하자면 인간의 모든 환경행동은 궁극적으로 환경에 이로운 방향으로의 소비인 친환경 소비를 하는 것이라고 볼 수 있다.

(2) 트렌디 규범

트렌디 규범에 대해 Chung(2020)은 ‘증가 추세인 행동’이라고 하였다. 트렌디 규범은 사회적 규범(서

술적 규범, 명령적 규범)이 좀 더 세분화된 형태라고 볼 수 있기에 본 연구에서는 트렌디 규범을 '서술적 트렌디 규범'과 '명령적 트렌디 규범'으로 나누어서 살펴보고자 한다. 서술적 트렌디 규범이란, 특정 상황에서 환경행동을 하고 있는 사람이 증가 추세(트렌드)에 있다는 것을 의미한다. 반면, 명령적 트렌디 규범이란, 특정 상황에서 사회적 유행(트렌드)을 따르려면 다수의 사람이 내가 환경행동을 해야 한다고 하는 것을 의미한다.

2) 연구 방법

(1) 연구 참여자

2021년 8월 23일~2021년 8월 27일까지 온라인 리서치 업체(마크로밀엠브레인)를 통해 전국의 만 19세 이상을 대상으로 모집되었으며, 분석은 평소 생수를 구매한 경험이 있는 사람 중에서 무라벨 생수(라벨이 없는 생수)에 대한 사전 지식이 없는 사람으로 한정하였다(N=189).

(2) 연구 소재

본 연구에서는 최근 출시된 여러 친환경 제품 중에서도 무라벨 생수(라벨이 없는 생수)를 소재로 하였다. 무라벨 생수를 소재로 한 이유는 주변에서 자주 접하는 친숙성이 있다는 점과 생수 시장이 매년 성장하고 있기 때문이다.

(3) 연구 절차

선행연구 고찰 → 연구 가설 설정 → 사전 친환경 소비 의도 측정 → 실험자극물(트렌디 규범 메시지) 제시 → 사후 친환경 소비 의도 측정 → 결과 분석의 순서로 이뤄졌다.

(4) 독립 변인(트렌디 규범 메시지)

〈표 1〉 트렌디 규범 메시지(일부 발췌)

		명령적 트렌디 규범	
		참여	소외
서술적 트렌디 규범	통계	... 생수 시장 최초로 무라벨을 시도한 아이시스8.0 ECO는 출시 1년 만에 무려 판매량이 500% 증가하였습니다. ...당신도 사회 트렌드에 걸맞는 소비자가 되시겠습니까? (N=49)	...생수 시장 최초로 무라벨을 시도한 아이시스8.0 ECO는 출시 1년 만에 무려 판매량이 500% 증가하였습니다. ... 당신은 사회 트렌드에 뒤떨어지는 소비자가 되시겠습니까? (N=47)
	내러티브	... 집, 학교, 직장 동호회 등 오고 가면서 마주칠 수 있는 주변 사람들이 지난 1년간 무라벨 생수 구매의 급격한 증가에 동참하고 있습니다. ... 당신도 사회 트렌드에 걸맞는 소비자가 되시겠습니까? (N=44)	... 집, 학교, 직장 동호회 등 오고 가면서 마주칠 수 있는 주변 사람들이 지난 1년간 무라벨 생수 구매의 급격한 증가에 동참하고 있습니다. ...당신은 사회 트렌드에 뒤떨어지는 소비자가 되시겠습니까? (N=49)

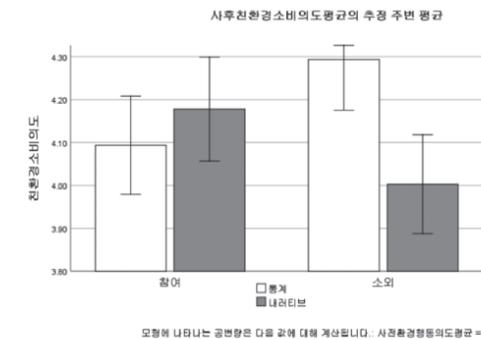
서술적 트렌디 규범은 특정 상황에서 환경행동을 하는 것이 트렌드라는 것을 '통계'와 '내러티브' 2가지로 제시하였다. 명령적 트렌디 규범은 특정 상황에서 사회적 트렌드를 따르려면 다수의 사람이 내가 환경행동을 해야 한다고 기대한다는 것을 '참여'와 '소외'의 2가지로 제시하였다. 즉, 2(통계/내러티브)×2(참여/소외)이며, 이 중 일부를 발췌하면 〈표 1〉과 같다.

(5) 종속 변인(친환경 소비 의도)

금지현(2011)에 의하면, 측정이 잘 이뤄졌다면 행동 의도는 행동을 예측할 수 있는 가장 큰 변인인 것으로 나타났다. 따라서 본 연구에서는 친환경 소비 의도를 통해 친환경 소비를 예측하고자 하였다. 친환경 소비 의도를 측정하는 문항은 4개로, 각 문항에 대하여 연구 참여자들은 리커트 5점 척도로 응답하였다. 각각의 문항은 '1. 나는 무라벨 생수를 구매할 것이다(M=3.88, SD=0.861). 2. 나는 무라벨 생수를 구매할 의향이 있다(M=4.10, SD=0.766). 3. 나는 무라벨 생수를 구매하기 위해 노력할 것이다(M=3.62, SD=1.022). 4. 나는 무라벨 생수를 구매할 계획이 있다(M=3.86, SD=0.920)'이다. 친환경 소비 의도(사전)의 신뢰도(Cronbach- α)는 0.908로 높은 내적 일치도를 보였다.

3) 연구 결과

SPSS로 ANCOVA 분석을 한 연구 결과에 의하면 현재 많은 사람이 무라벨 생수를 구매하고 있다는 것을 수치로 나타내는 '통계'를 제시한 '서술적 트렌디 규범'과 만약 무라벨 생수를 구매하지 않는다면 사회적 흐름에 뒤떨어질 수 있다는 '소외'를 정신적으로 경험하도록 하는 '명령적 트렌디 규범'을 함께 제시했을 때, 사람들의 친환경 소비 의도를 촉진하는 것에 있어 가장 효과적이었다(F=12.138, p=.001**)(〈그림 1〉).



〈그림 1〉 트렌디 규범 메시지 종류에 따른 친환경소비 의도 도식화

3. 결론

본 연구 결과는 다음과 같은 점들을 시사한다. 첫째, 사람들의 친환경 소비 의도를 촉진하는 방법으로 트렌디 규범 메시지(통계+소외)가 활용될 수 있다. 둘째, 환경교육에서 다양한 프로그램 모집을 할 때 트렌디 규범 메시지(통계+소외)가 활용될 수 있다. 무라벨 생수 구매는 사실 환경행동 중에서도 매우 약소한 행동이지만 한편으로는 쉽게 실천할 수 있다는 장점이 있다. 본 연구 결과를 바탕으로 비록 미미할지라도 다수의 사람이 환경행동하기를 바란다.

참고문헌

- 금지현. 2011. 초등학생의 환경행동과 환경지식, 통제소재, 환경태도 및 환경행동의도의 인과적 관계. 서울대학교 박사학위 논문.
- 윤제용. 2020. 2019 국민환경의식조사. 한국환경정책·평가연구원, 8(9).
- Chung, M. 2020. The Role of Trending Norms and Group Identity on Pro-environmental Behaviors. Michigan State University.
- Hungerford, H. R., & Peyton, R. B. 1976. Teaching environmental education. J. Weston Walch.
- Mortensen, C. R., Neel, R., Cialdini, R. B., Jaeger, C. M., Jacobson, R. P., & Ringel, M. M. 2019. Trending norms: A lever for encouraging behaviors performed by the minority. Social Psychological and Personality Science, 10(2), 201-210.
- Sparkman, G., & Walton, G. M. 2017. Dynamic norms promote sustainable behavior, even if it is counternormative. Psychological science, 28(11), 1663-1674.
- Stern, P. C., Dietz, T., Abel, T., Guagnano, G. A., & Kalof, L. 1999. A value-belief-norm theory of support for social movements: The case of environmentalism. Human ecology review, 81-97.

[참고] 본고는 이화진의 박사 학위 논문 '규범과 그린슈밍(Green-suming)무라벨 생수 구매 의도 분석을 통한 규범과 환경행동에 대한 연구'중 일부를 발췌하여 수정·보완한 것이다.

전과정 임팩트 평가 방법론 문헌연구

김지현 사회적가치연구원 수석연구원
박소희 사회적가치연구원 수석연구원
서형주 사회적가치연구원 수석연구원
윤슬기 사회적가치연구원 수석연구원
이한결 사회적가치연구원 수석연구원
정다교 사회적가치연구원 수석연구원
최 명 사회적가치연구원 수석연구원

1. 서론

최근 국내외 다수 기관 및 기업들이 제품 및 서비스가 미치는 환경영향의 중요성을 인식하고, 제품 및 서비스의 전 과정에 걸쳐 환경영향을 줄이려는 노력을 시도하고 있다. 전과정평가(Life Cycle Assessment, 이하 LCA)는 제품 전 과정에 걸쳐 환경적 측면을 정량적으로 분석하는 도구로 전 세계적으로 활용되는 환경성 평가도구이다.

LCA의 한 단계인 전과정영향평가(Life Cycle Impact Assessment, 이하 LCIA)는 분류화, 특성화, 표준화, 가중치 부여단계로 구성되며, 단계별로 어떤 방법론을 선택하는가에 따라 전과정평가 결과가 달라질 수 있으므로 방법론 선정에 있어 신중한 의사결정이 필요하다. LCA의 중요성이 점차 확대됨에 따라 일부 유럽 국가를 중심으로 다양한 LCIA의 방법론이 개발 및 업데이트되고 있다. 그러나 이러한 중요성에도 불구하고 LCIA 방법론에 대한 정보를 제공하는 국내 연구가 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구는 상기와 같은 대내외의 LCIA 방법론 검토 연구의 필요성을 인지하고, 주요 LCIA 방법론의 개요와 주요 특징을 분석하는 데 있어 연구목적을 두고 있었다.

2. 본론

1) 이론적 고찰

전과정평가는 제품/시스템의 전 과정에서 발생하는 환경부하 및 잠재적인 환경영향을 분석하는 체계적인 도구라고 정의된다. LCA는 보통 목적 및 범위 정의, 목록 분석, 전과정 영향 평가, 해석 단계를 걸쳐 진행한다. 목적 및 범위 정의는 어떠한 대상을 평가할 것인지, 평가대상에 대해 어떠한 환경영향을 평가할 것인지 등의 문제를 평가 목적에 따라 정의해야 한다. 목록 분석 단계는 투입물과 산

출물에 대한 데이터를 파악하는 단계이고, 전과정 영향 평가 단계는 목록분석을 통해 얻어진 데이터를 환경영향 범주에 따라 분류하여 제시하는 단계이다. 영향평가는 분류화(classification), 특성화(characterization), 표준화(normalization), 가중치부여(weighting)로 구성되어 있다. 마지막으로, 해석 단계는 목록분석과 영향평가를 통해 도출된 결과를 개별적 점수 또는 종합적 결과로 평가·해석하여 제시하는 단계라고 정의한다.

전 과정 목록분석 결과를 이용하여 제품이나 서비스로 인한 환경부하 정도를 정량적 또는 정성적으로 추산하여 환경에 미치는 영향을 종합적으로 평가하는 방법은 전과정영향평가라고 한다. 1980년대 환경독성화학회(SETAC)에서 LCA 연구 시작 후 지속 발전해 왔으며, 주요 연구 방법론은 ReCiPe, Eco-indicator 99, IMPACT World+, CML-IA 등이 있다. 측정 수준을 기본으로 LCIA방법론은 Midpoint와 Endpoint로 구분되며, Midpoint 수준의 측정은 환경영향을 측정하며, Endpoint 수준의 측정은 환경 피해를 측정하는 것이다.

2) 연구 대상

본 연구에서는 사회적가치 분야에서 주요하게 사용하고 있는 LCIA방법론 중에 특정 임팩트나 카테고리 중점을 두지 않고, 전반적인 영향평가를 진행하는 글로벌 방법론 아래 다섯 가지를 중점적으로 살펴보고자 한다.

- Eco-Indicator 99
- ReCiPe
- IMPACT World+
- EF
- CMLCA

각 방법론의 측정 원리에 대한 이해를 돕기 위하여 LCIA의 단계별로 각 방법론의 특징을 분석하고, 가능한 경우, 각 방법론의 환경영향 산정 예시 및 활용 예시를 소개하고자 한다.

3. 결론

국내 관련 분야 연구자들에게 LCIA 방법론에 관한 다양하고 객관적이며 최신의 정보를 제공함으로써, LCIA 방법론에 대한 이해도를 높이고 나아가 LCA 연구의 질적 성장에 기여할 수 있다. 또한, LCA를 활용한 제품 및 서비스의 환경영향평가 결과 해석 시, LCIA 방법론의 특징을 고려함으로써 궁극적으로 LCA에 대한 활용도를 높이고 의사결정을 지원하고자 한다.

참고문헌

- APEC, 산자부. 2004. Life Cycle Assessment ISO 14040 시리즈 실무 지침.
- Bulle, C., Margni, M., Patouillard, L., Boulay, A. M., Bourgault, G., Bruille, V., Cao, V., Hauschild, M., Henderson, A., Humbert, S., Kashef, S., Kounina, A., Laurent, A., Levasseur, A., Liard, G., Rosenbaum, R., Roy, P.-O., Shaked, S., Fantke, P., & Joliet, O., 2019. IMPACT World+: A Globally Regionalized Life Cycle Impact Assessment Method. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 2019(24), 1653–1674.
- Bulle, C., Weidema, B. P., Margni, M., Humbert, S., Rosenbaum R., & Joliet, O. 2014. Comparing IMPACT World+ with other LCIA methodologies at end-point level using the Stepwise weighting factors. Paper presented at the SETAC Europe 24th Annual Meeting.
- Dong, Y., Hossain, M. U., Li, H., & Liu, P. 2021. Developing Conversion Factors of LCIA Methods for Comparison of LCA Results in the Construction Sector. *Sustainability*, 13(16), 9016.
- European Commission. 2010a. ILCD Handbook: Analysing of existing Environmental Impact Assessment methodologies for use in Life Cycle Assessment.
- European Commission. 2010b. ILCD Handbook: Recommendations for Life Cycle Impact Assessment in the European Context.
- European Commissions. 2021. Understanding Product Environmental Footprint and Organisation Environmental Footprint methods , Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- European Platform on Life Cycle Assessment. 2019. Retrieved from <https://eplca.jrc.ec.europa.eu/LCDN/developerEF.xhtml>
- Lasvaux, S., Achim, F., Garat, P., Peuportier, B., Chevalier, J., & Habert, G. 2016. Correlations in Life Cycle Impact Assessment methods (LCIA) and indicators for construction materials: What matters? *Ecological Indicators*, 67, 174–182.
- Sala S., Cerutti A. K., & Pant R. 2018. Development of a weighting approach for the Environmental Footprint, Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- Zampori, L., & Pant, R., 2019. Suggestions for updating the Product Environmental Footprint (PEF) method, EUR 29682 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg.

포스터세션 2 환경과 과학기술

- 혐기성 탈리액을 이용한 암모니아 회수/농축을 위한 전기투석 공정 최적화
김상현, 김광민, 한창석
- 복합형 광전환소재 Fe₂O₃/CP 개발 및 이의탈
산화제 기반 유기오염물질 완전분해 및 무해화
김주형, 최원웅
- 자발적 환원반응 유도가능 복합형 환경정화소재 Fe₂O₃/CNF 개발
김주형, 최원웅
- 자발적 산화반응 유도가능 복합형 환경정화소재 Fe₂O₃/CNF 개발
김주형, 최원웅
- 광산(光酸)을 이용한 신개념 액체형 태양광 발전기
배재형, 김민수, 김일두, 김윤화, 안재안, 임해성
- 미세먼지 포집과 포름알데히드의 동시 측정을 위한 나노섬유 필터
송진영, 박상민, 박재성

혐기성 탈리액을 이용한 암모니아 회수/농축을 위한 전기투석 공정 최적화

김상현 인하대학교 고분자환경융합공학 석사과정
김광민 인하대학교 고분자환경융합공학 석사과정
한창석 인하대학교 환경공학과 부교수

1. 서론

'탄소중립'은 화석 연료의 사용, 삼림 벌목, 다양한 토지의 이용, 인류의 인위적 활동으로 인한 기후 변화에 대응하여 2050년까지의 세계적인 목표 중 하나이다. 이러한 탄소중립을 달성하기 위해 자원의 회수와 에너지 생산에 있어 많은 연구가 이루어지고 있다. 기존 암모니아는 황산에 이어 세계에서 두 번째로 많이 생산되는 화학물질로 대부분 농업용 비료로 사용되며(전체 암모니아 수요의 약 85%), 토양 내 생물 중 다양성 감소와 대기 중 악취물질, 수계의 부영양화의 원인으로 처리해야 할 물질로 간주하여 생물학적 처리, 공기 탈기법, 불연속점 염소 처리, 화학적 침전과 같은 다양한 방법으로 암모니아를 저장하기 위한 노력이 지속되어 왔다. 하지만 자원과 회수의 관점에서 암모니아는 최근 수소 운반체와 수소 생산을 위한 에너지원으로 주목받고 있으며, 우리나라 또한 향후 호주, 칠레, 중동 국가로부터 암모니아를 수입하여 수소를 생산할 계획이 있으며, 이를 위한 해외를 통한 암모니아 및 수소 수급은 불가피한 실정에 있다.

최근 전기투석 기술은 전기화학적 멤브레인 기술로 양이온 교환막과 음이온 교환막을 양쪽 전극 사이에 배치하여 이온들을 분리하는 기술로 낮은 에너지 소비량과 고농도의 암모니아, 짧은 운영시간, 다른 기술과의 적용 가능성으로 인하여 암모니아를 농축/회수에 있어 많은 주목을 받고 있다. Horijk et al.(2017)은 이온교환법, 역삼투 그리고 전기투석 방식을 이용한 암모니아 농축실험을 통하여 전기투석 공정 에너지 소비량과 짧은 운영시간에서 암모니아를 농축/회수가 가능함을 보였다. 또한, Ward et al.(2018)는 실제 혐기성 탈리액을 Struvite 처리하여 파일럿 규모의 전기투석 공정을 이용하여 암모니아의 질산화/탈질공정, 공기탈기법, 하버-보슈법에 비하여 낮은 에너지 소비량을 나타내어 암모니아의 농축/회수를 위한 전기투석 공정의 실용 가능성에 대해 보여준 바 있다. Decker et al.(2018)은 실험실 규모의 전기투석 실험을 통하여 총부피, 부피비, 유량 그리고 전류를 비교하여, 낮은 부피비에

서 좋은 에너지 효율과 높은 암모니아 농도에 관한 연구를 진행하였다.

하지만, 실제 폐수를 이용한 전기투석 공정의 주요한 문제점은 멤브레인 표면에 발생하는 fouling 과 scaling이다. 유기물, 미생물 그리고 영양염류가 풍부한 폐수에서는 바이오, 유기물, 무기물에 의한 fouling이 발생되며 이는 전기투석에서의 멤브레인의 효율 저하를 발생시킨다. Casademont et al.(2008)은 Ca^{2+} , Mg^{2+} 의 비율을 다르게 하여 전기투석 공정에서의 음이온 교환막 표면변화와 한계 전류밀도시 탄산염의 생성과 물분해 현상에 대하여 보고한 바가 있다. 이러한 멤브레인 파울링은 전기 저항의 상승과 멤브레인의 수명을 감소하여 여전히 해결해야하는 문제점으로 남아있다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 일정시간마다 전극을 반전시켜 무기물로 인한 스케일 형성을 억제하는 역 전기투석 방법과 폐수의 전처리 등 다양한 방법이 적용되고 있다. Brewster et al.(2017)은 struvite를 적용하여 전기투석 공정의 50% 이상 scaling을 감소하였으며, 역 전기투석 방법의 경우 주기적인 전극 반전을 통하여 멤브레인 fouling을 최소화하고 전기투석 공정의 효율을 상승시킬 수 있어 많은 산업현장에서 적용 가능성을 보여주었다. 따라서 이 연구에서는 Struvite 전처리를 이용한 폐수 전처리와 역 전기투석 방법을 이용한 실험을 통하여 실제 폐수를 이용한 전기투석 공정의 효율증가와 장기운영에 대한 실현 가능성에 대해 알아보려고 한다.

2. 재료 및 방법

1) 실험원수 및 시료분석 방법

이 실험에 사용된 폐수는 공공하수처리시설에서 NH_4^+ 의 농도가 높은 혐기성 탈리액을 선정하였으며, 북부수자원생태공원에서 취수하였다. Struvite 처리는 혐기성 탈리액의 인의 몰농도와 1:1 비율로 Mg^{2+} 을 첨가하여 처리하였다. 더하여, 높은 SS농도로 인한 전기투석의 효율저하를 방지하기 위하여, 340 μ m 두께의 스페이서(공극크기 444 μ m, DS mesh, Korea)로 1차 여과를 진행, 이후 GF/C (whatmenTM, UK)로 2차 여과를 진행했다. 취수한 시료와 전기투석 처리수의 수질을 측정하였다. 알칼리 금속(Na^+ , Mg^{2+} , K^+ , Ca^{2+})은 OPTIMA 7300DV(PerkimElmer, USA) 분석기기를 이용하였으며, 음이온 농도(Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , PO_4^{3-})는 Dionex(Thermo, USA)사의 ICS-3000 기기를 이용하여 분석을 진행하였다. DOC는 Shimadzu 사의 분석기기에서 NPOC(Non Purgeable Organic Carbon) method를 이용하여 측정하였다. 암모니아의 농도는 DR-1900(Hach, USA)기기의 Nessler method 방식을 사용하였으며, pH와 전기전도도는 Orion Versa Star Pro(Thermo fisher scientific, USA)기기를 이용하여 분석하였다. 실험원수에 대한 분석결과는 Table 1에 나타내었다.

〈표 1〉 실험 원수의 성상

	DOC	NH ₄	Na ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	K ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻
혐기성 탈리액	112.09 ±0.07	982.98 ± 20.83	127.09 ±0.99	4.673 ±0.05	23.78 ±0.14	200.7 ±1.11	312	12	48	266
Struvite 처리수	109.65 ±0.29	906.63 ± 29.91	132.7 ±0.87	15.88 ±0.05	22.12 ±0.87	44.28 ±0.32	586	14	2	24

2) 전기투석 여과장치 및 실험 방법

전기투석 스택의 주요 구성은 저수조, 펌프, 이온교환막, 전원 공급 장치 그리고 전극으로 구성되어 있다. 이온교환막은 Fujifilm(Netherland) 사의 Type-10 모델로 이용하였다. 양이온과 음이온 멤브레인은 다섯 쌍을 이루고 있으며, 각 멤브레인의 유효면적은 40cm²이며 총면적은 200cm² 그리고 티타늄-백금 전극의 유효면적은 20cm²이다. 실험에 사용된 펌프(Masterflex, L/S model 7518-00)는 30mL/min의 유량을 공급하였으며, 전원 공급 장치(Keithley, Model 2230-30-1)을 이용하여 한계 전류밀도와 일정한 전류공급을 위해 사용하였다. 실험방식은 정전류방식으로 한계전류밀도의 80%에서 운영되었으며, 전원 공급 장치의 최대 전압인 30V에 도달할 때까지 진행하였다. 실험 중 전기투석 여과장치의 전압변화는 실시간 모니터링되었으며, 전기전도도의 변화는 30분마다 측정하였다. 실험에 사용된 전극용액은 0.25M의 Na₂SO₄를 이용하였으며, 염산 1% 용액과 0.5% 수산화나트륨 용액을 이용하여 유기물과 같은 잔류물을 제거하기 위해 화학적 세척을 하였으며 이후, 0.5M NaCl을 이용하여 남아 있는 잔류물을 탈착하기 위해 공급하였다.

3) 멤브레인 표면분석 및 평가 방법

멤브레인 표면분석은 AMETEK(USA) 사의 에너지 분산 분광기(EMAX 7200-H,가 결합된 Hitachi 사의 주사전사현미경(S-4300SE, Japan))를 이용하였다. 이온 교환 용량, 멤브레인 저항, 선택투과도와 같은 물리화학적 특성의 분석 결과는 Supplementary Material에 나타내었다.

3. 결론

이 연구에서는 실제 혐기성 탈리액을 이용하여 암모니아 농축/회수에 대한 전기투석공정에 대하여 연구하였다. 연구의 목적은 Struvite 전처리와 EDR 방식을 적용한 전기투석 공정을 이용하여 멤브레인에 발생하는 fouling과 scaling의 감소 그리고 고농도의 암모니아를 농축하여 전기투석 공정의 장기

운영에 대한 가능성을 평가하는 것이다.

이 실험에서는 실제 폐수와 전처리 폐수를 전기투석과 역전기 투석으로 진행하여 4가지 다른 실험으로 진행하였다. 실제 폐수의 경우, 짧은시간에도 불구하고 이온교환막의 fouling과 scaling이 발생되었으며 이로 인하여 전기투석의 스택에 높은 전압이 가해진 상태로 상대적으로 긴 시간동안 운영되었다. 이로 인하여 전극표면에 발생하는 전극반응으로 기포로 인한 전기투석 시스템의 불안정성과 암모니아와 물의 산화/환원 반응으로 인하여 암모니아의 손실이 발생된 것으로 생각된다. 그에 비하여 Struvite 처리 폐수는 이온의 전하 차이가 발생한 뒤 급격한 전압상승이 있었으나, 정전류에서의 안정적인 운영과 실제 폐수에 비하여 낮은 강도의 scaling과 fouling이 발견되었다. 역 전기투석 방식으로 실제 폐수에 적용하였을시, 기존 전기투석에 비하여 개선된 안정성을 보였다. Struvite와 역전기투석을 동시에 적용한 실험 결과에서는 실제 폐수의 fouling과 scaling이 상당히 개선되었으며, 시스템의 안정성과 더 높은 효율을 보였다. 실험실 규모의 전기투석 공정에서 실제 폐수의 경우 NH₄⁺ 4200mg/L, struvite 전처리 이용시 5200mg/L 농축이 가능하였으며, 모든 희석조에서 NH₄⁺ 300mg/L 이하의 농도를 나타냈다. 그러나 암모니아와 전극과의 반응, 전극용액의 Na⁺ 내부로의 나트륨이온의 이동, 유기물 분석 결과에서 유기물의 거동에 대해서는 향후 폐수에 함유된 유기물의 소수성과 친수성과 같은 유기물의 특성에 대한 거동 평가와 향후 파일럿 규모의 운영을 위한 더 많은 연구가 필요하다.

참고문헌

- Hong joo Lee, Jung-Hoon Song, Seung-Hyeon Moon, 2013, Comparison of electro dialysis reversal (EDR) and electrodeionization reversal (EDIR) for water softening, Desalination, 314, 43-49.
- Guanyu Ma, Xuesong Xu, Million Tesfai, Yanyan Zhang, Huiyao Wang, Pei Xu, 2021, Nanocomposite cation-exchange membranes for wastewater electro dialysis: organic fouling, desalination performance, and toxicity testing, 275, 119217.
- Joo-Youn Nam, Kyo-Sik Hwang, Hyun-Chul Kim, Haejun Jeong, Hanki Kim, Eunjin Jwa, SeungCheol Yang, Jiyeon Choi, Chan-Soo Kim, Ji-Hyung Han, Namjo Jeong, 2019, Assessing the behavior of the feed-water constituents of a pilot-scale 1000-cell-pair reverse electro dialysis with seawater and municipal wastewater effluent
- Lasâad Dammak, Julie Fouilloux, Myriam Bdiri, Christian Larchet, Estelle Renard, Lassaad Baklouti, Veronika Sarapulova, Anton Kozmai, Natalia Pismenskaya, 2021, A Review on Ion-Exchange Membrane Fouling during the Electro dialysis Process in the Food Industry, Part 1: Types, Effects, Characterization Methods, Fouling Mechanisms and Interactions, membranes, 11(10).
- Christiaan Hordijk, 2017, Concentrating Ammonium,
- R. Deckers, 2017, Optimizing electro dialysis processes for concentrating ammonium rich streams,
- Emma Thompson Brewster, Andrew J. Ward, Chirag M. Mehta, Jelena Radjenovic, Damien J. Batstone, 2017, Predicting scale formation during electro dialytic nutrient recovery, Water Research, 110, 202-210.
- Andrew J. Ward, Kimmo Arola, Emma Thompson Brewster, Chirag M. Mehta, Damien J. Batstone, 2018, Nutrient recovery from wastewater through pilot scale electro dialysis, Water Research, 135, 57-65.
- Christophe Casademont, Monica Araya Farias, Gérald Pourcelly, Laurent Bazinet, 2008, Impact of electro dialytic parameters on cation migration kinetics and fouling nature of ion-exchange membranes during treatment of solutions with different magnesium/calcium ratios, Journal of Membrane Science, 325, 570-579.
- Myriam Bdiri, Christian Larchet & Lasâad Dammak, 2020, A Review on Ion-exchange Membranes Fouling and Antifouling During Electro dialysis Used in Food Industry: Cleanings and Strategies of Prevention, Chemistry Africa, 3, 609-633.

복합형 광전환소재 Fe₂O₃/CP 개발 및 이의 탈-산화제 기반 유기오염물질 완전분해 및 무해화

김주형 한국에너지공과대학교 환경&기후기술연구소

최원용 한국에너지공과대학교 환경&기후기술연구소

1. 서론

가속화된 공업화와 복잡한 인류활동에 의해 수중에 잔존하고 있는 유기오염물질들이 많아지면서 음용수로 활용하기 점점 어려워지고 있는 상황이다. 유기오염물질들을 제거하기 위한 방법들로 물리적인 분리막 제거, 화학적인 제거와 같은 방법들이 거론되고 있다. 일반적으로는 화학적인 제거방식을 위해 고도산화기술을 주로 활용하게 된다. 그 중 가장 활발히 이용되는 기술은 Fenton 산화반응기술로, 산화철(예: Fe₂O₃, Fe²⁺, Fe³⁺)과 과산화수소의 반응으로 생성되는 ·OH을 활용한다. 산화반응효율 증진을 위해 추가적인 에너지와 과량의 과산화수소를 주입하여 진행하곤 한다. 하지만, 수중에 잔존하는 미량의 유기오염물질을 제거하기 위해 과량의 값비싼 에너지나 운반하기 어려운 과산화수소를 주입하는 것은 환경적이나 경제적으로 바람직한 접근법은 아니다.

위와 같은 Fenton 반응에 활용되는 소재인 Fe₂O₃는 지구에 가장 많이 존재하며, 무해한, 값싼 금속산화물이다. 하지만, 산화철 기반 광촉매를 환경정화기술 적용 시에 여러 단점이 존재한다. 이는 1) 활성산소종 생성 어려움, 2) 빠른 빛 여기 전자-정공 쌍의 재결합, 3) 낮은 양자효율, 4) 필수적인 산화제 사용 등으로 산화철 기반 광촉매의 스케일-업 및 실용화에 가장 문제시 되고 있다.

앞서 언급된 산화철 기반 광촉매의 단점을 보완하기 위해 다른 유, 무기 기반 광전환소재와의 이중접합, 추가적인 에너지 및 과량의 산화제 투입 등의 방식을 선호한다. 보다 경제적이고, 효율적이고, 친환경적인 환경정화기술을 개발하는 것이 궁극적인 목표로서 본 연구에서는 산화철과 탄소페이퍼를 결합한 복합형 광전환소재 Fe₂O₃/CP를 개발해 과량의 과산화수소가 없는 조건하에서도 수중오염물질의 완전분해 및 무해화가 가능한 궁극의 환경정화기술에 대해 연구하였다.

2. 재료 및 방법

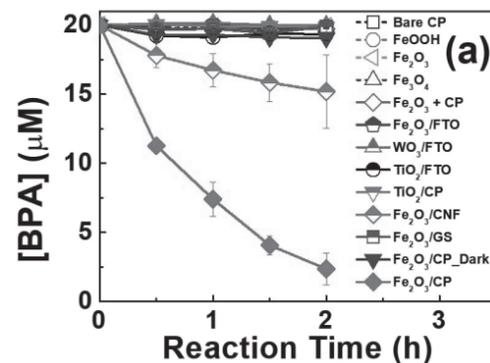
(1) 연구에 사용된 재료 및 Fe₂O₃/CP 합성법

일정농도 녹아있는 FeSO₄·7H₂O 용액에 carbon paper(CP)를 담지시킨 후 전기증착법을 통해 1차적으로 FeOOH/CP를 합성하였고, 이를 깨끗한 물로 세척 후 말린 뒤 퍼니스에서 특정 온도로 가열해 Fe₂O₃/CP를 제조하였다.

(2) 연구방법

20mL 반응기에 0.75g·L⁻¹의 Fe₂O₃/CP(Size=1 x 3cm²)를 넣고 가시광($\lambda \geq 420\text{nm}$) 조사하에 수중오염물질을 제거하였다. 일정시간마다 반응기 내의 용액을 샘플링하여 HPLC 분석으로 잔존 BPA 농도를 확인하였다. 광전류 생성 정도를 확인하기 위해 gamry potentiostat을 활용해 Fe₂O₃/CP 및 여러 광전환소재를 산화전극(anode), Pt wire를 환원전극(cathode), Ag/AgCl을 기준전극으로 하여 측정하였다.

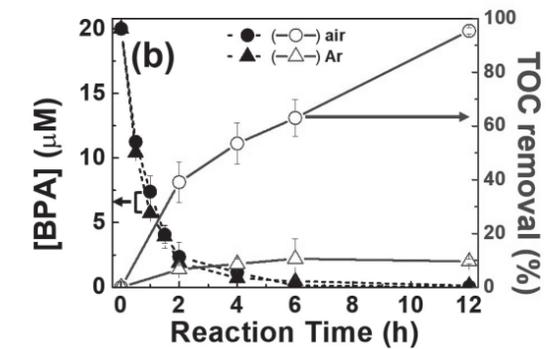
3. 결과 및 토의



〈그림 a〉 다양한 광전환소재의 비스페놀A(BPA) 제거효율 비교 그래프

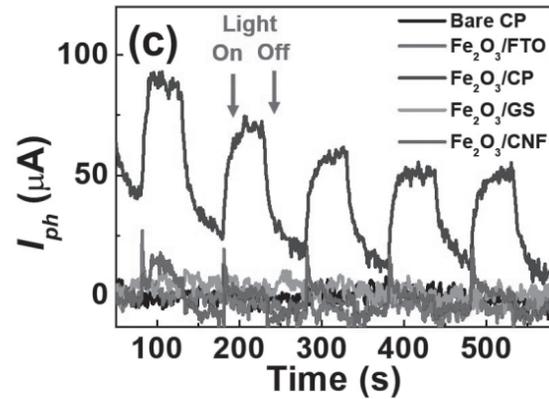
우선, 그림 a에서는 산화철 및 다양한 광전환소재의 가시광 조사하에서 BPA 제거효율을 비교하였다. 이를 통해 단순 탄소페이퍼(CP)나 산화철 파우더 등 여러 광전환소재의 BPA 제거효율이 미미한 것으로 나타났으나, 본 연구팀에서 개발한 Fe₂O₃/CP만이 효과적인 광촉매 효율을 나타내는 것으로 확인할 수 있었다. 그리고 Fe₂O₃/CP의 광촉매 효율을 동일한 전기증착법으로 제조된 graphene sheet

(GS), carbon nanofiber sheet(CNF) 기반 Fe₂O₃ 광전환소재의 제거효율을 비교한 결과 Fe₂O₃/GS, Fe₂O₃/CNF, Fe₂O₃/CP 순으로 높아지는 것으로 나타났다. 이를 통해 Fe₂O₃/CP만이 추가적인 과량의 산화제가 없는 조건에서 가장 효과적으로 수중오염물질을 제거할 수 있는 것으로 확인되었다.



〈그림 b〉 Fe₂O₃/CP의 BPA 제거 및 TOC 제거효율 그래프

또한, 그림 b에서는 Fe₂O₃/CP의 BPA 제거효율 및 이의 TOC 제거효율을 비교하였다. 각기 다른 가스 조건에서 Fe₂O₃/CP가 가지는 BPA 제거효율은 비슷한 것으로 보이나, 실제 수중 유기탄소총합유량 (TOC) 값에서는 완전히 다른 추세를 보였다. 산소가 결핍된 Ar 조건하에서는 BPA의 완전 제거를 보였으나 TOC 제거에서는 거의 제거되지 않은 것을 알 수 있다. 이를 통해 산소가 결핍된 조건하에서는 BPA의 제거가 단순 부산물로의 전환임을 알 수 있었고, 공기 중의 산소의 존재시에만 BPA와 TOC의 완전분해 및 제거에 도달할 수 있음을 알 수 있었다. 일반적으로 고도산화기술에서 산소의 유무에 의해 오염물질 제거 메커니즘이 달라지는데 반해 본 연구에서는 보기 드물게 산소의 유무와 관계없이 BPA의 완전 제거 및 전환이 가능함을 알 수 있었고, 산소의 존재하에만 TOC까지 다 제거될 수 있음을 확인할 수 있었다. 본 연구팀이 제조한 Fe₂O₃/CP의 효과적인 수중오염물질 제거 뿐만 아니라 TOC의 완전 제거까지도 가능한 경제적이고 친환경적이고 극대화된 환경정화기술임을 확인할 수 있었다.



〈그림 c〉 다양한 광전환소재의 광전류 생성그래프

또한, 그림 c에서는 $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{CP}$ 의 효과적인 charge separation 확인을 위해 여러 광전환소재와의 광전류 생성그래프를 비교하였다. 광전환소재에서 광전류 측정이 가지는 의미는 단순 빛에 의해 생성되는 전류를 정량적으로 확인하는 것 뿐만 아니라, 측정되는 광전환소재의 빛 여기 전자-정공 쌍이 효과적으로 분리되는 것인지 확인할 수 있는 직접적인 지표이다. 본 그림 c의 결과에서 알 수 있듯이 대조군 광전환소재들에서는 빛의 유무와 관계없이 광전류 생성이 극히 미미한 것을 확인할 수 있었다. 이는 동일한 Fe_2O_3 기반 광전환소재들이 빛 여기 전자-정공 쌍의 재결합에 굉장히 불리한 조합인 것을 알 수 있었다. 그에 반해, $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{CP}$ 에서만 빛의 유무에 따라 다량의 광전류가 흐르는 것을 알 수 있었으며, 이는 Fe_2O_3 와 carbon paper(CP)의 조합만이 효과적으로 전자-정공 쌍을 분리할 수 있는 것으로 나타났다. 그리하여 기타 광전환소재에서 보기 힘든 효과적인 전자-정공 쌍 분리능력은 $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{CP}$ 에서만 보이는 것으로 나타났고, 이에 표면에 남아있는 정공이 직접적으로 수중오염물질과 반응해 제거하는 것을 확인할 수 있었다.

4. 결론

본 연구에서 개발된 $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{CP}$ 복합형 광전환소재를 가시광 조사하에서 수중 유기오염물질을 추가적인 산화제(예: H_2O_2) 없이도 완전 제거 및 무해화 할 수 있는 것으로 확인되었다. 이는 산화철 기반 광촉매 시스템에서 굉장히 보기 드문 현상이며, 아래와 같은 산화철의 단점인 1) 어려운 활성산소종 생성, 2) 빠른 빛 여기 전자-정공 쌍의 재결합, 3) 낮은 양자효율, 4) 필수적인 산화제 사용 등을 탄소

나노소재와의 결합으로 극복해내었다. 이는 Fe_2O_3 와 CP의 조합만이 가지는 탁월한 빛 여기 전자-정공 쌍의 분리능력과 탄소페이퍼 표면에 위치한 oxygen-containing functional groups가 효과적인 전자받개로 작용하여 Fe_2O_3 에서 여기된 전자를 효율적으로 분리해 남아있는 정공이 수중에 존재하는 유기오염물질들을 제거하도록 유도할 수 있게 되었다. 또한, $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{CP}$ 는 시트형태로 제조되어 손쉽게 반응기에서 분리해낼 수 있어 기존 파우더 타입의 환경정화시스템과 독보적인 차별성을 가진다. 그리하여, $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{CP}$ 의 특성을 활용한다면 개발도상국이나 농촌지역과 같이 전기에너지와 화학약품들을 조달받기 어려운 특수지역에서도 수중유기오염물질의 완전제거에 용이한 친환경적이고 경제적인 궁극적인 환경정화기술로 활용되어질 것으로 판단된다.

참고문헌

- Jebin Ahmed, Abhijeet Thakur, Arun Goyal, 2021, Chapter 1: Industrial wastewater and its toxic effects, Biological Treatment of Industrial Wastewater, 1-14, <https://doi.org/10.1039/9781839165399-00001>.
- Brenna C. Hodges, Ezra L. Cates, Jae-Hong Kim, 2018, Challenges and prospects of advanced oxidation water treatment processes using catalytic nanomaterials, Nature Nanotechnology, 13, 642-650, <https://doi.org/10.1038/s41565-018-0216-x>.
- Chuhyung Kim, Suyun Chae, Yiseul Park, Wonyong Choi, 2022, Synergistic coupling of Fe_2O_3 and carbon paper that enables photocatalytic mineralization of organic contaminants in the absence of chemical oxidants under visible light, ACS ES&T Engineering, 2, 232-241, <https://doi.org/10.1021/acsestengg.1c00363>.
- Jungwon Kim, Wonyong Choi, 2010, Hydrogen producing water treatment through solar photocatalysis, Energy Environmental Science, 3, 1042-1045, <http://doi.org/10.1039/c003858j>.

자발적 환원반응 유도가능 복합형 환경정화소재 Fe₂O₃/CNF 개발

김주형 한국에너지공과대학교 환경&기후기술연구소
최원용 한국에너지공과대학교 환경&기후기술연구소

1. 서론

수중에 잔존하는 오염물질들을 제거하기 위해서 흡착제, 전극형태, 광촉매, 활성멤브레인 기반 등 다양한 환경정화소재들이 개발되어지고 있다. 공장폐수에 많이 함유되어있는 6가크롬, 카드뮴과 같은 암암 유발할 수 있는 중금속 및 무기오염물질들을 제거하기 위해 물리적인 분리막 제거 기술로 무기오염물질들을 수중에서 분리하기에 용이한 기술이지만, 추가적으로 후속 환원공정이 필수적이다. 또한, 화학적인 제거방식에서는 중금속 및 무기오염물질들을 고도환원기술로 환원시키게 된다. 일반적으로 화학적 제거기술을 위해 과량의 환원제로 6가크롬을 3가크롬으로 환원하는 반응으로 쉽게 제거할 수 있지만, 궁극적으로는 추가적인 에너지(예: 전기, 빛)나 과량의 환원제가 없이도 완전제거를 가능케 하는 환경정화기술로 발전할 필요가 있다.

현재, 궁극적인 환경정화기술에 도달하기 위해서 영가철(Fe⁰, nZVI)을 많이 연구하고 있다. 소재 자체가 가진 자발적인 산화과정 Fe⁰ → Fe²⁺으로 환원반응을 유도하곤 한다. 하지만, 이는 비교적 낮은 재활용성, 재빠른 표면 passivation과정, 필수적인 후속 분리공정과 생물체에 대한 독성 등과 같은 단점이 존재해 환경정화기술로서의 활용에 제한적이다. 그리고 다양한 탄소나노소재(예: 그래핀, 탄소나노튜브 등)들도 우수한 흡착성을 기반해 관련 제거 기술들이 보고되고 있지만, 이처럼 단순 흡착성 제거 기술의 한계로 완전제거 불가라는 가장 큰 단점이 존재한다.

그리하여, 보다 경제적이고, 효율적이고, 친환경적인 환경정화기술을 개발하는 것이 궁극적인 목표로써 본 연구에서는 위와 같은 문제점들을 보완하기 위해 산화철과 CNF를 결합한 복합형 환경정화소재 Fe₂O₃/CNF를 개발해 추가적인 에너지와 과량의 환원제 없이도 무기오염물질 제거가 가능한 궁극의 환경정화기술에 관해 연구하였다.

2. 재료 및 방법

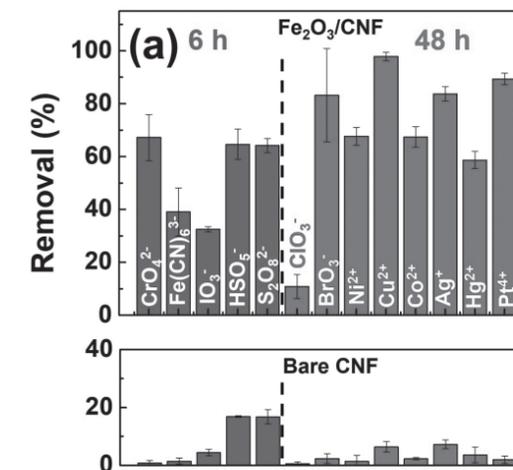
(1) 연구에 사용된 재료 및 Fe₂O₃/CNF 합성법

일정농도로 녹아있는 FeSO₄·7H₂O 용액에 제조된 carbon nanofiber(CNF)를 담지시킨 후 전기증착법을 통해 1차적으로 FeOOH/CNF를 합성하였고, 이를 깨끗한 물로 세척 후 말린 뒤 퍼니스에서 일정온도에서 가열해 Fe₂O₃/CNF를 제조하였다.

(2) 연구방법

20mL 반응기에 일정농도의 수중 무기오염물질 2g·L⁻¹의 Fe₂O₃/CNF를 넣고 반응을 개시하였다. 일정시간(혹은 반응 종료) 후 반응기 내부의 용액을 샘플링해 IC 분석으로 잔존하는 무기오염물질들의 농도를 확인하였다. 6가크롬을 제외한 중금속이온의 경우 ICP 분석으로 잔존 농도를 확인했으며, 6가크롬의 경우 DPD 발색법으로 잔존농도를 측정하였다.

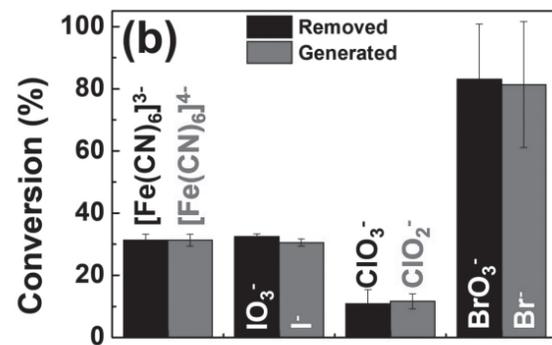
3. 결과 및 토의



〈그림 a〉 Fe₂O₃/CNF의 다양한 중금속 및 무기오염물질 제거효율 그래프

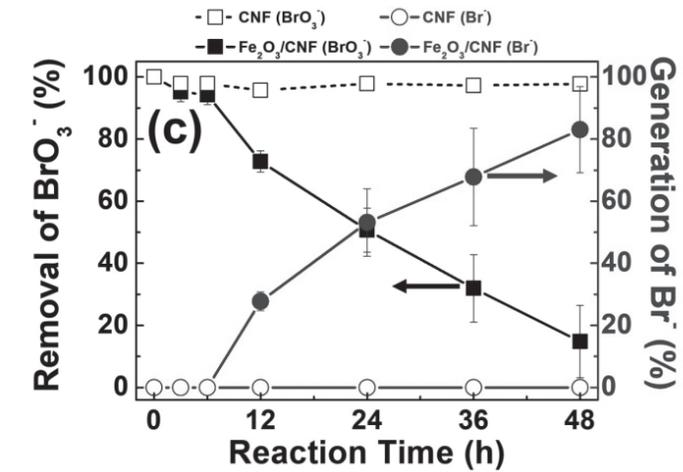
우선, 그림 a에서는 추가적인 에너지와 환원제를 넣지 않은 상태에서 Fe₂O₃/CNF의 다양한 중금속 및 무기오염물질 제거효율을 비교하였다. 그림 a로 알 수 있듯이 Fe₂O₃/CNF에 의해 모든 중금속 및

무기오염물질들이 다양한 속도로 제거되는 것을 알 수 있었다. 무기오염물질들의 경우에는 비교적 빠른 속도로 제거되는 반면에 중금속 및 기타 금속이온의 경우에는 비교적 느린 속도로 제거되는 것을 알 수 있었다. 또한, 단순 CNF의 경우에는 대부분 미미할 정도의 흡착량을 보이는 것으로 나타났고, HSO_5^- 와 $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ 에 대해 20%의 제거율을 보이는 것으로 나타났는데, 이는 CNF와 같은 탄소나노소재들이 가지는 자발적 persulfate 활성화에 의한 것으로 확인되었다. 그리하여 $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{CNF}$ 에 의한 제거는 CNF에 의한 단순 흡착이 아닌 복합체 자체의 독특하고 보기 드문 자발적 환원성을 확인할 수 있었다.



〈그림 b〉 $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{CNF}$ 의 무기오염물질 환원제거 및 최종산물 비교 그래프

또한, $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{CNF}$ 에 의한 제거가 환원성임을 보다 명확하게 확인해보고자 그림 b에서는 무기오염물질 제거 및 이의 최종산물을 확인하였다. 타겟물질인 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$, IO_3^- , ClO_3^- , BrO_3^- 들이 각각의 환원산물인 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$, I^- , ClO_2^- , Br^- 으로 최종환원되는 것을 알 수 있었다. 심지어 모든 제거된 타겟들이 1:1 비율로 최종환원산물로 전환되는 것을 보아 $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{CNF}$ 가 매우 독특하고 보기 드문 환원능력이 있음을 확인할 수 있었다.



〈그림 c〉 $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{CNF}$ 의 브롬산염 제거 및 브로민 생성 그래프

마지막으로, 우수한 $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{CNF}$ 의 환원성을 확인하기 위해 그림 c에서는 브롬산염의 제거 및 브로민 생성 정도를 확인하였다. 단순 CNF의 경우에는 브롬산염의 제거와 브로민의 생성이 매우 미미한 것으로 확인되었다. 하지만 $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{CNF}$ 의 경우에는 시간의 흐름에 따라 브롬산염이 제거됨과 동시에 거의 동일 양의 브로민이 생성됨을 알 수 있었다. 이를 통해 $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{CNF}$ 복합형 환경정화소재가 매우 다양한 중금속 및 무기오염물질에 대해 환원성을 나타내며, 이는 타겟물질을 1:1로 정량적으로 환원시킬 수 있는 독특하고 보기 드문 환원력을 알 수 있었다.

4. 결론

본 연구에서 개발된 $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{CNF}$ 복합형 환경정화소재가 수중에 잔존하는 중금속 및 무기오염물질을 추가적인 에너지(예: 빛, 전기)나 과량의 환원제(예: Hydrazine)이 없이도 정량적으로 환원적 제거를 할 수 있는 것으로 확인되었다. 이는 산화철 기반 탄소나노소재 시스템에서 굉장히 보기 드문 현상으로, 탄소나노소재의 단점인 1) 단순 흡착성 제거, 2) 필수적인 후속 분리공정, 3) 필수적인 추가적 에너지 및 과량의 환원제 사용 등을 산화철과의 결합으로 극복해내었다. 이는 Fe_2O_3 와 CNF의 조합만이 가지는 표면전자분포도 차이에 의해 유도되며, CNF 표면에 위치한 oxygen-containing functional group(C-OH)이 효과적인 전자주개로 작용해 C-OH 작용기에서 전자를 Fe_2O_3 에 존재한 Fe^{3+} 에 저장되며, 이를 중금속 및 무기오염물질들이 Fe_2O_3 표면에서 환원되는 것을 확인하였다. 그리하여, 다른 단순 탄소나노소재에서는 보기 드물게 산화철과의 결합으로 환원성 제거 성능을 발현시킬

수 있음을 알 수 있었다. 또한, $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{CNF}$ 는 시트형태로 제조되어 손쉽게 반응기에서 분리해낼 수 있어 기존 파우더 타입의 환경정화시스템과 독보적인 차별성을 가진다. 종합적으로 $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{CNF}$ 는 추가적인 에너지와 환원제가 없는 조건에서도 자발적인 환원반응을 유도할 수 있어서 $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{CNF}$ 를 대면적화하여 수조 컨테이너 내부에 얇게 코팅하거나 장착해둔다면 개발도상국이나 농촌지역과 같이 에너지 조달받기 어려운 지역에서도 자발적으로 지속적인 중금속 및 기타 무기오염물질을 손쉽게 제거할 수 있을 것이다. 이는 기타 환경정화기술과 차별성을 가지는 최대 강점으로 실용화에 가까운 궁극의 환경정화기술이라 판단된다.

참고문헌

- Shuang Liu, Zhe Wang, Yuexiang Lu, Hongpeng Li, Xianjie Chen, Guoyu Wei, Tong Wu, Daniel-James Maguire, Gang Ye, Jing Chen, 2021, Sunlight-induced uranium extraction with triazine-based carbon nitride as both photocatalyst and adsorbent, *Applied Catalysis B: Environmental*, 282, 119523, <https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2020.119523>.
- Jiří Tuček, Kingsley Christian Kemp, Kwang Soo Kim, Radek Zbořil, 2014, Iron-oxide supported nanocarbon in lithium-ion batteries, medical, catalytic, and environmental applications, *ACS Nano*, 8, 7571-7612, <https://doi.org/10.1021/nn501836x>.
- Min Seok Koo, Hyejin Kim, Kyoung Eun Lee, Wonyong Choi, 2021, Photoconversion of cyanide to dinitrogen using the durable electrode of a TaON overlayer-deposited WO_3 film and visible light, *ACS ES&T Engineering*, 1, 228-238, <https://doi.org/10.1021/acsestengg.0c00070>.
- Le Phuong Hoang, Huu Tap Van, Lan Huong Nguyen, Duy-Hung Mac, Thuy Trang Vu, L. T. Ha, X. C. Nguyen, 2019, Removal of Cr(VI) from aqueous solution using magnetic modified biochar derived from raw corncob, *New Journal of Chemistry*, 43, 18663-18672, <https://doi.org/10.1039/C9NJ02661D>.
- Liqiang Cui, Matt R. Noerpel, Kirk G. Scheckel, James A. Ippolito, 2019, Wheat straw biochar reduces environmental cadmium bioavailability, *Environment International*, 126, 69-75, <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.02.022>.
- Chuhyung Kim, Jonghun Lim, Soonhyun Kim, Yiseul Park, Wonyong Choi, 2022, Fe_2O_3 nanorods on carbon nanofibers induce spontaneous reductive transformation of inorganic contaminants in ambient aerated water, *Chemical Engineering Journal*, 429, 132108, <https://doi.org/10.1016/j.cej.2021.132108>.
- Eun-Tae Yun, Jeong Hoon Lee, Jaesung Kim, Hee-Deung Park, Jaesang Lee, 2018, Identifying the nonradical mechanism in the peroxymonosulfate activation process: Singlet oxygenation versus mediated electron transfer, *Environmental Science and Technology*, 52, 7032-7042, <https://doi.org/10.1021/acs.est.8b00959>.

자발적 산화반응 유도가능 복합형 환경정화소재 Fe₂O₃/CNF 개발

김주형 한국에너지공과대학교 환경&기후기술연구소
최원용 한국에너지공과대학교 환경&기후기술연구소

1. 서론

가속화된 공업화와 복잡한 인류활동에 의해 수중에 잔존하고 있는 유기오염물질들이 많아지면서 음용수로 활용하기 점점 어려워지고 있는 상황이다. 유기오염물질들을 제거하기 위한 방법들로 물리적인 분리막제거, 화학적인 제거와 같은 방법들이 거론되어지고 있다. 일반적으로는 화학적인 제거방식을 위해 고도산화기술을 주로 활용하게 된다. 그 중 가장 활발히 이용되는 기술은 Fenton 산화반응기술로, 산화철(예: Fe₂O₃, Fe²⁺, Fe³⁺)과 과산화수소의 반응으로 생성되는 •OH을 활용한다. 산화반응 효율 증진을 위해 추가적인 에너지와 과량의 과산화수소를 주입하여 진행하곤 한다. 하지만, 수중에 잔존한 미량의 유기오염물질을 제거하기 위해 과량의 값비싼 에너지나 운반하기 어려운 과산화수소를 주입하는 것은 환경적이나 경제적으로 바람직한 접근법은 아니다.

위와 같은 Fenton 반응에 활용되는 Fe₂O₃는 지구에 가장 많이 존재하며, 무해한, 값싼 금속산화물이지만, 산화철을 환경정화기술 적용 시에 여러 단점이 존재한다. 이는 1) 활성산소종 생성 어려움, 2) 필수적인 산화제 사용, 3) 필수적인 에너지(예: 빛, 전기) 사용 등으로 산화철 스케일업 및 실용화에 가장 제한적인 단점으로 대두된다.

현재까지는 산화철 기반 환경정화기술의 단점들을 보완하기 위해 다른 유, 무기 기반 광전환소재와의 이종접합, 추가적인 에너지 및 과량의 산화제 투입 등의 방식을 선호한다. 하지만, 보다 경제적이고, 효율적이고, 친환경적인 환경정화기술을 개발하는 것이 궁극적인 목표로서 본 연구에서는 산화철과 탄소나노파이버를 결합한 복합형 환경정화소재 Fe₂O₃/CNF를 개발해 추가적인 에너지와 과량의 산화제 없이도 수중오염물질 분해가 가능한 궁극의 환경정화기술에 관해 연구하였다.

2. 재료 및 방법

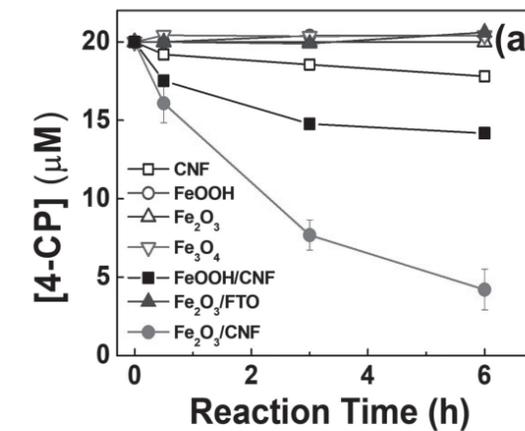
(1) 연구에 사용된 재료 및 Fe₂O₃/CNF 합성법

일정농도의 FeSO₄·7H₂O가 녹아있는 용액에 합성된 carbon nanofiber(CNF)를 담지시킨 후 전기 증착법을 통해 1차적으로 FeOOH/CNF를 합성하였고, 이를 깨끗한 물로 세척 후 말린 뒤 퍼니스에서 특정 온도로 가열하여 Fe₂O₃/CNF를 제조하였다.

(2) 연구방법

20mL 반응기에 일정농도의 수중 유기오염물질과 2g·L⁻¹의 Fe₂O₃/CNF를 넣고 자발적인 산화반응을 개시하였다. 일정시간마다 반응기 내의 용액을 샘플링하여 HPLC 분석으로 잔존하는 4-CP의 농도를 측정하였다. 마지막으로, EPR 분석을 통해 O₂^{•-}와 •OH의 생성 여부를 확인하였다.

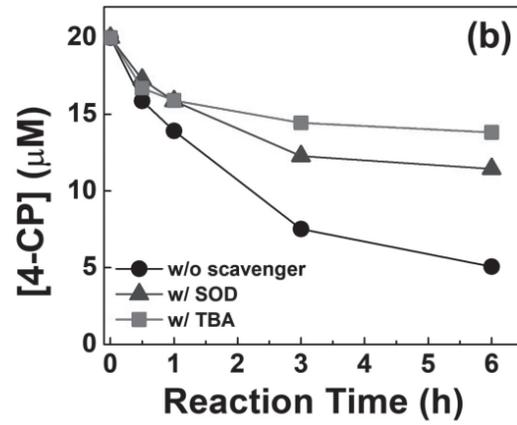
3. 결과 및 토의



〈그림 a〉 Fe₂O₃/CNF 및 다양한 환경정화소재의 4-클로로페놀(4-CP) 제거효율 비교 그래프

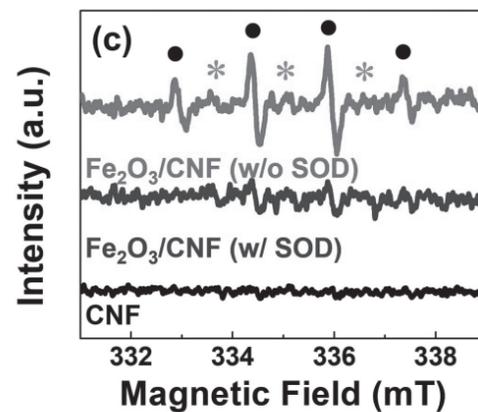
우선, 그림 a에서 Fe₂O₃/CNF를 다양한 환경정화소재들과의 4-CP 제거효율을 비교해 산화능력을 평가하였다. 단순 CNF나 산화철 파우더 등 여러 환경정화소재의 현저히 낮은 4-CP 제거효율을 확인할 수 있었다. 하지만, 본 연구팀에서 개발한 Fe₂O₃/CNF만이 추가적인 에너지와 과량의 산화제가 없는 조건에서도 독특하고 매우 효과적인 4-CP 제거효율을 나타내는 것으로 확인되었다. 특이하게도, 동일한 전기증착법으로 제조된 Fe₂O₃/FTO에서는 위와 같은 산화력을 보이지 않는 것으로 확인되었

다. 이를 통해 Fe₂O₃와 CNF의 interfacial junction으로 결합된 Fe₂O₃/CNF의 경우에만 특유의 수중 유기오염물질 제거능력을 발현시키는 것을 확인할 수 있었다.



〈그림 b〉 Fe₂O₃/CNF의 4-CP 제거 반응 스캐빈저 효과

그림 b는 Fe₂O₃/CP의 4-CP 제거 메커니즘을 확인하기 위해 여러 활성산소종(O₂^{•-}, •OH) 스캐빈저를 추가하였다. 일반적으로 O₂^{•-}과 •OH의 스캐빈저로 잘 알려진 SOD와 TBA를 추가한 뒤 4-CP 반응을 진행한 결과, 4-CP 제거가 효과적으로 억제되는 것으로 나타났다. 위 결과를 통해 Fe₂O₃/CNF의 4-CP 제거 반응 메커니즘은 Fe₂O₃/CNF가 수중의 산소(혹은 공기중의 산소)를 활성산소종 O₂^{•-}과 •OH으로 전환해 오염물질을 제거하는 데에 사용하는 것으로 알 수 있었다.



〈그림 c〉 Fe₂O₃/CNF의 활성산소종 생성 그래프

마지막으로, 그림 c에서는 Fe₂O₃/CNF에 의해 활성산소종이 생성되는지 직접적으로 확인하기 위해 EPR 분석을 진행하였다. CNF에서는 활성산소종 시그널(*: O₂^{•-}, •: •OH)을 전혀 확인할 수 없었다. 하지만, Fe₂O₃/CNF의 경우에는 확실한 활성산소종 시그널들을 확인할 수 있었다. 특히, SOD를 첨가했을 때는 두 가지 시그널들이 미미하게 측정되는 것으로 확인되었다. 이는 단순히 SOD가 O₂^{•-} 활성산소종의 스캐빈저임을 확인할 수 있는 것 뿐만 아니라, •OH의 생성에 O₂^{•-} 존재가 매우 중요한 역할을 한다는 것을 알 수 있다. 일반적으로 O₂가 1전자 반응을 통해 환원되어 O₂^{•-}가 생성되고, 생성된 O₂^{•-}이 1전자를 더 받아 H₂O₂가 생성된다. 이렇게 생성된 H₂O₂가 다시 1전자를 받아 •OH로 전환되게 된다. 그리하여, 본 시스템에서 Fe₂O₃/CNF가 수중 혹은 공기중의 산소를 환원시켜 오염물질을 제거하는데 사용하는 활성산소종을 효과적으로 생성할 수 있는 것을 확인할 수 있었다.

4. 결론

본 연구에서 개발된 복합형 환경정화소재 Fe₂O₃/CNF를 활용해 추가적인 에너지(예: 빛, 전기)나 과량의 산화제(예: H₂O₂) 없이도 수중 유기오염물질을 완전 제거할 수 있는 것으로 확인되었다. 위 Fe₂O₃/CNF에 의해 유도되는 산화반응은 Fe₂O₃와 CNF의 조합만이 독특한 표면전자분포도 차이를 만들어내어 4-CP(aromatic ring)에 존재하는 π전자를 선택적으로 Fe³⁺(Fe₂O₃)에 전달할 수 있게 된다. 이렇게 전달된 전자들이 Fe₂O₃와 CNF를 통과해 수중과 공기 중의 산소와 반응하여 활성산소종을 만들어낸다. 이를 통해 4-CP와 같은 여러 방향족 오염물질에 한해서 산화반응이 일어나는 독특한 현상도 확인할 수 있었다. 또한, Fe₂O₃/CNF는 시트형태로 제조되어 손쉽게 반응기에서 분리해낼 수 있어 기존 파우더 타입의 환경정화시스템과 독보적인 차별성을 가진다. 위와 같이 개발된 Fe₂O₃/CNF의 특성을 활용한다면 개발도상국이나 농촌지역과 같이 에너지와 화학약품들을 조달받기 어려운 지역에서도 오염물질 완전제거에 용이한 친환경적이고 경제적인 환경정화기술로 활용되어질 예정이다.

참고문헌

- Jebin Ahmed, Abhijeet Thakur, Arun Goyal, 2021, Chapter 1: Industrial wastewater and its toxic effects, Biological Treatment of Industrial Wastewater, 1-14, <https://doi.org/10.1039/9781839165399-00001>.
- Brenna C. Hodges, Ezra L. Cates, Jae-Hong Kim, 2018, Challenges and prospects of advanced oxidation water treatment processes using catalytic nanomaterials, Nature Nanotechnology, 13, 642-650, <https://doi.org/10.1038/s41565-018-0216-x>.
- Yiseul Park¹, Chuhyung Kim¹, Minsun Kim, Soonhyun Kim, Wonyong Choi, 2019, Ambient-temperature catalytic degradation of aromatic compounds on iron oxide nanorods supported on carbon nanofiber sheet, Applied Catalysis B: Environmental, 259, 118066, <https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2019.118066>.
- Hyejin Kim, Jonghun Lim, Seonggyu Lee, Hak-Hyeon Kim, Changha Lee, Jinwoo Lee, Wonyong Choi, 2019, Spontaneous generation of H₂O₂ and hydroxyl radical through O₂ reduction on copper phosphide under ambient aqueous condition, Environmental Science and Technology, 53, 2918-2925, <https://doi.org/10.1021/acs.est.8b06353>.

광산(光酸)을 이용한 신개념 액체형 태양광 발전기

배재형 한국과학기술원 연수연구원, 하버드 대학교 연수연구원

임해성 한국과학기술원 박사과정

안재완 한국과학기술원 연수연구원

김윤화 한국과학기술원 연수연구원

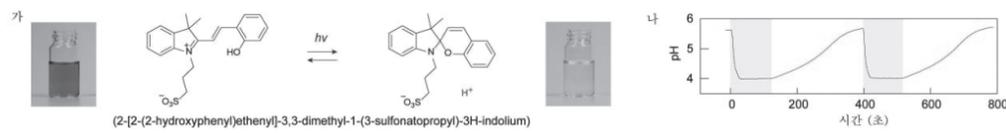
김민수 한국과학기술원 박사과정

김일두 한국과학기술원 객좌교수

1. 서론

전 세계적으로 증가하고 있는 전기 에너지 수요에 대한 대비와 온실가스 배출량을 낮춰 기후변화를 완화하기 위한 탄소중립은 지속 가능한 미래를 위해 우리가 현재 해결해나가야 할 핵심 과제다. 이를 위한 해결책으로, 친환경적으로 전기 에너지를 생산하는 재생에너지 기술은 꾸준히 주목받고 있으며, 대표적인 예로 태양광 에너지를 전기 에너지로 전환하는 태양전지가 있다. 현재까지 태양전지와 같은 에너지 변환 장치는 주로 기계적 안정성, 내구성, 물리적 특성을 확보하기 쉬운 고체장치(solid-state device)로 개발되었다. 하지만, 고체장치는 생산 과정에서 값비싼 제조 공정을 수반하며, 산업적 측면에서 유지 관리 및 재활용에 높은 비용이 필요하다. 특히, 고체장치는 생산 단가를 낮추기 위해 대량 생산이 필수적이며, 이 때문에 제품 규격이 제한되어 곡선형 구조의 장치나 유연성이 필요한 다양한 장치에 통합되어 활용되기 어렵다.

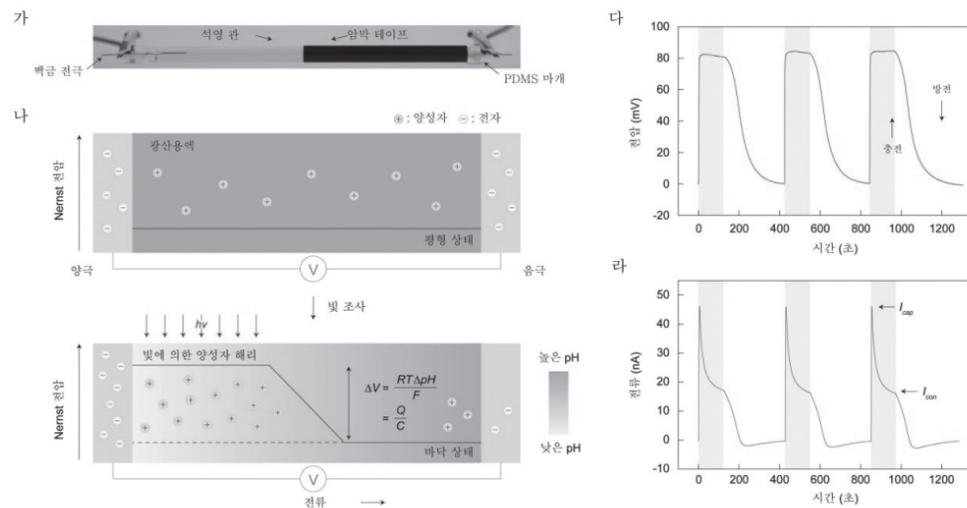
이에 비해서 액체 장치(liquid-state device)는 액체가 담기는 용기의 모양을 바꿔줌으로써 장치의 설계가 물리적인 제약으로부터 자유로우며, 액체 화합물의 수명이 만료되었을 때 오래된 화합물을 새로운 화합물로 간단히 교체해줄 수 있어 유지 관리, 재활용 비용을 최소화할 수 있다. 액체 기반의 에너지 변환 장치 개발의 핵심은 외부의 다양한 종류의 에너지와 상호반응하여 에너지를 전기 에너지로 변환해주는 액상 화합물이다. 액상 화합물질을 이용한 에너지 수확 장치의 대표적인 예로는 분자 태양광-열(molecular solar thermal) 시스템이 있으며, 특정 분자가 태양광 에너지를 흡수하여 화학 에너지 형태로 저장하고, 필요할 때 열의 형태로 저장한 에너지를 방출한다. 하지만, 궁극적으로 우리가 활용하기 쉬운 전기 에너지로 사용하려면 추가로 열-전기 에너지 변환 과정이 한 번 더 필요해서 에너지 변환 효율이 낮다는 한계점을 가지고 있다.



〈그림 1〉 (가) 광산의 화학구조와 광산 용액의 모습/(나) 빛 노출에 의한 광산 용액의 pH 변화

2. 본론

본 연구논문에서는 빛을 조사하면 양성자(H⁺)를 가역적으로 방출할 수 있는 광산(photoacid)을 이용한 액체 기반의 태양광-전기 에너지 변환장치를 다룬다. 광산은 2010년 이후 처음 개발된 광 감응성 화합물로 비가역적으로 양성자를 생산하는 ‘광산 발생기(photoacid generator)’보다 발전된 2세대 화합물이다. 광산은 가역성이 특징으로 가시광에 노출되면 양성자를 방출하고 가시광이 사라지면 방출했던 양성자와 다시 결합할 수 있다. 광산은 분자 구조에 따라 방출할 수 있는 양성자의 양이 달라지며, 현재까지 개발된 가장 우수한 광산을 이용하면 가시광 노출 전후 광산 용액의 pH가 최대 2까지 차이가 날 수 있다(그림 1). 이 광산을 이용하면 이론적으로 한 용액 안에서 가시광 유무에 따라 영역별로 pH 구배를 생성할 수 있으며, 각 영역에 전극을 설치하여 pH 구배를 구조적으로 이용하면 두 전극 사이에 전위차와 전류를 생성할 수 있다.



〈그림 2〉 (가) 1차원 형상의 액체형 태양광 발전기의 구조/(나) 액체형 태양광 발전기의 에너지 변환 원리/(다) 액체형 태양광 발전기를 이용하여 얻은 전압과 전류의 그래프 개형

상기 이론을 실현하고자, 본 연구진은 투명한 석영 튜브를 사용하여 액체 기반의 에너지 변환장치를 개발했다. 광산으로 채워진 석영 튜브 양 끝을 백금전극이 꽂힌 마개로 막아준 뒤, 암막 테이프로 튜브의 절반을 가려주면 1차원 형상의 액체 기반 태양광-전기 에너지 변환장치를 만들 수 있다. 만들어진 장치에 420nm 파장의 빛을 비추면, 투명한 왼쪽 부분과 어두운 오른쪽 부분 사이에는 pH 구배가 생긴다.

$$\Delta E = E_{\text{양극}} - E_{\text{음극}} = \frac{2.303RT}{F} (pH_{\text{음극}} - pH_{\text{양극}})$$

열역학적 평형상태에서 pH 구배에 따른 전위차 생성은 Nernst 공식을 사용하여 설명할 수 있다(그림 2). 여기서 E, R, T, F는 각각 전지전위, 기체상수, 온도, 패러데이상수이며, 이 공식에 따르면 pH 차이가 2일 때 이론적으로 계산된 Nernst 전위차는 118mV로 계산된다. 실험적으로 측정된 최대 전압은 82mV로 에너지 변환 효율은 대략 70%에 해당한다.

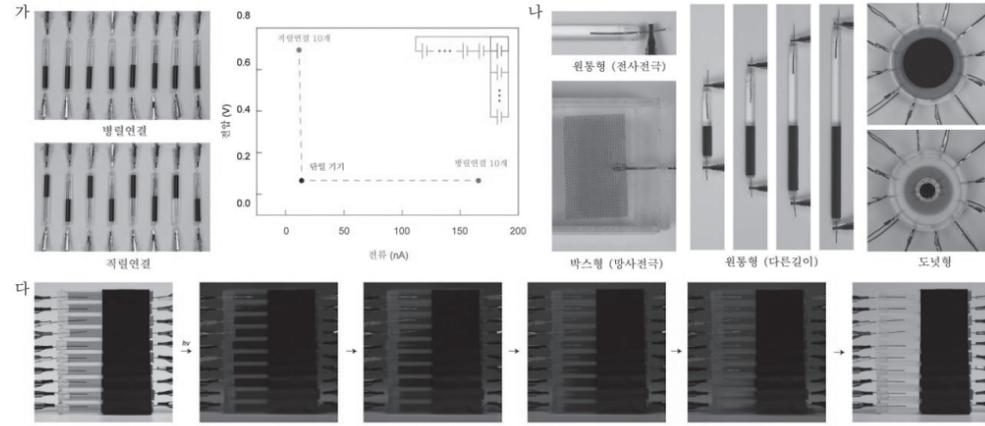
전류는 빛의 노출과 소멸에 의한 양성자 해리 및 열 재결합 과정 중에 외부 회로를 통해 노출된 영역(높은 pH)에서 어두운 영역(낮은 pH)으로 흐른다(그림 2). 구체적으로, 양극 주위에 과량의 양성자가 축적되면 Nernst 전위가 증가하고, 용액과 백금전극 사이의 전하량 균형을 맞추기 위해 양극에서 음극으로 비패러데이성(nonfaradaic) 용량성 전류(Capacitive current; I_{cap})가 흐른다(그림 2). 그 외, 전도 전류(Conduction current; I_{con})는 전극 사이에 형성된 전위차에 의해 이온이 용액을 통해 흐르게 되며 발생하게 된다. 종합하면, 본 액체형 태양광 에너지 생성 장치에서 생성되는 전류는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$I = I_{cap} - I_{con} = C \frac{dV}{dt} + K_L \eta \pi V$$

여기서, t, K_L 및 η 는 각각 시간, 액체의 전도도(S/m), 기하 계수이다.

이렇게 개발된 액체형 태양광 발전기는 여러 장점이 있다(그림 3). 첫째, 직렬/병렬 연결을 통해 생성되는 전압과 전류의 크기를 증폭시킬 수 있다. 병렬 및 직렬로 연결된 10개의 발전기는 전압과 전류를 각각 최대 0.7V(1058%) 및 170nA(0.68 mA/m², 1098%)까지 증폭할 수 있다. 둘째, 액체 화합물이 담기는 용기의 모양을 1차원 튜브, 도넛 등 다양한 형태로 제작할 수 있어 다양한 장치에 유연하게 적용될 수 있다. 셋째, 본 광산 화합물은 투명하여서 수직으로 여러 개의 장치를 쌓아 놓아도 모두 한 번에 구동할 수 있다. 넷째, 장시간 사용하여 에너지 변환 효율이 낮아졌을 때, 간단하게 액체 화합물만

교체해주면 발전기를 쉽게 재활용할 수 있다. 이러한 특징들은 기존 고체 기반의 태양전지 발전에서는 불가능했던 액체형 기기만의 특징이다.



〈그림 3〉 (가) 액체형 태양광 발전기의 전력량 증폭 방법/(나) 다양한 형상의 액체형 태양광 발전기/(다) 수직으로 쌓아도 모두 구동이 가능한 액체형 태양광 발전기

3. 결론

본 광산을 활용한 액체형 태양광 발전기는 세계 첫 번째로 액체 화합물을 이용하여 태양광 에너지를 전기 에너지로 바꾼 혁신적인 연구다. 특히, 액체형 발전기이기 때문에 소자 제작과 구동에 들어가는 비용을 효율적으로 낮출 수 있으며, 재활용이 쉽고 간편하여 친환경적인 것이 특징이다. 신재생 에너지 기술 분야에서 본 연구와 같은 고체형 장치에서 액체형 장치로의 전환은 효율성, 투자성, 친환경성을 높일 수 있는 큰 잠재력을 보유하고 있어 향후 발전 가능성이 전도유망하다. 이러한 장치를 실용적인 규모로 실현하려면 몇 가지 후속 연구가 필요하다. 본 연구에서 활용한 광산은 420nm의 여기(excitation) 파장에서 최적으로 양성자를 해리하도록 설계되어 있다. 태양 스펙트럼을 전체적으로 활용하기 위해선 1) 보다 넓은 여기 파장의 빛에 반응하는 광산, 2) 두 가지 이상의 여기 파장에 반응하는 광산, 3) 여기 파장이 서로 다른 둘 이상의 광산을 혼합하는 방식을 사용하면 에너지 변환 효율을 더 높일 수 있을 것이다. 나아가, 용해도가 크거나, pKa 값이 큰 광산을 개발하면 pH 차를 더 넓힐 수 있어 에너지 변환 효율을 향상할 수 있다. 액체형 발전기와 관련된 연구들이 지속된다면 친환경적으로 태양광 에너지를 활용할 수 있어 우리가 맞이한 에너지 위기를 현명하게 대처할 수 있을 것이다.

참고문헌

- P. K. Nayak, S. Mahesh, H. J. Snaith, D. Cahen, 2019, Nature Reviews Materials, 4, 269–285, <https://doi.org/10.1038/s41578-019-0097-0>.
- Z. Wang, H. Holzel, K. Moth-Poulsen, 2022, Chemical Society Reviews, 51, 7313–7326, <https://doi.org/10.1039/D1CS00890K>
- J. Bae, H. Lim, J. Ahn, Y. H. Kim, M. S. Kim, I. -D. Kim, 2022, Advanced Materials, 34, 2201734, <https://doi.org/10.1002/adma.202201734>
- Z. Shi, P. Peng, D. Strohecker, Y. Liao, 2011, Journal of the American Chemical Society, 133(37), 14699–14703, <https://doi.org/10.1021/ja203851c>

미세먼지 포집과 포름알데히드의 동시 측정을 위한 나노섬유 필터

Dual-functional self-assembled electrospun nanofiber filters for PM removal and formaldehyde sensing simultaneously

송진영 부산대학교 기계공학부 대학원생
박재성 부산대학교 기계공학부 대학원생
박상민 부산대학교 기계공학부 교수

1. 서론

미세먼지(PM)와 휘발성유기화합물(VOC)을 포함한 대기오염은 개인의 건강과 세계경제에 막대한 부담을 주며, 고효율·다기능 나노섬유 필터의 발전으로 이어지고 있다. 그러나 기존의 많은 필터는 PM을 포집하거나 유독 가스를 감지하는 것과 같은 한 가지 유형의 대기오염 물질을 처리할 수 있다. 본 연구에서는 전기방사 공정을 통해 상업용 마스크에 제작된 PM을 제거하고 동시에 현장에서 눈으로 읽을 수 있는 포름알데히드 감지를 위한 고효율 이중 기능 자가조립 전기방사 나노섬유(SAEN) 필터가 보고되었다. 전기방사 중 포름알데히드에 민감한 비색제를 포함하는 전해액을 수집기로 사용하여 직물 및 일회용 마스크와 같은 상업용 마스크에 이중 기능 SAEN 필터를 한 번에 제작할 수 있었다. 전해액은 또한 전기방사 나노섬유의 균일한 증착을 가능하게 하여 상용 마스크보다 최대 2배까지 향상된 품질 계수로 PM 여과의 고효율을 달성했다. SAEN 필터는 5ppm 농축 포름알데히드 가스 분위기에서 색상을 노란색에서 빨간색으로 변경하여 현장에서 눈으로 읽을 수 있는 포름알데히드 감지를 가능하게 했다. SAEN 필터의 이중 기능을 고려하면 이 프로세스는 개별 보호 및 실내 정화를 포함한 다양한 응용 분야를 위한 고성능 및 이중 기능 전기방사 나노섬유 필터를 설계하고 개발하는 데 새로운 통찰력을 제공할 수 있을 것이다.

2. 본론

1) 연구방법

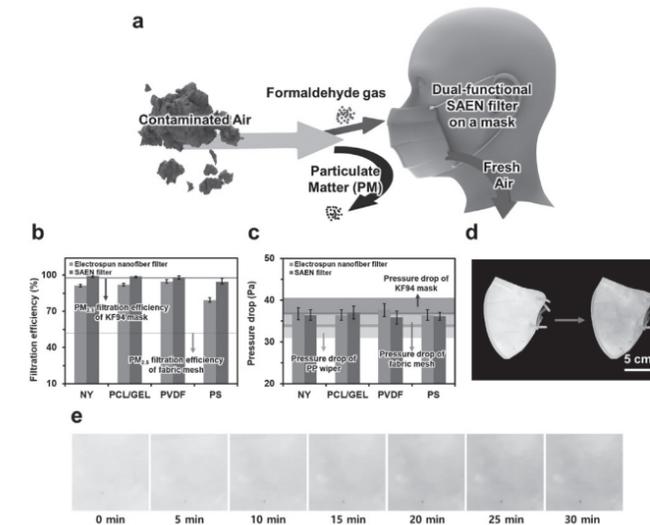
(1) 나노섬유 필터 제작 공정

전기방사 공정에 쓰일 재료로 나일론(NY), 폴리카프로락톤/젤라틴(PCL/GEL), 플루오르화 폴리비닐리덴(PVDF), 그리고 폴리스티렌(PS) 총 4가지 물질을 각각 15, 10, 25, 15wt% 비율로 포름산, 트리플루오로에탄올, 디메틸포름아미드, 트리플루오로에틸+테트라 n-부틸암모늄브롬화물 용액에 용해시켰다. 용해된 각 용액을 주사기에 넣고 주사기에 20kV의 양극을, 포름알데히드 민감 비색제에 적셔진 마스크에 음극을 걸어주어 전기방사 공정을 수행하였다. 제작된 이중기능 자가조립 나노섬유 필터와 마스크는 남은 용액을 증발시키기 위하여 1시간 가량 건조대에서 두었다.

(2) PM 여과 효율 및 포름알데히드 측정

향을 태워 PM이 포함된 연기를 이중기능 자가조립 나노섬유 필터가 장착된 공기 여과 효율 측정 장치에 통과시켜 PM 여과 효율을 측정하였다. 대조군으로 KF94 마스크와 천 마스크의 공기 여과 효율 또한 측정하였다. 포름알데히드 가스 측정에 앞서 내부가 보이는 빈 용기에 포름알데히드 가스가 5 ppm이 되도록 포름알데히드 용액을 주입하여 증발시켰다. 용액이 완전히 증발한 이후, 빈 용기를 이중 기능 나노섬유 필터가 있는 용기와 연결하여 포름알데히드 가스를 주입시켜 30분간 측정하였다.

2) 실험 결과 및 분석



〈그림 1〉 이중기능 자가조립 나노섬유 필터를 통한 PM 제거와 포름알데히드 탐지(a). 4가지 재료로 제작된 이중기능 자가조립 나노섬유 필터의 PM2.5 여과효율(b)과 압력강하(c). 포름알데히드에 노출된 이중기능 자가조립 나노섬유의 전체 색 변화(d)와 총 30분 동안 5분 간격으로 측정된 부분 색 변화(e)

제작된 자가조립 나노섬유 필터는 마스크 상에 그림 1(a)와 같이 제작되어 PM 제거와 포름알데히드 측정을 동시에 수행할 수 있게 되었다. 먼저 일반적으로 PM 측정의 기준이 되는 PM2.5 여과 효율을 비교하였을 때, 기존 전기방사 공정에 비해 전해질 보조 전기방사 공정으로 제작된 자가조립 나노섬유 필터의 여과효율이 최소 5%에서 최대 20% 증가하였다(그림 1(b)). 또한 그림 1(c)에서 보이듯, 압력강하 또한 유사한 수준이었다. 두 실험에서 모두 기존 KF94 마스크와 유사한 여과 효율을 달성하였고, 압력강하는 더 낮은 수준임을 알 수 있었다.

그림 1(d)에서는 이중기능 자가조립 나노섬유 필터를 포름알데히드 가스에 노출시켜 30분 뒤의 전체적인 색 변화를 나타내었다. 기존 노란색에서 빨간색으로 변화하여 현장 감지 및 눈으로 직접 측정 가능한 수준이었고, 그림 1(e)에서 보이듯이 5분 간격으로 측정하였을 때에도 구분 가능한 수준임을 나타내었다.

3. 결론

전기방사 공정을 통해 마스크 상 이중기능 자가조립 나노섬유 필터를 제작하였다. 또한, 제작된 나노섬유 필터의 자가조립 구조를 통해 KF94 마스크와 같은 상업용 마스크의 최대 2배에 해당하는 여과 효율을 달성하였다. PM 제거와 더불어 포름알데히드 가스에 노출되었을 시, 나노섬유 필터의 색이 노란색에서 빨간색으로 변하여 현장에서 시각적으로 포름알데히드 측정이 가능하였다. 이로써 본 연구는 기존 나노섬유 필터가 PM이나 포름알데히드와 같은 휘발성유기화합물 중 한 가지만 대응하는 것에서 벗어나 두 가지 물질을 동시에 포집 및 측정 가능한 나노섬유 필터 제작의 가능성을 증명하였다.

참고문헌

- Glencross, D.A., et al., 2020. Air pollution and its effects on the immune system. *Free Radic. Biol. Med.* 151, 56–68.
<https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2020.01.179>.
- Park, S.M., Kim, D.S., 2015. Electrolyte-Assisted Electrospinning for a Self-Assembled, Free-Standing Nanofiber Membrane on a Curved Surface. *Adv. Mater.* 27(10), 1682–1687
<https://doi.org/10.1002/adma.201404741>.
- Valencia-Osorio, L.M., Álvarez-Láinez, M.L., 2021. Global View and Trends in Electrospun Nanofiber Membranes for Particulate Matter Filtration: A Review. *Macromolecular Materials and Engineering* 306(10).
<https://doi.org/10.1002/mame.202100278>.
- Zhang, S., et al., 2019. Highly Efficient, Transparent, and Multifunctional Air Filters Using Self-Assembled 2D Nanoarchitected Fibrous Networks. *ACS Nano* 13(11) 13501–13512.
<https://doi.org/10.1021/acsnano.9b07293>.

포스터세션 3 기후위기와 대응

- ARE YOU TYPHOON READY?
나하나, 정우식
- 더 크고, 더 강한 가을태풍의 경고!
나하나, 정우식
- 프레임분석을 통해서 본 탐라해상풍력 사례
생태적 함의를 포함한 에너지 민주주의를 향하여
임현경, 강우솔, 정예지
- 생태학살(Ecocide)을 넘어서
녹색분칠(Green Washing)에서 녹색전환(Green Transformation)으로
장윤석

ARE YOU TYPHOON READY ?

Typhoon-Ready System

나하나 인제대학교 대기환경정보공학과, 대기환경정보연구센터 박사과정
정우식 인제대학교 대기환경정보공학과, 대기환경정보연구센터 교수

1. 서론

기후변화로 인한 열대 해수온 상승은 태풍, 허리케인 등과 같은 위험기상재해의 위력을 증가시킬 것으로 예측되었으며, 그로 인해 발생하는 피해도 점차 증가할 것으로 예상된다. 지난 50년간, 태풍으로 인해 57만 7232명이 사망하며, 여러 자연재해 가운데 상위권으로 기록되었다. 태풍으로 유발되는 기상재해는 강풍, 호우, 해일 등의 단일 현상으로써의 기상재해가 아닌 이들 현상들과 더불어 대기질에 미치는 악영향도 동시다발적으로 발생할 수 있는 자연재해의 성격이 강하므로 단순 위험기상재해로써의 접근이 아닌 복합기상재해로써의 사전대비 및 평가가 요구된다. 세계기상기구는 예보 정확도가 향상되었음에도 불구하고, 복잡적이고 대형화되는 기상재해로 인해 사회, 경제적 피해는 지속적으로 증가하고 있어 기상 영향예보에 대한 가이드라인 구축을 권고하고 있다. 영국, 프랑스, 일본, 미국을 비롯한 기상선진국에서는 '영향예보'를 부분적으로 실시하고 있다. 우리나라 기상청에서도 영향예보 추진 계획(2019~2023)을 수립하고, 지역 맞춤형 영향예보 시범서비스(2016~2018), 태풍(2016) 및 폭염(2018) 영향예보 시범서비스, 폭염 정규 서비스(2019)를 수행하였으며, 폭염과 한파에 대한 영향예보가 정규적으로 이루어지고 있으며, 2021년부터는 태풍에 대한 영향예보를 수행할 것이라 발표하였다. 한국기상학회(2016)에 따르면, 태풍, 호우, 대설, 폭염 등 재해 관련 영향예보를 실시할 경우, 창출 가능한 경제적 가치를 계산한 결과, 총 편익의 관점에서 태풍 영향예보가 가장 높게 나타나며, 태풍 영향예보의 중요성은 사전에 다수 파악되어 있다. 그러나, 2021년, 실제 기상청에서 추진한 태풍영향예보 연구와 실용적 수준의 결과 도출은 거의 전무하여 실제 현장에서의 태풍사전방재 활동에 도움이 되지 못하고 있다. IPCC의 제5차 특별보고서(2018)에 따르면, 열대지방의 열대저기압 발생 빈도는 감소하지만, 매우 강한 열대저기압 수는 증가할 것으로 전망하였으며, 태풍위원회(2020)에서도 북서태평양에서 발생하는 한반도에 영향을 주는 약한 태풍 발생은 감소하는 경향이 있으며, 강한 태풍은 더 강해진다고 전망하였다. 실제 최근 10년간(2011~2020) 한반도 영향 태풍의 발생 빈도는 감소하고 있으나, 강도

는 증가하였으며, '매우 강($\geq 44\text{m/s}$)'에 해당하는 태풍의 발생 및 영향이 전체 태풍의 50% 이상 차지하고 있다. 따라서 본 연구에서는 태풍 영향예보의 기반을 구축하기 위한 연구로써, 태풍에 동반된 복합 기상재해의 위험도를 평가하고, 사전에 방재할 수 있는 Typhoon-Ready System(TRS)을 구축하였다.

2. 본론

1) 연구방법

(1) 태풍에 동반된 복합기상재해 개념정립, DB구축 및 위험도 평가

태풍의 시기에는 강풍, 호우, 해일, 고농도 대기오염이라는 복합기상재해에 대한 피해가 지역 곳곳에서 발생할 수 있으나, 단일 기상재해에 대한 분석만이 수행되어 있기 때문에, 본 연구에서는 태풍에 동반된 복합기상재해에 대한 개념을 정립하고, 관련된 DB를 구축하고자 한다. 다음으로 태풍에 동반된 복합기상재해 가운데 강풍을 평가하기 위한 발생 가능한 최대풍속 3-second gust를 계산법을 한반도 영향 태풍에 적용하고, 평가하고자 한다. 다음으로 태풍에 동반된 최대 가능강수량을 기상수치모델 Weather Research and Forecasting(WRF)을 활용하여 도출하고, 이를 기반으로 Probable Maximum Precipitation(PMP)을 계산하여 태풍에 동반된 강수의 위험도를 평가하였다. 태풍에 동반된 해일을 계산하기 위하여 SSHPI(Storm Surge Hazard Potential Index)를 계산하고, 마지막으로 태풍에 동반된 고농도 대기오염의 발생비율과 농도값을 The Community Multiscale Air Quality Modeling System(CMAQ)을 활용하여 산정하여, APIAT(Air Pollution Index Accompanied by Typhoon) 지수를 산정하였다. 이를 통해, 태풍에 동반된 복합기상재해의 위험도를 평가할 수 있는 기반을 구축하였다.

(2) 태풍에 동반된 복합기상재해 위험지수 산출 및 지역 맞춤형 적용

태풍에 동반된 복합기상재해의 위험도를 산정하고, 한반도 영향 태풍에 동반된 복합기상재해의 위험지수를 산출하고자 했다. 지역맞춤형 위험지수를 산정하기 위하여 지역의 특성(도시화, 도시·산업구조, 침투·침수율, 인구 밀집도, 노후 건물 등)을 고려한 지역 맞춤형 지수를 개발하였다.



3. 결론

본 연구에서 태풍에 동반된 복합기상재해 DB 구축은 재난정보체계화에 기여할 수 있으며, 위험도 산정은 기상재해 사전대비수준 결정에 유용할 뿐 아니라, 지역맞춤형 자료 제공은 궁극적으로 각 지역 특성이 반영되어 태풍에 의한 영향 의사결정을 위한 각 지자체 및 개인의 수준에서 활용 가능한 중요한 자료가 될 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

- The Intergovernmental Panel on Climate Change(IPCC), 『Global Warming of 1.5 °C』, 2018
- Korean Meteorological Society, 『영향예보 도입 방안에 관한 기획연구』, 2016
- ESCAP/WMO Typhoon Committee, 『기후변화에 의한 태풍 변화 보고서』, 2020

더 크고, 더 강한 가을태풍의 경고

나하나 인제대학교 대기환경정보공학과, 대기환경정보연구센터 박사과정
정우식 인제대학교 대기환경정보공학과, 대기환경정보연구센터 교수

1. 서론

최근으로 올수록 지구온난화의 지속과 기후변화로 인하여 전 세계적으로 이상 기상현상의 발현빈도가 증가하고 있으며(IPCC, 2015) 한반도에 영향을 미치는 태풍 또한 과거와 다른 특징들을 보이고 있다. 특히, '가을태풍'이라 불리는 9월, 10월 한반도에 영향을 미치는 태풍의 영향빈도가 증가하고, 태풍의 세력이 강한 상태로 유지되어 한반도에 내습하면서 막대한 인명 및 재산피해를 발생시키고 있다. 2019년에는 총 7개의 태풍이 한반도에 영향을 미쳤는데, 그중에서 3개의 태풍이 가을에 나타난 태풍이었다. 한반도에 영향을 미치는 가을 태풍은 발생시기와 관계없이, 그 자체로도 강풍과 폭우 등의 악기상을 동반하기 때문에 인적, 물적 피해발생에 큰 영향을 미치게 되지만, 일반적으로 우리나라 국민들에게 인식되어 있는 전통적 의미에서의 발생시기인 여름철이 아니라 위험성이 매우 작다고 받아들이는 가을철에 급작스러운 느낌으로 나타나는 태풍이기 때문에 생산 및 출하시기가 가을에 집중된 분야의 농업 및 수산업 등 태풍내습에 취약한 집단 및 업종에서는 더 큰 실질적인 피해가 나타날 수 있게 된다. 또한, 사람들의 인식적 차원에서 가을철은 태풍에 대한 경계의식이 낮아지는 시기이기 때문에 일상생활에서의 피해도 급격히 커질 수 있다. 하지만, 가을태풍과 관련된 선행연구들(Cha, 2007; Kwon and Ryu, 2008)에서는 가을철 한반도에 영향을 미친 태풍의 특성 및 변화경향을 분석하기에는 연구 대상 기간이 다소 불충분하다. 더욱이 최근으로 올수록 한반도에 내습하는 가을태풍의 영향빈도와 강도는 급격히 증가하고 있고, 그로 인한 피해발생규모 또한 충분히 증가될 수 있기 때문에 가을태풍에 대한 피해 저감을 위한 방재적인 측면에서의 연구와 장기간의 자료분석을 바탕으로 하는 가을태풍에 대한 특성(빈도, 강도)분석을 포함하는 통합정보 기반의 가을태풍 연구는 반드시 필요할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 한반도에 영향을 미친 가을태풍의 차별적 특성을 살펴보기 위해 한반도 영향 태풍을 과거와 현재로 구분하여, 비교분석을 수행하였다.

2. 본론

1) 연구방법

(1) 연구대상

본 연구에서는 2002년부터 2019년까지 18년간 한반도에 영향을 준 태풍 60개를 대상(표 1)으로 태풍의 영향빈도, 강도 등에 대한 분석을 직접적으로 수행하여 한반도 전체 영향태풍과 가을철 영향태풍의 특성을 분석하였다. 또한, 최근 한반도에 영향을 미친 태풍들이 과거의 태풍들과 어떠한 차이가 있는지 살펴보기 위하여 1954년부터 2003년까지, 50년간 한반도에 영향을 미친 태풍을 분석한 연구 결과를 분석에 활용하였다. 즉, 본 연구에서는 한반도에 영향을 미친 태풍을 '과거 태풍(1954~2003년)'과 '현재 태풍(2002~2019년)'으로 구분하여 총 66년(1954~2019년)의 기간 동안 태풍의 변화 경향과 특징을 살펴보았다. 한반도 영향태풍은 우리나라 기상청에서 정의하고 있는 '태풍 중심이 32°N에서 40°N, 120°E에서 138°E 이내에 들고 한반도에 영향을 준 경우에 해당하는 태풍이다(KMA, 2011). 또한, 본 연구에서의 '가을태풍'은 9월과 10월에 한반도에 영향을 주는 태풍으로 정의하고 분석을 수행하였다.

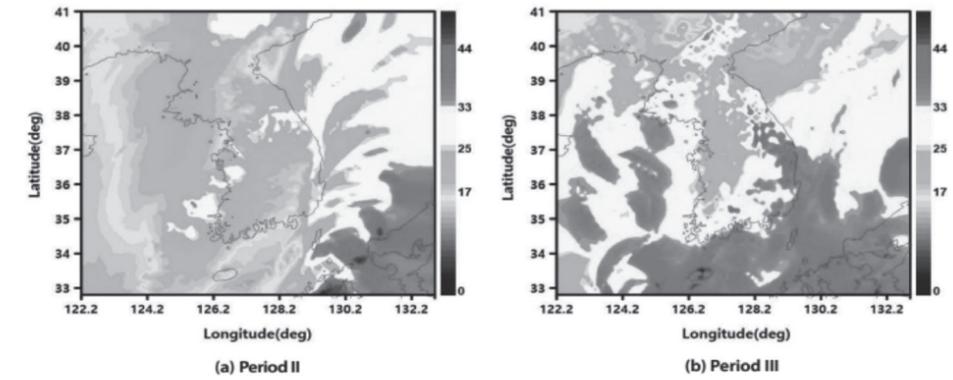
(2) 분석기간

본 연구에서는 3개의 구간으로 나누어 분석을 수행하였다. 1954년부터 2003년까지, 50년간의 기간을 '과거'에 해당하는 'Period I'으로 설정하였으며, 2000년대 초반인 2002년부터 2010년까지, 9년의 기간을 'Period II', 그리고 가장 최근인 2011년부터 2019년까지, 9년의 기간을 'Period III'으로 설정하였다. 본 연구에서는 태풍의 월별 발생빈도와 관련된 분석은 Period I, II, III 기간을 대상으로 수행하였으며, 태풍의 강도 및 최대순간풍속의 특성과 관련된 분석은 기상청 수치모델자료가 생산되는 Period II와 III의 기간을 대상으로 결과를 도출하였다.

3. 결론

Period II와 Period III 각각의 기간 동안 9월과 10월에 한반도에 영향을 미친 모든 태풍의 발생 가능한 최대풍속의 분포를 나타낸 것이다. 그림을 보면 9월, 10월의 한반도 영향태풍에서도 과거에 비해 최근에는 한반도 내륙과 해역 전반에 걸쳐 강풍 영역이 증가한 것을 볼 수 있다. 특히, 제주도를 포함한 남해권역에서의 풍속증가가 뚜렷하게 나타났다. 과거(Period II)에는 일본내륙과 일본 근해에 걸쳐 33m/s의 강한 풍속대가 분포하고 있지만, 최근(Period III)에는 일본지역 뿐만 아니라 한반도의 남해

전역과 동해 남부해역 및 동쪽 내륙 일부, 그리고 서해 넓은 지역에 걸쳐 33m/s 이상의 강한 바람이 나타나고 있음을 볼 수 있다. 또한, 한반도 내륙에서도 과거에는 17m/s 이상의 바람이 한반도 내륙 전역에 분포하고 있지만, 최근에는 중부 내륙 일부를 제외한 많은 부분의 한반도 내륙에서 과거보다 강한 25m/s 이상에 바람이 넓게 분포하는 것을 알 수 있다.



〈그림 1〉 가을태풍에 동반된 강풍의 과거와 현재 비교

본 연구에서는 과거부터 현재까지 한반도에 영향을 미친 태풍들의 과거와 최근 특징에 대한 분석과 함께, 특히 최근 관심이 집중되고 있는 가을태풍에 대한 연구를 수행하였다. 이러한 결과들을 바탕으로 사전방재분야에서 활용 가능한 현장적용형 정보가 도출된다면 한반도에 영향을 주는 여름태풍 및 가을태풍에 의해 발생하는 피해저감에 도움이 될 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

- 차은정, 2008, 가을철(9, 10, 11월)에 발생한 태풍특징과 우리나라에 대한 영향, 한국방재학회지, 7(3), 75-81.
- 권혁조, 류재영, 2008, 한반도 영향 태풍의 정의에 대한 새로운 제안, 한국기상학회지, 18(1), 43-53.
- 나하나, 정우식, 2020, 한반도 영향 가을태풍! -과거와 현재의 특성 변화, 한국대기환경학회지, 36(4), 482-491.
- “더 자주, 더 넓게, 그리고 더 세계 온다 ‘가을태풍’”, 한겨레신문, 2021년 9월 14일
- “폭염이 막아준 여름 태풍... 더 독한 놈 가을 한반도 뿔친다”, 매일경제, 2021년 8월 27일
- “강하고 잦아진 가을 태풍 대비해야”, KBS뉴스, 2019년 9월 25일

프레임분석을 통해서 본 탐라해상풍력 사례¹

생태적 함의를 포함한 에너지 민주주의를 향하여

임현경 서울대학교 환경대학원 석사과정
강우솔 서울대학교 환경대학원 석사과정
정예지 서울대학교 환경대학원 석사과정

1. 서론

탐라해상풍력은 제주도에 위치한 국내 최초의 상업용 해상풍력발전단지이다(대한민국 정책브리핑). 제주도의 풍력사업은 '풍력자원의 공공적 관리'라는 독창적 맥락 하에 전개되고 있고, 주민들이 계획부터 운영, 출자 단계를 함께하는 주민참여적 성격과 제주에너지공사와 민간기업이 주도적으로 참여하여 공공 관리적인 성격을 지니고 있다(카본프리아일랜드제주, 2022).

탐라해상풍력은 재생에너지 관련 주민수용성 문제 해결의 우수 사례로 자주 거론되곤 하는데, 경북, 영덕 해상풍력 주민수용성 고양 방안 최종보고서에 따르면 본 사업 역시 최초 의견 수렴 시에는 찬반의 비율이 5대 5 정도였다. 보고서에서는 사업자의 꾸준한 간담회 개최, 면대면 설명, 충분한 보상과 투명한 정보 공개 등의 신뢰 형성 노력을 성공의 요인으로 나열하고 있다.

탐라해상풍력은 현재의 규모에 더해 2023년 사업을 확장할 계획을 가지고 있다. 이들은 해당 계획에 인근 주민 100%가 동의했다고 밝혔다(주민 참여형 재생에너지 우수사례집, 2022). 그러나 선행연구와 같이 처음부터 갈등이 원만히 해결되었던 것이 아니라면 반대의 이유가 있었을 것이고, 2차 사업 계획에서까지 주민들 모두가 찬성하였다면 그 주된 근거를 면밀히 들여다볼 필요가 있다.

에너지민주주의는 저탄소 에너지 전환의 과정에서 시민참여를 높이고, 전환의 주체와 방식이 중요한 개념으로(윤순진, 2003; 진상현, 2020; 홍덕화, 2019; Ryghaug et al., 2018), 사회 전체가 함께 결정, 참여, 가치 공유를 이루고 발전된 소통 구조를 토대로 민주적으로 정당한 동의를 얻어야 한다고 본다(Burke & Stephens, 2017; Szulecki, K. 2018). 본 연구에서는 이와 같은 기존의 에너지 민주주의에 자연과 인간은 동등하며 공존하며 살아가야 한다는 생태적 관점(곽은복, 2005)을 더하여 탐라해상풍력 사례를 분석하고자 한다.

1 이 글은 2022 추계 환경정책학회의 자료를 수정 및 보완한 자료입니다.

주민과의 환경갈등은 주민수용성이라는 개념으로 일컬어진다. 해상풍력과 관련해서는 주로 경관 훼손, 어업 활동 방해, 소통 부족, 소음 등과 같은 요인이 문제가 된다(Walker et al., 2014; 에너지경제연구원, 2020). 주민은 아니나 재생에너지 갈등 문제에 개입하곤 하는 환경단체에서는 해상풍력과 관련하여 에너지 과잉생산, 멸종위기 종 서식지 침범 및 해양생태계 교란 등의 이유로 비판을 하기도 한다. 이는 사회적 비용을 최소화하고자 하는 공공기관과의 대립으로 이어지기도 한다. 이와 같은 갈등의 요소들을 에너지 민주주의의 관점에서 보았을 때 탐라해상풍력의 소위 '성공적인' 주민수용성 사례는 앞으로 에너지 민주주의를 기반으로 성장할 재생에너지와 그에 대한 일반대중의 긍정적 인식에 있어서 중요한 지점이다. 이에 따라 본 연구의 질문은 다음과 같다.

1. 탐라해상풍력은 진실로 100% 주민수용성을 이뤄냈는가?
2. 갈등을 성공적으로 해결할 수 있었던 이유가 무엇인가?
3. 에너지 민주주의의 관점에서 주민수용성이 완벽히 해결되었다고 보기 어려운 측면은 없는가?

2. 재료 및 방법

1) 연구지역 및 대상

(1) 탐라해상풍력은 3MW 발전기 10개가 제주도 한경면 두모리와 금등리의 앞바다에 위치해 있다(주민 참여형 재생에너지 우수사례집, 2022). 육지에서는 500~1,200m 떨어져 있으며 멸종위기종인 남방큰돌고래 서식지역과 1.7km의 이격이 있다. 발전량은 2020년에 74.4GWh, 2021년에 72.6GWh를 기록하였고, 수입은 2020년 231억 원, 2021년 226억 원이다. 특히 직접적으로 접경해있는 두모리는 제주도 서부지역의 해안면에 있는 마을이다. 2022년 1월을 기준으로 258세대, 총 445명의 인구가 거주하고 있다(제주특별자치도청).

2) 연구방법

본 연구는 탐라해상풍력에 대한 갈등의 복합적인 구조를 다양한 이해관계자의 맥락에서 이해하기 위하여 질적 연구방법인 문헌연구와 심층면접을 시행하였다. 피면접자는 지역주민 그룹의 현 두모리 사무소장과 해녀 A, 시민사회 그룹의 제주환경운동연합 국장과 전문가 A이다. 이들은 판단표집법(Judgement Sampling)을 통해 모집하였으며 반구조화 면접 방식으로 유선상 인터뷰를 인당 1회, 약 1시간씩 진행하였다. 이후 근거 이론을 바탕으로 인터뷰 내용을 개방 코딩화, 그중 주요 현상들을 개

념화, 최종적으로 범주화를 진행하였다(Corbin & Strauss, 2014). 공통점과 차이점이 구분된 후에는 보다 심층적으로 각자의 시각을 살펴보기 위하여 환경 갈등 분석 연구에 자주 쓰여온 프레임 분석틀(Goffman, 1947), 그중에서도 심준섭과 김지수(2010)가 활용한 Lewieki(2003)의 8가지 프레임 유형을 통해 분석하였다.

3. 결과 및 토의

범주화까지 진행한 결과 시민사회에서는 총 11개의 개념이 도출되었고 어촌 주민에게서는 12개의 개념이 도출되었다. 이를 하나의 개념도로 정리한 후 비슷한 내용들을 모아 재차 범주화를 진행하였고, 최종적으로 총 19개와 두 그룹 간 4개의 공통되는 개념을 찾을 수 있었다.

먼저 지역주민 그룹의 개념에서는 전체적으로 탐라해상풍력을 손익 프레임을 통해 보고 있음이 드러났다. 이들은 2차 확장 사업을 통해 받을 수 있는 보상이 늘어나길 원했다. 또한 탐라해상풍력과 같은 성공적인 사례를 벤치마킹하여 풍력 설비를 설치하고 있는 타 사례들로 인한 전기 가치의 하락을 우려하기도 했다. 이는 에너지 민주주의가 포괄하고 있는 가치적 이익공유와 환경 측면에서 공정하고 지속가능한 에너지 구조가 갖추어져야 한다는 관점이 결여된 형태의 프레임이다.

시민사회 그룹은 기본적으로 해상풍력의 필요성과 확충의 시급성을 인정하고 있었다. 이들은 재생에너지와 관련한 오해 쇠퇴와 결국 주민수용성을 이루어냈다는 점에서 탐라해상풍력을 긍정적으로 프레임하는 한편 높은 보상에 대한 비판적인 입장을 견지하고 있었다. 사업자도 주민을 사업수단으로 보는 만큼 주민들도 손익을 중시하고, 결국에는 해상풍력, 심지어 바다마저 사업자도, 주민도 이익과 상업성, 경제성으로만 바라본다는 점을 비판하는 입장이었다. 이들의 특징적인 프레임은 바다를 인간이 누리는 자원 이상으로 본다는 점에 있었다. 생태계로 보는 것이다. 제주도에 돌고래 보호 활동을 하고 있는 시민단체, 핫핑크돌핀스에서도 2022년 1월 성명서를 통해서 남방큰돌고래의 생태를 위협하는 탐라해상풍력발전의 확장사업의 철회를 요청하였다. 생태적으로 큰 문제가 없다는 것이 사업자들의 의견이지만, 핫핑크돌핀스에 따르면 9기의 추가적인 풍력 발전기 건설이 이뤄질 경우 남방큰돌고래의 이동통로가 끊기게 되어 돌고래들이 이동을 할 수 없거나 먼 길을 돌아가야 한다.

이렇듯 두 그룹은 명백히 상반된 프레임을 가지고 있으나 공통되는 부분도 존재했다. 지역주민과 시민사회 그룹 둘 다 해양 생태계의 변화를 감지하였지만, 이에 대한 원인이 해상풍력이 아닌 기후변화로 인한 것이라고 여겼다. 두 번째로, 해상풍력이 어초의 역할을 한 덕분에 어획량이 오히려 증가한 것을 두 그룹이 모두 느꼈다. 이 두 가지 공통개념은 그간 확인되지 못한 정보가 많았던 해상풍력에 대

한 오해가 풀린, 탐라해상풍력의 우수한 역할로 보인다. 즉, 성공했다고 볼 수 있는 부분이다. 세 번째로, 해상풍력에 대해서 반대하는 주민들은 자신의 삶과 직접적으로 충돌할 때에만 반대의견을 피력하는 경향이 강했고, 실제로 생태계나 환경에 대한 근심 등을 이유로 반대하는 주민은 없었다는 부분이 있다. 이는 두 그룹 모두 느꼈다고 언급하였다는 점에서 특히 주목할 만하다. 마지막은 탐라 해상풍력을 둘러싼 갈등이 결코 단번에 해결된 것이 아닌데 많은 대중이 관련 보도만을 보고 1차원적으로만 논의하고 있는 점을 비판한 부분이다.

4. 결론

본 연구에서는 탐라해상풍력은 진실로 100% 주민 수용성을 이루었는지, 갈등을 최소화할 수 있었던 요인은 무엇인지, 마지막으로 에너지 민주주의 관점에서 탐라 해상풍력이 주민 수용성 문제를 완벽히 해결했다고 보기 어려운 측면은 없는지에 대한 질문을 던졌다. 그 결과, 첫째로 주민 중 반대의 의견을 가진 이들도 아직까지 일부 존재하나, 거의 문제를 해결했다고 볼 수 있었다. 둘째로 갈등을 최소화할 수 있었던 큰 요인에는 이익 공유라고 불리는, 금전적인 보상이 있었다. 이는 주민과 사업자 측의 손익 프레임이 윈-윈 전략으로 결국 같은 방향을 향하고 있음을 보여준다. 타 지역의 이익은 바라지 않는다는 점에서 풍력 자원을 공공적 자원으로 지정한 제주도의 조례 및 도민들이 공유하는 표면적인 이해와는 상반된 결과이기도 하다. 심층적으로는 갈등의 최소화라고 긍정적인 평가를 내리기 어렵기도 했다. 결국 마을 내에서도 목소리가 큰 이장과 마을 청년 집단이 어촌계, 해녀 집단을 제치고 주도권을 쥐어 가장 많은 보상을 할당받았기 때문이다. 셋째로 이 모든 것을 종합적으로 보았을 때, 이론적으로는 주민 수용성이 이루어졌다고 볼 수 있으나 생태적 관점을 포함한 에너지 민주주의의 관점에서는 상당히 부족한 사례라는 시사점을 도출할 수 있다.

제주도 내 다른 해상풍력 사업들 뿐 아니라 지역 사회, 더 나아가 신정부에서도 재생에너지 개발의 수적 신화와 단순 보상식 문제 해결 관행을 탈피할 필요가 있다. 또한 민간 사업자와 재생에너지사업을 진행하는 공공, 그리고 주민들은 바다가 인간만이 누리는 자원이 아니라는 관점을 가져야 할 필요가 있다. 주민수용성이 중요한 의제인 만큼 생태계의 보전, 비인간도 함께 살아가는 환경에 대한 논의도 중요하다. 앞으로는 전력 과잉 등을 야기하는 공공과 민간의 경제성, 사업성에 치중한 재생에너지 사업 난개발을 경계하고 우리가 지키고자 하는 환경이 무엇인지 보다 깊게 들여다볼 필요가 있어 보인다.

참고문헌

- 박은복. 2005, 생태지향적 관점에 근거한 유아 환경교육의 전망. 아동교육, 14(1), 83-96
- 산업통상자원부 & 한국에너지공단 신재생에너지센터, 『주민 참여형 재생에너지 우수사례집』, 한국에너지공단, 2022, 46
- 심준섭, 김지수, 2010, 갈등 당사자의 프레임과 프레이밍 변화과정 분석: 청주시
- 화장장 유치 사례, 행정논총 (Korean Journal of Public Administration), 48
- 윤순진, 2003, 지속가능한 에너지체제로의 전환을 위한 에너지정책 개선방향: 재생가능에너지관련 법·제도에 대한 비판적 검토를 바탕으로, 한국사회와 행정연구, 14(1), 269-299
- 진상현. 2020, 에너지 민주주의의 개념 및 한국적 함의: 관료정치와의 비교를 중심으로,
- 공간과 사회, 71, 283-321
- 홍덕화, 2019, 에너지 민주주의의 쟁점과 에너지 커먼즈의 가능성, 환경사회학연구
- ECO, 23(1), 75-105
- Burke, M. J., & Stephens, J. C., 2017, Energy democracy: Goals and policy instruments for sociotechnical transitions, Energy research & social science, 33, 35-48, <https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.09.024>
- Corbin, J., & Strauss, A., 2014, 『Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory』, Sage publications, 220
- Goffman, E., 1974, 『Frame analysis: An essay on the organization of experience』, Boston, M.A.: Northwestern, Univ. Press.
- Kacper Szulecki, 2018, Conceptualizing energy democracy, Environmental Politics, 27:1, 21-41, <https://doi.org/10.1080/09644016.2017.1387294>
- Lewicki, R., Gray, B., & Elliot, M., 2003, 『Making sense of intractable environmental conflicts: Concepts and cases』, Washington, D.C.:Island Press.
- Ryghaug, M., Skjølsvold, T. M., & Heidenreich, S., 2018, Creating energy citizenship through material participation. Social studies of science, 48(2), 283-303, <https://doi.org/10.1177/0306312718770286>
- Walker, B. J. A., Bouke, W. & Etienne, B., 2014, "Community Benefits, Framing and the Social Acceptance of Offshore Wind Farms: An experimental study in England," Energy Research & Social Science, 3(2014), 46-54, <https://doi.org/10.1016/j.erss.2014.07.003>

인터넷 자료

- “제주특별자치도청”, www.jeju.go.kr, 2022년 6월 21일
- “카본프리 아일랜드 제주”, <https://www.jeju.go.kr/cfi/index.htm>, 2022년 6월 21일

생태학살(Ecocide)을 넘어서

녹색분칠(Green Washing)에서 녹색전환(Green Transformation)으로
한국의 마지막 석탄발전소 베트남 봉양-2를 둘러싼 기후행동을 연구활동하기

장윤석 청년기후긴급행동 활동가, 녹색전환연구소 연구원

1. 서론

1) 연구배경: 한국의 마지막 석탄발전소 봉양

기후위기를 한국 사회가 자각한 2020년, 한국 정부는 국가 정책으로 그린뉴딜(2020.7.14.)을, 국가 목표로 탄소중립(2022.10.28.)을 내걸었다. 그러나 이와 동시에 인도네시아(2020.6.30.)와 베트남(2020.10.5.)에 해외석탄발전수출을 주도하고 승인하였다. 베트남 봉양-2 석탄발전소 건설을 위한 특수목적법인(SPC) 바코(VAPCO)에는 한국전력, 수출입은행, 하나은행(중도하차), 두산중공업, 삼성물산 등 팀코리아로 칭해지는 한국의 공기업, 공적금융기관, 은행, 기업이 참여하였다. 기후활동가들은 이를 저지하고자 모여 기후정의 비폭력 직접행동 단체인 청년기후긴급행동을 설립해 해당 '사업'을 생태학살(Ecocide) '범죄'로, 참여 기업을 '탄소오적'이라 칭하며 기후행동(Climate Action)을 이어왔다.

2) 연구필요성: 생태학살의 관점으로

기후위기의 심화에 따라 이를 둘러싼 언어가 진화하고 있다. 기후변화(Climate Change)를 기후위기(Climate Crisis)로 정명(正明)하자는 제안이 사회적으로 폭넓게 수용되고, 한 걸음 나아가 기후정의(Climate Justice)를 주장하는 목소리가 높아지고 있다. 생태학살은 이러한 맥락에서 조명받고 있는 개념으로 환경법 변호사 폴리 히긴즈(Polly Higgins)와 그가 있는 스톱에코사이드재단(Stop Ecocide International Foundation)에서 본격적으로 제시하였다. 2021년 해당 단체 내 생태 학살의 법적 정의를 위한 독립적 전문가 패널(Independent Expert Panel for the Legal Definition of Ecocide)은 국제형사재판소(ICC)에 생태학살을 로마 규정에 따른 다섯 번째 범죄로 등재시키기 위한 법안 초안을 발표했고 이를 기점으로 세계적으로 녹색범죄를 예방하고 처벌하기 위한 관련 논의가 활성화되었다. 이러한 맥락에 바탕을 두어 한국 정부와 기업의 행위를 생태학살의 관점으로 연구할 필요성이 생긴다.

한국의 '마지막 석탄발전소'인 봉양 사건은 “밖으로는 회색, 안으로는 녹색(그마저도 녹색분칠)”을 지

향하는 관행적이고 경로 의존적인 BAU(Business As Usual) 정책기조의 모순을 드러내고 이는, 기후정의 원칙에 정면으로 위배된다. 청년기후긴급행동은 2021년 2월 18일 두산중공업이 위치한 분당 두산타워의 “DOOSAN” 로고를 녹색 수성 스프레이로 칠하고, 로고 위에 올라가 석탄 수출 중단을 주장하는 현수막을 펼치는 직접행동을 수행했다. 2021년 7월 2일, 수원지방법원 성남지원은 해당 행동에 재물손괴와 집회시위법 위반으로 500만 원의 벌금형 약식명령을 선고했고(2021고정593), 2021년 8월 9일, 두산중공업은 청년기후긴급행동 활동가 2명(이은호, 강은빈)에게 1,840만 원의 손해배상 민사소송을 제기했다(2021가소619634). 양 차례의 소송을 통해 법원과 고발(법)인은 기후활동가들에게 석탄발전소 건설 중단 시위 행위의 형법적·민법적 책임을 묻고 있으나, 사건의 계기이자 본질인 석탄발전소 수출을 추진한 해당 기업과 이를 방조·지원한 정부의 책임은 형법적·민법적 어느 측면으로도 묻어지지 않고 있다. 지구법학(Earth Jurisprudence), 생태법(Ecology of Law)과 같이 환경과 법을 둘러싼 논의가 지각변동을 일으키는 현재, 본 재판의 경위 과정을 현행법이 아닌 생태학살을 막고 대응하는 법적 관점으로 살펴볼 연구 필요성이 생긴다.

3) 연구목적: 비극을 저지하고 전환을 만들어가기

본 연구는 비극을 저지하고 전환을 만들어가는 과정 자체를 연구의 목적으로 한다. 마지막 석탄발전소 봉양과 이에 대응하는 기후행동 사례를 조명하여 기후위기 시대에 석탄발전소라는 생태학살을 저지하고 녹색전환을 만들어가는 과정과 그 의의를 드러내고자 한다.

2. 본론

1) 연구방법: 액티비스트리서치 방법론

본 연구는 연구자가 연구와 활동의 경계를 넘나들며 혼합된 정체성을 지닌 액티비스트리서치 방법론(Activist Research Mythology)을 주요 방법론으로 한다. 액티비스트리서치 방법론은 연구 대상과 연구 주체(연구자)를 뚜렷이 구분하고, 연구의 기간과 시점을 명확히 설정한 기존의 연구 패러다임에 도전적인 질문을 제기한다. '베트남 봉양 석탄발전소를 막는 기후행동'을 대상으로 삼은 본 연구는 동시대적으로 강한 현장성을 지니는 까닭에 연구 주체와 대상이 구분되기 어려운 면이 있고, 현재진행형이라는 점에서 정태적으로 어느 시점에 한정될 수 없다. 한국에서 처음 해당 방법론을 제안한 아야프(AYARF, Asia Youth Activist Research Fellowship)는 액티비스트 리서치는 활동과 연구의 경계를 넘어서는 것으로 '현장에서 지식을 탐구하는 연구 활동 과정을 통해 생성되는 결과를 어떻게 공유할

것인가의 범주로 생각해볼 수 있다고 제시하였다. 즉, 액티비스트 리서치 과정은 우리가 마주하는 문제의 조건을 바꾸기 위한 전략을 수립하는 동시에, 그 전략의 정당성을 구축해가는 과정이다. 이 액티비스트리서치 방법론은 인류학에서 애용하는 질적연구방법 중 연구자가 연구 현장에 머물며 참여 관찰을 통해 연구하는 문화기술지(Ethnography) 방법론과 닮아 있다. 또한 주민들과 활동가들의 언어를 통해 사회 구조를 살피고 대안 역사를 쓰는 구술사(Oral history) 방법론을 포함하고 있다. 마지막으로 평화학의 갈등 연구방법론과 같이, 갈등을 둘러싼 국면 자체에 초점을 두고 학제 간 접근과 다문화적 방법을 혼용하는 면이 있다. 문제를 해결하고 전환하는 것을 목적으로 하여, 기존의 방법론을 혼합하여 차용하는 것이 본 연구의 방법론이다.

2) 연구과정: 청년기후긴급행동 봉양팀

본 연구의 연구자는 청년기후긴급행동 활동가로 (전)봉양팀장을 맡아 봉양-2 석탄발전소 건설을 저지하는 기후 활동을 해왔다.¹ 본 연구는 봉양 석탄발전소가 추진되는 2020년 10월 5일부터 2022년 9월 28일 오늘까지 연구되었고, 이후에도 봉양 석탄발전소가 멈추는 그날까지 연구될 것이다. 청년기후 긴급행동 봉양팀의 일대기는 표 1과 같다.

〈표 1〉 청년기후긴급행동 봉양팀(현 재판팀) 일대기

일시	내용
2020. 10. 31	봉양팀 출범
2020. 12. 31.	봉양팀 첫 번째 선언문 - 탄소오적 저지 선언문
2021. 01. 09.	탄소오적 적지순례 액션
2021. 01. 28.	탄소오적 건물 스텐실 액션
2021. 01. 27.	베트남 대사관 앞 봉양-2 철회 촉구 거리행동 및 릴레이 발언
2021. 02. 01.	탄소오적 대상 베트남 봉양-2 석탄발전수출사업 철회를 촉구하는 공개질의서 발송
2021. 02. 12.	삼성디지털플라자 홍대점 앞 설날맞이 캠페인

1 청년기후긴급행동은 현재의 탄소 집약적 문명이 지구 생태계와 사회를 위협한다는 문제의식에 기반하여 국가와 기업에 명확한 온실가스 배출 절감과 기후정의를 요구하기 위해 2020년 1월에 출범한 비폭력 직접행동 단체이다. 청년기후긴급행동 봉양팀은 2020년 10월 5일 한국전력 이사회의 베트남 봉양-2 석탄발전소 수출 결정으로부터 시작되었다. 봉양팀의 목적은 한국의 마지막 석탄발전소를 막는 것으로, 이 사건이 한국사회에 갖는 상징성이 짙다고 보았다.

2021. 02. 18.	두산중공업의 녹색분칠 행보를 비판하는 직접행동
2021. 02. 26.	공개질의서 무응답을 규탄하는 한국전력 나주본사 앞 피케팅
2021. 03	봉양팀 두 번째 선언문
2021. 04	베트남 대사관 서한 전달
2021. 05	P4G 참여국 대상 기자회견
2021. 06. 20	WLD(World Localization Days) 웨비나 발표
2021. 07	봉양팀 재판팀으로 전환
2021. 07. 02	수원지방법원 성남지원 재물손괴와 집회시위법 위반으로 500만 원의 벌금형 약식 명령을 선고, 2021.07.15. 청년기후긴급행동 정식재판 청구.
2021. 08. 09	두산중공업 청년기후긴급행동 활동가에게 1,840만원 손해배상 청구
2021. 09. 15	형사재판(2021고정593) 1심 첫 공판
2022. 03. 23	민사재판(2021가소619634) 1심 첫 공판
2022. 09(현재)	형사재판 2심 진행 중
2022. 09(현재)	민사재판 1심 진행 중

3) 연구내용: 생태학살과 녹색전환

(1) 봉양 석탄발전은 생태학살

석탄발전소가 투자·건설·운영되는 과정에서는 온갖 착취와 재난, 비가역적 변화가 빚어진다. 직접적으로 인근 지역주민의 건강 피해는 물론이고, 시간과 거리를 두고 (지금 당장도) 불확실하게 닥쳐오는 기후위기의 주된 원인이 된다. 봉양-2 발전소가 준공될 2025년부터 30년간 운영하며 배출하는 온실가스량은 총 2억 톤에 달하고, 이를 상쇄하려면 한국판 그린뉴딜이 15개나 필요한 실정이다. 그뿐 아니라 화석연료에 기반한 중앙집중형 전력구조가 재편되면 현지 독점 권력이 강화되며, 경제 사다리(Economic corridor) 형성의 중추가 되어 지속불가능한 전 지구적 경제 불평등을 형성한다. 석탄발전소가 미래 세대와 취약한 나라의 사람들과 비인간 생물 중에 미칠 영향의 심각함은 점점 과증되는 중이다.

베트남 중부 하띤성 봉양-2가 지어질 대지는 갖은 환경재난으로 '죽음의 땅'으로 불린다. 먼저 지어진 봉양-1 석탄발전소의 온배수로 인해 산호초 군락이 절멸했고 인근 해양 생태계는 심하게 망가졌다. 더해서 해당 지역은 2016년 포르모사(Formosa) 제철소 유독물질 해양 유출 사건으로 베트남 역사상 최악의 환경피해를 입은 바 있다. 어업으로 생계를 이어가던 인근 지역의 주민들은 생계 수단을 모

두 있었고, 석탄재(Coal ash) 보관 문제로 인한 수권 파괴로 물 부족 문제를 겪고 있다. 한국보다 낮은 배출 기준 탓에 대기오염이 심각하여 기본적인 호흡기 질환, 심장병, 뇌졸중, 폐 질환, 피부 질환 등 온갖 병을 앓으며, 암에 걸린 주민 비중이 높다. 봉양-1이 가동된 이후 2017~2018년 지역 보건소의 심혈관 및 뇌졸중 환자가 105명 발생했고 14명이 사망했다. 그런 가운데 추가로 봉양-2 석탄발전소 건설을 추진하며 지역 주민의 재정착 관련 강제 이주 문제도 발생하고 있다.

이는 인근 주민들의 분명한 인권으로서의 환경권 침해로, 한국의 충남 석탄화력발전소에서도 동일한 환경권 침해 문제가 여러 차례 발생하였다(김민성, 2022). 해당 구분에 따르면 봉양 사례는 화석연료의 사용에서 '지구와 생명공동체의 보호를 고려한 자원을 이용할 권리', 중앙 주도의 석탄발전소 건설이라는 측면에서 '환경보호와 평등을 고려한 지속가능한 개발할 권리', 석탄발전소가 초래한 환경오염의 측면에서 '환경 재난에 대한 법적 구제 및 보상받을 권리', 주민들의 삶 측면에서 '건강한 생태환경에서 발전할 권리', 석탄발전을 저지하기 위한 행동의 측면에서 '환경오염에 대한 의사결정에 대한 의사결정에 참여하고 저항할 권리' 모두 침해되었고, 보장되어야 한다.

나아가 봉양 석탄발전소 건설은 생태학살로 해석할 수 있다. 생태학살은 불법적(unlawful)이거나 악의적(wanton)인 행위이며, 이러한 행위로 인해 환경(environment)에 심각한(severe) 동시에 광범위하거나 장기적인 손상(either widespread or long-term damage)이 발생할 가능성이 크다는 것을 알고 행해지는 행위를 의미한다(SEI, 2021). 해당 정의의 요건에 봉양 석탄발전소는 모두 해당한다. 베트남 형법 제278조는 “자연환경의 파괴는 전시든 평시든 인도에 반한 죄에 해당한다”고 규정하고 있고, 해당 법조문을 적용해볼 수 있다. 석탄발전소가 가동되면 대기오염, 석탄재, 온배수 등으로 인해 반경 수십Km에 이르는 지역의 광범위한 대기권·수권이 심각한 손상을 입는다. 마지막으로 봉양1 석탄발전소가 이미 드러났듯이 확인된 피해와 파괴가 분명하고, 새로 지어지는 석탄발전소가 이를 반복할 가능성이 크다는 것이 확인됨에도 진행된다는 점에서 고의적이고 악의적인 생태학살 사례라고 볼 수 있다. 한편, GAAM(Globa Anti Aeropolis Movement)에서는 신공항과 관련한 개발사업이 건설 과정에서 환경을 파괴하고, 도시를 에어로트폴리스로 공황에 종속시켜 지역 사회를 해체한다는 논리로 신공항 건설이 생태학살이라고 주장하고 있다. 같은 논리로 신규석탄발전소 건설도 지역 사회의 해체와 종속이라는 구조적 측면에서 생태학살로 살펴볼 수 있다.

(2) 봉양을 둘러싼 녹색분칠

봉양 사건을 둘러싼 한국의 정부와 기업의 행위는 안으로는 녹색을 표방하면서 밖으로는 회색 투자와 사업을 일삼는 녹색분칠(Green Washing)이었다. 이 과정을 살펴보기 위해 봉양이 모두가 반대 한 '사업'이었다는 점을 살펴볼 필요가 있다. 석탄 사업은 경제성과 정당성 모두를 잃어버린 지 오래다. 봉양의 특수목적법인의 주주인 중화전력공사(CLP)를 비롯하여 설비 납품사인 제너럴일렉트릭(GE), 대출기관인 영국의 스탠다드차타드(SCB) 은행, 싱가포르의 DBS와 OCBC 등 세계 각지의 눈치 빠른 여러 기업들이 탈탄소 선언과 함께 진작에 이 사업을 버리고 떠났다. 엘 고어 전 미 부통령, 크리스티나 피게레스 전 UNFCCC(유엔기후변화협약) 사무총장 등 해외 연사들은 공개 반대를 표했고, 세계 최대 자산운용사 블랙록을 비롯 글로벌 투자사 18곳이 사업 철회와 석탄발전 투자 중단 선언을 요구하는 서한을 보냈으며, 기후변화에 관한 아시아 투자자 그룹(AIGCC), 핀란드 노르디아, 프랑스 아문디 등 21개 기관투자자 연합(IIGCC)도 사업 참여 기업들에게 철수를 요구하는 서한을 보냈다. 국회에서도 여러 의원들이 '해외석탄투자금지법'을 입법에 올렸으며 국정감사에서 한전, 수출입은행, 삼성에 이 참여 결정을 철회할 것을 요구했다. 그린피스, 기후솔루션, 환경운동연합, 기후위기비상행동 등 시민사회와 환경단체들도 강하게 반대를 표했다. 이에 반응하여 봉양 건설에 참여한 한전과 삼성은 문재인 정부의 탄소중립 선언 이후 곧바로 “탈석탄 선언”을 했지만 봉양-2까지만 하겠다는 유명무실한 선언으로 남았다.

이 일대기를 살펴보면 이윤은 강자에게, 피해는 약자에게 떠넘기는 녹색자본주의의 일관된 특징이 보이고 이는 한국이 기후악당으로 불린 맥락과 닿는다. 한국의 석탄발전소 추진 정책은 석탄발전사업을 추진하는 기업들의 이해관계와 얽혀 있다. 한국전력과 두산중공업은 독일의 환경단체인 우르게발트(URGEWALD)가 발표한 세계 석탄 퇴출 리스트(Global Coal Exit List 2020)에 이름을 올린 국내의 대표적인 석탄기업이기도 하다(녹색연합, 2021). 기후위기를 유발하는 기업들과 이를 방조하고 지원한 정부의 책임을 묻고, 탈석탄을 앞당기기 위한 전환에 집중할 필요가 있다.

(3) 기후행동과 녹색전환

청년기후긴급행동의 봉양-2 석탄발전소 저지를 위한 여러 직접행동들은 한국 사회의 기후행동이 시작되는 과정과 궤를 같이했다. 2021년 2월 18일 진행된 두산중공업 직접행동과 이어지는 기후재판 들은 큰 반향을 불러일으켰다. 특히 청년기후긴급행동의 형사 사건은 900여 명의 개인, 50여 개의 단 체가 탄원서에 연명하였고, 두산중공업 앞에서 주최한 집회에는 100여 명의 시민이 참여하였다.²

약 2년간의 기후행동의 과정은 현재진행형으로 이러한 움직임은 기후위기를 막기 위한 기후 계급 혹은 녹색 계급(브뤼노 라투르 외, 2022)의 출현으로 볼 수 있다. 이는 나오미 클라인(Naomi Klein)이 주목하고 환경정의지도(Environmental Justice Atlas)에서 보인 블록디아(Blockdia)라는 기후저항 지대로도 설명된다. 국가와 기업의 생태학살 행위를 방조하지 않고, 운동하여 새로운 생태사회로의 녹색전환을 발신하는 이 과정은 기후위기 시대에 대항하는 흐름을 형성하고 있다.

3. 결론

1) 연구요약

한국이 갖는 마지막 석탄발전소 봉양의 문제를 생태학살로, 이를 둘러싼 과정을 녹색전환으로 살펴 보았다. 액티비스트리서치 방법론을 통해 연구자가 기후행동에 참여하는 과정을 보이면서 의미를 찾아 내려 하였다. 본 연구는 한국의 오점 마지막 석탄발전소 봉양이 건설을 멈추는 때까지 진행중일 것이다.

2) 연구효과와 한계

액티비스트리서치 방법론을 갖고 연구가 현장을 가지고 실천성을 강하게 띠는 순간, 연구가 종결되 지 않는다는 한계에 봉착한다. 현장이 남아있는데 연구가 끝날 수가 없는 것이다. 또한 연구의 내용에 있어 아직 지어지지 않은 봉양-2 석탄발전소를 생태학살 사건으로 명명하는 데에는 한계가 있다. 그러 나 먼저 지어진 봉양-1 석탄발전소나, 다른 지역의 수많은 석탄발전소 주변의 환경피해에 관한 역사적 사례들은 봉양-2가 초래할 장면을 예고한다. 이를 롱 닉슨의 개념과 같이 느린 폭력으로서의 생태학 살이라 이를 수도 있을 듯하다.

2 정의당 장혜영 국회의원은 2021년 9월 14일 의원총회 모두발언으로 “기업의 모순적이고 반환경적인 행보를 비판하고, 기후 위기를 막기 위해 정치를 움직이는 시민들에게, 우리 사회가 고작 돌려주는 것이 소송과 벌금이라는 것이 믿기지 않습니다. 더 늦지 않게 손해배상 소송을 취소하길 촉구합니다.”라고 말하였다. 녹색당도 2021년 9월 15일 논평에서 “국가권력의 부작위를 꼬집고 사회에 기후정의를 공론화하기 위한 기후활동가들의 기후재판에 뜨거운 지지와 연대를 보낸다. 생태학살 의 주변 두산중공업은 석탄화력발전소 건설과 기후활동가 압박을 중단하라”며 재판부의 정의로운 판결을 촉구하였다.

3) 연구제안

봉양을 비롯한 생태학살의 현상이 세계 곳곳에 만연하다. 국제형사재판소(ICC)를 비롯 다양한 경로를 통해 생태학살을 막기 위한 연구가 후속과제로 남는다. 또한 기후재판이 이어지는 현황에, 기후활동가들의 직접행동의 비폭력 저항과 이의 법적 근거에 대한 연구가 필요하다 할 수 있겠다. 마지막으로 한국의 정부와 기업들의 경제 행위에 관한 녹색범죄학 관점의 연구와, 한국과 베트남을 포함한 동아시아의 녹색전환에 관한 연구가 남는다. 이러한 비극과 전환에 관한 연구는 생태학살과 녹색전환의 관계를 이어 기후위기 시대에 다른 길을 낼 것이다.

참고문헌

- 장윤석, 2020, 『녹색 분절에서 녹색 전환으로: 한국 기업의 아시아 생태학살』, 아야프(AYARF) 발표
- 장윤석, 2021, 『마지막 석탄발전소 봉양-2』, 생태전환매거진 바람과물
- AYARF(Asia Youth Activist Research Fellowship), 2020, 플레이북, 다크매터랩스(Dark Matter Labs)& 씨닷(C.)
- 녹색연합, 2021, 『국내 석탄기업에 기후위기의 책임을 묻다』
- 기후사회연구소, 2022, 『환경범죄와의 전쟁 : 에코사이드』
- 청년기후긴급행동, 2021.9, 봉양팀 백서(비공개)
- Independent Expert Panel for the Legal Definition of Ecocide, 2021, LEGAL DEFINITION OF ECOCIDE
- 조효제, 2022, 『침묵의 범죄 에코사이드』, 창비
- 마저리 캘리 외, 2019, 『최후의전환』, 경희대학교 출판문화원
- 김민성, 『환경문제의 인권적 전환 : 충남 서북부 환경취약지역 주민을 중심으로』, 성공회대학교 박사논문
- GAAM(Globa Anti Aeropolis Movement), 2017, Airport-linked special economic zones, aerropolis projects and the race to the bottom

포스터세션 4 환경 기타

- 미세먼지 농도에 미치는 영향
김해동
- 포스트 코로나 시대 도시공간의 특성에 따른 도시숲 조성방안
윤종한
- 아마존의 역설, 자본주의 모순 그리고 기후변화
'트랜스-아마존'을 모색하며
이태혁
- 환경교육과 환경커뮤니케이션 관점을 적용한
온라인 환경교육의 인식 및 전략 연구
이혜선, 조재희
- 탄소흡수원으로써 갯벌의 기능 분석
국내외 연구를 중심으로
조윤주
- 커먼즈 정치 관점에서 본 한국사회 길과 보행의 변화
1920년대부터 1990년대까지를 중심으로
황명주, 윤순진

미세먼지 농도에 미치는 영향

김해동 연세대학교 경제학 박사과정, 숲과나눔 특정주제연구원

1. 서론

국내 미세먼지 문제는 대부분 도심지역을 중심으로 나타나는 것으로 여겨졌지만, 최근에는 도심 외 농촌지역 및 산악지역 등 전국적으로 문제가 되고 있다. 발생 원인과 관련하여 중국발 미세먼지가 주요 발생원으로 언론에서 주목되고 있지만, 발생원인을 모두 중국에 전가할 수는 없다. 우리나라는 2018년부터 고농도 초미세먼지 관련하여 이슈가 크게 증가하고 있다.

하지만 우리나라의 고농도 미세먼지가 중국에 요인에 의해서 결정된다고 단순히 해석하는 것은 어렵다. 우선, 국내의 경우 소비량 및 화력발전 과정에서 초미세먼지가 상당히 발생하기 때문이다. 그리고 중국의 초미세먼지 농도는 2018년에 이미 감소추세에 있다. 중국 환경보호부는 주요 도시별 일 평균 미세먼지 농도를 제공하고 있는데, 중국 주요 도시의 초미세먼지 및 미세먼지 농도는 지속적으로 감소추세에 있음을 확인할 수 있다.

따라서, 본 연구자는 우리나라의 미세먼지 농도와 관련하여 중국이 아니라 국내의 요인을 중점적으로 분석을 진행하고자 한다.

2. 본론

본 연구에서는 한국의 미세먼지와 관련하여 국내 시군구별 요인의 영향력을 살펴보고자 한다. 국내 미세먼지 요인으로는 화력발전, 자동차, 가정 등 다양한 요소가 존재하며, 바람의 방향, 강수량 등의 기상 요인에 영향을 받는다(이성희 외, 2012; 박순애 & 신현재, 2017).

구체적으로 본 연구의 목적은 국내 시군구별 단위에서 미세먼지의 지역별 소득과의 상관관계 살펴보고, 어떤 관계인지를 분석하고자 하는 것이다.

본 연구에서는 연구목적인 미세먼지의 국내 요인분석을 진행하기 위하여 다음과 같은 연구가설을 가지고 연구를 진행한다.

소득이 높은 지역일수록, 평균 미세먼지 농도가 낮을 것이다(미세먼지 불평등)

이를 위해 시군구 단위의 지역별 데이터 자료를 구축하였다. 우선, 미세먼지 및 초미세먼지 자료를 관측소 위치가 아니라 전국의 모든 읍면동 단위로 재구성하였다. 그러나, 읍면동 단위의 소득자료 산출이 어려워 전국 시군구 단위로 재분류 진행하였다.

본 연구에서는 국내 시군구별 단위의 대기오염 및 기상자료를 크리깅기법으로 도출하는 것이 특징이다. 또한, 대다수의 기존 선행연구는 지역별 소득수준을 GRDP로 계산하였지만, 본 연구에서는 건강보험공단 측에서 제공받은 시군구별 가구당 평균 건강보험료 자료를 활용하여 지역별 소득수준 자료로 사용한 것이 차별점이다.

본 연구에서 활용한 분석자료는 아래와 같다.

미세먼지 및 기상변수의 GPS를 222개 시군구 단위로 매칭시켜 분석을 진행하였다. 기상청 자료 역시 대기오염자료와 마찬가지로 본래 읍면동 단위로 크리깅을 통하여 자료구축을 완료하였다. 그러나, 모든 변수의 단위가 동일해야하기 때문에 최종적으로 전국 시군구 단위로 기상자료도 구축을 완료하였다.

다음으로 본 연구에서 가장 주요하게 이용할 시군구별 소득자료의 경우 GRDP가 아닌 지역별 의료이용통계에서 제공하는 가구 연평균 건강보험료 자료이다.

본래, 연구 초기에 소득자료로 GRDP 및 재정자립도를 이용하고자 하였다. 그러나 막상 데이터를 구축하는 과정에서 검토해 본 결과, 상식과 다르게 (경기도 내) 화성과 같은 지역은 삼성전자로 인하여 GRDP가 매우 높게 나타났다. 경기도에서 일반적으로 소득 수준이 가장 높은 지역은 과천시나 분당구이기 때문이다. 이에 대한 원인을 찾아보니, 이는 GRDP의 생산자 측면에서 기인한 것이다. 실제로 2019년 1인당 GRDP의 경우 이천시(하이닉스), 화성(삼성전자)이 상위 1, 2로 나타나 공장지역이 경기도 내 최상위권을 가져가는 것으로 나타났다.

또한, GRDP의 경우 시 단위로만 제공되어, 분당구 등의 세부적인 구분이 어렵기 때문에, 대기오염 자료와의 결합이 어렵다.

따라서 본 연구에서는 건강보험공단에서 조사하는 지역별 의료이용통계에서 제공하는 시군구별 평균 건강보험료 자료를 이용하여 분석을 진행한다. 현재, 지역별 의료이용통계자료에 대한 접근이 2013년부터 2020년까지 가능하여 전체 분석기간 역시 2013~2020년으로 진행하고 있다.

3. 결론

본 연구에서는 고정효과 모형을 반영한 패널회귀방법론을 이용하여 분석을 진행하였다. 국내 시군구별 미세먼지에 대한 회귀분석 결과는 아래와 같다.^{1, 2}

〈표 1〉 패널회귀분석 결과

변수	계수값	t-value
소득	191.38***	6.4
소득	-16.83***	-6.4
소득	0.49***	6.4
강수량	-0.46***	-15.12
자동차등록대수	0.02	1.16
녹지비율	0.002***	2.71
SO2	0.12***	7.41
NO ₂	0.30***	14.96
N	1,754(222개 시군구)	

본 연구에서는 앞서 살펴봤듯, 소득과 미세먼지의 영향을 핵심적으로 살펴보기 위하여 소득변수의 제곱항 등을 설명변수로 넣어 관계를 분석하였다. 이는 대중적으로 널리 알려진 환경쿠즈네츠 곡선(EKC, Environmental Kuznets Curve)과 동일한 결과가 나타났다. 이는 경제발전 초기에는 오염물질 배출량이 증가하지만 일정 소득수준을 넘으면 오염이 다시 감소한다는 가설에 관한 내용이다. 본 논문에서는 기본적인 U자형 환경쿠즈네츠 곡선이 아닌 N자형 쿠즈네츠 곡선이 나타나는 것을 확인하였다. 즉, 소득이 증가함에 따라 오염물질이 증가하지만, 일정 수준 이후에는 오염물질이 감소하고, 이후 다시 오염물질이 증가하는 모습이 나타난 것이다.

본 연구에서는 추가적으로 미세먼지 뿐 아니라 이외의 대기오염 변수 역시 종속변수로 하여 주요 설명변수들과의 상관관계 또한 추가적으로 살펴보고자 한다.

1 정규화를 위하여 비율이 아닌 모든 변수는 로그화하여 분석을 진행하였다.

2 R-Squared : 0.7

참고문헌

- 김종희, 최대런, 구윤서, 이재범, & 박현주. 2016. 2014년 2월 서울의 고농도 미세먼지 기간 중에 CMAQ-DDM을 이용한 국내외 기여도 분석. 한국대기환경학회지, 32(1), 82-99.
- 김철현. 2014. 에너지경제연구원. 혼합주기 자료를 이용한 전력수요 예측모형 구축. 기본 연구보고서 14-06.
- 박순애, 신현재. 2017. 한국의 초미세먼지(PM 2.5)의 영향요인 분석: 풍향을 고려한 계절성 원인을 중심으로. 환경정책, 25(1), 227-248.
- 오종민, 신현수, 신예슬, 정형철. 2017. 시계열 분석을 활용한 서울시 미세먼지 예측. Journal of The Korean Data Analysis Society, 19(5), 2457-2468.
- 이성희, 강병욱, 연익준, 최준락, 박현필, 박상찬, 조병렬. 2012. 충청시 미세먼지(PM 2.5) 농도특성에 대한 사례 연구. 한국대기환경학회지, 28(5), 595-605.
- 홍한음. 2018. 서울 미세먼지(PM10) 농도의 시공간 통계분석 활용방안 연구. 기초연구보고서, 1-57.

포스트 코로나 시대 도시공간의 특성에 따른 도시숲 조성방안¹

윤종한 생태평화연구소 소장

1. 서론

21세기 들어 기후변화를 비롯한 다양한 원인에 따른 코로나19 등의 신종 전염병이 확산하면서 포스트 코로나시대의 삶의 방식은 이전과 같은 방식으로 돌아가기 어려울 것이라는 전문가들의 전망이 나오고 있다. 방역을 위한 사회적 거리두기와 격리 등의 조치가 일상화되면서 코로나 상황이 종료된 후에도 잠재적인 전염병에 대비하기 위해 도시공간의 구조 변화가 있을 것으로 예상된다.

전염병의 확산과 사회적 거리두기 등의 방역조치는 도시민들의 삶에 있어서 전염병의 확산으로부터 비교적 안전한 야외장소의 수요를 증가시키고 있다. 특히 건강과 환경오염물질 감소 측면에서 효과가 있는 도시숲에 대한 수요를 증가시키고 있다.

한국의 도시민 1인당 생활권 도시숲 면적은 11.51m²로 2017년보다 14% 이상 증가하는 등 증가추세에 있으나, 이는 1인당 총 도시숲 면적인 256.62m²의 4.5% 수준으로 도시지역의 전체 도시숲 조성 면적과 비교해 볼 때 도시민들이 실제로 생활공간에서 휴식과 활동을 하기에는 미미한 수준이다(산림청, 2020, 11). 외국과 비교해 봐도 한국인 1인당 생활권 도시숲 면적은 파리(13m²), 뉴욕(23m²), 런던(27m²) 등 세계 주요 도시들에게 미치지 못하는 수준이다(김영환, 2018).

따라서 도시숲을 지속적으로 확충해 나갈 필요가 있으며, 특히 포스트 코로나 시대 도시공간 변화의 수요와 특성에 부응하는 방향으로의 도시숲 확충방안이 마련될 필요가 있다. 이에 본 연구는 다음과 같은 연구질문을 제기한다. 포스트 코로나 시대에 변화하는 도시공간의 특성에 맞추어 도시숲을 조성하기 위해서는 어떠한 방안이 있는가?

¹ 본 논문은 2021년 12월 한국정책학회 동계학술대회에서 발표되었으며, 대명문화사에서 2022년 6월 단행본 『산림정책의 쟁점과 과제』의 제4장으로 출판되었음.

2. 본론

1) 연구방법

(1) 연구질문에 답하기 위해 본 연구는 문헌과 도시숲 정책 관계자들에 대한 인터뷰를 통해 자료를 수집 및 분석한 후 문헌과 정책관계자들의 의견과 아이디어를 포스트 코로나 시대 도시공간의 특성에 부합하도록 종합해 포스트 코로나 시대 도시숲 확충방안을 제시한다.

- ① 문헌으로는 도시숲과 관련된 문헌 뿐 아니라 포스트코로나 시대의 특성, 미래 도시공간의 변화, 그리고 포스트 코로나 시대의 변화에 적합한 도시숲의 조성방안에 대한 문헌을 종합적으로 분석하도록 한다.
- ② 더불어 도시숲 정책을 수립하고 집행하는 도시숲 정책의 주무부처인 산림청과 지방자치단체인 성남시에서 도시숲을 담당하는 공무원 2명과 인터뷰를 실시해 도시숲 조성정책의 현황을 파악하고 현실 적합성 있는 도시숲 조성방안을 제안하도록 한다.
- ③ 본 연구는 다음과 같은 순으로 구성된다. 첫째, 도시숲에 대한 개념과 기능 등 이론적 배경을 설명하고 한국의 도시숲 조성 현황을 분석한다. 둘째, 도시숲에 대한 선행연구를 검토해 도시숲 정책관련 연구의 추세를 분석한다. 셋째, 포스트 코로나 시대의 도시공간의 특성을 설명한다. 넷째, 도시숲의 유형을 분류하고 포스트 코로나 시대 도시공간 특성에 부합하는 도시숲의 유형과 조성방안을 제안한다.

2) 연구내용

포스트 코로나 시대 도시공간의 특성별 도시숲 조성방안과 유형은 다음과 같다.

첫째, 재택근무가 확대되면서 증가하는 집 주변 녹지 수요에 대응한 도시건축물 형태 변화와 관련된 도시숲 조성방안으로는 재개발과 재건축을 통한 숲 조성 공간 확보, 아파트의 개인발코니를 통한 사적인 정원 확보와 아파트 내 정원의 개방화 등의 방안이 제시될 수 있다(유현준, 2021).

재개발과 재건축을 통한 도시숲 조성공간 확보는 개발업자들이 재개발과 재건축을 통한 수입을 확보할 수 있도록 재개발과 재건축에 대한 규제를 완화하되 대신 1층에는 시민들이 자유롭게 사용할 수 있는 작은 공원이나 도시숲을 조성할 수 있도록 하자는 아이디어이다.

둘째, 비대면 활동의 증가로 교통량이 감소함에 따른 변화와 관련해서는 사람들의 이동은 증가하나 비대면 소비로 물류교통량은 오히려 증가할 수 있다는 것을 고려해야 한다. 따라서 물류교통량 증가에 대한 적절한 대책이 시행되면서 감소하는 교통량에 다른 도시숲 조성방안이 논의되어야 할 것이다. 이

와 관련해 유현준(2021)은 물류수송을 지하터널을 통해 지하화할 것을 제안한다. 지하터널은 자율주행로봇 전용 지하물류터널로 개발함으로써 지상의 도로에는 교통량이 감소하게 되고 이에 따라 차선을 줄이면 녹지를 위한 여유공간을 조성할 수 있다는 것이다.

셋째, 비대면소비와 업무가 활성화 됨에 따라 대형상업시설 등이 가상공간으로 이동하고 기존의 도시내 건물이 공동화되어 새로 조성된 오프라인 공간을 도시숲이나 공원 등의 녹지공간으로 대체할 수 있을 것이다.

넷째, 도시 내 공간규모가 사회적 거리를 유지하면서도 필요한 시설을 갖춘 콤팩트형으로의 변화함에 따라 유희지역이 되는 공간을 도시숲이나 생태공원, 하천공원 등으로 지정할 수 있을 것이다(조경진·서영애, 2021).

다섯째, 도시공간이 분산형으로의 변화함에 따라 분산형 네트워크 도시의 개별 단위인 마을에는 자족적이고 에너지 자립적인 구조가 요구될 수 있다(조경진·서영애, 2021: 55). 그러므로 지역사회에서 민관파트너십을 통해 숲 조성과 관리에 기여할 수 있도록 마을 수준에서의 숲 조성 사업에 대한 교육과 참여프로그램을 운영할 수 있는 중간지원조직을 지원 및 육성해야 할 것이다(김민지, 2020).

여섯째, 비대면 활동과 관련된 새로운 일자리와 산업시설이 도시 내 집중될 가능성에 대해서는 일정 규모 이상의 신규 건축물에 대해 건축비용의 일정 비율에 해당하는 녹지 또는 수목을 확보하는 것을 의무화하는 방안을 고려할 수 있을 것이다.

3. 결론

본 연구는 포스트 코로나 시대 도시공간의 특성에 따라 도시숲이 어떻게 조성되어야 할지에 대한 방안을 탐색하였다. 문헌을 통해 포스트 코로나 시대 도시공간의 특성과 도시숲의 유형을 파악해 종합적으로 정리하고, 포스트 코로나 시대 도시공간의 특성에 적합한 도시숲 조성방안을 도시공간 및 도시숲 전문가들의 의견, 정책실무자들과의 인터뷰, 그리고 도시숲 조성에 대한 아이디어를 통해 제시하였다.

본 연구는 도시숲 조성방안과 관련해 정책학이나 행정학 분야의 문헌뿐 아니라, 포스트 코로나 시대라는 사회적 현상과 도시공간구조에 대한 문헌을 학제적으로 검토하고 종합하여 포스트 코로나 시대에 적합한 다양한 도시숲 조성 아이디어를 통합적으로 제안하였다는 점에서 의미가 있다고 할 수 있다.

한편 도시숲 조성에 대한 비교적 큰 그림을 파악하는 것 위주로 연구를 진행하여 도시숲 조성방안의 구체적인 내용까지는 다루지 못한 점은 본 연구의 한계라 할 수 있다. 또한 문헌에 대한 분석과 중

합 위주의 연구이어서 새로운 사례의 발굴에도 계량적인 측면에서의 분석에도 미흡했다고 할 수 있을 것이다.

향후 도시숲 조성에 대한 연구는 본 연구에서 다룬 다양한 유형의 도시숲과 제안된 정책대안 각각에 대해 보다 구체적인 수준에서의 분석 및 평가를 할 수 있을 것이다.

참고문헌

- 강은지·홍정식·이슬비·김용근. 2014. 서울시 생활권 도시숲의 유형과 규모에 따른 이용행태 비교 연구: 봉계산·아차산을 중심으로 한국환경생태학회지 28(1): 90-98.
- 권현정. 2020. 도시재생 활성화를 위한 도시 숲 유형분류. 동국대학교 석사논문.
- 국립산림과학원. 2019. 2019 신규사업[미세먼지 저감] 도시숲 조성사업 지침.
- 김민지. 도시숲 조성·관리 연구. 산림청. 2020.
- 김영환. 2018. 신기후체제 대응을 위한 도시 숲 확대 조성, 이슈와 전망. 숲과 문화 27(4): 21-23.
- 김정화·김용국. 2019. 영국의 포용적 도시재생을 위한 공원녹지 정책 사례 연구. 한국조경학회지 47(5):78-90.
- 김태희·유신이·함수한·최수민·박찬열·조재형. 2019. 고농도 미세먼지 발생시 도시숲의 미세먼지 저감효과분석. 한국기상학회 학술대회 논문집.
- 김평래·김태희·오정화·박찬열. 2019. 도시숲에서 PM10과 PM2.5의 저감효과에 관한 연구. 한국대기환경학회 학술대회논문집 2019(11):175-175.
- 김희란. 2019. 도시숲과 학교숲 체험 활동이 고등학생의 숲에 대한 태도, 심리적 안녕감, 스트레스에 미치는 영향. 한국환경생태학회 33(3):341-353.
- 도시숲 등의 조성 및 관리에 관한 법률, 2021.
- 박경자. 2015. 도시숲 체험 프로그램이 고교생들의 환경감수성, 학업스트레스 및 학업성적에 미치는 영향. 한국인간식물환경학회지 18(6): 515-521.
- 박숙현·박봉주. 2018. 도시 숲을 활용한 주말 산림치유 프로그램이 가족응집력과 가족관계 향상에 미치는 영향 및 부모 만족도. 한국산림휴양학회지 22(4): 49-58.
- 변우혁·김기원. 도시숲 이론과 실제. 이채. 2018.
- 배상원. 2004. 후라이브르크 도시숲. 숲과 문화 13(2): 14-19.
- 배상원. 2005. 뒤셀도르프의 도시숲. 숲과 문화 14(4): 10-12.
- 배연·정수종. 2019. 대기모델링을 활용한 도시숲의 미세먼지 저감효과 평가. 한국기상학회 학술대회 논문집 2019(10): 358-358.
- 산림청. 전국 도시림 현황 통계. 2020.
- 여운상. 2011. 도시숲 복원을 통한 쾌적안전 도시 실현. BDI 정책포커스 114: 1-12.
- 온수진. 2050년 공원을 상상하다: 공원이 도시를 구할 수 있을까. 한숲. 2020.
- 유현준. 공간의 미래: 코로나가 가속화시킨 공간 변화. 을유문화사. 2021.
- 이동근·김은영·송원경·박찬·최혜영. 2009. 도시숲 조성 및 관리를 위한 도시숲 유형화 및 적용방안. 한국환경복원기술학회지 12(5): 101-109.
- 이상채·박세영·손학기·한소영·권윤구·김은일. 2020. 주민참여형 도시숲 조성 유형 및 특성 분석 12(1):

1-15.

- 이상채. 2021. 주민참여형 도시숲 유형에 따른 조성계획 연구. 전남대학교 박사논문.
- 이연희. 2009. 도시숲으로서 북한산 국립공원의 탐방객 특성에 관한 연구 13(1): 53-61.
- 이연희·김기원·변우혁. 2009. 광주광역시 도시숲 제석한 이용자의 이용행태 및 의식조사. 한국인간식물환경학회 12(6): 45-56.
- 이연희·김기원·변우혁·윤여창. 2008. 유럽 도시숲의 활용 사례에 관한 연구: 스위스, 오스트리아, 독일 사례를 바탕으로. 한국산림휴양학회 학술발표회 자료집 2008(10):36-41.
- 이주형. 2011. 독일 도시숲의 이용실태와 치유기능에 대한 인식조사. 한국산림휴양학회지 15(3): 81-89.
- 이주형·이숙정. 2014. 대학생의 도시숲 체험과 정서지능, 학습몰입, 진로스트레스의 관계 분석. 한국산림휴양학회지 18(1):35-44.
- 이향숙. 2021. 도시숲에서 산림치유프로그램 개발을 위한 이용객의 특성 및 선호도:진주시 도시숲 이용객을 중심으로. 경상국립대학교 석사논문.
- 이현진. 2019. 도시노인의 정신건강 영향요인과 도시숲의 치유적 활용. 환경논총 64: 204-205.
- 왕금옥·이미미·이은진·이현홍·박봉주. 2021. 도시숲 활용 산림치유 프로그램이 여성노인의 골격근량, 내장지방량 및 우울에 미치는 영향: 안성 비봉산을 사례로. Recreation and Landscape 15(1): 35-42.
- 장영지·이승은·오충현. 2017. 도시숲의 조성 및 관리를 위한 법제도 검토. 환경생태학회 학술대회논문집 27(2): 100-100.
- 조경진·서영애. 코로나19 이후 공원녹지 패러다임의 변화. 도시의 미래: 포스트 코로나 도시가 바뀐다. 대한민국토·도시계획학회, 기문당. 2021.
- 전보배. 2017. 도시숲의 산림복지서비스에 대한 이용자 인식 분석. 전북대학교 석사논문.
- 주성돈. 2019. 영국과 미국의 도시숲 정책과 프로그램 연구. 정부와 정책 12(1): 57-78.
- 황은진·조희지·백우승·김재태·동종인. 2020. 도시숲이 도시지역 초미세먼지(PM2.5) 농도에 미치는 영향 분석. 한국대기환경학회 2020(10): 182-182.

아마존의 역설, 자본주의 모순 그리고 기후변화¹

트랜스 아마존을 모색하며

이태혁 부산외국어대학교 교수

1. 서론

아마존의 역설이 시작되었다. 열대우림으로 인간이 사회활동을 통해 내뿜는 온실가스²(이산화탄소 등)를 포집하여 산소를 방출하는 지구 허파(Lungs of the Earth)의 순기능이 붕괴가 되었으며 오히려 기후위기를 추동하고 있다. 아마존이 이산화탄소의 주요 배출원으로 그 특성의 변화가 감지되었기 때문이다(Yuanwei Qin et al. 2021; Matt McGrath 2021, Liz Kimbrough 2021; Chris Arsenault 2021). 다시 말해 이산화탄소의 주요 배출원이 되고 있다는 것이다(Yuanwei Qin et al. 2021; Matt McGrath 2021, Liz Kimbrough 2021; Chris Arsenault 2021). 부연 설명을 하자면 인간의 무분별한 자본주의 논리의 경제활동이 아마존을 파괴하고 이에 대한 결과로 아마존 기능의 역행을 초래한 것이다.³ 아마존의 역설은 자연이 지배하던 것을 인간이 통제하면서부터 시작되었다.⁴ 인류세(anthropocene)의 극명한 현상인 것이다.⁵ 인간의 무분별한 ‘탄소발자국’으로 아마존의 순기능이 상

- 1 본고는 이태혁, 2021, 아마존의 역설, 자본주의 모순 그리고 기후변화: ‘트랜스-아마존을 모색하며’, 중남미연구학회지, 40(4), 199~248. 내용 일부 활용함.
- 2 지구온난화의 원인이 되는 온실가스(Green House Gas, GHG)는 수증기, 이산화탄소(CO₂), 오존 메탄, CFCs, 질소산화물(NO_x)등 임. CO₂는 화석연료(천연가스, 석유, 석탄)의 연소를 통해 발생함.
- 3 실질적으로 2012년에 발행된 “아마존의 변환”이라는 제목하의 Nature 학술지에 연구물에 따르면 연구 작성시 아마존이 삼림훼손에 따른 기후변화에 아직까지는 ‘상당한 탄력성/복원력(considerable resilience)’을 보임. 하지만, 보고서는 아마존의 남부와 동부지역에서는 아마존의 이산화탄소 흡수보다는 방출이 전조가 감지된다고 분석함(Davidson E.A., et al., 2012:321). 한편, 존슨 홉킨스 대학교 라틴아메리카 연구자 De Bolle(2019) 교수는 브라질 항공연구소(INPE)의 연구결과를 인용하며, 2018년 8월 대비 2019년 8월간의 아마존 삼림파괴가 222% 이상 급증했다며 아마존 한계의 그 임계점이 2021년에 이를 것으로 전망함.
- 4 윌리엄. F. 러터먼 저음(김홍욱 옮김), 「인류는 어떻게 기후에 영향을 미치게 되었는가」, p.255. 참고.
- 5 파울 요제프 크뤼첸(Paul Jozef Crutzen)과 유진 스토머(Eugene F. Stoemer)가 제시한 용어로 현재의 지질연대 홀로세(holocene)를 인간의 활동으로 지구의 지질학적 조성에 변화가 온 만큼 현 시대를 표현함(조효제 2020: 25). 인류세와 관련한 논의는 사이먼 L. 루이스,마크 A. 매슬린 「사피엔스가 장악한 행성 - 인류세가 빚어낸 인간의 역사 그리고 남은 선택, 김아림(옮김)을 참고.

실되며 오히려 이산화탄소 배출의 주범으로 변하고 있다. 따라서 아마존이 기후변화를 촉진하는 역기능이 초래가 된 것이다(Manuela Picqu 2016:1; Marlowe Hood et al. 2021). 아마존의 역설이다.

브라질 보우소나루(Jair Bolsonaro)정부가 집권하며 아마존의 역설은 현실화되었다(Marlowe Hood and Amélie Bottollier-Depois 2021).⁶ 하지만, 본고는 이와 같은 불편한 현실은 비단 보우소나루 정부의 결과물로만 치부하지 않는다. 즉 브라질 현 정부의 신자유주의에 점철된 이념적 정책에 따른 아마존성의 현재적 상실은 개인 또는 국별 단위 경제성이 투영된 정치적 성향을 넘어 전 지구적 맥락에서 이해해야 한다. 아마존의 ‘성격’이 변화하며 가치 ‘탈아마존화(deAmazon)’된 것은 전 지구 정치경제의 구조 속에 배태된 국별 단위의 역동성에서 찾아볼 수 있다는 것이다. 다시 말해, 근대화와 자본주의의 역사성에 점철된 국별 단위의 결과물이 작금의 아마존의 변환 그리고 무엇보다도 전 인류가 당면한 기후변화에 따른 위기를 이해하는 데 단초가 된다.

본고는 인류세의 특성인 ‘인위적’ 기후변화의 기후체제에서 아마존의 의미를 고찰하고자 본다. 자본이 자본주의화된 것이 라틴아메리카의 발견과 결부되어 있으며 더욱이 아마존의 ‘생태학살’로 인한 ‘상품화’가 자본형성 과정의 주요한 초석이 되었다고 주장한다. 그리고 이러한 자본주의 경제/세계경제 체제(world economic system) 프레임에서 아마존의 식민화를 분석하며 이를 통해 전 지구적 맥락에서의 아마존의 현재성과 미래성을 진단한다. 특히 본고는 아마존의 ‘이름’은 어떻게 다시 찾을 수 있을까? 에 대한 고민과 함께 방안을 모색하고자 한다. 아마존의 순기능, 즉 이름을 되찾아 주는 ‘재아마존(reAmazon)’화는 단순히 태초의 모습으로의 역행 또는 기후대응의 양대 축인 ‘감축과 적응’ 논리의 적용이 아닌 ‘트랜스- 아마존(trans-Amazon)’을 지향한다.

2. 본론

1) 연구방법

- (1) 본고는 기존 문헌을 비판적으로 검토하며 질적 연구를 수행했다.⁷
- (2) 따라서, 본고는 아마존이 더 이상 아마존이 아닌 작금의 현실, 즉 아마존성이 파괴된 ‘현장’을 이해하기 위한 비판적 시각을 담고 있는 국제개발(발전)의 주요 접근, 특히 생태주의 담론의 사

6 본고에서 아마존의 전 지구차원의 위치와 의미를 아마존은 아마존의 영토를 소유하고 있는 8개 국가만의 전유물이 아님. 따라서 전 지구적 맥락의 지구재임.

7 추후 아마존 등 글로벌 차원에서의 열대성(tropical) 지역 방문 계기 시 포커스 그룹 및 설문조사를 통한 양적 방법론을 진행함. 이는 mix-method 즉 혼합형태의 연구 방법을 지향하며, 연구결과에 대한 엄밀성(rigorous) 추구의 일환임.

유를 고찰한다. 그리고 본 장에서 비판적 시각에만 머물지 않고 대안적 사유를 탐구한다.

(3) (앞서 논의된 관점을 통해)근대화라는 미명아래 자본주의 역사적 전개 과정에 나타난 동태를 조망하며 브라질 아마존의 실재를 분석한다. 특히 본고는 이와 같은 브라질 아마존 실체 변화를 야기한 기제는 세 가지 변수와 한 가지 상수로 구성되어 있다고 주장한다. 즉, 상수는 식민성을 야기한 세계경제 속 자본주의 자생과 민족주의성에 기댄 발전주의 전략이다. 그리고 변수는 글로벌 경제에 기댄 도로망, 소, 대두다. 동시에 본고는 역설적이지만 전 지구적 맥락에서의 설명력을 통해 그 대안을 고찰한다. 다시 말해 기후위기를 초래한 것이 글로벌 세계 경제체제의 유산인데 이에 대한 대안 모색 과정 또한 전 지구적 맥락에서 고민해 본다는 것이다. 특히 본 장에서는 아마존은 한 개별 국가 또는 역내 단위의 '소유재'가 아닌 '지구재'라는 제도적 차원 그리고 이를 공고화할 수 있는 의식의 진화를 고민해 본다.

2) 국제개발의 비판적 담론

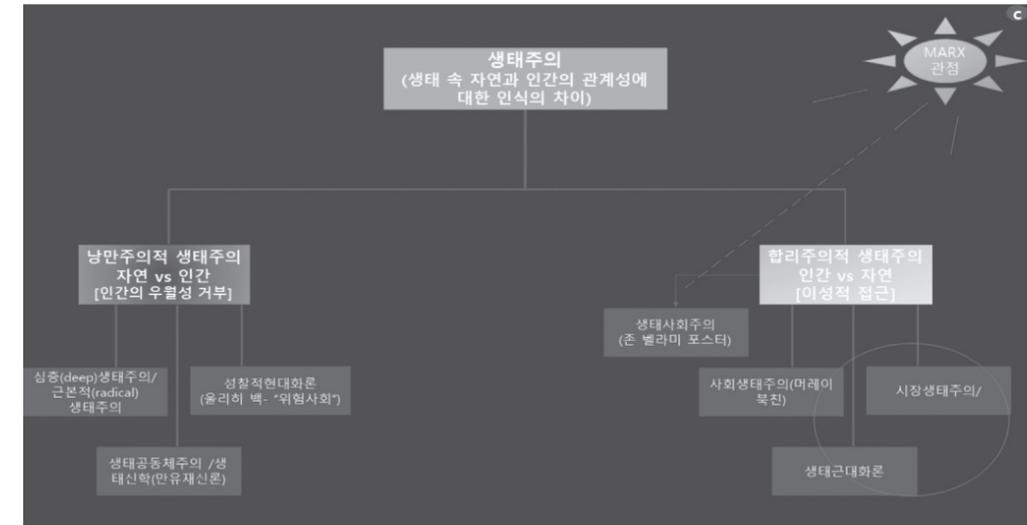
후술하게 될 비판적 담론의 기본 시각과 통찰은 “[현재적] 문제는 서구 중심의 근대성에 숨은 식민성이다”(월터 미놀로 2005: 152; 안드레 건터군트 ‘저발전의 발전’ 1964). 근대성은 식민성을 ‘희생 제물’ 삼았다는 것이다. 좀 더 부연하자면, 자본이 자본주의화 한 것이 산업혁명이 주요한 분기점(critical juncture)임에 인지한다. 하지만 본고는 그 지고한 자본주의 세계경제 역사의 시발점은 영국이 물레방아 이후 석탄을 활용하며 증기열 발생으로 인한 에너지 전환 시점보다는 자본이 자본으로서의 가치화된 순간, 즉 잉여의 시점으로 돌아가야 함을 주장한다. 잉여는 식민성의 부산물이다.⁸ 즉 채굴 및 단일 경작의 대토지 농업화로 인한 확대 및 재생산이 자본화된 것이다.⁹ 그 순간 이래 자본주의 경제가 시작되었다. 자본주의 세계경제는 근대성으로 발현된 체제다. 그 근대성의 ‘탄생’은 유럽이 라틴아메리카를 ‘타자화’ 한 순간, 유럽이 세계사의 중심으로 거듭난 계기다(월터 미놀로 2005: 29; 엔리케 두셀 2011, Escobar 2007). 따라서 유럽이 라틴아메리카를 식민화함으로써 유럽 주체 문명화의 새로운 국면을 맞이하게 된 것이다.

제국주의와 자본주의는 동전의 양면과 같다. 그리고 이 동전의 양면 사이에 ‘끼어’있는 것이 식민주

8 엘마 알트파터 「자본주의의 종말」 엮정용(옮김), p. 52, 2005, 참고

9 Eduardo Galeano, 「Open Veins of Latin America」; Linda Farthing, Nicole Fabricant (2018). “Open Veins Revisited: Charting the Social, Economic, and Political Contours of the New Extractivism in Latin America.” Latin American Perspective.

의다. 제국주의는 식민주의를 지렛대 삼아 (다양한 형태의 자본주의가 있음을 인지하며) 자본주의로의 이행 그리고 이러한 특성의 자본주의는 제국주의를 강화하는 유럽 중심적 입장에서 선순환적 체제가 지속 및 공고화되었다.¹⁰ 근대화의 또 다른 이름의 ‘테제’인 자본주의화에 대한 변증법적 논리에 따른 ‘반테제’의 근간은 마르크스의 관점이며 이를 ‘지적’ 토양 삼아 다양한 사유가 등장했다. 본고는 기존의 지식, 즉 기존의 비판적 발전과 관련된 사유와 관련하여 담론 내부에 대립적 사고가 공존하는 명제를 인지하며 그 다양한 스펙트럼을 담는다. 이와 같은 관점으로 기존의 문헌을 활용하여, 다음과 같은 생태주의 담론을 도식했다.



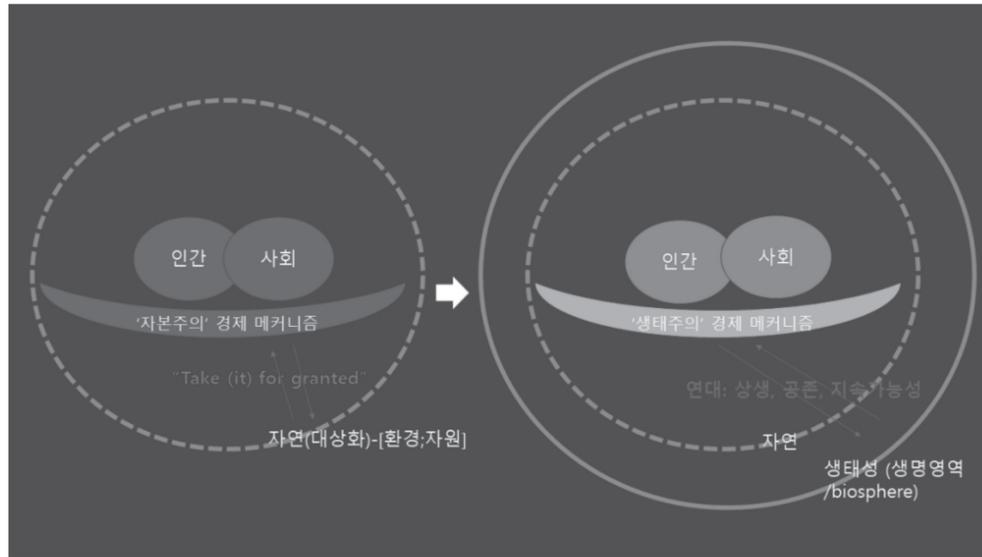
〈그림 1〉 생태주의 담론의 도식화

브라질 아마존의 ‘상품화’를 기존 문헌을 활용하여 탐구하며 다음과 같은 논리를 바탕으로 생태주의 경제 메커니즘을 제시하며 이를 도식화 했다.

“만약 우리가 아마존을 잃는다면, 우리는 기후변화와의 전쟁에서 패하게 된다”(Sonia Guajajara, 브라질 원주민 협회(APIB) 대표 코디네이터). 이 선언이 전 지구적 맥락에서 아마존이 가지고 있는 의미다. 다시 말해 ‘Saving Amazon, Saving Planet’ 이다. 즉 아마존을 살리는 길이 지구를 살린다고 해석할 수 있다. 즉 아마존을 살리는 것이 전 지구적 기후변화에 따른 위기의 적절한 응대이며 동시에 기후변화의 적극적 대응이라는 논리다. 전술한 생태주의 담론의 학문적 패러다임의 형성은 기존의 자

10 16-17세기 제국주의하 중상주의 특성의 자본주의체제를 확인할 수 있음.

본주의 패러다임의 한계성에 대한 대안적 논의다. 따라서 생태학의 철학적 사유는 비판적 성찰이다. 돌아보아 깨달아 아는 것이다. 인간은 '홀대한' 자연에서 와서 자연으로 돌아감이 인간의 숙명인 것을, 자연과 마치 아무 상관없이 인간이 스스로 자본주의 문명을 '탄생' 시키며 자연의 자리를 탐한 것이다. 따라서 인간이 자연을 당연한 것(take it for granted)으로 대상화 한 것과의 화해(emancipation)가 동반되어야 한다. 그리고 자연과의 생태성이라는 가치관으로 연대하며 공존할 것을 정향(orientation)화 해야 한다. 즉 자연, 인간 그리고 사회와의 관계성의 성찰이며 동시에 고찰이다.



〈그림2〉 All about 'R': 자본주의 경제 메커니즘 vs 생태주의 경제 메커니즘

3. 결론

“2021년은 기후변화의 중요한 해이다”(UN 구티에레스 사무총장, 8/Feb/2021). 이는 지난 11월 글래스고에서 개최된 COP26 기후정상회담을 위한 사전 준비회의(Preparation Meeting)에서 구티에레스 UN 사무총장이 피력한 전언으로, 파리협정(Paris Agreement)의 적극적 준수를 위한 국제사회 개별 국가의 정치적 결단(political commitment)을 요청하고 있다. 즉 정치적 결정이다. 나오미 클레인(Naomi Klein)이 『This Changes Everything』(2014)에서 주지한 것처럼 문제는 탄소가 아니라 자본주의며, 이 자본주의에서 다른 패러다임으로의 이행은 정치가 할 수 있다. 국제사회가 기후변화의 엄중한 위기의식 속 근대문명의 대전환을 위한 정치적 결단이 요구된다.

주지하다시피 근대문명의 기저는 인간이다. 인간이 주체가 되어 사회 내, 그리고 국가 간 관계성 속에 자연을 '이용'하며 성장을 구가한 것이다. 그리고 그 성장의 이면이 작금의 환경적 변화 특히 기후변화다. 다시 말해 칼 폴라니의 사유처럼 허구적 상품, 즉 자연을 사유화함에 따라 자연이 이에 대해 반응(second movement)하고 있다. 그 대표적인 현상이 아마존의 '배신'이다. 즉 아마존의 특성이 변화하며 역설이 발생한 것이다. 따라서 본고는 작금의 아마존 역설 위기를 바로잡는 것은 '트랜스 아마존(trans-Amazon)' 상상에서 찾을 수 있다고 주장했다. 자연을 상품화로 가치변환시킨 포식적 자본주의에 함몰된 아마존, 이 현실에서부터의 '탈출'이 현실 너머의 이상을 상상할 수 있게 한다는 것이다.

이러한 맥락에서 실상 글로벌 경제 체제와 국제 정치 질서 속 브라질 아마존이 국별 단위의 소유재로 치부되며 활용의 대상이 되었다. 다시 말해 글로벌 정치경제 시스템의 구조적 특성으로 브라질이 아마존을 자국 발전의 주요 기제로 활용했으며, '생태학살' 자행이 용인된 것이다. 그리고 전술한 바 아마존의 역설이 발생한 것이다. 따라서, 본고는 작금의 글로벌 정치경제 체제의 패러다임에 대한 반테제인 생태주의 담론을 논의하며 '트랜스-아마존' 사유를 논의했다. 아마존의 회복을 사유하며 그 실천적 정향이 '트랜스-아마존'인 것이다. 이는 '탈아마존화된 작금의 상황에서 국제사회의 다층적 연대의 표현이자 구심점이다. '트랜스-아마존'은 낭만주의적 생태주의의 일환으로 태고의 자연상태로의 회귀가 아니다. 더욱이, 이 사유는 합리적 생태주의의 갈래인 그린경제 또는 생태경제라는 접근으로 아마존을 또 다른 이윤 창출 대상으로 간주하는 것을 지양했다.

바로, '트랜스-아마존'은 트리플 무브먼트를 방법론적하여 초국가적 연대를 의미하는 것이다. 즉 건전한 글로벌 세계시민의식의 함양을 통해 아마존은 지구재라는 지구 공동체 가치관으로 전 지구적 행위자들의 '온전한' 연대의 제시이자 실천이다. 따라서, 인류세(anthropocene)가 아닌 가칭 자연과 인간 간 온전한 공존과 상생의 세(시대)인 '생태세(ecocene)'를 상상해 본다. 이러한 사유는 라틴아메리카에서부터 시작되어야 한다. 자본이 자본주의화된 시발점이 라틴아메리카가 즉 아마존이 유럽화 즉 세계체제로 편입되면서 발생한 것이기 때문이다. 따라서, '트랜스-아마존'의 사유는 자본주의발 기후위기의 주요 레퍼런스가 될 것이다. "Saving Amazon, Saving the Planet 즉 아마존을 살리는 길이 곧 지구를 살리는 방법"이기 때문이다.

참고문헌

- 강성호, 2008, 유럽중심주의와 포스트모더니즘을 넘어: 라틴아메리카 '근대성·식민성 연구그룹'의 탈식민 전략. 역사비평, 337-357.
- 권기수, 2010, 『브라질: 역사, 정치, 문화』 (이성형 편). 까치.
- 김원호, 2004, 중남미의 발전모델은 순환하는가?: 구조주의에서 포스트 워싱턴 컨센서스까지. 라틴아메리카연구, 17(4), 259-297.
- 나오미 클레인, 2014, 『이것이 모든 것을 바꾼다. 자본주의 대 기후』, (이순희 옮김). 열린책들.
- 데렉 월, 2013, 『그린 레프트』, (조유진 옮김). 이학사.
- 래리 로터, 2020, 『떠오르는 브라질: 변화의 스토리』, (곽재성 옮김). 후마니타스.
- 머레이 북진, 1998, 『사회생태주의란 무엇인가: 녹색미래로 가는 길』, (박홍규 옮김). 민음사.
- 사이토 고헤이, 2017, 『마르크스의 생태사회주의: 자본, 자연, 미완의 정치경제학 비판』, (추선영 옮김). 두 번째 테제.
- 이상현, 2011, 『생태주의』, 책세상.
- 이매뉴얼 윌러스타인, 1991, 『역사적 자본주의/자본주의 문명』, (나종일·백영경 옮김). 창비.
- 이태혁, 2017, 포용적 개발 (inclusive development) 의 한계: 남미인프라통합구상 (IIRSA) 과정 중 아끄리강 통합다리 프로젝트의 실증적 경험을 토대로. 포르투갈-브라질 연구, 14(1), 103-137.
- 임현진·장진호, 2021, 21세기 문명위기와 세계체제론: 이매뉴얼 윌러스타인의 비교역사적 전망. 아시아 리뷰, 10(2).
- 엘마 알트파터, 2007, 『자본주의의 종말』, (염정용 옮김). 동녘.
- 윌리엄 F. 러더먼 지음, 2017, 『인류는 어떻게 기후에 영향을 미치게 되었는가』, (김홍욱 옮김). 에코리브르.
- 울리히 브란트· 마르쿠스 비센, 2010, 『제국적 생활양식을 넘어서』, (이신철 옮김). 에코리브르.
- 울리히 벡, 1997, 『위험사회: 새로운 근대(성)을 향하여』, (홍성태 옮김). 새물결.
- 윤순진, 2009, 저탄소 녹색성장'의 이념적 기초와 실제. 환경사회학연구 ECO, 13(1), 219-266.
- 존 벨라미 포스터, 2016, 『생태논의의 최전선』, (김민정/황정규 옮김). 필맥.
- 존 헤밍, 2013, 『아마존: 정복과 착취, 경외와 공존의 5백년』, (최파일 옮김). 미지북스.
- 최민자, 2007, 『생태정치학: 근대의 초극을 위한 생태정치학적 대응』, 도서출판 모시는 사람들.
- 칼 폴라니, 2009, 『거대한 전환』, (홍기빈 옮김). 도서출판 길.
- 토머스 프리드먼, 2008, 『코드 그린: 뜨겁고 평평하고 붉비는 세계』, (최정임·이영민 옮김). 21세기 북스.
- 필립 맥마이클, 2012, 『거대한 역설: 왜 개발할수록 불평등해지는가』, (조효제 옮김). 교양인.
- Adler, P. S., 2015, The Environmental Crisis and its capitalist roots: Reading Naomi Klein with

Karl Polanyi. Administrative Science Quarterly. Vol. 60(2). Book Review Essay.

- Baletti, B., 2013, Saving the Amazon? Sustainable soy and the new extractivism. Environment and Planning A, 46(1), 5-25.
- Barber, C. P., Cochrane, M. A., Souza Jr, C. M., & Laurance, W. F., 2014, Roads, deforestation, and the mitigating effect of protected areas in the Amazon. Biological conservation, 177, 203-209.
- Barbosa, Luiz C., 2015, Guardians of the Brazilian Amazon Rainforest. Routledge.
- Boucher, D., Roquemore, S., & Fitzhugh, E., 2013, Brazil's success in reducing deforestation. Tropical Conservation Science, 6(3), 426-445.
- Bunker, S. G., 1984, Modes of extraction, unequal exchange, and the progressive underdevelopment of an extreme periphery: the Brazilian Amazon, 1600-1980. American Journal of Sociology, 89(5), 1017-1064.
- Buttel, F. H., 2000, Ecological modernization as social theory. Geoforum, 31(1), 57-65.
- Cattelan, A. J. & Dall'Agnol, A., 2018, The rapid soybean growth in Brazil. OCL, 25(1). <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1091243/1/2018Therapidocl170039.pdf>.
- Escobar, H., 2019, Amazon fires clearly linked to deforestation, scientists say. Science, 365(6456).
- Fearnside, P. M., 2005, Deforestation in Brazilian Amazonia: history, rates, and consequences. Conservation biology, 19(3), 680-688.
- Foresta, R. A., 1992, Amazonia and the politics of geopolitics. Geographical Review, 128-142.
- Le Tourneau, F. M., 2016, Is Brazil now in control of deforestation in the Amazon?. Cybergeog: European Journal of Geography.
- Lee, Taeheok, 2017, South American Regional Integration Initiative(IIRSA): Lead Actors, Important Projects, and Dynamics. Latin American and Caribbean Studies, 36(2), 89-126.
- Fukuyama, Francisco, 1992, The end of History and the last Man, Free Press.
- Galeano, E., 1997, Open veins of Latin America: Five centuries of the pillage of a continent, NYU Press.
- Garfield, Seth, 2013, In Search of the Amazon: Brazil, the United States, and the Nature of a Region, Duke University Press.
- Hall, A. & Branford, S., 2012, Development, dams and Dilma: the saga of Belo Monte. Critical Sociology, 38(6), 851-862.
- Hurrell, A., 1991, The politics of Amazonian deforestation. Journal of Latin American Studies, 23(1), 197-215.
- Ignacy Sachs et.al., 2009, Brazil: A Century of Change. UNC press.

- Kenis, A., & Lievens, M., 2016, Greening the economy or economizing the green project? When environmental concerns are turned into a means to save the market, *Review of Radical Political Economics*, 48(2), 217-234.
- Lazzarotto, Joelsio Jose and Marcelo Hiroshi Hirakuri, 2010, *Evolução e Perspectivas de Desempenho Econômico Associadas com a Produção de Soja nos Contextos Mundial e Brasileiro*. Documents 319. Embrapa,
- Farthing, L., & Fabricant, N., 2018, Open Veins revisited: charting the social, economic, and political contours of the new extractivism in Latin America, *Latin American Perspective*, 45(5).
- Picq, M., 2016, Rethinking IR from the Amazon, *Revista Brasileira de Política Internacional*, 59(2).
- Panizzi, A. R., 2013, History and contemporary perspectives of the integrated pest management of soybean in Brazil, *Neotropical entomology*, 42(2), 119-127.
- Bicudo Da Silva, R. F., Batistella, M., Moran, E., Celidonio, O. L. D. M., & Millington, J. D., 2020, The soybean trap: challenges and risks for Brazilian producers, *Frontiers in sustainable food systems*, 4, 12.
- Tinti, Eduardo, 2021, "China pays high prices to buy 81% of Brazil's Oct. soybeans, *Agricensus.com*.
- Qin, Y., Xiao, X., Wigneron, J. P., Ciaïis, P., Brandt, M., Fan, L., ... & Moore, B., 2021, Carbon loss from forest degradation exceeds that from deforestation in the Brazilian Amazon, *Nature Climate Change*, 11(5), 442-448.
- 이태혁, 2021. 아마존은 죄가 없다. 인간이 문제다. 웹진(2021년 가을 특집). 한국외국어대학교 중남미연구소. <http://webzine.21latin.com/>
- 조희문, 2009, "브라질에 투자하려면 먼저 마나우스를 구경하라". *이메릭스*. https://www.emerics.org:446/issueDetail.es?brdctNo=113143&mid=a10200000000&&search_option=&search_keyword=&search_year=&search_month=&search_tagkeyword=&systemcode=06&search_region=&search_area=¤tPage=81&pageCnt=10
- Amazon fires: Fines for environmental crimes drop under Bolsonaro <https://www.bbc.com/news/world-latin-america-49460022>
- Under Brazil's Far-Right Leader, Amazon Protections Slashed and Forests Fall <https://www.nytimes.com/2019/07/28/world/americas/brazil-deforestation-amazon-bolsonaro.html>
- COP26: World leaders promise to end deforestation by 2030 <https://www.bbc.com/news/science-environment-59088498>
- UN Climate Change Conference UK 2021. <https://ukcop26.org/>
- Arsenault, C., 2021, New study offers latest proof that Brazilian Amazon is now a net CO₂ source. [https://news.mongabay.com/2021/09/new-study-offers-latest-proof-that-brazilian-amazon-is-now-a-net-CO₂-source/](https://news.mongabay.com/2021/09/new-study-offers-latest-proof-that-brazilian-amazon-is-now-a-net-CO2-source/)
- Ingraham, Christopher, 2019, "How beef demand is accelerating the Amazon's deforestation and climate peril." <https://www.washingtonpost.com/business/2019/08/27/how-beef-demand-is-accelerating-amazons-deforestation-climate-peril/>
- Liz Kimbrough, 2021, "Brazil's Amazon is now a carbon source, unprecedented study reveals." *Mongabay Series*. <https://news.mongabay.com/2021/07/brazils-amazon-is-now-a-carbon-source-unprecedented-study-reveals/>
- Marlowe Hood and Amélie Bottollier-Depois, 2021, "Climate change: Amazon may be turning from friend to foe." *CTV News*. <https://www.ctvnews.ca/climate-and-environment/climate-change-amazon-may-be-turning-from-friend-to-foe-1.5409282>
- Maurer, Harry, 2007, "The Amazon: Development or Destruction?" <https://nacla.org/article/amazon-development-or-destruction>
- McGrath, Matt, 2021., "Climate change: Amazon regions emit more carbon than they absorb", <https://www.bbc.com/news/science-environment-57839364>
- Rhett A. Butler, 2020, "Amazon Destruction" https://rainforests.mongabay.com/amazon/amazon_destruction.html
- UN, 2021, a 'crucial year' for climate change, UN chief tells Member States. <https://www.un.org/sw/delegate/secretary-general-2021-%E2%80%98crucial-year%E2%80%99-climate-change>

환경교육과 환경커뮤니케이션 관점을 적용한 온라인 환경교육의 인식 및 전략 연구¹

이혜선 서강대학교 신문방송학과 박사수료, 숲과나눔 특정주제연구자
조재희 서강대학교 지식융합미디어학부 교수

1. 서론

트빌리시 선언문에 명시되었듯 환경 관련 지식 증진 역시 환경교육의 중요한 목표 가운데 하나이지만, 환경교육 목표 범주는 인식·지식·태도·기술·참여로 구분됨에도 불구하고 미디어의 역할이 정보 전달 중심으로 논의되기도 한다(Monroe, Andrews, & Biedenweg, 2007). 일상생활 전반에 미디어를 사용하고 분야를 막론한 비대면 전환이 화두가 되는 이 시기에, 환경교육에서 미디어의 역할이 정보 전달로 제한되는 것은 깊게 성찰해 볼 필요가 있다. 온라인 환경교육은 모든 과정이 미디어를 통해 이루어지므로, 그 자체로 이미 미디어를 통한 환경의 재현이자 환경 관련 메시지 생산이라고 볼 수 있다. 이러한 특징은 온라인 환경교육에 미디어를 통한 환경의 재현이나 환경 관련 미디어 메시지가 환경을 향한 공중의 인식에 영향력을 발휘한다고 보는 환경커뮤니케이션 관점이 적용될 가능성을 시사한다(채영길, 2019; Cox, 2013; Hansen, 2011). 본 연구는 환경교육과 환경커뮤니케이션 관점을 복합적으로 반영하는 탐색적 연구로, 온라인 환경교육의 인식 및 전략에 관한 전문가 대상 심층 인터뷰 결과를 개별적으로 관찰하여 주요 결과를 도출하는 귀납적 접근을 시도하였다. 선행연구를 살펴보면 환경교육과 미디어에 관한 기존 논의들이 온라인 환경교육에 적용되기 어려웠던 원인을 논의하고, 온라인 환경교육에 환경커뮤니케이션 관점이 적용될 가능성을 제시하며 주요 연구 문제를 도출하고자 한다. 이후 환경교육·환경커뮤니케이션 분야 전문가 대상 심층 인터뷰 분석 결과와 함께 온라인 환경교육에 관한 이론적·실천적 함의를 논의해보고자 한다.

연구문제 1. 환경교육·환경커뮤니케이션 전문가들은 온라인 환경교육을 어떻게 인식하는가?

¹ 이 연구는 2021년 재단법인 숲과나눔 인재양성 프로그램(특정주제연구)의 지원을 받았으며, 2022년 3월 <사이버커뮤니케이션학보> 제39권 1호에 게재되었습니다.

연구문제 2. 온라인 학습환경의 특성을 고려할 때, 환경교육·환경커뮤니케이션 전문가들은 온라인 환경교육에 어떠한 전략이 필요하다고 인식하는가?

2. 본론

1) 연구방법

(1) 환경교육·환경커뮤니케이션 전문가 대상 심층 인터뷰

온라인 환경교육은 학술적 논의가 매우 미흡한 영역이므로, 다양한 배경을 가진 심층 인터뷰 참여자의 답변을 개별적으로 관찰하여 관련성을 파악하는 귀납적 접근을 시도하였다. 예비 참여자는 환경교육과 환경커뮤니케이션 분야의 연구 전문가와 현장 전문가로 구분하여 구성하였다. 환경교육 분야 예비 참여자는 환경 분야 비영리단체인 재단법인 숲과나눔의 협조를 통해 모집되었으며 총 6명(연구 전문가: 3명, 현장 전문가: 3명)이 심층 인터뷰 참여 의사를 밝혔다. 환경커뮤니케이션 분야 예비 참여자는 연구자의 의도적 표집(purposive sampling)으로 구성되었다. 최근 3년 이내의 자료로 환경교육 관련 직·간접적 경험을 확인할 수 있는 전문가들에게 인터뷰 참여 의사를 묻는 메시지를 전달하였고, 환경커뮤니케이션 분야 역시 총 6명(연구 전문가: 3명, 현장 전문가: 3명)이 인터뷰 참여 의사를 밝혔다.

(2) 자료분석

본 연구는 환경교육·환경커뮤니케이션 전문가 대상 심층 인터뷰를 통해 수집한 질적 자료를 근거이론(Grounded Theory) 코딩 지침에 따라 분석하였다. 근거이론 코딩기법은 질적 자료의 여러 하위 주제를 파악하고 이들 간의 관계를 탐색하여 상위 주제와 최상위 주제를 도출할 수 있다(Corbin & Strauss, 1990). 개방 코딩 단계에서 '미디어나 기술을 활용한 환경교육', '환경 관련 주제의 다차원적 접근 가능', '온라인 환경교육에 관한 노하우 부족', '상호작용 및 쌍방향 참여 유도 필요', '국가 차원의 지원 부재' 등 총 263개의 하위 범주가 도출되었다. 상위 범주는 '온라인-오프라인 환경교육 연계 가능성', '온라인 환경교육에 관한 부정적 경험 및 정서', '교수자-학습자 간 소통과 상호작용의 중요성', '다양한 이해관계자의 참여 가능성' 등으로 총 22개가 도출되었다. 마지막으로, 상위 범주와 하위 범주를 아우르는 핵심 범주 도출 결과, '온라인 환경교육 인식: 미디어·환경주제·기능', '온라인-오프라인 환경교육 간의 관계', '온라인 환경교육에 관한 부정적 요인', '복합적 역량 기반 다양한 이해관계자와의 소통', '온라인 환경교육의 주의사항과 한계점', '온라인 환경의 특수성 고려'라는 6개 최상위 범주를 도출하였다.

3. 결론

본 연구는 학술적으로 활발하게 논의되지 못한 온라인 환경교육의 인식 및 전략을 탐색하기 위해 환경교육에 관한 기존 논의에 환경커뮤니케이션 관점을 적용하고자 했다. 연구문제 분석 결과, 온라인 환경교육의 인식에 관하여 '온라인 환경교육 인식: 미디어, 환경 주제, 기능', '온라인-오프라인 환경교육 간의 관계', '온라인 환경교육에 관한 부정적 요인'이라는 최상위 범주를 도출하였다. 또한, 온라인 환경교육 전략으로 '복합적 역량 기반 다양한 이해관계자와의 소통', '온라인 환경교육의 주의사항과 한계점', '온라인 환경의 특수성 고려'라는 최상위 범주를 도출하였다.

본 연구는 환경교육에 관한 기존 논의에서 조망하지 못하였던 온라인 환경교육에 주목하여, 전문가 인터뷰를 통해 온라인 환경교육 인식에 관한 핵심 주제들을 파악하였다는 이론적 의의를 지닌다. 환경교육·환경커뮤니케이션 분야 전문가들은 온라인 환경교육을 미디어, 환경 주제, 기능 중심으로 언급하였으며, 온라인 환경교육은 '환경교육의 목표를 추구하고, 디지털 기기를 통해 접근할 수 있으며, 커뮤니케이션이 영향력을 발휘하는 교육'으로 인식되었다. 또한, 온라인 환경교육을 향한 부정적 요인의 인식은 온라인 환경교육으로의 갑작스럽고 강제적인 전환과 관련 지원의 미흡으로 인해 발생함을 확인할 수 있었다.

본 연구는 정성적 자료 분석을 토대로 온라인 환경교육 전략을 제시한다는 점에서 의의가 있다. 추후 양적 연구 결과의 뒷받침이 필요하나, 교수자-학습자 간의 원활한 상호작용, 실생활·행동 실천·인식 변화와의 연계성, 학습자의 참여, 교수자의 변화 수용, 미디어 리터러시 역량 등을 온라인 환경교육에 적용될 수 있는 주요 전략으로 논의하였다. 본 연구의 심층 인터뷰 참여자 답변에 의하면, 현장에서 온라인 환경교육은 아직 오프라인 현장 기반으로 진행되던 기존의 환경교육 결과를 얼마나 잘 모방하는가에 따라 평가되는 경향이 있다. 하지만 온라인 환경교육은 미디어·커뮤니케이션 관점과 학습자의 특성을 복합적으로 고려하여 기존 교육 프로그램을 변형하고 응용하는 방향으로 논의될 필요가 있다.

본 연구는 온라인 환경교육의 인식 및 전략 탐색을 위해 환경교육 분야와 환경커뮤니케이션 분야 전문가 대상 심층 인터뷰를 진행하였다. 온라인 환경교육에 관한 학술적 논의를 찾아보기 어렵다는 점에 주목하여 정성적 자료를 수집하고 주요 결과를 도출하였으나, 표본의 대표성을 확보하기 어렵고 온라인 환경교육의 유형이나 범위를 구분하지 못하였다는 한계를 지닌다.

참고문헌

- 채영길, 2019, 국내 환경커뮤니케이션(Environmental Communication) 연구 현황과 과제, 한국언론정보학보, 97, 119-152.
- Corbin, J. M., & Strauss, A. (1990). Grounded theory research: Procedures, canons, and evaluative criteria. *Qualitative sociology*, 13(1), 3-21, 고문헌
- Cox, J. R. 『Environmental communication and the public sphere. 3rd ed.』, Thousand Oaks, Calif.: SAGE Publications, 2013, 19.
- Hansen, A. 2011. Communication, media and environment: Towards reconnecting research on the production, content and social implications of environmental communication. *International Communication Gazette*, 73(1-2), 7-25.
- Monroe, M. C., Andrews, E., & Biedenweg, K. 2008. A framework for environmental education strategies. *Applied Environmental Education & Communication*, 6(3-4), 205-216.

탄소흡수원으로서 갯벌의 기능 분석

국내외 연구를 중심으로

조윤주 건국대학교 환경보건과학과 학부생

1. 서론

기후위기를 해결하는 과정에서 자연환경이 가지는 중요한 역할에 대해 전 세계적으로 공감대가 증가하고 있다. 지난 11월, 세계 정상들은 COP26으로 알려진 UNFCCC 당사국 총회 참석을 위해 영국 글래스고에 모여 '산림과 기타 육상 및 해양 생태계를 포함한 자연과 생태계를 보호·보존·복원할 필요성을 분명하게 강조했다. 또한 코로나19의 대유행으로 기후변화 대응을 위한 국제적인 움직임이 움츠러들면서 우리나라는 2020년 10월, 2050년까지 탄소중립 달성을 선언했지만, 우리나라의 국가 온실가스 배출량은 1990년 이후 급격히 증가한 데 반해 흡수량의 증가폭은 미미한 수준이다(대한민국 정부, 2020).

여기서 최근 국제사회가 주목하고 있는 '자연기반해법(Nature-based Solutions, NbS)'에 주목할 필요가 있다. 환경문제를 공학적 기술에 의존하여 해결하던 것에서 벗어나 NbS는 자연 보전 및 복원, 지속가능한 이용에 초점을 두어 기술과 환경 간 시너지 효과를 기대하는 것이다. NbS는 환경 문제를 지속가능하게 해결하는 방안으로 국가 정책에 활용될 필요가 있다.

지난해 3월, 서울대학교 김종성 연구팀이 한반도의 갯벌을 직접 탐사하며 갯벌이 탄소를 저장하는 능력이 매우 뛰어나다는 결과를 발표하며 일각에서는 갯벌을 공식적인 탄소흡수원으로 인정해야 한다는 목소리가 나오고 있다. 이에 본 연구에서는 여러 종류의 자연기반해법 중에서도 특히 연안에 서식하는 생태계인 블루카본의 잠재성에 주목하고, 블루카본 중에서도 갯벌의 생태적 가치를 강조하여 갯벌이 탄소 흡수원으로서의 기능을 수행해낸다는 것을 밝히고자 한다.

2. 본론

1) 서울대학교 김종성 연구팀 연구 분석: 갯벌이 탄소흡수원으로서 작용할 수 있는 과학적 접근방법

Jong Seong Khim et al, 2021에 따르면, 우리나라 갯벌은 연간 약 26만 톤의 이산화탄소를 흡수

한다고 한다. 2017년부터 2020년까지 전국 연안에 형성된 갯벌 20곳에서 채취한 퇴적물을 대상으로 총유기탄소량과 유기탄소 침적률을 조사한 것이다. 이와 더불어 인공위성 촬영 자료를 활용해 원격탐사 기법을 통해 전국 연안습지 내 블루카본과 온실가스 흡수량도 평가했다. 본 연구에서는 김종성 교수 연구팀의 연구자료를 활용하여 갯벌이 탄소를 흡수하는 메커니즘을 분석했다.

그러나 갯벌의 유기탄소 축적량에 대한 연구는 전 세계적으로 활발하지 않다. 갯벌은 염습지, 맹그로브, 해초와 같은 다른 블루카본에 비해 순일차생산량(Net Primary Production)이 비교적 낮기 때문이다. 하지만 해당 연구를 통해 갯벌 역시 상당한 양의 탄소를 머금을 수 있는 자원이라는 것이 증명되었고, 이는 갯벌이 중요한 탄소 흡수원이 될 수 있음을 시사한다. 다만, 한국의 갯벌은 조수, 파도, 강수 등 다양한 과정이 상호작용하여 복잡한 방식으로 퇴적물을 이루는 역동적인 환경에 놓여있어 이러한 시공간의 큰 변화는 퇴적물에 저장된 탄소량과 갯벌에서 방출되는 탄소량을 결정하는 것을 어렵게 만든다(Dang et al, 2021). 이러한 어려움이 갯벌이 IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change, 기후변화에 관한 정부간 협의체)의 공식적인 탄소 흡수원으로 인정되는 것에 큰 방해요인이 된다.

2) 갯벌이 탄소흡수원으로서 작용할 수 있는 외부 근거 분석

(1) 국제자연보전연맹 IUCN

IUCN에서 밝힌 연구결과 중, 많은 연안 생태계에서 흡수된 탄소의 양은 육상 생태계에서 흡수된 탄소의 양보다 약 50배 이상 더 많은 것으로 추정되었다는 것이 있다(World Bank, IUCN, ESA, PWA, 2010). 또한 이들에 따르면 갯벌을 포함한 염습지, 맹그로브, 해초 등 연안 생태계가 육상 생태계보다 탄소 흡수율이 두드러지게 높은 것을 알 수 있다.

(2) 유엔기후변화협약 UNFCCC

2021년 개최된 COP26에서 작성된 글래스고 기후합의(Glasgow Climate Pact)에서는 자연기반해법의 중요성을 언급했다. 공식적인 국제외교회의에서 육상 및 해양 생태계의 탄소 저장고 역할을 강조하고, 자연기반해법의 재정조달에 대한 논의를 활성화하는 것을 요구한 것은 충분히 갯벌 생태계의 가치를 다른 생태계와 통합하여 관리하는 것을 뒷받침할 수 있는 근거가 된다.

(3) Wildfowl & Wetlands Trust, WWT

WWT의 James Robinson 보전 담당관은 갯벌은 많은 생물들에게 서식처를 제공할 뿐 아니라 대

기 중의 탄소를 저장하는 효율적인 탄소 저장고라고 언급한다. 만약 갯벌의 식물들이 시들면 머금고 있던 탄소를 대기 중으로 방출하지 않고 갯벌 속으로 매장하며, 해수면이 상승함에 따라 더 넓은 면적의 퇴적물이 물속에 잠기면서 더 많은 양의 탄소를 갯벌 아래로 매장한다.

(4) 람사르협약 Ramsar Convention on Wetlands

2018년 10월 제13차 람사르 협약에서는 연안 생태계와 식생이 자라지 않은 갯벌과 조석 간만의 습지 역시 중요한 블루카본 요소라고 강조한다(Mok et al, 2021). 게다가 연안 블루카본 생태계의 보전 및 복원과 함께 지속가능한 관리를 촉진할 것을 요구했다.

3. 결론

종합하면, 학계의 여러 연구결과와 세계 각 정상들이 서명한 총회 보고서는 대부분 블루카본이 탄소 흡수원으로써 역할을 하고 있다는 것을 인정하고 있지만, 연안 생태계는 조석 간만의 차가 있기 때문에 연구를 하는 과정이 육상 생태계를 연구하는 것보다 더욱 고된 것이 현실이다.

따라서 갯벌을 보전하고 기후완화 및 적응 정책에서 블루카본 사용을 장려하기 위해 갯벌의 탄소 흡수 능력에 대한 연구와 평가가 강화되어야 하고, 탄소 시장 내에서 연안 생태계의 입지를 더욱 넓힐 필요가 있다. 게다가 아직 전 세계적으로 국가 단위에서 연안 생태계가 보유한 블루카본 잠재량 및 연간 온실가스 흡수량을 보고하는 국가는 미국과 호주 뿐이다. 그러나 한국은 넓은 갯벌을 보유한 몇 안 되는 국가일 뿐더러 열대지역 국가들은 맹그로브와 수많은 습지를 보유하고 있으면서도 이러한 생태계의 온실가스 흡수량은 공식적으로 보고되고 있지 않다. 따라서 국제적으로 블루카본에 대한 온실가스 흡수량을 보고하는 것에 대한 인센티브를 제공하는 방안이 바람직할 것으로 보인다. 또한 아직 갯벌의 온실가스 흡수량에 대한 산정체계가 구체화되지 않았기 때문에 Khim et al, 2021의 기초연구를 토대로 관련 연구가 더욱 활발히 전개되어야 할 것이다.

참고문헌

- Jongmin Lee, Beomgi Kim, Junsung Noh, Changkeun Lee, Inha Kwon, Bong-Oh Kwon, Jongseong Ryu, Jinsoo Park, Seongjin Hong, Sukhui Lee, Seong-Gil Kim, Sujin Son, Hoon Joo Yoon, Jongseo Yim, Jungho Nam, Kyungsik Choi, Jong Seong Khim, 2021, The first national scale evaluation of organic carbon stocks and sequestration rates of coastal sediments along the West Sea, South Sea, and East Sea of South Korea 3-9
- Nhi Yen Thi Dang, Heung-Sik Park, Kaleem Anwar Mir, Choong-Gon Kim and Seungdo Kim, 2021, Greenhouse Gas Emission Model for Tidal Flats in the Republic of Korea, 8-12
- Chaeho Byun, Shi-Hoon Lee and Hojeong Kang, 2019 Estimation of carbon storage in coastal wetlands and comparison of different management schemes in South Korea, 5-10
- Jeongim Mok, Stephen Jay, 2021, Creating Added Value for Korea's Tidal Flats: Using Blue Carbon as an Incentive for Coastal Conservation
- International Union for Conservation of Nature [IUCN], 2013, Tidal flats: Coastal Ecosystems Series (Volume 5)
- United Nations Framework Convention on Climate Change [UNFCCC], 2021, Report of the Conference of the Parties on its twenty-sixth session, held in Glasgow from 31 October to 13 November 2021
- Waterfowl & Wetlands Trust [WWT], 2019, Fact file: Saltmarshes and mudflats (URL: <https://www.wwt.org.uk/news-and-stories/blog/salt-marshes-the-most-effective-carbon-sinks-on-earth>)
- International Institute for Sustainable Development, 2018, Ramsar COP13 Adopts Resolutions on Wetlands and Blue Carbon Ecosystems, Sustainable Urbanization (URL: <https://sdg.iisd.org/news/ramsar-cop13-adopts-resolutions-on-wetlands-and-blue-carbon-ecosystems-sustainable-urbanization/>)
- 한국해양수산개발원, 2020, 파리협정 이행을 위한 해양수산분야 기후변화 대응전략, 83-85
- 환경부, 한국환경산업기술원, 2020, 자연기반해법의 이해
- 국립산림과학원, 2021, 기후변화 대응을 위한 산림부문의 자연기반해법 활용, 19-31

커먼즈 정치 관점에서 본 한국사회 길과 보행의 변화

1920년대부터 1990년대까지를 중심으로

황명주 서울대학교 환경대학원 박사수로
윤순진 서울대학교 환경대학원 교수

1. 서론

보행은 오늘날 지속가능한 사회를 위한 녹색 교통수단(Green Mobility)으로 주목받고 있지만, 우리 사회의 보행환경은 매우 열악한 수준이다. 2019년 기준, 우리나라 인구 10만 명당 교통사고 사망자수는 OECD 36개 회원국 중 27위로, 수년째 교통안전 면에서 하위권에 속한다. 이 중 '사망자 중 보행자' 비율은 38.9%로 OECD 평균(19.3%)의 2배에 달하여, 회원국 중 가장 높은 비율을 보였다. 이러한 높은 보행사망률의 원인에 대해 보행자 보호를 위한 법·제도, 도로 및 교통 공학적 환경, 보행 약자의 신체적·정신적 특성 등 구체적·세부적 관점의 연구와 급속한 도시화·산업화 과정에서 자본의 이윤 욕구에 지배된 도시 팽창의 결과가 원인이라는 거시적 관점의 연구 등이 진행되었다.

이 연구에서는 우리 사회의 열악한 보행환경의 원인을 살펴보고 향후 개선 방향을 모색하기 위해, “커먼즈(communs) 정치”(정영신, 2016) 관점을 빌어, 근대화 과정에서 도시 커먼즈인 길과 보행에 부여한 의미의 변화를 분석한다. 대부분의 역사에서 길은 만민에게 열린 공간이었으며, 통행은 물론 시장, 놀이터 등 다양한 목적으로 활용되었다. 그러나 근대화 과정에서 도시커먼즈인 길은 울타리치기(enclosure, 인클로저)의 대상이 되었으며, 특정 집단을 배제하고, 특정 용도에 집중하게 되었다. 이 연구에서는 우리 사회의 길의 변용을, 길의 의미 변화 과정을 중심으로 분석함으로써, 우리사회에 여전히 차량우선주의를 극복하고 길과 보행의 미래를 탐색하는 데 기여하고자 한다.

이 연구에서 제기하는 구체적인 연구 질문은 다음과 같다.

질문1. 우리 사회 근대화 과정에서 커먼즈로서의 '길'의 의미에 나타난 변화는 무엇인가?

질문2. 커먼즈로서의 '길'의 의미 변화에 영향을 준 요인은 무엇인가?

2. 본론

이 연구에서는 1920년부터 1999년까지 80년 동안 5대 일간지(조선일보, 동아일보, 경향신문, 한겨레, 매일경제) 기사 가운데 '보행'을 주요 열쇠 말(key word)로 검색하여 수집한 총 6,953건의 기사를 대상으로 담론 분석을 실시하였다.

담론분석 결과, 2000년대 이전, 우리 사회 길과 보행의 변용은 '커먼즈로서의 길에 대한 울타리치기'를 중심으로, 1) (1960년대 이전) 커먼즈 담론의 충돌, 2) (1960~1980년대) 커먼즈의 의미 변용 3) (1990년대 이후) 커먼즈의 회복 및 왜곡이 이루어지는 세 시기로 나누어 살펴볼 수 있었다.

우선, 근대교통수단의 도입에 따라 길이라는 커먼즈를 둘러싸고 다양한 이동방식이나 이동수단이 충돌하며, 이를 관리하기 위한 초기적인 법질서 등이 세워진 것은 1960년대 이전이다. 즉 이승만 정권 시기까지는 식민지시기에 도입된 근대교통수단으로 거리에서 벌어진 전차, 자동차, 인력거, 우마차, 보행자 등 다양한 이동수단의 충돌이라는 커먼즈 관리 실패에 직면하여, 이를 해소하기 위한 기초적인 법체계가 도입되었다. 그러나 초기 단계의 도시화와 자본주의화로 인해 도로의 체계모니가 확실히 자동차로 넘어간 것은 아니었으며, 보행자에 대해서는 강력한 처벌보다 느슨한 계몽, 계도 등이 울타리치기의 방편으로 주로 활용되었다. 새로운 질서를 강력하게 주도하는 커먼즈 정치 세력이 없는 상황에서, 소수의 자동차 이용자와 부유층은 커먼즈인 길을 해체하는 세력으로 등장했고, 여전히 다수인 보행자는 수동적으로 변화를 받아들이면서도 그들의 공간인 길의 해체에 저항하였으며, 정부는 느슨한 관리의 모습을 보였다. 이 시기는 커먼즈인 길의 의미를 둘러싼 충돌의 시기로 볼 수 있다.

그러나 박정희 정권이 집권한 1960~1980년대 시기에는 이전 시기까지 계도, 계몽 등으로 근대적 보행 질서를 만들어가던 정도를 넘어, 강력한 처벌 및 국가 공권력의 동원과 함께 실질적인 울타리치기가 진행된다. 그리고 놀이, 상업 활동, 공연 등 다양한 사회적 상호작용이 일어나던 길의 의미와 용도는 급속히 '통행'으로 제한되어갔다. 개발독재정부에게 길은 근대화·자본주의화의 수단이자 목적이었으며, 속도와 통행의 공간이었다. 이러한 변화는 근대적 습속의 체화, 권위주의 국가의 폭력적 공간화, 경제성장 중심주의에서 비롯된 것이다. 정부가 '생활혁명'을 위해 근대적 보행을 추진하는 과정에서 거리는 점차 권위주의 국가의 폭력성이 체감되는 공간으로 바뀌어갔고, 보행은 위축되었다. 게다가 국가가 경제성장을 위해 도로 중심으로 자원 투자를 배분하자, 늘어나는 교통량과 함께 보행환경은 더욱 악화되었다. 당시 여론에는 이러한 정부를 비판하는 기사가 발견되기도 하나, 이에 조직적으로 대응하는 집단을 찾아보기는 어렵다. 즉 개발시대 권위주의 정부는 공권력을 앞세워 길을 둘러싼 커먼즈 정치에서 자신의 의사를 관철시킨, 거의 유일하며 강력한 행위자였다. 그리고 이는 자동차 회사 등 자본

이 직접 보행자 집단과 갈등을 겪으며 커먼즈 정치의 행위자로 활약한 미국 사례와 대조적이다.

마지막으로 민주화운동을 통해 권위주의 정부가 물러난 1990년대 이후는 길이라는 커먼즈의 회복과 왜곡이 동시에 진행된 시기이다. 시민정치가 활성화되며, 우리나라에서도 '보행권 운동'이라는 일종의 커먼즈 정치가 시작되었고, 모두의 평등한 접근을 허용하는 길에 대한 요구와 커먼즈의 회복이 시도되어, 서울시 보행조례 제정 등 시민사회의 집단적·조직적 대응도 나타난다. 그러나, 동시에 보행환경의 상품화라는 커먼즈 왜곡이 나타난 시기이기도 하다. 1990년대 도시개발에서 건설자본은 과거 놀이, 휴식, 만남 등 다양한 기능을 제공하던 커먼즈로서의 길의 성격을 회복한 '지상에 차가 없는 아파트 단지'를 신상품으로 제시하여 시장의 높은 호응을 얻고, 보행공간 차별화를 당시 자본의 출구전략으로 삼았다. 그러나, 이렇듯 수요자 집단의 비용에 의지해 '집단적 사유화'의 형태로 살아난 아파트 단지의 골목길은 "왜곡된 커먼즈"(테 안젤리스, 2019)이며, 모두를 위한 커먼즈를 파괴한다는 점에서 이전의 국가통제와 일맥상통한다. 시민운동이 민주적·집단적 노력으로 모두를 위한 커먼즈로서의 길을 회복하는 방법을 제시하였다면, 시장과 자본은 개개인의 경제적 능력에 기대어 커먼즈인 길을 소비하는 방법을 열어준 것이다. 그리고 시민이며 동시에 소비자인 이들은 이러한 커먼즈의 회복과 왜곡에 동원되거나 참여하였다. 이렇듯 권위주의가 쇠퇴한 1990년대에는 길의 커먼즈 정치에서 시민사회와 시장이 모두 강력한 행위자로 등장하였으며, 이러한 기조는 오늘날에까지 영향을 미치고 있다.

우리나라의 길과 보행의 변화는 국가권력, 시민사회, 시장이 커먼즈의 의미를 둘러싸고 각축을 벌인 결과이다. 결국 길이라는 도시 커먼즈를 어떻게 볼 것인가, 이를 어떠한 '사회적 실재'로 인정하느냐를 둘러싼 갈등이었다.

3. 결론

길을 둘러싼 커먼즈 정치의 시기별 특징 및 내용은 아래 <표 1>과 같이 요약할 수 있다. 우리 사회 길과 보행은 커먼즈로서의 길에 우리가 어떤 의미를 부여하느냐에 따라 달라질 것이다. 길과 보행에 대해 보다 열린 상상을 허락할 때, 우리 사회에 공고한 자동차 우선주의에 변화를 가져올 수 있을 것이다.

<표 1> 길을 둘러싼 커먼즈 정치의 시기별 특징

시기	특징	커먼즈 정치 주체 및 내용
~1960년	길을 둘러싼 커먼즈 담론의 충돌	<ul style="list-style-type: none"> 근대교통수단 도입과 함께 교통사고 등 '커먼즈 비극' 발생 국가, 자본, 시민사회 등 발달이 미약한 상황으로, 주도적인 커먼즈 정치 세력 없이 커먼즈 담론 충돌
1960~1980년대	커먼즈의 의미 변용(길=통행)	<ul style="list-style-type: none"> 권위주의 국가가 강력한 커먼즈정치 주체화 자본을 대신하여 국가 주도로 커먼즈(길) 해체
1990년대 이후	커먼즈의 회복과 왜곡	<ul style="list-style-type: none"> 시민사회와 자본이 길의 커먼즈정치 세력으로 등장 시민 혹은 소비자로 호명된 이들이 커먼즈의 회복과 왜곡에 동원 또는 참여

이 연구는 연구 대상 범위를 1920~1990년대까지의 시기로 한정할 점, 길과 보행의 변화 과정을 주로 언론기사를 통한 담론 분석을 통해 파악한 점, 최근 질적 연구에 결합한 빅데이터 텍스트 분석 등 양적 분석을 시도하지 못한 점 등이 한계로서, 차후에는 이를 보완한 후속 연구가 이루어지기를 기대한다.

참고문헌

- 강현수, 『도시에 대한 권리: 도시의 주인은 누구인가』, 책세상, 2010
- 구자인, 1997, 「인간주의 도시론」, 《공간과 사회》, 통권 제 9호, 259-269
- 김대현, 1999, 「아파트 단지 옥외공간 차별화 방안에 관한 연구」, 서울대학교 대학원 박사학위논문
- 김도형, 2013, 「창조관광자원으로서 걷는 길 사업의 의미와 과제」, 《한국도시지리학회지》, 16권 1호, 145-164
- 김민영, 2003, 「식민지시대 노무동원 노동자의 송출과 철도·연락선」, 《한일민족문제연구》, 4집, 41-68
- 김상구, 2016, 「교통약자의 보행 교통사고 특성과 보행 횡단요소 분석: 여수시를 사례로」, 《디지털융복합연구》, 14권 6호, 439-448
- 김선경, 1994, 「조선 전기의 산림제도: 조선국가의 산림정책과 인민지배」, 《국사관논총》, 56집, 87-127
- 김영근, 2000, 「일제하 서울의 근대적 교통수단」, 《한국학보》, 26권 1호, 69-103
- 김용진·안건혁, 2011, 「근린의 물리적 환경이 노인의 건강 및 정신 건강에 미치는 영향」, 《한국도시설계학회지》, 제12권 제6호, 89-99
- 김은희, 2016, 「보행정책, 다시 생각할 때」, 《교통 기술과 정책》, 13권 5호, 7-8
- 김태훈, 2013, 「한국 아파트 단지 내 커뮤니티 형성을 위한 실천적 설계 조건 연구」, 서울대학교 대학원 석사학위논문
- 김혜란, 1998, 「서울 인사동지역 내 막다른 골목의 해석」, 《국토계획》, 제3권 5호, 151-166
- 네그리·하트(Antonio Negri and Michael Hardt), 『공통체: 자본과 국가 너머의 세상』, 사월의 책, 2014
- 도로교통공단, 「2021년판 OECD회원국 교통사고 비교 (2019년 통계)」, 2021
- 라무르, 크리스토퍼(Christophe Lamoure), 『길기의 철학』, 고아침 옮김, 개마고원, 2007
- 라인보우, 피터(Peter Linebaugh), 『마그나카르타선언』, 정남영 옮김, 갈무리, 2012
- 맥킨, 마가렛 A, 2019, 「공동자원과 집합재 그리고 자본주의」, 최현·장훈교·윤여일·박서현 편저, 『공동자원의 영역들』, 진인진
- 메이슨, 제니퍼, 『질적연구방법론』, 나남, 2010
- 모창환·진은수, 「보행교통사고 감소를 위한 종합적 법체계 정비방안 연구」, 한국교통연구원, 2015
- 몽고메리, 찰스(Charles Montgomery), 『우리는 도시에서 행복한가: 행복한 도시를 꿈꾸는 사람들의 절박한 탐구의 기록들』, 윤태경 옮김, 미디어월, 2014
- 박경수, 2012, 「근대(近代) 철도(鐵道)를 통해 본 '식민지 조선' 만들기: '문명(文明)'과 '동화(同化)'라는 키워드를 중심으로」, 《일본어문학》, 제 53권, 253-271
- 박인석, 『아파트 한국사회: 단지 공화국에 갇힌 도시와 일상』, 현암사, 2013
- 박인권·김진언·신지연, 2019, 「도시 커먼즈 관리의 내재적 모순과 도전들: '경의선공유지' 사례를 중심으로」, 《공간과 사회》, 제 29권 제3호, 62-113
- 박준범·남궁미, 2019, 「고령 보행자 교통사고에 영향을 미치는 환경요인에 관한 연구: 부산광역시를 중심으로」, 《한국지리학회지》, 8권 2호, 289-303
- 박철수, 『아파트 문화사』, 살림, 2006
- 박해광, 2012, 「언어분석과 문화연구」, 한국문화사회학회 지음, 『문화사회학』, 살림
- 배은경, 『현대 한국의 인간 재생산: 여성, 모성, 가족계획사업』, 시간여행, 2012
- 백혜선·박영기, 2002, 「공동주택단지 내 옥외생활공간에 대한 거주자 의식조사 및 이용행태 분석 연구」, 《대한건설학회논문집 계획계》, 18권 12호, 87-94
- 버거·루크만(Peter L. Berger and Thomas Luckmann), 『실재의 사회적 구성: 지식사회학 논고』, 하홍규 옮김, 문학과 지성사, 2013
- 블리어, 데이비드, 『공유인으로 사고하라』, 갈무리, 2015
- 서자유·김한배, 2019, 「보행환경에 관한 국내 연구와 정책 흐름 고찰」, 《한국경관학회지》, 11권 1호, 1-14
- 성수영·김상운, 2020, 「노인교통사고 실태 및 감소방안에 관한 연구」, 《한국콘텐츠학회 논문지 '20」, Vol.20 No.1, 437-447
- 성현곤, 2009, 「일상생활에서의 보행활동이 개인의 건강에 미치는 영향」, 《국토연구》, 제62권, 43-63
- 성현곤·이만형·성태영, 2015, 「여가와 통행 목적으로서의 보행활동 결정요인의 차이」, 《국토계획》, 제50권 제5호, 73-86
- 손정목, 『서울 도시계획 이야기: 서울 격동의 50년과 나의 증언』, 한울, 2003-2007
- 손상락, 2005, 「찾고 싶고 걷고 싶은 거리 만들기: 창원시 도심 보행환경 개선」, 《경남발전》, 74호, 3-9
- 쉬블리, 필립스, 『정치학 개론: 권력과 선택』, 명인문화사, 2013
- 안새롬·윤순진, 2018, 「도시 커먼즈 운동의 의미」, 《한국공간환경학회 2018년 춘계학술대회 발표집》, 135-140
- 안새롬·윤순진, 2021, 「한국의 대기·기후 운동으로 본 대기 커먼즈 정치: 유동하고 보이지 않는 공간에 대해 말하기」, 《공간과 사회》, 31권 1호, 60-101
- 여지은·노미라, 2013, 「느린 여가로써의 길기에 관한 담론」, 《한국여가레크리에이션학회지》, 제37권 제2호, 1-9
- 오성훈·김지엽·박예술, 2014, 「보행자우선도로의 보행권확보를 위한 관련법 개선방안」, 《국토계획》, 49권 8호, 79-90
- 오연옥, 2015, 「근대소설에 나타난 과학과 교통기술의 매체성 연구」, 《한국문학논총》, 71집, 407-445
- 윤재홍, 2002, 「골목과 이웃의 교육인간학」, 《교육철학》, 27집, 73-90
- 이광석, 2020, 「공유도시 서울과 도시 커먼즈적 전회」, 《공간과 사회》, 제30권 2호, 172-208
- 이기형, 2006, 「담론분석과 담론의 정치학」, 《언론과 사회》, 14권 3호, 106-145
- 이지현·김동하·유승현, 2020, 「서울시민의 이동 및 여가 목적 보행에 영향을 미치는 요인」, 《서울도시연구》, 제

21권 제4호, 233-253

- 이상록, 2006, 「박정희 체제의 '사회정화' 담론과 청년문화」, 장문석·이상록 엮음, 『근대의 경계에서 독재를 읽다』, 그린비
- 이세원·김원중·심태일, 2021, 「이면도로 보행안전 법·제도 개선 연구」, 《치안정책연구》, 제35권 제2호, 1-35
- 이옥분, 2014, 「근대기 자동차에 대한 사회적 인식」, 《디자인학연구》, 제27권 제2호, 171-180
- 이유리·주성범, 2021, 「길의 문화적 의미: 부산 갈맷길을 중심으로」, 《문화예술교육연구》, 제16권 제4호, 25-39
- 이장호, 2018, 「보행의 건강제고 효과를 고려한 도시철도 이용 편의 연구」, 《교통연구》, 제25권 제3호, 1-14
- 이종선·최혜민, 2018, 「서울시 근린환경과 목적별 보행 비교연구」, 《도시행정학보》, 31권 1호, 41-62
- 이종수, 2018,05, “보행안전과 교통사고: 걷기 좋고 안전한 보행도시 만들기”, 《월간교통》, 제243호, 15-21
- 이진경, 「근대적 주거 공간의 탄생」, 그린비, 2007
- 이현민, 2020, 「지역의 문화적 도시재생과 상업 젠트리피케이션의 대안 모색」, 《뉴 래디컬 리뷰》, 86호, 183-224
- 이 호, 1996, 「인간주의에 기반한 도시정치」, 《공간과 사회》, 7권 7호, 59-90
- 이호원, 주두환, 현철승, 김동효, 박부희, 2012, 「어린이 보호구역내 교통안전시설이 구간통행속도에 미치는 효과 분석」, 《한국ITS학회 논문지》, 11권 3호, 124-132
- 임수길, 2010,8, “제주시 차고지 증명제 운영 현황 및 정착화 방안”, 《월간 교통》 통권 제150호, 68-74
- 임준홍·이충훈·사공정희, 「서산시 원도심 상권 활성화 기초연구: 차없는 거리 조성을 중심으로」, 충남연구원, 2016
- 임지현, 2006, 「독재와 민주주의의 '근대적' 기원」, 장문석·이상록 엮음, 『근대의 경계에서 독재를 읽다』, 그린비
- 장경섭, 2011, 「위험회피시대의 사회재생산:가족출산에서 여성출산으로?」, 《가족과 문화》, 23집 3호, 1-23
- 장경섭, 2011, 「개발국가, 복지국가, 위험가족 : 한국의 개발자유주의와 사회재생산 위기」, 《한국사회정책》, 18집 3호, 63-90
- 장동현·박수빈, 2012, 「아파트 옥외공간 배치유형에 따른 공간사용행태에 관한 연구」, 《대한건축학회 논문집-계획계》, 28권 10호, 105-114
- 장훈교, 2019, 「다중심적 도시이동 공동자원체계를 위한 시론」, 최현·장훈교·윤여일·박서현 편저, 『공동자원의 영역들』, 진인진
- 정남영, 2017, 「대안근대로의 이행과 커먼즈 운동」, 《오늘의 문예비평》, 2017, 202-216
- 정남지, 2013,06, “어린이 교통사고 감소 전략과 효과”, 《월간교통》, 19-26
- 정영신, 2016, 「엘리너 오스트롬의 자원관리론을 넘어서 : 커먼즈에 대한 정치생태학적 접근을 위하여」, 《ECO》, 제20권 1호, 399-442
- 정영신, 2020, 「한국의 커먼즈론의 쟁점과 커먼즈의 정치」, 《아시아연구》, 제23권 4호, 237-260

- 정영신, 2021, 「제주 비자림로의 생태정치와 커먼즈의 변동」, 《ECO》, 제25권 1호, 257-299
- 전재호, 「반동적 근대주의자 박정희」, 책세상, 2000
- 정 석, 「나는 튀는 도시보다 참한 도시가 좋다: 정석 교수의 도시설계 이야기」, 효형출판, 2013
- 제이콥스, 제인(Jane Jacobs), 「미국 대도시의 죽음과 삶」, 그린비, 2010
- 조남건, 2014, 「힐링을 배려한 건강친화적 교통정책」, 《환경논총》, 53권, 15-24
- 조성희·강혜경, 2001, 「공동주택단지 커뮤니티 디자인을 위한 공동생활공간에 관한 연구」, 《한국주거학회논문집》, 12권 4호, 19-31
- 조혜민·이수기, 2017, 「근린환경특성이 사회적 자본의 수준에 미치는 영향 연구: 보행활동의 매개효과를 중심으로」, 《국토계획》, 52권 4호, 111-133
- 최정한, 1997, 「현단계 보행권 회복운동의 전망과 과제」, 《공간과 사회》 8권, 151-171쪽
- 최종호, 1997,9,1, “자동차수 증가에 따른 연료유소비와 주유소수 변화추이”, 《석유와 에너지》, 9호, 통권 199호, 52-55
- 퍼트남, 로버트 D. (Putnam, Robert D.), 「나 홀로 불링」, 페이퍼로드, 2009
- 하비, 데이비드(Harvey, David), 「반란의 도시」, 에이도스, 2014
- 한상희, 2007, 「집시법, 그 본원적 폭력」, 《시민과 세계》, 제 11호, 263-270
- 한 음, 조혜림, 문성철, 윤성범, 박순용, 2020, 「노인보호구역 보행자녹색시간 산정을 위한 보행속도 기준 개선」, 《한국ITS학회논문지》, 제19권 제4호, 45-54
- 홍기만, 임이정, 김종훈, 송재인, 2021, 「무단횡단사고를 고려한 노인 보행 교통사고 취약 지역 선정 연구」, 《한국재난정보학회 논문집》, 제17권 2호, 341-350
- 홍덕화, 2018, 「전환적 사회혁신과 고령사회 대응 도시 녹색 공유재를 중심으로」, 《경제와 사회》, 통권 제 117호, 317-348
- 황명주, 2015, 「돌봄노동이 된 아동보행: 산본 신도시 아파트 사례 연구」, 서울대학교 대학원 석사학위논문
- 황익주, 2005, 「골목길과 광장 및 공원: 도시에서의 '우리 동네' 형성에 관한 인류학적 에세이」, 《건축》, 제49권 1호, 69-76
- Blickstein, S., Hanson, S., 2001, “Critical mass: forging a politics of sustainable mobility in the information age”, Transportation (Dordrecht), 2001-11, Vol,28 (4), 347-36
- Furness, Z, 2007, “Critical Mass, Urban Space and Vélomobility”, Mobilities, Vol,2 (2), 299-319
- Garnett, Nicole Stelle, 2012, “MANAGING THE URBAN COMMONS”, University of Pennsylvania law review, Vol,160 (7), pp,1995-2027
- Norton, Peter D, 「Fighting traffic: the dawn of the motor age in the American city」, MIT Press, 2008

- Nikolaeva, A., Adey, P., Cresswell, T., Lee, J.Y., Novoa, A., Temenos, C., 2019, "Commoning mobility: Towards a new politics of mobility transitions", *Trans Inst Br Geogr*, Vol,44(2), 346-360
- Parker, P., Johansson, M., 2012, "Challenges and potentials in collaborative management of urban commons", *Multi-faceted nature of collaboration in the contemporary world*, 92-113
- Sheller, Mimi ; Urry, John, 2003, "Mobile Transformations of 'Public' and 'Private' Life", *Theory, culture & society*, 2003-06, Vol,20 (3), 107-125

포스터세션 5 국제협력

- 환경정의 관점에서의 REDD+ 사업의 갈등 분석
탄자니아 린디지역 REDD+ 사업 사례를 중심으로
강미량
- 탄자니아 REDD+ 사업의 비용·편익 비교분석
강미량
- 북한의 역사문화환경에 대한 시론적 연구
최고지도자의 교시, 법령 및 로동신문의 내용분석을 중심으로
김서린
- 다중스케일적 관점에서 도시권 갈등 분석
멕시코시티 BRT 7호선 사례를 중심으로
심은지
- 기후위기 시대 아세안의 탄소고착화 요인 분석
유예지
- 김정은 시기 환경 인식 변화와 경제정책
『경제연구』 문헌 분석을 중심으로
이경수
- 독립형 태양광 시설의 지속가능성에 사회문화적 요인이 미치는 영향
이현아

환경정의 관점에서의 REDD+ 사업의 갈등 분석

탄자니아 린디지역 REDD+ 사업 사례를 중심으로

강미량 서울대학교 환경대학원 박사과정

1. 서론

기후변화에 관한 정부 간 협의체(IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change)는 REDD+를 통하여 보존된 산림 생태계는 수자원 보전과 더불어 지역주민들에게 사회적, 경제적, 환경적 편익을 증진하는데 기여할 수 있고 비용효율적인 온실가스 감축 수단(IPCC, 2014)이라고 평가하였다.

그러나 REDD+ 사업이 추진되는 동안 REDD+에 대한 비판이 지속적으로 제기되고 사업 내 갈등이 나타나고 있다. 온실가스 감축이라는 명목아래 사업대상지의 지역주민들이 산림에서의 생존권을 박탈당하고 있으며 탄소배출권의 배분 또한 제대로 이루어지고 있지 않은 실정이다. 따라서 본 연구는 선행연구의 분석을 통하여 REDD+ 사업의 갈등이 고조되고 있는 탄자니아 린디지역의 REDD+ 사업을 환경정의 관점에서 분석하고 갈등해소 방안을 모색하는데 목적이 있다.

2. 본론

1) 사례선정 배경

탄자니아는 국민의 80%가 산림에 의존하고 있으나 산림 황폐화가 많이 진행되어 있고, REDD+ 사업 이전에 주민참여 산림관리(PFM : Participatory Forest Management)가 타 국가들에 비해 비교적 잘 이루어지고 있었다는 점에서 REDD+ 사업이 지역 주민들에게 어떠한 영향을 미쳤는지 환경정의 관점에서 살펴볼 만한 가치가 있다. 또한, 본 사업이 시작되기 직전인 2009년부터 지역 주민들과 사업 시행 주체와의 갈등이 생겨 기후정의 세계지도(Global Atlas of Environmental Justice)에 소개되어 연구의 사례로 선정하였다.

2) 자료수집과 분석 방법

본 연구는 문서와 인터뷰로 자료를 수집하였다. 문서 자료는 본 사업과 관련한 2차 자료로 사업이 진행되면서 발간된 사업계획서 등의 보고서와 관련 뉴스 및 학술논문을 검토하였다. 추가적으로 사업

추진 관련 공여국인 노르웨이의 개발 협력단 담당자와 이메일 인터뷰를 실시하였고, 탄자니아 산림과학 연구소에서 REDD+ 사업을 연구한 연구원과 이메일 및 메시지로 인터뷰를 실시하였다.

3) 환경정의 관점에서의 REDD+ 사업의 갈등 분석 결과

(1) 승인적 정의

사업을 수행하는 행위자는 마을 주민들이 주장하는 전통적으로 내려오는 관습적인 마을경계를 인정하지 않고 성문화된 법과 지도를 가지고 마을의 경계를 설계하려고 했다. 또한, 사업의 효과를 증진하기 위해 사업 수행자들은 강압적으로 지역주민들의 산림 이용을 금지하고 임산물 채취마저도 못하게 막았으며, 심지어 사업 대상지 내 경작을 하는 지역 주민들을 쫓아내려고 까지 했다(Scheba, 2016).

산림의 이용과 관련하여 지역주민의 권리가 무시되고 있는 근본적인 이유는 사업수행자와 지역주민 간의 산림을 바라보는 관점이 다르기 때문이다(Nielsen, 2014). 정부로부터 예산을 받아 사업을 성공적으로 이끌어야 하는 사업 수행자는 산림을 기후변화 대응을 위한 매우 중요한 탄소 흡수원이며 온실가스 감축을 위한 비용효율적인 객체라고 본다(Nielsen, 2014). 이와 같이 산림에 대한 인식 차이로 인해 지역주민들이 삶의 터전인 산림에서 이루어지고 있는 REDD+ 사업에 대해 자신들의 입장을 적극적으로 표명하고 권리를 주장하지 못하는 현 상황은 승인적 정의측면에서 매우 불합리하다고 판단할 수 있다.

(2) 절차적 정의

REDD+ 사업은 장기간으로 실시되고 지역주민들의 삶의 터전인 산림을 대상으로 하는 사업이라 사업 추진 전에 지역주민들에게 충분한 설명을 통해 사업에 대한 동의를 이끌어내야 한다. 그러나 사업 수행자들은 계획된 기간 내에 사업을 추진하기 위해 일부 지역주민과의 면담을 하고 모든 지역주민으로부터 동의를 받았으며 절차적인 정의를 어긴다. 본 사업에서도 지역주민들의 인터뷰 결과, 충분한 설명이 없었고 설명회 분위기 자체가 권력이 불균형한 상태라 어쩔 수 없이 동의를 한 주민들도 있었다. 본 사업의 CCB(Climate, Community and Biodiversity) 사업계획서 내 반차별(Anti-Discrimination) 항목에 보면 여성에 대한 차별이 해당 사업의 잠재적인 위험요소가 될 것이라고 기재되어 있다. 사업 착수에 앞서 해당 지역사회가 여성이 차별받고 결정권의 권한이 없는 문화라는 것을 사전에 감지했다면 여성들에 대해서만 별도로 설명회를 열고 동의를 구했어야 절차적 정의에 합당하다고 할 수 있다.

(3) 분배적 정의

탄자니아 린디지역 REDD+ 사업의 경우 제한적으로 산림을 이용하는데 비용을 지불하고 온실가스 감축으로 인한 보상의 배분에서 분배적 부정의가 나타났다. 온실가스 감축으로 인해 지역주민들은 개인당 39,000TShs(약 25 USD)을 보상받았다. 그러나 50개의 널빤지와 70개의 기둥을 수확하기 위한 2달간의 산림 이용권을 20,000TShs(약 13 USD)을 지불해야 하는 상황으로 REDD+ 사업의 편익은 지역주민의 기회비용을 상회하지 못한 것으로 나타났다. 가구 소득이 저하되고 및 식량 확보가 어려워져 생활이 더 힘들어졌다고 응답한 지역주민들도 있었다. 또한, 지역주민들은 산림 이용권으로 지불되는 금액과 탄소배출권으로 인한 수익을 마을 간부 협의회나 간부들과 좋은 관계를 가진 주민들에게 돌아가는 분배적인 부정의가 있는 것으로 확인되었다(Scheba, 2016).

3. 결론

REDD+ 사업과 같이 산림에서 삶을 영위하는 원주민의 삶과 직결되는 사업은 더욱 환경정의적 관점에서 문제를 짚어보고 해결해나가야 할 필요가 있다. 대부분의 REDD+ 사업 지역은 접근이 힘든 오지에 위치하고 있으며, 원주민들은 영어로 소통이 어렵기 때문에 원주민들이 REDD+ 사업으로 피해를 보고 있다고 하더라도 이들의 목소리를 들을 수 있는 창구가 없는 실정이다. 대부분의 사업계획서나 이행 보고서를 작성하는 주체가 사업수행자이기 때문에 사업에서의 갈등이나 문제점보다는 사업으로 인해 효과를 본 측면 등 좋은 점들로 포장되어 사업이 잘 진행되고 있는 것처럼 보이지만 환경정의 관점에서 평가했을 때 부족한 부분이 여전히 많이 존재하고 있다.

본 연구는 갈등이 고조되고 있는 탄자니아 린디지역의 REDD+ 사업을 환경정의 관점에서 분석하고 갈등해소 방안을 모색한 점에서 정책적인 시사점을 주지만, 현장에서의 직접적인 조사가 이루어지지 않았다는 한계점을 가지고 있다. 따라서 추후에 갈등의 당사자들과의 인터뷰 등이 추가적으로 실시된다면 더욱 깊이있는 논의가 이루어질 수 있을 것이다.

참고문헌

- 강미량. 2014. "탄자니아 REDD+ 사업의 비용·편익 비교분석." 중앙대학교 산업창업경영대학원 석사학위 논문 (미간행).
- 김소연. 2021. "한국 먹거리정의 운동의 형성과 전개 : (사)환경정의 사례를 중심으로." 『환경사회학연구 ECO』 25(1): 37-79.
- 박병도. 2013. "기후변화 취약성과 기후정의." 『환경법 연구』35(2): 61-94.
- 산림청. 2016. 『국제 탄소시장에서 거래 가능한 국내 산림탄소 사업 모델 개발 최종보고서』, p32~33.
- 산림청. 2013. 『REDD+ 교육교재』, p20.
- 윤순진. 2006. "환경정의 관점에서 본 중·저준위 방사성 폐기물 처분장 입지선정과정." 『환경사회학연구 ECO』 10(1): 7-42.
- 윤순진. 2003. "[기후 변화의 쟁점들] 기후 변화와 환경정의." 『환경과 생명』36-69.
- 정법모. 2017. "초법적 살해, 위험관리의 아웃소싱?" 『아시아연구』20(2): 53-80.
- 허훈, 홍성우. 2015. "환경정의 관점에서의 군사시설 입지와 운용에 따른 갈등 및 피해실태 분석: 미군 영평사격장 사례를 중심으로." 『분쟁해결연구』13(3): 29-64.
- Agyeman, J. 2005. Sustainable Communities and the Challenge of Environmental Justice. New York: NYU Press.
- Andreas Scheba & Suraya Scheba, 2017. "REDD+ as 'inclusive' neoliberal conservation: the case of Lindi, Tanzania." Journal of Eastern African Studies 11(3). 526-548.
- Andreas Scheba, O. Sarobidy Rakotonarivoba, 2016. "Territorialising REDD+: Conflicts over market-based forest conservation in Lindi, Tanzania," Land Use Policy 57: 625-637.
- Anne M. Larson, David Solis, Amy E. Duchelle, Stibniati Atmadja, Ida Aju Pradnja Resosudarmo, Therese Dokken, Mella Komalasari, 2018. "Gender lessons for climate initiatives: A comparative study of REDD+ impacts on subjective wellbeing." World Development 108(2018) 86-102.
- Bond, Patrick. 2011. "Politics of Climate Justice: Paralysis above, Movement below," Presented to the Gyeongsang University, Institute of Social Science, Jinju.
- Bullard, Robert D. & Glenn S. Johnson. 2000. "Environmental Justice: Grassroot Activism and its Impact on Public Policy Decision Making" Journal of Social Issues 56(32): 555-578.
- Kimberly R. Marion Suseeya. 2016. "Transforming Justice in REDD+ through a Politics of Difference Approach." Forests 7, 300.
- Mustalahti, I., A. Bolin, E. Boyd, and J. Paavola. 2012. Can REDD+ reconcile local priorities and needs with global mitigation benefits? Lessons from Angai Forest, Tanzania. Ecology and Society 17(1): 16.

- Nielsen, T. 2014. "The role of discourses in governing forests to combat climate change. International Environmental Agreements," Politics, Law and Economics 14(3), 265-280.
- Tanzania Forest Conservation Group. "MJUMITA Community Forest Project(Lindi) Project Design Document For Full Validation Using the Climate, Community and Biodiversity(CCB)."
- Yatish A Lele, Jitendra Vir Sharma, 2020. "Carbon finance: Solution for mitigating human-wildlife conflict in and around critical tiger habitats of India," The Energy and Resources Institute, New Delhi.
- Zinta Zommers, 2013. "Global forest-protection plan depends on carbon credits." The Globe and Mail 2013. 4. 2.

신문기사

- 이유진. 2014. "'지구의 허파' 지킴이, 원주민일까 자본일까.'한겨레', 2014.12.16.
- 이유진. 2009. "그린피스 '사과 광고' 예언은 적중했다." 『오마이뉴스』 2009. 12. 21.
- 이진우. 2009. "너희의 지구가 아닌 우리의 지구다." 『주간경향』 2009. 12. 24.
- 조보영. 2014. "협상만 있는 리마...스톡홀름 신드롬에 빠지다. '기후 식민주의', 극복 가능할까?" 『프레시안』 2014. 12. 12.

웹사이트

- 환경운동연합. "기후변화 그릇된 해결책 위험, 기후정의 위해 행동 취해야.", <http://kfem.or.kr/?p=148705> (2022년 04월 29일)
- IPCC. "Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU)." https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_chapter11.pdf (2022년 04월 30일)
- <https://www.tfcg.org/wp-content/uploads/2018/05/MJUMITA-Community-Forest-Project-Lindi-CCB-PDD.pdf> (2022년 04월 30일)

탄자니아 REDD+ 사업의 비용·편익 비교분석

강미량 서울대학교 환경대학원 박사과정

1. 서론

전 세계 온실가스 배출량의 약 18%가 산림전용 및 산림황폐화로 인해 발생하고 있으며(IPCC, 2007), 산림은 UN에서 유일하게 인정하는 온실가스 흡수원이다. 2020년 기준 전 세계적으로 총 625개의 REDD+ 사업이 진행되었으며 대륙별로 살펴보면 중남미 지역이 270건, 아시아 태평양 지역이 185건, 아프리카 지역은 170건 순으로 나타났다(CIFOR, 2020).

아프리카는 산림전용 및 황폐화가 심각한 문제임에도 불구하고 동남아 및 라틴아메리카의 대륙별 REDD+ 사업과 비교하여 아프리카의 REDD+ 활동 이행은 저조한 편이다. REDD+ 사업은 경제적 가치 창출과 더불어 산림보전을 통한 지역의 환경·사회적 후생 또한 증가시킬 수 있어 아프리카에 상당히 필요함에도 불구하고, 아프리카는 기후변화 문제 해결을 위한 국제 협력 및 협약 체결의 과정에서 소외되고 있는 실정이다(Cerbu et al., 2009).

아프리카의 REDD+ 사업을 확대하기 위해서는 사회·환경적 영향까지 포함한 REDD+ 사업의 경제적 효과성에 대한 분석이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 세계 5번째의 순 산림감소 국가(FAO, 2010)임에도 불구하고 REDD+ 사업이 여타 국가들에 비해 저조한 아프리카의 탄자니아를 중심으로 REDD+ 사업의 경제성을 알아보고자 한다. 또한 분석 결과를 바탕으로 아프리카 지역의 REDD+ 사업의 활성화 방안에 대한 방안 또한 고찰해 보고자 한다.

2. 본론

1) 연구방법

본 연구는 탄자니아의 시행중인 REDD+ 사업에 대한 비용·편익 분석으로 현지조사를 실시하기에는 물리적으로 한계가 있어, 문헌자료 분석 위주로 연구를 실시하였다. 또한, 탄자니아 산림연구소(TAFORI, Tanzania Forestry Research Institute), UN-REDD 탄자니아 담당자, REDD+ 사업 시행 기관과의 이메일 면담을 통해 문헌자료의 부족한 부분을 보완하였다. 본 연구의 절차는 아래 <표 1>과 같다.

〈표 1〉 연구 절차 및 방법

주요 내용	세부 내용	분석 방법
사례 연구 분석	탄자니아에서 시행되고 있는 4개의 REDD+ 사업 분석	사업계획서 분석, 담당자와 이메일 면담
투입요소와 결과물의 계량화	· 비용 : REDD+ 사업에 소요 되는 모든 자원 · 편익 : 탄소 크레딧 수입 및 산림의 비현금 가치 (수자원, 생물다양성, 존재 및 유증가치)	UN-REDD Cost elements tool 탄자니아 정부 발간 보고서
할인율 결정	사회적 이자율 선택(국공채 이자율 및 할인율)	탄자니아 중앙은행 공시
비용-편익 분석	NPV, B/C Ratio, IRR 산출	사업기간 30년 가정
민감도 분석	· 할인율 변화에 따른 비용-편익 분석(10, 12, 15, 20%) · 탄소배출권 가격 변화에 따른 비용-편익 분석 (5, 7.8, 10, 15, 20 US\$/tCO ₂ e)	할인율 변화 탄소배출권 가격변화

2) 사례 선정의 배경

노르웨이 정부는 2009년부터 5년간 탄자니아의 REDD+사업 이행능력 개발을 위해 약 US\$ 73백만을 지원하였다. 이러한 노르웨이 정부의 지원으로 탄자니아는 9개의 REDD+ 시범사업을 실시하였다. 9개의 시범사업 중 UN-REDD에서 깊이 있는 분석을 위해 자료구축이 잘 되어있고 이행률이 가장 높은 4개의 사업을 선정하였다.

3) 분석 결과

탄자니아의 4개의 REDD+ 사업의 비용편익 분석결과, 할인율 12%, 탄소배출권 가격 US\$ 7.8/tCO₂e에서 비현금 가치를 고려하지 않았을 때는 Lindi 사업이 유일하게 경제적으로 타당하다는 결론이 나왔으며, 비현금 가치를 고려하였을 경우 JGI 사업을 제외한 모든 사업에서 경제성이 있는 것으로 나타났다.〈표 2〉

〈표 2〉 탄자니아 REDD+ 4개 사업 비용-편익 분석 요약

구분		JGI	MCDI	Kilosa	Lindi
비현금 가치 미고려	NPV (US\$)	-4,154,048	-521,704	-507,972	246,863
	BCR	0.3	0.7	0.89	1.05
	IRR	#NUM!	8%	9%	13%

비현금 가치 고려	NPV (US\$)	-2,164,773	293,820	2,918,191	3,302,655
	BCR	0.6	1.1	1.6	1.7
	IRR	-5%	15%	38%	36%

3. 결론

1) 결과에 대한 고찰

분석 결과를 살펴보면, 비현금 가치를 고려하지 않았을 경우 Lindi 사업을 제외한 모든 사업은 적용된 할인율과 탄소배출권 가격 하에서 경제성이 없는 것으로 나타났다. 4개의 사업 중 Lindi 사업의 총 투자비용은 US\$ 53,986,028로 가장 컸으나, REDD+ 사업으로 인한 순배출감축량 또한 3,600,000 tCO₂e로 가장 많아 경제성이 제일 높은 것으로 나타났다. 두 번째로 비현금 가치를 고려했을 경우, JGI 사업을 제외한 모든 사업에서 경제적으로 타당하다는 결론이 나왔다.

탄자니아 산림연구소(TAFORI, Tanzania Forestry Research Institute)에서 탄자니아 Mufindi 지역을 대상으로 조사한 REDD+ 사업의 경제성 있는 탄소배출권 가격은 US\$ 23/tCO₂e 이었다. 지역마다 각각의 기회비용 및 기준선이 상당히 상이하지만, 온전히 현금가치만 고려했을 경우, 탄자니아를 비롯한 아프리카에서 REDD+ 사업의 경제성 있는 탄소배출권 가격은 현재 거래되는 가격을 상위해야 함을 알 수 있다.

이와 같은 경제적 효과성을 분석을 바탕으로 아프리카에 REDD+ 사업을 확대하기 위해서는 배출권 가격에 대한 제도적인 장치와 REDD+ 사업시행에 대한 방법론적인 장치를 생각해 볼 수 있다.

① 배출권 가격에 대한 제도적 장치

REDD+ 사업이 단순히 사업 지역의 탄소배출권 판매로 인한 편익에만 국한되는 것이 아니라 산림 보존을 통한 범 지구적 환경증진에도 영향을 미친다. 특히 열대림은 1ha당 탄소축적이 500-1,000 이산화탄소톤으로 우리나라와 비교하여 2-5배 정도의 탄소잠재력을 가지고 있다. 따라서 탄소배출권에 열대림 보전이라는 명분으로 추가 지급을 하는 제도적인 장치를 고려해 볼 필요가 있다.

② REDD+ 사업시행에 대한 방법론적인 장치

혼농임업이나 조림사업과 같은 대체소득원 개발을 위한 방법론적인 장치가 필요하다. Jtoafrica에 의하면 아프리카 인구의 70%는 산림에 의존하며 생계를 유지한다고 한다. 기존의 조사된 자료들을 살

펴보면 실제 REDD+ 사업이 이행중인 지역의 주민들은 단순히 현금과 같은 인센티브를 지불 받는 것보다 지속가능한 생계유지를 할 수 있는 지원을 더욱 선호하는 것으로 나타났다. 따라서 지역 주민들의 REDD+ 사업에 적극적인 참여를 불러일으키기 위해서는 기회비용을 상회할 수 있을 정도의 지속 가능한 대체 소득원 개발과 같은 방법론적인 장치에 대한 고안이 필요하다.

2) 연구의 한계와 과제

본 연구는 탄자니아의 REDD+ 사업에 대한 비용-편익을 분석하고, 이를 바탕으로 아프리카의 REDD+ 사업의 활성화 방안에 대해 모색하였다. 환경윤리학자 홀름스 롤스톤(Holmes Rolston)은 자연자원이 가지고 있는 잠재적인 경제 가치는 상상을 초월한다고 했다. 따라서, 산림과 같은 환경재의 경우 개인의 효용이나 후생까지도 포함한 총 경제적 가치를 포괄적으로 평가하여야 한다.

본 연구에서는 비현금 가치로 수자원함양, 생물다양성, 존재 및 유증가치에 한하여 편익을 산출하였다. 또한 탄자니아 정부에서 발간한 보고서를 참고하였지만 이 수치들은 해당 REDD+ 사업지역의 현황을 직접적으로 반영하지는 못한다. 따라서, 다양한 가치들에 대해 정확한 수치를 이용하여 현실성 있는 총경제적 가치에 대한 분석이 필요하다.

참고문헌

- 김래현, 배재수. 2014. '바르샤바 REDD+ 프레임워크': 전망과 대응. 국립산림과학원. 18.
- 김성일. 2011. REDD가 Hot한 7가지 이유. 서울: Anybook.
- 김통일, 김성일, 빅터 테플리아코프, 이동호, 최가영. 2011. REDD의 국제적논의 동향과 정책적 함의. 한국임학회지, 100(4), 548-557.
- 김홍배. 1997. 계획가와 정책가를 위한 NoteBook : 비용편익분석론. 서울: 홍문사.
- 대외경제정책연구원. 2010. UNCCD 제10차 총회개최를 통한 사막화방지국제협력사업 확대방안, 62.
- 동부지방 산림청. 2008. FSC 산림경영인증 취득을 위한 업무매뉴얼, 6-7.
- 배재수. 2007. 개도국의 산림전용 방지, p.4
- 산림청. 2009. 기후변화와 산림.
- 산림청. 2010. 개도국 탄소흡수원 분야 기후변화 대응역량강화를 위한 국제협력사업 확대방안 연구 보고서, 187.
- 산림청. 2013. REDD+ 교육교재. 20.
- 송성호. 2012. 지하수자원의 경제적 가치 평가 적용과 관련한 최근동향. 지하수토양환경 Vol. 17(2), 1-6.
- 오영출. 2012. 북한지역의 기후변화협약 산림메카니즘 활용방안 연구. 서울대학교 대학원 박사학위 논문.
- 임효숙, 김정인, 김재진. 2009. 아프리카의 기후변화 대응역량 구축을 위한 CDM 활용 가능성. 한국아프리카학회지 제29집, 55-78.
- 조장환. 2012. 북한 산림전용 방지수단으로서의 REDD 사업의 경제적 타당성 연구. 서울대학교 대학원 석사학위 논문.
- 최윤희. 2001. 지역개발사업의 비용편익분석에 대한 평가. 연세대학교 대학원 석사학위 논문.
- 한국개발연구원. 2000. 「예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 연구」, 58.
- 한국개발연구원. 2007. 환경분야 민간투자사업 적격성조사 지침 연구.
- 한기주. 2011. 산림탄소시장 동향 2011, 산림지, 2011(11), 60-63.
- 환경부. 2003. 환경정책의 비용/편익분석 지침서, 21-33.
- Bellassena, V. & Gitz, V. 2008. Reducing Emissions from Deforestation and Degradation in Cameroon: Assessing Costs and Benefits. Ecological Economics, Vol.68, No.1-2.
- Daniel Nepstad et al. 2007. The Costs and Benefits of Reducing Carbon Emissions from Deforestation and Forest Degradation in the Brazilian Amazon, United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) Conference of the Parties (COP), Thirteenth session.
- CIFOR REDD 프로젝트 데이터 베이스,
https://www.reddprojectsdatabase.org/view/databaselogin.php 2022년 7월 30일

- CIFOR, 2014. The challenge of establishing REDD+ on the ground—Insights from 23 subnational initiatives in six countries.
- Daniel L. Martino, 2009. REDD: Cost–Benefit Analysis at the Country Level, REDD at the Copenhagen Climate Talks, Hanoi, Vietnam—13 November 2009.
- Elizabeth, Wisdom, Mahmud, Claudia, 2008. Are There Opportunities for Sub–Saharan Africa?. International Food Policy Reserach Institute.
- Energy and Water Utilities Regulatory Authority, 2013. Water Utilities Performance Review Report 2012/2013.
- Erry Prasetyo, 2013. Converting or Conserving the Forests:A Cost–Benefit Analysis of Implementing REDD in Indonesia, Master of International Affairs, School of Public and International Affairs, Columbia University.
- De Rus, Gines, 2012, Introduction to Cost–benefit Analysis, Edward Elgar Pub, 박완규, 2012, 비용–편익 분석개론, 박영사.
- FAO, 2010. 『Carbon Finance possibilities for agriculture, forestry and other land use projects in a small holder context』, FAO, ROME.
- Faraji Nuru,1 Jumanne Moshi Abdallah,2 and Yonika Mathew Ngaga2, Opportunity Costs of REDD+ to the Communities of Mufindi District, Iringa, Tanzania, Hindawi Publishing Corporation International Journal of Forestry Research Volume 2014, Article ID 697464, 7 pages.
- Forestry and Forest Products Research Institute, 2012. REDD+ COOK BOOK, 16.
- Forest Trends, 2011. REDD Guidance. Technical Project Design, Washington D.C.
- Forest Trends, 2013. Ecosystem Marketplace, Regional Briefing:Sub–Saharan Africa–Climate Finance Brief 7 Fundamentals.
- Gillian A, Cerbu a, Brent M, Swallow b,* , Dara Y, Thompson, 2010. Locating REDD: A global survey and analysis of REDD readiness and demonstration activities, environmental science & policy14(2011), 168–180.
- Global Canopy, 2008. The Little REDD+ Book,60.
- Hope, C. and Castilla–Rubio, J.C, 2008. A first cost benefit analysis of action to reduce deforestation 'Climate Change: Financing Global Forests', 13/2008 University of Cambridge
- IPCC GPG, 2003. Good Practice Guidance for Land Use, land–use change and forestry.
- IPCC, 2014. Agriculture, Forestry and Other Land Use(AFOLU), Working Group III - Mitigation of Climate Change.
- IPCC, 2014. Acceptance of The Actions Taken at the Twelfth Session of Working Group III.
- Matieu, Danae, Vincent, David, Riccardo, 2011. Implementation of REDD+ in sub–Saharan Africa:

state of knowledge, challenges and opportunities. Environment and Development Economics: 1–24.

- Molly Peters–Stanley, Katherine Hamilton, Daphne Yin, 2012. Ecosystem Marketplace, State of the Forest Carbon Markets 2012, 1.
- Molly Peters–Stanley, Gloria Gonzalez, Daphne Yin, 2013. Ecosystem Marketplace, State of the Forest Carbon Markets 2013.
- Neil D, Dalsgaard, Christognus, Kilawe, Marshall, K.T. Munishi, Willcock, 2010. Getting ready for REDD+ in Tanzania: a case study of progress and challenges. Fauna & Flora International, Oryx, 44(3), 339–351.
- Nophea Sasaki, 2010. Benefits of tropical forest management under the new climate change agreement—a case study in Cambodia, Environmental science & Policy 13 (2010)384–392
- Rhett A, Butler, 2009. Norway emerges as champion of rainforest conservation, mongabay.com, March 19, 2009, from news.mongabay.com.
- Peter, 2010. Forestry and REDD in Africa, Jotoafrica, 2010(9).
- Stich, Monica, 2009. An Economic Analysis of REDD Carbon Payments on Agricultural Expansion in Bolivia, Master of Environmental Management degree in the Nicholas School of the Environment of Duke University.
- The Ministry of Natural Resources and Tourism, 2003. Resource economic analysis of catchment forest reserves in Tanzania.
- World Bank, 2011. Estimating the Opportunity Costs of REDD+: A training manual. Version 1.3. The World Bank, Washington.

북한의 역사문화환경에 대한 시론적 연구

최고지도자의 교시, 법령 및 로동신문의 내용분석을 중심으로

김서린 서울대학교 환경계획연구소 객원연구원, 숲과나눔 특정주제연구자

1. 서론

최근 한국에서는 ‘왕릉뷰 아파트’ 사건으로 인해 역사문화환경에 대한 전 국민적 관심이 고조되었다. ‘왕릉뷰 아파트’ 사건의 김포 장릉은 조선 제 16대 인조의 부모인 원종과 인현왕후를 모신 능으로 1970년 국가 문화재 사적 제202호로 지정된 이후로 2009년에는 타 지역에 분포한 왕릉 39기와 더불어 유네스코 세계문화유산으로 등재된 한국의 소중한 유산이다. 한국의 역사문화환경은 문화재보호법과 국토의 계획 및 이용에 관한 법률 그리고 각 지자체의 조례로 인해 법적으로 보호받고 있다. 문화재보호법 제13조 제3항에서 지정한 것처럼 대부분 문화재 구역은 500m이다. 1구역은 ‘보존구역’으로서 건축물의 신축이 불가하며, 2구역부터는 건축물의 높이와 층수가 제한된다. 하지만 ‘왕릉뷰 아파트’ 사건에서도 볼 수 있듯이, 한국에서는 역사문화환경과 관련된 법적인 보호 체계가 성립되어 있음에도 불구하고, 유산과 그 주변 환경에 대한 보호가 철저히 이뤄지지 않고 있는 상황이 지적되고 있다.

그렇다면 우리와 역사와 문화를 공유했던 북한의 역사문화환경은 어떻게 보존 관리되고 있을까? 본 연구는 개발 위협으로부터 유산과 그 주변 환경을 보호하는 방법으로써 면적인 보호지역 개념인 역사문화환경을 주목한다. 북한에서는 어떤 개념으로 정의되고 있으며, 어떻게 보존 관리되고 있는지, 그리고 개별 유산의 역사문화환경이 구체적으로 보존 관리 되고 있는지 파악하는 것이 본 연구의 목적이다.

본 연구에서는 법령, 최고지도자의 교시 및 로동신문의 내용분석을 주된 연구방법으로 삼았으며, 역사문화환경 관련 업무를 담당할 경험이 있는 북한이탈주민과의 면담을 통해 교차확인하였다. 먼저, 법령의 내용분석을 통해 북한의 역사문화환경에 대한 법적 개념과 정의 및 관련 법제를 분석하였고, 최고지도자 교시와 로동신문의 내용분석을 통해 최고지도자에 따른 역사문화환경의 정책 기조의 변화와 그 실상에 대해 파악하였다.

2. 북한의 역사문화환경

1) 역사문화환경

한국에서 역사문화환경은 문화재보호법 제2조에 따라 “문화재 주변의 자연경관이나 역사적·문화적인 가치가 뛰어난 공간으로서 문화재와 함께 보호할 필요성이 있는 주변 환경”으로 정의된다. 한국에서 역사문화환경은 문화재와 문화재 주변을 보호하는 공간 단위의 보존대상을 의미하는 개념으로 일본에서는 ‘역사마을’, ‘고도’, ‘보존권역’ 등의 용어로 쓰이며, 영국의 English heritage에서는 ‘역사환경’, 국제규범에서는 ‘역사도시’, ‘역사도시경관’, ‘집단건축물군’ 등으로 언급하고 있다.

학계에서는 ‘역사문화환경’과 더불어, ‘역사환경’, ‘역사도시’(박훈, 2012), ‘문화재 경관’(김민호 외, 2010), ‘역사도시경관’(채혜인, 2012; 서영애, 2015), ‘역사문화도시’(손진상, 2010) 등 다양한 용어가 사용되고 있다. 점 단위 문화재 개념에 대응하는 의미로 ‘면 단위 문화재 보호개념’(김정원 외, 2001; 정석, 2009; 권영상, 2011), ‘광역적인 문화재 보호정책’(문화재청, 2007) 등으로 제시되기도 한다. 본 고에서는 문화재보호법에서 정의하는 ‘역사문화환경’을 따랐다.

2) 북한의 역사문화환경

북한에서는 역사문화환경이라는 용어를 쓰고 있지 않지만, 면적인 보호지역이라는 개념에서의 유사한 의미를 갖는 보호지역을 정리하면 다음과 같다. 먼저, 문화유산과 관련해서는 민족유산보호법에 따른 ‘력사유적보호구역’이 있으며, 자연유산과 관련해서는 명승지·천연기념물보호법에 따른 ‘명승지’, ‘천연기념물보호구역’, 환경보호법에 따른 ‘특별보호구’, 자연보호구법에 따른 ‘자연보호구’, 토지법에 따른 ‘특수토지’, ‘특별보호림’을 예로 들 수 있다. 이들 보호지역에서는 보호지역 내의 산림자원 및 동식물자원의 보호가 장려되며, 환경보호질서 위반행위와 생산시설물 및 탄광 및 광산 등의 시설물 건설이 제한된다.

3. 북한 역사문화환경의 정책 기조의 변화와 그 함의

북한에서는 1933년 일제강점기에 제정 공포된 조선보물고적명승천연기념물보존령을 반영하여, 1946년 보물고적천연기념물 보존령을 선포하였다. 그 이후로 1990년대에는 문화유물보호법과 명승지, 천연기념물보호법을 제정하고, 2012년에는 기존의 문화유물보호법을 폐기하고, 문화유산보호법을, 2015년에는 문화유산보호법을 폐기하고, 민족유산보호법을 제정하였다. 이렇듯 해방 직후부터 상당한 관심을 갖고 발전해오는 것을 볼 수 있다. 김정은 정권 이후 법령 제정과 개정, 민족문화유산 관련

지시를 통해 유네스코 생물권보전지역과 랍사르 습지 등의 국제보호지역의 등재에 상당한 관심을 보이고 있다.

역사문화환경에 대한 최고지도자의 첫 교시는 김일성 주석의 1947년 금강산에서의 첫 교시로 볼 수 있다. 또한 김일성은 1949년 묘향산에서의 교시를 통해 민족문화유산을 잘 보존하여야 한다는 내용을 발표하였는데, 이때 묘향산에 있는 금광 개발을 금지하여 자연환경을 보호해야 하며, 묘향산에 위치한 여러 유적을 보호하는 것이 중요하다는 것을 언급했다. 한편, 김정은은 2014년 10월 24일 ‘민족유산보호사업은 우리 민족의 력사와 전통을 빛내는 애국사업이다’를 발표했는데, 이 담화문에서도 명승지의 탐승도로와 시설물을 애호관리해야 하며, 명승지를 보호관리하는 데 있어 생태환경을 파괴하지 않고 원상태로 보존하는 것이 강조되었다. 최근에는 국제적 규범에 따라 역사문화환경의 구역을 지정하고 보존관리하는 것에 관심을 갖고 있음을 확인할 수 있다.

4. 결론

본 연구에서는 그동안 다루지지 않았던 북한의 역사문화환경에 대한 이해를 도모한 첫 시도라는 점에서 의의가 있다. 최고지도자의 교시를 토대로 한 문헌 내용분석을 통해 북한의 역사문화환경의 보존과 관리에 대한 실체를 드러내고자 했으나, 실제로 최고지도자의 교시에 따라 보존 관리되고 있는지 그 실상에 대해 명확히 밝히기 어려웠다는 점에서 한계가 있다. 따라서 향후 연구에 대해 연구자는 다음과 같이 제언하고자 한다. 먼저, 북한의 역사문화환경의 보존 관리에 대한 실상을 밝히기 위해서는 중국의 법제와의 비교가 필요하다. 남한에서는 일본의 영향을 받아 경관법, 문화재보호법 등 역사문화환경을 둘러싼 법과 제도를 구축해왔지만, 북한은 중국과 긴밀한 관계를 통해 관련 법제를 발전시켜 왔다는 점에서 추후 중국의 관련 법제의 통시적 분석 및 북한과의 비교를 통해 북한에 대한 심도 있는 이해를 도모할 필요가 있다. 두 번째로 남한의 법제 변천과의 비교 등을 통해 남북의 역사문화환경의 교류 협력을 위한 시사점을 도출할 필요가 있겠다.

참고문헌

- 김민호, 김승제, 2010, 문화재 경관보호를 위한 높이규제 개선방안에 관한 연구, 대한건축학회 학술발표대회 논문집 30: 183-184.
- 박훈, 2012, 역사도시 경주의 역사환경 특성과 가치에 관한 조사연구:구도심 지역의 도시조직 변화를 중심으로, 대한건축학회연합논문집 14.1: 159-170.
- 서영애, 2015, 역사도시경관으로서 서울 남산, 국내박사학위논문 서울대학교 환경대학원.
- 손진상, 2010, 역사문화도시의 보존법제에 관한 연구, 公法學研究 11: 295-323.
- 채혜인, 박소현, 문화유산 국제보존원칙에서 나타난 역사도시경관의 보존개념, 대한건축학회논문집 31.2: 253-260.

다중스케일적 관점에서 도시권 갈등 분석

멕시코시티 BRT 7호선 사례를 중심으로

심은지 숲과나눔 특정주제연구자

1. 서론

본 연구의 목적은 도시·사회 문제를 해결하기 위해 명목상의 정치적 민주주의와 시장지향적 해결을 중시하는 최근 도시권의 주류 논의의 한계를 규명하는 것이다. 이를 설명하기 위해 본 연구는 멕시코시티의 간선급행버스(Bus Rapid Transit, BRT) 시스템인 메트로버스 7호선 사례를 다룬다. BRT 시스템은 단순히 교통문제를 해결하기 위한 공급 측면의 대중교통 정책을 넘어서 시민들의 삶의 질, 안전, 건강을 보장하고 저비용, 고효율의 친환경적 대중교통 정책으로 더욱 지속가능한도시를 만들기 위한 정책으로 평가된다(정병두, 2020; Carrigan 외, 2013). BRT 시스템의 이러한 특성은 모든 시민이 도시의 서비스, 활동 기회에 접근할 권리를 보장할 수 있는 대중교통 정책으로 평가받고 있다(Morales, 2010:1). 멕시코시티는 2005년부터 메트로버스라는 BRT 시스템을 도입해왔다. 멕시코시티의 BRT 시스템은 도시환경문제를 해결하기 위해 다양한 이해관계자를 포함하는 지속가능한개발을 위한 환경 거버넌스를 구축한 것으로 평가받으며(Francke et al., 2012; Mejia-Dugand et al., 2013), 2013년 교통개발정책연구소(Institute for Transportation and Development Policy, ITDP)로부터 지속가능한 교통상을 수상하기도 했다.

하지만 메트로버스의 각 노선은 시행 단계에서 지속해서 시민사회와 갈등을 빚어왔다. 특히 가장 최근에 개통된 7호선의 경우 건설 과정에서 주민단체, 환경단체, 역사/문화단체의 반발을 겪었다. 갈등의 주된 이유는 메트로버스 7호선 건설이 차풀테펙 숲(Bosque De Chapultepec)과 레포르마 거리(Paseo de la Reforma)의 환경과 역사, 문화 유적 등을 훼손한다는 것이었다. 갈등이 심화되자 앞선 반대 단체 연합은 메트로버스 7호선 건설을 중단시키기 위해 헌법소원을 제기했으며, 그 결과 멕시코 시티 연방 법원의 판결로 7호선 건설은 잠정적으로 중단되었다. 따라서 본 연구는 멕시코시티의 메트로버스 7호선 사례를 통해 최근의 도시권 논의가 성장지향적인 지속불가능한 개발의 한계를 보이고 있으며 이에 대항하는 시민운동이 탈성장 도시라는 대안적 논의를 제공할 수 있는 가능성을 제공한다고 주장한다.

2. 본론

1) 연구방법

(1) 다중스케일적 관점에서 도시에 대한 권리

르페브르의 도시권 개념은 학계뿐만 아니라 정책 입안자, 사회 운동가 등 다양한 행위자들의 주목을 받았지만, 이론적으로 복잡하고 논쟁적이기 때문에 도시권을 이해하는 다양한 관점이 존재한다(Marcuse, 2009:189). 도시권을 둘러싼 논의는 주로 법적 권리를 보장하는 제도적 측면과 실질적으로 도시 생산에 참여할 권리를 주장하는 급진적 측면으로 구분된다. 전자는 기존의 민주주의적 법적 시스템에 시민들의 참여권을 포함함으로써 도시권을 보장하고자 하며(Purcell, 2014: 142), 후자의 경우 기존 사회 시스템에 대한 변혁적인 요구를 주장한다(Mayer, 2009; Kuymulu, 2014). 경제적 측면에서 두 관점 사이의 가장 큰 차이는 시장과 자본에 대한 논의이다. 재생산적 관점의 경우 도시의 교환가치에 집중하여 기술과 자본을 통해 문제를 해결하고자 하며 변혁적 관점의 경우 도시의 사용가치에 중점을 두고 도시를 실제로 이용하는 것에 초점을 맞춘다. 따라서 행위자들의 이해와 가치에 의해 도시권의 해석은 다양해질 수 있으며, 행위자들은 이를 바탕으로 저마다의 정치적 행위를 이어나가며 각자의 공간을 형성해나간다.

이러한 맥락에서 다중스케일 관점에서 각자의 도시권에 대한 해석을 기반으로 형성한 사회-공간을 이해하는 것은 해당 사례를 설명하는 데 유용하다. 다중스케일 관점에서 특정한 공간의 규모는 주어진 것이 아닌, 국가와 지역 등 다양한 스케일에서 형성된 사회 행위자들의 정치적 전략의 경합 공간이자 결과물이다(박인옥, 2020; 이상현 외, 2014). 다양한 정치, 경제, 사회적 행위자들은 자신의 이익을 확보하기 위한 기반을 유지하기 위해 특정 공간에 국지화된 네트워크에 의존하게 되는데, 이때 이 네트워크의 공간적 범위를 '의존의 공간(space of dependence)'이라고 하며, 이러한 의존의 공간을 보호하기 위한 정치적 전략 중 하나가 '연대의 공간(space of engagement)'을 형성하는 것이다(Cox, 1998; 박배균, 2012). 즉, '의존의 공간'의 행위자들은 자신들의 이해와 가치를 보호하고 정치적 정당성을 확보하기 위해 자신들의 장소에 더욱 광범위한 사회적 관계를 구축하고자 하며, 이러한 '스케일 점프(jumping scales)'를 통해 구축된 네트워크와 정책적 연대가 형성되는 '연대의 공간'을 구축하는 '스케일의 정치(politics of scale)'가 발생한다(박배균, 2012; Cox, 1998, Hwang et al., 2017). 따라서 본 연구는 멕시코시티의 메트로버스 7호선을 둘러싼 각 사회적 행위자들을 찬성과 반대 집단으로 구분하여, 이들의 도시권에 대한 이해와 가치를 보호하기 위해 어떠한 담론과 전략을 활용하였는지 살펴보고자 한다.

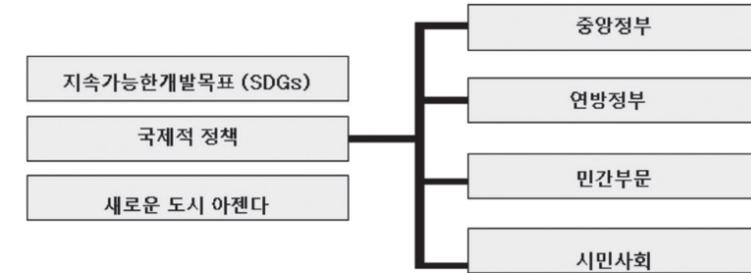
2) 멕시코시티 BRT 거버넌스의 구축의 맥락화

(1) 멕시코시티의 정치·경제적 맥락에서 도시개발 거버넌스의 변화

먼저 멕시코시티의 도시개발 거버넌스의 변화를 살펴보기 위해 정치·경제적 맥락을 살펴보고자 한다. 1982년 부채위기 이후 멕시코는 기존 수입대체산업화(Import Substitution Industrialization, ISI) 경제 성장 전략에서 신자유주의 정책 기조로 전환하였다. 멕시코 경제의 중심부 역할을 수행하던 멕시코시티 또한 기존 제조업 부문에서 금융, 부동산 관련 서비스와 같은 3차 산업으로의 전환을 경험했다. 이 과정에서 1990년대 중반, 제도혁명당(Partido Revolucionario Institucional, PRI)은 분권화와 민주화 정책을 공표하며 멕시코시티는 민주주의 체제로의 이행을 경험했다. 이처럼 중앙권력을 도시와 지방으로 분권하는 정책은 정치, 경제적으로 효율적인 대안으로 여겨지며 1990년대에는 지방 분권화를 위한 전반적인 개혁이 이뤄졌다(서지현, 2021, 13). 이러한 배경에서 1980년대와 1990년대 신자유주의화와 민주화 과정에서 민-관 파트너십과 전문가의 참여가 강조되는 “관리형 모델”과 “성장형 모델”이 주류 도시 거버넌스 모델로 자리 잡게 되었다(ibid.).

하지만 1990년대 후반, 지나친 구조조정정책과 신자유주의의 피로로 인해 국민들은 새로운 정권에 표를 던졌고 멕시코시티에서 연이어 좌파와 중도좌파 성향의 정권이 집권하며 신자유주의 정책에서 벗어나기 시작했다(Dosh and Smith, 2014, 1). 특히, 2000년부터 2018년까지 중도좌파당인 민주혁명당(Partido de Revolucion Democratica, PRD)의 의원들이 멕시코시티의 시장으로 선출되며 신자유주의 정책과 반하는 정치적 정체성을 내세웠다. 하지만, 선출된 세 시장 모두 곧 도시 개발 의제를 진전시키기 위해 민간투자 또는 민간-공공 파트너십을 적극적으로 활용했다. 이러한 역설적인 상황을 이해하기 위해서는, 멕시코시티에서 민주혁명당(PRD)이 집권한 이래로 계속해서 멕시코시티 연방 행정부는 반대 정치 성향의 정단인 제도혁명당(PRI)과 국가행동당(Partido de Accion Nacional, PAN)의 대통령과 대면했다는 국가적 차원을 고려해야 한다(Becker and Muller, 2013, 80). 멕시코 연방 시스템에 따라 도시의 지출 우선순위와 연방 재정 이전은 국가 차원에서 결정되기 때문에, 멕시코시티의 민주화는 도시의 정치적 자율성을 강화했지만 동시에 지방 행정부는 자체 수익 창출 능력에 더욱 의존하게 되었다(ibid.). 즉, 2000년부터 2018년까지 계속해서 멕시코시티를 집권했던 중도좌파 시장들의 경우, 자신의 성향과 반대되는 정부 수반, 제한된 도시 자금의 상황을 고려하여 자신들의 정치적 정체성과 지지기반을 지키면서 동시에 수익을 창출할 수 있는 전략으로써 민간투자 또는 공공-민간 파트너십을 적극적으로 활용했다(Dosh and Smith, 2014). 이와 같은 상황에서 국제사회 의제, 대표적으로 “지속가능한개발 목표(Sustainable Development Goals, SDGs)” 또는 시민사회를 대표하는 NGO들의 참

여는 새로운 도시개발 거버넌스에 정당성을 부여하는 역할을 수행했다. 이러한 신자유주의화 과정에서 세계화를 경험하며 멕시코시티의 도시개발 거버넌스는 다음 <그림 1>과 같이 변화했다.



<그림 1> 멕시코시티 도시개발 거버넌스의 변화, Vazquez, and Flores(2022)를 바탕으로 저자 재구성

(2)멕시코시티 BRT 거버넌스 형성

멕시코시티의 BRT 시스템인 메트로버스 거버넌스 또한 이러한 도시개발 거버넌스의 틀에서 형성되었다. 당시 안드레스 마누엘 로페스 오브라도르(Andrés Manuel López Obrador, AMLO) 시정은 BRT 프로젝트가 아닌 고속도로 개발 프로젝트 수행에 전념하고 있었다. 하지만 고속도로 개발 프로젝트의 정당성과 재정에 대한 시민들의 압력에 직면하게 되었고 이러한 대중의 반대와 재정 압박에 부딪혀 시정부는 원래의 계획을 변경하고 메트로버스 프로젝트로 시선을 돌렸다(Varela, 2015, 10-1). 즉, 국제사회의 정책과 부합하여 재정 및 정책적 지원을 받을 뿐만 아니라 시민사회를 대표하는 다수의 NGO가 참여하는 메트로버스 프로젝트의 정당성과 재정 지원을 활용하고자 한 것이다.

이처럼 행위자의 다양화와 민-관협력을 통한 문제 해결로 특징지어지는 도시개발 프로젝트는 1990년대 후반부터 현재까지 다양한 도시개발 분야의 모범적인 거버넌스 모델로 활용되어왔다. 하지만 행위자들의 정치-경제적 관계, 가치의 배분, 거버넌스에 포함되지 못한 시민사회를 고려할 때 해당 거버넌스의 한계를 발견할 수 있다. 따라서 본 연구는 이처럼 천편일률적인 도시개발 거버넌스 하에 이루어진 일련의 도시개발 프로그램으로 장기간 내재하였던 사회 문제가 가시화가 된 특징적인 사례 중 하나로 메트로버스 7호선 건설과정에서 발생한 갈등 지형을 분석한다.

〈표 1〉 멕시코시티 BRT 거버넌스 형성

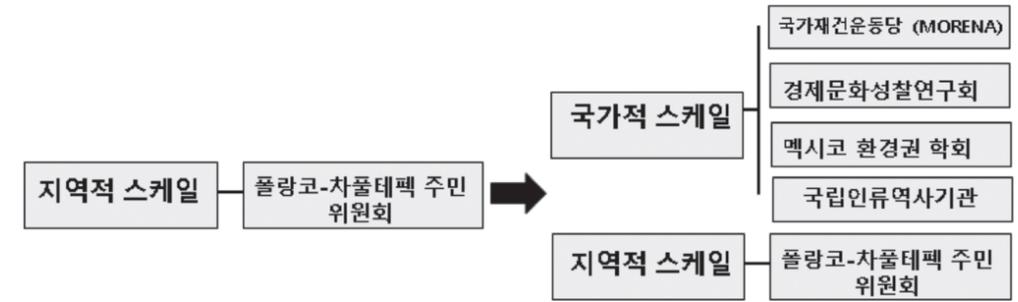
정부	멕시코시티 연방 정부(Government of the Federal District of Mexico City)
	교통 및 도로 사무국(Secretary of Transport and Roadways)
	멕시코시티 연방 환경 사무국(Secretary of Environment of the Government of the Federal District)
국제기구	세계은행(World Bank)
	지구 환경 기금(Global Environment Facility)
공공부문	멕시코시티 연방 여객 운송 네트워크(Red de Transporte de Pasajeros del Distrito Federal: RTP)
	메트로버스(Metrobus)
민간부문	Ruta 2
	CISA
시민사회	세계자원연구소 교통환경센터(EMBARQ/WRI)
	CTS-Mexico

Bell (2011, 37-8) and Francke et al. (2012, 22-5)를 바탕으로 저자 재구성

3) 멕시코시티 BRT 7호선 갈등 지형 분석

2016년 12월 1일 메트로버스 7호선 건설이 시작되었다. 메트로버스 7호선은 건설 초기부터 근처의 주민단체와 갈등을 빚어왔다. 지역 주민들은 메트로버스 7호선 건설로 인한 과도한 벌목과 문화 유적의 훼손, 불필요한 노선으로 인한 교통혼잡 등의 이유로 건설을 반대했다. 특히 메트로버스 7호선이 지나는 주요 노선의 주민들은 폴랑코-차풀테펙 주민 위원회(Comite Vecinal Polanco'Chapultepec)를 결성하여 건설 초기부터 강력하게 건설을 반대했다.

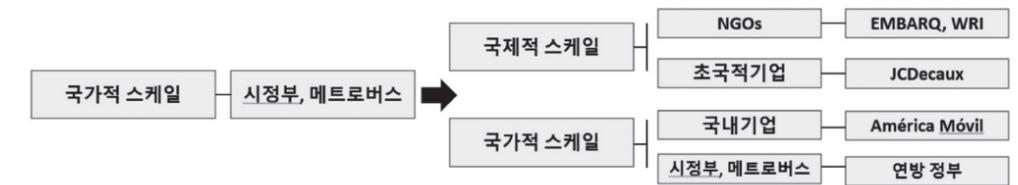
주민 위원회는 주로 1) 역사적 중심지인 레포르마 거리의 훼손, 2) 대중 시위가 빈번하게 이루어지는 공공 장소로서의 레포르마의 가치의 훼손, 3) 레포르마 거리의 벌목을 통한 생태적살인(ecocide)에 대한 반대, 4) 불필요한 노선으로 인해 예상되는 도시 교통 혼잡, 5) 멕시코시티의 최대 녹지 지역인 차풀테펙 숲 일부의 훼손 등을 이유로 다음의 이유로 메트로버스 7호선 건설을 반대했다(Espejored, 2017). 그러나 주민단체와 시민단체의 요구에도 불구하고 시정부와 메트로버스 당국은 도시 주변의 주민들의 접근성 향상과 도시 내 온실가스 배출 감축의 필요성을 강조하며 메트로버스 7호선 건설을 수정하거나 중단하지 않겠다고 주장했다(Felipe Rodea, 2017.05.28.).



〈그림 2〉 메트로버스 7호선 갈등 지형 변화(반대집단)

이러한 상황에서 주민 위원회의 멕시코 환경권 학회(Academia Mexicana de Derecho Ambiental, AMDA) 소칠밀코 자치 대학교의 경제문화성찰연구회(Grupo de Reflexion sobre Economia y Cultura)와 같은 시민단체들은 환경 문제와 사적 이윤 추구 문제를 연계함으로써 무리하게 광고 공간을 설치하기 위해 해당 지역의 녹지 공간을 개발하는 시정부와 메트로버스 당국의 행위가 반생태적이라는 담론을 내세웠다. 이에 메트로버스 7호선 건설 허가를 주었던 국립인류역사기관 또한 해당 공간의 광고 공간 설치에 대해 반대했다. 즉, 반대 집단은 도시 공간의 생산과 기존의 시장 메커니즘의 문제를 지적하는 보다 변혁적인 도시권에 대한 요구를 주장했다.

하지만 메트로버스 당국은 다양한 사회 행위자들에 의해 합의된 메트로버스 프로젝트의 법적 정당성과 공공성을 강조했다. 특히 다양한 NGO들의 지지를 통해 시민사회가 지지하는 친환경적 대중교통 시스템이라는 주장과 JCDecaux와 같은 초국가적 기업과의 협력을 통해 도시 서비스를 개선하고 현대화한다는 담론을 사용했다. 즉, 메트로버스 찬성 집단의 경우 사회의 다양한 행위자들의 지지와 다양한 이해관계자들의 참여를 보장하는 제도적 정당성을 내세우며 도시권을 법적 요구라는 제한적 의미에서 이해하는 모습을 보인다. 이처럼 좁은 의미에서 고안된 도시권을 보장하는 도시 정책의 경우, 시행 단계에서 발생하는 다양한 변혁적인 요구들은 다루지 않거나 이미 다루어진 것으로 치부하는 한계를 보인다.



〈그림 3〉 메트로버스 7호선 갈등 지형 변화(찬성집단)

3. 결론

본 연구는 메트로버스 7호선 갈등 사례를 통해 도시권에 대한 다양한 이해를 확인할 수 있었다. 시 정부와 메트로버스 당국의 경우 기존의 민주주의적 법적 절차를 통해 시민의 참여를 보장하는 '재생산적 참여(reproductive participation)'를, 주민단체, 환경단체, 역사단체 등 저항세력의 경우 도시 공간의 사용 가치를 보호하기 위한 '변혁적인 참여(transformative participation)'를 통해 도시권을 실현하고자 했다. 시민들의 이러한 요구는 1990년대 후반부터 이어진 민-관협력을 통한 문제 해결로 특징지어지는 멕시코시티의 도시개발 거버넌스의 한계를 보여준다. 즉, 도시의 교환가치에 집중하여 기술과 자본을 통해 문제를 해결하고자 하는 좁은 관점의 도시권에서 고안된 도시 정책과 다양한 행위자들의 참여를 명목적으로 제도화하여 제도적 정당성을 내세우며 도시권을 법적 요구라는 제한적 의미에서 이해하는 한계를 시민들의 변혁적인 요구에서 찾아볼 수 있다.

참고문헌

- Becker, A., & Miller, M. M. 2013. The securitization of urban space and the "rescue" of downtown Mexico City: Vision and practice. *Latin American Perspectives*, 40(2), 77-94.
- Carrigan, A., et al. "Social, environmental, and economic impacts of BRT systems. Bus Rapid Transit Case Studies from Around the World", EMBARQ. 2013, <https://www.wrirosscities.org/sites/default/files/Social-87-Environmental-Economic-Impacts-BRT-Bus-Rapid-Transit-EMBARQ.pdf> 2020년 10월 03일
- Dosh, P. G. J., & Smith, J. 2014. Neoliberalism and City Hall in Lima and Mexico City: Comparing Mayors Ebrard, Mancera and Villarán. Center for Latin American and Caribbean Studies.
- Felipe Rodea., 2017.05.28. "A pesar de oposici?n, L?nea 7 del Metrob?s no modificar? ruta: Sobse."

El Financiero. (available at <https://www.elfinanciero.com.mx/nacional/a-pesar-de-oposicion-linea-del-metrobus-no-modificara-ruta-sobse.html>, Access Date: 11 Sep 2020).

- Francke et al., 2012. "Mobilising private investment for bus rapid Transit systems: the case of Metrobus, Mexico City", *Towards a Green Investment Policy Framework-Case Study Series*, 1-47
- Hwang, J. T., Lee, S. H., & Muller, D. 2017. "Multi-scalar practices of the Korean state in global climate politics: The case of the Global Green Growth Institute", *Antipode*, 49(3), 657-676.
- Kuymulu, M. B. 2014. "Claiming the right to the city: Towards the production of space from below", Ph.D. dissertation, The City University of New York.
- Marcuse, P. 2019. "From critical urban theory to the right to the city". *City*, 13(2-3), 185-197.
- Mayer, M. 2009. "The 'Right to the City' in the context of shifting mottos of urban social movements", *City*, 13(2-3), 362-374.
- Mejia-Dugand et al., 2013. "Lessons from the spread of bus rapid transit in Latin America", *Journal of Cleaner Production*, 50, 82-90.
- Purcell, M. 2014. 'Possible worlds: Henri Lefebvre and the right to the city'. *Journal of urban affairs*, 36(1): 141-154.
- 박배균. 2012. 「한국학 연구에서 사회-공간론적 관점의 필요성에 대한 소고」, 『대한지리학회지』, 47(1), 37-59.
- 박인옥., 2020. 「갈등의 공간적 전이와 다중스케일적 연구: 한국화약의 시흥·소래 지역 공유수면매립 갈등 사례」, 『도시연구』, 17, 135-170.
- 서지현. 2021. 도시 거버넌스 변화와 사회·공간적 함의: 브라질 리우 데 자네이루 파벨라의 사례. 『포르투갈-브라질 연구』, 18(2), 7-36.
- 이상현, 이정필, 이보아. 2014. 「다중스케일 관점에서 본 밀양 송전탑 갈등 연구」, 『공간과 사회』, 48, 252-286.
- 정병두. 2020. 『도시와 교통』, 서울: 크레파스북.

기후위기 시대 아세안의 탄소고착화 요인 분석

유예지 태국 치앙마이대학교 사회과학대 박사과정, 숲과나눔 특정주제연구자

1. 서론

본 연구는 기후위기 시대, 탈석탄과 에너지전환이 전 지구적 과제로 부상하고 있음에도 불구하고 화석연료 중심의 에너지 시스템이 여전히 강고한 지위를 유지하고 있는 아세안¹에 주목한다. 전 세계에서 가장 빠르게 성장하고 있는 아세안은 2020년 기준, 285기가와트 규모의 발전설비용량을 구축하고 있으며 이 중 3분의 2 이상이 화석연료(석탄 31.4%, 가스 30.9%, 석유 4.2%)를 기반으로 하고 있다(Wahyono 외, 2021). 아세안 국가들의 2021~2025년 발전설비용량 추가계획을 살펴보면 재생에너지도 추가될 예정이나 화석연료가 38.57%로 상당한 비중을 차지하고 있다. 특히 온실가스 배출 주범이자 인근 지역의 환경과 주민건강에 악영향을 미치는 석탄의 경우 20,241메가와트, 즉 국내 최대 규모의 태안 석탄발전소(6,100메가와트, 10기 운영)가 아세안에 33기 더 건설되는 것과 같은 규모의 석탄발전소 증설계획이 포함되어 있다(Wahyono 외 2021). 코로나19 발생 이후 아세안 내 석탄발전 증가 속도가 감소하긴 했지만 아세안 국가들의 석탄 선호 추세는 계속될 것으로 전망되고 있다(Zein 2020). 이러한 상황에 주목하여 본 연구는 아세안 내 석탄 및 화석연료 중심의 에너지시스템이 지속되고 있는 탄소고착화 현상을 분석하고자 한다.

2. 본론

1) 탄소고착화(carbon lock-in)와 담론적 고착화(discursive lock-in) 개념 소개

탄소고착화란 화석연료에 기반한 사회기술체제의 관성을 뜻한다. 주로 기술·인프라, 제도, 행태 세 측면을 중심으로 탄소고착화 현상이 분석되어왔으나(Unruh 2000; 2002; Unruh & Carrillo-

1 아세안(ASEAN)은 Association of Southeast Asian Nations, 즉 동남아시아국가연합의 줄임말로 동남아 지역협력체를 지칭한다. 1967년에 창설된 아세안은 브루나이, 캄보디아, 인도네시아, 라오스, 말레이시아, 미얀마, 필리핀, 싱가포르, 태국, 베트남 10개국으로 구성되어 있으며 경제, 정치·안보, 사회·문화적 협력을 목적으로 한다. 본 연구에서는 아세안을 동남아 지역을 지칭하는 용어로도 함께 사용하고자 한다.

Hermosilla 2006; Seto 외 2016), 최근에는 탄소고착화를 정당화시키고 공고화시키는 담론의 역할에 주목하는 연구들이 증가하고 있다(Buschmann & Oels 2018). 언어란 단순히 객관적인 현실을 기술하는 중립적인 수단이 아니라 사람들의 인식에 영향을 주고 나아가 실재를 구성할 수 있는 강력한 힘을 지니고 있다는 구성주의적 인식론에 기반하여, 버쉬만과 올스(2018)는 탄소고착화와 에너지전환 연구에 있어 담론의 중요성을 강조하며 '담론적 탄소고착화' 개념을 제안하였다. 이러한 문제의식에 따라 본 연구 역시 탄소고착화 개념을 담론적 측면까지 확장하여 아세안의 탄소고착화 요인을 다음과 같이 분석하였다.

(1) 신생 석탄발전소의 높은 비중과 장기간의 전력구매계약

첫 번째 요인으로는 아세안 역내 신생 석탄발전소의 높은 비중을 들 수 있다. 여기서 신생발전소는 가동을 시작한 지 10년 미만인 발전소를 지칭하는데 신생 석탄발전소의 비중이 높은 것이 문제가 되는 이유는 보통 전력구매계약이 20~30년 장기로 체결되기 때문이다. 미국 싱크탱크인 에너지경제·재무분석연구소에 따르면, 아세안 국가 중 석탄발전 비중이 높은 인도네시아, 베트남, 필리핀의 경우 가동기간이 10년 이내인 석탄발전 설비용량(석탄발전설비 내 비중)이 각각 20,666메가와트(65.8%), 17,484메가와트(83.8%), 6,367메가와트(58.2%)를 차지하고 있었다(Isaad 2021). 반면 30년 초과 가동된 노후석탄발전소 비중은 6.3%, 2.6%, 6.1%로 상당히 적은 비중을 차지하고 있다. 따라서 20~30년 장기로 체결되는 전력구매계약을 고려해볼 때 현재 아세안 국가들이 신규 석탄발전소 건설 중단을 선언한다고 해도 아세안 지역의 석탄발전의존도는 최소 10~20년 지속될 것으로 보인다.

(2) 기술적 해결책(technological fix) 선호

다음으로는 아세안이 에너지전환과 탄소감축에 있어 기술적 해결책을 선호한다는 점이다. 아세안 에너지센터는 아세안 지역의 저탄소 에너지전환을 어렵게 하는 요인으로 높은 화석연료 비중과 재생에너지 부문 투자 부족을 꼽은 바 있다(Utama 2022). 그러나 그 해결방안으로 아세안이 주목하고 있는 것은 기존의 석탄발전소를 폐쇄하거나 신규발전소 건설계획을 취소하는 것이 아니라 기술개선을 통해 석탄발전의 효율성을 높이는 것이다. 다시 말해 계획된 설비용량은 유지하되 고효율저배출 청정석탄기술을 활용하여 이산화탄소 배출을 기존의 배출전망치보다는 적게 줄인다는 계획이다. 2040년까지 계획된 총 234기가와트의 석탄발전설비를 발전효율이 높은 초초임계압(Ultra Supercritical)으로 전환할 경우 5억 톤의 이산화탄소 배출을 줄일 수 있다고 강조하고 있지만(Utama 2022), 이는 청정석탄기술

을 적용하지 않았을 경우 예상되는 183억 톤의 이산화탄소에서 단지 5억 톤만을 감축한 것으로 여전히 178억 톤의 이산화탄소는 배출될 것이라는 사실을 가리고 있다.

(3) 청정석탄기술과 석탄옹호담론 생산

마지막으로는 화석연료 중심의 에너지시스템을 유지하기 위해 담론적 차원에서 (재)생산되고 있는 석탄옹호담론을 들 수 있다. 1999년 1월 1일 설립된 아세안에너지센터는 역내외 에너지관련 정보와 지식의 중추 역할을 하고 있는데 정책보고서, 언론기고문, 행사 등을 통해 아세안의 지역적 맥락에서는 아직 탈석탄은 시기상조라는 점을 강조하는 한편, 석탄산업에 대한 사회·환경적 우려는 청정석탄기술을 통해 해결할 수 있다는 주장을 반복적으로 제시하고 있다. 특히 아세안경제공동체 달성을 위한 에너지부문 청사진인 '에너지협력을 위한 아세안행동계획'의 7개 우선협력분야 중 하나가 '석탄 및 청정석탄기술'이며 "청정석탄기술 장려를 통해 아세안 내 석탄의 이미지를 제고"한다는 목표를 단도직입적으로 밝히고 있다(아세안 홈페이지). 또한 아세안에너지센터는 2013년부터 '아세안석탄어워드'를 개최하여 사회·환경적으로 논란이 되고 있는 석탄산업이 '청정하고 깨끗할' 수 있으며 '책임 있는 자세로' 운영될 수 있다는 점을 보여주는 동시에 석탄산업을 정당화하는 효과를 낳고 있다(아세안에너지센터 홈페이지).

3. 결론

본 연구는 아세안의 탄소고착상태의 요인으로 첫째, 신생 석탄발전소의 높은 비중과 장기간의 전력 구매계약, 둘째, 기술적 해결책 선호, 셋째, 청정석탄기술과 석탄옹호담론 생산에 대해 살펴보았다. 이 세 가지 요인 이외에도 전력수급계획 수립과정이 폐쇄적이고 비효율적이기 때문에 전력수요가 과대 예측되어 과잉투자가 발생하고 있다는 점, 화석연료 중심의 에너지시스템이 여전히 강력한 상황에서 재생에너지의 등장은 화석연료 이해당사자들에게 위협으로 인식되어 관련법제나 지원제도가 여전히 미비하다는 점도 아세안의 탄소고착상태를 유지하는 데 상당한 영향을 주고 있다. 그러나 고착화된 상태란 "형성 중인 경로의 일시적인 안정상태(temporary stabilization of paths-in-the-making)"를 의미하기 때문에 변화의 가능성은 항상 존재한다(Buschmann & Oels 2018: 3). 따라서 후속연구에서는 아세안의 탈석탄 및 저탄소 에너지전환을 위해 기존의 고착상태에 균열을 낼 수 있는 전환점들을 모색해보고자 한다.

참고문헌

- Buschmann, P., & Oels, A. 2019. The overlooked role of discourse in breaking carbon lock-in: The case of the German energy transition. *WIREs Climate Change*, 10(3), 1-14. <https://doi.org/10.1002/wcc.574>
- Isaad, H. 2021. Coal Lock-in in Southeast Asia: An Analysis of Existing and Planned Coal-fired Capacity in Southeast Asia (p. 17). Institute for Energy Economics and Financial Analysis (IEEFA). https://ieefa.org/sites/default/files/resources/Coal-Lock-In-in-Southeast-Asia_December-2021_5.pdf
- Seto, K. C., Davis, S. J., Mitchell, R. B., Stokes, E. C., Unruh, G., & Ürge-Vorsatz, D. 2016. Carbon Lock-In: Types, Causes, and Policy Implications. *Annual Review of Environment and Resources*, 41(1), 425-452. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-110615-085934>
- Unruh, G. C. 2000. Understanding carbon lock-in. *Energy Policy*, 28(12), 817-830. [https://doi.org/10.1016/S0301-4215\(00\)00070-7](https://doi.org/10.1016/S0301-4215(00)00070-7)
- Unruh, G. C. 2002. Escaping carbon lock-in. *Energy Policy*, 30(4), 317-325. [https://doi.org/10.1016/S0301-4215\(01\)00098-2](https://doi.org/10.1016/S0301-4215(01)00098-2)
- Unruh, G. C., & Carrillo-Hermosilla, J. 2006. Globalizing carbon lock-in. *Energy Policy*, 34(10), 1185-1197.
- Utama, N. A. (2022, January 10). ASEAN Energy Transition Status. Japan External Trade Organization (JETRO) Webinar. <https://www.eria.org/uploads/media/PPT/2022-Jan-Dr.-Nuki-Agya-Utama-FPCI-ERIA-METI-Public-Discussion.pdf>
- Wahyono, A. D., Ienanto, G., & Suryadi, B. 2021. ASEAN Power Updates 2021. <https://aseanenergy.org/asean-power-updates-2021/>
- Zein, Z. M. (2020, October 15). COVID-19: The turning point for coal in Southeast Asia? *Southeast Asia Globe*. https://globalchinacenter.shss.ust.hk/media_reports/covid-19-turning-point-coal-southeast-asia

웹사이트

- "ASEAN Energy Cooperation - Priority Areas of Cooperation", <https://asean.org/our-communities/economic-community/asean-energy-cooperation/> 2022년 6월 29일
- "About ASEAN Energy Awards", <https://aseanenergy.org/work/award/> 2022년 6월 29일

김정은 시기 환경 인식 변화와 경제정책

『경제연구』 문헌 분석을 중심으로

이경수 서울대 한국정치연구소 객원연구원

1. 서론

지속가능발전 목표와 국제 환경협약에서 각국의 의무를 규정하는 핵심 원칙은 ‘공동의, 그러나 차별화된 책임(Common But Differentiated Responsibility, 이하 CBDR)’이다. CBDR은 모든 국가가 공동으로 책임을 부담한다는 점을 명확히 하는 동시에 국가별 책임 분담에 있어 선진국과 개발도상국 간 차이를 둔다. CBDR은 국제협약에 폭넓게 적용되고 있으나 매우 논쟁적인 과정을 경유하며 정립된 원칙이기도 하다. 대표적으로 미국은 교토의정서부터 선진국의 차별적 의무 규정에 반발해 왔고 중국은 개발도상국 입장 대변을 자처하며 CBDR과 남북문제를 연결시켜 선진국의 책임을 강조했다. 선진국은 개발도상국이 성장 우선 정책을 취하면서 환경을 파괴할 가능성에 우려를 표하는 반면 개발도상국은 자국의 경제 성장과 ‘발전권’을 위해 기존의 이분법적 분류를 유지할 것을 주장한다.

개발도상국은 환경 보호보다는 경제 성장을 중시할 가능성이 높은 것으로 여겨져 왔다. 북한 또한 개발도상국 일반과 마찬가지로 환경 보호와 경제 성장 중 후자에 무게중심을 두는 입장을 취할 가능성이 높다. 2019년 북한의 1인당 GDP는 1,300달러 내외(DPRK 2021)로 전 세계 하위 20%에 속해 경제 성장이 중요한 상황이며 김정은 집권 이후 경제강국 건설을 더욱 강조하고 있어 환경과 경제 간 트레이드오프가 발생한다면 경제 성장을 우선시할 가능성이 존재한다.

북한에 있어 경제와 환경 정책 간 서로 상충하는 지점이 존재할 수 있다는 사실을 배경으로 이 글에서는 다음 질문을 제기하고자 한다. 첫째, 북한은 어떤 인식 하에 환경 보호를 추진하며, 국제 환경 협력을 실행하고 있는가? 둘째, 북한의 환경 인식은 경제정책에 있어 어떤 함의를 갖는가? 이 글은 북한 경제에서 환경, 생태, 녹색 논의와 경제정책에 반영되는 양상을 검토함으로써 위의 질문에 답하고자 한다.

2. 본론

1) 연구방법

(1) 북한 경제문헌의 키워드 네트워크 분석

위 질문에 대답하기 위해 2012-2020년 김정은 집권 이후 발간된 북한의 대표적 경제 전문지인 『경제연구』를 일차적인 분석 대상으로 삼았다. 『경제연구』에서 환경, 녹색, 생태, 저탄소, 순환경제, 재자원화 등 환경 키워드를 포함한 61개 글을 대상으로 해 텍스트마이닝을 실시했다. 각 글의 제목에서 명사만을 추출해 언급된 단어의 단순 빈도수를 파악하는 한편 동시출현빈도(co-occurrence)를 계산해 각 단어가 어떤 단어와 밀접히 연결되어 사용되었는지 확인했다. 텍스트 분석에서 한국어 형태소를 추출하는 데는 R3.7.2 프로그램과 KoNLP 패키지를 활용했다.

(2) 북한 경제문헌의 질적 분석

김정은 시기 들어 북한의 경제 학술지에서 이루어진 환경 관련 논의의 변화 양상을 살핀다. 북한이 강조하고 있는 순환경제, 녹색경제, 환경경제 등 일련의 개념과 정책의 내용을 검토하고, 현재 실천되고 있는 방안을 살펴봄으로써 환경과 개발을 조화시키는 데 있어 북한의 환경 인식이 경제정책 논의에서 수용되는 양상을 검토하고자 했다.

2) 연구결과

분석 결과 연결중심성이 높은 단어는 발전 → 건설 → 보호 → 산업 → 순환 → 재자원화 순으로 환경 보호보다는 경제 성장과 관련된 단어가 다수 발견된다. 반면 동시출현빈도를 함께 고려하면 환경-보호, 경제-발전, 순환-경제, 환경-건설, 환경-경제 순으로 환경-보호가 가장 많이 등장하는 단어쌍으로 나타났다. 위에서 확인한 것처럼 발전과 건설에 대한 논의를 우선시하면서도 환경과 관련해서는 보호의 맥락에서 논의되는 경우가 더 많아 환경-보호 또한 중시하고 있다는 점이 나타난다. 나아가 순환-경제에 대한 논의가 다수 진행되어 순환경제에 대해 높은 관심을 갖고 있음이 드러난다. 텍스트 분석 결과는 김정은 시기 들어 경제 학술지에서 환경과 관련한 논의가 증가한 한편 환경과 경제를 둘 다 강조하는 흐름이 나타난다.

과거 북한은 자연은 인간보다 하위에 있는 것으로, 개조와 변형의 대상으로 인식되어 왔다(차승주 2015; 손기웅 2007). 인간의 창조적이며 의식적인 활동에 따라 자연 개조가 실행되기에, 자연환경은 인간의 욕구를 충족시키기 위한 정복과 투쟁의 대상이자 변형과 개조의 대상으로 파악하는 것이다.

환경이 인간에 복속되는 것과 무관하게 그 자체로 의미를 갖기에 보호가 필요하다는 인식은 찾아보기 힘들다. 인간과의 관계를 통해서만 자연환경을 인식하기 때문에 인간이 살아가는 사회제도의 중요성이 강조되고, 자본주의 대 사회주의로 사회제도를 대립시키며 환경오염과 파괴는 자본주의 사회에서 발생한다는 입장을 고수해 왔다.

김정은 집권 이후 환경에 대한 언급에서는 사회주의이든 자본주의든 전 세계가 공통으로 환경 문제에 직면하고 있으며, 때문에 전 세계가 공통으로 환경 문제 해결에 대응해야 나가야 한다는 인식을 강하게 드러낸다. 현재 북한은 “개발의 목적이 자원을 찾아내어 이용하는데 있다면 보호의 목적은 자원을 지속적으로 이용하기 위한 것”으로 이해하며, “동등한 관계에 있는 개발과 보호를 다 같이 발전시킬”(허성철 2018) 것을 주문한다. 여기에서 더 나아가 환경 보호가 경제 성장에 필수적인 요소라고도 주장한다. “개발과 함께 절약과 재생이용, 자연보호를 다같이 발전시킴으로써만 지속적인 경제발전을 이룩”(리선영 2020)할 수 있기에 개발과 보호를 병행해 나가야 한다는 것으로 인식 전환이 이루어졌으며, 순환경제와 녹색경제, 재자원화 실천을 정책 방향으로 삼고자 한다.

3. 결론

김정은 시기 들어 북한의 경제 학술지에서 환경 관련 논의가 크게 증가했으며, 과거의 도구적, 계급적 환경 인식에서 탈피해 환경 보호와 경제 발전을 동시에 추진할 것을 주장하는 한편 국제사회의 환경 관련 논의를 적극적으로 수용하고 있다. 순환경제, 녹색경제, 환경경제 등 일련의 개념과 정책이 제시되었고, 녹색경제, 순환경제 건설을 주요 과제로 설정해 환경 보호와 경제 성장의 조화를 추구해 나갈 것임을 분명히 했다.

이를 고려할 때 남북협력 추진에 있어 협력방안 마련 단계에서부터 환경 지속가능성을 염두에 둘 필요가 있다. 부처별로 개발을 추진하면서 환경 분야가 ‘발목을 잡는’ 규제 정책으로 받아들여질 가능성에 대한 우려가 존재한다(이정호 외 2019, 93-94). 그러나 환경을 고려한 녹색성장 지향의 접근법은 반영되지 못 하고 있는 듯하다. 북한의 필요를 고려하되 국제사회의 흐름을 반영하는 새로운 남북협력 방안을 도출할 필요가 있다.

※ 본 연구는 『통일연구』 26권 1호(2022년 5월)에 기 발표된 논문이다.

참고문헌

국영문 문헌

- Democratic Peoples' Republic of Korea, 2021. DPRK Voluntary National Review on the Implementation of the 2030 Agenda. Pyongyang: Government of DPRK, National Partners in the DPRK.
- Loiseau, Eleonore, Laura Saikku, Riina Antikainen, Nils Droste, Bernd Hansjurgens, Kati Pitkanen, Pekka Leskinen, Peter Kuikman, and Marianne Thomsen, 2016. “Green Economy and Related Concepts: An Overview.” *Journal of Cleaner Production* 139 (December): 361-71.
- Merino-Saum, Albert, Jessica Clement, Romano Wyss, and Marta Giulia Baldi, 2020. “Unpacking the Green Economy Concept: A Quantitative Analysis of 140 Definitions.” *Journal of Cleaner Production* 242 (January): 1-18.
- Pauw, Pieter, Steffen Bauer, Carmen Richerzhagen, Clara Brandi, and Hanna Schmole, eds. 2014. *Different Perspectives on Differentiated Responsibilities: A State-of-the-Art Review of the Notion of Common but Differentiated Responsibilities in International Negotiations*. Discussion Paper. Bonn: Dt. Inst. fur Entwicklungspolitik.
- Su, Biwei, Almas Heshmati, Yong Geng, and Xiaoman Yu, 2013. “A Review of the Circular Economy in China: Moving from Rhetoric to Implementation.” *Journal of Cleaner Production* 42 (March): 15-27.
- The World Commission on Environment and Development, 1987. *Our Common Future*. London: Oxford University Press.
- United Nations Environment Program, 2011. *Towards a Green Economy*. Nairobi: United Nations Environment Program https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/126GER_synthesis_en.pdf. (검색일: 2022.3.31.)
- Ye, Jiang, 2016. “The CBDR Principle in the UN 2030 Agenda for Sustainable Development.” *China Quarterly of International Strategic Studies* 02 (02): 69-84.
- 김석우, 문경연, 홍지영 (편). 2021. 『지속가능한 북한개발협력: 새로운 접근과 파트너십의 모색』. 서울: 인간사랑.
- 김유철, 이상근. 2018. “남북한 환경협력의 전망과 이행전략: 내재적 특성과 구조 변동을 중심으로.” 『통일정책연구』 27 (1): 65-88.
- 명수정. 2017. 『북한의 환경인프라 조성을 위한 환경협력 연구』. 세종: 한국환경연구원.
- 박지연, 손희상 (편). 2020. 『북한개발협력과 지속가능발전목표』. 서울: 오름.
- 배진수. 2021. “국내 순환경제의 현황 및 정책적 시사점 - 경제적 유인을 중심으로.” 『재정포럼』, 2021년 10월 호: 8-34.
- 변상정, 최경희. 2012. “김정은 체제의 ‘강성국가’ 건설 전략과 전망: ‘지식경제강국’을 중심으로.” 『동서연구』 24

(2): 71-96.

- 손기용. 2007. 『북한의 환경정책과 실태』. 주제가 있는 통일문제 강좌 16. 서울: 통일부 통일교육원.
- 안현준, 추장민. 2020. “북한 신년사에 나타난 김정은 시대 북한의 환경정책 분석.” 『KEI 북한환경리뷰』 2020-창간호. 세종: 한국환경정책평가연구원.
- 양문수. 2009. “북한 문헌, 어떻게 읽을 것인가 - 『경제연구』의 사례.” 『현대북한연구』 12 (2): 7-61.
- 유재심. 2021. “한반도 평화 발전을 위한 동북아 스마트 생태도시 네트워크 구축.” 한반도인프라포럼 웹진 (5월 3일자). https://kpif.or.kr/webzine/2021_04_m02_2/ (검색일: 2022.3.31.)
- 유향란. 2008. “중국 순환경제촉진법 제정의 현황과 전망.” 세계법제연구보고서. 서울: 세계법제정보센터.
- 윤석준. 2020. “한반도의 지속가능한 평화를 위한 ‘그린 뉴딜’ 남북협업: 재생에너지 분야 남북협력 방안을 중심으로.” 『평화학연구』 21(4): 137-163.
- 윤성혜. 2013. “국제환경법상 ‘공동의 그러나 차별적 책임’(CBDR) 원칙의 형평성에 대한 소고.” 『과학기술법연구』 19 (1): 65-96.
- 이경희. 2019. “북한의 식수 문제를 통해 고찰한 남북 물 협력의 중요성.” 『북한연구학회보』 23 (1): 57-78.
- 이승무. 2019. “북한의 순환경제 정책.” 서울: 한국환경산업기술원.
- 이재형, 이천기. 2015. “Post-2020 기후변화체제의 ‘공동의 그러나 차별화된 책임’에 관한 연구 — 국제법적 분석과 최근 ADP 협상 동향을 중심으로 —.” 『환경법연구』 37 (3): 181-217.
- 이정호, 박송미, 이경원, 정행운, 이현우, 박준현. 2019. 『한반도 신경제지도 녹색화 전략 연구』. KEI 연구보고서 2019-01. 세종: 한국환경정책평가연구원.
- 이찬우. 2020. “21세기 먹거리, 탄소하나의 흥남을 바라보다(下) : 탄소하나가 ‘그린 뉴딜’이 되는 로망.” 라이프인 (7월 9일자) <https://www.lifein.news/news/articleView.html?idxno=10767> (검색일: 2022.4.25.)
- 임을출. 2019. “북한의 4차 산업혁명: 대응전략, 추진방식과 성과.” 『동아연구』 38 (2): 1-35.
- _____. 2021. “북한 재자원화 법제화 실태와 함의.” 『통일과 법률』 47: 141-168.
- 정지원, 강성진. 2012. “녹색경제와 지속가능발전: 논의 동향과 ODA 정책 시사점.” ODA 정책연구. 서울: 대외경제연구원.
- 차승주. 2015. “북한의 환경담론.” 『도덕윤리과교육』 49: 17-38.
- 최규빈. 2020. “유엔의 지속가능발전목표(SDGs)에 대한 북한의 인식과 대응.” 『북한연구학회보』 24 (1): 93-119.
- 최은주. 2021. “북한의 ‘순환경제’ 정책과 시사점.” 세종정책브리프 2021-04. 서울: 세종연구소.
- 최현아. 2019. “김정은 이후 환경분야 정책 변화 분석.” 통일부 신진연구자 정책과제. 서울: 통일부.
- _____. 2020. “지속가능발전목표 이행을 위한 북한의 노력과 협력 방안: 국토환경관리를 위한 능력배양사업을 중심으로.” 『통일문제연구』 32 (3): 95-120.

- _____. 베른하르트 젤리거. 2017. “북한 환경문제 해결을 위한 협력 방안 - 유럽연합(EU) 지원 사업이 주는 시사점을 중심으로.” 『통일연구』 21 (1): 47-73.
- 한상운. 2014. “최근 북한 환경법의 동향과 시사점.” 『환경법연구』 36 (3): 37-71.

북한문헌

- 근로자. 2016. “록색생산방식.” 『근로자』 10호.
- 김광남. 2006. “자연환경이 경제생활에 미치는 역할.” 『경제연구』 2006년 3호: 42-43.
- 김광혁. 2009. “순환경제의 발전은 현시기 경제를 끊임없이 발전시키기 위한 중요한 요구.” 『경제연구』 2009년 1호.
- 김성근. 2014. “오존층보호에 관한 국제환경협정과 그것이 국제무역에 미치는 영향.” 『경제연구』 2014년 4호.
- 김철정. 2018. “록색경제 발전에서 나서는 요구.” 『경제연구』 2019년 2호.
- 노동신문. 2018. “확대발전하고 있는 록색경제.” (12월 3일).
- _____. 2022. “록색경제발전에 이바지하는 재자원화.” (2월 8일).
- 류선화. 2012. “록색장벽의 형태와 그 특징.” 『경제연구』 2012년 1호.
- 리기성. 2018. “당의 새로운 전략적으로선관철에서 나서는 중요한 요구.” 『노동신문』 2018년 10월 29일.
- _____. 2020. “인민경제발전에서 수자경제의 역할.” 『노동신문』 2020년 4월 8일.
- 리동수. 2018. “환경산업을 발전시키는것은 사회주의경제건설의 필수적요구.” 『경제연구』 2018년 4호.
- 리선영. 2020. “환경관리를 위한 록색경제계산의 필요성.” 『경제연구』 2020년 3호.
- 리성길. 2012. “록색상품의 개발과 리용이 사회경제생활에 미치는 영향.” 『경제연구』 2012년 2호.
- 리연희. 2014. “생물산업의 환경적 특징.” 『경제연구』 2014년 1호.
- 리영수. 2019. “환경경제건설과 과학기술발전.” 『경제연구』 2019년 4호.
- 리운일. 2018. “경애하는 최고령도자 김정은동지께서 밝히신 록색생산방식 확립에 관한 사상.” 『경제연구』 2018년 4호.
- 리춘광. 2012. “재자원화의 필요성.” 『경제연구』 2012년 2호.
- 리해웅. 2015. “온실기체방출을 방지하기위한 국제환경협정과 국제무역.” 『경제연구』 2015년 2호.
- 박현경. 2016. “환경산업을 발전시키는것은 사회주의경제강국 문명강국 건설을 다그쳐나가는데서 나서는 중요한요구.” 『경제연구』 2016년 3호.
- 방미혜. 2018. “록색생산방식을 받아들여 인민경제전반을 첨단수준에 올려세우는데서 나서는 중요한 문제.” 『경제연구』 2018년 2호.
- 엄광철. 2013. “생산기술환경관리를 개선하는데서 나서는 몇가지 문제.” 『경제연구』 2013년 1호.
- 윤정성. 2020. “최근 록색경제발전에서 주목되는 문제.” 『경제연구』 2020년 4호.

- 재생에너지법. 2013. 최고인민회의 상임위원회 정령 제3193호.
- 재자원화법. 2020. 최고인민회의 법령 제4호.
- 조선신보. 2020. “수매품교환소를 통한 유휴자재수집사업 활발.” 2020년 5월 29일.
- 조선중앙통신. 2020. “국가환경보호전략 완성하고 환경오염확대 방지 등 추진” 2020년 2월 13일.
- 조영남. 2006. “사회제도가 환경보호에서 노는 역할.” 『경제연구』 2006년 3호.
- _____. 2007. “사회주의경제건설에서 환경보호의 중요내용.” 『경제연구』 2007년 4호.
- _____. 2014. “현시기 녹색상품의 개발리용이 사회경제생활에 미치는 영향.” 『김일성종합대학학보(철학, 경제학)』 2014년 4호.
- 한창록. 2008. “순환경제에 대한 일반적리해.” 『경제연구』 2008년 4호.
- 허성철. 2018. “녹색의 의미에서 중요한 문제.” 『경제연구』 2018년 2호.
- 환경보호법. 1986, 1999, 2000, 2005, 2011, 2013, 2014. 최고인민회의 법령 제5호, 수정보충.
- 환경영향평가법. 2005; 2007. 최고인민회의 상임위원회 정령 제1367호, 수정보충.

독립형 태양광 시설의 지속가능성에 사회문화적 요인이 미치는 영향

방글라데시 마을 사례분석

이현아 고려대학교 에너지환경정책대학원 박사과정, 숲과나눔 장학생

1. 서론

21세기 현재 지구의 전기에너지 접근은 불평등하고 이 문제를 해결하기 위해 2015년 UN은 지속가능발전목표의 하나로 “지불가능하고 깨끗한 에너지(Affordable and clean energy)”를 포함하였다. 대규모 자본과 함께 인프라가 투입되어야 하는 전기에너지 공급분야에서 태양광 발전기술은 각광받았다. 태양광 에너지는 독립형과 연계형(미니그리드) 형태로 개발도상국의 오프그리드 지역 전력을 공급하는 가장 비용 효율적인 방법으로 가정과 생산 용도의 전기를 제공해왔다(Bhandari et al, 2017). 태양광이 대안으로 고려된 또 다른 이유는 현대의 재생에너지 서비스 제공은 빈곤감소에 기여하고 또 화석연료 쇼크와 가격폭등에 대한 개발도상국의 경제를 다각화 하는데 도움을 주기 때문이다(Sovacool 2013).

전기에너지 공급을 위해 다자기구, 공적개발원조기구, 민간단체는 에너지 접근성을 높이는데 재원을 2010년 이후 지속적으로 증액해왔다. 하지만 재원 투입에 비해 에너지 접근율은 가파르게 상승하지 못하고 또 재생에너지 발전 시설이 지속가능성 면에서 실패율이 높다는 결함을 가지고 있음을 확인했다(Feron, 2016). 많은 연구에서 재생에너지 시스템을 배포하고 장기적으로 지속가능한 프로젝트를 제공하기 위해 마을에서 발전 시스템을 유지하기 위해서 이용자 요구를 충족시킬 수 있는 전력시설의 적절한 설계 및 계획, 운영 및 유지보수 비용을 충당하기 위한 적절한 자금 조달 메커니즘, 현지 애프터서비스 가능여부 등의 필요성은 강조해 왔다. 하지만 대상 커뮤니티의 사회문화적 문제를 포함하는 것의 중요성을 무시해왔다(Urmee, 2016). 재생에너지 발전 프로젝트 계획 단위부터 지속성을 위해 커뮤니티의 사회문화적 요소들이 고려되어야 하는데 실제 그렇게 진행이 되고 있는지 확인할 수 있는 정보는 많이 있지 않다. 프로젝트의 실패율을 낮추고 지속성을 높이는 것 또한 에너지 접근성을 높이는 것이므로 매우 중요하다. 이 연구에서는 “사회문화적인 요소가 지속가능한 태양광 시설에 어떤 영향을

미치는가”에 대한 질문을 가지고 방글라데시 프로젝트 사례분석을 진행했다. 연구에 사용된 방법론과 방법에 따른 사례를 분석하고 연구요약과 분석결과의 시사점을 제시한다.

2. 본론

1) 연구방법

이 연구의 목적은 방글라데시 프로젝트 사례를 통해 사회문화적인 요소가 독립형 태양광 설비의 지속성에 어떻게 영향을 미치는지 분석하는 것이다. 선행연구에서 밝혀진 프로젝트 지속성에 중요한 요소들이 얼마나 중요한지 평가하는 것보다 어떤 요소들이 프로젝트의 지속성에 정말 중요한지 과정을 평가하는데 사례 연구가 적합하기 때문에(George et al., 2005) 방글라데시 마을 태양광 프로젝트 사례를 선정하여 진행했다.

데이터를 수집할 수 있는 여러 가지 형태 중에서 출판된 문헌, 프로젝트 실무자와 기술전문가가 참여한 인터뷰, 프로젝트 보고서(기록물)의 다각검토를 포함하는 근거 이론(Corbin and Strauss, 2008, Charmaz 2006, Lincoln and Guba 1985) 접근 방식이 연구에서 사용되었다. 근거 이론에서는 연구 방향이 연역적인 연구와 다르게 경험적 관찰(observational experience)에서 개념 정의(definition of concepts)로 이어지는데(Locke 2001) 기술, 정책 및 사회의 복잡하고 상호 연결된 상호작용을 이해하고(Charmaz 2006) 프로젝트에 참여하는 주요 행위자들의 프로젝트 구성의 특성을 포착하기 때문에 이 연구에 적합한 방법론이다.

근거 이론을 사용하면 데이터를 지속적으로 검토하고 비교할 수 있으며 데이터 간의 관계와 기본 의미를 그대로 유지하는 데 도움이 되는 관련 개념 간의 긴밀한 연결을 확인할 수 있다(Corbin and Strauss 2008, Charmaz 2006). 또 다른 점은 이 조사에 참여한 프로젝트 주요 행위자의 관점, 문헌에서 얻은 지식, 현지 단체가 작성한 보고서의 내용을 결합했기 때문에 근거 이론 접근 방식을 사용하는 것이 이러한 방법에서 적합하다(Yin, 2003). 이 방법은 태양광 설비의 지속성에 영향을 주는 사회문화적 요소를 밝혀낼 수 있도록 설계되었다.

데이터는 근거 이론 방법에 따라 수집되었다. 2022년 5월부터 8월까지 한국과 방글라데시에서 프로젝트에 참여한 한국 담당자, 현지 파트너기관, 현지 공무원, 태양광 시설 수혜자 및 관리자를 대상으로 36명의 인터뷰를 진행하였다.

2) 분석

36명의 인터뷰 자료를 개방코딩, 축코딩, 선택코딩을 진행하였다. 개방코딩에서 240개의 개념 54개의 하위범주를 도출하였고, 이를 다시 통합하여 총 10개의 범주를 발견하였다(2022년 9월28일 현재 계속 진행 중). 최종범주는 Corbin and Strauss(2008)에서 제안한 도구인 패러다임을 활용하여 조건(Conditions), 작용·상호작용과 감정(inter/actions & emotions), 결과(consequences)에 맞춰 범주화를 진행하였다. 인터뷰 내용을 정리한 코딩 결과는 아래 <표 1>과 같다.

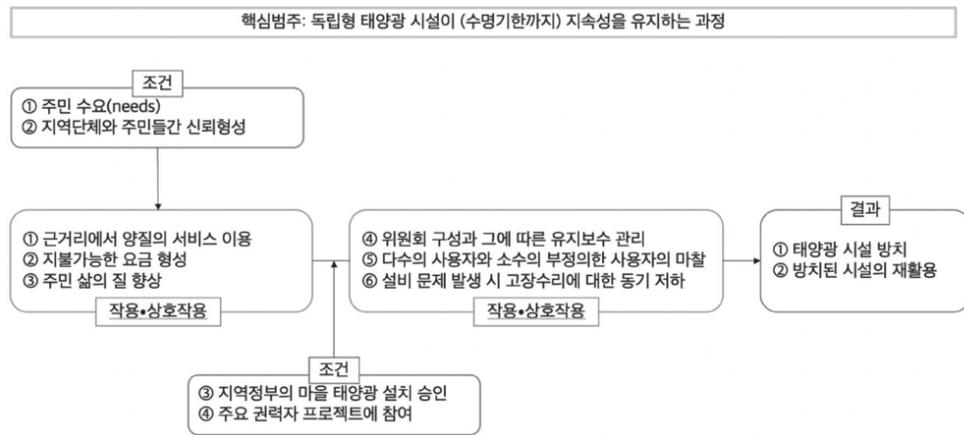
<표 1> 코딩결과

조건(Condition)	<ul style="list-style-type: none"> ① 주민 수요(needs) ② 지역단체와 주민 간 신뢰형성 ③ 지역정부의 마을 태양광 설치 승인 ④ 주요 권력자 프로젝트에 참여
작용·상호작용(inter/action)	<ul style="list-style-type: none"> ① 근거리에서 양질의 서비스 이용경험 ② 지불가능한 요금형성 ③ 주민 삶의 질 향상 ④ 위원회 구성과 그에 따른 유지보수 관리 ⑤ 다수의 사용자와 소수의 부정의한 사용자의 마찰 ⑥ 설비 문제 발생 시 고장수리에 대한 동기 저하
결과(consequence)	<ul style="list-style-type: none"> ① 태양광 시설 방지 ② 방지되었던 태양광 시설의 재활용

독립형 태양광 시설의 지속가능성의 중심에는 삶의 질 향상이라는 현상이 자리잡고 있었다. 주민들이 근거리에서 저렴한 가격의 에너지를 접근하게 되면서 주민의견이 수용된 프로젝트의 장점을 경험하게 되었다. 하지만 이후 권력형 부정의한 전력사용이 늘어나자 주민들은 마을에서 처음으로 권력에 대항하는 문제를 제기했고 그럼에도 문제해결의 기미가 보이지 않자 부정의한 사용으로 고장 난 태양광 장비를 수리하는 것에 대한 동기를 잃게 되었다. 기술과 재원이 부족해서 장비를 사용하지 않은 것이 아니라 정치와 부패라는 사회적인 요소가 장비의 지속가능성에 영향을 미친다고 볼 수 있다. 방치된 태양광은 주민과 신뢰관계를 구축하고 있는 지역단체가 주민과 협의 과정을 통해 마을에 필요한 식수 정수를 위한 에너지원으로 재사용하게 되면서 목적은 다르지만 다시 기능을 할 수 있게 되었다. 재원 매카니즘이나 설계의 문제가 아닌 이 지역사회에 구성된 협의체를 통해 주민들과 결정하여 태양광 시설의 지속성을 연장시킬 수 있었음을 확인했다. 핵심범주를 구별하기 위해서 설명연관성이 가장 높고

다른 범주를 연결할 가능성이 높은 가장 높은 범주를 선택해야 하는데(Corbin and Strauss, 2008) 관계도를 통해 핵심범주를 도출하였다(그림 1).

3. 결론



〈그림 1〉 핵심범주 관계도

이 연구는 재생에너지 발전 프로젝트의 실패율이 높다는 문제인식에서 출발하였다. Urmee(2016)는 재생에너지 프로젝트 개발에서 사회·문화·정치적 지속성을 갖기 위해서 4가지 문제를 프로젝트 초기 개발단계부터 고려해야 한다고 주장했다. 4가지 요인은 1) 사회 내에 기술 전파 요인을 파악, 2) 재생에너지 기술 설치의 사회 문화적 요소(의사결정과정, 주요 그룹, 신뢰구축, 사용자 요구에 초점), 3) 지역사회 참여(지역사회 이해), 4) 정치, 제도적 차원이다. 하지만 지역마다, 주요 행위자마다 다른 배경으로 프로젝트를 진행하고 있으니 다양한 시각에서 분석이 필요하다고 생각했다.

방글라데시 사례에서 발견된 독립형 태양광 시설 지속성의 중요 의미를 살펴보면 지역주민과의 소통을 통한 주민 요구 파악과 그 과정에서 주민과의 신뢰 구축이다. 그리고 지역의 정치적인 문제를 뛰어넘는 지역단체의 역량 또한 중요한 것으로 확인하였다. 이 연구는 2015년 방글라데시 마을에서 진행된 에너지 프로젝트를 분석하여 실증연구를 했다는 점에서 의의가 있다. 앞으로 현장 데이터 수집을 통해 실제적 이론을 정교화하고 경험적으로 검증 단계의 가설을 제공하는 데 기여할 수 있을 것이다. 또 이 연구는 에너지 접근성의 지속성 분야에서 개발도상국 현실에 적용할 수 있는 해결책을 제시하는데 도움을 줄 것이다.

참고문헌

- Bhandari, B., Lee, K. T., Chu, W. S., Lee, C. S., Song, C. K., Bhandari, P., & Ahn, S. H. 2017. Socio-economic impact of renewable energy-based power system in mountainous villages of Nepal. *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing- Green Technology*, 4(1), 37-44.
- Bowen, G. A. 2008. Naturalistic inquiry and the saturation concept: a research note. *Qualitative research*, 8(1), 137-152.
- Charmaz, Kathy. 2006. *Constructing Grounded Theory: A Practical Guide Through Qualitative Analysis*. CA: Sage Publications. PP. 42-150.
- Corbin, J., & Strauss, A. 2008. *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory*. Sage publications.
- Drehobl, A., Ross, L., & Ayala, R. 2020. How High Are Household Energy Burdens. An Assessment of National and Metropolitan Energy Burdens across the US.
- Feron, S. 2016. Sustainability of off-grid photovoltaic systems for rural electrification in developing countries: A review. *Sustainability*, 8(12), 1326.
- George, A. L. and Andrew Bennett. 2005. *Case studies and theory development in the social sciences*. Ch1.
- Gollwitzer, L., Ockwell, D., Muok, B., Ely, A., & Ahlborg, H. 2018. Rethinking the sustainability and institutional governance of electricity access and mini-grids: Electricity as a common pool resource. *Energy Research & Social Science*, 39, 152-161.
- IEA, IRENA, UNSD, World Bank, WHO. 2021. *Tracking SDG 7: The Energy Progress Report*. World Bank, Washington DC.
- Locke, K. 2001. Grounded theory in management research. *Grounded Theory in Management Research*, 1-160.
- Othman, E., Ahmed, A., 2013. Challenges of mega construction projects indeveloping countries. *Organ. Technol. Manag. Constr. Int. J.* 5, 730-746.
- REN21. 2021. *Renewables 2021 Global Status Report*, (Paris: REN21 Secretariat)
- Sovacool, B. K., & Drupady, I. M. 2016. Energy access, poverty, and development: the governance of small-scale renewable energy in developing Asia. *Routledge*.
- Urmee, T., & Md, A. 2016. Social, cultural and political dimensions of off-grid renewable energy programs in developing countries. *Renewable Energy*, 93, 159-167.
- United Nations Climate Change Secretariat(UNFCCC). 2015. *Mitigation benefits of actions, initiatives and options to enhance mitigation ambition*.

- Yin, R. K. 2003. Case study research design and methods third edition. Applied social research methods series, 5.
- 정혜운, 여현덕. 2018. 개도국 '에너지 혁신'파트너십 분석: 케냐와 방글라데시 마을의 신재생에너지 오프그리드 (Off-grid) 개발 사례를 중심으로. 국제지역연구, 22(1), 261- 284.
- 전기접근률 <https://data.worldbank.org/indicator/EG.ELC.ACCS.ZSREN21>, (2019)

포스터세션 6 환경과 예술

- 생태적으로 지속가능하며 고품자 포용적인 사회를 위한 디자인
일회용 플라스틱 생수병으로 부터의 인사이트
김태선, 이상돈
- 쓰레기로의 전회 가능성과 생태적 상상력
영화 <월-E>와 <굴뚝마을의 푸펠>을 중심으로
임보람
- Covid-19와 기후비상 대응 니미따 융합명상
Nimitta 융합 숲 명상을 중심으로
이중수
- 포스트코로나 시대, 실천인문학의 의의 연구
박경리 유고시집에 나타난 '여성', '죽음', '자연'의 의의
조혜진
- 환경음악의 예술적 함의 고찰
<달려라 피아노>, <숲 쓰레기 콘서트>, <북극을 지켜라>를 중심으로
최정수

생태적으로 지속가능하며 고령자 포용적인 사회를 위한 디자인

일회용 플라스틱 생수병으로 부터의 인사이트

김태선 한양대학교 ERICA캠퍼스 산업디자인학과 교수
이상돈 이화여자대학교 환경공학과 교수

1. 서론

오늘날 한국을 비롯한 많은 국가들은 복합 위험 사회에 놓여있으며, 지속적으로 사용량이 증가하고 현대인에게 일상 필수품이 되어가는 일회용 플라스틱 생수병은 대표적인 복합 위험사회 문제 중 하나이다. 플라스틱의 값싼 생산단가에 따른 경제적 이익이 우선시 되면서 우리사회는 플라스틱 생수병이 초래하는 생태적 환경문제와 시장의 주류집단인 청장년 중심의 제품개발 상황에서 고령자들이 생수병의 뚜껑을 열지 못해 마시지 못하는 문제는 오랫동안 간과되어왔다. 이 같은 배경에서 본 연구는 생태적 환경 악화와 사회적 고령자의 디자인 배제라는 사회적 이슈가 교차하는 복합 위험요인에 의한 일회용 플라스틱 생수병 문제를 들여다보고, 이 복합적 위험요인을 동시에 고려한 생수병 디자인 해결안을 모색하고자 한다. 이 같은 동시적이며 사회의 여러 분야에 걸쳐있는 복합 위험사회의 문제해결은 생산기업의 제품개선, 산업정책의 제도개선, 사회적 공공서비스 체계구축 등에 의한 복합적 접근을 통해서만이 현실성을 지닌다. 즉 현대사회가 마주한 복합위험사회의 문제는 환경적으로 안전하면서 사회적으로 포용적인 접근, 제한적 효율이 아닌 사회 전체를 대상으로 하는 총체적 효과를 고려한 접근 필요성을 시사한다.

2. 본론

1) 연구방법

국내에서 유통, 판매되는 대표적인 생수병 5종의 특성(생수병 열림 토크, 병 두께, 병의 무늬패턴, 병뚜껑 크기와 높이 등)을 분석하고(표1), 이 5종의 생수병에 대한 청장년 집단과 노년집단의 생수병 뚜껑 개방경험(병뚜껑 개방 시의 손동작 비교, 개방 시의 체감 난이도 등)을 비교분석했다. 이를 위해 고령자가 일상에서 경험하는 어려움을 민감하게 바라볼 수 있는 사용자 경험디자이너를 대상으로 실험에 사용할 설문지 문항을 검토한 후, 총 72명으로 구성된 청장년 집단과 노년집단을 대상으로 5종의 생수병 뚜껑 열기 실험을 실시하고, 이들의 경험을 측정했다.

실험에 사용할 설문지 문항을 검토한 후, 총 72명으로 구성된 청장년 집단과 노년집단을 대상으로 5종의 생수병 뚜껑 열기 실험을 실시하고, 이들의 경험을 측정했다.

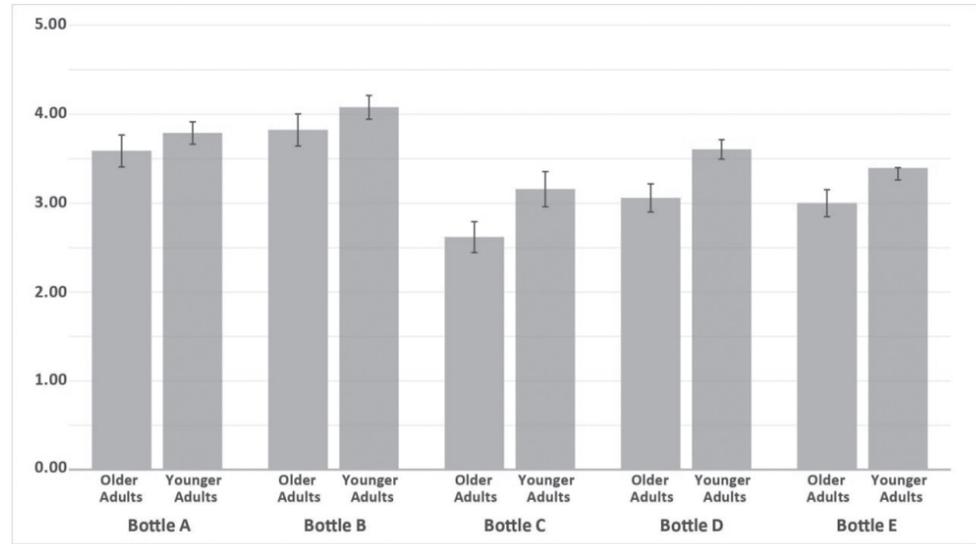
〈표 1〉 한국 생수시장을 대표하는 생수병 특성

Item	Bottle A	Bottle B	Bottle C	Bottle D	Bottle E
이미지					
전반적 형상	등근사각형	원형	원형	원형	등근사각형
무게 기반 병 두께	18g	20g	12g	13g	14g
용이한 접힘 패턴 적용	없음	없음	있음	없음	있음
뚜껑높이 (상부+하부)	17.1mm (13+4.1)	19.7mm (12.7+7)	13.2mm (9.7+3.5)	17.2mm (11.7+5.5)	16.3mm (12.3+4)
뚜껑 측면 틈니 정도	Regular	Regular	Wide	Regular	Regular
평균열림토크 (최소/최대)	107.04 (95.84/119.04)	117.01 (106.40/127.68)	146.83 (126.40/160.48)	129.92 (122.40/135.20)	122.29 (119.68/126.24)

2) 연구결과

(1) 플라스틱 생수병 특성 및 연령집단 측면에서의 생수병 뚜껑 열기 경험의 차이

실험결과에 대해 이원분산분석(연령집단, 병특성)과 사후분석(Scheffé)을 실시했다. 이를 통해 청장년집단과 고령집단 간 병뚜껑 열림의 체감난이도에 있어서 통계적으로 유의미한 차이가 있음을 발견했으며, 고령자들에게 상대적으로 더 큰 어려움을 초래하는 생수병 특성을 도출함으로써 병뚜껑 개방 시의 문제적 생수병 특성요소를 정의했다. 실험결과, 500ml 생수병의 무게-두께가 14.42g 미만이면서 용이한 구김구조 특성을 동시에 가질 때, 고령자에게 생수병 열림성이 가장 나쁜 것으로 나타났다.



(2) 플라스틱 생수병 뚜껑 열기 경험의 영향요인 분석

청장년 집단과 고령자 집단 간에 생수병 뚜껑 열기에 영향을 미치는 요인 차이 등을 파악하기 위해 회귀분석을 실시했다. 분석결과, 청장년 집단에 있어서는 손근력($\beta = 0.58, t = 8.13, p = 0.00$)이 중요 요인으로, 고령 집단에서는 병두께($\beta = 0.21, t = 2.76, p = 0.01$)와 손근력($\beta = 0.22, t = 2.81, p = 0.01$)이 중요요인으로 나타나 고령자 집단에 생수병 디자인, 제품의 특성요소가 더 큰 영향력을 발휘하는 것으로 나타났다.

(3) 해결방안

상기의 실험 및 분석결과를 토대로 다음과 같은 해결안을 도출할 수 있다. 고령자의 포용을 위해 상품 특성적 측면에서의 요구사항은 다음과 같다. 플라스틱 생수병은 최소 12g 이상의 무게 두께를 유지 하되, 동시에 구김이 용이한 패턴을 적용하지 않거나 열림토크 범위를 100N-cm로 줄여야 한다. 한편 일정 수준 이상의 무게 두께 유지를 위한 플라스틱 사용은 사회적으로(약자인 고령자에게) 유익할 수 있으나, 생태학적으로 불리한 방안이자 딜레마 상황을 초래한다. 이에 대한 해결은 효율성에 초점을 두는 선형 경제에서 효과성에 방점을 찍는 순환 경제로의 전환 예를 들면, 재료가공의 측면에서 재생 플라스틱(recycled PET, rPET)의 활용, 그리고 이를 위한 사회적 서비스시스템 구축과 시민사회의 참여 등이 동시에 요구된다.

3. 결론

현재의 생수병 디자인은 환경위기라는 단일 위험요인이 반영된 그래서 시장의 주류인 청장년집단에 몰입돼 비주류집단인 고령자 특성은 배제된, 결과적으로 사회적 위험요인은 간과된 결과물이다. 생태 환경 문제 대응을 위해 생수병 경량화 정책을 채택했지만 청장년 집단에 용이한 접힘 패턴 채택과 느슨한 열림 토크 산업기준 적용으로 인해 사회적 약자인 고령자(및 신체기능 약자)의 요구사항은 배제된, 즉 사회적 정의는 부족한 불안정한 해결안이다. 단일한 위험이 아닌 복수의 위험을 특징으로 하는 오늘의 복합 위험사회에서는 산업적, 사회정책적, 시민사회참여 등의 복합적 접근만이 생태환경적으로 안전하면서 사회적으로 포용적인 생수병 디자인 개발방안을 제안할 수 있다.

참고문헌

- Beck, U. Risk Society—towards a New Modernity; Sage: London, UK, 1992.
- Smith, K.M.; Machalaba, C.C.; Seifman, R.; Feferholtz, Y.; Karesh, W.B. Infectious disease and economics: The case for considering multi-sectoral impacts. *One Health* 2019, 7, 100080.
- Van Beurden, E.; Kia, A. Wicked problems and health promotion: Reflections on learning. *Health Promot. J. Austr.* 2011, 22, 83–84.
- Buchanan, R. Wicked problems in design thinking. *Des. Issues* 1992, 8, 5–21.
- Cornman, J.C. Towards sustainable development: Implications for population ageing and the wellbeing of elderly women in developing countries. *Popul. Environ.* 1996, 18, 201–217.
- Kweon, B.S.; Sullivan, W.C.; Wiley, A.R. Green common spaces and the social integration of inner-city older adults. *Environ. Behav.* 1998, 30, 832–858.
- Librett, J.; Yore, M.M.; Buchner, D.M.; Schmid, T.L. Take pride in America's health: Volunteering as a gateway to physical activity. *Am. J. Health Educ.* 2005, 36, 8–13.
- Pillemer, K.; Fuller-Rowell, T.E.; Reid, M.C.; Wells, N.M. Environmental volunteering and health outcomes over a 20-year period. *Gerontologist* 2010, 50, 594–602.
- Kim, Y. Plastic Korea, Green Peace East Asia Seoul Office. 2019. Available online: https://www.greenpeace.org/static/planet4-korea-stateless/2019/12/f360eebd-%ED%94%8C%EB%9D%BC%EC%8A%A4%ED%8B%B1%EB%B3%B4%EA%B3%A0%EC%84%9C_final.pdf (accessed on 30 June 2021).
- Ko, J.T. War on Single-Use Plastics Faces Another Setback as Virus Fears Resurge, *The Korea Herald*. 2020. Available online: <http://www.koreaherald.com/view.php?ud=20200913000204> (accessed on 30 June 2021).
- Statistics Korea. 2020 Population and Housing Census of Korea (Register-Based Census), Statistics Korea. 2021. Available online: https://kostat.go.kr/portal/korea/kor_nw/1/1/index.board?bmode=read&aSeq=391020 (accessed on 30 June 2021).
- Kim, Y.W.; Shin, W.S.; Lim, S.O.; Son, J. Status Quo of Social Problems; Yangsewon: Seoul, Korea, 2013.
- Liu, N.; Puro, S.; Tan, H.P. Value-inspired elderly care service design for aging-in-place. In Proceedings of the Pacific Asia Conference on Information Systems, PACIS 2016, Chiayi, Taiwan, 27 June–1 July 2016.
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, World Population Ageing 2017—Highlights (ST/ESA/SER.A/397); United Nations: New York, NY, USA, 2017.
- Love, P. OECD Insights, Ageing: Debate the Issues; OECD Publishing: Paris, France, 2015.
- Guzmán, J.M.; Pawliczko, A.; Beales, S. Ageing in the Twenty-First Century: A Celebration and a Challenge; UNFPA: New York, NY, USA, 2012.
- Phillipson, C. Ageing; JohnWiley & Sons: Malden, MA, USA, 2013.
- Kim, T. Identifying stakeholders and interactions in the dementia café in Seongju through empathic service design approaches. *J. Open Innov. Technol. Mark. Complex.* 2018, 4, 28.
- OECD. Paying for the Past, Providing for the Future: Intergenerational Solidarity; OECD: Paris, France, 2011. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2022, 19, 1423 14 of 15
- Park, H.; Choi, J. Long-term trends in living alone among Korean adults age, gender, and educational differences. *Demogr. Res.* 2015, 32, 1177–1208.
- Jeong, E.H. Creating a physical environment for an aged society: Korea's experience. *Age Integr. Ageing Soc. Issue Focus.* 2019, 6, 1–4.
- Age-Friendly Seoul. 2013~2015 Age-Friendly Seoul Initiative Assessment Interim Report. 2014. Available online: <https://afc.welfare.seoul.kr/afc/about/result.action> (accessed on 11 August 2021).
- Choi, K.J.; Gil, M. Insights from Companies' Response to the Silver Market, The Korea Chamber of Commerce & Industry. 2015. Available online: http://www.korcham.net/nCham/Service/Economy/appl/KcciReportDetail.asp?SEQ_NO_C010=20120930050&CHAM_CD=B001 (accessed on 11 August 2021).
- Kim, T.S.; Cho, J.K. Development direction of senior friendly products by lifestyles of the elderly. *J. Korean Soc. Des. Cult.* 2016, 22, 63–75.
- Lalumandier, J.A.; Ayers, L.W. Fluoride and bacterial content of bottled water vs tap water. *Arch. Fam. Med.* 2000, 9, 246–250.
- Anadu, E.C.; Harding, A.K. Risk perception and bottled water use. *J. Am. Water Works Assoc.* 2000, 92, 82–92.
- Benevise, F. La préoccupation des français pour la qualité de l'eau. *Données Environ.* 2000, 57, 1–4.
- Gleick, P.H. The myth and reality of bottled water. In *The World's Water 2004–2005: The Biennial Report on Freshwater Resources*;
- Cain, N., Gleick, P., Eds.; Island Press: Washington, DC, USA, 2004; pp. 17–43.
- Bae, H.K.; Lee, H.C. Determinants of valuation and estimation of willingness to pay for bottled water. *Food Serv. Ind. J.* 2020, 14, 195–206.
- Kang, J.H. Bottled Water Consumption is on the Rise The Market Will Reach 1 Trillion Won by 2020. Available online: <https://www.yna.co.kr/view/AKR20170613157000030> (accessed on 24 May 2020).

- Kim, S.; Bae, D. The Economist 1516. Available online: <https://jmagazine.joins.com/economist/view/328700> (accessed on 24 May 2020).
- Su, F.C.; Chiu, H.Y.; Chang, J.H.; Lin, C.F.; Hong, R.F.; Kuo, L.C. Jar-opening challenges. Part 1: An apparatus for assessing hand and finger torques and forces in a jar-opening activity. *Proc. Inst. Mech. Eng. H* 2009, 223, 121–129.
- Duizer, L.M.; Robertson, T.; Han, J. Requirements for packaging from an ageing consumer's perspective. *Packag. Technol. Sci.* 2009, 22, 187–197.
- Cochran, D.J.; Riley, M.W. An evaluation of knife handle guarding. *Hum. Factors* 1986, 28, 295–301.
- Shih, Y.C.; Wang, M.J.J. Hand/tool interface effects on human torque capacity. *Int. J. Ind. Ergon.* 1996, 18, 205–213.
- Janson, R.; Yoxall, A. Human ability and openability: Producing design limits for consumer packaging. In *International Conference on Inclusive Design*; Royal College of Art: London, UK, 2005; p. 91.
- Rohles, F.H.; Moldrup, K.L.; Laviana, J.E. Opening jars: An anthropometric study of the wrist-twisting strength of the elderly. *Proc. Hum. Factors Soc. Annu. Meet.* 1983, 27, 112–116.
- Wenk, S.; Brombach, C.; Artigas, G.; Järvenpää, E.; Steinemann, N.; Ziesemer, K.; Yildirim, S. Evaluation of the accessibility of selected packaging by comparison of quantitative measurements of the opening forces and qualitative surveys through focus group studies. *Packag. Technol. Sci.* 2016, 29, 559–570.
- Imrhan, S.N.; Loo, C. Torque capabilities of the elderly in opening screw top containers. *Proc. Hum. Factors Soc. Annu. Meet.* 1986, 30, 1167–1171.
- Janson, R. Openability of Vacuum Lug Closures. Ph.D. Thesis, The University of Sheffield, Sheffield, UK, 2007.
- Crawford, J.O.; Wanibe, E.; Nayak, L. The interaction between lid diameter, height and shape on wrist torque exertion in younger and older adults. *Ergonomics* 2002, 45, 922–933.
- Imrhan, S.N. An analysis of different types of hand strength in the elderly and implications for ergonomic design. In *Advances in Industrial Ergonomics and Safety V*; Nielsen, R., Jørgensen, K., Eds.; Taylor & Francis: London, UK, 1993; pp. 390–394.
- Nagashima, K.; Konz, S. Jar lids: Effect of diameter, gripping materials and knurling. *Proc. Hum. Factors Soc. Annu. Meet.* 1986, 30, 672–674.
- Voorbij, A.I.; Steenbekkers, L.P. The twisting force of aged consumers when opening a jar. *Appl. Ergon.* 2002, 33, 105–109.
- Yoxall, A.; Langley, J.; Janson, R.; Lewis, R.; Wearn, J.; Hayes, S.A.; Bix, L. How wide do you

want the jar? The effect on diameter for ease of opening for wide-mouth closures. *Packag. Technol. Sci.* 2010, 23, 11–18.

- Hedberg, B.; Mumford, E. The design of computer systems: Mans vision of man as an integral part of the systems design process. In *Human Choice and Computers*; Mumford, E., Sackman, H., Eds.; North-Holland Publishing Co.: Amsterdam, The Netherlands, 1975; pp. 31–59.
- Heller, F. Human resource management and the socio-technical approach. In *New Technology: International Perspectives on Human Resources and Industrial Relations*; Bamber, G., Lansbury, R.D., Eds.; Routledge: London, UK, 1989; p. 16.
- Iannuzzi, S.M.; Prestwood, K.M.; Kenny, A.M. Prevalence of Sarcopenia and predictors of skeletal muscle mass in healthy, older men and women. *J. Gerontol. A Biol.* 2002, 57, 772–777.
- Park, S.I. Development of Eco-Friendly Packaging Design Technology for PackagingWaste Reduction and Recycling. Ministry of Environment of South Korea, 2014. Available online: <https://dl.nanet.go.kr/SearchDetailView.do?cn=MONO1201519329> (accessed on 30 August)

쓰레기로의 전회 가능성과 생태적 상상력

영화 <월-E>와 <굴뚝마을 푸펠>을 중심으로

임보람 강원대학교 인문과학연구소 전임연구원

1. 서론

이 글은 영화 <월-E>(2008)와 <굴뚝마을의 푸펠>(2020)에서 나타나는 쓰레기의 이미지에 주목하여 이 이미지를 변화시키는 상상력의 작용 양상을 밝히고자 한다. 이 상상력을 생태적 상상력으로 이해하여 '쓰레기로의 전회' 가능성을 탐문하고자 한다. 이 장에서는 다음과 같은 질문에 답을 하는 방식으로 논의를 전개해간다. 영화에서 나타나는 쓰레기의 이미지에 왜 주목해야 하는가? 쓰레기로의 전회는 무엇이고, 이를 영화에서 어떻게 살펴볼 수 있는가? '쓰레기로의 전회' 가능성과 생태적 상상력의 연결 지점은 무엇인가? 이 질문의 과정은 쓰레기를 인간의 삶에서 배제해온 기존의 사유와 다른 방식으로 쓰레기 문제에 접근하려는 시도에서 이루어진 것이다. 이에 따라 인간의 경계를 허무는 상상의 작업을 수행하기 위해 인간과 쓰레기가 서로 구성되는 관계임을 전제하고 '물질적 전회'의 개념과 바슐라르의 물질적 상상력 이론에 도움을 얻고자 한다.

2. 본론

이 글은 '쓰레기로의 전회' 가능성을 영화적 상상력으로 조망하기 위해 영화에서 나타나는 쓰레기를 바슐라르의 물질(질료)적 상상력으로 살펴보고자 한다.¹ 바슐라르는 대상의 물질성에 주목하여 이 물질(4원소)에서 만들어지는 이미지를 물질적 이미지로 보고, 이 이미지를 이상적으로 변형시키는 능력

1 이 글의 문제의식은 다음과 같은 이지훈과 이찬규의 발언과 연결된다. "사실 근대 사회 전체가 바로 '사람의 뿌리가 자연에 있다'라는 진실을 잊지는 않았나 하는 인상을 주기도 합니다. 그런데 바슐라르는 네 원소의 상상력을 통해 이 오래된 진실을 확인하려 합니다." (이지훈, 『예술과 연금술』, 창비, 2004, 5쪽), "그렇다면 프랑스 생태문화의 전망을 다루는 데 있어서 하필이면 왜 바슐라르인가? 그것은 대상을 형태가 아니라 질료로서 파악하는 바슐라르의 물질적 상상력의 바탕이 바로 자연이자 그 자연과의 다양한 소통을 향한 열망들이 그의 사유 속에 담겨 있기 때문이다. 또한, 이러한 연구 시도는 바슐라르의 상상력에 관련된 저작들을 인문학의 현안으로 떠오르고 있는 생태학적 관점 속에서 새롭게 조망해보고자 하는 목적을 아우르고 있다." (이찬규, 『가스통 바슐라르와 펠릭스 가타리: 생태학적 상생의 문화를 위하여』, 『한국프랑스학논집』 62권, 한국프랑스학회, 2008, 142~143쪽.)

을 상상력으로 보았다. 물질적 상상력은 물질이 상상 주체와 얽히는 과정에서 물질뿐 아니라 그 물질과 관계 맺는 상상 주체를 변형시킨다. 이것은 물질의 관계를 지속적인 내부작용(intra-action)²을 통해 설명하는 '물질적 전회'와 비교될 수 있다. 물론 물질적 상상력에서는 물질에 대한 상상 주체의 크기가 중시된다. 그럼에도 상상 주체는 물질을 일방적으로 인간의 삶을 위한 수동적 대상으로서 인식하지 않고 물질과의 관계에서 행복을 경험한다. 때문에 물질적 상상력은 물질적 전회에서 물질을 상호구성되는 존재로 이해하는 사유와 상통한다. 따라서 '물질적 전회'나 바슐라르의 "존재의 전환"³의 개념을 통해 사유하면, '쓰레기로의 전회'를 다음과 같이 규정할 수 있다. '쓰레기로의 전회'는 쓰레기와 인간 관계를 사유하는 것만이 쓰레기의 문제에 대해 접근할 수 있다는 인식이며 쓰레기와 관계 맺음을 상상력의 관점에서 모색하려는 움직임이다.⁴

본론에서는 두 영화에서 쓰레기의 의미가 어떻게 변화해가는지 분석해보고자 했다. 이를 위해 먼저 쓰레기의 이미지와 결합하는 불의 이미지에 주목하여 이 결합양상의 변화를 추적하였다.

1) 온기의 이미지와 춤추기의 상상력 : <월-E>

영화 <월-E>는 쓰레기, 로봇, 인간, 자연이 서로에게 기대며 이상적인 관계를 맺고 살아갈 수 있는 지구를 꿈꾸는 이야기이다. 영화에서는 지구의 장소성을 강조하기 위해 지구와 대비되는 우주 공간을 설정한다. 이 대비는 쓰레기의 존재 여부로 명확해진다. 지구인들이 모두 떠나 텅 빈 지구는 쓰레기로 가득 차 있지만, 지구인들이 사는 우주 여객선에는 먼지 하나도 존재하지 않는다. 쓰레기로 만들어진 로봇 월-E와 지구인들이 서로 만나는 과정에서 지속해서 출현하는 온기의 이미지는 이들의 관계를 친밀하게 이어주며, 지속적으로 서사에 영향을 미친다.

2 캐런 바라드는 두 항의 분리를 전제하여 이루어지는 상호작용과 달리 두 항이 서로 관계를 맺는 과정에서 관계항이 생성되고 상호구성되는 작용을 설명하기 위해 내부적 상호작용(intra-activity)이라는 용어를 제시한다. 이 작용이 이루어지는 행위성을 하나의 연행(enactment)으로 설명한다. (Karen Barad, Meeting the universe halfway: Quantum physics and the entanglement of matter and meaning, Duke University Press, 2007, p.14.)

3 가스통 바슐라르, 『불의 정신분석』, (김병욱 옮김), 2007, 33쪽.

4 이 글은 상상력의 관점에서 쓰레기와 인간의 관계망을 구성하는 데 『나무의 수사학』의 연구방법에 도움을 얻었다. 『나무의 수사학』은 한국 현대문학에서 나타난 나무의 이미지에 천착하여 그 특성을 계절에 따른 문학적 상상력의 변화를 통해 조망하여 나무와 인간의 상호작용을 통찰하였다. 이 글은 쓰레기의 이미지를 변용하는 생태적 상상력의 작용을 고찰함으로써 쓰레기와 인간의 관계 맺음의 가능성을 상상해보고자 했다. (우찬제, 『나무의 수사학』, 문학과 지성사, 2018.) 또한 쓰레기의 이미지에 무게를 두어 쓰레기와 인간의 관계를 수사학적으로 살피려는 이 글의 시도는 『쓰레기-치유』를 위한 문학 윤리에서 쓰레기의 입장에서 "쓰레기를 제재로 한 문학 텍스트"를 읽어내는 작업과 맞닿아 있다. (우찬제, 『쓰레기-치유』를 위한 문학 윤리, 『문학과환경』 제19권 2호, 문학과환경학회, 2020, 100~102쪽.)

2) 별빛의 이미지와 친구 되기의 상상력 : <굴뚝마을의 푸펠>

영화 <굴뚝마을의 푸펠>은 쓰레기에서 태어난 쓰레기 인간과 루비치가 친구가 되어 매연으로 뒤덮여 하늘의 별빛을 볼 수 없는 마을에 별빛이 비치도록 하늘의 별을 찾아가는 이야기이다. 이들의 여정에서 쓰레기의 이미지는 불빛의 이미지와 결합하여 별빛의 이미지로 변형되고, 이 과정에서 생성되는 친구 되기의 상상력이 쓰레기와 인간의 관계를 사유할 수 있는 중요한 동력으로 활용된다.

본론에서는 두 영화에서 쓰레기의 의미가 어떻게 변화해가는지 분석했다. 이를 위해 쓰레기의 이미지와 결합하는 불의 이미지에 주목하였다. 다음으로 서사 전개 과정에서 불의 이미지와 쓰레기의 이미지가 결합하는 상상력을 추적하면서 이 상상력이 쓰레기의 이미지를 변형하는 원리로 작동하고 있음을 밝혔다. 이 상상력의 양상을 도식화하면, <월-E>에서 촛추기의 상상력은 쓰레기의 이미지를 온기의 이미지로 변형시켰고, <굴뚝마을의 푸펠>에서 친구 되기의 상상력은 쓰레기의 이미지를 별빛의 이미지로 변형시켰다.

3. 결론

이상으로 이 글은 불의 이미지의 특성을 경유하여 쓰레기의 이미지를 살피고자 했다. 쓰레기의 이미지가 변화될 수 있다는 상상력을 밝혀내려는 기획은 인간 본성의 중요한 힘인 상상력을 회복하여 미래로 열린 생태학을 모색하고자 하는 의도에서 비롯되었다. 쓰레기와 인간이 조화롭게 지내야 한다는 당위적 사유가 아니라, 자기의 자리에서 서로 공존할 수 있는 윤리적 상상력을 찾고자, 이 상상력을 작동시키는 능동적이고 창조적인 이미지들을 추적하고자 하였다.

영화 <월-E>와 <굴뚝마을의 푸펠>에서 쓰레기의 이미지에 천착하여 쓰레기에 대한 수사학을 모색하려는 이 글의 시도는 우리에게 쓰레기의 문제를 되비추며 끊임없이 쓰레기 문제에 다가갈 것을 요청하려는 작업이다. 급진적 생태학자인 티머시 모턴(Timothy Morton)은 인간과 자연의 이분적 사유를 비판하면서 비인간적 존재들과의 연대의 가능성을 도모하고자 했다.⁵ 그래서 자연을 인간중심주의

5 티머시 모턴(Timothy Morton)은 인간과 다른 생명체 사이의 가능성 영역에 대해 '저월'(低越, subscendence) 개념을 제시한다. 저월이란 초월적 일자를 향하는 상승 운동의 대립으로서 공생적 실재, 생명체들의 상호의존 관계로의 하강 운동을 말한다. 생명 "전체는 헤아릴 수 없을 정도로 많은 미결정적인 요소들을 가진 더미(heap)"이며 "인류는 그것을 구성하고 있는 인간들보다 존재론적으로 더 작"으며 인간은 늘 인간적인 것 보다 훨씬 더 많은 사물이다. (티머시 모턴, 『인류: 비인간 존재들과의 연대』, (김용규 옮김), 부산대학교 출판문화원, 2021, 194~195, 163~167쪽.)

개념으로 보고 자연이 등장하지 않는 생태계를 주장했다. 이 글은 이러한 사유에 도움을 얻어 인간이 주체가 아니라 현재 지구의 반을 뒤덮은 쓰레기가 주체인 생태학을 상상해보고자 했다. 인간과 쓰레기의 관계를 변화시키는 쓰레기에 대한 상상력이 비현실적일지라도, 이 활동이 생태파괴로 인간종의 소멸을 언급해야 하는 현 상황에 접근하는 또 다른 방향을 제시해줄 수 있을 것이다.

참고문헌

- 가스통 바슐라르. 2003. 『공간의 시학』, (곽광수 옮김), 동문선.
- _____, 『공기와 꿈』, (장영란 옮김), 이학사, 2000.
- _____, 『불의 정신분석』, (김병욱 옮김), 이학사, 2007.
- _____, 『순간의 시학』, (이가림 옮김), 영언문화사, 2002.
- _____, 『촛불의 미학』, (이가림 옮김), 문예출판사, 2001.
- 브루노 라투르. 2021. 『지구와 충돌하지 않고 착륙하는 방법』, 박범순 옮김. 이음.
- 신승환. 2021. 『SF 영화에 나타난 '쓰레기 문명'과 공존의 윤리에 대한 상상력: <월-E>와 <승리호>를 중심으로』, 『현대영화연구』 통권43호, 한양대학교 현대영화연구소.
- 우찬제. 2018. 『나무의 수사학』, 문학과 지성사.
- 우찬제. 2020. 『쓰레기-치유를 위한 문학 윤리』, 『문학과환경』 제19권2호, 문학과환경학회.
- 에두아르도 콘. 2018. 『숲은 생각한다』, 차은정 옮김, 사월의책.
- 이유경. 1996. 『서양 연금술의 심리학적 의미』, 『심성연구』 11권1호, 한국분석심리학회.
- 이지훈. 2004. 『예술과 연금술』, 창비.
- 이찬규. 2008. 『가스통 바슐라르와 펠릭스 가타리: 생태학적 상생의 문화를 위하여』, 『한국프랑스학논집』 62권, 한국프랑스학회.
- 지그문트 바우만. 2008. 『쓰레기가 되는 삶들: 모더니티와 그 추방자들』, 정일준 옮김, 새물결.
- 티머시 모턴. 2021. 『인류: 비인간 존재들과의 연대』, 김용규 옮김, 부산대학교 출판문화원.
- 호프 자런. 2020. 『나는 풍요로웠고 지구는 달라졌다』, 김은령 옮김, 김영사.
- 홍명희. 2005. 『상상력과 가스통 바슐라르』, 살림.
- Jung, C. G., 1954. Von der Wurzeln des Bewusstseins, Zürich: Rascher Verlag.
- Barad, 2007. Karen, Meeting the universe halfway: Quantum physics and the entanglement of matter and meaning, Durham: Duke University Press.
- Braidotti, Ros. 2019. Posthuman Knowledge, Cambridge: Polity Press.

Covid-19와 기후비상 대응 니밋따 융합명상

Nimitta 융합 숲 명상을 중심으로

이종수 행정학박사, 전)중앙대, 중원대 학술교수

1. 서론

본고는 4차산업혁명시대의 Covid-19 위기, 환경 위기, 난개발 위기 관련 환경과 조화된 인성(인품) 함양적 접근과 기후비상의 대외적 접근과 대내적인 개인 수양적 측면으로 구분하여 대안을 제안함.

2022년 현재 인류는 Covid-19 팬데믹과 이상 기후의 와중에서 개개인의 위생과 면역, 비대면 현상과 관련 혼자 있기 훈련이나 섭양적 측면과 자연을 중시하고 동화됨.

최근 코비드 대응과 기후변화에 기본적으로 도움이 되는 방법의 하나가 개인수양적 접근임. 명상적 결가부좌(니밋따 명상)수행은 혼자 있기 좋은 장소인 숲에서 세상의 환경과 단절한 뒤 자신의 내면으로 몰입함. 그런 명상에 좋은 숲은 물리적 공간적으로 외부의 모든 것을 차단시켜 내면에 몰입할 수 있는 방안을 제시함.

이 연구의 必要性으로는 새로운 2021년을 맞으면서 인류는 Covid-19팬데믹 와중에서 그 개인적 대응은 개개인의 위생, 면역, 혼자 있기 관련 섭양(攝養), 장수(長壽), 부동심(不動心), 비대면 혼자 있기 등과 연관된 독창적인 '융합명상'법을 제안, 이는 개인 건강 대응과 기후비상 대비책임.

내용적 범위 측면은 기후비상과 변화 대응 측면과 관련 비대면 감성, 창의, 혼자 있는 훈련과 특성적 측면임. 자유롭게 하 하는 의지와 송림(松林) 아래 앉고 싶은 마음의 흐름에 따르며, 까치소리, 상수리 떨어지는 소리를 들으면서 명상함임.

2. 본론

- 본 연구 방법은 주요 일간지, 학술지 및 전문가 견해, 필자의 경험사례를 중심으로 접근함.
- 개인 심신위생을 위한 융합명상은 음악, 체육, 섭양 효과를 중심으로 접근하며, 숲 育林을 주지시키는 양면 접근임.

1) 주요 내용적 측면

(1) 코비드 팬데믹 측면 : 각국은 '포스트 코로나(Post covid-19)' 대응에 사활을 걸고 있음. 국내적으로는 대면 접촉 기피현상과 국제적으로 직면한 팬데믹(Pandemic)으로 인하여 인간과 지구, 자연환경의 소중함을 알게 됨.

(2) 기후비상 측면 : 영국 옥스퍼드 영어사전은 '기후 비상(climate emergency)'을 포함. "기후 변화로 인한 잠재적이고 되돌릴 수 없는 환경피해를 피하기 위해 더 긴급한 행동이 필요한 상황"으로 정의함.

- 자연재앙과 해양오염 등 자연 災殃(災害) 관련 노벨상수상자들의 미래예측은 환경재앙 등임.
- 세계적인 기후비상 등 현재 일상화되는 폭염, 혹한, 만년설 해빙, 온난화, 황사, 미세먼지, 해양 오염 등이 위협 수위임.
- 노벨위원회도 기후위기의 심각성을 인정하고, 지구온난화 예측 연구를 수행한 독일과 미국 과학자를 노벨물리학상 공동수상자로 선정.
- 지구 온도가 지금보다 3도 오르는 2050년 전후 미국 펜타곤, 영국 버킹검, 호주 오페라 하우스, 김포공항, 인천시, 부천시, 부산시 등 침수됨. 중국 상하이, 쿠바 아바나 등 전 세계 50개 주요 도시가 물에 잠길 수 있음. 싱가포르 30% 침수 위험.
- 해수면 상승에 가장 취약한 상위 5개국에 중국, 인도, 베트남, 인도네시아가 포함됨.
- 인천, 부산, 울산을 비롯한 바닷가 여러 지역들이 해수면 대비 5미터 이하로 해수면 상승에 곧바로 영향을 받음(<https://climate.or.kr>).

2) 한계와 과제

- 인류가 익숙했던 대기순환이 지구온난화로 돌변함. 예년보다 극한기후 현상이 빈발. UN은 이 같은 글로벌 기후재앙에 세계가 공동 대응할 것을 촉구함.
- 지구 생태계는 이미 자연 회복 가능한 티핑 포인트(한계점 대응)는 지남. 현실적 한계점은 지역차원에서 대응 불가성임.
- WP는 의료계 종사자 4500만 명을 대표하는 450개 단체도 지난 10일 기후변화를 경고하는 서한을 발표. 이들 단체는 기온상승으로 호흡부전과 정신이상, 해충이 옮기는 질병 등 각종 건강문제가 늘어나고 있음을 지적하고 "기후 위기가 인류가 직면한 가장 큰 건강 위협"이라고 강조함.

3) 정책 대안 : 숲과 명상 정책적 접근

(1) 국내적 접근(숲의 복원과 코비드 대응)

- 인간은 기후 위기에 어떻게 대응하고, 어떻게 적응해야 하나를 기후 비상 속 도시, 자연, 인간 스스로에게서 해답을 찾아야 함.
- 개인의 정책 제안을 살펴줄 기관은 어디에도 없으나 개인들이 실천할 수 있는 사항을 찾아보면 도처에 있음. 자전거, 자연사랑, 나무 심기, 초목 사랑, 채식(菜食), 숲 명상도 그 중 하나임.
- 도시 숲은 온난화의 원인이 되는 탄소를 고정하고, 지표 온도를 낮추며, 미세먼지를 줄이는 필터가 됨. 도시의 자투리 녹지들은 조각조각 일지라도 토양에 빗물을 저장하고 폭우 때 물의 흐름을 느리게 해서 홍수를 완화해 줌. 도로변 먼지를 빗물로 씻어 내려 미세먼지가 다시 날아오르지 않게 함.
- 숲은 '피톤치드'로 때 묻은 폐에 신선한 공기를 불어 넣고, '생활 스트레스'로 가득한 마음에 평온을 줌. 『논어』 선진편에 "浴乎沂風乎舞雩詠而歸(기수에서 목욕하고 무우에서 바람쐬고 노래하며 돌아오겠습니다)"라고 선인은 설파.
- 삼림욕은 울창한 숲속에서 심신의 활력을 회복시키는 나무에서 나오는 성분(피톤치드)을 활용하는 휴식법. 인간의 자율신경을 자극해 심신을 안정시키고, 감각계통을 조절하여 뇌건강에 도움을 주는 것으로 알려짐.

(2) 개인적 숲 (Nimitta)명상 접근

- 코비드 19 비대면 숲 명상 측면임. 자연과 소통임. 소통은 상대와도 나누지만 자신과의 소통 역시 중요. 몸과 마음, 호흡을 통한 하나되기 소통, 그것이 명상임. 솔 숲(松林)명상이란 솔 숲에서 자유롭게 수행하는 명상임.
- 숲 명상은 세상의 환경과 단절한 뒤 자신의 내면으로 향하는 행위임. 명상에 좋은 장소는 숲임. 숲은 물리적 공간적으로 외부의 모든 것을 차단시켜 더 쉽고 효과적으로 내면에 몰입할 수 있는 환경을 제공함. 이런 이유 때문에 세계적으로 손꼽히는 명상센터는 모두 숲에 위치.
- 필자의 「니밋따 융합명상」 효과는 심신의 평강을 견인함과 동시에 창의적 마인드를 열어준다는 점. 그 토대가 신체의 자유자재임. 필자의 경우 요가로 신체를 유연하게 한 후 가부좌 또는 반가부좌(半跏思惟)와 함께 수식관 수행을 겸함.
- 참선(명상)의 일반적인 체험 효과는 첫째, 자연 교류, 자기 성장, 교육 체험, 휴식 등이며, 둘째, 정서역량 함양, 사회적 측면, 인지 역량적 측면 등을 들 수 있다. 셋째, 긍정적 마음은 면역체계를 강화시킴.
- 명상은 정신집중효과를 뇌과학적으로 입증함. 창조란 최초의 생각임. 그것은 좌선, 곧 '영혼의 사위'인 무한심연의 세계에서 찾을 수 있는 연구 수행자의 결실임. 최고나 최대, 유일과는 다른 측면인 心源(니밋따 명상)에서 찾을 수 있음.
- 좌선과 채식 융합 효과와 관련된 치유 효과로는 정신치유 효과 및 몸 치유 효과에서 입증됨. 사찰음식의 효능과 효과와 건강증진 우수성 체험사례는 '신한류' 바람을 타고 서서히 파급됨. 茶食은 福을 짓는 행위임.

4) 기대효과

- 개인적 접근인 혼자있기 훈련 장소 숲 명상은 비대면 사회에서의 숲 활용을 통한 국민의 심신 건강 유도
- 기후비상 대응을 위한 자연친화적 숲 육성과 조림국가에 기한 재목 자급자족 기회
- 숲에서 수행하는 융합명상의 감성, 창의 효과성 입증
- 도심 '숲 공원'은 시민 안식처, 맑은 공기 제공, 심신 건강증진 장소, 이웃과 소통 공간
- 기후비상 대응과 도심 熱氣 저감 공간, 저탄소 기여, 온실가스 저감 효과

4. 결론

- 대안적 접근 시스템
- 국제적 접근
- 재앙을 막으려면 지구 온도 상승 폭을 산업화 시대보다 1.5도 이내로 제한하자는 「파리 기후 협약」을 지켜야 함. 그러나 전 세계가 2050년까지 '온실가스 배출 순제로'를 달성하는 가장 낙관적인 시나리오에서도 지구 온도는 1.5도 넘게 오를 것으로 예상함.
- 독일의 메르카토르연구소는 지구온난화와 관련이 있을 수 있는 기후변화 10만 건 이상의 사례를 인공지능을 통해 분석해 탄소 배출에 따른 온도·강수량 변화를 찾음.
- 홍수, 폭염 등의 기상비상이 인간의 활동에 따른 지구온난화와 관련된 것임을 확인. 육지 면적의 80%가 온난화의 영향을 받고 있음. 전 세계 85%의 인구가 기상이변을 경험함.
- “웬만한 유럽 도시에서는 대중교통으로 자전거를 이용하는 비율이 50%. 빠르고 편리해서 이 용함. 자전거 도로가 잘 갖춰져 있으면 10km쯤 얼마든지 갈 수 있음. 삶의 조건을 바꿔야 함.
- 기후 비상문제는 절대 쉽게 해결될 수 없음. 화석연료 기반의 세상이 완전히 재생에너지 기반으로 재편되어야 함. 자전거, 전기자동차 대체 등임.
- 저탄소 접근 도시 사례로 덴마크 코펜하겐은 자전거 슈퍼 하이웨이(김광석 외, 2015), 도시가스 및 기름보일러 최소화로 접근함. 호주 멜버른은 Canopy 나무 식수, 도시 숲 조성 및 태양광, 풍력, 수력의 최대화임. 중국은 천연자원, 에너지 보존 환경보호로 접근함.
- 먼저 기후비상 대응 탄소 문제는 21세기 인류의 과제 측면에서는 기본소득 탄소세와 기본소득 토지세를 신설해 재원을 마련함.
- 핀란드가 세계 최초로 탄소세를 도입한 이후 탄소세의 역사가 30년을 기록함. 탄소세가 온실가스 감축에 긍정적 성과를 거둔 것으로 평가됨.
- 탄소예산이란 앞으로 1.5도를 넘지 않으려면 어떠한 양 이내로 이산화탄소 배출을 제한해야 한다는 개념임.
- 국내 기후 비상과 숲정책 접근.
- 기후비상에 대처하기 위해 “정부가 몰라서 안 하는 것은 아님. 들으려 하지 않고 들을 귀가 없음.
- 2021년 현재 정책 패러다임을 '도시와 숲의 공존'으로 바꾸고 지난 6월 '도시숲법'을 제정, 본격 시행 중임. 도시 숲 면적을 늘려갈 계획을 함. 각 지자체는 탄소흡수원으로서의 도시 숲 중임.

- 경제적인 효과도 기대됨. 목재의 85%를 수입에 의존하고 있는 우리나라 실정을 고려할 때 목재 자급률을 높이는 데도 도시 숲이 대안임.
- 2018년 국제학술지 '생태학적 모델링'에 따르면 인구 1,000만 명이 넘는 도시의 숲이 제공하는 사회적 편익은 연간 5억500만 달러임. 즉, 도시 숲의 그 존재만으로 공공의 이익으로 연결되는 것임.
- 싱가포르가 해수면 상승에 대응하기 위해 제일 먼저 떠올린 방법은 기존의 생태계를 보존하거나 복원하면서 해안을 보호함. 일명 NbS(Nature-based Solutions)라고 부르는 자연기반 해결책을 먼저 시작함. 맹그로브 숲은 해일이 몰아쳐도 파도에 맞서 해안 지반을 보호하고 해일의 높이를 75%까지 낮춤.
- 기후위기의 심각성 관련 대규모 집회와 행진이 서울 도심에서 진행. 불교계도 행사에 동참, 기후위기 극복을 위한 실천 행동을 호소(BBS 2022.9.25.). 불교계 시민사회단체와 사찰 연합단체인 불교기후행동은 기후위기 정책 전환과 기후정의 실현 촉구.

참고문헌

- 김광석, 이현지, 2015, 「세계주요국의 저탄소도시정책 동향과 시사점」 『건설경제』 제79권, 국토연구원, 81-89.
- 서정화, 이종수, 2019, 『블록체인 도시행정』 지식공감.
- 이종수, 박해봉, 2022.2, 『블록체인 인공지능 융합행정』 한누리미디어.
- 이종수, 2022.9, 「노년 불자, '創意, 感性融合명상」 『현대생활속에 불교사상과 그 실천방안 모색』(유튜브 동영상).
- 이종수, 2022.7, 「노년 불자, '創意, 感性融合명상」 『현대생활속에 불교사상과 그 실천방안 모색』 교불연, 434-457.
- 이종수, 2021.5, 「창의, 감성 함양을 위한 融合명상」 『미래융합교육』 전주교대, 1-25.
- 이종수, 2021.2, 「코로나-19면역 融合명상」 『봉은 관전』 제160호, 봉은사, 34-36.
- 이종수, 2021.11, 「Corvid-19 인천음식 면역 스토리텔링」 『2021 전국해양문화학자대회 자료집(2)』, 201-209.
- 이종수, 2020.11, 「염불과 冥想融合 효과분석」 『교수불자연합회 하계학술대회 논문집』 교불연, 253-277.
- 이종수, 2019, 「인지과학과 융합명상」 『한국교수불자연합회지』 제25권 2호, 52-80.
- 이종수, 2019.6, 「봉은남성합창단 찬불가 스토리텔링」 『봉은 관전』 제140호, 봉은사, 44-47.
- 이종수, 2019.3, 「지능정보사회 감성·創意融合」 『감성연구』 제18집, 전남대, 121-156.
- 이종수, 2018.12, 「4차산업혁명과 融合명상」 『한국지성과 불교』 (사)한국교수불자연합회, 163-170.
- 이종수, 2018.8, 「화성시 창의교육의 차별화와 진로」 『화성창의지성』 5호, 화성시.
- 이종수, 2016.6, 「영의정 이원익의 청렴행정 스토리텔링 힐링 효과 분석」 『인성교육연구』 제1권 제1호, 국제뇌교육종합대학원대학교, 93-126.
- 이종수, 2015.12, 「템플스테이 미러뉴런 스토리텔링 힐링 : 명상과 사찰음식 공감체험을 중심으로」 『창조산업연구』, 제2권 3호, 안동대, 51-74.
- 이종수, 2015.6, 「관료병 치유의 도가적 접근」 『공공정책과 국정관리』 제9권 1호, 단국대 사회과학연구소, 21-53.
- 이종수, 2015, 「관료병의 오리정령 스토리텔링 힐링」 『퇴계학과 유교문화』, 제56호 : 경북대 퇴계학 연구소, 241-278.
- 이종수, 2014, 「관료병의 명상 스토리텔링 힐링」 『감성연구』, 제8집, 81-124.
- 이종수, 2002, 「21세기 GNR 시대의 생명윤리 정책방향」 『국가정책연구』 제16권 1호, 중앙대 국가정책연구소, 191-211.

포스트코로나 시대, 실천인문학의 의의 연구

박경리 유고시집에 나타난 '여성', '죽음', '자연'의 의의

조혜진 한세대학교 초빙교수

연구자는 감염병 시대의 차별과 혐오의 문제점을 인식하고 포스트코로나 시대에도 심각한 사회적 문제가 될 혐오 문제 해결을 위하여 유방암 투병으로 죽음을 눈앞에 둔 삶을 살다가 작고한 박경리 작가의 유고시집 『버리고 갈 것만 남아 참 홀가분하다』에 나타난 말년의식을 중심으로 '여성', '죽음', '자연'에 대한 의의를 통해 죽음의 공포와 고립감, 혐오의 시대를 살아가는 외로운 노년기 및 중장년의 시민들에게 인문학의 치유적 경험과 생태적 공동체로서 삶의 회복을 염원하였다. 이때 예술가가 평생을 몰입했을 체현물로서 예술가의 삶을 관통하는 동시에 동시대인들에게 정상적으로 참조된 시의성을 넘어서는 부정의 힘으로서 에드워드 사이드가 주목한 말년의식의 중요성을 연구하였다. 이에 박경리 유고시집에 수록된 시편들에 나타난 말년의식을 연구하여 첫째, 상실의식과 여성성의 글쓰기, 두 번째 생명에 대한 환대의 글쓰기, 세 번째 '끝'과 '시작'으로서 생명의 비밀을 잇는 순환의 글쓰기로서 '여성', '죽음', '자연'의 의의를 살핍으로써 포스트코로나 시대, 환대의 인문학으로서 인문학의 치유적 역할과 생태적 공동체로의 회복을 위한 실천인문학의 의의를 연구하였다.

1. 서론

2015년부터 2021년까지 원주 박경리문학공원과 박경리문학관에서 <청소년 토지학교> 및 <소설 토지학교>, <토지 문화학교>를 통해 청소년들을 비롯하여 다양한 연령대 시민들을 위한 시민강연을 진행한 경험을 토대로 연구자는 대학의 인문교양교육의 장을 확대하여, 코로나 감염병으로 인한 위기 속에서, 생태적 위기의 시대에 응답하는 환대의 인문학으로서 실천인문학의 수행을 모색하였다. 이를 통해 실천인문학으로서 연구자의 실천 경험을 토대로 논문을 집필, 코로나 감염으로 극심한 공포를 경험했던 2020년부터 2021년까지 연구자가 지역상생인 문학으로 지역 도서관 및 문화관과 연계하여 시민 인문학의 실천 경험을 반영한다는 점에서 생태적 위기의 시대에 응답하려는 환대의 인문학으로서 이 논문은 생태 인문학으로서 환경운동을 위한 실천적 의의를 지닌 것이라 할 수 있다.

2. 말년의식을 통해 살펴 본 박경리의 문학적 세계관

1) 상실의식과 여성성의 글쓰기

2020년부터 시작된 코로나 감염병의 시대, 죽음의 공포 속에서 차별과 혐오의 문제는 전 세계적인 미투 운동의 확산에도 불구하고 급기야 방역과 폐쇄의 분노를 여성에게 표출하는 등 가정폭력의 문제로 나타났다. 이어 한국 사회에서 '여성'에 대한 혐오는 데이트폭력과 성폭력 등 현재까지도 욕설과 비하, 차별을 통해 심각한 스토킹살해의 범죄 등등 일상생활에서 빈번히 일어나고 있다. 사피야 우노자 노블은 『구글은 어떻게 여성을 차별하는가』라는 책에서 알고리즘에 기반한 의사결정 시스템이 오히려 사회적 불평등을 더욱 확산시킨다고 주장하였는데, 포스트코로나 시대, 이 같은 여성 혐오와 젠더 폭력 속에서 박경리의 여성성의 글쓰기에 주목하는 것은 이러한 맥락에서 성차별의 문제를 넘어 생명 혐오의 문제에 대한 응답으로서 환대의 인문학을 통해 이러한 문제를 극복하기 위한 것이라 할 수 있다. 이에 제국주의 시대를 통과하며 박경리의 여성성이 한국의 전통적 여성상과는 달리, 문자 주체로 군림해 온 남성 중심사회에서 여성 이야기꾼으로서 할머니, 어머니, 박경리로 이어지는 새로운 여성 서사의 계보를 드러냄으로써 침묵을 강요당하는 남성 중심의 사회 문화 구조로부터 남성/여성의 대립을 넘어서 주체 권력의 폐쇄성을 극복하는 새로운 여성성의 서사를 구현한다는 점에서 의의를 갖는 것이라 할 수 있다. 이때 코로나로 인해 앞당겨진 디지털 사회에서 여성 이야기꾼으로서 박경리의 시의 특징을 연구함으로써 호모나렌스로서 이야기를 구성하고 표현하는 능력은 기존의 유한한 공간 개념을 전복시키는 힘으로써 스토리텔링의 본질인 '허구성'을 통해 새로운 '가상세계'의 출구를 세계를 열어젖히는 가능성으로서 의의를 갖는 것이라 할 수 있겠다.

나아가 이를 통해 포스트코로나 시대, 혐오 문제 해결을 위해 여성성 뿐 아니라, 젠더에 대한 공부 가 필요한 한국 사회에서 여성 혐오의 문제를 성찰하는 계기를 마련하고 위기의 시대에 응답하는 환대의 인문학으로서 문제해결을 위한 실천적인 계기를 마련할 것이라 기대한다. 이러한 맥락에서 박경리의 문학 세계를 문학 교육이 아니라 학제적인 문학 연구의 틀을 넘어 시민 인문학으로서 소통의 의의를 새롭게 마련함으로써, 포스트코로나 시대 생명에 대한 혐오와 생태적 위기의 문제 해결에 이바지하는 실천인문학을 통해 협력적 창의성을 지향하려는 것이라 할 수 있다.

2) 생명에 대한 환대의 질문으로서 글쓰기

포스트코로나 시대 인간은 4차 산업 혁명에서 논의되었던 시·공간의 변화를 불가피하게 경험함으로써 새로운 문명 전환의 기로에 놓여 있다고 해도 과언이 아닐 수 없다. 코로나 감염병으로 인한 비대

면 사회에서 메타버스를 교육의 환경으로 구축하는 방안들이 쏟아져 나오는 오늘날, 가상현실에서 주체는 근대 휴머니즘의 담론으로 수용되기 어렵다고 할 수 있다. 왜냐하면 인간중심주의에 의해 구현된 주체 담론에서 세계는 자연, 신, 인간을 타자화시키면서 생명을 황폐화시키는 결과를 초래했기 때문이다. 인간의 이성을 중심으로 세계를 이해한 로고스중심주의는 이러한 맥락에서 '나'라고 하는 주체 욕망의 편집증적 환상이 서구의 지식 권력을 형성한 계기라는 비판 속에서 생명에 대한 연대로서 타자성의 계기를 마련해야 하는 절체절명의 위기에 놓이게 되었다. 이때 박경리는 시에서 '대지'에 입을 맞추며 다툼과 갈등을 정화시키는 생명의 삶을 통해 '인간이란 무엇인가'와 '정의란 무엇인가'와 같은 로고스적 인식에서 벗어나, '겸손하게 감사하는 儀式'으로서 유고시집에 이르기까지 말년의식을 통해 생명에 대한 현대의 글쓰기에 천착해나갔던 것이다.

3) '끝'과 '시작'으로서 생명의 비밀을 잇는 순환의 글쓰기

'생명의 능동성'을 잊지 않는 삶 속에서 '생명의 능동성'으로서의 '일'을 통해 노년의 삶일지라도 박경리는 노년과 죽음이 '끝'이 아닌, 생태적 공동체로서 생명을 이어나가는 새로운 '시작'이라는 것을 유고시집에 이르기까지 시를 통해 드러내었다. 이러한 맥락에서 박경리 유고시집에 드러난 말년의식은 생태적 공동체로서 생명에 대한 타자성의 의의를 갖는 것이라 할 수 있다. 이러한 생명에의 능동성을 통해 작가는 죽음이라는 노년의 시의성을 부정하고, 새로운 시작으로 생명의 의의를 통해 '노년'과 '죽음'의 의미를 성찰하고 '자연'을 통해 삶과 죽음을 구분하는 근대적 시간인식을 부정하였던 것이다.

3. 결론

포스트코로나 시대, 생태적 위기에 직면하여 생명에 대한 문제 해결을 위해 인문학은 인종차별과 여성 혐오, 노인 혐오, 환경 파괴로 인한 재난과 죽음의 공포가 만연되는 세상에서 위기에 응답하는 현대의 인문학으로서 혐오의 문제를 극복하고 삶의 지평에서 실천인문학으로서 인문학의 실천을 지향해야 한다. 이를 통해 주체 권력과 정체성의 경계에서 인종 차별과 젠더 폭력, 양극화의 문제를 고민하고, 코로나 감염병으로 인한 죽음의 공포 속에서 생명에 대한 현대의 질문을 통해 생태적 공동체로의 회복을 위한 실천의 계기를 마련해야 할 것이다. 이에 삶의 실천과 경험, 성찰의 진정성이 결여된 인문학에 대한 뼈아픈 반성을 통해 지식인의 인문학이 아닌 생명의 인문학이 되어야 한다는 것, 유고시집에 이르기까지 생명에의 회복을 염원한 박경리 문학의 말년의식을 연구한 것은 생명의 현대에 대한 실천적 삶이야말로 학제적인 경계에서 인문학 연구가 결여한 지점이기 때문이다.

참고문헌

- 박경리. 2008. 『버리고 갈것만 남아서 참 흥가분하다』 마로니에북스.
- 김기봉. 2021. 『포스트코로나 시대 감염과 연결에 대한 성찰』, 인문과학연구 68집 395쪽, 강원대학교 인문과학연구소
- 김창원. 2009.2. 『시민윤리학의 정립』, 시민인문학 16, 경기대학교 인문학연구소.
- 김혜영, 유지현. 『대학의 시민교육 프로그램개발 및 운영사례 연구』, 경기대인문학연구소, 시민인문학 38, 2020.2.
- 박우영. 2015.8. 『한국사회 침묵의 문제와 도덕적 주체 형성의 문제』, 기독교 사회 윤리, 32집 55쪽, 한국기독교사회윤리학회.
- 박연규. 2009.2. 『시민인문학이란 무엇인가-자율과 자유, 지역성의 경험』, 경기대인문학연구소, 시민인문학 16.
- 양은아. 2009.5. 『실천인문학과 결합된 인문교육의 성격변화와 대중인문교육의 새로운 맥락화』, 『평생교육학연구』15(3) 1-18쪽.
- 이승운. 2018.11. 『문학관/문학공간의 활성화 방안과 콘텐츠 기획의 사례 연구-박경리의 토지를 중심으로』, 대중서사연구 24호 30쪽.
- 한혜원. 2010. 『디지털 시대의 신인류호모나렌스』, 살림출판사.
- F. Capra, 홍동선 역. 1989. 『탁월한 지혜』, 범양출판사.
- 에드워드사이드, 장호연 역. 2012. 『말년의 양식에 관하여』, 마티.
- 에릭호스봄, 이원기 역. 2008. 『폭력의 시대』, 민음사
- 앨런 식수, 박혜영 역. 2006. 『메두사의 웃음/출구』, 동문선.
- 로랑베그, 이세진 역. 2013. 『도덕적 인간은 왜 나쁜 사회를 만드는가』, 부키.
- 모리스블랑쇼, 장 획당시, 박준상 역. 2005. 『밝힐 수 없는 공동체』, 문학과 지성사.
- 마크 릴라, 서유정 역. 2002. 『분별없는 열정-20세기 지식인의 오만과 편견』, 미토.
- 마이클센텔, 함규진 역. 2020. 『공정하다는 착각』, 와이즈베리.
- 사피야 우모자 노블, 노윤기 역. 2019. 『구글은 어떻게 여성을 차별하는가』, 한스미디어.
- 폴너스, 이한음 역. 2021. 『생명이란 무엇인가』, 까치.

[참고] 본고는 '조혜진, 『포스트코로나 시대 실천인문학의 의의 연구』, 『인문과학연구』 제46집, 성신여자대학교 인문과학연구소, 2022, 8.에 발표된 내용입니다.

환경음악의 예술적 함의 고찰

〈달려라 피아노〉 〈숲 쓰레기 콘서트〉 〈북극을 지켜라〉를 중심으로

최정수 중앙대학교

1. 서론

예술은 창조적 활동이며 내면과 연관을 맺는 행위로 인간의 정신작용에 영향을 준다. 본 연구는 자연과 음악을 연결한 환경음악의 사례를 분석하여 함의를 고찰하고자 한다. 환경과 음악이 서로 조화를 이루는 새로운 형식은 환경의식을 확장시키는 예술적 가치를 지닌다. 환경음악 연주의 사례를 분석하여 의미를 조명하는 작업은 고무적이라 사료된다.

2. 본론

음악 환경은 음악적 선호도와 관심을 향상시키며 인간의 사고에 변화를 준다. 최근 예술은 고유의 영역을 넘어 사회 문화를 융합하는 종합예술로 변화되고 있다. 자연환경에서의 음악 활동은 환경의식을 확장시키는 새로운 예술 장르를 형성한다. 〈달려라 피아노〉, 〈숲 쓰레기 콘서트〉, 〈북극을 지켜라〉의 환경음악 사례에서 나타난다. 연구방법은 환경과 음악 신문기사와 문헌연구 및 유튜브 영상에서 관련 장면을 캡처했다.

1) 달려라 피아노

〈달려라 피아노〉¹⁾는 2013년 6월 선유도공원에서 아티스트 밥장과 함께 한 페인팅 작업이다. 거리나 광장에 피아노를 설치하여 길 가던 시민들이 자유롭게 연주하는 프로젝트다. 일반 시민들에게 제공된 피아노는 자유로운 동선으로 이루어지는 즉흥적인 공연이다. 이 프로젝트는 특정한 예술인이 공연하는 고정관념에서 탈피하여 누구나 참여하는 새로운 예술공간의 주체가 된다.

1 선유도공원에서 9.28(토)18:00에는 재즈피아니스트 진보라의 독주와 어린이들의 합동공연이, 9.29(일)17:00에는 서울대학교 피아노과 박종화 교수의 공연이 진행되었다.



〈그림 1〉 야외에 설치된 〈달려라 피아노〉

2) 숲 쓰레기 콘서트

환경음악은 '선'을 적용한 예술이다. 동양에서는 도덕과 윤리의 '선(善)을 예술에 포함하여 환경을 훼손하지 않는 조화로운 '미'(美)를 추구했다(최정수 2021:1009). 2013년 9월 5일(목)~17일(화) 경주에서 진행된 〈피아노의 숲 콘서트〉는 버려진 쓰레기가 티켓이 되는 재미와 환경음악을 주목시킨 프로젝트다. 나누어준 봉투에 쓰레기를 담으면 티켓과 교환되어 콘서트를 감상할 수 있다. 플로깅 장소는 관광객들이 많은 오류 캠핑장, 신라왕릉이 위치한 삼릉숲, 야경명소 월정교로 지정했고 생분해가 되는 자연친화적 봉투를 나누어 주었다. 관람객이 쓰레기를 담으면 입장티켓과 교환해주는 과정을 체험하면 환경문제의 심각성을 마주하게 된다. 피아니스트 윤한은 〈회복〉이라는 리드미컬한 멜로디와 깨끗한 자연을 지키려는 연주로 주제를 부각시켰다.



〈그림 2〉 숲 쓰레기 콘서트

인간은 사고에 따라 변화되고 영향을 받는다. 음악 활동은 음악적 능력을 향상시킬 뿐 아니라 환경친화적 태도에 영향을 준다는 연구 「자연의 소리를 활용한 음악 활동이 유아의 음악능력 및 환경친화적 태도 형성에 미치는 효과」 장정에 (2008)에서 만 5세 40명을 실험집단과 비교집단에 배치하고 사전 검사점수와 사후검사 점수의 변화를 비교한 결과 자연의 소리를 활용한 음악 활동에 유의미한 결과가 나타났다. 자연에서의 음악 활동은 인간의 바람직한 세계관을 형성할 수 있다.

3) 북극을 지켜라 Ludovico Einaudi – “Elegy for the Arctic”

북극의 빙하 유실은 세계를 주목시키고 있다. 2020년 40년 관측 이래 그린랜드의 빙하 유실이 최고치로 기록된 현상은 먹이사슬과 생태계의 혼란 및 파괴가 진행되고 있음을 보여주기 때문이다. 이탈리아의 피아니스트 루도비코 마리아 엔리코 에이나우디(Ludovico Maria Enrico Einaudi 1955~)는 해빙되고 있는 북극해에서 피아노를 연주함으로써 환경음악을 주목시켰다. 그는 ‘북극을 지켜라’ 및 알프스 산맥과 같은 환경에서 자연을 소재로 작곡하고 2019년 ‘세븐 데이스 워킹(Seven Days Walking)’이라는 프로젝트를 발표했다.²



〈그림 3〉 루도비코 에이나우디 ‘북극을 지켜라’

〈피아노의 숲〉 프로젝트는 지구온난화로 파괴되어가는 환경의 중요성과 문제의식을 주목시킨 유기체가 공존해야 미래가 가능하다는 경각심을 일깨운다. 결코 환경과 인간이 분리될 수 없으며 자연과의 협응하고 조화를 이루어야 생명이 존재할 수 있다는 경고를 담고 있다. 이 프로젝트는 자연의 일부인 자신을 인지하도록 사고를 확장시키는 예술 행위로 환경의식을 촉구한다.

2 대표적인 작품은 Time Out (various instruments; experimental) (1988) Stanze (harp) (1992)Salgari (various instruments; ballet) (1995)Le Onde (piano) (1996) Eden Roc (piano and strings) (1999)I Giorni (piano) (2001) Diario Mali (piano, kora) (2003) Una Mattina[1] (piano, cello) (2004) Divenire (piano, string orchestra, electronic) (2006) Nightbook (piano, electronic) (2009) In a Time Lapse (piano, electronic) (2013) Taranta Project (piano, electronic, orchestra, cello, kora) (2015) Elements (piano, electronic, orchestra) (2015) Seven Days Walking (piano, violin, viola, cello) (2019) 12 Songs from Home (piano) (2020) Undiscovered (piano, violin, viola, cello) (2020)이다.

3. 결론

본고는 〈달려라 피아노〉, 〈숲 쓰레기 콘서트〉 〈북극을 지켜라〉 Ludovico Einaudi – “Elegy for theArctic”), 프로젝트의 사례를 제시하여 환경음악의 가치를 조명하였다. 자연과 음악의 공존은 환경에 대한 경각심과 인간에게 미래를 준비하는 대안적 시각을 제공한다. 연구의 결과 환경음악의 의의는 첫째, 자연환경과 음악의 연결은 환경의식의 확장으로 인류에게 유의미하다. 둘째, 환경음악이라는 새로운 예술의 장르로 평가된다. 셋째, 환경음악은 자연과 소통하려는 방향으로 나아가고 인간다운 성찰의 미학을 함의한다. 이 연구는 환경과 음악을 연결하는 새로운 유형의 예술을 통해 미학을 발견하고 인류 행복의 담론으로서 의미를 지닌다.

참고문헌

- 장정애. 2008. 「자연의 소리를 활용한 음악 활동이 유아의 음악능력 및 환경친화적 태도 형성에 미치는 효과」, vol.12, no.4, 유아교육학논집, pp. 69-88
- 최정수. 2021. 「인’의 측면에서 본 리크리트 티라바니자 작품 연구」, 문화와 융합, vol.43, no.3, 통권 79호 p.1009.
- “달려라 피아노를 아십니까?” 서울특별시 홈페이지 <https://news.seoul.go.kr/env/archives/30578>
- <https://namu.wiki/w/%EB%A3%A8%EB%8F%84%EB%B9%84%EC%BD%94%20%EC%97%90%EC%9D%B4%EB%82%98%EC%9A%B0%EB%94%94>
- Ludovico Einaudi – “Elegy for the Arctic” – Official Live
- <https://www.youtube.com/watch?v=2DLnhdnSUVs>(2022년 8월 25일)
- “아픈 마음 어루만지는, 현대인에게 딱 맞는 음악” <https://www.joongang.co.kr/article/24054215#home> 중앙일보 2021년 5월 11일
- “숲 쓰레기 콘서트” <https://www.youtube.com/watch?v=5upDF3EBp1U>, 2022년 8월 27일
- “공공예술 달려라 피아노” <https://www.youtube.com/watch?v=OQrct6Zf-G4>, 2022년 8월 27일