

제6회

숲과나눔 환경학술포럼

2024. 11. 12.(화) ~ 13.(수)

연세대학교 백양누리



재단법인 숲과나눔
Korea Safety Health Environment Foundation



제6회

숲과나눔 환경학술포럼



재단법인 숲과나눔
Korea Safety Health Environment Foundation

목 차

인사말	8
제6회 숲과나눔 환경학술포럼 프로그램	10
행사장 안내도	12
심포지엄	
안전한 대한민국, 청년이 묻고 청년이 답하다.	13
기획세션 1. 풀씨연구회 4기 결과공유회	15
• 풀씨연구회 및 프로그램 소개, 풀씨연구회 4기 명단	
기획세션 2. 더많은자연	19
• 더많은자연 및 프로그램 소개	
• 생태복원의 오해와 훼손지 복원 방안	
• 그대로 두기만 하면 되는 팔현습지, 참 쉽죠?	
- 대구 금호강 팔현습지 생태계를 위한 제안	
• 주민과 함께 하는 백련산 복원 제안	
- 백련산을 숲답게	
• 평창올림픽의 잔재, 가리왕산 복원 제안	
• 구미동 하수처리장에서 시작하는 탄천의 복원 제안	

기획세션 3. 한반도청년환경포럼	39
<ul style="list-style-type: none"> • 한반도청년환경포럼 및 프로그램 소개 • 김정은 집권 시기 원림화 정책의 양상과 특징 • 기후변화 대응 전략으로의 북한 농업 분석 <ul style="list-style-type: none"> - '고리형순환생산체계'를 중심으로 • 북한의 예방의학 학술지를 통해서 본 북한의 감염병 연구 동향 	
기획세션 4. 자전거시민포럼	50
<ul style="list-style-type: none"> • 자전거시민포럼 및 프로그램 소개 • 도시설계를 통한 자전거친화도시 실현 방향 <ul style="list-style-type: none"> - 자전거 이용 활성화를 위한 제도적 고찰 • 자전거를 위한 과학기술자들의 역할 	
기획세션 5. 삶을 위한 도시 포럼	58
<ul style="list-style-type: none"> • 삶을 위한 도시 포럼 및 프로그램 소개 	
기획세션 6. 환경교육	61
<ul style="list-style-type: none"> • 숲과나눔 환경교육 및 프로그램 소개 	
기획세션 7. 풀씨 11기 결과공유회 풀씨잔치	63
<ul style="list-style-type: none"> • 풀씨 및 프로그램 소개, 풀씨 11기 명단 	
기획세션 8. 포럼 생명자유공동체	68
<ul style="list-style-type: none"> • 포럼 생명자유공동체 및 프로그램 소개 • 인간/비인간 담론으로 보는 생태전환 • 야생동물과 인간이 공존 서식하는 도시-생태계의 재구성 • 푸바오의 생명정치 	

히스토리 세션. 환경 에세이 공모전 81

- 환경아카이브 풀숲 및 환경 에세이 공모전 소개

구두발표 세션 1. 기후위기/탄소중립 83

- 유개버스정류장 옥상녹화에 따른 탄소감축 활성화 방안 연구
- 차드호의 비극 실증분석
 - 기후변화-분쟁 넥서스를 중심으로
- 주택용 계시별 요금제의 수요 반응 효과성, 지속성 및 이질성 분석
 - 제주 사례를 중심으로
- 배출권거래제도 리스크 규명 및 탄소가격 예측을 통한 배출권거래제 이행 지원
- 취약계층의 역설, 기후위기 누가 취약한가?
 - 기후위기의 가변성과 취약성의 상호작용을 고려한 취약계층의 재설계

구두발표 세션 2. 환경정책 102

- 왜 남북산림협력이 많이 이루어졌을까?
 - 2018 남북산림협력 추진요인 분석
- 해운 환경정책이 해양수질에 미치는 영향
 - ECA와 VSR 정책의 실증적 분석
- 국내 기업 지속가능경영보고서의 노동환경 관리 실태 연구
 - 2023년 발간 지속가능경영보고서를 중심으로
- 김정은 시기 북한의 농업분야 자원순환정책 ‘고리형순환생산체계’ 분석
- 중소기업 사업장의 중대재해처벌법 대응 방안 제시 및 서식 개발

구두발표 세션 3. 환경커뮤니케이션 118

- 개인의 환경보호 인식이 정부의 환경보호 정책 평가에 미치는 영향
 - 일회용 컵 보증금 제도와 식품접객업소의 종이/생분해 빨대 사용 정책을 중심으로
- 후쿠시마 오염수 방류의 국내 위험 커뮤니케이션 양상 분석
 - 정부, 여·야당 행위자를 중심으로
- 아동기 자녀 양육자의 기후행동 방해요인
- 콜롬비아 농업금융기관의 ESG경영과 기후변화 대응전략
 - Banco Agrario와 Finagro의 사례 연구

구두발표 세션 4. 생물다양성 132

- 야외 식물 관찰 체험 유도 게임화 기반 모바일 애플리케이션 개발과 적용의 식물 관찰 동기 증진 효과
 - (재)숲과나눔 <초록열매> 지원 사업을 통한 후속연구 결과 추가
- 메타바코딩을 활용한 도시하천 어류 군집의 계절적 베타 다양성 평가
- 무화과-곤충 공생계의 생태적 상호작용 및 공진화 연구
- 도시 탐조의 미학
 - 탐조를 통한 '일상의 자연' 재발견

구두발표 세션 5. 환경운동 148

- 핵이재민들의 수용되지 않는 이주 요구
 - 월성 핵발전소 인접 주민의 삶과 운동
- 기후재난에 대응하는 여성농민 공동체의 농생태학 실천 연구
- 원전마을의 '기억의 정치화'
 - 고리원전 최인접 마을주민의 기억을 중심으로
- 개발의 녹색화
 - 설악산 오색 케이블카의 환경성을 묻는 산양-인간 연대

구두발표 세션 6. 환경보건 167

- 환경보건재난에서 피해입증의 지연과 인정 가능성의 교차
 - 코로나19 백신 부작용 피해 인정 운동을 중심으로
- 지역의 주거 및 고용 환경이 합계출산율에 미치는 영향
 - 인구성장지역을 대상으로
- 코로나19 정부 대응에 대한 시민 인식 분석
 - 전자출입명부와 백신패스를 중심으로
- 미세먼지 문제 해결을 위한 협력적 거버넌스
 - 한국의 사례 연구

포스터발표 세션 1. 안전과 보건 184

- 직장폭력, 감정노동이 불면증에 미치는 영향과 수면 전 각성 척도(PSAS), 우울 증상 척도(PHQ-9)를 이용한 매개효과 분석
- 미세먼지 및 초미세먼지 농도에 따른 신체활동이 심혈관질환 발생에 미치는 차별적 영향
 - 고농도와 저농도 환경에서의 비교 연구
- 폭염에 대한 위험 인식과 지식이 적응 행동에 미치는 영향
- 여름철 농업환경 온습도 측정 및 온열질환 위험성에 관한 연구
 - 경남 밀양의 캄보디아 노동자를 중심으로

포스터발표 세션 2. 도시와 사회 199

- 기후 위기와 산림 화재 패턴 변화가 인구 이동에 미치는 영향
 - 지역 회복탄력성 향상을 위한 정책적 시사점
- 제주 아고산지대 고유종의 분포 예측과 멸종위험성 평가
 - 기후변화와 기주식물 감소의 영향
- 도시 활력의 회복탄력성에 영향을 미치는 지역특성
 - COVID-19 이후 서울의 사례
- 어떤 도시가 팬데믹에 회복탄력적인가?
 - 지수의 개발과 코로나19 사례를 통한 검증
- 인간-반려견 산책 분석을 통한 인간-너머 도시의 가능성 모색

포스터발표 세션 3. 탄소중립/에너지/기업 220

- PyPSA-KR: 대한민국 전력망의 오픈소스 에너지 시스템 모델링
- ESG 경영의 커뮤니케이션 기호학
 - 실리콘밸리의 일류기업 사례분석
- 녹색 일자리 인재 양성을 위한 노동시장 수요분석
- 유럽연합의 북극 지역 단기체류오염원 감축을 위한 국가 배출 감축 의무량 지침 시행과 한국 정부를 위한 정책 시사점
- 특수재난 핀테크시장 형성을 통한 4차산업혁명 시대의 재난관리 현대화에 관한 연구
- 녹색분류체계를 활용한 국내 환경 예산안 분석과 분류 체계 보안점 고안

포스터발표 세션 4. 교육/커뮤니케이션 246

- 학부모·학생으로부터 폭력을 경험한 전문상담교사의 심리적 어려움과 대처 경험에 관한 질적 연구
- 인류세의 인간은 어떻게 변화하는가?
 - 1세대 기후 활동가 '지대'의 생애사를 통한 기후학습 과정 연구
- 영화 포스터 분석을 통한 재난 및 안전의 사회적 재구성

포스터발표 세션 5. 환경기술 260

- 자가정화소재를 활용한 수질오염제어 및 이의 활성멤브레인 적용
- 고농도 질산염 오염조건에서 소나무의 질소독성 평가와 바이오레미디에이션 잠재능력 평가
 - 질산염이 환경에 미치는 영향 및 식물생화학반응 문헌 검토
- 한강 밤섬 내 미세플라스틱 분포 및 육역화 영향 연구
 - 토양 시료 분석을 통한 오염 경로와 분포 패턴 연구
- 고도복합산화제를 이용한 건식고도산화법의 질소계 악취물질 저감 특성

포스터발표 세션 6. 자원순환 278

- EU 1회용 플라스틱 지침의 주요내용과 비교법적 시사점
- 재활용 용이성 정보 제공의 소비자 구매 (촉진) 효과
 - 온라인 쇼핑 사례를 중심으로
- 공공 분리배출 수거함의 폐기물 분류 수준 최적화
 - 설치 위치, 안내 디자인, 폐기물 유형의 효과 분석
- 불완전한 자동화, 불안정한 지하화
 - 생활폐기물 자동집하시스템 '자동크린넷'을 중심으로

보다 안전하고 건강한 사회를 위하여



숲과나눔 환경학술포럼이 어느덧 제6회를 맞이하게 되었습니다. 환경학술포럼은 우리 사회를 보다 더 안전하고 건강하며 지속가능하게 만들기를 원하는 사람들이 모여 활동과 연구 성과를 공유하고 소통하는 뜻깊은 자리입니다.

우리 사회는 기후변화, 공공안전, 재난대응, 산업재해 우리 생존에 직접적인 영향을 미치는 환경·안전·보건 문제에 직면해 있습니다. 이러한 문제를 해결하고 보다 안전하고 건강한 사회를 만들기 위해서는 여러 분야의 지혜와 협력이 필요합니다.

올해 환경학술포럼은 숲과나눔의 한 해 성과를 시민 여러분과 함께 공유하고 소통하는 다양한 프로그램으로 구성되어 있습니다. 소규모 연구모임을 지원하는 풀씨연구회 4기 결과 공유회, 시민아이디어 지원사업 풀씨 11기 결과 공유회가 진행됩니다. 또한 ‘환경교육’ 세션에서는 숲과나눔이 진행한 미세먼지, 에코씨, 종이팩 등 세 가지 주제의 환경교육 프로그램의 성과를 돌아보고 향후 발전 방향을 모색할 예정입니다.

더불어 사는 삶을 위한 공간으로서 도시를 상상해 보는 ‘삶을 위한 도시 포럼’, 생태복원의 방향과 복원 수용성 방안을 논의하는 ‘더많은자연’, 한반도의 환경 협력에 대해 논의하는 ‘한반도청년환경포럼’, 자전거 친화 도시를 만들어가기 위한 ‘자전거시민포럼’, 그리고 포럼 생명자유공동체의 ‘비인간과 커먼즈’ 공개포럼과 북토크 등 다양한 학술적·실천적 논의는 우리 사회의 바람직한 미래를 위한 이정표 역할을 해 줄 것으로 믿습니다. 또한, 과거 환경운동을 통해 현재를 살펴보기 위한 ‘히스토리 세션’에서는 환경 에세이 공모전 우수작 발표가 진행됩니다.

특별하게 준비된 심포지엄은 안전한 사회를 구축하기 위한 방안을 모색하기 위해 청년 연구자와 활동가들의 목소리를 듣고 함께 생각을 나누는 자리로 마련하였습니다. 이 논의의 장을 통해 우리 사회에서 연속적으로 발생하고 있는 대규모 안전사고에 대해 근본적인 물음과 해결 방안의 디딤돌을 놓는 자리가 되기를 기대합니다.

여러분의 관심과 적극적인 참여가 우리 사회의 환경, 안전, 보건 문제 해결에 중요한 동력이 될 것입니다. 숲과나눔은 오늘 이 자리에서 이루어지는 논의와 교류가 실질적인 변화와 개선으로 이어질 수 있도록 지속적으로 노력하겠습니다. 여러분들의 더 큰 관심과 참여를 기다립니다.

2024년 11월 12일

숲과나눔 이사장

강재연

제6회 숲과나눔 환경학술포럼 프로그램

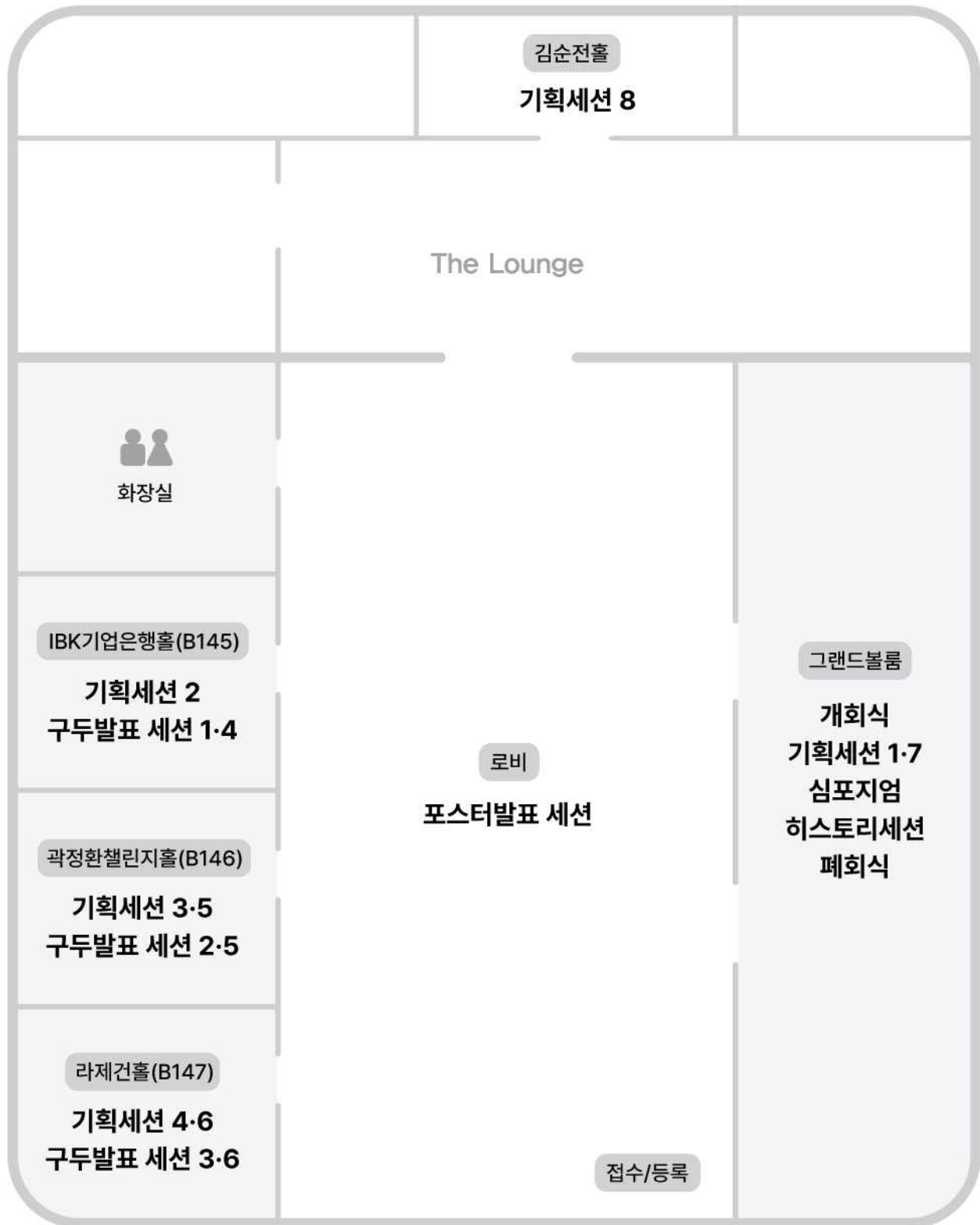
11월 12일(화)

개회식 @그랜드볼룸				
14:00~14:20	개회사: 장재연 숲과나눔 이사장 축사: 박성욱 전 SK하이닉스 대표이사			
1부 발표 @세션룸				
14:20~16:00	그랜드볼룸	IBK기업은행홀 (B145)	곽정환챌린지홀 (B146)	라제건홀 (B147)
	기획세션 1. 풀씨연구회 4기 결과공유회 1부	기획세션 2. 더많은자연 1부	기획세션 3. 한반도청년환경포럼	기획세션 4. 자전거시민포럼
휴식 시간				
16:00~16:20	포스터 관람 및 행사장 이동			
2부 발표 @세션룸				
16:20~18:00	그랜드볼룸	IBK기업은행홀 (B145)	곽정환챌린지홀 (B146)	라제건홀 (B147)
	기획세션 1. 풀씨연구회 4기 결과공유회 2부	기획세션 2. 더많은자연 2부	기획세션 5. 삶을 위한 도시 포럼	기획세션 6. 환경교육

11월 13일(수)

심포지엄 @그랜드볼룸					
10:00~11:40	안전한 대한민국, 청년이 묻고 청년이 답하다.				
점심 식사					
11:40~12:20	점심 식사				
포스터발표 세션 @로비					
12:20~13:10	세션별 포스터 발표 안전과 보건, 도시와 사회, 탄소중립/에너지/기업, 교육/커뮤니케이션, 환경기술, 자원순환				
1부 발표 @세션룸					
13:10~15:15	그랜드볼룸	김순전홀	IBK기업은행홀 (B145)	곽정환챌린지홀 (B146)	라제건홀 (B147)
	기획세션 7. 풀씨 11기 결과공유회 풀씨잔치 (13:10~16:00 운영)	기획세션 8. 포럼 생명자유공동체 1부 공개포럼	구두발표 1. 기후위기 /탄소중립	구두발표 2. 환경정책	구두발표 3. 환경커뮤니케이션
휴식 시간					
15:15~15:30	포스터 관람 및 행사장 이동				
2부 발표 @세션룸					
15:30~17:10	그랜드볼룸	김순전홀	IBK기업은행홀 (B145)	곽정환챌린지홀 (B146)	라제건홀 (B147)
	기획세션 7. 풀씨 11기 결과공유회 풀씨잔치 (13:10~16:00 운영)	기획세션 8. 포럼 생명자유공동체 2부 북토크	구두발표 4. 생물다양성	구두발표 5. 환경운동	구두발표 6. 환경보건
히스토리 세션 @그랜드볼룸					
17:10~18:00	환경 에세이 공모전 수상작 발표				
폐회식 @그랜드볼룸					
18:00~18:30	시상 및 폐회				

행사장 안내도



심포지엄

**안전한 대한민국,
청년이 묻고 청년이 답하다.**

안전한 대한민국, 청년이 묻고 청년이 답하다.

1. 소개

당신의 오늘은 안전하십니까?

오늘을 살아가고, 내일을 준비하는 청년 세대에게 안전한 대한민국은 큰 도전과제입니다. 일터와 사회의 시스템과 안전 인식을 개선해야 합니다. 기후변화와 생물다양성 훼손을 되돌리기 위한 노력도 필요합니다.

안전한 대한민국을 위해 지금의 우리가 할 수 있는 일은 무엇인지를 청년 연구자와 활동가들의 목소리를 통해 듣는 시간을 마련했습니다.

2. 프로그램

· 사회/좌장: 김수진 단국대학교 행정법무대학원 초빙교수

시간	프로그램	세부내용
10:00~10:05	인사말	· 심포지엄 소개 및 인사말
10:05~11:15	발제	· 안전 사회를 위해 우리가 물어야 하는 것 박상은 충북대학교 사회학과 박사 수료, 숲과나눔 장학생
		· 사회적 참사와 지역사회 회복 이상민 '다시 놓고 싶다, 이태원' 운영팀장
		· 보건 위기, 하나의 안전에만 몰두하는 사회 윤새별 에든버러대학교 박사과정, 숲과나눔 특정주제연구자
		· 에너지 정의와 지역사회 안전 김우창 서울대학교 환경계획연구소 연구원, 숲과나눔 특정주제연구자
		· 작업장 안전과 노동자의 건강 김서영 가톨릭대학교 일반대학원 의학과 석박사통합과정, 숲과나눔 장학생
		· 기후변화와 안전 사회 권하늬 서울대학교 사회복지학과 박사과정
		· 안전 사회를 대하는 언론의 태도 이혜선 국립암센터 박사후연구원, 숲과나눔 특정주제연구자
11:15~11:40	토론	· 7인의 청년과 함께 이야기 나누기

기획세션 1.

풀씨연구회 4기 결과공유회

더 나은 사회를 위한 협력(연대)의 길

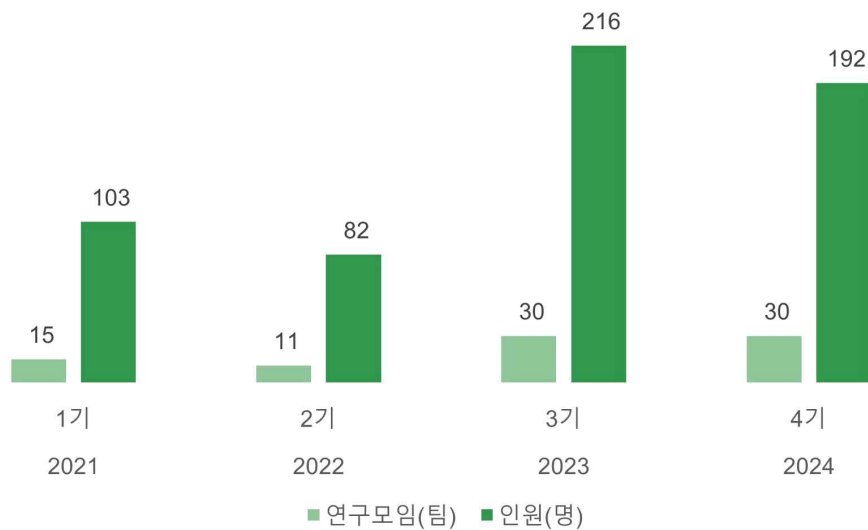
- 풀씨연구회 및 프로그램 소개, 풀씨연구회 4기 명단

더 나은 사회를 위한 협력(연대)의 길

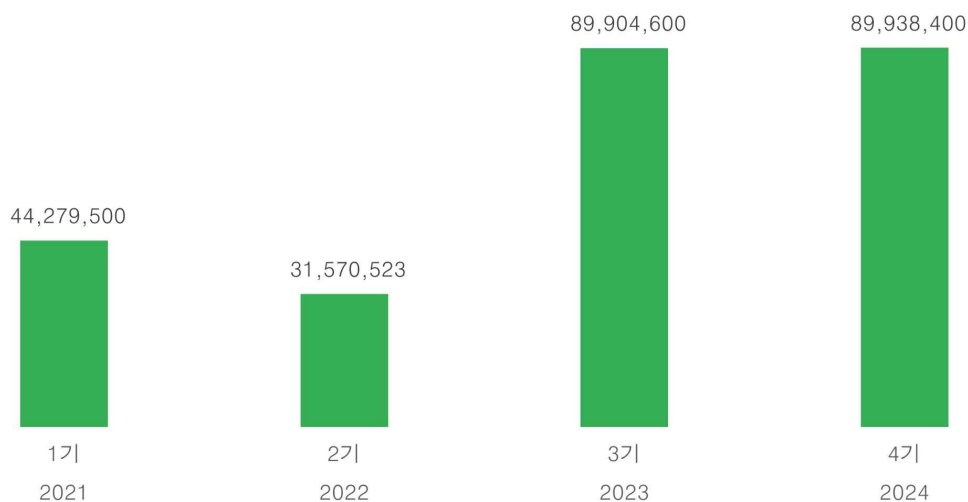
1. 소개

풀씨연구회는 젊은 연구자들 사이의 학술정보와 인적 교류를 돕기 위한 소규모 연구모임 지원사업으로, 환경·안전·보건 분야의 5인 이상 연구자로 구성되어 연 6회 이상 모임을 하는 소규모 연구모임을 대상으로 발제비, 회의비 등 모임 경비를 최대 300만 원까지 지원하고 있다. 다양한 분야의 소규모 연구모임을 통해 사회적 난제에 대한 대안 논의가 활성화되고 더 나아가 건강한 지식생태계 구성에 기여하고자 한다.

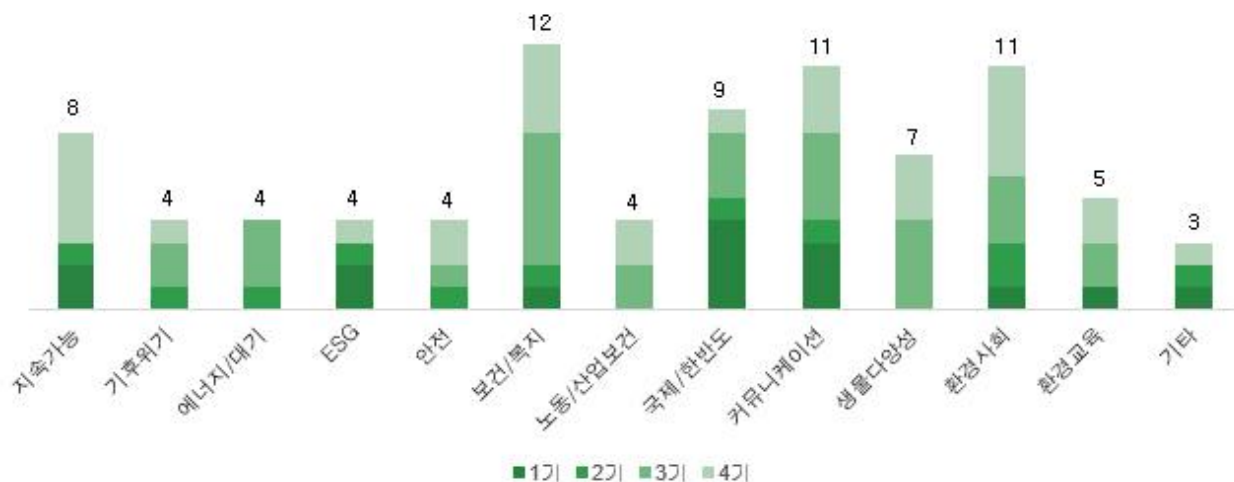
○ 활동팀 및 인원: 총 86개 팀, 593명



○ 지원 금액: 총 255,693,023원



○ 연구 분야



2. 프로그램

풀씨연구회 4기 결과공유회에서는 3월부터 8개월 동안 연구모임을 통해 진행해 온 연구 내용을 바탕으로 워크숍을 진행한다. 이 자리를 통해 더 나은 사회를 위한 협력할 수 있는 방안을 분야별로 대안을 고민해 보고자 한다.

· 사회: 최영주 숲과나눔 PM

시간	프로그램	세부내용
14:20~14:40	인사말	• 풀씨연구회 4기 소개 및 일정 안내
14:40~16:00	워크숍 1부	• 분야별 토론
16:00~16:20	휴식 시간	
16:20~17:50	워크숍 2부	• 분야별 토론 결과 공유
17:50~18:00	마무리	• 질의응답 및 마무리

3. 풀씨연구회 4기 명단

No.	연구모임명	연구모임 목적
1	ChatNature	국내·외 생물다양성 공시 현황과 전망분석
2	ESC	환경교육·환경커뮤니케이션 관점을 적용한 미디어 콘텐츠 분석
3	S.E.S(Safety Education in Social welfare) 연구모임	재난 경험 아동 청소년을 위한 사회복귀 프로그램의 현황과 새로운 접근 모색
4	Save the 관리천	관리천 화학물질 오염 하천의 변화 과정 조사와 대응 방안 모색
5	SWIFT	기후위기 시대의 사회보장 방안에 대해 구체적인 사회정책 및 제도(시민 안전 보험 등)를 중심으로 탐색

6	개발협력분야 젠더와 다양성 연구회	외국인 여성 근로자 노동환경 안정성 실태와 개선 방안에 대한 고찰
7	공허한 메아리	재난 및 안전 취약계층의 수요 분석을 위한 지표 연구
8	극끝연구회	남극해 해양보호구역 설정의 과학·정책 융복합 연구
9	국제보건 데이터 마이닝 그룹	국가별 DHS 데이터 분석을 통한 보건 이슈 비교 및 중재 전략 수립 모색
10	다가치놀자	국내 지역사회 통합운동시설 구축을 위한 방안 도출: 다학제 접근 방법 연구
11	대학생 싱크탱크	대학생들의 기후위기 관심도 및 기후정책 요구 조사 진행 및 분석
12	동남아에 그린이 오다(ODA)	한국의 그린 ODA와 동남아시아 기후변화 : 현황, 전망, 그리고 지속가능한 개발 협력 방안 모색
13	뚜벅이들	바람직한 도시환경 관리 전략 마련을 위한 보행밀도의 시공간적 특성 연구
14	브레이크-쓰루 (Break-through)	지속가능한 교통의 교차로, 자전거 활용 방안 연구
15	생태조약돌	멸종위기에 처한 야생 동·식물의 국제 거래에 관한 협약의 논의 과정 및 채택 이후 국내외 정세 변화 분석
16	순환경제 연구모임	순환경제와 관련한 글로벌 정책에 관한 연구 및 유관 산업현장 이해관계자와의 간담회 등을 통해 국내 순환 경제 정책 방향 제시 및 이니셔티브를 구축
17	식물하는김에 탄소일주	농산물의 라이프사이클에서 탄소배출 역추적 및 절감 방안 제안
18	안전모(안전한 직장생활을 위한 모임)	중·소규모 사업장의 중대재해처벌법 대응 방안 제시 및 서식 개발
19	언론과환경포럼	환경 언론인의 역량 강화 및 환경 보도 활성화를 위한 지원 연구
20	이태원을 기억하는 호박랜턴	10.29 이태원 참사의 지역적 외상 경험과 정신 보건 연구
21	인터뷰즈	한국의 난민/이주민 공동체와 시민들의 건강한 관계 및 소통 플랫폼 구성을 위한 기반 모색
22	전남환경교육연구회	생태계 서비스 개념 기반의 초등학교 환경교육 내용 구조화 방안 연구
23	지리산 농촌 주민 연구자들	한국 사회에서의 에너지 전환: 구례 지역 양수발전소 추진 사례연구
24	지투(지속가능하고 투명한 연구자모임)	인공지능 기술을 활용한 소셜미디어에 내재되어 있는 재생가능한 에너지에 대한 대중 인식분석 연구
25	커먼센스인커먼즈	커먼즈 논의 속의 불화와 공통감각 연구
26	클라이밋 플로팅	ESG 경영의 미래 방안 분석
27	탈핵기록단 탈핵_있다	일상에서 탈핵을 고민하고 행동하는 사람들을 만나 탈핵의 외연 확장. 핵발전 이슈가 그들만의, 지역만의 이야기가 아닌 나의 이야기로 이해할 수 있도록 연구
28	풀씨로 가꾸는 숲지기	정책적인 영향을 크게 받는 학교 환경교육의 현실에서 현장 교사가 구현할 수 있는 지속가능한 교육 내용 모색
29	홀로그램	청년 1인 가구의 정부 및 지자체, 정책에 대한 연구
30	환경인문학과 과학기술학	환경과 과학을 위한 인문사회과학 연구

기획세션 2.

더많은자연

‘더많은자연(Nature Positive)’을 위한 생태복원

1부: 생태복원의 원칙과 훼손지 복원 방안

2부: 시민사회가 제안하는 생태복원

- 더많은자연 및 프로그램 소개
- 생태복원의 오해와 훼손지 복원 방안
손승우 한국환경연구원 환경계획연구실 부연구위원
- 그대로 두기만 하면 되는 팔현습지, 참 쉽죠?
- 대구 금호강 팔현습지 생태계를 위한 제안
이명은 (사)생명평화아시아 사무국장
- 주민과 함께 하는 백련산 복원 제안
- 백련산을 숲답게
김복남 마을언덕사회적협동조합 이사
- 평창올림픽의 잔재, 가리왕산 복원 제안
박은정 녹색연합 자연생태팀 팀장
- 구미동 하수처리장에서 시작하는 탄천의 복원 제안
이희예 성남환경운동연합 사무국장

‘더많은자연(Nature Positive)’을 위한 생태복원

1. 소개

‘더많은자연(Nature Positive)’은 2030년까지 자연손실을 ‘0’으로 만들고, 2050년까지 자연의 완전한 회복을 위한 전 지구적 목표다. 이를 이행하기 위해 2022년 생물다양성협약(CBD, Convention on Biological Diversity) COP15에서 쿤밍-몬트리올 글로벌 생물다양성 프레임워크를 채택했다. ‘더많은자연(Nature Positive)’의 달성을 위해 자연을 더 많이 보호하고 훼손지를 복원하는 것이 필수다. 하지만 한국 사회에서 훼손지 복원 논의는 외국에 비하면 상대적으로 부족한 편이다. 풀씨행동연구소는 국내에서 ‘더많은자연(Nature Positive)’ 이행 과제를 발굴하고 이행하기 위해, 구체적인 공간변화를 만들어 갈 정책을 제안하고, 인재 양성, 연구 및 활동지원, 시민참여 활동 등 다양한 활동을 해오고 있다.

2. 프로그램

제5회 환경학술포럼의 ‘더많은자연(Nature Positive)’ 기획세션에서 1990년부터 2020년까지 우리나라의 자연 손실을 분석하고 원인을 진단한 바 있다. 제6회 환경학술포럼의 기획세션에서는 쿤밍-몬트리올 글로벌 생물다양성 프레임워크 타겟 2번인 훼손지 30% 복원에 대해 집중적인 논의를 할 예정이다. 훼손지를 생태적으로 복원하기 위한 원칙과 구체적인 제안에 대해서 전문가 발제와 시민의 과학적인 훼손지 복원 제안을 할 것이다.

1부는 생태적 복원의 원칙과 바람직한 훼손지 복원 방향을 주제로 토론한다. 2부는 시민 사회에서 GIS를 활용하여 보다 과학적으로 복원지역을 제안하고, 실질적인 복원 성과로 이어지기 위한 정책적 지원 방안에 대해서 논의한다. ‘더많은자연(Nature Positive)’ 기획세션을 통해 우리나라에서의 생태복원에 대한 원칙을 바탕으로 더 많은 시민들이 복원의 기획과 실행 과정에 참여할 수 있는 방안을 마련한다.

1부: 생태복원의 원칙과 훼손지 복원 방안

시간	프로그램	세부내용
14:20~15:20	발제	<ul style="list-style-type: none"> 생태복원의 오해와 훼손지 복원 방안 손승우 한국환경연구원 환경계획연구실 부연구위원
15:20~16:00	토론	<ul style="list-style-type: none"> 좌장 오충현 동국대학교 바이오환경과학과 교수 토론 이명은 (사)생명평화아시아 사무국장 김복남 마을언덕사회적협동조합 이사 박은정 녹색연합 자연생태팀 팀장 이희예 성남환경운동연합 사무국장

2부: 시민사회가 제안하는 생태복원

시간	프로그램	세부내용
16:20~17:00	발제	<ul style="list-style-type: none"> 그대로 두기만 하면 되는 팔현습지, 참 쉽죠? - 대구 금호강 팔현습지 생태계를 위한 제안 이명은 (사)생명평화아시아 사무국장
		<ul style="list-style-type: none"> 주민과 함께 하는 백련산 복원 제안 - 백련산을 숲답게 김복남 마을언덕사회적협동조합 이사
		<ul style="list-style-type: none"> 평창올림픽의 잔재, 가리왕산 복원 제안 박은정 녹색연합 자연생태팀 팀장
		<ul style="list-style-type: none"> 구미동 하수처리장에서 시작하는 탄천의 복원 제안 이희예 성남환경운동연합 사무국장
17:00~18:00	토론	<ul style="list-style-type: none"> 좌장 오충현 동국대학교 바이오환경과학과 교수 토론 손승우 한국환경연구원 환경계획연구실 부연구위원

생태복원의 오해와 훼손지 복원 방향

손승우 한국환경연구원 환경계획연구실 부연구위원

1. 서론

생태복원은 훼손된 국토환경을 회복시키고 자연기반 해법, 생물다양성 증진, 생태계서비스 등의 최신 자연환경 트렌드와 맞물려 있는 주요 생물다양성 증진 수단이다. 기후위기의 시대에서 이제는 자연환경 위기의 시대라고 할 수 있을 만큼 국제사회에서도 생물다양성에 대한 협약을 맺고 이행전략을 마련하는 등의 노력을 하고 있다. 생물다양성협약 제15차 당사국총회에서는 ‘쿤밍-몬트리올 글로벌 생물다양성 프레임워크’를 채택하여 훼손된 생태계의 30% 이상을 복원하는 것으로 목표를 정하였다. 국제사회의 눈높이에 맞추어 우리나라 또한 생물다양성전략을 수립하여 생태복원을 통한 국토환경 회복을 위한 목소리를 높이고 있다.

생태복원에 대한 정의는 다양할 수 있겠지만 사람이 자연환경을 이용하는 것이 주요 목적이 아닌, 동·식물이 자연환경에 (잘)살아갈 수 있는 환경을 만드는 것이 우선순위는 누구나 동의할 것이다. 환경부에서는 자연환경보전법에 의하여 자연환경복원 즉, 생태복원 관련 정책을 수립하고 이행하고 있다. 그동안 자연환경복원을 위하여 훼손된 생태계에 대하여 다양한 복원사업이 매년 추진되고 있었으나, 법·제도적 추진기반의 부족과 사업지역의 선정에서부터 계획·설계, 시공, 사후 관리에 이르는 전과정에 걸쳐 체계적이지 아니함에 따라, 복원을 통해 생물다양성 증진을 이행하기에는 한계점을 갖고 있었다(손승우 외, 2024).

앞서 언급했듯이, 생태복원의 주요 목적은 생물다양성 증진을 최우선으로 해야 하지만 동·식물의 서식처를 우선 고려한 복원이 아닌 주민들의 이용, 시설설치 등의 복원사례가 빈번한 실정이다. 정원사업, 도시공원사업도 생물다양성 증진과 관련이 없는 것은 아니지만, 혹자들은 생태복원 사업이라고 생각하는 경우도 있다. 따라서 본인은 우리나라에서 수행하는 생태복원사업을 살펴보고 시사점을 도출하고자 하였다.

2. 본론

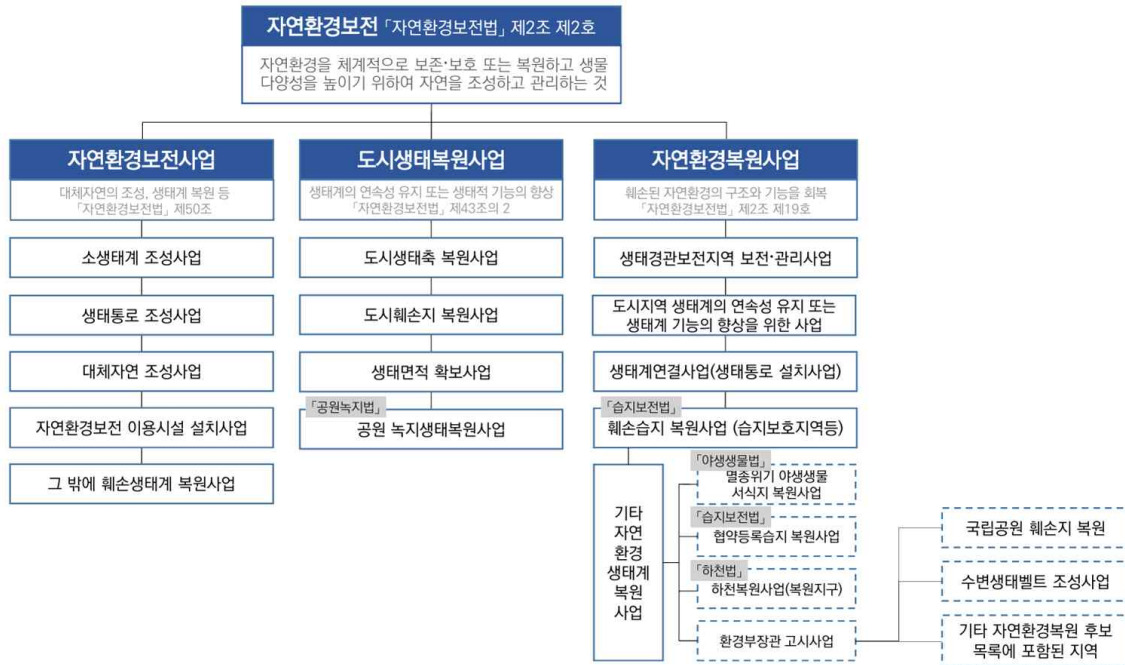
지속가능한 생태복원이 이루어지기 위해서는 사업의 기획부터 사후관리까지 전과정에 걸쳐 합리적이고 체계적인 복원을 수행해야 한다. 환경부에서 수행하는 생태복원인 자연환경복원사업의 사례를 살펴보고 생태복원의 현재를 진단하고자 한다.

1) 자연환경보전법에 따른 생태복원사업

자연환경보전법에 따르는 생태복원은 크게 자연환경보전사업, 도시생태복원사업, 자연환경복원사업으로 구분할 수 있다. 도시생태축 복원사업의 경우, 도시생태축이 단절 또는 훼손되어 복원이 필요한 지역에 시행하는 사업이며 이를 통해 생태적 기능의 향상을 도모하는 사업이다. 습지보호지역 훼손지 복원의 경우도 탄소흡수 기능을 유지하는 것도 있지만 물길 복원, 개방수면 확보를 통해 생물다양성을 회복하는 사업이다. 이처럼 생태복원별로 정의와 목적은 다를 수 있지만 생물다양성 증진은 공통의 지향점이라고 할 수 있다.

2) 생태복원 사례 분석을 통한 시사점 도출

우리나라에서 수행한 생태복원사례를 조사 및 분석하여 사업별로 우수 및 미흡사례를 구분하고자 하였다. 도시생태축 복원사업, 생태계보전부담금 반환사업 등 대상으로 하며 시사점을 도출하되, 생태복원 과정별로 문제점을 진단하고 개선사항을 말하고자 한다.



<그림 1> 자연환경보전법에 따른 생태복원의 종류>

3. 결론

생태복원의 과정을 기획 및 계획, 설계, 시공, 사후관리로 구분하여 성공적인 복원을 위해 아래와 같이 시사점을 도출하였다. 이를 통해 사람의 이용 관점이 아닌 동·식물들을 위한 진정한 생태복원을 기대해 본다.

1) 복원 기획 및 계획

생태복원이 필요한 대상지인지 객관적이고 합리적인 판단이 필요하다. 생태적 연결성을 고려했는지 복원 시 생태적 가치가 높아지는 지역인지, 인위적인 간섭을 최소화할 수 있는지 판단해야 한다. 또한 복원 대상지의 궁극적 목적에 맞는 계획을 수립해야 하며, 공원 혹은 정원 조성의 방향이 아닌 목표종이 서식하기에 적합한 생태적 전문지식을 기반으로 계획을 수립해야 한다. 무엇보다 기획부터 계획까지 거버넌스의 참여를 확대해야 한다.

2) 복원 설계

설계 과정에서 자연환경관리기술사 등 자연환경 복원의 전문가가 참여해야 하며 생태적 요소를 기반으로 목표종을 고려한 설계가 필요하다. 또한 실시설계 단계에서 인공적이고 단순한 디자인을 지양해야 하며 수목 식재 구성과 층위 구조에 대한 고려도 필요하다.

3) 복원 시공

생태적 완성을 위해 시공 단계에서 생태적 디테일이 필요하다. 예컨대, 자연석 쌓기 시 자연석의 자연스러운 평면, 단면을 제시해야 한다. 시설물 도입은 전이(협력)구역 내로 한정하여 최소화해야 하며 시공 편의를 위한 계획 및 설계 변경은 지양해야 한다.

4) 사후관리

시설관리 측면에서의 유지관리를 지양하고 생태적인 관리를 위한 조직운영이 필요하다. 생태지식 기반의 복원사업지의 유지관리 방안 마련이 필요하며 무엇보다 지역주민, 지역전문가, 지자체 등의 거버넌스를 통한 중장기적 모니터링이 필요하다.

참고문헌

- 손승우 외. (2024). 탄소중립 및 국토환경 회복을 위한 녹색복원 종합계획의 4 가지 전략적 접근. 한국환경복원기술학회지, 27(2), 1-16.

그대로 두기만 하면 되는 팔현습지, 참 쉽죠?

대구 금호강 팔현습지 생태계를 위한 제안

이명은 (사)생명평화아시아 사무국장

1. 서론

금호강(琴湖江), 경북 포항에서 발원하여 영천과 경산을 지나 대구 도심을 가로질러 낙동강으로 흘러드는 강이다. 금호강의 대구시 구간은 41.6km로 한강의 서울 구간인 41.4km보다 조금 더 길고, 평균 폭은 350m이다. 금호강은 90년대 중반만 해도 낙동강 수계 전체 생물화학적산소요구량(BOD) 부하량 중 37.2%를 차지하며 공해전시장, 거대한 하수구라는 오명으로 불렸다. 현재 금호강은 멸종위기 야생생물 1급인 얼룩새코미꾸리가 돌아올 정도로 수질을 회복했고, 도심 속에서 자연경관과 함께 산책하고 자전거를 타는 대구 시민의 사랑을 받는 공간이다.

금호강에도 인공제방, 수중보, 오리배 선착장 같은 인간의 편의와 유희를 위한 구조물이 있다. 하지만 도심에서는 찾아보기 힘든, 자연성을 그대로 지닌 구간 또한 금호강이 품은 모습이다. 금호강에는 대구 3대 습지라 불리는 안심습지(대구 동구 대림동), 팔현습지(대구 수성구 고모동), 달성습지(대구 달성군 화원읍)가 있다. 생물다양성, 오염물질 정화, 이산화탄소 저장 등 습지의 순기능은 아무리 강조해도 지나치지 않다. 그러나 팔현습지에 예정한 보도교 공사가 팔현습지에 그림자를 드리운다.

2. 본론

1948년에 나온 ‘비 내리는 고모령’이라는 트로트가 있는데, 호텔 인터볼고와 팔현마을로 이어지는 낮은 고개가 이 노래에 등장하는 고모령이다. 그리고 그 옆 금호강을 따라 팔현습지가 있다. 길이 나 있지 않고 하천의 침식작용으로 형성된 절벽이 있어 수리부영이를 비롯한 야생생물의 서식처인 팔현습지가 있는 금호강 좌안과 달리, 금호강 우안은 잘 닦인 산책로 너머로 아파트가 빼곡하다. 천 세대, 몇백 세대가 넘는 아파트 단지가 여럿 들어섰다. 강을 가운데 두고 펼쳐지는 상반된 풍경이다.

1) 팔현습지 생태계를 위협하는 교량형 보도교 산책로 조성 계획

대구 수성구청은 ‘금호강 사색 있는 산책로 조성 사업’을 발표하고, 2021년 9월, 1단계 공사에 착공했다. 9억 7천여만 원을 들이는 1단계 공사는 팔현마을부터 금호강 상류 방향에 있는 남천 합류부까지 2.8km 구간에 폭 2m의 산책로를 만드는 것이었다. 해당 공사는 2022년 버드나무 100여 그루를 베고 큰 크리트를 치는 등의 논란이 있었고, 수성구청은 시민단체로 구성된 ‘금호강 난개발 저지 대구경북공동대책위원회’와 논의한 끝에 포장 없이 산책로를 조성하는 것으로 공사를 축소하여 마무리했다. 이 산책로 조성 사업의 일부인 2단계 공사가 환경부 소속기관인 낙동강유역환경청이 시행기관인 ‘금호강 고모지구 하천환경정비사업’이다.

다음과 네이버 지도에는 ‘팔현습지’라고 등록된 장소가 없다¹⁾. 지도에 나오지 않는 곳, 팔현습지는 우리의 발길과 관심이 닿지 않았기에 본연의 모습을 지켜왔다. 건너편과 달리 팔현습지 쪽은 하천을 따라 길이 이어져 있지 않아 동물이 산과 강을 오갈 수 있는 환경이다. 그런데 ‘금호강 고모지구 하천환경정

1) 2024.10.21. 기준

비사업'은 이러한 생태계를 단절하는 교량형 보도교를 만드는 내용을 포함한다. 사업비는 국비 약 287억 원이며, 3.9km가량의 제방을 보강하는 데에 200억 원, 팔현습지에 세워질 높이 8m, 길이 1.5km 교량형 보도교 산책로에 87억 원을 투입한다.

사업개요²⁾

- 사업명 : 금호강 고모지구 하천환경정비사업
- 사업기간 : 2022.03.28.~2025.03.11. (1,080일)
- 사업내용: 대구 수성구 매호동에서 동구 효목동까지 약 5.5km의 자전거도로와 산책로를 조성하는 사업. 제방보강 3.973km, 연결로(보도교 포함) 1,585m
- 총사업비: 287억 7천900만 원(공사비 216억 원, 보상비 72억 원)
- 시행기관 : 낙동강유역환경청

팔현습지 공사 논란이 일면서 팔현습지생태조사단이 꾸려졌다. 생태조사단은 팔현습지에서 총 17종의 법정보호종을 찾았다³⁾. 낙동강유역환경청이 2021년 완료한 소규모환경영향평가에서 법정보호종인 수달, 삿, 원앙 3종만 발견한 것과 대조적이다. 이후 낙동강유역환경청은 2022년 10월부터 2023년 7월까지 네 차례 공사 예정지를 조사하여 법정보호종 7종을 추가로 발견했다⁴⁾.

보도교 반대 여론이 계속 있으면서, 현재 금호강 고모지구 하천환경정비사업 보도교 공사는 아직 시작하지 않은 상태다. 환경 영향을 고려하여 기존 교각 45개에서 6개로 줄이는 설계 변경을 할 것이라 한다. 공사 및 공법 변경에 따라 사업을 강행한다면 완료 기간은 애초 계획인 2025년 3월보다 늘어날 것으로 보인다.

2) 팔현습지 생태계 보호를 위한 제안

팔현습지를 단절하는 보도교 공사가 정말 필요한 것인가 근본적인 질문을 던진다. 걸어서는 10분, 자전거로는 5분 정도 남짓을 더 들이면 팔현습지 건너 금호강 우안으로 충분히 돌아갈 수 있다. 효율성을 가치로 삼는 현대사회이지만, 자연 속에서 산책하고 운동하러 나오는 금호강은 예외의 공간이다. 잠깐의 이용 편익을 위해 보도교를 만드는 데에 87억 원을 투여하는 것이 과연 바람직한가, 야생생물의 서식처를 해집어도 되는지 묻는다.

선거철 지자체장으로 출마하는 후보마다 흔히 개발 사업을 공약으로 내걸고, 당선 후 임기 내에 많은 것을 지으려 한다. 우리가 선출한 인물은 주로 “여러분을 위해서 이만큼 돈을 들여서 해냈습니다” 자랑하기 편한 일차원적 성과 내기에 머물러 있다. 지자체장이 바뀔 때마다 팔현습지 보도교 공사라는 카드를 꺼내지 않도록, 팔현습지를 안정적으로 보전할 수 있는 구조가 필요하다. 이를 위해 팔현습지 주변을 습지 환경에 걸맞은 식생으로 복원하고, 습지보호지역과 주변관리지역으로 지정할 것을 제안한다. 또한 민관이 참여하는 팔현습지 보전기구를 구성할 것을 제안한다.

(1) ‘팔현생태공원’을 진정한 생태공간으로 복원하여 관리하자

호텔 인터볼고 옆 습지 공간과 달리 상류 쪽으로 조금 더 올라가면 있는 하천 부지에는 여러 체육 시

2) 출처: 낙동강유역환경청

3) 팔현습지생태조사단, 2023년 11월 25~26일 조사, 법정보호종 14종 발견(수달, 삿, 담비, 얼룩새코미꾸리, 남생이, 원앙, 수리부엉이, 흰목물떼새, 큰고니, 큰기러기, 황조롱이, 새매, 참매, 하늘다람쥐) / 2024년 3월 23~24일 조사, 법정보호종 3종 추가 발견(매, 큰말뚝가리, 잣빛개구리매)

4) 황조롱이, 흰목물떼새, 큰기러기, 큰고니, 새매, 수리부엉이, 얼룩새코미꾸리

설이 들어섰다. 73,270m²의 수성패밀리파크와 하루 평균 800명이 방문하는 2만 9,050m² 27홀 규모의 수성파크골프장이 있다. 19억 8천만 원을 들여 만든 파크골프장은 폭우로 금호강 수위가 올라갈 때마다 잠기는 상습침수구역이다. 올해 7월 10일에는 폭우에 고립된 파크골프장에 관리 직원들을 헬기로 구출하는 일도 있었다.

수성구청은 파크골프장 옆에 팔현생태공원을 조성하여 댐싸리, 기생초 등을 매년 심는다. 팔현생태공원의 초화류 군락지 조성에 수성구는 2024년 구비 4천만 원을 편성했다. 폭우가 내리면 물에 잠겨 진흙으로 뒤덮이는 곳에 한해살이 식물을 매년 심으며 소모적으로 관리하지 말고, 팔현습지를 습지보호지역으로 지정하여 자연생태 핵심지역을 지킬 수 있도록 관리해야 한다. 팔현생태공원은 인위적으로 식재하지 않아도 물억새, 물가로는 갈대가 자랄 환경이다. 자연식생이 자리 잡도록 기다리거나, 식재한다면 매년 심을 필요 없고 환경에 적합한 물억새를 고려해야 한다.

(2) 팔현습지를 지킬 수 있는 민관협력기구를 만들자

낙동강유역환경청은 올해 2월 금호강 고모지구 하천환경정비사업 시행을 위해 토지 보상 계획을 공고했다. 주로 자연녹지지역, 개발제한구역인 땅은 국유지, 공유지와 더불어 일부 개인 소유도 있다. 민관이 참여하는 팔현습지 보전기구를 구성하고 기금을 조성하여 팔현습지를 보전하기 위한 토지 매입을 추진해 봄 직하다. 팔현습지 바로 옆에 있는 호텔 인터불고(INTER-BURGO)는 스페인어가 어원으로, 모두의 마음과 뜻을 함께하는 화목한 마을이라는 뜻이다. 팔현습지를 끼고 금호강이 내려다보이는 경치의 최고 수혜자인 호텔 인터불고는 이름에 걸맞게 팔현습지를 보전할 책임이 있다. 호텔 인터불고를 비롯한 지역 기업, 팔현습지를 자주 찾는 금호강 우안 아파트 주민, 환경단체, 지자체 등이 참여하는 팔현습지를 지키기 위한 힘 있는 민관협력기구가 필요하다.

3. 결론

팔현습지를 방문할 때면 초입에서 웨딩 사진을 찍고 있는 사람들을 종종 마주한다. 꾸미지 않아 그 자체로 아름다운 팔현습지다. 금호강으로 합류하는 하천인 신천에 110억 원을 들여 지름 45m 테크 형식의 프리포즈 공간을 만들겠다, 5,400억 원을 들여 금호강 주변을 개발하는 ‘금호강 르네상스’ 사업을 추진하겠다는 대구시를 비롯한 행정관청은 무엇인가를 더하는 것이 아닌 그대로 두는 것이 진정한 치적임을 알아야 한다. 끊임없이 공사를 하고, 아파트가 빼곡히 들어서고 있는 대구에서 지켜야 할 것은 자연 그대로의 팔현습지이다. 팔현습지는 인간과 야생이 공존할 수 있음을 보여주는 도심에서 얼마 남지 않는 숨은 서식처다.

참고문헌

- 한삼희, “「새강을 살립시다」 현장진단 <6> 금호강: 거대한 ‘하수구’...낙동강 오염 주범”, 조선일보, 1995.03.14.

주민과 함께 하는 백련산 복원 제안

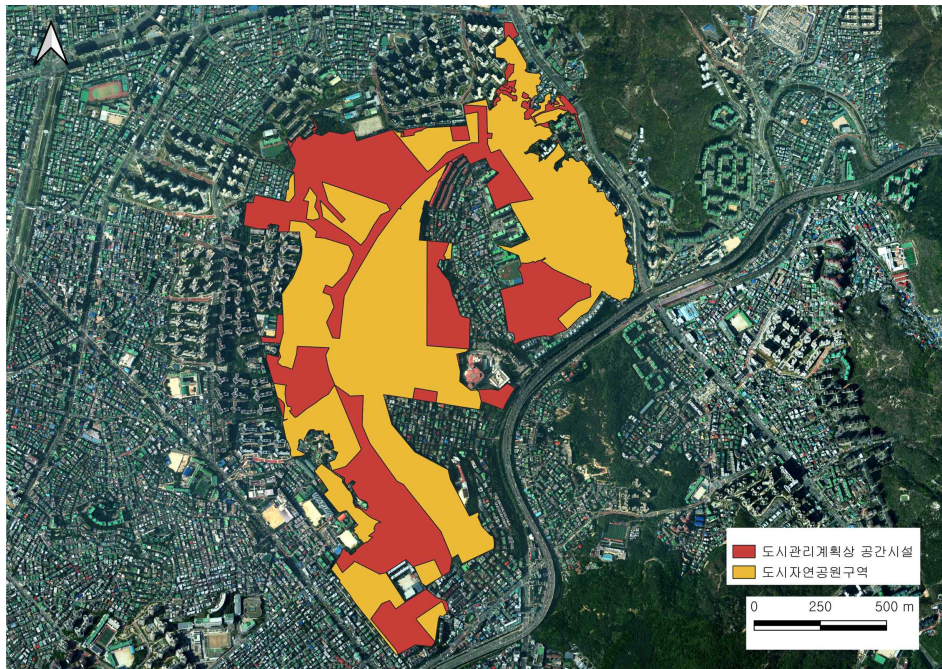
백련산을 숲답게

김복남 마을언덕사회적협동조합 이사

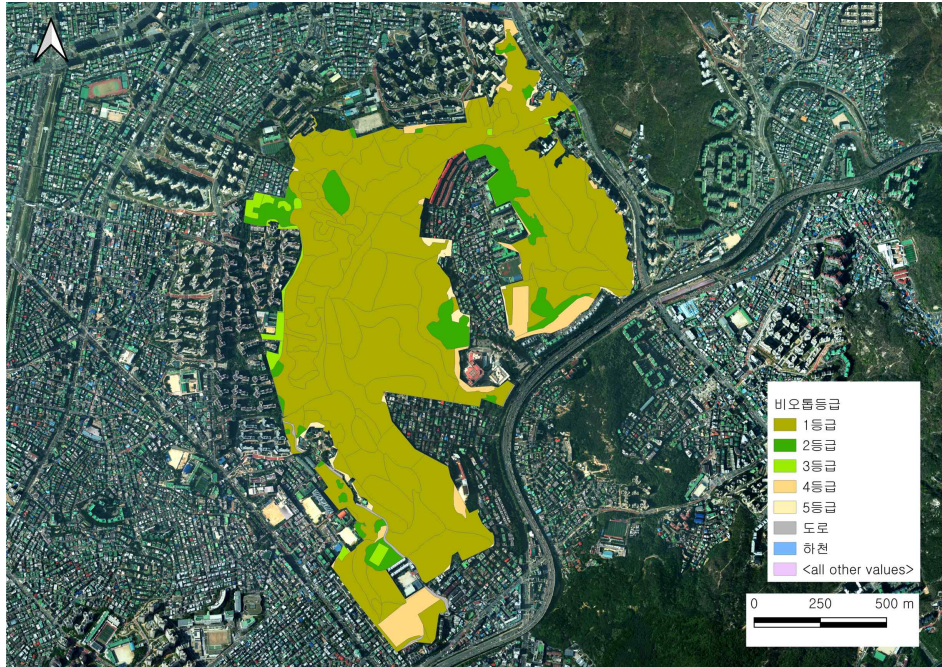
1. 서론

백련산은 서울 서대문구와 은평구에 위치한 높이 215.5m의 낮은 산이다. 유아숲체험장을 비롯해 베드민턴장, 테니스장과 같은 체육시설, 운동기구와 전망대, 정자 등이 있어 유아부터 노인까지 다양한 세대가 이용하는 공원(근린공원 541,304㎡, 도시자연공원구역 833,058㎡)이다.

또한 백련산은 전체 면적 중 비오톱유형평가 1등급이 84%, 2등급이 8%로 구성되어 있어, 서울특별시 도시계획 조례상 대상지 전체에 대해 절대적으로 보전이 필요하거나(1등급) 보전을 우선해야 하는 지역이다.



<그림 1> 백련산 용도구역 지도



<그림 2> 백련산 비오톱유형평가 지도

2. 본론

1) 복원대상지 선정

복원대상지 선정을 위해 산림청이 제공하는 산림공간정보서비스 상 ‘등산로 주요지점(훼손지)’을 GIS를 기준으로 목록을 작성했으며, 현장답사를 통해 훼손지를 파악했다.



<그림 3> 산림공간정보서비스상 백련산의 등산로 주요지점(훼손지)

GIS를 통해 도출된 훼손지는 크게 7곳이었다. 현장조사로 해당 지역을 확인한 결과 대부분 돌산인 백련산의 특징상 암석노출이 원인이었다. 따라서 훼손지라고 판단할 수 없었다. 그러나 노면침식(노면침식, 노면세굴, 경계침식), 노면확대(갾길발생, 노폭확대, 갾길분기, 주변훼손) 등 다양한 훼손지가 현장조사를 통해 나타났다. 훼손 원인으로는 등산로의 집중적인 이용으로 인한 답압으로 치밀해진 등산로 노면에 빗물이나 지표수가 땅속으로 스며들기 어려워져 노면 등산로 노폭이 확대되기 때문이다. 등산로 이용으로 인해 식생이 훼손된 지역에서는 낙엽 발생량이 적어져 낙엽층, 토양 내 유기물층의 발달이 저해된다. 표토층 역시 정상적인 경우보다 햇빛과 바람에 더 많이 노출되어 토양 침식작용이 발생하여 토양의 두께가 감소하고 자갈이 노출되는 빈도가 높아진다(김동필·김수령·조혜련, 2022).

이 중 가장 훼손 정도가 심해 생태계와 안정상의 문제가 있는 구간(백련사 인근, 229m)을 선정해 복원대상지로 제안한다. 이곳은 바로 옆 등산로가 높은 계단으로 구성되어 있어 이용객들이 만든 갾길과 노면 침식으로 인해 생겨난 훼손지이다.



<그림 4> 백련산 내 복원대상지 현황



<그림 5> 백련산 등산로(연두색) 중 복원대상지(분홍색 길)

2) 복원 방안

해당 훼손지가 등산로의 이용이 어려워 생겨난 샛길이므로, 등산로를 시민이 이용하기 편하도록 개선하고 샛길을 폐쇄해야 한다. 백련산에는 등산로가 많고 샛길이 많이 발달하여 해당 구간을 폐쇄하더라도 대체할 수 있는 등산로가 이미 있다. 폐쇄된 샛길은 묘목을 식재해 복원하거나 그대로 두어 자연적으로 복원될 수 있도록 하는 것을 제안한다. 식재할 묘목은 서대문구 목공소 인근 부지 등을 활용해 백련산에서 자라는 수목의 종자를 받아시켜 만드는 방법을 제안한다. 해당 지역의 식생을 활용한 복원은 외래종의 침입 예방에도 좋다.

3) 주민과 함께 실행

백련산에는 산책하는 이용객, 많은 부분을 소유한 백련사 등 다양한 이해관계자가 있어, 이들과 함께 논의하는 것이 필요하다. 복원대상지 선정 이유와 복원방법에 대해 설명하고 주민들과 숙의하는 과정이 필요하다.

복원이 결정되면 샛길 이용 중지 기간 동안 주민과 함께 모니터링을 실시하고 결과를 공유하여 주민이 직접 백련산 복원을 위해 참여할 수 있는 자리를 만드는 것이 필요하다. 이용객이 많고, 주변에 학교가 있으나, 생태교육이 부족해 주민이 백련산에 대해 알아가는 장을 제공할 필요가 있다.

4) 기대효과

백련산을 복원함으로써 다양한 생태계서비스 증진효과를 예상할 수 있다. 샛길을 폐쇄하여 자연회복을 유도해 표토층이 두꺼워지고, 사람의 간섭이 적어져 초본층과 관목층이 형성되어 생물다양성이 증가해 백련산의 지지서비스가 늘어날 것이다. 이외에도 주민 자치 역량이 향상되어 단순이용자에서 능동적 참여자로 문제를 함께 해결하기 위해 결정하고 실행에 참여할 수 있다. 백련산 모니터링 결과 공유와 생태교육을 통해 지역주민의 환경감수성이 향상될 수 있다.

3. 결론: 백련산을 숲답게

도시숲은 아파트와 빌라가 밀집된 지역의 주민들에게는 오아시스와 같은 역할을 하는 귀중한 자원이다. 주민들이 백련산을 좋아하는 이유는 가파른 초입 경사로의 계단만 잠시 오르면 주능선은 노약자도 걸기에 완만해서 편안해서다. 요즘 도시숲을 보면 불필요할 정도로 많이 설치되어 있는 데크나 나무 계단길도 적은 편이어서 손대지 않은 자연스러운 숲속을 걷는 느낌이 크기 때문이다. 누군가는 돌을 받쳐 미끄러지지 않게 다른 사람을 배려하고, 다른 누군가는 그 배려를 알아차리고 흐뭇해한다.

주민과 함께 하는 백련산 복원이란 백련산을 “숲답게” 지켜내는 방법에 대한 주민 공감대와 합의를 이끌어내는 과정을 통해 지켜내기 위한 방법이 무엇인지 주민 공감대와 합의를 끌어내는 과정을 통해 구현될 것이다.

참고문헌

- 서대문구청 내부기안. 『백련산 파크골프장 조성사업』 대상지 변경 검토보고. 서대문구청 (결재일: 2023. 5. 31) 푸른도시과-13547
- 서대문구청 내부기안. 백련산 맨발길 조성사업 추진계획. 서대문구청. (결재일: 2024. 6. 12) 푸른도시과-11517
- 김동필, 김수령, 조혜련. (2022). 도심 내 등산로 현황과 훼손실태에 관한 연구. 한국환경생태학회 학술발표논문집, 2022(2), 20-20.
- 위사양, 차두원, 오충현. (2019). 인왕산 생태·경관보전지역 이용 현황 및 관리 방안 마련. 한국환경생태학회 학술발표논문집, 2019(1), 108-108.

평창올림픽의 잔재, 가리왕산 복원 제안

박은정 녹색연합 자연생태팀 팀장

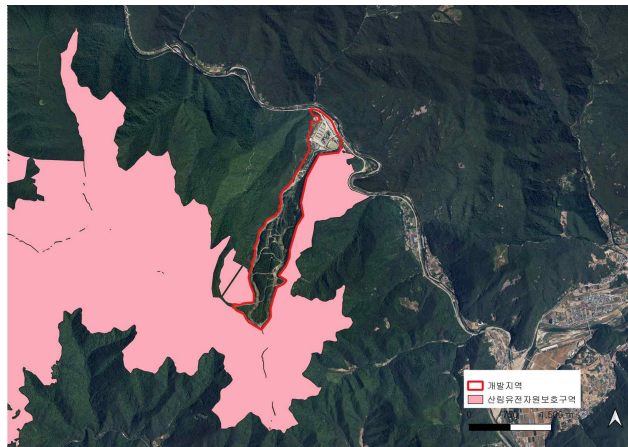
1. 서론

가리왕산은 강원도 정선군 북평면과 평창군 진부·대화·미탄면에 연한 해발 1,560m의 고산으로 남한에서 9번째로 높은 산이다. 가리왕산 풍혈지역은 제주도의 곶자왓 지역처럼 독특한 생태계를 형성해 지형적으로 우수하다. 남한 최고의 원시림 지역으로 우리나라 고산지대의 대표적인 사스래나무 군락지, 북방계 수목인 개벚나무의 동아시아 최남단군락지와 지름 1m가 넘는 초대형 주목부터 어린 주목이 같이 자라는 주목 군락지도 자리한 우리나라 고산 식생의 중요한 표본이다. 보호의 역사도 길다. 조선시대부터 보호구역(산삼봉산: 산삼 생산을 보호하기 위해 벌채를 금지한 산)으로 지정하여 500년 동안 보호했으며, 2008년부터 산림유전자원보호구역으로 지정해 현재도 보호하고 있다.

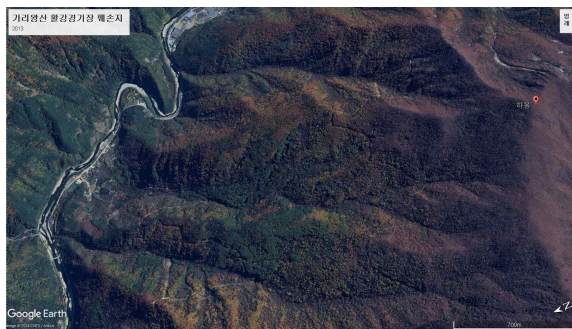


<그림 1> 국토환경성평가지도로 본 가리왕산 활강경기장

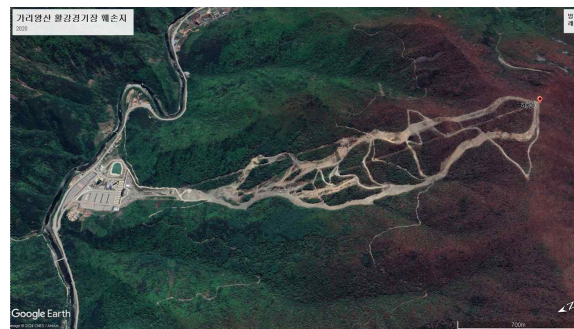
그러나 평창올림픽으로 인해 가리왕산은 훼손되었다. 2012년 활강경기장 부지로 가리왕산이 확정되고, 2013년 산림유전자원보호구역 78ha(전체 면적의 3%)를 해제해 단 3일 동안 열리는 경기를 위해 숲을 훼손했다. 정부는 2021년 가리왕산 활강경기장을 철거해 복원하기로 했지만, 지역주민 요구를 핑계로 2024년까지 곤돌라(케이블카)의 한시적으로 운영을 결정하였다. 이에 강원특별자치도와 정선군은 국가정원 유치를 선언하며, 정상부 테크와 전망대, 정상까지의 등산로 개방 등을 요구하고 있다.



<그림 2> 산림유전자원보호구역과 가리왕산 활강경기장



2013년



2020년

<그림 3> 2013년과 2020년 가리왕산 활강경기장 훼손지



산사태 발생 위험



지장물 방치

<그림 4> 가리왕산 활강경기장 훼손 현황

2. 본론

1) 평창올림픽의 유산은 가리왕산 복원으로부터

현재 가리왕산 활강경기장 인근에는 복원을 반대하는 주민들의 현수막이 여기저기 걸려있다. 지역의 붕괴를 극도로 두려워하는 마음이 느껴진다. 그러나 가리왕산의 생태가치를 고려하고, 과거 합의한 내용을 돌이켜 보면 생태보전은 필요하며, 해야 한다. 주민과 생태를 고려한 고민을 논의해야 한다. 지역과 생태를 함께 고려할 수 있도록 곤돌라 존치가 지역발전에 진정 도움이 되는지, 존치된 곤돌라는 지역의 지속가능성을 담보하는지, 가리왕산 복원(국가산림복원센터 유치 등)은 지역에 어떤 도움이 될지, 곤돌라 철거에 지역주민의 동의를 이끌어 낼 수 있는지, 쇠퇴하는 지역에 ‘개발 대신 생태보전’을 어떻게 전달할지 가리왕산 생태에 대해 논의해야 한다.

3. 결론

우리에게 복원의 좋은 선례가 필요하다. 아래와 같은 목표를 지역과 함께 고민하며, 논의해 앞으로는 가리왕산 훼손과 같은 일이 벌어지지 않도록 해야 한다.

- 1) 평창올림픽 전 했던 사회적 합의와 약속을 이행해야 한다.
- 2) 국유림을 대부해 개발한 지자체는 숲을 원형 그대로 복원한다.
- 3) 훼손된 보호지역(산림유전자원보호구역, 생태자연도 1등급 등) 복원을 위해 노력한다.
- 4) 국가 산림 복원 발전의 새로운 장을 연다.
- 5) 국가적 행사에 지역이 소모되지 않고 함께 발전한다.

구미동 하수처리장에서 시작하는 탄천의 복원 제안

이희예 성남환경운동연합 사무국장

1. 서론

탄천은 경기도 용인시에서 시작해 성남시 분당구를 지나 한강으로 흐르는 길이 35.6km의 하천으로, 이 중 성남시 구간은 15.7km다. 성남시는 탄천 둔치를 친수공간으로 활용하고 있으며, 둔치에는 총 78개의 시설을 설치해 관리하고 있다. 이 시설들은 농구장, 인라인스케이트장, 물놀이장 등 43개의 체육시설, 평상과 의자 등 32개의 편의시설, 탄천생태습지원 등 학습시설로 구성되어 있다. 추가로, 성남시는 18홀(23,000㎡) 규모의 파크골프장, 테니스장, 축구장을 조성하고 있다. 또한 성남시는 재해예방 하천관리 정책으로 2023년 3월부터 2024년 6월까지 31억 원을 투입하고 10.5km 준설을 완료했다. 홍수터인 둔치에 과도한 시설물 설치, 하천 준설 중심의 치수 정책은 생태공간 훼손, 서식지 파괴, 생물다양성 감소를 초래하며, 결국 탄천의 생태적 기능을 약화시킨다.



<그림 1> 훼손된 하천시설물

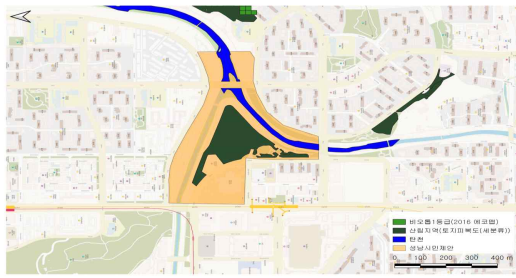
성남시민 1,017명을 대상으로 진행한 <자연기반해법을 통한 탄천의 지속가능한관리> 설문조사에서 응답자의 62%가 탄천을 보전에 중점을 두고 관리해야 한다고 응답했다. 또한 시민들이 꼽은 자연기반해법 우선순위 1위는 둔치내 강변 완충숲 조성, 2위 배후 습지복원, 3위 기능을 상실한 보 철거, 4위 습지보호구역 지정, 5위 호안철거 및 모래톱 복원이다. 탄천은 다양한 생물들의 서식처이자 기후변화로 인한 홍수 및 폭염을 완화하는 생태계서비스 공간으로, 그 생태적 기능을 유지하고 복원하는 것이 필요하다.

2. 본론

1) GIS를 활용한 생태복원: 탄천과 도시숲의 연결성 증진 및 서식지 조성

- 구미동 하수처리장에서 시작하는 탄천의 복원: 동막천 합류부

탄천 주변 400m 범위에는 환경부 세분류 토지피복도에 따라 산림지역이 1,263,712㎡ 분포하고 있으며, 성남시가 2016년 제작한 에코맵에 따르면 비오톱 1등급 지역도 177,582㎡ 존재한다. 특히 '오리교~구미교(동막천 합류부)' 구간은 주변의 선배산과 구미공원의 산림을 연결하는 중요한 생태축으로, 생태계 연결성이 높은 지역이다.



<그림 2> 탄천복원의 구심점으로 제안하는 구미동 하수처리장 부지

구미동 하수처리장은 한국토지주택공사(LH)가 인접한 용인시 수지지역 하수 처리를 위한 것으로 150억 원을 들여 구미동 195 일원 부지 29,041.5㎡에 1997년 2월 완공했으나, 시험가동 중 주민들의 집단 민원으로 운영이 중단됐다. 이후 성남시는 2007년 9월 LH로부터 구미동 하수처리장 부지와 시설을 인수했다. 구미동 하수처리장 부지와 시설을 일부 활용하여 환경센터를 운영함으로써 탄천에 자연기반해법을 적용하고 생물다양성 보전 및 기후변화대응 거점으로 활용할 것을 제안한다.

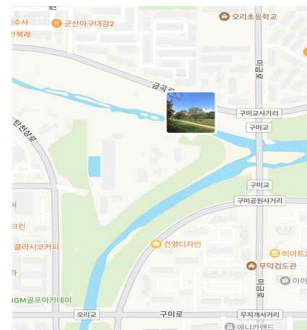
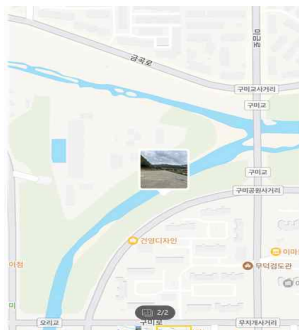
2) 둔치의 자연성 회복

둔치는 평상시에는 시민들이 이용하는 친수 공간이지만, 비가 많이 내려 하천의 수위가 상승할 때는 홍수터로서 증가한 유량을 부담하여 홍수 피해를 완화하는 중요한 역할을 한다. 일시적으로 물을 저장해 하류로 흘러가는 물의 양을 줄여주는 역할을 하며, 이를 통해 홍수를 예방할 수 있다. 따라서 둔치의 콘크리트 포장을 제거하고, 생태적 기능을 상실한 둔치 구역을 복원하여 강변 완충숲을 조성하는 것이 필요하다. 이는 수질 개선, 홍수 저감, 생물다양성 증진, 도시열섬 현상 완화 등 다양한 환경적 이점을 제공한다.

탄천 둔치



동막천 둔치



<그림 3> 탄천과 동막천 둔치 비교

3) 탄천의 자연성 회복: 수달 보호구역 지정

하천 생태계의 최상위 포식자인 수달이 서식한다는 것은 탄천 생태계가 건강하다는 증거다. 시민과학자들이 탄천 전 구간(15.7km)을 조사한 결과, 78개의 수달 흔적(배설물, 발자국)을 발견했다. 탄천 정자교~오리교 구간은 호안의 수풀, 갈대군락, 모래톱, 자갈밭 자연성이 양호한 구역이 많아 수달의 먹이 공급지, 쉼터 등으로 추정되는 수달의 흔적(배설물, 발자국)들이 집중적으로 발견됐다. 이 구역은 수달의 서식지로서 중요한 역할을 할 가능성이 크기 때문에 정기적인 모니터링이 필요하다. 특히 동막천 합류부는 수달의 먹이 공급지(채식처)로 예상되며, 이 구역을 수달 서식지로 조성하고 보호구역으로 지정하는 것이 필요하다.



<그림 4> 탄천에서 발견된 수달과 채식처

3. 결론

시민과학자는 현장조사를 통해 수달과 흰목물떼새의 먹이활동이 유리한 지역을 중심으로 탄천 자연기반해법 적용을 위한 구체적인 공간을 제안했다. 강변 완충숲 조성을 위한 제안된 공간은 ①탄천 대곡교~폐기물선별장, ②탄천교~둔전교, ③수내교~ 황새울교, ④매송교~방아교(운중천~탄천 합류부)다. 또한 기능을 상실한 농업용 보 철폐 및 백현보 철폐 구간의 퇴적사면 복원도 제안됐다. 이러한 제안은 GIS를 활용하여, 과학적이고 구체적으로 실행방안까지 도출할 수 있었다. 이는 시민과학 기반의 민관거버넌스 구축 및 강화, 자연기반해법 적용으로 도시회복력을 높이는데 기여한다.



대곡교~폐기물선별장



탄천교~둔전교



수내교 황새울교



운중천 합류부

<그림 5> 자연기반해법 적용이 필요한 공간

참고문헌

- 박한(2024.4) [토론자료] 성남시민이제안하는 탄천 자연기반해법 적용 방안 토론회, 성남환경운동연합
- 숲과나눔, 풀씨행동연구소(2024)GIS를 통한 한국의 자연손실 평가(1990~2020)
- 성남비전(<https://m.snvision.newsa.kr/>), 구미동 하수종말처리장 사진 (2024-7-29)
- 경기일보(<https://www.kyeonggi.com/>), 성남시 옛 하수처리장 복합문화공간으로 조성...2028년까지(2022-12-18)

기획세션 3.

한반도청년환경포럼

한반도 환경과 한반도청년환경포럼

(공동주관: 남북한 '국가 대 국가' 전환에 따른 한반도 기후위기 대응 연구그룹)

- 한반도청년환경포럼 및 프로그램 소개
- 김정은 집권 시기 원림화 정책의 양상과 특징
오삼언 국립산림과학원 박사연구원
- 기후변화 대응 전략으로의 북한 농업 분석
– ‘고리형순환생산체계’를 중심으로
김은진 서울대학교 환경대학원 박사 수료, 숲과나눔 특정주제연구자
- 북한의 예방의학 학술지를 통해서 본 북한의 감염병 연구 동향
김수연 서울대학교 보건환경연구소 책임연구원

한반도 환경과 한반도청년환경포럼

1. 소개

한반도청년환경포럼은 한반도 환경 협력에 관한 연구를 진행하는 청년 연구자들이 모여 남북 관계 개선 및 한반도 평화를 논의하는 포럼이다. 다양한 배경을 지닌 청년 연구자들이 각기 다른 시각을 통해 한반도 환경 협력 연구를 진행하고, 성과를 공유하고 있으며, 이를 통해 한반도 환경 협력에 대한 활발한 연구 분위기를 형성하고 지속적인 네트워크를 형성, 연구 생태계를 구축하고자 한다.

2. 프로그램

한반도 환경 협력 전반(산림, 하천, 에너지, 기후변화 공동 대응 등), 북한 자연·역사·문화·환경 등에 대한 기초 연구를 진행하며, 이번 기획세션을 통해 그동안의 성과를 공유하고, 한반도 관련 연구에 대한 공감대를 확산시키고자 한다.

(공동주관: 남북한 ‘국가 대 국가’ 전환에 따른 한반도 기후위기 대응 연구그룹)

· 사회: 문예찬 연세대학교 정치학과 박사과정, 숲과나눔 특정주제연구자

시간	프로그램	세부내용
14:20~14:45	기조연설	• 한반도 환경과 한반도청년환경포럼 장재연 숲과나눔 이사장
14:45~15:30	발제	• 김정은 집권 시기 원림화 정책의 양상과 특징 오삼언 국립산림과학원 박사연구원
		• 기후변화 대응 전략으로의 북한 농업 분석 - ‘고리형순환생산체계’를 중심으로 김은진 서울대학교 환경대학원 박사 수료, 숲과나눔 특정주제연구자
		• 북한의 예방의학 학술지를 통해서 본 북한의 감염병 연구 동향 김수연 서울대학교 보건환경연구소 책임연구원
15:20~16:00	토론	• 이경수 서울대학교 한국정치연구소 연구원, 숲과나눔 특정주제연구자 조충희 굿파머스 연구소장 황상익 서울대학교 의과대학 명예교수

김정은 집권 시기 원림화 정책의 양상과 특징

오삼언 국립산림과학원 박사연구원

2024년 북한의 조선중앙TV는 평양시 등 각지에 보게 좋게 단장된 가로수와 화단 등을 선전하고 있다. 북한이 코로나19와 대북제재의 와중에도 가로수와 화단 등을 조성했다는 점을 알 수 있다. 또한 북한은 1990년대 고난의 행군 시절부터 줄곧 제기돼왔던 산림황폐화 문제에 대응하기 위해 2015년부터 전당, 전군, 전민이 총동원되는 '산림복구전투'에 돌입하며 2024년까지 10년 계획을 수립한 바 있다. 이렇게 북한이 산림복구전투가 끝나기도 전에 가로수와 공원 조성 등을 의미하는 원림화 정책을 추진한 이유는 무엇이며 어떻게 전개되고 있을까. 본 연구는 『로동신문』 등 북한 문헌 분석을 통해 김정은 위원장 집권 시기 원림화 정책의 양상을 살펴봤다.

북한 문헌에서 '수림화'는 대체로 산림 조성을 의미하며 '원림화'는 거리와 마을, 일터의 녹화사업을 일컫는다. 북한은 '수림화, 원림화'를 명확한 의미 구분 없이 한 단어처럼, 사실상 '산림조성'을 의미하는 맥락으로 써왔는데 2019년부터 '거리와 마을, 일터의 녹화사업'을 일컫는 의미로 원림화를 사용하기 시작했다. 즉, 수림화와 별도로 원림화 관련 정책 내용이 구체화된 것이다.

북한이 원림화 정책을 구체화하기 시작한 배경에는 첫째, 2015년부터 2018년까지 산림복구전투 기간에 이룩한 성과가 놓여있다고 볼 수 있다. 이 시기 성과를 요약하면 산림복구전투를 지휘하는 체계와 조직의 건설이다. 특히 전국 180여 개 양묘장을 건설 및 개건하고 시, 군 모체양묘장들 사이에 원격 협의 및 양묘장 운영지휘 체계를 확립했다.

둘째, 산림복구전투, 즉 수림화와 함께 원림화를 병행함으로써 시너지 효과를 노렸다고 할 수 있다. 황폐화된 산만이 아니라 우리 동네 가로수, 집 근처의 공원, 내 집 앞에 나무와 꽃을 심고 아름답게 가꾸자며 대중을 동원하는 것이 효과적이기 때문이다. 자원과 역량, 기술 등의 한계 속에 산림복구전투를 지속하기 위해서라도 원림화를 병행해 대중동원의 동력을 방편으로 삼은 것으로 보인다. 황폐화된 산림을 빠르게 복구하기 위해 빨리 자라는 속성수를 조림하는 데 초점을 맞췄던 것에서 벗어나 다양한 수종을 조림하기 위해서도 수림화와 원림화를 병행하는 것이 효과적이기도 하다. 담당림제 등 산림복구전투에 활용한 사회주의경쟁운동이 원림화 정책에서도 평방당책임제 등 유사한 형태로 진행되는 등 대중동원을 적극화하고 있다.

김정은 집권 시기 원림화 정책의 양상과 특징은 크게 세 측면에서 살펴볼 수 있다. 첫째, 지방발전 정책과 연계해 원림화를 강조한다는 점이다. 수해복구 등 각종 농촌, 도시 개건사업이 추진되면서 원림화 정책이 강조됐다. 삼지연시, 양덕군, 김덕지구 등 원림화를 통한 경관 조성은 대내외에 가시적인 성과를 선전하는 효과도 발휘한다. 2024년 초부터는 '지방발전 20×10정책'과 원림화가 하나의 세트처럼 다뤄지고 있다. 지방공업공장 등을 건설하면서 주변 원림 조성을 강조하거나 지방공업공장의 원료가 되는 경제림 조성 등을 강조하고 있기 때문이다.

둘째, 원림화에 관상적 가치만이 아니라, 생태환경보호 의미를 부각하며 원림화의 효과를 확장한다는 점이다. 북한은 2022년 원림녹화법 제정을 통해 건물을 건축할 때 기관, 기업소, 단체의 원림 조성을 의무화하면서 생태환경 보호 의미를 강조하고 있다. 『로동신문』은 원림화의 중요성을 대기오염 방지 등 인민의 건강 측면과 기후위기 대응 측면에서도 비중있게 다루고 있다.

셋째, 원림화 본보기가 그야말로 '보여주기식'으로 건설됐다는 점이다. 삼지연시와 평양시의 주요 거리 원림화가 기존 가로수들이 전체적으로 제거되고 새롭게 조성되는 양상을 보여 그야말로 본보기를 위해

구성됐다는 점을 알 수 있다. 또한 기존의 김일성화, 김정일화가 아니라 장미 등 다양한 꽃관목이 장려되는 변화도 보이고 있다. 이와 같은 ‘보여주기식’ 본보기 건설은 원림화에 대한 정책적 의지를 보여줌과 동시에 대내외에 원림화 성과를 선전하는 방편이기도 하다.

참고문헌

- 『로동신문』 2000년~2024년 현재.
- 『조선말대사전』. 평양: 사회과학출판사, 2007.
- 배재수·김은숙·오삼언 외. 『한국인과 소나무』. 서울:수문출판사, 2024.
- 오삼언. “김정은 집권 이후 ‘생태환경정치’의 출현.” 『북한연구학회보』 제28권 제1호(북한연구학회, 2024).
- 오삼언·김은희. “김정은 시대 산림복구 성과와 양상 분석.” 『북한연구학회보』 제25권 제2호(북한연구학회, 2021).
- 오삼언·김은희·김경민. “김정은 시대 산림정책의 특징.” 『북한학연구』 제14권 제2호(북한학연구소, 2018).
- 오삼언·박소영. “북한 삼지연시 건설의 특징과 의미.” 『통일인문학』 제92권(인문학연구원, 2022).
- 원림법. 『북한법령집(北韓法令集) 하(下)』. 국정원, 2024.
- Sam Un Oh·Eun-Hee Kim·Kyoung-Min Kim·Myung-Kil Kim. “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 (2020).
- 이외 다수.

기후변화 대응 전략으로의 북한 농업 분석

‘고리형순환생산체계’를 중심으로

김은진 서울대학교 환경대학원 박사 수료, 숲과나눔 특정주제연구자

1. 서론

이 연구는 북한의 농업 분야 기후변화 대응 전략을 살펴보기 위해 북한에서 적용하고 있는 고리형순환생산체계 정책의 내용을 파악하고 이를 평가하기 위한 목적에서 수행되었다. 기후변화는 예측불가능한 재난뿐만 아니라 농업에 미치는 피해 또한 크다. 북한에서도 농업에 미치는 영향 등을 고려하여 ‘재해성이상기후’에 관심을 가지고 홍수 피해를 막고 가뭄에 강한 품종을 개발하는 등 노력을 기울이고 있다. 농업에서의 기후변화 대응은 자원순환형의 지속가능하며 탄소발자국을 줄일 수 있는 방안을 고려하여 추진해야 한다. 북한에서 시행되고 있는 고리형순환생산체계 정책은 북한 방식의 순환농업 형태를 보이고 있다. 따라서 이 정책의 내용을 살펴보고 평가함으로써 향후 한반도 지역 농업 분야의 기후변화 공동대응을 위한 단초를 마련할 수 있을 것이다.

2. 본론

연구의 내용은 세 가지로 구성하였다. 첫째, 2010년 이전의 북한 농업 및 축산 정책의 내용을 살펴보고 고리형순환생산체계가 도입되기 전의 상황을 검토하였다. 민간 수준에서 시행되었던 정책을 파악하기 위해 북한이탈주민 9명을 대상으로 면접을 진행하여 확인하였다.

둘째, 2010년부터 2022년까지의 「로동신문」 기사를 분석하여 고리형순환생산체계의 유형을 파악하고 농장별, 기관별 정책 시행 현황을 점검하였다. 이를 통해 고리형순환생산체계가 북한에서 어떻게 이해되고 반영되었는지를 파악하였다.

셋째, 수집한 「로동신문」 기사에 대한 키워드 네트워크 분석 및 토픽 모델링(LDA) 분석을 실시하였으며 2010년부터 2022년 기간의 고리형순환생산체계 관련 기사의 주요 주제 및 보도 동향을 파악하였다. 분석 시기는 정책시행기(2010년-2014년), 파리협정 이후, 정책 정착기(2015년-2019년), 코로나19 시기(2020년-2022년)의 세 시기로 구분하여 분석하였다. 분석 내용을 토대로 기후변화 대응 전략으로의 고리형순환생산체계 내용을 점검하고 이를 평가하였다.

분석 결과 1990년대 경제위기를 겪기 전까지 북한은 농업 중심의 정책을 수행하였으며 작물생산성 향상 및 화학비료 사용을 추진하였다. 1980년대 후반 화학비료 생산량이 감소하면서 주민들을 대상으로 인분을 수집하여 배출하는 할당량이 부여되었고 가축배설물을 활용하는 관행이 생기는 등 정책적으로 비료를 확보하려는 노력이 수행됨과 동시에 민간 수준에서 유기질비료 사용이 활발히 진행된 것으로 확인되었다.

축산 정책은 2010년 이전까지 개인축산을 강조하면서 초식가축을 기르고 비알곡성먹이를 권장하는 등 식량생산에 영향을 미치지 않으면서도 가축두수를 증가시킬 수 있는 다양한 방법을 고민하고 적용한 것으로 확인된다.

이러한 관행은 고리형순환생산체계의 유형에 반영되었다. 「로동신문」 기사 분석을 통해 확인한 고리형순환생산체계의 유형인 농산-축산, 농산-축산-버섯, 농찬-축산-버섯-양어, 축산-과수, 축산-양어 등의

방식은 1990년대에도 이미 민간 수준에서 시행되었던 방식으로 2010년도 이후 북한 당국에 의해 공식화되었다고 평가할 수 있다.

고리형순환생산체계는 2010년부터 본격적으로 추진되었다. 고리형순환생산체계 도입 초기(2010년-2014년)에는 사회주의를 유지하면서도 축산과 농업의 동시 발전을 추진했다면, 정책 정착기(2015년-2019년)에는 정책에 대한 성과를 강조하면서 과학축산을 언급하여 축산을 더욱 강조하는 면이 확인되었다. 코로나19 시기(2020-2022년)에는 인력을 중심으로 문제를 해결하고자 하는 보도가 이어져 기술개발 및 지원이 아닌 인력동원을 통해 생산성 향상을 추진함으로써 자원 부족과 같은 내부 동력의 한계를 드러내기도 하였다.

북한의 고리형순환생산체계는 기후변화 대응 측면에서 순환농업과 유사한 내용을 담고 있어 정책의 내용은 긍정적으로 평가된다. 그러나 화학비료 생산량 및 수입이 유지되고 있고 대체 비료인 유기질비료의 활용 정도는 파악하기 어려우며 인력 중심으로 정책을 시행하려 하고 있다는 점에서 정책에 대한 한계점을 드러내고 있다.

3. 결론

북한의 고리형순환생산체계는 순환농업에서 강조하는 자원 재사용 및 환경보전의 내용을 포함하고 있어 기후변화 대응 전략으로 적절하다고 평가할 수 있다. 특히 2010년 이후 비료정책에 지력 개선과 환경보전을 강조하는 보도가 이어지고 있어 북한 또한 기후변화와 환경 문제에 관심을 가지고 노력하고 있는 점을 확인하였다.

기후변화는 한반도 지역에 광범위하게 영향을 미치기에 농업에의 영향은 클 수밖에 없으며 농업 분야의 기후변화 공동대응은 필수적이다. 이를 위해 북한의 고리형순환생산체계 정책의 내용과 적용 현황을 적절히 이해하고 이를 바탕으로 순환농업을 중심으로한 농업분야의 남북 기후변화 공동대응의 사례를 만들어나갈 필요가 있다.

참고문헌

- 「로동신문」 2010-2022년 기사.
- 고민규·김태중. 2023. “LDA 기반 ESG 이슈 분석: 2009-2022년 뉴스 빅데이터를 중심으로.” 『디지털콘텐츠학회 논문지』 24 (3): 517-530.
- 김갑식·전영선·김일한·이무철·장철운. 2021. 『북한지식사전』. 통일부 국립통일교육원.
- 김영주. 2003. “북한 언론매체, 어떻게 이해할 것인가.” 『북한연구방법론』. 한올아카데미. 71-115.
- 김형화·김운근·김선·지인배. 2005. 『북한의 축산 현황과 남북한 축산협력 방향』. 한국농촌경제연구원.
- 김영훈. 2010. “북한 농업농촌의 변화 - 협동농장을 중심으로-.” 『KERI 북한농업동향』 12 (3): 3-17.
- 김은진. 2024. “북한 기후재난 보도현황 분석 및 남북 협력 가능성.” 제3회 한국학포럼 자료집. 고려대학교 민족문화연구원.
- 임송수. 2016. “지속가능개발목표(SDGs) 속의 농업.” 『세계농업』 제186호. 1-38.
- 오세익·강창용. 1993. 『환경 보전과 농업 발전을 위한 기초연구』. 한국농촌경제연구원.
- 오승준·하승희. “코로나19에 대한 북한의 대응: 『로동신문』 보도를 중심으로.” 『북한연구학회보』 24 (2): 1-37.
- 윤무근. 2020. “북한 유기농업의 발전과정과 특징에 관한 연구.” 『북한연구학회보』 24 (1): 207-238.
- 윤순진·김은진·박정현. 2024. 『북한 국내외 연구 동향 분석을 통한 남북 기후변화 연구 협력 가능성 탐색』. 서울대학교 통일평화연구원.
- 윤순진·안새롬·홍종호·이찬희. 2019. “언론보도 분석을 통해 본 북한의 기후변화 담론 변화.” 『아태연구』 26 (3): 65-101.
- 이용희. 2021. “북한 코로나19의 실태와 북중 무역에 미친 영향.” 『통일전략』 21 (1): 105-141.
- 이일영. 2004. 『북한 농업개혁의 현황과 전망』. 통일부 통일교육원.
- 임상철. 2009. “북한 농업정책의 변화과정과 전망에 관한 시론.” 『평화학연구』 10 (1): 105-119.
- 장수정·박선아·손예동. 2022. “토픽모델링을 이용한 한국 인터넷 뉴스의 간호사 관련 기사 분석: COVID-19 유행 시기를 중심으로.” 『한국간호교육학회지』 28 (4): 444-455.
- 지인배. 2004. “북한의 축산동향.” 『사료산업』 2004년 7월: 60-65.
- 홍제환. 2024. “2023년 북한의 대중무역 실태와 그 함의: 제재 하 무역 확대 쉽지 않을 전망.” Online Series CO 24-12.
- 홍철훈. 2012. “농업부문에서 고리형순환생산체계를확립하기 위하여 나서는 몇가지 문제.” 『경제연구』. 2012년 제 1호.
- IBK경제연구소. 2023. 『Korean-English Glossary of Economic Terms: 북한 경제용어 영문 해설집』. 기획재정부.
- Alex Julca·Kristinn Helgason·Kenneth Iversen. 2021, Circular agriculture for sustainable rural development the environmental impact of conventional agriculture, United Nations.
- Bruno Basso·James W. Jones·John Antle·Rafael A. Martinez-Feria·Brahm Verma. 2021. Enabling circularity in grain production systems with novel technologies and policy. Agricultural System 193: 1-8..
- D.L. Michalket·H.-P. Mueller. 2003. Strategies to improve cropland soils in North Korea using pasture leys. Agriculture Ecosystems & Environment 95: 185-202.
- DPRK. 2016. Intended Nationally Determined Contribution of Democratic People’s Republic of Korea.
- DPRK. 2021. Voluntary National Review on the Implementation of the 2030 Agenda.
- Florian Rabitz·Audrone Telesiene·Elmante Zolubiene. 2020. Topic modelling the news media representation of climate change. Environmental Sociology 7 (3): 214-224.
- Jayesh Singh·Chinmay Gupta·Jarupula Suman·Anubhuti·Amitava Rakshit. 2023. Chapter 9 Organic farming is indispensable in addressing key future challenges. Organic Farming. 317-342.
- Qin Zhu·Renan Jia. 2019. Building sustainable circular agriculture in China: economic viability and entrepreneurship. Management Decision 57 (6): 1108-1122.
- Robert Mendelsohn. 2014. The Impact of Climate Change on Agriculture in Asia. Journal of Integrative Agriculture 13 (4): 660-665.

- Sanghun Lee·Jeongsup Song·Sook-Young Park·Eun Young Kim·Yangseon Kim. 2023. North Korea's Shift to Organic Farming and the Role of Microbial and Organic Fertilizers. 『한국토양비료학회 학회지』 56 (4): 553-571.
- Silvino G. Moreira·Gerrit Hoogenboom·Marcio R. Nunes·D. Martin·Ryals·Pedro A. Sanchez. 2023. Circular agriculture increases food production and can reduce N fertilizer use of commercial farms for tropical environments. Science of the Total Environment 879: 1-17.
- Vinod Gupta·Pradeep Kumar Rai·K.S. Risam. 2012. Integrated crop-livestock farming systems: a strategy for resource conservation and environmental sustainability. Indian Research Journal of Extension Education 2: 49-54.
- Yohannes H. 2016. A Review on Relationship between Climate Change and Agriculture. Journal of Earth Science & Climatic Change 7 (2): 1-8.
- 통일뉴스. “북한 내각 살펴보기.” <https://www.tongilnews.com/news/articleView.html?idxno=106849> (검색일: 2024년 8월 21일).
- 대북지원정보시스템. 비료 생산량. <https://hairo.unikorea.go.kr/info/ExpIndex0206.do> (검색일: 2024년 8월 20일).
- 북한과학기술네트워크. <http://www.nktech.net> (검색일: 2024년 1월 30일).
- 통일부 북한정보포털. <https://nkinfo.unikorea.go.kr/nkp/word/nkword.do> (검색일: 2024년 5월 16일).
- e-나라지표. “북한이탈주민 입국인원 현황.” https://www.index.go.kr/unity/potal/main/EachDtlPageDetail.do?idx_cd=1694 (검색일: 2024년 8월 11일).

사사

이 연구는 (재)숲과나눔의 특정주제연구자 연구 지원으로 수행되었습니다.

북한의 「예방의학」 학술지를 통해서 본 북한의 감염병 연구 동향

김수연 서울대학교 보건환경연구소 책임연구원

1. 서론

북한 의료 및 보건 관련 연구동향은 북한이라는 국가의 특수성으로 인해 대부분의 연구자들은 제한적인 정보만 접근이 가능한데, 그 정보 중 하나가 북한에서 발행하는 의학 학술지이다. 최근 전세계적으로 유행한 코로나 19라는 팬데믹으로 인해 모든 나라가 코로나를 막기 위한 방역과 팬데믹 대응에 어려운 시간을 보냈는데 과연 북한에서는 코로나-19 이후 변화가 있었는지와 더불어 그동안 감염병에 학술적인 연구 및 예방의학적 대응을 어떻게 하고 있는지를 학술지를 통해서 분석하고자 한다.

2000년부터 2023년 3호까지 발행된 북한의 「예방의학」 학술지에 실린 연구논문 중 감염병과 관련된 문헌을 선정하여 연도별, 내용별, 질병별 분류를 수행하였으며, 이를 통해 시기별로 북한이 다루는 질병에 대한 추이와 내용별 분석 및 코로나 시기의 연구 동향을 살펴봄으로써 북한의 감염병 실태를 파악하고자 한다.

2. 본론

1) 북한의 「예방의학」 학술지

(1) 북한의 의학학술지

국내에서 입수 가능한 북한의학 학술지는 「조선의학」, 「내과」, 「예방의학」 등 총 10종 정도로, 발행빈도도 대부분 연4회로 모두 북한의학과학출판사에서 발간하고 있다.

1965년에 개간된 「예방의학」은 1993년 이전까지는 「위생방역」이라는 이름으로 발행되어 왔으며 1993년부터 「예방의학」으로 그 명칭이 변경되었다.

(2) 학술지 구성

「예방의학」의 경우 한 호당 적게는 20편, 많게는 66편까지 실려있으며, 점차적으로 편수가 늘어나고 있는 추세이다. 「예방의학」 학술지의 목차에서 파악할 수 있는 연구의 종류로 ‘연구논문’, ‘연구성과’, ‘중설 및 자료’, ‘상식’이 있으며, 2022년부터 ‘법무해설’이 추가되어 법으로 규정하고 있는 북한의 코로나 관련 방역 지침에 대한 소개하는 란이 신설되었다. ‘연구논문’과 ‘연구성과’에는 양적연구 및 질적연구 형태의 연구가 있으며, ‘중설 및 자료’에는 리뷰나 보고서 형태의 문헌으로 구분하고 있다.

2) 감염병 연구동향

(1) 감염병 연구 선정 기준

다양한 주제를 다루고 있는 「예방의학」 학술지의 논문 중 감염병과 관련한 문헌을 선정하기 위한 포함기준은 제목에 감염병명이 있는 경우. 단, 사람이 걸리는 감염병과 관련되어야 있어야 하며, 감병병명이 없이 단순 소독이나 원내 감염을 다루는 경우는 배제하였다. 이와 같은 기준에 따라서 2000년도부터 2023년 3호까지 논문 약 3,855개 중 679개 논문을 선정하였다.

(2) 연도별 감염병 연구 동향

2000년도부터 2023년 3호까지 발간된 총 논문 수는 3,855편으로 그중 17%인 679편이 감염병 관련 논문이었다. 예방의학 학술지 전체 논문 편수가 2000년 초기에는 100편 정도에서 최근 2022년은 209편 정도로 2배 정도로 증가한 것과 비례하여 감염병 관련 논문도 2002년 14편에서 2016년 이후로는 30편이 넘고 있다. 감염병 관련 논문이 가장 많은 시기는 2018년(51편), 2020년(45편), 2022(44편) 순이며, 전체 논문 대비 감염병 연구 비율이 높은 연도는 2023년(23.4%), 2021년(23%), 2018년(21.5%), 2005년(20.9%) 순이었다.

(3) 주제별 감염병 연구동향

연구논문에서 다루고 있는 질병의 종류에 따라 1차 분류를 한 후 이를 한국표준질병사인분류(이하 KCD)로 그룹화하였다. 분류 결과 2000년도 이후로 가장 많이 게재된 연구 논문의 질병 코드는 장 관련 질환(A00-A09) 131편이었으며, 바이러스 감염(B00-B09) 80편, 결핵(A15-A19) 75편, 급성 상하기도감염과 인플루엔자 및 폐렴(J00-J22) 64편, 피부 및 점막병변이 특징인 바이러스 감염(B00-B09) 및 원충질환과 연충증(B50-B83) 각 51편, 절지동물매개의 바이러스열 및 바이러스출혈(A80-A89) 45편이 가장 많았다.

2000~2001년과 2020~2021년에는 장 감염질환(A00-A09)질환이 많았으며, 2004~2005년 및 2018~2019년에는 바이러스 감염(B15-B19) 및 결핵(A15-A19) 논문 비중이 높았다. 2018년부터 급성 상하기도감염, 인플루엔자 및 폐렴(J00-J22) 논문이 급증하였다. 수두 및 홍역에 해당하는 피부병변 바이러스 감염(B00-B09)은 2012-2015년에 가장 많이 게재되었다.

(4) 코로나 이후의 연구동향

2020년 2호부터 코로나 바이러스에 대한 소개와 위생 방역을 강조하는 사실이 연속적으로 나왔으며, 코로나바이러스 등 신형 바이러스 관련 논문이 15편으로 대부분이 상식 혹은 종설 형태의 논문으로 새롭게 등장한 바이러스의 인체에 미치는 영향, 위생을 통한 예방, 후유증에 대한 것이었다. 2021년에는 주사기 품질을 포함한 의료기구에 대한 품질에 대한 강조를 하였다.

2022년부터 “법무 해설” 부분을 신설하여 코로나 예방 및 치료를 위한 대한 주민들의 법적 사항을 게재하였으며, 2023년부터는 ‘술어해설’로 교체하여 ‘간접 전파’와 같은 감염병 관련 용어를 설명하고 있다.

3. 결론

북한에서 유행한 감염병 및 질병부담이 컸던 감염성 질환 시기에 북한 「예방의학」 학술지에 관련 논문이 많이 실렸다는 것은 북한 당국과 의학계가 관련 보건의료 문제로 영향을 받고 있으며, 당시 북한의 감염성 질환 실태를 반영한 것으로 볼 수 있다.

시기별 질병 유형이 2000년대 초 장티푸스, 콜레라 등 장 관련 감염성 질환 및 결핵에서, 2015년 감염을 거쳐 인플루엔자, 코로나 등 최근 유행하는 호흡기 바이러스 질환에 대한 연구로 변화하고 있어서 북한의 감염병에 대한 실태도 조금씩 변화하고 있다고 볼 수 있다. 그러나 최근 논문에서도 장관 관련 질환, 기생충성 감염 질병, 결핵, 감염에 대한 논문이 혼재되어 있어 여전히 북한에 부담이 되는 질병으로 남아있다고 볼 수 있다. 아직 연구가 진행중인 상태로 질환별 내용 분석을 위한 데이터마이닝 연구를 추가할 예정이다.

참고문헌

- 북한과학백과사전출판사, 『예방의학』 2000-2023.
- 명지병원. 2020, 「코로나 등 신종 감염병 대응 매뉴얼 및 교육 개발을 통한 남북 의료협력 모델 발굴」 연구보고서, 고양시청. 29-47p.
- 신희영 외, 『통일의료- 남북한 보건의료 협력과 통합』, 서울대학교 출판문화원, 2017. 63p
- 하신, 이요한, 2018, 북한 내과 학술지 논문에서 다루어진 질환들의 분포, 보건사회연구, 38(2), 589-610
- Unnewehr, M., & Stich, A. 2015. Fighting Hepatitis B in North Korea: Feasibility of a Bi-modal Prevention Strategy. Journal of Korean Medical Science. 2015, (30), 1584-1588. <https://doi.org/10.3346/jkms.2015.30.11.1584>

사사 표기

본 연구는 한국연구재단의 지원을 받아 진행하였습니다.

기획세션 4.

자전거시민포럼

자전거친화도시1010: 실천과 학술의 만남

- 자전거시민포럼 및 프로그램 소개
- 도시설계를 통한 자전거친화도시 실현 방향
 - 자전거 이용 활성화를 위한 제도적 고찰

송기황 한국도시설계학회 자전거친화도시연구위원장, 수연종합건축사사무소 대표
- 자전거를 위한 과학기술자들의 역할

백남철 한국건설기술연구원 도로교통연구본부 스마트도시연구클러스터 선임연구위원

자전거친화도시1010: 실천과 학술의 만남

1. 소개

2022년 (재)숲과나눔은 세 차례 연속 ‘탄소중립과 자전거 친화도시 정책 세미나’를 개최하고 논의 내용을 담은 이슈페이퍼 ‘탄소중립과 자전거 이용 활성화를 위한 정책 제안’을 발간하였다(서울대학교 윤제용 교수, 풀씨행동연구소 정예름 캠페이너). 이를 계기로 2023년 4월, (재)숲과나눔 자전거시민포럼(이하 포럼)이 출범하였다.

포럼은 자전거 정책이 교통과 국토, 환경, 산업, 보건, 문화 체육, 교육 등과 깊이 연결된 현실에서, 자전거 단체들과 교통, 도시 계획, 환경보건 등 다양한 분야의 전문가들, 그리고 정책결정자들의 가교가 되어 효과적인 정보교환과 문제 해결을 위한 정책 제안을 하고자 한다.

2023년 4월 출범과 동시에 “탄소중립사회를 위한 자전거 정책 방향” 주제의 국회 토론회를 시작으로 수송탄소중립의 성공 요건, 자전거친화도시 구현을 위한 교통통계 이해, 탄소 크레딧 활용, 자전거 교육 등의 주제로 6회의 세미나를 개최하였다.

2024년에는 두 번째 이슈페이퍼 “자전거친화도시1010”를 발간하였다. 1010은 각각 10분(N분) 도시와 자전거이용률 10%를 상징하는데, 10분 내외의 가까운 생활권 거리는 안전하게 자전거로 이동하고, 통행의 열 번 중 한 번 이상 이용하는 도시를 만들자는 취지이다. 그동안 흩어져 있던 시민단체와 전문가들의 의견을 모아 자전거친화도시1010이라는 자전거 정책의 공동 목표를 세우고, 국회토론회(2월)을 시작으로 대구시(6월), 광주시(9월) 등 전국 도시 릴레이 세미나를 진행하고 있다.

포럼은 자전거친화도시1010으로 시민들이 건강하고 행복한 탄소중립 지속가능 사회에 다가가기 위해 자전거 이용자의 안전과 권리보장, 자전거 이용 촉진을 실천하려는 각계각층의 사람들과 지속적으로 소통하면서 함께 할 것이다.

2. 프로그램

자전거친화도시1010의 구현을 위해서 도시의 생활권 단위에서 자전거 이용률을 높이고, 자전거 정책을 객관적으로 평가할 수 있는 수단에 대한 표준화(자전거 이용률 평가, 수단분담률 산정 방식, 자전거 데이터 수집, 자전거 생활권 조성을 위한 정책평가와 연구 등)과 경제적 편익 분석 자료와 근거가 필요하다. 이에 자전거친화도시1010을 위한 국내 학술 네트워크를 구축하고, 학계(한국교통학회, 도시설계학회, 국가 및 지자체 자전거 정책연구자들)과 실천가들의 만남의 장을 마련하고자 한다.

· 사회: 정현미 (재)숲과나눔 자전거시민포럼 정책위원장

시간	프로그램	세부내용
14:20~14:30	소개	<ul style="list-style-type: none"> 인사말 및 (재)숲과나눔 자전거시민포럼 소개 박태원 한국도시설계학회 회장, 광운대학교 교수 윤제용 (재)숲과나눔 자전거시민포럼 공동대표, 서울대학교 공과대학 교수
14:30~15:00	발제	<ul style="list-style-type: none"> 도시설계를 통한 자전거친화도시 실현 방향 - 자전거 이용 활성화를 위한 제도적 고찰 송기황 한국도시설계학회 자전거친화도시연구위원장, 수연종합건축사사무소 대표 자전거를 위한 과학기술자들의 역할 백남철 한국건설기술연구원 도로교통연구본부 스마트도시연구클러스터 선임연구위원
15:00~16:00	토론	<ul style="list-style-type: none"> 좌장 윤제용 (재)숲과나눔 자전거시민포럼 공동대표, 서울대학교 공과대학 교수 토론 신희철 한국교통연구원 본부장 오성훈 건축공간연구원 선임연구위원, 한국도시설계학회 보행모빌리티연구위원장 이규진 아주대학교 지속가능도시교통연구센터 교수 김숙희 수원시정연구원 선임연구위원 백주현 고양연구원 도시환경연구실장 이신해 서울연구원 선임연구위원 정여원 서울특별시 보행정책과장

도시설계를 통한 자전거친화도시 실현 방향

자전거 이용 활성화를 위한 제도적 고찰

송기황 한국도시설계학회 자전거친화도시연구위원장,
수연종합건축사사무소 대표

1. 서론

탄소중립 시대를 맞이하여 ‘탄소중립 교통수단’으로서의 자전거 이용의 중요성이 대두되고 있고, 국가적으로는 국가자전거 정책과, 지자체별로 추진 중인 ‘자전거 이용 활성화 계획’ 등 통일성 확보를 통한 효율적인 자전거 이용 활성화 정책수립이 필요한 시점에 있다. 교통수단으로서의 자전거의 위상변화와 국가 자전거 정책의 미래상을 반영하기 위해서는 ‘도시설계’제도의 이해와 활용이 필요하다. 본 발제는 도시설계를 통해 자전거친화도시를 실현할 방안을 해외 및 국내 적용사례 등을 통해 제시하고자 한다.

2. 본론

1) n분도시와 시간도시계획

- (1) n분도시의 개념
- (2) n분도시의 해외사례 및 국내 도시계획 적용
- (3) n분도시와 자전거 이용의 관계

2) 우리나라의 자전거 관련 제도 현황

- (1) 2050 탄소중립
- (2) 자전거 수단분담률
- (3) 개인형 이동장치 및 자전거 등록제
- (4) 자전거 도로 체계

3) 자전거이용 활성화를 위한 해외 제도 사례

(1) 해외 제도 사례

- ① 네덜란드의 Bicycle Masterplan
- ② 독일의 Cycle Friendly City
- ③ 덴마크의 Liveable City
- ④ 콜롬비아의 CICLOVIA
- ⑤ 일본의 쓰치우라시

(2) 국내 제도 변화를 위한 시사점

3. 결론

탄소중립 시대 자전거 이용 활성화를 위한 도시적 전략이 필요하다. 이를 실현하기 위해 도시설계 차원의 대응이 필요한데, 특히 건축법 및 도시계획법과의 연계, 자전거 보관소 및 샤워시설 등 편의시설의 범위 확대, 지구단위계획 등 수립 시 자전거 동선 등의 고려 등 다양한 지침을 수립하도록 하고, 자전거와 공공모빌리티의 연계를 위한 하드웨어·소프트웨어적 접근이 필요할 것이다.

자전거를 위한 과학기술자들의 역할

백남철 한국건설기술연구원

도로교통연구본부 스마트도시연구클러스터 선임연구위원

1. 서론

본 글은 자전거를 위한 과학기술자단체에 초점을 두고 있다. 기존 자전거 단체들의 역할을 비판하는 것이 아니라, 기존 자전거단체 활동의 과학적 근거를 만들어 주는 조직사례를 조사하는데 초점을 두고 있다.

자전거는 그린에너지와 에너지 절약 및 도시민의 건강 개선을 한꺼번에 달성할 수 있다. 자전거는 현대 도시계획에서 단순한 교통수단을 넘어 건강, 환경, 커뮤니티 형성, 에너지 절약 등 다양한 측면에서 중요한 역할을 하고 있으며, 이를 뒷받침하는 도시계획이론과 과학기술의 발전이 함께 이루어져 왔다. 자전거친화도시 관련 이론과 실천 및 과학 기술은 다음과 같이 전개되어 왔다.

- 1) 근린주구 이론: 1924년 페리가 제안한 이 이론은 보행자 중심의 생활권 개념을 도입. 최근에는 이를 발전시켜 자전거와 보행 위주의 소로체계를 강조
- 2) 기존도시의 15분 도시 구현: 일상생활에 필요한 모든 시설을 도보나 자전거로 15분 내에 접근할 수 있도록 하는 개념으로, 자전거의 역할이 더욱 확고해짐. 한국에서는 1010으로 발전
- 3) 이상도시 구현: 첨단기업 캠퍼스도시를 자전거 중심도시로 구현. 애플, 페이스북, 테슬라 등 실리콘 밸리의 기업들은 캠퍼스 내 자전거 도로, 공유 시스템, 주차 시설 등을 갖추고 직원들의 자전거 이용을 적극 장려
- 4) 과학기술의 자전거친화도시 발전에 기여. 더 효율적이고 안전한 자전거 설계, 스마트 자전거 시스템 개발, 자전거 친화적 도시 인프라 구축 등을 통해 지속가능한 도시 발전에 기여

2. 본론

위와 같은 자전거 과학기술을 보다 체계적으로 공급하기 위한 활동이 시작되었다. Scientists for Cycling는 유럽자전거연맹(ECF)의 지원을 받아 2010년 Velo-city Global Conference에서 출범하였으며 다음과 같은 활동을 하고 있다.

- 1) 학술 연구 및 데이터 제공: 최신 데이터를 수집하고, 이를 정책 개발에 활용할 수 있도록 공유. 예를 들어, 자전거 이용이 환경에 미치는 영향, 도시 내 교통 혼잡 완화, 건강 증진 효과 등을 과학적으로 분석하여 다양한 연구 결과를 발표
- 2) 전문가 네트워크 구축: 각국 정부가 과학적 근거를 바탕으로 자전거 인프라와 정책을 효과적으로 구현할 수 있도록 지원
- 3) 국제 학술 대회 및 워크숍 개최: 전 세계의 자전거 관련 연구자들이 발표와 토론을 통해 지식을 교류할 수 있도록 지원. 새로운 정책 아이디어 제시

위의 Scientists for Cycling 활동이 효과를 나타내고 있다. Scientists for Cycling는 최근에는 다음과

같은 성과를 도출하였다.

- 1) EU 사회기후기금(EU Social Climate Fund) 설립. EU 배출권거래제(ETS) 수익을 활용하여 2026년부터 870억 유로(한화 130조원) 규모의 기금조성. 자전거 구매 보조금, 자전거 인프라 프로젝트, 자전거 공유 제도 등에 사용될 예정. EU 사회기금을 기반으로 도시 이동성 전문가 그룹(Expert Group on Urban Mobility, EGUM)은 자동차 의존도 감소, 교통 탈탄소화, 도시 공간의 효율적 재분배를 목표로 보행, 자전거의 도로 안전 개선을 위한 다양한 정책과 사례연구
- 2) 자전거 루트 네트워크 지정 가이드 채택. 2023년 9월 27일, 유엔 유럽경제위원회(UNECE)는 자전거 루트 네트워크 지정 가이드를 채택. 이는 자전거 인프라와 루트 네트워크의 국제적 인정에 있어 중요한 이정표가 되었음
- 3) 에너지 성능 건물 지침(Energy Performance of Buildings Directive) 채택. 2024년 4월, 유럽연합은 일정 규모 이상의 건물에 최소 자전거 주차 기준을 의무화하는 지침을 채택
- 4) 유럽 자전거 선언(European Declaration on Cycling): 자전거를 유럽 내 주요 교통 수단으로 지정하고, 자전거 인프라와 관련 산업을 강화해 탄소중립에 기여하려는 EU의 전략적 비전. 이를 통해 도시 내 자전거 전용도로, 공공 교통 허브와의 연계 강화, 자전거 주차 및 충전소 설치, 도시 간 자전거 고속도로 구축 등이 포함(출처: EU Urban Mobility Observatory, 2022)
- 5) 유럽연합(EU)의 탄소중립 목표에 맞춰 자전거 이용 촉진 정책 발표. EU의 탄소중립 목표 달성, 자전거 이용 활성화를 위해 연간 인프라 예산의 최소 10%를 자전거 교통 인프라에 할당하도록 촉구. 또한, 자전거 사용량을 모니터링할 수 있는 디지털 인프라 및 탄소 크레딧 시스템을 개발하는 방안. 자전거 이용에 따른 탄소 저감 효과를 정량화하고, 필요한 투자 대비 효과를 분석하는 데 활용(출처: EU승인 신규 자전거인프라 구축에 대한 자발적 탄소크레딧 지침서, 2023)
- 6) EU 위원회 정책 자금 제공 촉구: EU의 탄소중립과 친환경 교통 전환을 위한 다층적 접근, 자전거 관련 연구와 정책 협력을 통해 지역 및 국가 간 연결성을 강화할 수 있는 자금을 제공하도록 로비

1개 국가내에서도 자전거를 위한 과학자들의 네트워킹이 이루어지고 있다. 영국의 Cycling and Society 그룹은 과학자들이 주축이 되어 자전거와 사회적 영향을 연구하며, 학술 모임을 통해 정책 제안 및 커뮤니티 기반 활동을 전개. 연구와 실용정책을 접목하고 있다.

- 1) 저탄소 교통 전환 및 탄소 배출 감소 정책 개발: Cycling and Society는 단거리 교통에서 자동차 의존도를 줄임으로써 탄소 배출을 감소시키는 정책을 추진. 이를 위해 자전거 전용도로, 공공 교통과 자전거의 연계성 강화. 영국 정부의 Cycling and Walking Investment Strategy와 연계. (출처: GOV.UK)
- 2) 안전성 및 접근성 향상 정책 개발: 자전거가 안전한 교차로, 저교통 지구(Low Traffic Neighbourhoods) 정책. 자전거와 보행자를 우선시하는 환경을 조성(출처: WestminsterResearch)
- 3) 자전거 이용률 조사. 자전거 정책이 이루어진 지역, 자전거전용도로가 건설된 도로 지점에서 자전거 이용률 조사. 성과평가의 빠른 피드백. 주민 설득. 상인 설득
- 4) 공공인식 개선: 자전거 이용의 사회적, 환경적 이점에 대한 연구. 자전거 이용의 건강 효과와 경제적 이점을 강조하여 지속적인 투자와 정책적 지지를 얻는 것이 목표(출처: Cycling UK)

3. 결론

유럽에서 '자전거를 위한 과학자'들의 네트워킹은 오늘날 유럽의 자전거 친화도시에 중요한 역할을

하고 있다. 아시아지역에서도 같은 활동이 아쉽다. 아시아지역은 유럽과 다른 배경을 가지고 있으며, 경제적, 사회적 배경이 차이점이 있다. 아시아지역에 적합한 자전거 친화적 정책을 모색해야 할 시점이다. 한국, 일본, 중국, 몽골, 베트남, 인니 등 아시아지역에서도 유럽의 ‘Scientists for Cycling’과 같은 기능의 과학자 단체 결성이 필요한 시점이 되었다.

과학기술자 아인슈타인은 후대에 자전거 관련 명언을 남겼다. “인생은 자전거 타기와 같다. 균형을 잡으려면 계속 움직여야 한다”. 자전거이용활성화 운동도 마찬가지다. 최근, 한국에서도 ‘1010’을 중심으로 과학기술자들의 움직임이 시작되었다. 한국의 과학기술자들의 ‘자전거정책개발’을 위한 움직임이 계속되기를 희망한다. “아시아지역에서 더 나은 자전거 타기”가 이루어지길 소망해 본다.

기획세션 5.

삶을 위한 도시 포럼

삶을 위한 도시, 더 나은 상상

- 삶을 위한 도시 포럼 및 프로그램 소개

삶을 위한 도시, 더 나은 상상

1. 소개

<삶을 위한 도시> 포럼은 도시를 단순히 건물과 도로의 집합체가 아닌 ‘삶을 위한 공간’으로 보고, 더 이상 개발과 성장이 아니라 ‘성숙’으로 도시계획의 방향을 전환할 것을 제안하는 포럼이다. 그동안 숲과 나눔에는 우리가 살고 있는 도시를 더 건강하고, 안전하며, 지속가능한 곳으로 만들어가길 바라는 시민, 연구자, 활동가가 모였다. <삶을 위한 도시>는 이러한 숲과나눔 네트워크 안팎에서 문제를 포착하고 대안을 실천하는 사람들을 연결해 필요한 질문과 대화를 나누고, 생각을 교류하는 자리이다. 지난 5월부터 총 다섯 번의 포럼을 열었고, ‘충분히 자연을 향유하고 기여할 수 있는 도시’, ‘안전하고 편하게 이동할 수 있는 도시’, ‘책임있는 소비와 폐기가 이루어지는 도시’, ‘다양하고 지속가능한 주거가 보장되는 도시’, ‘지역사회와 연결되고 교류할 수 있는 도시’에 대해 이야기 나누었다.

2. 프로그램

<삶을 위한 도시> 포럼 1차 년도 목표는 새로운 도시의 비전을 상상하는 것이었다. 이번 세션은 올해 열린 다섯 번의 포럼에서 나온 대화와 질문을 바탕으로 우리가 제안하고 싶은 도시 비전을 공유하고, 2차 년도 세부 정책과제 모색에 앞서 다양한 관점의 의견을 수렴하는 시간이다. 유럽연합에서는 중요한 정책적 결정을 앞두고, 사회 전체 구성원의 의견을 수렴하기 위한 방법으로 녹색(=green paper)을 발간한다. 독일의 경우, 디지털 시대의 제조업 혁신 전략인 ‘산업 4.0’을 수립하기에 앞서, ‘디지털 시대 좋은 노동의 의미와 조건’에 대해 논의하는 ‘노동 4.0’ 녹색을 발간해 숙의의 과정을 거쳤다고 한다. <삶을 위한 도시> 포럼은 이러한 사례를 나침반 삼아, 오늘날 좋은 삶이 가능한, ‘삶을 위한 도시’의 조건을 녹색에 담으려고 한다. 이번 세션에서는 녹색 초안을 공유하고, 조금 더 다루어야 할 부분이나 앞으로 나아갈 방향에 대한 다양한 관점의 제언을 나누기 위한 자리다.

시간	프로그램	세부내용
16:20~16:25	인사말	• 포럼 소개 및 일정 안내
16:25~16:45	발제	• ‘살을 위한 도시’를 향한 질문과 대화 이윤주 숲과나눔 풀씨행동연구소 캠페이너
16:45~18:00	토론	• 도시 담론 측면에서 본 ‘살을 위한 도시’를 위한 제언 소준철 사회학자
		• 정책과 정치의 관점에서 본 ‘살을 위한 도시’를 위한 제언 장혜영 전 국회의원
		• 도시계획 관점에서 본 ‘살을 위한 도시’를 위한 제언 서선영 소소도시 대표, 풀씨11기
		• 생태계획 관점에서 본 ‘살을 위한 도시’를 위한 제언 최진우 가로수를 아끼는 사람들 대표, 풀꽃 4기
		• 시민 권리 관점에서 본 ‘살을 위한 도시’를 위한 제언 밍키 수리상점 곰손 공동지기, 풀꽃 6기
		• 종합토론 및 마무리

기획세션 6.

환경교육

숲과나눔의 환경교육, 성과와 과제

- 숲과나눔 환경교육 및 프로그램 소개

숲과나눔의 환경교육, 성과와 과제

1. 소개

환경 문제에 대한 사회적 인식이 높아짐에 따라 다양한 환경교육이 이루어지고 있다. 숲과나눔은 환경 분야 사회문제 해결을 위해 미세먼지 사회과학교육, 안성천 ECOSEE 생태교육, 종이팩 자원순환교육 등 총 세 가지 환경교육 프로그램을 직접 개발하여 운영하고 있다.

미세먼지 사회과학교육은 과학적 사실에 근거하여 미세먼지에 대한 오해를 바로잡고 올바른 정보를 전달하는 교육 프로그램으로 2019년 개발을 완료하여, 2020년부터 전국 대상으로 운영하고 있다. 2024년 상반기까지 총 618건의 교육을 진행하였으며 13,466명이 교육에 참여하였다.

안성천 ECOSEE 생태교육은 용인 반도체 산업단지 조성에 따라 환경영향을 받는 안성천 일대의 하천 생태계를 관찰하는 탐사 활동 프로그램으로, 2023년 개발을 완료하여 용인 지역 학교 중심으로 운영하고 있다. 2024년 상반기까지 총 20건의 교육을 진행하였으며 471명이 교육에 참여하였다.

종이팩 자원순환교육은 종이팩 자원순환에 대한 인식을 개선하고 분리배출 실천을 독려하기 위한 교육 프로그램으로 2024년 개발을 완료하여 전국 대상으로 운영하고 있다. 2024년 상반기까지 총 117건의 교육을 진행하였으며 2,591명이 교육에 참여하였다.

5년 차를 맞이한 숲과나눔의 환경교육이 여러 목적과 가치 중 학습자 주변의 문제를 해결하는 데 얼마나, 어떻게 기여를 하고 있는지 되돌아보아야 하는 시점이다.

2. 프로그램

현재 숲과나눔에서 운영하고 있는 환경교육 프로그램별 기획 의도와 운영 내용, 운영 실적 등을 바탕으로 환경 교육이 갖추어야 할 균형성, 통합성, 계속성, 일상성 등을 살펴보고, 이를 통해 환경교육에 있어서 숲과나눔의 역할과 방향성을 제시하고자 한다.

· 사회: 박혜영 미세먼지 사회과학교육&종이팩 자원순환교육 강사, 중랑천환경교육센터 교육팀장

시간	프로그램	세부내용
16:20~16:25	소개	• 세션 소개 및 일정 안내
16:25~16:55	발제	• 미세먼지 사회과학교육 프로그램의 성과 박 진 미세먼지 사회과학교육 강사
		• 안성천 ECOSEE의 성과 정보영 안성천 ECOSEE 강사
		• 종이팩 자원순환교육의 성과 신민정 종이팩 자원순환교육 강사
16:55~17:50	토론	• 진행 김 은 종이팩 자원순환교육 강사 장영하 안성천 ECOSEE 강사
17:50~18:00	마무리	• 토론 결과발표 및 마무리

기획세션 7.

풀씨 11기 결과공유회 풀씨잔치

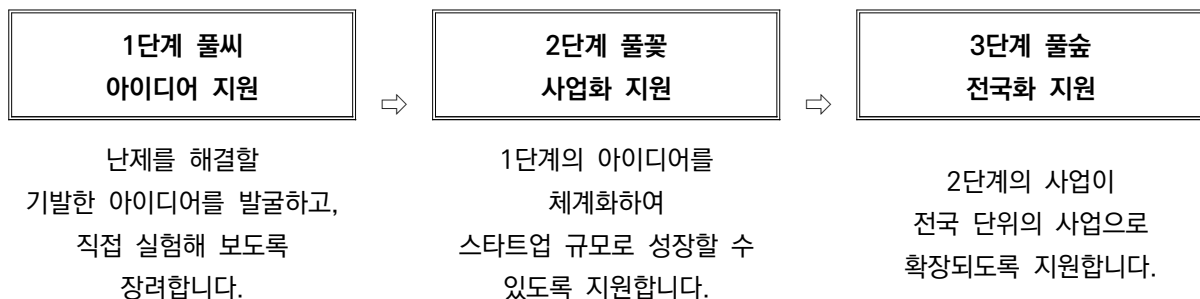
What a tiny leader, 풀씨! 작은 도전, 큰 변화

- 풀씨 및 프로그램 소개, 풀씨 11기 명단

What a tiny leader, 풀씨! 작은 도전, 큰 변화

1. 소개

숲과나눔은 환경·안전·보건 분야 문제 해결을 위한 창의적인 아이디어와 팀을 발굴하고 시민사회의 역량을 키우고자 <시민아이디어 지원사업>을 3단계로 구성하여 지원하고 있다. 그중 누구나 참여할 수 있는 첫 단계 소규모 지원사업 <풀씨>는 다양한 주체의 아이디어들이 사회에 진입하도록 그 시작을 돕고 있다. 지난 6년간 풀씨 1기부터 11기까지 477팀(1,912명)을 지원했으며, 문제 해결에 집중할 수 있도록 행정절차를 최소화하고 서로에게 배움과 지지기반의 기회가 될 수 있도록 네트워킹을 장려하고 있다.



○ 활동팀 및 인원: 총 477개 팀/1,912명

구분	1기	2기	3기	4기	5기	6기	7기	8기	9기	10기	11기	합계
활동팀(개)	44	49	45	33	42	45	34	50	29	58	48	477
인원(명)	216	203	217	136	198	165	113	206	96	212	150	1,912

○ 지원 금액: 총 1,292,618,204원

1기	2기	3기	4기	5기	6기
109,061,378	135,653,144	117,355,253	91,071,847	102,361,638	125,719,382
7기	8기	9기	10기	11기	합계
93,543,009	138,488,018	80,811,265	156,345,870	142,207,400	1,292,618,204

○ 활동 연령대(팀)

구분	10대	20대	30대	40대	50대	60대 이상	합계
1~11기 누적	11	126	172	118	42	7	477

○ 개인/단체(1~11기 누적 팀)

구분	합계
개인·모임	307
등록된 단체	170

○ 활동 분야(팀)

구분	생태	공동체	쓰레기 줄이기	기후변화	환경교육	안전·보건	합계
1~11기 누적	101	36	152	53	90	45	477

○ 지역별 활동팀

서울	경기	인천	부산	대전	대구	울산	광주
193	59	21	21	10	13	5	7

강원도	경상도	전라도	충청도	제주도	전국	합계
15	24	23	19	13	54	477

2. 프로그램

이번 ‘풀씨잔치’ 기획세션은 결과공유회의 일환으로 풀씨 11기 48팀이 지난 6개월간 시민들이 어떤 도전들로 사회의 작지만 큰 변화들을 이끌었는지 살펴본다. 1부에서는 풀씨들이 생각하는 성과를 나눈다. 또, 풀씨들의 다채로운 연대와 네트워킹 사례를 소개한다. 2부에서는 톡톡 튀는 11기의 아이디어를 직접 체험해 보고, 활동을 마친 풀씨들이 지속가능성과 확장성이라는 두 축을 놓고 문제 해결에 어떻게 더욱 가까워질 수 있을지 논의해 본다.

· 사회: 김혜승 숲과나눔 PM

시간	프로그램	세부내용
13:10~13:15	소개	• 프로그램 및 일정 안내
13:15~14:00	성과공유	• What a tiny leader, 풀씨! - 풀씨 11기 활동성과 공유
14:00~14:15	휴식 시간	
14:15~15:15	워크숍	• 지속가능성 × 확장성 워크숍 - 활동 이후 계속해서 더 멀리 나아가려면?
15:15~16:00	체험	• 풀씨 활동 체험 속으로!

3. 풀씨 11기 명단

No.	팀명	활동명	지역
1	VALID	2024 국내외 주요 선거계기수집-분석 및 공동액션 제안	서울
2	가치국국	느린학습자를 위한 쉬운 환경교육 프로그램	서울
3	공존연구소	우리 동네 숲과 바다를 동물원, 아쿠아리움의 대안공간으로 만들기	부산
4	공존을 꿈꾸는 사람들	동물권과 기후 정의, 우리에게 필요한 새로운 식탁에 대해 이야기하는 지역 주민들의 모임	대구
5	관악ANT사이클로피디아	관악산 개미의 행동 백과사전	서울
6	광주 동물권 단체 성난비건	제비부동산	광주
7	광주비건탐식단	비건(옵션) 메뉴 개발 지원 프로젝트	광주
8	그린하트 신이팀	그린하트액션 “너의 사랑을 보여줘!”	전국
9	그저 모이기	나도 시민과학자!? 망월지 두꺼비 모니터링	대구
10	넓적한물살이	살아있는 바다로 마주하는제작 프로젝트	전국
11	더웍	폭염기간 건설현장 노동자의 안전을 위한 폭염 대책 마련 촉구하기	서울
12	더커먼	MANKIND IS KIND: 우리는 조금 더 다정할 수 있어요	대구
13	도시에 이긴 있나	도시에 이긴 있나?: 도심 속 이끼 지도 만들기 프로젝트	경기도
14	동네숲탐조클럽	‘새’로 연결되는 동네 숲	서울
15	디아엔코	모두를 위한 건강 공간, B.F.ZONE(Barrier-free zone) 지도 만들기	전국
16	뚜벅기부와 함께 안운무복	딩동~ 안전운전이 배달왔습니다!	서울
17	물고기를 자유롭게	하천의 횡적구조물 철거를 위한 조사 및 토론회	경기도
18	몽몽만남	광주에서 교환 파티 열고 확장시키기	광주
19	부산에너지정의행동	핵발전소 노동자 기록팀	전국
20	부암동 토종 능금나무 살리기	부암동 토종 능금나무 살리기	서울
21	비니루없는점빵	생활.영농쓰레기 분리배출장 실태조사	전라도
22	생태전환중랑	망우역사문화공원 위인들과 함께하는 역사와 생태 이야기	서울
23	세모	제철×내철: 제철공부하다 내가 철들어요	인천
24	소소도시	Bottom-up 보행도시 만들기 “파클렛(Parklet)” 활성화를 위한 가이드 콘텐츠 제작	서울
25	슬개생 (슬기로운 개발도상국 생활)	개발도상국에서 활동하는 활동가들을 위한 지역 의료정보 디지털 아카이빙	전국
26	어글리 브루어리	못난이 농산물을 업사이클링한 맥주 개발 과정 제로웨이스트화	전국
27	오늘, 잇다	지구방법대: 주차장 침공	강원도
28	우동돌이 (우리동네돌봄이웃)	돌봄어르신 주거 안전 살핌을 통한 문제해결 방안 찾아가기	서울
29	우이동, 소리로 물들다	북한산 우이동 소리와 우이동 사람들의 이야기를 채집하는 프로젝트	서울
30	월간 문헌정보	재난 속에서 도서관은 어떤 역할을 할 수 있을까?	전국

31	웨어마이폴	친환경 녹색선거를 향한 첫 번째 단계, 선거용품백서 제작	서울
32	유씨, 박씨, 목화씨	의류 문제 해결을 위한 목화-생태교육프로그램	경기도
33	자연돌봄	기후위기 돌봄 이웃(시니어)들이 마을의 환경을 다시 돌보는 자연돌봄 프로젝트	강원도
34	장마 나라의 우산수리공	업사이클링 우산 브랜드 개발과 우산수리 기술자 양성을 통한 수리권 운동	서울
35	재작소	고쳐 쓰는 문화 일상화를 위한 '생활수리 기술안내서' 제작	대전
36	전환마을 죽곡을 위한 현장연구	재생가능에너지와 생태보전 의제의 조율을 위한 현장 연구	전라도
37	제주 기후 예산 시민 조사단	제주특별자치도의 예산을 기후위기 대응의 관점에서 분석·평가	제주도
38	제주자연의벗	모래지치 탐사대: 어린이 해안사구 복원 프로젝트	제주도
39	종중	파종에서 채종까지: 홍동-장곡 지역 청년들의 씨앗 받는 농부 되기	충청도
40	지역화폐협동조합	지구를 살리는 기후화폐 '그루'	대전
41	청설모클럽	도시공원자연 사용법	서울
42	초한들	폐기물 없이, 도시의 빈 땅을 한반도 들꽃 씨앗으로 푸르게!	서울
43	캠퍼스:구조단	활동명 [캠퍼스:구조단] 자연과 공존하는 캠퍼스 만들기	서울
44	팀예쓰	쓰레기 없는 힐링 제로스테이 '0캠핑'	대구
45	팔현습지를 지키는 예술행동	대구 '팔현습지'의 이야기를 담은 <월간 팔현>	대구
46	프로젝트 구구	도시 비둘기에 대한 책 제작 및 감상 나누기	전국
47	해밀초아버지회	아빠랑 숲으로 가자!(해밀야간생태탐험대)	충청도
48	햇별은쟁쟁	성북구민이 직접 제안하는 탄소중립 기본계획	서울

기획세션 8.

포럼 생명자유공동체

전환의 키워드: 비인간과 커먼즈

1부 공개포럼: 인간 너머의 공존과 전환

2부 북토크: 커먼즈 다시 그리기

- 포럼 생명자유공동체 및 프로그램 소개
- 인간/비인간 담론으로 보는 생태전환
구도완 환경사회연구소 소장
- 야생동물과 인간이 공존 서식하는 도시-생태계의 재구성
장우주 삼성꿈장학재단 팀장
- 푸바오의 생명정치
정영신 가톨릭대학교 사회학과 조교수

전환의 키워드: 비인간과 커먼즈

1. 소개

포럼 생명자유공동체는 ‘모든 생명이 자유로운 공동체’를 위한 대안 담론을 모색하기 위해 (재)숲과나눔이 형성한 연구 공동체이다. 2019년부터 기후 위기, 녹색전환, 탈성장, 커먼즈, 비인간, 에코페미니즘 등을 주제로 정기적인 포럼을 개최하면서 대안 담론의 새로운 장을 만들어가고 있으며, 이를 총서 형식으로 발간하고 있다. 첫 번째 총서 『새로운 시대의 질문』을 시작으로 매년 『전환의 질문, 질문의 전환』, 『전환의 정치, 열 개의 시선』, 『기후위기, 전환의 길목에서』라는 제목의 책 네 권이 발간되었고, 올해 다섯 번째 총서인 『커먼즈 다시 그리기』가 발간되었다.

2. 프로그램

포럼 생명자유공동체는 매년 다른 주제로 공개포럼을 개최하고 있으며, 2024년에는 비인간을 주제로 하고 있다. 1부 공개포럼은 2024년에 진행되는 포럼 생명자유공동체의 네 번째 대화 마당으로 인간 너머의 공존과 전환을 논의한다. 장우주 박사는 인간의 공간으로 여겨온 도시에서 살아가는 야생동물에 주목한다. 전환을 연구해 온 구도완 박사는 인간뿐 아니라 비인간의 관점에서 생태 전환을 어떻게 볼 것인가라는 질문을 던진다. 정영신 교수는 지난해 우리를 들뜨게 했던 푸바오를 통해 동물정치를 살펴본다. 우리는 어떻게 비인간 존재와 함께 공존을 꿈꾸고 전환을 논의할 수 있을 것인가. 애정과 착취, 돌봄과 위해의 이분법을 넘어 다종의 결합체가 그려내는 공존의 방식을 탐색하고자 한다.

또한 포럼 생명자유공동체는 공동 연구를 통해 매년 생명자유공동체 총서를 펴내고 있다. 올해의 주제는 최근 학계와 시민사회에서 주목하고 있는 커먼즈의 이론과 현장이다. ‘커먼즈 다시 그리기’라는 제목에서 알 수 있듯이, 이번 총서는 기존의 커먼즈 논의를 다시 들여다봄으로써 커먼즈론이 한국 사회 전환의 실마리가 될 수 있을지, 논쟁적이며 흥미로운 논의를 전개하고 있다. 2부 북토크는 여러 분야의 시민, 활동가, 학생들을 초청하여 책의 의미와 논쟁거리에 대해 이야기를 나누는 시간으로 진행할 예정이다.

1부 공개포럼: 인간 너머의 공존과 전환

· 사회: 박순열 이너시티 도시-사회연구소 소장

시간	프로그램	세부내용
13:10~14:40	발제	• 인간/비인간 담론으로 보는 생태전환 구도완 환경사회연구소 소장
		• 야생동물과 인간이 공존 서식하는 도시-생태계의 재구성 장우주 삼성꿈장학재단 팀장
		• 푸바오의 생명정치 정영신 가톨릭대학교 사회학과 조교수
14:40~15:15	토론	• 종합토론 및 질의응답

2부 북토크: 커먼즈 다시 그리기

· 사회: 최명애 연세대학교 인류학과 교수

시간	프로그램	세부내용
15:30~16:00	소개	• 총서5 「커먼즈 다시 그리기」 소개 정영신 가톨릭대학교 사회학과 조교수
16:00~17:10	토론	• 풀씨연구회 4기 '커먼센스 인 커먼즈' 이태영 제주대학교 사회학과 박사과정, 숲과나눔 특정주제연구자 최희진 서울대학교 환경계획학과 박사과정 현우식 제주대학교 사회학과 박사과정

인간/비인간 담론으로 보는 생태전환

구도완 환경사회연구소 소장

1. 인간이 문제다?

생태위기, 기후위기 시대에 인간이라는 종이 지구의 기후 시스템을 위협하고 지질시대를 바꾸고 있으므로 인간이 없으면 지구의 생명들은 더 번성할 것이라고 말하는 이들이 있다. 인간 또는 인류는 자신과 지구 생명들을 절멸시킬 종일까? 아니면 놀라운 과학기술로 지구를 잘 관리할 수 있는 탁월한 종일까? 그런데 70억이 넘는 인간들을 하나의 생물학적 종이라는 특성으로 환원하는 것은 적절할까? ‘인간이 문제’라는 말은 자연, 사회, 문화, 국가 등에 대한 진화된 지식과 지혜를 몽푹하게 만드는 것은 아닐까? 기후위기에 대응하기 위해서는 인간/비인간을 어떻게 보아야 할까? 이런 의문들에 대한 해답을 찾기 위해 이 글은 인간/비인간이라는 개념을 중심으로 현대의 생태위기에 대한 원인, 그 해결 방법에 대한 담론들을 분석한다. 먼저 한국의 환경, 생명, 동물운동 등 생태전환운동에서 인간/비인간 담론이 어떻게 소통되었는지 살펴본다. 다음으로 인류세 담론을 분석하고, 마지막으로 생태전환의 방향에 대해 논의해 본다.

2. 생태전환운동에서 인간/비인간

환경문제 또는 생태위기로 인한 인간/비인간의 피해, 그 원인으로서의 인간, 해결 주체로서의 인간 등에 대한 담론은 한국의 생태전환운동에서 오랫동안 소통되었다. 1980년대 반공해운동에서 주된 관심은 공해로 피해를 입은 피해자, 민중들에 모아졌다. 공해를 일으킨 가해자는 자본, 독재정부 등이고, 피해자는 생물학적, 사회적 약자들이라는 담론이 소통되었다. 반공해운동의 주된 행위자는 급진적인 청년, 공해를 인식한 주부, 시민, 그리고 공해 피해의 당사자 민중들이었다.

1980년대 중반 이후 나타난 생명운동은 인간을 포함한 모든 생명을 살린다는 담론을 확산시켰다. 한살림선언에서는 생명을 전일(全一)적인 것으로 보면서 기계/산업 문명을 넘어서서 생명을 살리는 인간의 각성과 운동이 중요하다고 강조한다. 생태위기의 원인은 인간이라기보다는 기계, 산업문명이고 그 피해자는 모든 생명들이고, 이를 해결하기 위해서는 인간들이 각성하여 문명을 전환하는 것이 필요하다는 담론이 생성되었다.

1990년대 시민환경운동이 새롭게 발전하면서 가해/피해의 담론은 약화되고 ‘우리 모두가 가해자이자 피해자이다.’ ‘우주선 지구호’와 같은 담론이 확산되었다. 여기서 ‘우리 모두’는 생산자이자 소비자인 인간이라고 볼 수 있다. 우주선 지구호와 같은 담론은 행성의 한계에 대한 은유로서 지구에 대한 인간의 책임을 강조하는 담론으로 소통되었다. 모든 인간은 가해자이자 피해자이므로 함께 살기 위해서는 지구에 대한 책임을 저야한다는 담론이 생태전환운동의 주류가 되었다. 이는 ‘한계와 생존’ 담론과 유사하다(Dryzek, 2013). 이와 함께 지속가능한 발전, 생태적 현대화 담론 등이 시민환경운동의 주류가 되었다.

1990년대 후반부터 2000년대 중반 사이에는 동강댐, 새만금사업, 천성산터널 등 정부 주도 대형개발사업에 대한 반대운동이 거세게 일어났다. 이 운동에서 동강의 비오리, 어라연, 새만금의 갯벌, 천성산의 도롱뇽과 같은 비인간 생명 또는 자연은 매우 중요한 상징으로 사람들의 마음을 움직였다. 비인간존재가 사람들에게 의해 중요한 행위자로 구성되어 사람들의 연대를 이끄는 힘을 발휘했다. 국가, 자본, 또는 인간중심적인 개발세력들이 가해자로 구성되고 말 못하는 생명과 사물들이 피해자로 구성되었다. 동강

댐 사례에서 이러한 저항 담론은 공론장에서 공중들의 지지를 얻는 데 성공했다. 그러나 새만금사업과 천성산 터널 사례에서는 한편으로는 생명 담론의 지지자들을 동원했지만 다른 한편으로 인간/개발/국가/자본 등의 담론의 연결망을 강화시켰다. 여기에서 비인간생명 또는 자연은 순수하고 보호받아야 할 내재적인 가치를 가진 존재로 구성되었다.

2000년대 이후 동물운동은 비인간 담론을 확산시키는 데 중요한 역할을 했다. 동물운동 단체들은 동물권을 주창하며 위기에 처한 동물을 구조하고, 이들의 복지를 위해 직접 행동을 하고, 제도 개선을 위해 노력했다. 이 가운데에는 종차별주의(specism)에 반대하고, 채식을 주창하며 급진적인 담론을 생산하고 과격한 시위를 조직하는 단체들도 있다. 서울시, 동물운동단체 등이 협력하여 제돌이를 바다로 돌려보낸 사례는 동물운동의 중요한 성공 사례이다. 동물운동은 개별 동물의 고통에 민감하게 반응하며 동물의 관점에 서서 신호를 커뮤니케이션한다는 점에서 인간중심주의 담론을 뛰어넘는다. 해상풍력 발전에 대한 핫핑크돌핀스의 반대운동은 인간/비인간 관점에서 기후위기, 에너지전환을 둘러싼 또 다른 적대가 형성되는 것을 보여주는 사례이다.

2020년을 전후하여 확산하고 있는 기후운동은 인간/비인간 담론의 분화와 연대(solidarity), 류대(fluidity)를 보여준다(김지혜, 2023). 기후위기 담론은 지구라는 행성의 기후체계가 파국에 이르고 ‘이것이 모든 것을 바꾼다’는 담론을 확산시키고 있다. 생태전환운동의 역사상 보기 힘들게, 노동, 농민, 시민, 협동조합, 동물운동 등 다양한 단체와 개인들이 여러 해에 걸쳐 기후정의 행진에 참여했다. 이 담론에서 주된 행위자는 모두라는 추상적인 주체가 아니라 ‘최일선 당사자’라는 이름으로 호명된다. 여기에 동물 또는 동물단체들도 주된 행위자로 초대되고 이들을 위한 활동도 기후정의운동과 접속된다(구도완, 2023). 자본주의 체제를 전환하는 일과 종차별주의를 넘어서는 일이 함께 류대를 이룬다. 기후위기라는 거대한 위기 앞에서 노동자, 농민, 소비자, 시민들은 류대를 이루고 행사가 끝나면 집으로 돌아갔다가 또다시 모인다. 다른 담론으로.

3. 기후위기, 인류세 시대의 생태전환

기후위기와 인류세 담론은 인간, 비인간, 자연, 지구, 근대 등을 뿌리부터 새롭게 성찰하게 만들고 있다. 동물권 운동과 담론은 인간중심주의에 균열을 내고 있다. 인간중심주의(anthropocentrism) 즉 ‘인간이 다른 생물이나 물질에 비해 우월하고, 인간만이 내재적 가치를 갖는다’는 담론은 도전을 받고 있다.

인류세에 대한 담론은 크게 세 흐름으로 나눌 수 있다(최명애, 박범순, 2019). 첫째는 인류가 지질시대를 바꿀만큼 강력한 영향력이 있으므로 지구공학 등 과학기술을 이용하여 지구를 거주가능한 곳으로 만들 수 있고 그렇게 해야 한다는 과학기술 낙관론이다. 둘째는 현대의 생태위기의 원인은 인류가 아니라 자본주의, 국가주의 같은 경제, 정치체계의 문제이므로 이 체제를 근본적으로 전환하는 것이 필요하다는 체제전환 담론이다. 셋째는 기후위기와 인류세의 원인은 인간/비인간, 자연/사회의 이분법에 바탕을 둔 근대문명이므로 이를 근본적으로 바꾸는 것이 필요하다는 문명전환 담론이다.

과학기술낙관론은 자본, 국가, 인간, 산업 중심의 현대 지배구조를 온존하면서 종간의 불평등과 인간 불평등을 온존시키면서 위기를 가속할 가능성이 높다. 체제전환 담론은 인간중심주의와 근대 문명의 문제를 과소평가하고 자본주의 경제 또는 정치체제로 문제를 환원하기 때문에 복잡하게 분화된 현대의 다중적 위기에 대응하기에는 일면적인 담론이다. 문명전환 담론은 전환의 대상, 방법 등이 모호하여 그에 바탕을 두고 실천적인 전환 전략을 논의하기 어렵다.

인간 또는 인류가 문제라는 담론을 넘어서서 위기에 대응하며 모든 생명이 자유로운 공동체를 지구에서 만들고 확산시킬 수 있을까? 과학기술과 인간의 혼종성을 성찰하면서 자본, 국가, 산업, 인간, 군사(폭력) 중심의 체제 또는 문명을 전환하는 것은 가능할까?

이것은 매우 어렵지만 탐구하고 실천해야 할 일이다. 나는 다중적인 생태전환이 필요하다고 보는데, 그 생태전환은 인류가 근대적인 생산, 사유 방식으로 구축한 현재의 지구를 생태발전, 생태민주, 생태평화의 세 기둥으로 고쳐나가는 장기적인 과정이다. 생태발전은 지구라는 제한된 공간에서 인간 특히 취약한 사람들이 비인간존재와 함께 번영을 누리는 발전전략이다. 이를 위해서는 탈자본, 탈성장의 경제, 정치체제로의 전환 담론과 전략을 논의하고 실천하는 것이 중요하다. 다시 말하면 지구 관점에서 경제, 정치체제의 작동방식이 바뀔 수 있도록 사회를 변화시키는 것이 필요하다. 둘째로 인간중심의 정치, 법체계를 인간/비인간이 공평하게 존중되는 생태민주정으로 전환하는 것이 필요하다(구도완, 2018, 강금실 외, 2020). 셋째, 인간, 국가 중심의 평화를 종차별 없는 영구평화, 생태평화로 전환하는 것이 필요하다. 기후위기와 인류세 담론은 인간, 자본, 국가 중심의 평화체제로는 인간은 물론 인간 이외의 생물종들의 존속이 위태롭다는 위험소통을 확산시키고 있다. 문화, 종교, 국가간 정치 등은 생태평화로 재구성되어야 한다.

과학기술낙관론은 위험하다. 국가와 자본의 영향에 취약한 과학기술 조직에 나의 삶을 맡기는 것은 너무 불안하다. 체제전환론은 필요하지만 더 많은 토론이 필요하다. 체제전환의 이름으로 ‘생존을 위한 권위주의’를 정당화하는 담론이 확산할 우려가 있다. 문명전환 담론은 필요하지만 불충분하다. 이런 상황에서 다양한 사회체계들의 작동 방식을 바꿀 수 있도록 다중적인 생태전환 담론을 연구하고 실천하는 일이 필요해 보인다.

참고문헌

- 강금실 외, 『지구를 위한 법학』, 서울대학교출판문화원, 2020.
- 구도완, 『생태민주주의』, 한티재, 2018.
- ———, 한국 기후운동은 어떤 담론으로 어떤 전환전략을 실천하는가?, 홍덕화 외, 『기후위기, 전환의 길목에서』, 도서출판 풀씨, 2023, 75-111.
- 김지혜. 924 기후정의행진에서 나타나는 기호와 ‘우리’는 어떤 의미를 지닐까?, 홍덕화 외, 『기후위기, 전환의 길목에서』, 도서출판 풀씨, 2023, 112-148.
- 최명애, 박범순, 2019, 인류세 연구와 한국 환경사회학: 새로운 질문들, 『ECO』 23(2), 7-41.
- Dryzek, John S, *The Politics of the Earth: Environmental Discourses*, Oxford: Oxford Univ. Press. 2013.

야생동물과 인간이 공존 서식하는 도시-생태계의 재구성

장우주 삼성꿈장학재단 팀장

1. 서론

이 연구는 도시에서 살아가는 인간-비인간 존재 관계의 생태계가 어떻게 유동적으로 재구성되는지를 동물윤리 차원에서 탐구하는데 초점이 있다. 도시는 인공적인 공간으로 인간중심적인 관점에서 설계된 공간이다. 한국의 도시들도 한국 전쟁이후, 압축적 근대화 발전 과정을 거치면서 인간중심적인 인공적 공간으로 설계되었다. 특히 야생동물들은 인간을 피해, 산림지역에 생태계를 이루며 주로 살아왔다. 그럼에도, 시기에 따라 도시에도 특정 야생동물들 혹은 야생화된 동물들의 개체수가 눈에 띄게 증가하면서 인간과의 관계에서 문제가 되기 시작하면, 언론에서 문제로 다루기 시작한다. 그것은 두가지 관점에서 다루어진다. 첫째는 도시에서 인간과 접촉하는 야생동물종의 개체수가 증가하게 되면서, 인간과 접촉하는 문제가 벌어지고, 인간의 안전을 위협하거나, 감염의 위험도가 높아질 수 있다는 지점을 강조하는 등 야생동물과 인간이 도시에서 공존하는 것에 대해서는 부정적인 관점이다. 다른 하나는 야생동물종이 인간 사회구조에 의해 고통을 받고 있는지를 논증하며, 야생동물종을 보호하면서 인간과 공존해갈 수 있는 방향에 긍정적인 관점이다.

이 연구는 2020년도 이후에 도시에 빈번하게 출몰하여, 언론에서 주목하고 있는 들개, 너구리를 중심으로 살펴보고자 한다. 이 야생(화된) 동물들이 어떻게 도시에서 인간들과 다양한 차원의 관계를 재구성해 가는지를 탐색해 보고자 한다. 동물과 인간 사이의 관계성에 대한 윤리적 기반은 인간-동물의 이원론에 기반하고 있다. 인간-동물, 인공적 도시와 자연생태계, 반려동물-야생동물 등으로 사회적으로 구성해왔다. 나아가 인간의 필요와 따라 동물은 반려동물, 가축, 야생동물, 전시동물, 실험동물, 식용동물, 사육동물 등으로 구체적으로 구분되고, 명명되고, 소비되고, 재생산되어 왔다. 도시에서 변화하는 야생(화된) 동물 생태계와 인간사회가 어떻게 공진화할 수 있을까? 이원론과 공리주의에 기반한 동물해방론, 정의에 기반한 동물권과는 대별되는, 생태계 내 인간종의 재위치화를 주장하는 에코페미니스트 철학자 발플럼우드의 동물에 대한 관점과 로지 브라이도티, 로엔 그루엔의 관점을 중심으로 논의해보고자 한다. 공진화해 가기 위해 사회를 포함한 다양한 차원의 생태계가 어떻게 유동적으로 구성될 수 있는지의 가능성을 탐색해 본다.

현재의 법적인 차원은 어떤 근거들로 구성되어 있으며, 생태적 차원에서 먹잇감, 서식지의 관계성, 야생동물에 대한 인간의 정동, 담론 재구성 과정에서의 야생동물의 목소리, 도시에서의 인간과 야생동물의 공존을 위한 대안 담론을 모색해 보고자 한다. 이를 위해, 인간과 동물의 관계에 관한 이론적 담론에 관한 문헌연구를 하고자 한다. 특히 동물의 행위성과 관련해서는 지역에서 야생동물을 추적관찰하는 이론가, 작가들이 작업한 책, 인터뷰, 신문자료에 대한 해석. 야생동물을 관찰한 시민들의 인터뷰와 설명을 분석하여, 합리적인 추론에 근거해서 정리해보고자 한다.

2. 도시 야생동물들과 인간의 마주침

1) 야생(화된) 들개

① 들개의 존재론: 들개라는 개념은 ‘주인없이 여기저기 떠돌아다니는 개’라는 의미

② 도시내 들개의 증가 원인: 재개발로 공사가 시작되면 대규모 이주가 시작되면서 유기견이 증가

--> 사회구조적인 개발과 관계

- 2018년-2020년 사이 북한산에 유기견이 증가한 원인은 2012년부터 시작된 은평, 미아, 삼성, 창릉 지구등의 개발로 이주민이 버리고간 유기견의 자손들이 북한산으로 모여들어 들개로 변모함. -2009년 3마리, 2010년 9마리, 2011년 35마리 --> 2012년 100마리, 2013년 96마리, 2014년 68마리, 2015년 117마리, 2016년 상반기까지 500여마리 포획.

- 대구 수성구 유기견수 급증 : 수성구 연호동, 이천동 도시 개발지역로 인해, 2023년에 비해 2024년에 유기견 구조포획 신고 및 처리 건수가 20%이상 급증하고 있음. 대구 유기견수 2019년 ~ 2024년 4월까지 11,137마리, 2021년 1,714마리, 2022년 1,755마리, 2023년 1,624마리

③ 북한산 들개의 행동관찰

- 2017년부터 외래종 식물을 촬영하기 위해 권도연 사진작가가 북한산에서 유기견 20마리를 본격적으로 찍어서 전시까지 열었음(권도연, 2021)

- ‘검은입’으로 이름지어 불렀던 암컷이 6마리를 낳았음. 그러나 5마리를 절벽으로 밀어냄. 검은입은 단비 하나만 새끼로 택함. 먹이를 구하기 어려운 곳에서는 키울 수 없다는 것으로 이해하게 됨.

- 밤에만 활동하며 인간을 피함; 리더격인 개는 사람을 잘 살펴볼 수 있는 바위 위에 자리잡음. 약한 개들은 흠을 파서 살면서 일몰 즈음에 활동함. 그런데 멧돼지와 동선과 먹을 것까지 겹침. 개와 멧돼지는 산에서 라이벌이 됨. 이런 모습때문에 등산객에게는 공포스러운 대상으로 그려지기도 함(권도연, 2021).

- 연구자 우재욱의 경우, 인간을 피하는 성향으로 들개를 만날 수 없었음. 북한산 근방 독박골에 먹이가 없는 들개들을 불쌍히 여긴 마을사람들이 먹이를 제공함. 이곳에 내려오는 들개들만 만날 수 있었음. 먹이를 인간으로부터 구하며 인간에 적응한 들개를 만나며 관찰함(우재욱, 2020).

--> 도시 들개 행동은 야행성, 인간을 피함, 먹이는 인간이 남긴 음식물 쓰레기, 인간이 주는 먹이 등 일부 먹이를 주는 인간들과 적응하기도 함. 산의 최상위 포식자인 멧돼지와 투쟁하기도 함.

④ 법적 존재: 공리주의에 입각하여 고통을 느끼는 동물로 법적인 근거를 마련함. 학대할 수 없으며, 등록제 실시하여 인간과 함께 사적영역에서 존재하거나 특수한 목적(군대 탐색, 마약 탐지견, 장애지원, 실험견 등)에 따라 노동을 하기도 함.

- 법적으로 유해동물이 아니므로, 사적으로 포획하거나 사살할 수 없음. 예) 서울시 대응 : 포획틀, 마취총을 동원 --> 포획 --> 10일 동안 보호소 ---> 공시--> 입양되지 않거나, 주인이 나타나지 않으면, 안락사 처리함--> 대부분의 들개는 안락사됨. 동물보호단체에서 중성화 수술 후, 일부 보호하거나, 새끼의 경우, 훈련을 거쳐 인간에게 입양시키기도 함.

- 언론에서 제시하는 이미지는 ‘무법자’ ‘등산객이 느끼는 공포감’ ‘위협하는 들개’ 등의 이미지로 공포감을 조성하고 있으나 실제로는 인간과 거리를 두고 지낼 뿐, 공격을 일삼지 않음.

⑤ 들개의 대안

- 산으로 유입되는 유기견을 막는 것: 인간의 문제로 산 주변에 대한 반려견 등록제 실시(내.외장 인

식칩 삽입), 개농장 관리. 감독, 반려견에게 중성화 작업 강화, 지자체의 지원, 포획-안락사보다는 하나의 종으로 살게 하는 방안은?

- 멧돼지/고라니의 상위 포식자가 부재함: 예전에는 호랑이 표범, 늑대가 있었으나 멸종하였으므로 들개를 호주의 당고라는 종처럼 생태계안에 자리잡게 하는 방식도 생각해볼 수 있음. 개는 잡식으로 북한산 들개는 음식물 쓰레기 위주이며 북한산 멧돼지를 사냥하기에는 어려움이 있음. 그러나 제주의 들개는 노루를 사냥할 수 있는 포식자로, 현재 노루의 개체수를 조절할 수 있음. 다만 제주도 동물농장들 피해를 줄이기 위한 조치를 강화해야함(우재욱, 2020).

2) 너구리 : 개체가 아닌 생태계 전체가 오는 경험

① 개체수 증가의 원인: 공원 들고양이를 위한 캣맘이 제공한 먹이(양천구 연희공원 사례)

- '너구리 파파'도 등장하여 먹이를 제공하고 있음. 들고양이와 너구리의 개체수가 늘고 있음. 연희공원 1만여평의 최상위포식자.

- 최근 인천의 경우에는 지역개발로 인해, 서식지를 잃은 너구리들이 아파트 단지 공원에 서식한다고 보도됨 (2024. 9월)

② 서식지인 공원에서 너구리가 산책하는 인간과 공원생태계에 점차 적응해 감. 인간과 마주쳐도 도망가지 않고 쳐다보고 있음. 또한 인간이 상주하고 있는 (따뜻한)교육동 옥상에서 너구리 한쌍이 2023년 겨울을 나기도 함.

③ 이에 대한 공무원, 일부시민의 반응 : 너구리는 광견병 병균을 옮길 수 있으며, 매우 공격적인 동물이어서 공포스럽다는 반응. 공무원들은 문제가 일어나기 전에 조치를 취해야 한다는 생각.

④ 주민 및 전문가 간단회 : 생태공원을 조성한다는 것은 생태계 전체가 온다는 것이고 너구리뿐만 아니고 다른 야생동물종도 만날 수 있다는 가능성도 내포함. 너구리는 야행성이고 인간을 피해다님. 다만 공격성을 유발시킬 수 있는 상황을 만들어낼 수 있다는 점을 공격적인 상황 주의해야함. 먹이를 제공하지 말자! 광견병 퇴치약이 섞인 먹이를 골라내 먹지 않는 너구리.

---> 대안 : 공원을 밤에는 너구리를 위해 내주자!, 너구리가 출몰하는 곳에서는, 개가 공격 받을 수 있다는 것을 인지하고, 개를 안고 지나가는 등의 행동을 취하자 등 인간이 취해야 하는 행동적인 대안을 논의함. 논의를 통해 너구리를 위한 공원으로 만들자는 제안이 나오기도 하였음.

3. 결론

1) 이중 간에 형성된 사회성(sociality)(블래트너 외, 2023: 26)이 필요함: 동물의 행위성 agency에 주목. 야생동물이 먹이나 서식지와 같은 이익을 추구하면서 도시공간에서 인간과 사회적 관계를 형성해 나가며, 다른 종과도 다른 관계를 의도적으로 형성해 가는 유능한 존재로 파악하는 것을 전제함. 들개나 너구리도 도시에서 인간-야생동물 사회-생태계를 만들어가는 주체로 인정하면서 시작해야 함. 또한 들개나 너구리가 이런 주체로 형성된 된 것은 인간이 만든 과정의 산물이기도 한 것을 인지해야 함.

2) 이러한 과정에서 인간이 가진 감정중의 하나는 에코페미니스트 로리 그루엔이 제안하는 '뒤얽힌 공감entangled empathy'에 근거하고 있다고 생각함. 타자에게 감정이입하는 개인이 다른 존재의 이해관계에 대해 전인지적이고 감정이입적인 반응으로 우선 응답하는 과정으로 정동과 인지를 모두 포함함. (그

루엔 2013: 226)

3) 사회성(sociality), 행위성, 의사소통 가능성에 대해 고려해야: 야행성을 고려해 인간과 야생동물간에 서식지를 나누어 사용해야 할 때, 공격적인 사인이 되는 행위를 하지 않는 것, 먹이를 주어야 할 때와 주지 않아야 할 때를 상황을 살펴보는 것, 인간들이 야생동물과 공존하기 위한 사회성, 행위성, 소통 방식을 갖추기 위한 인지의 과정이 필요함. 인간들 사이에서 지역마다 야생동물에 대해 논의를 하고 결정하는 과정,

4) 중간 윤리에서 중간 정치학(블래트너, 2023:31)의 가능성으로 나아갈 필요가 있을 것임: 인간과 동물간에 사회성이나 행위성 의사소통의 가능성을 전제로 윤리만이 아니라 동물의 고통, 혹은 노동하는 동물의 고통을 이해하고 그 행위성을 이해하면서 법적인 전환까지 고려하는데까지 나아갈 수 있어야 함.

참고문헌

- 가드(G.Gaard), 2024, 『비판적 에코페미니즘』, 김현미 외 역, 창비.
- 고은경, 2023, 『동물, 뉴스를 씹니다』, 산지니.
- 권도연, 2021. 『북한산』, 사월의눈.
- 김도희, 2023. 『정상동물 : 동물은 왜 죽여도 되는 존재가 되었나』, 은행나무.
- 베넷(J.Bennett), 2020, 『생동하는 물질: 사물에 대한 정치생태학』, 문성재역, 현실문화
- 브라이도티(R. Briidotti), 2024, 『포스트휴먼 페미니즘: 더 나은 미래를 위한 변혁의 힘』, 윤조원, 이현재, 박미선 역, 아카넷.
- 류커상, 2016, 『버려진 개들의 언덕』, 남혜선 역. 책공장더불어.
- 애덤스(C. Adams)·그루언(L. Gruen). 2024. 『에코페미니즘: 인간, 동물, 지구와 교차하는 페미니즘적 시선들』. 김보경·백종륜 역. 에디투스.
- 백조은·이연우, 2022, 『서울에 사는 동물들』, 위즈덤하우스.
- 블래트너(C. Blatner) 외, 2023. 『동물노동』. 평화 외 역. 책공장 더불어.
- 스힐트하위전(M.Schilthuizen), 2019, 『도시에서 살기 위해 진화 중입니다』, 제효영 역, 현암사.
- 우재욱, 2020, 『들개를 위한 변론』, 지성사.
- 윌슨(B. Wilson), 2023, 『어반 정글 Urban Jungle: 도시와 야생이 공존하는 균형과 변화의 역사』, 박선령 역, 매일경제신문사.
- 지로(E. Giraud), 2024. 『비거니즘: 음식에서 윤리까지 식습관을 넘어선 비거니즘의 모든 것』. 장한라 역. 호밀밭.
- 최유미, 2020, 『해러웨이, 공-산의 사유』, 도서출판b.
- 제주특별자치도, 2021. “중산간지역 야생화된 들개 서식 실태조사 및 관리방안 연구용역 최종보고서”

푸바오의 생명정치

정영신 가톨릭대학교 사회학과 조교수

1. 푸바오 현상과 비인간

2024년 8월 27일, ‘안녕, 할부지’ 다큐멘터리 시사회가 열렸다. 2020년 7월 20일, ‘한국 태생의 최초의 자이언트 판다’로 태어난 푸바오는 4월 3일 한국을 떠나 현재 중국 위룽 선수평 판다기지에서 생활 중이다. ‘안녕, 할부지’는 한국에서 마지막 3개월 동안의 이야기를 담은 다큐로 “1354일, 대한민국을 울고 웃었던 국민 판다”, “푸바오를 보낸 공허함을 달랠 영화”로 소개되었다. 이 영화에는 푸바오의 할아버지로 알려진 강철원, 송영관 사육사의 뒷 이야기도 등장하고 이문세, 김푸름 등이 OST에 참여하여 관심을 끌기도 했다. 영화는 9월 4일 개봉되었는데, 첫날 39,555명의 관객을 동원해 박스오피스 1위를 차지했다.

4월 3일 푸바오가 떠나는 날에는 공중파의 저녁 뉴스 메인을 장식할만큼 푸바오의 일거수 일투족은 미디어와 대중적인 관심을 끌었다. 당일은 비가 내렸지만, 많은 ‘푸덕이’들이 전날부터 에버랜드 동물원에 나와서 푸바오의 가는 길을 배웅했고, 눈물바다가 된 영상이 안방으로까지 전해졌다.

에버랜드 동물원에서 펴낸 서적 『아기 판다 푸바오』, 『전지적 푸바오 시점』, 『푸바오 매일매일 행복해』도 ‘푸덕이’들에게 꾸준히 팔리고 있다. 이 책들의 구매층은 30대 여성(33%), 40대 여성(25.7%), 20대 여성(18.7%)이 다수를 이루고 있다. 푸바오는 그 자체가 ‘브랜드’가 되어 인형과 머리띠 등 약 400종의 굿즈가 출시되기도 했다. 에버랜드에 따르면, 푸바오가 공개된 1155일 동안 약 330만 점의 기념품이 판매되었고, 판다월드 누적 입장객은 550만 명에 달하며, 유튜브 누적 조회수는 5억 회에 이른다.

그래서 푸바오 현상, 푸바오 신드롬이라고 불리기도 한다. 이 글은 ‘푸바오 현상’이라고 불릴 수 있는, 푸바오에 대한 대중적인 관심의 원인과 실천양식, 그리고 그것의 생태정치적 의미를 탐구해보려고 한다.

2. 푸바오 패밀리의 ‘트루먼 쇼’

푸바오의 부모는 2012년생 러바오(수컷)와 2013년생 아이바오(암컷)로, 이들은 모두 2014년 시진핑 중국 국가주석의 방한 이후 2016년 에버랜드 개장 40주년을 기념해 한국에 들어왔다. 그리고 2020년 7월 20일 푸바오가 태어났다. 그리고 2023년 쌍둥이 동생인 루이바오, 후이바오가 태어나면서 ‘바오 패밀리’가 완성된다.

푸바오라는 이름은 행복을 주는 보물이란 뜻이다. 푸바오는 세계적인 멸종위기종이었고, 태어날 때부터 언론의 관심을 끌었다. 푸바오가 한국에서 태어날 수 있었던 것은 이른바 ‘동물 외교’ 덕분이었다. 동물 외교 영역에서는 2008년 당시 이명박 대통령과 중국의 후진타오 주석의 정상회담을 계기로 ‘따오기’를 국내에 들여와 따오기복원센터에서 복원했던 경험이 있다. 중국은 1972년 리처드 닉슨 미국 대통령에게 중국 방문 기념으로 판다를 선물한 이래로, 우호 국가에 한 쌍씩 ‘대여’해주는 방식으로 ‘판다’ 외교를 이어오고 있다. 그러나 이 경우에도 모든 판다의 소유권은 중국에 있고, 종번식이 가능한 만4살이 되면 종번식을 위해 중국으로 돌아가야 한다. 푸바오는 2017년 시진핑 중국 국가주석이 방한하여 “판다를 선물하겠다”고 약속하고, 2016년 자이언트 판다인 러바오와 아이바오가 한국에 도착하면서 그 스토리가 시작된다.

푸바오는 태어난 지 6개월 만인 2021년 1월 4일부터 관람객을 맞이하기 시작했다. 에버랜드에 따르면, 1155일 동안 약 550만 명이 푸바오를 보기 위해 방문했다고 한다. 푸바오의 첫 돌인 2021년 7월 20일에

는 팬들과 함께하는 랜선 돌잔치가 열렸다. 랜선 돌잔치는 방역 강화로 인해 일반 고객 초청 없이 판다월드 개장 전에 동물원 일부 직원들만 참석한 가운데 진행됐다. 당시 돌잡이, 생일축하 편지, 선물 증정 등으로 진행된 생일파티 현장은 에버랜드 유튜브 채널을 통해 고객들에게 생방송으로 중계됐다. SNS로 실시간 중계된 푸바오의 돌잔치는 3400여명이 지켜봤다.

관람객들의 방문은 2024년 3월 3일로 종료되었다. 이 소식에 2월 19일부터 2주간 약 12만 명의 팬들이 새벽 3시부터 줄을 서서 6-7시간씩 기다려 푸바오를 만났다.

푸바오의 ‘관생’은 트루먼쇼를 연상케 한다. 태어나기 전부터 화제성을 지니고 있었고, 태어나는 장면과 직후의 장면도 이후에 공개가 되었다. 그리고 이후의 양육 과정은 에버랜드 동물원 커뮤니티에서 제작하는 ‘말하는 동물원 뽀빠TV’를 통해 콘텐츠로 제작되어 대중에게 공개되었다. 한 사람의 주연을 위해 그와 관계맺는 주요 인물들이 지속적으로 협력하면서 극을 만들어가며, 대중들은 지속적으로 판다의 생활을 ‘관찰’하고 이런 ‘관찰’은 이 극이 끝나지 않고 지속될 수 있는 동기이자 힘으로 작용한다. 트루먼쇼는 현재 대세를 이루고 있는 리얼리티 관찰예능의 원조라고 할 수 있으며, 푸바오의 관생 역시 그의 모든 생애과정이 관찰되고 공개된다는 점에서 이와 유사하다. 다만 트루먼쇼에서 주인공인 트루먼은 제작진의 기획의도에 어긋나는 돌발행동을 거듭하고 기어이 현실세계로 탈출한다면, 푸바오의 관생에는 ‘마찰’과 ‘탈출’이라는 계기가 생략되어 있다.

3. 스타 시스템

푸바오의 대중적인 인기몰이는 현대의 스타시스템과 완전히 동일한 면모를 보인다. 스타시스템은 스타를 발굴하고 상품화하는 연예 기획사, 성장 서사를 지닌 스타, 지속적으로 공개되는 사생활과 전형화된 이미지, 그리고 스타의 성장 서사를 함께하는 팬과 덕후의 존재 등으로 구성된다.

스타는 태어날 때부터 이미 스타로 태어난다. 그리고 현대 스타의 탄생에는 연예기획사의 자본력과 기획력이 결정적인 역할을 하게 된다. 푸바오 역시 태어날 때부터 이미 스타였다고 할 수 있는데, 그것은 단순히 푸바오가 멸종위기종이었기 때문만은 아니다. 에버랜드는 푸바오가 탄생하는 순간부터 그 탄생을 하나의 이벤트로 만들었다. 이름이 정해지는 과정, 돌 맞이 등등 관생은 여러 이벤트의 연속이었고, 에버랜드는 이런 이벤트를 대중적인 참여를 유도하는 방식으로 진행했다. 스타의 탄생과 발전에서 ‘성장 서사’는 스타와 대중들의 관계에 지속성을 보장한다는 점에서 중요하다. 대중들은 스타의 탄생 이전부터 그 과정을 지켜보며, 스타의 탄생과 성장과정을 지켜보고 지지하며 이를 후원한다. 따라서 스타의 성공과 실패는 자신의 후원의 의미와 연결되고(내가 키운...), 이러한 육성과 양육의 서사는 스타와 대중의 관계를 유사-가족적인 형태로 재구성하는데 도움을 준다.

푸바오가 대중적인 스타들과 유사하게 성장 서사를 가지고 있었다는 점, 그리고 이 성장 서사가 지속적으로 갱신되면서 대중들의 관심을 유발했다는 점은 그의 스타성이 사회적으로 구성된 것임을 보여준다. 이런 성장 서사에서 결정적인 것은 ‘바오 패밀리’라는 판다 가족뿐만 아니라, 인간들 역시 ‘할부지’로서 포함하고 있다는 점이다. 이를 통해 판다 가족은 인간적인 감정을 가지고 인간들과 소통하는 존재로 해석된다.

스타와 성장서사를 함께하는 존재로서의 팬은 스타가 지닌 카리스마를 보증하는 존재이면서 기획사에 의해 관리되고 동원되는 대중이다. 팬은 스타에 대한 지식과 정보를 활용하여 스스로 콘텐츠를 만들고 스타 성장서사의 주변적 이야기를 만드는 존재로 변신할 수 있다. 기획사가 생산한 원본의 성장서사는 ‘덕후’들의 확대재생산 활동을 통해 보다 풍성하게 발전해 나간다. 물론 팬과 덕후의 성장이 자율적으로 이루어지는 것은 아니다. 여기에는 에버랜드와 방송미디어들의 지속적인 기획이 개입한다. 가령 SBS는 2023년 11월 23일부터 12월 14일까지 ‘푸바오와 할부지’라는 관찰예능 프로그램을 방영했다. 그 홈페이지

지는 ‘푸바오 덕후력 테스트’ 항목을 만들어 푸바오의 덕후가 되기 위해 필요한 지식과 그 수준까지 분류할 수 있도록 해놓았다.

4. 위로와 치유의 정동

푸바오가 태어날 무렵은 코로나19 사태가 한창이던 시기였고, 우울과 불안이라는 대중적 정서가 지배하던 시기이기도 했다. 따라서 이 시기 스타의 성장서사에는 이러한 우울과 불안으로부터 대중들을 ‘위로’한다는 서사가 반드시 결부된다. 트롯의 인기는 이런 대중적 정서에 시의적절하게 영합한 결과였다.

강철원 주키씨는 ‘안녕, 푸바오’ 시사회를 맞이하여 “어려운 시기 푸바오를 만나 희망을 얻었다는 분들이 많았다. 그런데 푸바오가 떠나면 그분들의 마음에 공허함이 찾아오지 않을까 걱정했다. 이렇게 영화가 개봉하면서 그분들에게 위안이 되고 바오 패밀리를 몰랐던 분들에게도 인식이 달라지는 기회, 오래 기억될 수 있는 영화가 됐으면 한다”고 전했다. 실제로 푸바오 관련 영상에 댓글을 남기는 많은 대중들이 푸바오 영상이 어려울 때 위로가 되었다는 언급을 반복하고 있다. ‘세상 일을 잊고 웃을 수 있다’거나 ‘보고만 있어도 행복하다’는 감정은 푸덕이들 사이에서 널리 공유되는 감정이다. 인간관계에서 스트레스를 받거나 인간들 사이의 이해관계 다툼으로부터 벗어나려는 감정의 움직임이 ‘비인간’ 존재, 푸바오에 대한 정서적 의존을 만들어 내었다고 볼 수 있다.

5. ‘무해한 귀여움’의 생명정치

언론에서는 푸바오의 인기를 주로 ‘베이비 스키마’를 통해 설명하고 있다. 진화심리학자들은 인간이 모든 종의 아기를 귀엽게 여기는데는 심리적인 이유가 있으며, 아기의 영유아적 특성이 우리가 그 대상을 ‘귀엽다’고 여기도록 만든다고 본다. ‘베이비 스키마’로 불리는 이 특징은 몸통에 비해 큰 머리, 짧은 팔다리, 토실토실한 뺨, 작은 코와 입, 크고 둥근 뒤, 서툰 움직임 등이다.

몇몇 미디어에서 보도하고 있는 푸바오의 연관 검색어 가운데 가장 많이 언급되는 단어는 ‘무해함’과 ‘귀여움’이다. 푸바오의 이미지에서 자주 언급되는 ‘무해하다’는 단어는 위로와 힐링의 서사와 연결되어 있다. 푸바오로부터는 부정적 감정이나 스트레스를 받지 않는다는 의미이다. ‘무해한 귀여움’이라는 연사는 푸바오의 인기를 설명할 때 가장 대중적으로 등장하는 말이기도 하다.

그러나 이 무해함은 어떻게 만들어지는가? 야생동물의 경우에는 그 서식환경에 따라 인간거주지에 돌연 출몰하거나 농산물에 피해를 입히는 경우가 있고, 사살되는 경우도 드물지 않다. 통제된 상황에서 성장하는 동물들에게는 그러한 잠재적 위협을 걱정할 필요가 없다.

푸바오 현상에서 보여지는 생명정치는 참여하는 인간들의 의도와 인식과는 무관하게 작동한다. 그것의 특징은 비인간 존재를 가장 인간적인 통제 상황(철장 속의 서식지, 전문가의 관리, 감정을 투여할 수 있는 인간적 관계성, 감정의 순치를 가져오는 미디어 영상) 속에서 성장시키고, 이를 통해 인간관계로부터 발생할 수 있는 잠재적 유해성을 제거한 형태로 대중들이 위로와 힐링의 감정을 향유한다는 점에 있다. 이때 생명정치를 통해 관리되는 것은 푸바오라는 비인간 동물의 일상이지만, 오히려 생명정치의 목표는 거기에 있지 않다. 오히려 관찰하는 대중들의 정서와 감정의 흐름이며, ‘무해한 귀여움’을 지닌 존재의 카리스마에 의존하면서 치유의 감각을 고백하는 주체라고 할 수 있다.

히스토리 세션

환경 에세이 공모전

- 환경아카이브 풀숲 및 환경 에세이 공모전 소개

환경 에세이 공모전

1. 소개

‘환경아카이브 풀숲(ecoarchive.org)’은 단체와 개인이 그동안 쌓아온 환경 관련 연구, 출판, 기록물, 활동 사례 조사보고서 등 자료를 한데 모아 디지털화한 국내 최초 환경 아카이브로, 흩어져 사라지고 있는 환경자료를 한곳에 모아 체계적으로 수집, 보존, 활용함으로써, 그 가치를 제대로 정립하고 평가받을 수 있는 토대를 이루었다.

재단법인 숲과나눔은 ‘환경아카이브 풀숲’을 통해 구축된 아카이브 자료를 시민들과 공유하며, 다양한 연구를 활성화하고자 환경사와 환경 운동사에 관심 있는 시민, 연구자, 학생, 활동가 등을 대상으로 환경 에세이 공모전을 진행하였다.

2. 프로그램

시간	프로그램	세부내용
17:10~17:20	소개	• 환경아카이브 풀숲 및 환경 에세이 공모전 소개
17:20~18:00	발제	• 핵발전소 지역주민의 첫 번째 대규모 반핵운동과 갈등의 제도화 김우창 서울대학교 환경계획연구소 연구원, 숲과나눔 특정주제연구자
		• 한국의 기후 불평등, 극복할 수 있을 것인가? 홍유정 연세대학교 도시공학과 박사과정
		• 폐의약품 분리배출 및 올바른 처리에 대하여 이지현 (재)숲과나눔 사무처장
		• 4대강 사업 둘러싼 영산강 주민들의 환경운동 문예찬 대구 용산중학교 교사

구두발표 세션 1.

기후위기/탄소중립

- 유개버스정류장 옥상녹화에 따른 탄소감축 활성화 방안 연구
권순길, 장윤성 국립산림과학원 산림경영연구과
- 차드호의 비극 실증분석
– 기후변화-분쟁 넥서스를 중심으로
강미랑 서울대학교 환경대학원 박사 수료
- 주택용 계시별 요금제의 수요 반응 효과성, 지속성 및 이질성 분석
– 제주 사례를 중심으로
정민성 KAIST 기술경영학부 박사과정, 숲과나눔 특정주제연구자
김하나 KAIST 디지털인문사회과학부 교수
엄지용 KAIST 기술경영학부 교수
- 배출권거래제도 리스크 규명 및 탄소가격 예측을 통한 배출권거래제 이행 지원
세사리 데시 KAIST 디지털인문사회과학센터 연구원, 숲과나눔 특정주제연구자
김하나 KAIST 디지털인문사회과학부 교수
- 취약계층의 역설, 기후위기 누가 취약한가?
– 기후위기의 가변성과 취약성의 상호작용을 고려한 취약계층의 재설계
양수연 동의대학교 소방방재행정학과 재난관리학전공 석사과정
장현진 동의대학교 소방방재행정학과 재난관리학전공 석사과정
엄영호 동의대학교 소방방재행정학과 조교수

유개버스정류장 옥상녹화에 따른 탄소감축 활성화 방안 연구

권순길, 장윤성 국립산림과학원 산림경영연구과

1. 서론

우리나라를 비롯한 세계 각국에서는 지구 온난화 대응 및 탄소중립을 위한 다양한 노력을 기울이고 있다¹⁾. 기후변화가 빠르게 일어나고 있는 요즘, 세계기후변화 협의체인 IPCC에서는 다양한 기후변화 완화 수단을 보고하면서 산업구조, 환경, 자원 등 각국의 실정에 맞게 환경문제를 대비하고 있다²⁾. 이에 따른 탄소중립을 실현하기 위한 감축 수단의 방안 중 하나로 자연 기반의 탄소저장(흡수)에 대한 관심이 커지고 있다. 기후변화 대응에 대한 국제적인 흐름에 발맞춰 국내에서도 대도시를 시작으로 녹지의 양적·질적 확충을 위해 도시숲, 정원도시를 조성하고 있다³⁾. 최근 2040 서울시 공원녹지 기본계획에 따르면 시설복합화 재개발·재건축을 통한 새로운 공원과 녹지 확대하는 실천 방안을 제시하였고, 이는 기온 저감과 대기질 개선에 의한 이산화탄소 감축 및 에너지 절감을 목표로 두고 있다. 이에 따라 주변 녹지 공간 확대에 발맞춰 최근 정원 및 화단용 초본식물의 생장 특성을 고려한 식생형태나 유지관리 방법에 연구도 다방면으로 진행되고 있다⁴⁾. 이처럼 탄소흡수원 확충의 목적으로 산지 외에도 옥상정원과 같은 유휴 지역을 활용하여 탄소감축 활동이 점차 증가하고 있지만⁵⁾, 일상생활권에서는 공간적인 한계로 지속적인 대상지 발굴이 필요한 상황이다. 이에 본 연구에서는 탄소저장(흡수) 증대를 위해 국내의 한정적인 녹지공간의 한계를 보완하고자 생활공간인 유개버스정류장 옥상을 활용하여 지속가능하고 정량화된 도시 탄소흡수원 확대의 기틀을 마련하고자 하였다.

2. 본론

1) 연구 재료 및 방법

(1) 전국 버스정류장(유개버스정류장) 현황 및 승강장 크기

한국교통안전공단의 공식데이터에 따르면 전국 162개 지자체를 대상으로 수집된 대중교통 버스정류장 현황은 2020년 기준 총 157,933개이며, 이 중 유개버스정류장은 88,178개이다⁶⁾(Table 1.). 이러한 버스장의 크기는 ‘서울시의 가로변 시내버스정류소 설치 및 운영 지침’에 의거 승강장의 크기 및 버스정차위치는 약 W 1.5~2.0m × 7.0m로 정류장당 약 14m²의 공간을 확보하도록 하고 있다⁷⁾. 해당 지침에 따라 각 정류장당의 면적을 전국 현황과 매칭하였을 때, 전체 면적은 총 1,234,492m²가 산출된다.

Table 1. 전국 단위 버스정류장 및 유개버스정류장 현황 (2020년 기준)

						(단위 : 개)	
구분	전체버스정류장	유개버스정류장	구분	전체버스정류장	유개버스정류장	구분	전체버스정류장
서울	10,875	3,734	울산	3,140	1,626	전북	10,211
부산	3,631	2,658	세종	1,188	634	전남	13,587
대구	3,286	1,926	경기	34,878	18,536	경북	15,982
인천	6,351	4,291	강원	10,140	5,285	경남	13,062
광주	2,381	1,482	충북	9,269	5,826	제주	3,965
대전	2,299	1,725	충남	13,688	6,930	전국	157,933
							88,178

출처 : 한국교통안전공단

(2) 초본식물 현황

국내 식생하는 초본식물들을 대상으로 탄소흡수량(저장), 높이(길이), 생육환경(생육시기) 등 다양한 연구가 활발히 진행되고 있다. 본 연구에서는 버스정류장의 옥상녹화가 가능한 초본식물의 선별을 위해 탄소저장(흡수), 생육형태, 식재수량과 단위당 가격의 정보 등을 수집하여 실현가능한 요소를 분석하여 연구대상으로 선별하였다⁸⁾. 이에 최종 6가지 초본식물을 선정 후 탄소저장량이 높은 비율과 낮은 비율로 구분하였다⁹⁾(Table 2.). 연구대상 식물을 분석 결과, 낮은 저장군 대비 높은 저장군이 단위당 식재 가격도 저렴한 것으로 분석되었다. 이에 높은 저장군 평균치를 기준으로 m²당 감축 비용과 비교하기 위해 대상군을 태양광 설비에 따른 탄소감축 효과와 비교하였다. 이때 정량적 비교를 위해 기존 식물의 kg CO₂-eq 단위를 ton CO₂-eq로 동일하게 설정하였다.

Table 2. 대표 초본식물 정보 현황

구분	초본 식물명	탄소저장율 (kg CO ₂ -eq/yr)	식재수량 (m ²)	단위당 가격(원)	구분	초본 식물명	탄소저장율 (kg CO ₂ -eq/yr)	식재수량 (m ²)	단위당 가격(원)
높은 저장군	구절초	3.65	30-65	1,400	낮은 저장군	애기기린초	1.89	30-65	2,300
	노랑꽃창포	3.53	25-44	2,300		톱풀	1.51	30-65	2,300
	억새	3.18	30-65	1,800		꽃향유	0.95	30-65	2,000
평균		3.45		1,833	평균		1.45		2,200

출처 : 국가생물종자지식정보시스템

2) 연구 결과

전국 유개버스정류장의 옥상 면적을 기준으로 초본식물로 식재하였을 때, 연간 탄소저장량은 약 4,258 ton CO₂-eq로 산출되었다. 해당 결과로 태양광 설비에 따른 탄소저감 수치로 환산하였을 때, 약 7,500 KW의 전력을 생산하는 효과와 같다¹⁰⁾. 이때, 평균 수명이 10년인 초본식물을 정량적인 수치 비교를 위해 추가 식재를 통하여 상대적으로 긴 태양광 설비의 수명과 동일한 기준으로 비교하였다. 이후 구축비용(기타비용 제외)에 대한 모든 조건을 동일하게 설정 후 계산하였다¹¹⁾. 이에 따른 m²당 저감 비용 결과는 초본식물은 53원, 태양광 설치에 따른 탄소저감 비용은 약 123.5원으로 나타났다(Table 3.). 결과적으로 태양광 발전에 따른 탄소감축보다 초본식물이 약 2~3배 저렴한 것으로 확인되었다.

Table 3. 초본식물 및 태양광 설비의 m²당 탄소저감 비용 비교 분석

구분	초본 식물			태양광 설비에 따른 감축량	
전국 유개버스정류장 탄소 저감량 (1,234,492 m ²)	높은 저장군	4,258	ton CO ₂ -eq/yr (1년 기준)	약 4,527.495	ton CO ₂ -eq/yr (1년 기준)
	내용연수			= 7,500	KW/yr
	최대 10년			내용연수	최대 25년
구축 비용 (기타 비용 제외)	높은 저장군	2,263	m ² 당/백만원 (10년 기준)	1.75	KW당/백만원
	높은 저장군			평균 비용 (범위:1.5~2.0)	(1KW당 구축 비용)
	5,657			13,125	KW당/백만원
m ² 당 탄소저감 비용		약 53원	kg CO ₂ -eq/yr	약 123.5원 (106 ~ 141원)	

3. 결론

본 연구에서는 초본식물을 대상으로 유개버스정류장 옥상을 활용하여 초본식물을 식재하였을 때, 탄소감축 수치와 구축 비용을 태양광 설비와 동일한 조건값을 두고 비교하여 정량화하였다. 결과적으로 m²당 탄소저감은 태양광 설비가 더 효율적으로 보일 수 있지만, 구축 비용까지 고려하였을 때는 녹화

조성이 2배 이상의 효율성이 뛰어난 것을 확인할 수 있었다. 또한, 옥상에 초본식물을 조성 시 폭염으로부터 더위 식히고 빗물 흡수하는 효과도 크다. 이외에도 일상생활공간의 경관적 가치뿐 아니라 공기도 맑게 해주는 부수적 효과도 있다. 전국 단위로 진행하였기에 각 지역의 특성 및 여건, 심한 가뭄, 잦은 폭우와 같은 이상기후에 대한 세부 변수까지 고려하지 못한 것에 대한 연구 한계는 존재하지만 공간 확보나 실행 가능성 측면으로 봤을 때, 상당히 의미있는 연구라 판단된다. 본 연구를 시작으로 일상생활에서도 CO₂ 저장(흡수)량을 증가시키기 위해서는 초본식물의 식재 비율을 확대시킴으로써 환경적, 경관적으로 보다 효과적인 녹지를 실현할 수 있는 기초 자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

- (1) 강영은, 안윤정, 박창석, 2016, 기후변화 적응 전략 중요도 분석 및 유형화, 24(1), 환경정책학회지
- (2) 강영은, 박창석, 2015, 기후변화 대응을 위한 탄소 완화 및 적응 계획요소의 연계화 전략과 중요도 평가, 한국도시계획학회지, 16(1), 115-127
- (3) 여규동, 정영훈, 2013, 도시지역의 옥상녹화에 따른 유출저감효과 분석과 비용 산정, 서울도시연구, 14(2), 161-177
- (4) 안근영, 한승원, 이은희, 2011, 옥상녹화용 초본식물의 순간 CO₂ 흡수 및 증발산량 분석, 한국환경생태학회지, 25(1), 91-101
- (5) 조현길, 박혜미, 김진영, 2020, 공공용지 녹지의 탄소저감과 증진방안, 한국조경학회지, 48(4), 1-7
- (6) “한국교통안전공단_전국 대중교통 버스정류장 현황”, <https://www.data.go.kr/data/15066754/fileData.do> (2024년 8월 24일)
- (7) “서울특별시 도시교통본부 버스정책과”, 2017, 버스 이용편의 제고 및 이용환경 개선을 위한 가로변 시내버스정류소 설치 및 운영 지침
- (8) “국가생물종지식정보시스템”, <http://www.nature.go.kr/main/Main.do>, (2024년 8월 27일)
- (9) 한승원, 정명일, 김정희, 정나라, 김우영, 2021, 도시녹화 지피식물의 이산화탄소 저장량 추정방법 연구, 인간식물환경학회 학술대회, 2021(추계), P2-211115
- (10) “외부사업 온실가스 감축량 계산기”, <https://offset.energy.or.kr/popup/calculator08.do>, (2024년 8월 27일)
- (11) Lauenroth, W. K., Adler, P. B., 2008, Demography of perennial grassland plants: survival, life expectancy and life span, J Ecol., 96, 1023-1032, Doi: 10.1111/j.1365-2745.2008.01415.x

차드호의 비극 실증분석

기후변화-분쟁 넥서스를 중심으로

강미랑 서울대학교 환경대학원 박사 수료

1. 서론

기후변화는 21세기 인류가 직면한 가장 시급한 과제 중 하나로, 그 영향은 전 세계적으로 확대되고 있다. 특히, 개발도상국은 기후변화로 인한 경제적, 사회적, 환경적 피해를 심각하게 겪고 있다.

기후변화는 이러한 국가들에서 기존의 사회적 갈등을 증폭시키고 새로운 갈등을 야기하는 역할을 하고 있다. 이러한 현상은 '기후변화-분쟁 넥서스'로 불리며, 기후변화가 자원 경쟁을 악화시키고, 사회적 불평등을 심화시켜 궁극적으로 분쟁으로 이어질 수 있다는 점에서 큰 사회적 중요성을 가진다.

아프리카 중부에 위치한 차드호는 이러한 기후변화-분쟁 넥서스의 대표적인 사례라고 할 수 있다. 과거 60년간 기후변화의 영향으로 차드호의 면적이 90%나 축소되면서, 이 지역은 심각한 사회경제적 위기에 직면하게 되었다(Vivekananda et al., 2019).

이러한 배경에서 본 연구는 차드호 지역의 기후변화-분쟁 넥서스가 지역사회에 미치는 영향을 실증적으로 분석하고자 한다. 이 연구는 해당 지역에서 발생하고 있는 문제들을 해결하기 위한 증거 기반의 정책적 시사점을 제시하는 것을 목표로 한다. 궁극적으로 본 연구는 국내외에 차드호의 인도적 위기를 환기시켜 국제사회의 공조를 촉구하고자 한다.

2. 본론

1) 연구방법

(1) 양적연구방법

① 연구 가설

본 연구는 “차드 국가 내 다른 지역들에 비해 차드호 인근 지역에서의 강수량이 분쟁 발생에 미치는 영향이 통계적으로 유의미하게 더 클 것이다.”라는 가설을 검증하였다.

② 연구 대상

차드호 인근 지역은 차드 국가 내 Lac(지역 ①) 이라는 지역이고 비교 대상은 동일 국가 내 Sila(지역 ②)라는 지역이다. 두 지역은 산업구조 상 일부 차이가 있지만, 차드 국가 내에서 사회경제적인 수준이 유사하여 연구 대상으로 선정하였다.

③ 분석자료

양적연구에 사용된 변수는 아래 <표 1>과 같다.

<표 1> 변수 설명

구 분	변수명	내 용	출 처
Year	Year	- 2000년~2020년	-
ID	Region	- 1 : Lac (차드호 인근 지역) / 2 : Sila	-
종속변수	분쟁건수	- 모든 분쟁건수 포함(Violence against civilians, Battles 등)	ACLED
독립변수	연평균 강수량	- 지역별 연평균 강수량(mm)	Africa Data Hub
통제변수	인구	- 지역별 인구(천명)	Chad Data Portal

④ 연구 모델과 분석

본 연구는 패널 ARDL(Autoregressive Distributed Lag) 모델로 분석하였다. 분석모델은 아래와 같다.

$$\Delta \log Conflicts_{(i,t)} = \phi_{(i)} (\log Conflicts_{(i,t-1)}) - \beta_1 \log Precipitation_{(i,t)} - \beta_2 \log Population_{(i,t)} + y_1 \Delta \log Conflicts_{(i,t-1)} + y_2 \Delta \log Conflicts_{(i,t-2)} + \delta_0 \Delta \log Precipitation_{(i,t)} + \delta_1 \Delta \log Precipitation_{(i,t-1)} + \theta \log Population_{(i,t)} + a_i + \varepsilon_{(i,t)}$$

- i : 지역, t : 연도 / Δ : 차분 연산자 / $\phi_{[i]}$: 오차수정계수 / β_1, β_2 : 장기 균형 관계 계수 / y_1, y_2 : $\Delta \log Conflicts$ 시차 계수
 - δ_0, δ_1 : $\Delta \log Precipitation$ 현재값과 시차 계수 / θ : $\Delta \log Population$ 계수, - $a_{[i]}$: 패널 개체별 고정효과, $\varepsilon_{[i,t]}$: 오차항

⑤ 분석결과

지역(1)과 지역(2)를 통합하여 분석했을 때는 강수량과 분쟁 간의 유의한 관계를 발견하지 못했다. 그러나 두 지역을 분리하여 분석한 결과, 차드호 인근 지역인 지역(1)에서 강수량의 변화가 분쟁 건수에 통계적으로 유의미한 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 즉, 차드호 인근 지역에서 강수량이 1% 증가할 때, 분쟁 건수가 평균적으로 0.972% 감소하는 것으로 나타났다(10% 유의수준). 이는 강수량 감소가 분쟁 증가와 연관된다는 것을 의미한다. 또한, 오차수정계수(ϕ_{ec})는 통계적으로 유의하지 않는 것으로 나타났으나 단기 계수(SR)는 유의한 것으로 나타났다. 이는 변수들 간에 단기적인 동적 관계는 존재하지만 장기적으로는 특정한 균형 상태로 수렴하지 않음을 의미한다. 즉, 강수량 변화가 분쟁에 미치는 영향은 단기적으로 나타나지만, 장기적인 균형 관계는 형성되지 않는다고 해석할 수 있다.

(2) 질적연구방법

① 연구 대상과 방법

양적 연구 결과를 보완하고 차드호 지역이 직면한 문제들을 실제로 확인하고자 질적 연구를 수행하였다. 연구 대상지인 차드호 인근에 거주하는 14명을 대상으로 서면 인터뷰를 실시하였다.

② 분석 결과

Braun과 Clarke(2006)가 제안한 6단계 주제 분석 방법을 적용하여 분석한 결과 최종적으로 도출된 상위 주제와 하위 주제는 <표 2>와 같다.

<표 2> 주제 분석 결과

상위주제	하위주제	세부내용
1. 기후변화 영향	1.1 환경 변화	- 차드호 면적 축소 - 강수량 변화와 토지 황폐화
	1.2 생계 위협	- 어업 활동 축소 - 농업 생산성 저하
	1.3 식량 안보 악화	- 농작물 수확량 감소 - 목축을 위한 초지 감소
2. 자원 갈등과 분쟁	2.1 자원 경쟁 심화	- 물과 토지를 둘러싼 갈등 증가
	2.2 집단 간 갈등 증가	- 농부와 목축민 사이의 충돌
	2.3 테러 집단 활동 확대	- 보코하람 등 극단주의 단체 세력 확장
3. 다차원적 인권 침해	3.1 강제 이주	- 비자발적 이주
	3.2 교육권 침해	- 학교 폐쇄로 교육 기회 상실
	3.3 건강권 위협	- 의료 서비스의 접근성 저하
	3.4 여성 인권 침해	- 인신매매의 위험 증가 - 조혼 사례 증가 - 성폭력 및 착취 위험 증가
4. 국제사회의 역할과 책임	4.1 인도주의적 지원	- 의료, 식수 등 지원
	4.2 지속가능한 개발 협력	- 장기적 관점의 협력
5. 지속가능한 해결책 모색	5.1 기후변화 적응 전략	- 환경 보호, 경제 발전, 사회 안정 통합적 접근
	5.2 평화 구축 노력	- 국제사회의 중재 및 지원
	5.3 지역 사회 참여	- 지역 주민의 지식과 경험 활용

3. 결론

본 연구는 증거 기반의 정책적 시사점을 제공하기 위해 차드호 지역의 기후변화-분쟁 관계를 실증 분석하였다는 점에서 정책적인 의의가 있다.

양적 분석 결과, 차드호 인근 지역에서 강수량 감소가 분쟁 빈도 증가와 통계적으로 유의미한 관계가 있음을 발견했고, 질적 분석을 통해 기후변화가 농업 생산성을 저하시키고 자원 경쟁의 심화로 지역 사회의 갈등을 증가시키고 있음을 확인했다.

차드호 지역의 기후변화와 분쟁 넥서스의 문제를 해결하기 위해서는 환경과 안보, 그리고 인권 등 여러 분야를 아우르는 포괄적인 접근이 필요하며, 지역사회의 참여와 국제사회의 지원이 원활하게 이루어져야 한다.

참고문헌

- 김영숙, 류성림, 박관우, 성용구, 성장환, 유승희, Creswell, J. W., 2011, 『연구방법』, 시그마프레스
- 김영천, 김경식, 이현철, 2011, "교육연구에서의 통합연구방법(Mixed Research Methods): 개념과 시사점", 초등교육연구, 24(1), 305-328
- 최명민, 2007, "질적·양적 연구방법론의 혼합에 의한 의료사회복지사의 소진탄력성 및 소진위험성 척도개발 연구", 한국사회복지학, 59(4), 245-272
- Berg, B. L., & Lune, H., 2004, Qualitative research methods for the social sciences (Vol. 5), Pearson
- Bryman, A., 2007, "Barriers to integrating quantitative and qualitative research", Journal of Mixed Methods Research, 1(1), 8-22
- Buhaug, H., Nordkvelle, J., Bernauer, T., Böhmelt, T., Brzoska, M., Busby, J. W., & von Uexkull, N., 2014, "One effect to rule them all? A comment on climate and conflict", Climatic Change, 127, 391-397
- Busby, J. W., 2021, "Beyond internal conflict: The emergent practice of climate security", Journal of Peace Research, 58(1), 186-194
- Burke, M. B., Miguel, E., Satyanath, S., Dykema, J. A., & Lobell, D. B., 2009, "Warming increases the risk of civil war in Africa", Proceedings of the National Academy of Sciences, 106(49), 20670-20674
- Chikuruwo, R. E., 2023, "Navigating shifting currents: Gendered vulnerabilities and climate change in the Lake Chad Basin", Agenda, 37(4), 105 - 118, <https://doi.org/10.1080/10130950.2023.2330801>
- Creswell, J. W., & Clark, V. L. P., 2007, Designing and conducting mixed methods research, Sage Publications, Inc.
- Guba, E. G., & Lincoln, Y. S., 1989, Fourth generation evaluation, Sage Publications
- Hendrix, C. S., & Salehyan, I., 2012, "Climate change, rainfall, and social conflict in Africa", Journal of Peace Research, 49(1), 35-50
- Hsiang, S. M., Burke, M., & Miguel, E., 2013, "Quantifying the influence of climate on human conflict", Science, 341(6151), 1235367
- Ide, T., Brzoska, M., Donges, J. F., & Schleussner, C. F., 2020, "Multi-method evidence for when and how climate-related disasters contribute to armed conflict risk", Global Environmental Change, 62, 102063
- Lemoalle, J., Bader, J. C., Leblanc, M., & Sedick, A., 2012, "Recent changes in Lake Chad: Observations, simulations and management options (1973 - 2011)", Global and Planetary Change, 80, 247-254
- Magrin, G., & De Montclos, M. A. P., 2018, "Crisis and Development: The Lake Chad Region and Boko Haram", AFD Research Papers Series, No. 2018-93
- Musa, I. K., Bila, M., Mana, B., & Mahaman, C., 2008, "Saving Lake Chad", Proc. of Sirte roundtable, Lake Chad Basin Commission (LCBC) and International Commission on Irrigation and Drainage (ICID), 17 December, Libya
- Nagarajan, C., Pohl, B., Rüttinger, L., Sylvestre, F., Vivekananda, J., Wall, M., & Wolfmaier, S., 2018, "Climate-Fragility Profile: Lake Chad Basin", Berlin: adelphi
- Ngaressen, G. M., Ngounou Ngatcha, B., Raimond, C., & Issa, S., 2014, "The governance of natural resources in the Lake Chad Basin: A challenge for sustainable development", In The Lake Chad Basin, Springer, Cham
- Okpara, U. T., Stringer, L. C., & Dougill, A. J., 2015, "Conflicts about water in Lake Chad: Are environmental, vulnerability and security issues linked?", Progress in Development Studies, 15(4), 308-325
- Okpara, U. T., Stringer, L. C., & Dougill, A. J., 2016, "Lake drying and livelihood dynamics in Lake Chad: Unravelling the mechanisms, contexts and responses", Ambio, 45(7), 781-795, <https://doi.org/10.1007/s13280-016-0805-6>
- Olarinde, M., Osabohien, R., & Osabuohien, E., 2024, "Armed Conflicts and Household Socioeconomic Status in the Lake Chad Basin: A Random Coefficient Model Approach", Peace Economics, Peace Science and Public Policy, 30(1), 117-136, <https://doi.org/10.1515/peps-2023-0013>

- Onuoha, F. C., 2009, "Environmental degradation, livelihood and conflicts: A focus on the implications of the diminishing water resources of Lake Chad for North-Eastern Nigeria", *African Journal on Conflict Resolution*, 8(2), 35-61
- Oyekanmi, O., 2022, "Climate change and environmental conflict in the Lake Chad region", *Jurnal Administrasi Publik (Public Administration Journal)*, 12(2), 270-279
- Pham-Duc, B., Sylvestre, F., Papa, F., Frappart, F., Bouchez, C., & Crétaux, J. F., 2020, "The Lake Chad hydrology under current climate change", *Scientific Reports*, 10(1), 1-10
- Raleigh, C., Choi, H. J., & Kniveton, D., 2015, "The devil is in the details: An investigation of the relationships between conflict, food price and climate across Africa", *Global Environmental Change*, 32, 187-199
- Sakaguchi, K., Varughese, A., & Auld, G., 2017, "Climate wars? A systematic review of empirical analyses on the links between climate change and violent conflict", *International Studies Review*, 19(4), 622-645
- Tafesse, T., 2020, "The Grand Ethiopian Renaissance Dam and the Blue Nile: Implications for transboundary water governance", *Global Water Forum Discussion Paper*, 1910
- Teddie, C., & Tashakkori, A., 2003, "Major issues and controversies in the use of mixed methods in the social and behavioral sciences", In A. Tashakkori & C. Teddie (Eds.), *Handbook of mixed methods in social and behavioral research*, Sage
- Vivekananda, J., Wall, M., Sylvestre, F., & Nagarajan, C., 2019, "Shoring up stability: Addressing climate and fragility risks in the Lake Chad region", *Adelphi Research gemeinnützige GmbH*
- Weber, R. P., 1990, *Basic Content Analysis*, Sage Publications
- "Brookings Institution. Figure of the week: The shrinking Lake Chad." <https://www.brookings.edu/articles/figure-of-the-week-the-shrinking-lake-chad/>, (2024년 7월 1일)
- "CARE. Lake Chad Basin Crisis - Chad, Cameroon, Niger and Nigeria." <https://www.care.org/our-work/disaster-response/emergencies/lake-chad-basin-regional-crisis/> (2024년 7월 4일)
- "Gritzner, J. A. Lake Chad. *Encyclopedia Britannica*." <https://www.britannica.com/place/Lake-Chad> (2024년 8월 7일)
- "IRC (International Rescue Committee). Five places bearing the brunt of the climate crisis." <https://www.rescue.org/article/five-places-bearing-brunt-climate-crisis> (2024년 8월 10일)
- "ECDPM. The complex link between climate change and conflict." <https://ecdpm.org/work/the-complex-link-between-climate-change-and-conflict-volume-8-issue-4-autumn-2019/climate-change-conflict-and-crisis-in-lake-chad> (2024년 8월 10일)
- "FHI 360. Child malnutrition rises 160% in northeastern Nigeria." <https://www.fhi360.org/articles/child-malnutrition-rises-160-northeastern-nigeria/> (2024년 8월 12일)
- "UNEP. A tale of a disappearing lake" <https://www.unep.org/news-and-stories/story/tale-disappearing-lake> (2024년 8월 12일)

주택용 계시별 요금제의 수요 반응 효과성, 지속성 및 이질성 분석

제주 사례를 중심으로

정민성 KAIST 기술경영학부 박사과정, 숲과나눔 특정주제연구자

김하나 KAIST 디지털인문사회과학부 교수

엄지용 KAIST 기술경영학부 교수

1. 서론

현대 사회의 인류는 전기를 먹고산다는 말이 있다. 현대를 살아가는 인간에게 전기는 생활을 영위하는 데 있어 중요한 자원 중 하나이다. 그간 전 세계의 성실한 전력 공급자들은 다양한 발전 믹스를 활용하여 소비자가 필요로 하는 전력량을 공급해 왔다. 그러나 기후 위기에 대응하기 위해 화석연료 사용의 종말을 고하고 재생에너지로의 전환이 시급한 앞으로는 우리는 지금과 같이 필요한 때엔 언제든 전기를 쓸 수 있을까?

전력 공급자들은 공급뿐만 아니라 수요 또한 유연하게 조절해야 하는 새로운 현실에 직면하고 있다(Joskow, 2019). 재생에너지는 자연조건이 허락할 때만 발전이 가능한 변동성 높은 자원이다. 계속해서 공급 측면의 해결책만으로 수요-공급 균형을 도모하기에는 비용이 많이 들고 비효율적이다(Strbac, 2008). 수요 관리의 중요성은 여기서 시작한다. 수요 또한 공급과 균형을 이루기 위해 ‘관리’될 때, 보다 효과적으로 재생에너지에 기반한 에너지 전환을 가속할 수 있다.

‘가격 신호’의 제공은 수요를 관리하는 경제적 수단 중 하나이다. 계시별 요금제는 가장 기본적인 형태의 가격 신호를 제공하며, 이 신호에 따라 소비자들은 수요가 높을 때는 비싼 가격에 반응하여 수요를 저감하고, 수요가 낮을 때에는 싼 가격에 반응하여 수요를 높일 것으로 기대된다(Faruqui, 2010). 이를 ‘수요 반응’이라고 한다.

본 연구는 2021년 9월부터 대한민국 제주도에서 시행되고 있는 계시별 요금제를 선택한 소비자들의 행동 변화를 분석하여, 계시별 요금제의 수요 반응 효과를 이해하는 것을 목표로 한다. 선행 연구에서는 소비자의 자발적 선택에 기초하지 않은 실증 사업을 대상으로 한 반면(Kim et al., 2022; Jang et al., 2024), 본 연구는 기존의 누진 요금제에 더하여 계시별 요금제가 추가로 도입되는 상황에서 계시별 요금제를 자발적으로 선택한 소비자들의 행동 변화를 분석하였다.

본 연구는 계시별 요금제가 효과적인 수요관리 전략으로 활용되는 데 기여하고자 한다. 본 연구의 결과는 누진 요금제가 구현해 온 수요 억제 효과와 더불어 수요 평탄화 역량을 극대화할 수 있는 계시별 요금제 설계에 기여할 수 있다. 또한, 정확한 수요 관리를 구현하고 소비자와 공급자 모두에게 이익을 실현하는 데 기여할 수 있다(Yang et al., 2013). 궁극적으로, 에너지 절약 목표를 훼손하지 않으면서 전력 시스템의 안정성을 도모하며, 나아가 현 에너지 시스템에 재생에너지 통합을 촉진해 에너지 전환을 가속화, 기후 위기 대응에 기여할 수 있다.

2. 본론

대한민국 제주도 거주 가구 중 2022년 12월 기준으로 계시별 요금제를 도입하고 있는 모든 가구(1,392 가구)와 계시별 요금제를 적용하지 않고 누진 요금제를 유지하고 있는 가구 일부(10,000가구를 무작위

추출)의 2020년 1월부터 2022년 12월까지의 시간당 전력 사용량 패널 데이터를 분석의 대상으로 하였다. Hausman et al.(1979)의 접근법을 활용하여 계시별 요금제 도입의 효과를 두 단계로 나누어 패널 회귀 분석을 수행하였다. 첫 번째 단계에서는 구간별 가격 차별화에 따른 하루 중 저부하 구간 대비 고부하, 중부하 구간의 전력 사용량 비중의 변화를 관찰한다. 두 번째 단계에서는 일별 한계 가격 변화로 인한 효과를 관찰한다. 이때, 첫 번째 회귀 분석을 통해 얻은 사용량 비중 추정치를 활용하여 계시별 요금제의 일별 한계 가격을 추산할 수 있다. 누진 요금제의 경우, 사용량이 증가함에 따라 한계 가격이 단계적으로 상승하는 내생성 문제를 해결하기 위해, ①월별 최종 사용 단계의 단위 가격과 ②해당 단위 가격에 사용량을 곱한 값과 실제 요금과의 차이를 도구 변수로 사용하였다.

그 결과, 계시별 요금제를 선택한 소비자들 사이에서 수요 평탄화 현상이 관찰되었다. 중부하 및 고부하 구간 사용량의 하루 중 비중이 저부하 구간에 비해 최대 1.2% 감소하여, 저부하 구간과 중부하 구간 또는 고부하 기간 사이의 상대적 사용 격차가 줄어들었다.

그러나 평탄화된 전력 사용 행태가 고부하 구간의 수요 감소를 보장하지는 않는다. 계시별 요금제 도입으로 일일 한계 가격이 감소하면서 일일 사용량이 증가하는 결과를 낳았다. 그 결과, 고부하 구간에서 첨두 부하 삭감 효과는 관찰되지 않았으며, 오히려 약 7%의 사용량 증가가 관찰되었다. 계시별 요금제를 선택한 가구가 누진 요금제 대비 단위 가격 인하를 경험하면서 고부하, 중부하, 저부하 모든 구간에서 추가적인 전기 소비가 발생했음을 추론할 수 있다. 이러한 결과는 계시별 요금제 설계 시 수요 평탄화를 위한 하루 중 구간별 가격 차별화와 더불어 누진제 대비 일일 한계 가격의 변화 또한 주요 고려 대상이 되어야 함을 시사한다.

또한, 계시별 요금제 적용의 효과는 가구별 사용 특성에 따라 다르게 나타난다(Borenstein, 2013). 일일 사용량이 증가하는 효과는 월평균 사용량이 높은 가구에서 가장 강하게 나타나는데, 이는 주로 한계 가격 감소에 기인하지만, 가격 감소에 따른 반응 수준 또한 사용량이 중간 혹은 낮은 집단보다 민감하게 나타났다. 또한, 태양광 패널을 보유한 가구는 한계 가격 감소에 대한 반응 수준이 태양광 패널을 보유하지 않은 가구보다 낮았으며, 따라서 계시별 요금제 도입 후 태양광 패널이 없는 가구에 비해 소비 증가 폭이 낮았다.

3. 결론

전통적인 첨두 부하 삭감에서 나아가, 수요 관리를 통해 재생에너지가 결합한 전력 시스템의 안정성에 기여하는 측면에서 계시별 요금제는 그 중요성이 강조되고 있다. 본 연구는 계시별 요금제의 효과를 두 단계로 나누어 분석하였다. 첫째로 하루 중 사용 패턴의 변화를, 둘째로 일일 사용량 변화를 관찰한 결과, 한계 가격 하락으로 인한 일일 사용량 증가가 하루 중 수요 평탄화 효과를 상쇄하면서 전 구간에 걸쳐 사용량이 증가했다.

누진 요금제는 하루 중 사용량 조절 기능은 없지만, 사용량에 따라 누진 요금을 적용함으로써 전력 사용량을 억제해 왔다. 누진 요금제에 더하여 계시별 요금제가 추가 도입되는 한국과 같은 요금 체계에서 위의 결과는 피할 수 없는 것일까? 현행 계시별 요금제는 공급자 본인이 고사용 가구에 유리하다고 밝힐 만큼(MBC, 2021) 사용자의 대표성에 한계를 갖는다. 선택제로 시행되면서 고사용 가구에 편중된 분포를 갖게 되었고, 이는 수요 이전 효과를 압도하는 사용량 증가로 이어졌다. 향후 다른 분포나, 일괄 적용 사례를 살펴본다면 흥미로울 것이다. 여러 사용량 계층에게 선택 유인을 안배하면서 한계 가격 감소를 완화하는 요금 체계의 구상 또한 필요하다.

다음으로, 요금제 도입 전후로만 구분한 현행 연구에서 나아가, 도입 효과가 일관되는지, 초기에 민감하게 변화했다가 점차 효과가 줄어드는지(Allcott and Rodgers, 2014; Schleich et al., 2017), 혹은 점진

적으로 수요 이전 방법을 학습해 효과가 강해지는지 추가 연구를 통해 지속성을 분석할 계획이다.

본 연구는 또한 사용 수준별 특성, 태양광 패널 설치 여부에 따른 특성을 살펴보았다. 향후 소비자의 다양한 특성과 사용 행태에 미치는 양상을 파악할 필요가 있다(Gilbert and Zibin, 2014). 특히, 계시별 요금제 도입 이후 태양광 패널을 설치하는 가구를 분석에서 배제하지 않고 포함할 경우, 처치군은 신규로 설치한 가구가 하나도 없었던 반면 대조군은 평균 설치 용량이 두 배 이상 증가했다. 계시별 요금제 도입 가구의 태양광 설치율이 더 높았던 기존 연구와(Liang et al., 2021) 일견 대비된다. 둘 다 가정 소비자가 에너지 전환에 기여할 수 있는 핵심 수단이므로, 후속 연구를 통해 계시별 요금제의 도입과 태양광 패널 설치의 관계 및 서로 미치는 영향을 규명하는 것이 중요하다.

다양한 사용 패턴과 소비 수준을 가진 사용자의 특성을 고려한다면 최적의 수요 관리 효과를 거두는 계시별 요금제를 설계할 수 있다. 폭넓은 사용자층을 위한 계시별 요금제 설계는 그 효과를 극대화하고 에너지 전환에도 더욱 획기적으로 기여할 것이다.

참고문헌

- Allcott, H. and Rogers, T. (2014). The Short-Run and Long-Run Effects of Behavioral Interventions: Experimental Evidence from Energy Conservation, *The American Economic Review*, 104(10), 3003-3037.
- Borenstein, S. (2013). Effective and equitable adoption of opt-in residential dynamic electricity pricing, *Review of Industrial Organization*, 42, 127-160.
- Faruqui, A. (2010). The Ethics of Dynamic Pricing., *The Electricity Journal*, 23(6), 13-27.
- Gilbert, B. and Zivin, G. J. (2014). Dynamic salience with intermittent billing: Evidence from smart electricity meters, *Journal of Economic Behavior and Organization*, 107(PA), 176 - 190.; <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2014.03.011>
- Hausman, A., Kinnucan, M. and Mcfadden, D. (1979). A two-level electricity demand model evaluation of the Connecticut Time-of-Day pricing test, *Journal of Econometrics*, 10, 263-289.
- Jang, H., Moon, s. and Kim, J.(2024). Effects of time-of-use pricing for residential customers and wholesale market consequences in South Korea, *Energy Economics*, 134, 107557.; <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2024.107557>
- Kim, J., Lee, S. and Jang, H.(2022). Lessons from residential electricity demand analysis on the time of use pricing experiment in South Korea, *Energy Economics*, 113, 106224.; <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2022.106224>
- Joskow, P. L. (2019). Challenges for wholesale electricity markets with intermittent renewable generation at scale: The US experience, *Oxford Rev. Econ. Policy*, 35, 291 - 331.
- Liang, J., Qiu, Y. and Xing, B. (2021). Social versus private benefits of energy efficiency under time-of-use and increasing block pricing, *Environmental and Resource Economics* 78, 43-75.
- Schleich, J., Faure, C. and Klobasa, M.(2017). Persistence of the effects of providing feedback alongside smart metering devices on household electricity demand, *Energy Policy*, 107, 225-233.
- Strbac, G. (2008). Demand side management: Benefits and challenges, *Energy Policy*, 36(12), 4419-4426.
- Yang, L., Dong, C., Wan, C. J. and Ng, C. T. (2013). Electricity time-of-use tariff with consumer behavior consideration. *International Journal of Production Economics*, 146(2), 402-410.
- “제주 전기 요금제 개편”, MBC, 2021년 9월 3일, <https://jejumbc.com/article/1FN22g-y5HVAOYn>

사사

본 연구의 일부 기초 연구를 담은 내용이 2023 한국환경경제학회 하계 정기학술대회에서 발표되었습니다.

배출권거래제도 리스크 규명 및 탄소가격 예측을 통한 배출권거래제 이행 지원

세사리 데시 KAIST 디지털인문사회과학센터 연구원, 숲과나눔 특정주제연구자
김하나 KAIST 디지털인문사회과학부 교수

1. 서론

2019년 기준 전 세계 인위적 온실가스(GHG) 배출량은 59 ± 6.6 GtCO₂-eq 에 이르렀으며, 이는 1990년의 21 GtCO₂-eq 에 비해 약 54% 증가한 수치이다(IPCC, 2022). 이러한 인위적 CO₂ 배출의 주요 원인은 화석연료 소비와 산업 활동에 기인한다. 이에 따라 배출량을 줄이기 위한 다양한 연구가 진행되어 왔으며, 그 중 하나의 감축 방안으로 배출권 거래제(emissions trading system, ETS)가 있다(Uddin and Holtedahl, 2013). 배출권 거래제는 총 온실가스 배출량에 상한선(cap)에 해당하는 배출 가능 허용 총량을 설정하고, 각 참여기업에 배출량을 할당한다(World Bank, n.d.). 할당된 배출 허용량을 초과하는 기업은 배출권을 구매해야 하고, 허용량 이하로 배출하는 기업은 잉여 탄소 배출권을 다른 기업에 판매할 수 있다.

그러나 탄소 거래는 다양한 리스크를 포함한다. 탄소 시장의 이러한 리스크는 크게 세 가지 측면으로 분류할 수 있다(Deng & Zhang, 2019). 시장 운영 리스크는 가격의 급격한 변동과 관련된 리스크를 의미하며, 이는 기업의 탄소 시장 참여에 영향을 미친다. 정책 불확실성에는 정책의 급격한 변동 가능성으로 인한 리스크를 의미하며, 시장 참여자에게 잠재적 손실을 초래할 수 있다. 메커니즘 설계의 불확실성에는 상한 설정, 총 탄소배출허용량 할당, 법적 고려 사항 및 탄소 누출 가능성과 관련된 리스크가 포함된다.

본 연구는 배출권거래제도 이행 제도 및 시장의 리스크 규명 및 해소를 목표로 한다. 이 목표를 달성하기 위해 배출권거래제 제도의 리스크를 규명함으로써 제도의 효과적인 운영을 지원할 필요가 있다. 이를 위해서 기존 주요 국가의 배출권거래제도 운영을 통한 시사점 획득하고자 한다. 보다 상세히, 배출권거래제의 구조 분석 및 발생 가능한 잠재적 리스크 도출과 배출권거래제 시장에 가격 불확실성 해소를 위한 배출권가격 예측 및 가격 영향 요인 규명을 수행한다.

2. 본론

목표를 달성하기 위해 본 연구는 크게 배출권거래제 제도 및 운영 사례 비교 분석을 통한 잠재적 리스크 도출 및 제도 개선 제언 및 기계학습을 활용한 배출권가격 예측 및 특성변수별 배출권가격 영향 평가으로 구성된다.

1) 배출권거래제 제도 및 운영 사례 비교 분석을 통한 잠재적 리스크 도출 및 제도 개선 제언

기존 배출권거래제 제도에서 발생할 수 있는 잠재적 리스크를 평가하기 위해, 문헌 수집과 텍스트 분석을 활용한 데이터 시각화가 진행되었다. 문헌 분석은 방대한 과학적 데이터베이스를 조사하고 맵핑하

는 데 널리 사용되며, 특정 연구 주제에 대한 포괄적인 개요를 제공한다(Donthu et al., 2021).

본 연구에서는 “risk analysis in emissions carbon scheme”이라는 용어를 사용하여 Web of Science (WoS)에서 총 193개의 연구 논문의 서지 정보(Bibtex)를 수집해 텍스트 분석을 수행하였다. Word Cloud와 네트워크 시각화 기법을 활용해 텍스트 분석을 수행하였다. Word Cloud는 단어 빈도를 정량화하는 텍스트 데이터 분석 기법으로, 자주 등장하는 단어일수록 큰 크기로 표시된다(Jung et al., 2023). 네트워크 시각화는 각 키워드 노드로, 각 노드의 크기는 키워드의 출현 빈도로, 키워드가 동시 출현시 엷지로 나타낸다.

2) 기계학습을 활용한 배출권가격 예측 및 특성변수별 배출권가격 영향 평가

탄소 시장 리스크와 관련하여 연구자들은 탄소 가격과 관련된 리스크를 평가하고 관리하는 것이 매우 중요하다고 평가한다(Deng & Zhang, 2019; Wang et al., 2022). 미래 탄소 가격 예측은 가격 변동성과 정책의 불확실성으로 인한 운영 리스크와 같은 문제를 완화할 수 있다. 탄소 가격 예측 시 리스크 분석을 강화하기 위해 외부 영향 지표로 에너지 가격, 경제 상황, 환경 여건 및 정책 등을 추가 변수를 고려할 수 있다(Cao et al., 2023).

본 연구에서는 기계 학습 방법 중 서포트 벡터 회귀(support vector regression, SVR)(Drucker et al., 1997)를 사용하여 에너지 가격(석탄, 원유, 가스), 경제 상황과 관련된 요소(주식 시장 가격, 환율, 1인당 GDP), 및 정책 관련 불확실성 변수(경제 정책 불확실성 지수, economic policy uncertainty index)를 입력 변수로 하여 배출권 가격을 예측한다.

3. 결론

1) 배출권거래제 제도 및 운영 사례 비교 분석을 통한 잠재적 리스크 도출 및 제도 개선 제언

WoS에서 수집된 193개의 논문을 바탕으로 텍스트 분석이 “risk(리스크)”라는 용어에 중점을 두고 진행되었다. Word Cloud 결과는 “price(가격)”, “leakage(누출)”, 그리고 “allowance(할당량)”가 출현 빈도가 가장 높았다. “leakage(누출)”, “allowance(할당량)” 등의 높은 빈도 용어는 하위 용어로 설정되고 네트워크 분석 방법을 통해 추가 각각 용어에 대한 관련 용어 또는 단어를 얻으며 분석한다. “leakage(누출)”의 경우, “intensity(집약도)”, “monitoring”, “verification”, “cbam” 등 용어가 나왔으며, 이는 탄소 집약도를 모니터링 지표로 사용할 수 있는 ETS의 모니터링 및 검증 필요성을 시사한다. 또한, 탄소 누출을 완화하기 위한 실행 가능한 해결책으로 CBAM이 식별되었다. “allowance(할당량)”의 경우, “free”, “auction(경매)”, “transparent(투명)” 등 용어가 나왔으며, 이는 경매를 통한 할당이 무상 할당 방식에 비해 더 투명한 접근 방식임을 시사한다.

2) 기계학습을 활용한 배출권가격 예측 및 특성변수별 배출권가격 영향 평가

기계학습의 예시로, SVR 모델은 EU 데이터를 사용하여 훈련되었으며, 훈련된 SVR 모델을 한국의 배출권 가격 예측에 활용하였다. 이렇게 타국의 데이터에 적용함으로써, 향후 인도네시아와 같은 배출권거래제 초기에 있는 다른 국가의 배출권 가격 예측에 적용하기 위한 방법론의 모색을 시도하였다. EU ETS는 가장 오랜 기간 운영된 ETS으로 방대한 데이터를 개방하고 있어 훈련에 활용하였다. EU 데이터를 사용하여 훈련된 SVR 모델의 평가 지표는 예측 모델의 높은 성능을 나타내었다. 또한 훈련된 모델은 EU와 한국의 배출권 가격에 대한 특성 입력 중요도를 분석하는 데 사용된다.

참고문헌

- Cao, Y., Zha, D., Wang, Q., & Wen, L. (2023). Probabilistic carbon price prediction with quantile temporal convolutional network considering uncertain factors. *Journal of Environmental Management*, 342, 118137. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.118137>
- Deng, M. Z., & Zhang, W. X. (2019). Recognition and analysis of potential risks in China's carbon emission trading markets. *Advances in Climate Change Research*, 10(1), 30-46. <https://doi.org/10.1016/j.accre.2019.03.004>
- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of business research*, 133, 285-296. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>
- Drucker, H., Surges, C.J.C., Kaufman, L., Smola, A., Vapnik, V. (1996). Support vector regression machines. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 155 - 161.
- IPCC, 2022, *Climate Change 2022 : Mitigation of climate change*. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [P.R. Shukla, K. Skea, R. Slade, A. Al Khourdajie, R. van Diemen, D. McCollum, M. Pathak, S. Some, P. Vyas, R. Fradera, M. Belkacemi, A. Hasija, G. Lisboa, S. Luz, J. Malley, (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA. doi: 10.1017/9781009157926.
- Jung, S. I., Ho, S. D., Kim, J. (2023). World Cloud Techniques for Data Analysis. *Proceedings of the IEOM International Conference on Smart Mobility and Vehicle Electrification*.
- Uddin, N., & Holtedahl, P. (2013). Emission trading schemes - avenues for unified accounting practices. *Journal of cleaner production*, 52, 46-52. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.03.017>
- Wang, M., Zhu, M., & Tian, L. (2022). A novel framework for carbon price forecasting with uncertainties. *Energy economics*, 112, 106162. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2022.106162>
- World Bank. (n.d.). Putting a Price on Carbon with an ETS. Retrieved January 5, 2024, from https://www.worldbank.org/content/dam/Worldbank/document/Climate/background-note_ets.pdf

사사

본 연구는 “숲과나눔 인재양성 프로그램”의 지원으로 제작되었습니다.

취약계층의 역설, 기후위기 누가 취약한가?

기후위기의 가변성과 취약성의 상호작용을 고려한 취약계층의 재설계

양수연 동의대학교 소방방재행정학과 재난관리학전공 석사과정

장현진 동의대학교 소방방재행정학과 재난관리학전공 석사과정

엄영호 동의대학교 소방방재행정학과 조교수

1. 서론

기후위기는 극한호우, 태풍, 폭염, 산불 등 다양한 재난의 형태로 나타나게 된다는 점에서 기후위기와 재난의 경계와 구분의 의미가 약해지고 있다. 기후위기는 기후변화의 의미를 넘어 위험의 개념에서 이제는 기후재난까지 포괄하고 있다. 우리나라는 2008년 12월 국가 단위의 최초 기후위기 적응 대책인 국가 기후변화 적응 종합계획이 수립된 이래로, 2022년 탄소중립법 등 기후위기에 대응하기 위한 노력이 시행 중에 있다. 이러한 노력의 궁극적 목적은 국민이 기후재난 및 위험으로부터 안전한 사회를 만드는 데 있다. 즉, 기후위기의 위험에도 불구하고 우리의 안전하고 건강한 삶의 유지가 보다 강조된다고 볼 수 있다. 기후위기와 관련하여 어떠한 위험이 존재하는지는 수많은 언론에서 관련 내용을 보도하며 그 위험성을 경고하고 있으며, 실질적인 재난으로의 연계성을 제시한다. 2022년 8월 8일 서울 관악구, 동작구 반지하 침수사고는 폭우로 인한 참사이다. 경향신문은 약 1년 뒤 다음의 기사 제목으로 보도하였다. “반지하는 벌써 물에 잠겼다…여름이 두려운 ‘낮은 곳’ 사람들” 즉, 저지대의 침수 문제는 여전히 생존의 문제이며, 새로운 사회문제로 제기되었다. 기후위기로 인해 발생한 재난은 경제적 피해 혹은 생명의 문제로도 연계되지만, 중요한 것은 누구에게 발생하는 피해인가도 관심을 가져야 한다. 낮은 곳의 의미에 주목할 필요가 있는 것이다. 이는 기후위기의 문제는 기후재난의 불평등과도 밀접하다는 것을 의미한다.

본 연구는 기후위기의 문제는 불평등의 문제라는 문제의식에서 출발한다. 보다 구체적으로 정리하면, 취약계층에게 기후위기는 생존의 문제로 직결된다는 점에서 취약계층의 개념과 의미를 보다 명확하게 검토하여 기후취약계층의 개념 필요성을 도출하고자 한다. 취약계층은 누구인가? 법·제도상으로의 취약계층, 학술적으로 정의하는 취약계층, 정책적으로 지원하는 취약계층 등 취약계층은 매우 포괄적인 개념 체계로서 다양한 학문 분야 및 적용 정책 등에 따라서 다양하게 정의되고 있다. 현재 우리나라는 취약계층을 23개 법령에서 다양하게 정의되고 있다. 이러한 다양한 정의는 취약계층의 역설 혹은 취약의 역설의 문제가 나타나게 만든다. 즉, 취약계층의 역설이란 모두가 취약계층이 되어버리는 상황의 발생으로 인해 실질적인 위험의 수요자가 사각지대로 전락하게 되는 것을 의미한다고 할 수 있다. 법률 및 제도를 통한 취약계층의 정의는 기후위기로 인한 신종 재난 및 잠재 위험에 대한 적극적인 대응과 지원의 취약성을 보이게 된다. 반대로 구체적인 취약계층의 정의가 없다면 재난 상황의 발생 시 제도적인 지원이 불가능한 문제가 나타나기도 한다. 즉, 취약계층은 정의를 하는 것도, 하지 않는 것도 모두 다양한 문제를 담고 있는 양면성을 지니고 있는 것이다.

2. 본론

본 연구는 취약계층의 다양한 정의로 인해 실질적인 취약계층이 모호해지는 문제와 취약계층의 법·제

도적인 정의가 만들어내는 재난 대응의 유연성 저하를 분석하고, 기후위기에 보다 적극적으로 대응하기 위한 시사점을 제시하는데 목적이 있다. 구체적으로, 국내에서 취약계층을 어떻게 정의하고 있는지 문헌 고찰을 실시하고, 학술적 의미에서의 취약계층과 법률적 의미에서의 취약계층 분석 및 미국과 일본의 취약계층 개념 분석을 통해 기후위기에 대한 취약계층 도출의 정책적 시사점을 제시하고자 한다. 연구의 주요 내용 및 방법론, 세부적인 분석 내용과 참고문헌 등을 간략히 정리하면 아래의 표와 같다.

<표 1> 연구의 주요 내용 및 방법론과 세부적 분석 내용 및 참고문헌

주요내용	방법론	세부 분석 내용
취약성 및 취약계층에 대한 이론적 검토	기존 주요 연구 등 문헌 고찰	<ul style="list-style-type: none"> 취약성과 취약계층의 등장과 정의 취약성 개념의 확장(식량안보 및 자연재해 등에서 기후변화, 공중보험, 재난관리 등으로의 확장) 취약계층의 범주화에 따른 계층화(소득, 일자리, 사회적 취약성 등의 구분)와 취약성의 확대(기후변화, 정보접근성, 주거환경, 취업, 동거인 여부 등) 취약성의 속성(단편적에서 복합적이고 가변적 속성으로의 변화) 및 상호작용(정치·경제·사회·문화적·개인적 속성의 연계) 주요 참고문헌(유가영 외, 2008; 박찬임 외, 2007; UNDP, 2005; 윤성권 외, 2013; 이준섭 외, 2011; 이진희 외, 2013; 남영준, 2007; 남원석, 2013; 노대명, 2006; 최혜지 외, 2021)
취약계층의 용어와 정의 분석	취약계층을 중심으로 문헌조사 및 관련 용어 조사	<ul style="list-style-type: none"> 약자에서 취약계층으로의 법률 용어 변화에 따른 다층적 재난 취약성의 검토 취약계층, 재해약자, 안전약자, 재난약자, 재난취약자, 안전취약계층, 재난안전취약계층 등 학술적으로 활용되고 있는 용어 분석 주요 참고문헌(이호승, 2013; 오양수, 2022; 홍원화, 2015; 심기오 외, 2010; 장한나, 2016; 김도형 외, 2017; 홍덕화, 2017; 이주호, 2018; 김명엽, 2021; 류현숙, 2018)
법률적 취약계층 분석	국가 법령 정보시스템 및 문헌 고찰	<ul style="list-style-type: none"> 재난 및 안전관리 기본법, 재해구호법, 화재예방 및 안전관리법 등 23개 법령(법·시행령(대통령령)·시행규칙(부령)) 분석 법령 분석에서 등장한 특정법률에서의 취약계층 : 취업취약계층, 관광취약계층, 영양취약계층, 지식정보취약계층, 원격취약계층, 민원취약계층, 교육취약계층, 보건의료취약계층 등 특정 법률에서 구체적인 취약계층을 정의하지 않는 사례 분석 주요 참고문헌(이주호, 2018)
미국·일본의 취약계층 사례 분석	해외사례 조사 (홈페이지 및 법령정보사이트) 및 문헌 고찰	<ul style="list-style-type: none"> 미국 취약계층의 개념 및 의미, 미국의 취약 요소 검토 및 다양한 취약성을 고려한 지원 방안 검토 일본의 취약계층의 취약성 및 개념 정의 검토 시사점 도출을 통한 이론적·정책적 중요성 도출 주요 참고문헌(김도형 외, 2017; 김명엽, 2021; 성기환 외, 2011; 이동훈 외, 2016; 이재용, 2020; 양기근 외, 2019; 한나, 2016; 류현숙, 2018)
결론 및 시사점 도출	분석 결과 종합	<ul style="list-style-type: none"> 취약성의 상호작용과 무계층적 접근법의 의미 도출 기후위기의 예측 불가능성과 신종 재난 및 잠재 위험 대응을 강화하는 취약성의 재정의 맞춤형 기후위기 대응과 포괄적 기후취약계층 혹은 재난취약계층의 범주 도입

3. 결론

본 연구를 통해 취약계층이 각종 법령 및 제도상으로 다양하게 정의되고 개념화되어 활용되고 있는 것을 확인할 수 있다. 법률·학술적인 취약계층 정의는 획일적인 제도의 확산 과정으로 변화하는 시대적 흐름 및 각 제도마다 내포해야 하는 특성이 반영되어 있지 않은 상태로 신체적·경제적·사회적 요인에 국한한 단편적 취약성만을 내포하고 있는 특징이 나타났다. 또한, 각 제도 및 학술적 정의에서도 취약성에 대하여 학문 분야 및 관련 정책에 따라 미세한 차이가 존재함을 파악하였다. 재난은 단일한 영향만을 끼치는 것이 아니라 자연·인위적 환경, 취약한 사회 집단의 특성과 결합하여 나타나는 경향이 있다(장한나, 2016). 제도의 무늬적 확산 및 동형화에서 벗어나 변화된 취약성의 개념(정보적, 문화적 등)을 포괄적이며 유동적으로 고려하는 폭넓은 시각이 요구된다.

본 연구를 통해 다음의 결론을 제시할 수 있다. 취약성 속성에 따른 상호작용을 분석하고 다층적인 취약성의 개념을 기반으로 취약계층에 대한 재정의가 필요하다. 취약계층의 복합적 속성과 기후위기의 가변적 특성을 고려하고 사회적 맥락을 반영한 취약계층의 구성 범주와 형태의 변화가 필요하다. 따라서 정치, 경제, 사회, 환경 등 다양한 요인의 상호작용에 기반한 취약성의 복합적 재구성 및 관점 변화로 고정된 기준을 중심으로 정의하는 것이 아닌 상황 변화에 따라 유연하게 대응할 수 있는 취약성의 정의가 요구된다. 특정 집단에서 탈피하여 무계층적 관점에서의 다양한 계층을 포괄하는 것이 필요하다. 특히, 법률상에서의 정의에 있어서는 포괄적으로 제정된 상위법의 취약성 개념을 구체화하는 하위법을 정비하여 체계적으로 관리할 수 있는 제도적 장치를 마련해야 할 필요가 있다.

이러한 경우 발생할 수 있는 문제점은 누구나 취약하지만, 모두가 취약하지 않을 수도 있는 문제가 제기될 수 있다. 포괄적인 취약성 정의의 한계와 특정 집단이 아닌 일반 시민을 대상으로 한다는 점에서 제도적 지원의 불명확성과 책임성의 문제 등이 제기될 수 있다. 따라서 미국 및 일본의 사례를 기반으로 지방정부 중심의 지역 맞춤형 재난 대응, 기후위기 대응 체계가 구축되어야 하며, 이를 통해 지역 내 취약성을 고려한 지원방안의 재설계와 취약 요소의 재구성 방안이 수립될 때 포괄적 취약성의 문제가 일정 부분 개선될 수 있다. 또한 법률의 고정적 개념 정의에 따른 법률 개정의 사회적 비용과 시대 변화와의 시차 문제를 개선하기 위하여 일본 방재백서 등을 참조한 시대와 제도 변화에 따른 개념의 가변성에 대한 명시가 필요하며 취약성의 우선적 배려 대상을 중심으로 예시적 정의로 하여 추가적인 지원 대상이 법적 보호를 받을 수 있도록 해야 한다.

마지막으로 본 연구는 취약계층 개념 재정의 필요성을 도출하고, 취약계층 관련 법률적 및 학술적 정의를 비교·고찰하여 변화된 기후위기 및 재난 환경에 적합한 취약계층을 위한 정책과 제도의 필요성을 제시한다는 점에서 학술적 의미가 있다.

참고문헌

- 기상청. 2022. 2022년 이상기후 보고서. 1-167.
- 김도형, 라정일, 변성수, & 이재은. 2017. 대규모 재난 시 재난약자 지원방안. 서울: 희망브리지 전국재해구호협회. 1-205.
- 김명엽. 2021. 재난안전취약계층을 위한 입법적 개선에 관한 연구. 일감법학, (49), 3-27.
- 남영준. 2007. 정보취약계층을 위한 도서관 서비스 활성화 방안에 관한 연구. 한국문헌정보학회지, 41(4), 49-68.
- 남원석. 2013. 주거취약계층의 개념 및 유형에 관한 연구. 주택연구, 21(2), 47-71.
- 노대명. 2006. 취약계층을 위한 일자리 창출방안 연구: 취업취약계층을 중심으로. 장애와 고용, 16(1), 115-146.
- 류현숙. 2018. 안전취약계층의 안전권 보장을 위한 제도 개선 연구. 기본연구과제, 2018, 4365-4805.
- 박찬임, 박성재, 김화순, & 김종일. 2007. 취약계층 고용서비스 이용실태 및 서비스 강화방안. 한국노동연구원. 1-215.
- 백정미, & 이창길. 2023. 재난불평등과 재난안전취약계층에 대한 지원체계. 한국위기관리논집, 19(7), 1-18.
- 성기환, & 최일문. 2011. 대형 재난 현장에서의 사회적 약자 보호시스템 구축에 관한 연구. Crisisonomy, 7(1), 1-22.
- 심기오, 박상현, & 정성희. 2010. 재난약자 방재대책 실태조사 및 분석. 국립방재교육연구원 방재연구소. 1-118.
- 양기근, & 서민경. 2019. 재난안전취약계층의 재난취약성과 재난복원력 연구: 재난안전취약계층의 복원력 지원체계 비교분석. 한국융합과학회지, 8(2), 220-239.
- 여유진, 우선희, 곽윤경, 김지원, & 강상경. 2021. 사회통합 실태 진단 및 대응 방안 연구 (Ⅷ)-사회·경제적 위기와 사회통합. 한국보건사회연구원. 1-479
- 오승현, 정다정, & 나태준. 2024. 지방정부 재난취약계층 지원 영향요인에 관한 연구: 재난취약계층 지원 조례를 중심으로. 지방정부연구, 27(4), 339-368.
- 오양수. 2022. 지하철 재해약자 보행 안전 증진에 관한 연구 : 길음역 중심으로. 가천대학교 산업·환경대학원 산업환경공학과 석사학위논문. 1-112.
- 유가영, & 김인애. 2008. 기후변화 취약성 평가지표의 개발 및 도입방안. 기본연구보고서, 2008, 1-97.
- 윤성권, 최봉석, & 전의찬. 2013. 시흥시 기후변화 취약성 평가 연구. 한국기후변화학회지, 4(1), 1-10.
- 이승원, 이원경, & 이정호. 2020. 재난 유형별 대응역량 강화 및 협업체계 분석 연구. Journal of Next-generation Convergence Information Services Technology Vol, 9(1), 85-93.
- 이주호. 2018. 안전취약계층을 위한 사회복지시설 재난안전관리 지원정책 방안. 위기관리연구논총, 2(2), 47-65.
- 이준섭, & 이진국. 2012. 사회적 취약계층에 대한 권리보호 및 지원체계 구축을 위한 법제 정비 연구. 법제처 국민불편법령개폐팀 연구보고서. 1-202.
- 이진희, & 왕광익. 2013. 취약계층을 배려한 녹색도시정책 방향. 국토정책 Brief, (427), 1-6.
- 이호승. 2013. 유니버설디자인 관점의 재해약자(災害弱者) 배려를 위한 디자인 유의점. Archives of Design Research, 26(4), 219-233, 10.15187/adr.2013.11.26.4.219
- 장한나. 2016. 재난약자의 안전서비스 체계 구축을 위한 연구. 국정관리연구, 11(2), 1-24.
- 최경호. 2018. 기후변화취약계층 지원을 위한 법·정책적 과제. 법학논집, 22(3), 227-252.
- 최혜지, 원영희, & 남기철. 2021. 코로나 19 재난 상황에서의 취약계층 인권보장 실태. [NHRC] 국가인권위원회 발간자료, 0-0.
- 홍덕화. 2017. 방사능 방재 계획의 쟁점과 개선 방향-재난 취약자 보호조치를 중심으로. Crisisonomy, 13(5), 107-122.
- 홍원화. 2015. 안전약자의 재난대응능력 향상을 위한 연구동향분석. 건축환경설비, 9(4), 6-13.
- UNDP. 2005. 「Adaptation policy frameworks for climate change: Developing strategies, policies, and measures」. Cambridge University Press. USA, 1-263. [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://elibrary.poltekkeskendari.ac.id/repository/bd447139e5a70eab3120ca2a5b751b76.pdf](https://elibrary.poltekkeskendari.ac.id/repository/bd447139e5a70eab3120ca2a5b751b76.pdf)

구두발표 세션 2.

환경정책

- 왜 남북산림협력에 많이 이루어졌을까?
 - 2018 남북산림협력 추진요인 분석
문예찬 연세대학교 정치학과 박사과정, 숲과나눔 특정주제연구자
- 해운 환경정책이 해양수질에 미치는 영향
 - ECA와 VSR 정책의 실증적 분석
김순영 서울대학교 환경대학원 박사과정
- 국내 기업 지속가능경영보고서의 노동환경 관리 실태 연구
 - 2023년 발간 지속가능경영보고서를 중심으로
박정효 고려대학교 대학원 사회학과 석박사통합과정, 숲과나눔 특정주제연구자
- 김정은 시기 북한의 농업분야 자원순환정책 ‘고리형순환생산체계’ 분석
 - 오윤정 서울대학교 농경제사회학부 박사과정, 숲과나눔 특정주제연구자
- 중소기업 사업장의 중대재해처벌법 대응 방안 제시 및 서식 개발
 - 이민지 영남대학교 정치외교학과 학생
 - 류현수 대구가톨릭대학교 보건안전학과 대학원생
 - 조은경 한국환경보건학회 연구원
 - 이슬아 한국환경보건학회 연구원
 - 박진현 한국환경산업기술원 연구원

왜 남북산림협력이 많이 이루어졌을까?

2018 남북산림협력 추진요인 분석

문예찬 연세대학교 정치학과 박사과정, 숲과나눔 특정주제연구자

1. 서론

남북관계는 예측하기 어렵고 변동성이 매우 크다 (홍용표, 2022; 고유환, 2018). 지금까지 한반도 평화와 통일을 위해 많은 노력이 이루어졌지만, 가시적인 성과를 도출하지 못하였다 (김근식, 2011). 특정 분야의 남북교류협력은 매우 활발하게 추진되기도 하였으나, 그 이유는 여전히 퍼즐로 남아있다. 남북산림협력은 2018년에만 6차례 이루어졌지만, 그 내부 메커니즘은 블랙박스로 존재할 뿐이다. 특히, 남북산림회담은 2007년 이후 한 차례도 진행되지 않았기 때문에, “왜 수많은 남북교류협력 사업 중에서 남북산림협력이 유독 많이 이루어졌는가?”에 대한 해답을 찾는 것은 학술적으로, 정책적으로 매우 중요하다.

지금까지 이루어진 남북산림협력에 관한 연구는 한반도를 둘러싼 환경 이슈를 도출하고 남북교류협력의 방향을 제언하며 한반도 평화 구축에 기여하였다. (김미자, 2015; 이종민 외 2017; 최현아 2018; 오삼언 외 2019; 임철희·최현아 2022). 다만, 이미 진행된 남북산림협력에 초점을 맞추었고, 왜 남북산림협력이 이루어졌는지에 관해서는 충분히 논의되지 않았다. 본 연구는 남북산림협력의 추진 배경에 주목하여, 선행연구가 풀지 못한 블랙박스의 실마리를 제공한다는 점에서 선행연구와 차별성을 둔다. 연구 결과, 2018년 남북산림협력이 집중적으로 이루어진 이유는 산림보호에 대한 북한의 인식과 국제사회와의 활발한 협력경험으로 나타났다. 또한, 북한 산림정책이 지닌 광의(廣義)의 산림이 남북산림협력 추진 메커니즘의 결정적 계기로 작용하였다.

2. 남북산림협력 추진 메커니즘

남북산림협력의 활발한 전개는 남북관계 개선이라는 전제조건 하에 이루어졌다고 할 수 있다 (고유환, 2018; 임을출, 2018). 그럼에도 불구하고, 남북교류협력을 구성하는 정치, 군사, 경제, 사회문화 등의 이슈 중에서 유독 산림분야 협력이 집중적으로 이루어진 것은 여전히 의문이 남는다. 남북산림협력은 남북관계 개선 이후 어떠한 메커니즘에 따라 개최되었을까? 당시 국무총리는 남북관계 개선을 위해 대북제재 제외 사업을 먼저 추진할 것을 밝혔고 (국민일보, 2018.5.4.), 청와대 역시 산림협력의 인도주의적 차원을 강조하였다 (서울신문, 2018.5.3.). 대북제재 상황 속 산림협력의 전개는 인도적 지원과 연계된다는 점에서, 제재 여부와 상관없이 추진 가능한 사업이라고 할 수 있다. 다만, 국제사회는 제재가 북한 주민들에게 비인도적인 영향을 미칠 수 있음을 감안하여 인도주의적 지원에 한해 제재 면제 조치를 부과한다 (지혜론, 2021). 제재 국면 속 추진할 수 있는 남북교류협력은 산림협력만 있는 것이 아니다.

따라서 대북제재 면제를 넘어, 추가적인 이슈가 남북산림협력의 활발한 전개를 이끌어냈음을 기대할 수 있다. 본 연구는 북한의 수요에 주목하여, 남북산림협력의 전개 메커니즘을 도출한다. 남북교류협력에 있어 북한의 수요를 파악하는 것은 매우 중요하다 (나용우 외, 2019). 또한, 남북교류협력은 남과 북의 수요가 일치해야만 실현될 수 있으며, 이를 위해 북한의 현황과 교류협력에 대한 인식을 파악하는 것은 필수적이다 (변학문, 2018). 남북산림협력은 북한의 수요 및 현황 파악 아래에서 이루어졌다고 할 수 있다. 예를 들어, 2019년 1월 북한 노동신문에서는 북한이 산림정책을 자국의 노력만으로는 추진하기

어려우며, 과거 성공적인 산림녹화를 거둔 남한과의 협력이 북한 산림정책에 기여할 수 있음을 간접적으로 제시하였다 (로동신문, 2019. 1. 1, 이현주, 우정무, 2022에서 재인용). 본 연구는 남북산림협력이 다음과 같은 메커니즘을 통해 추진되었다고 제시한다. 북한은 산림보호에 대한 높은 중요도를 가지고 있으며, 남북관계 개선 및 대북제재 적용이라는 전제 조건 아래에, 실현가능성 및 시급성이 가장 높은 산림협력을 우선적으로 추진하였다고 할 수 있다. 본 연구는 산림협력에 대한 북한의 인식을 살펴보고, 이후 이것이 어떻게 남북산림협력에 적용되었는지 논의한다.

3. 남북산림협력의 동인 및 한계

북한에서의 산림보호는 김일성, 김정일의 유훈이자 필생의 염원으로 대표된다 (김정남, 2015), 특히, 김정은은 산림복구전투에 활용되는 나무모를 생산하는 양묘장을 현지도 하거나 (로동신문, 2015.12.3.; 로동신문, 2018.7.24.), 나무모 생산, 산림 관리 등 산림복구전투에 기여하는 가정들을 애국가 가정으로 칭하며 감사의 뜻을 전하기도 하였다 (로동신문, 2016.4.13.). 한편, 북한의 산림은 광의(廣義)의 관점에서 접근할 필요가 있다. 북한은 산림을 농업생산성, 생물다양성 등과 연계하고 있으며, 국제사회의 대북 산림협력 역시 산림 분야 뿐만 아니라 다양한 분야와의 연계를 통해 이루어지고 있다.

북한은 국제사회에서 기후변화 분야 만큼은 자발적이고 활발하게 참여하는 모습을 보인다 (Habib, 2015). 북한의 기후변화 대응은 산림복구전투를 중심으로 이뤄지며, 이를 통해 재해위험을 감소시키고자 한다 (오삼언, 박소영, 2022). 북한이 국제사회에 제출한 국가 기후변화 대응 정책 (NDC) 역시 산림복구 저투를 강조하고 있다 (DPRK, 2016). 북한은 산림을 산림 그 자체에 대한 의미보다는 산림 의제의 확장성에 주목하여 광의의 관점에서 접근하고 있다. 북한은 산림보호를 통해 국내의 다양한 문제를 해결하고자 남북산림협력 이전부터 국제사회와 협력해왔다. 남북관계 개선 시기에는 협력 대상을 넓혀, 남북산림협력을 중심으로 문제 해결의 중심 축을 옮겼다고 볼 수 있다.

2018 남북산림협력은 다른 시기에 비해 활발한 남북산림협력이 전개되었지만, 여전히 한계가 존재한다. 남북산림협력은 국내 및 국제정치 환경에 따라 꾸준한 논의를 지속하는 데 한계를 보였다. 예를 들어, 하노이 북미정상회담이 결렬됨에 따라 남북관계 역시 교착되었고, 2018년 이후 가속화된 남북산림협력도 정체되었다. 이 외에도 남북산림협력의 자체적 특성이 지속가능한 남북산림협력을 이끌어내지 못하였다. 남북산림협력의 의제는 양묘장 조성, 병해충 방제, 산불 방지 등 다양하게 논의되었지만, 실질적인 이행에 있어서는 일회적 사업으로 그치는 경우가 많았다.

4. 결론

남북관계는 교착과 개선을 반복한다. 교착 국면에서 가장 중요한 것은 과거 남북협력이 어떻게 시작할 수 있었는지 기록하고, 앞으로의 과정에 이를 적용하는 것이다. 본 논문은 남북산림협력에 초점을 맞추어, 가장 최근 남북관계에서 활발히 이루어진 협력 사례가 어떻게 이루어질 수 있었는지 규명하였다.

현재 국제사회의 대북제재로 인해 남북 간 협력은 대부분 중단되었고, 앞으로의 추진 가능성도 희박하다. 다만, 한반도에서의 산림협력 재개 가능성이 완전히 사라진 것은 아니다. 대북제재 강화 이후에도 국제사회의 대북지원은 지속적으로 이루어졌다. 지난 2021년 6월부터 2022년 5월까지, 유엔식량농업기구는 인도적 지원을 목적으로 대북제재 면제 조치를 받았다. 남북 간의 협력은 어렵지만, 국제기구를 통한 협력은 충분히 해볼 만하다. 빠른 길을 가야할 때는 지름길로 가야하지만, 길이 막혔을 때는 예옴길로 가야한다. 완전히 막힌 길은 없다. 때로는 먼 길을 가야할 뿐이다. 현재의 남북관계는 아무것도 할 수 없지만, 국제기구를 활용한 협력은 여전히 추진할 수 있다. 아무것도 할 수 없다고 포기하는 것이 아니

라, 무엇을 할 수 있는지 생각하고 준비하길 기도한다.

참고문헌

- 고유환, 2018, 문재인 정부의 평화우선주의와 비핵평화 프로세스, 북한학연구, 14(2), 5-39.
- 김근식, 2011, 대북포용정책과 기능주의: 이상과 현실, 북한연구학회보, 15(1), 39-57.
- 김미자, 2015, 북한의 환경정책과 남·북한 환경협력 강화 방안: 그린데탕트를 위하여, 환경정책, 23(3), 1-24.
- 김정남, 2015, 100문 100답으로 보는 오늘의 조선, 평양출판사.
- 변학문, 2018, 북한의 '과학기술 강국' 구상과 남북 과학기술 교류협력, 통일과 평화, 10(2), 81-113.
- 임을출, 2018, 지속가능한 남북관계 발전조건: 4·27 판문점 선언을 중심으로, 통일정책연구, 27(1), 1-26.
- 임철희, 최현아, 2022, 한반도 환경협력을 위한 국제사회 동향과 미래 협력방안, 환경생물, 40(2), 224-238.
- 이현주, 우정무, 2022, 김정은 집권기(2012-2020) 북한의 산림정책과 남북 산림협력 방안연구: 산림조성·산림보호·산림이용 분야를 중심으로, 사회과학연구, 29(4), 208-233.
- 오삼언, 김은희, 김경민, 박소영, 2019, 남북 산림법 및 정책에 관한 비교 연구, 통일정책연구, 28(1), 159-181.
- 오삼언, 박소영, 2022, 북한의 자연재해와 기후변화 대응전략, 현대북한연구, 25(3), 181-223.
- 홍용표, 2022, 남북관계: 50년의 경험과 교훈, 한국과 국제정치, 38(1), 189-226.
- 김정남, 2015, 『100문 100답으로 보는 오늘의 조선』, 평양: 평양출판사.
- Habib, B., 2015, Balance of Incentives: Why North Korea Interacts with the UN Framework Convention on Climate Change, Pacific Affairs, 88(1), 75-97.
- “경애하는 김정은동지께서 조선인민군 122호양묘장을 현지지도 하시고지식경제시대의 요구에 맞게 양묘장을 현대화할데 대한 과업을 제시하시였다,” 로동신문, 2015년 12월 3일.
- “경애하는 김정은동지께서 조국의 푸른 숲을 가꾸는데 애국충정의 마음을 바쳐가고있는 산림가정들에 감사를 보내시였다,” 로동신문, 2016년 4월 13일.
- “경애하는 최고령도자 김정은동지께서 강원도양묘장을 현지지도하시였다,” 로동신문, 2018년 7월 24일.
- “경애하는 최고령도자 김정은동지께서 신년사를 하시였다,” 로동신문, 2019년 1월 1일.
- “남북 이달 중순 고위급회담…산림분야부터 협력,” 서울신문, 2018년 5월 3일.
- “남북 판문점선언 이행, 대북제재 대상 아닌 산림부터 협력한다,” 한국일보, 2018년 5월 3일.
- “‘판문점 선언’ 이행 속도전… 北 조림사업 추진,” 국민일보, 2018년 5월 4일.
- DPRK, 2016, “Intended Nationally Determined Contribution of Democratic People’s Republic of Korea”, <https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Democratic%20People's%20Republic%20of%20Korea%20First/DPRK-NDC.pdf>.

사사

이 논문은 재단법인 숲과나눔의 지원을 받아 작성되었으며, 학술지에 게재된 논문을 재구성하였습니다 (문예찬, (2024). 왜 남북산림협력이 많이 이루어졌을까?: 2018 남북산림협력 추진요인 분석. 환경정책, 32(2), 105-129)

해운 환경정책이 해양수질에 미치는 영향

ECA와 VSR 정책의 실증적 분석

김순영 서울대학교 환경대학원 박사과정

1. 서론

기후변화로 인한 지구 열탕화(Global Boiling) 현상이 심화되면서 해양 환경의 중요성이 그 어느 때보다 부각되고 있다. 해양은 지구 표면의 70% 이상을 차지하며, 대기 중 이산화탄소와 열의 상당 부분을 흡수하는 기후 조절자 역할을 한다. 그러나 해양의 기후변화는 전례 없는 속도로 진행되고 있으며, 이는 생태계와 인류에 심각한 위협이 되고 있다. 특히 한국과 같이 수출입 중심의 경제 구조를 가진 국가에서는 해상운송이 국가 경제에 미치는 영향이 크기 때문에, 해양 환경 보호와 경제 발전 사이의 균형을 찾는 것이 중요한 과제로 대두되고 있다. 이러한 배경에서 본 연구는 2020년 9월부터 시행된 배출규제해역(Emission Control Area, ECA)과 선박저속운행 프로그램(Vessel Speed Reduction, VSR)이 해양수질에 미치는 영향을 실증적으로 분석하였다. 특히 총질소(TN)와 총인(TP) 농도 변화를 중심으로, 이들 정책이 해양 생태계에 미치는 영향을 평가하고자 하였다.

2. 본론

본 연구는 2011년부터 2023년까지의 해양수산부 해양환경 측정망 운영사업 데이터를 활용하였다. 연구 대상은 ECA와 VSR 정책이 시행된 5개 주요 항만(부산항, 인천항, 울산항, 여수광양항, 평택항)이며, 이들 항만 내 15개 정점의 표층수 데이터를 분석에 사용하였다.

분석 방법으로는 고정효과 패널분석(Fixed Effects Panel Analysis)을 채택하였다. 이 방법은 시간에 따라 변하지 않는 개별 항만의 고유한 특성을 통제할 수 있어, 정책 효과를 보다 정확히 추정할 수 있다는 장점이 있다. 종속변수로는 총질소(TN)와 총인(TP) 농도를, 독립변수로는 정책시행 여부, 수온, 염분, pH, COD, DIN, DIP, Si, 선박입출항 등을 사용하였다.

연구 결과, ECA와 VSR 정책의 시행이 총질소(TN) 농도 감소에 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 구체적으로, 정책 시행 후 총질소 농도가 평균 145.311 $\mu\text{g/L}$ 감소했으며, 이는 10% 유의수준에서 통계적으로 유의미했다. 이러한 결과는 해운 부문의 대기질 개선을 목표로 한 정책이 해양 수질 개선에도 긍정적인 영향을 미칠 수 있음을 시사한다. 반면, 총인(TP) 농도에 대해서는 정책 시행의 직접적인 효과가 통계적으로 유의미하게 나타나지 않았다. 선박 입출항 활동(\ln_vessel)이 총인 농도와 양의 상관관계를 보이는 것으로 나타났다(계수: 28.366, $p < 0.10$). 이는 해운 활동의 증가가 대기오염 물질을 증가로 이어지는 일반적인 결과를 보여준다. 주목할 만한 점은 총인은 선박 활동과 양의 상관관계를 보이는 반면, 총질소는 선박 활동과 통계적으로 유의한 관계를 보이지 않았다는 것이다. 이러한 차이는 ECA와 VSR 정책으로 인한 대기 중 질소 배출 감소가 해양의 총질소 농도에 어느 정도 영향을 미쳤을 가능성을 시사한다. 즉, 선박 활동 증가로 인한 총질소 농도 상승 효과가 대기질 개선 정책으로 인한 감소 효과와 상쇄되어 나타났을 수 있다는 해석이 가능하다.

3. 결론

연구 결과는 해양 환경 정책의 효과성을 입증하며, 동시에 환경 정책의 통합적 접근 필요성을 강조한다. 대기질 개선을 목표로 한 정책이 해양 수질에도 긍정적인 영향을 미친다는 점은 대기와 해양을 통합적으로 고려한 환경 정책 수립의 중요성을 보여준다. 또한, 총질소와 총인에 대한 정책 효과의 차이는 해양 환경 관리의 복잡성을 나타내며, 이는 지속적인 모니터링과 정책 최적화의 필요성을 시사한다. 본 연구는 해운 환경정책, 특히 ECA와 VSR 정책이 해양 수질에 미치는 영향을 실증적으로 분석함으로써, 이들 정책의 효과성을 입증하고 향후 정책 방향에 대한 중요한 통찰을 제공한다. 연구 결과는 대기 환경 정책이 해양 환경에도 긍정적인 영향을 미칠 수 있음을 보여주며, 이는 지구 환경 시스템의 상호 연결성을 고려할 때 매우 중요한 발견이다.

분석 결과를 통해 환경 정책 수립에 있어 중요한 함의를 도출할 수 있다. 우선, 대기와 해양의 밀접한 연관성을 고려할 때, 환경 정책 수립 시 대기와 해양을 통합적으로 고려하는 접근이 필요하다. 또한, 해양의 변화는 되돌리기 힘든 특성을 가지고 있으므로, 선제적이고 적극적인 환경 정책의 중요성이 강조된다. 총질소와 총인에 대한 정책 효과의 차이, 그리고 영양염류 간의 복잡한 상호작용은 생태계 기반의 통합적 해양 관리 접근이 필요함을 시사한다. 마지막으로, 해양 환경 정책의 효과성을 지속적으로 모니터링하고 평가할 수 있는 장기적인 체계 구축의 중요성이 부각된다. 본 연구의 실증적 결과는 해양 환경 정책의 중요성을 재확인하며, 향후 더욱 효과적이고 통합적인 정책 수립을 위한 기초 자료로 활용될 수 있다. 이는 지속가능한 해양 환경 관리와 기후변화 대응을 위한 중요한 학술적, 정책적 기여로 평가될 수 있다.

국내 기업 지속가능경영보고서의 노동환경 관리 실태 연구

2023년 발간 지속가능경영보고서를 중심으로

박정효 고려대학교 대학원 사회학과 석박사통합과정, 숲과나눔 특정주제연구자

1. 서론

글로벌 ESG경영이 화두가 되고, 기업의 사회적 책임과 지속가능경영의 중요성이 강조되는 풍토가 마련되고 있다. 하지만 한국의 노동환경은 저임금 및 장시간 노동 이슈 등이 여전히 존재하며, 다양한 노동 지표들은 노동인권이 제대로 보장받지 못하는 현실을 반영하여 보여주고 있다(매일노동뉴스, 2024). 이러한 상황에서 현재 기업의 노동환경을 파악하고 진단하는 것은 향후 개선 방안 모색에 필수적인 것이다. 따라서 본 연구는 상장기업이 발행하는 지속가능경영보고서를 통해 한국의 노동환경이 실제 어떻게 평가되고 있는지 확인하고, 관리 실태에 대한 시사점과 후속 연구를 제안하고자 한다.

2. 본론

1) 연구방법

(1) 연구대상

국내 노동계는 기업의 사회적 책임을 강화하기 위해 단체협약에서 GRI 기준의 지속가능보고서 발간을 요구하고 있다(이형준, 2017). 본 연구는 2023년 한국거래소 ESG포털에서 제공하는 공시를 기준으로 공개한 상장기업의 지속가능경영보고서를 대상으로 한다. 보고서는 2022년 1월부터 12월의 내용을 포함하며, 각 기업의 홈페이지를 통해 자료를 수집하였다. 161개의 보고서 중, 중복된 7개를 제외한 154개를 분석대상으로 한다.

(2) 분석방법

154개 보고서를 업종, 보고서 명칭, 활용지표, 검증기관, 노동 관련 중대이슈키워드, GRI표준(GRI Standards) 적용여부를 기준으로 살펴본다. ESG평가지표 중 하나로 해외시장의 정당성 획득을 위해 가장 표준적인 보고 관행으로 자리 잡은 GRI지표에서(Burritt & Schaltegger, 2010; 이주현, 2017) 보고 기준에 따른 주제표준(Topic Standards)지표를 이용하여 노동환경(노동과 인권 관련 30개)항목 지표가 보고서에 포함되어 공시하고 있는지를 확인했다.

수집된 보고서의 업종은 한국표준산업분류에 따라 구분하였으며, 보고서의 명칭은 엑셀 스프레드시트에 수기 입력 후, ‘ESG’, ‘지속가능성’, ‘통합보고’, ‘기타’로 태그하여 분류하였다. 중복 사용의 경우 ‘ESG’와 다른 용어가 함께 사용된 경우 ‘ESG’로 분류하였다. 활용지표로는 GRI, SASB, TCFD, UN SDGs의 사용을 확인하였고, 검증기관은 홈페이지에 공개된 내용과 보고서 안에 포함된 내용을 기준으로 확인하였다. 노동관련 중대이슈키워드는 각 보고서의 중대성 이슈 관련 항목에 게시된 중대이슈를 엑셀 스프레드시트에 수기 입력하고, GRI지표 중 노동과 인권에 관련된 401번부터 414번 항목을 포함하고 있는 이슈들을 분리 수집하여, 국가학술정보 분석서비스의 워드클라우드에 업로드 후 데이터 분석을 진행하였다.

2) 연구결과

(1) 지속가능경영보고서 현황

업종을 구분하면 2023년 지속가능경영보고서를 발행한 한국의 상장기업 중 제조업이 전체의 49%(n=75)로 가장 큰 비중을 차지했다. 금융 및 보험업이 그 뒤를 따랐고 20%(n=31), 도매 및 소매업과 정보통신업이 각각 9%(n=14)를 차지하였다. 보고서 명칭을 보면, 154개 중 70.8%가 '지속가능성'을 가장 빈번하게 사용하였고, 18.2%가 'ESG'를 보고서 명칭에 포함하고 있었다. 이외 '통합보고서', '연차보고서', '기업시민보고서', '임팩트보고서'등의 명칭도 확인되었다. 명칭 표기의 연도 기준은 작성기준(2022년)이 53.9%, 발행기준(2023년)이 38.3%으로 나타났다. 활용지표를 살펴보면 154개 보고서 모두 GRI지표를 사용하고 있었으며, SASB는 136개, TCFD는 122개, UN SDGs는 137개 보고서에서 추가로 사용되었다. GRI, SASB, TCFD, UN SDGs를 모두 사용한 보고서는 108개였으며, 네 가지 활용 지표 중 하나만 사용한 보고서는 4개였다. 검증기관은 총 22곳으로 집계되었으며, 한국경영인증원이 36%로 가장 많이 검증하였고, BSI가 22%로 뒤를 이었다. 상위 4개 검증기관인 한국경영인증원, BSI, 한국표준협회, 한국품질재단이 전체 검증의 70%를 차지하였다.

(2) 노동 관련 '중대이슈키워드'와 'GRI표준' 적용여부

GRI지표 중 노동과 인권에 관련된 401번부터 414번 항목의 내용을 포함하고 연관된 중대이슈의 키워드를 모아 워드클라우드 분석을 한 결과, '안전' (n=87), '보건' (n=71), '관리' (n=54), '인권' (n=44), '강화' (n=38), '직원' (n= 34), '인재' (n=33), '경영' (n=32) 등이 확인되었다.

2021년 개정된 GRI지표를 사용한 보고서가 153개였고, 나머지 한개의 보고서는 2016년 GRI지표를 사용했다. 보고서는 전체 항목기준 평균 81개 GRI지표항목을 공개하고 있었으며, 노동과 인권에 관련된 30개 GRI지표는 평균적으로 18개를 공개하고 있었다. 이 중 가장 많이 공개된 항목은 '(403-1)직장 건강 및 안전 관리 시스템', '(403-4)직장 건강 및 안전 관련 커뮤니케이션 & 자문 및 근로자 참여', '(403-5) 직장 건강 및 안전 관련 근로자 교육' 항목이었으며(n=137) '(403-2)위험요인 파악, 리스크 평가, 사고 조사' 항목과 '(403-9)업무 관련 부상' 항목이 뒤를 이었다(n=136). 반면, '(412-3)인권 관련 조항을 포함하고 있거나 인권 심사를 받은 주요 투자 협정 및 계약'항목은 가장 적게 포함되었다(n=3). 업종별로 살펴보면, '제조업'이 가장 많은 GRI항목을 개시하고 있었고 (n=19), '도소매업과 정보통신업' (n=18)과 '금융 및 보험업'이 (n=16) 뒤를 따랐다.

3. 결론

본 연구에서 분석한 지속가능경영보고서는 기업이 다양한 이해관계자에게 공개하는 자료로서 이를 통해 노동환경의 실태를 파악하는 것은 의의가 있다. 분석 결과 업종별 보고서 발행의 차이, 'ESG'를 제목에 포함하는 명칭의 변화, 다양한 활용지표의 사용, 상위 검증기관으로의 집중화 현상 등을 지속가능경영보고서 실태분석을 통해 발견하였다.

GRI적용여부 분석 결과, 제도 및 법과 관련한 지표와 세부지표의 측정이 용이하거나 민감하지 않은 항목, 그리고 비용이 적게 드는 지표는 공개 수준이 높았다. 반면 (GRI 412) 지표항목과 같이 답변 요구수준이 높은 경우, 공개 수준은 낮은 것으로 확인되었다. 또한, 노동 관련 지표의 공시가 이뤄지고 있음에도 불구하고 지표와 실제 보고 내용 사이의 괴리가 있어, 기업의 노동환경 관리 수준을 파악하기 어려운 실태가 드러났다. 이는 기업의 정보 공개가 실질적인 노동환경 개선과 연결되기 위해 더욱 투명하고 일괄된 접근이 필요함을 시사한다.

중대이슈키워드 분석을 통해 '안전'과 '보건' 등 단어에 초점을 맞추고 있는 것을 미뤄보아 2020년 1월

부터 시행된 ‘산업안전보건법 전부개정법령’에 따른 규제강화와 안전보건교육실시 의무가 영향을 미친 것으로 판단된다(최윤희, 이기호, 이상명, 2022). 반면, 구성원의 다양성과 노사관계에 관한 관심은 다소 부족한 것으로 나타났다. 빠르게 다변화하는 한국의 노동시장을 고려할 때 노동자를 고려한 다양한 핵심 이슈 도출에 관심을 기울일 필요가 있다.

GRI지표를 비롯한 ESG관련 평가지표는 기업을 비롯한 사회의 변화를 이끄는 역할을 하는 한편, 조직의 잘못된 해석이나 지표 적용 방법에 대한 이해 부족으로 인해 실질적인 도움이 되는지에 대한 의문(Barnett, 2024)이 제기되기도 한다. 또한 기업이 재량적으로 지표를 채택하고, 해석하여 공개 내용을 선택적으로 활용할 수 있기때문에(Adams, Alhamood & He, 2022), 지표의 사용과 해석 과정에서 오남용을 경계할 필요가 있다. 이와 같은 내용은 실태분석을 바탕으로 ESG 경영의 관점에서 기업이 노동환경 변화와 발전을 위해 어떤 점을 고려해야 할지에 대한 시사점을 제기한다.

참고문헌

- 이주현, (2017), 지속가능경영과 국내외 사례, 대한경영학회 학술발표대회 발표논문집, 서울
- 이형준, (2017), 노동분야에서의 사회적 책임의 과제와 전망, 저스티스, 308-349
- 최윤희, 이기호, & 이상명, (2022), 지속가능경영보고서의 중요성 분석을 통해 바라본 지속가능경영 이슈와 10년의 변화, Korea Business Review, 26(1), 125-148
- Adams, C. A., Alhamood, A. M., & He, X., (2022), The development and implementation of GRI standards: practice and policy issues, In Handbook of accounting and sustainability (pp. 26-43), Edward Elgar Publishing.
- Barnett, J, (2024), Sustainable Development: What’s the Problem Here? A Post-Structural Discourse Analysis of the Global Reporting Initiative
- Burritt, R. L., and S. Schaltegger, (2010), “Sustainability accounting and reporting: fad or trend?,” Accounting, Auditing & Accountability Journal
- “[ILO 의장국인데] 한국 국제노동권지수 11년 연속 최하위 등급”, 매일노동뉴스, 2024년9월1일

사사

본 연구는 (재)숲과나눔의 지원을 받아 수행된 연구입니다.

김정은 시기 북한의 농업분야 자원순환정책 ‘고리형순환생산체계’ 분석

오윤정 서울대학교 농경제사회학부 박사과정, 숲과나눔 특정주제연구자

1. 서론

기후위기와 자원고갈은 인류의 생존을 위협하는 위험요소이며, 농업분야의 자원순환은 해당 문제를 해결하는 데 가장 핵심적인 역할을 수행한다. 농업은 환경오염의 가장 큰 피해자임과 동시에 가해자이기 때문이다. 화석연료를 기반으로 산업화된 현대농업은 전 세계 온실가스 배출량 중 4분의 1 정도로 상당부분을 차지하고 있다.¹⁾

따라서 가장 최근 개최된 제28차 유엔기후변화협약 당사국총회(COP28)에서는 ‘지속가능한 농업, 복원력 있는 식량시스템, 기후행동에 관한 COP28 UAE 선언’이 발표되었다. 30여 년의 기후총회 역사상 농업분야가 처음으로 주요 의제로 부상한 것으로 큰 의미를 갖는다. 우리나라를 포함해 152개국이 지속가능한 농업과 기후에 대한 회복력을 강화하는 데 공감대를 형성한 것이다.²⁾ 그리고 이는 구체적으로 총회 가입국들의 자원순환농업 추진으로 이어지고 있다.

이러한 세계적 흐름은 국제사회의 동향으로부터 떨어져 있을 것 같은 북한에도 마찬가지로 적용된다. 북한은 오랜 시간 사회 전반에 걸쳐 자원 절약을 적극적으로 추진해왔다. 그리고 대외관계로 인해 만성적인 식량부족을 겪는 만큼 농업분야는 북한에게 가장 해결이 시급한 분야이다. 이에 실제로 북한은 1990년대 후반 비교적 이른 시기부터 ‘고리형순환생산체계’라고 불리는 농업분야의 자원순환정책을 추진해왔다. 그리고 김정은 집권 이후 해당 정책은 그 중요성이 더욱 강조되고 있다.³⁾

북한의 ‘고리형순환생산체계’는 추후 해당분야 남북한 간의 협력을 통해 북한 주민들의 삶을 개선시킬 수 있으며, 양측의 의사가 부합하여 상호협력의 호혜성을 추구할 수 있다는 점과 더불어 탄소저감 등 한반도 생태환경 보호 측면에서 긍정적인 영향을 미칠 수 있다는 점에서 중요하다. 따라서 본 연구는 「로동신문」과 기타 북한의 1차 문헌을 주요 분석대상으로 선정하여 문헌분석 방법을 통해 자원순환정책의 관점에서 김정은 시기 ‘고리형순환생산체계’ 관련 정책기조와 현실양상을 함께 살펴보고 그 특징 및 한계를 도출하여 북한이 추진하고 있는 ‘고리형순환생산체계’의 수준을 평가해보고자 한다.

- 1) 실제로 IPCC(기후변화정부간협의체)의 2023년 보고서에 의하면 온실가스 전체 배출량 중 농업 및 임업으로 인한 비중이 4분의 1(22%)에 이른다. 또한 동년 IEA(국제에너지기구)의 보고서는 식량 시스템 전체 비중이 전 세계 온실가스 배출량의 약 30%를 차지하는 것으로 밝혔다. (UN environment programme, 『climate changes 2023: Synthesis Report』, 2023.3.; 2), IEA, 『CO2 Emissions in 2023』, 2024.2.).
- 2) 선언문에는 농업과 식량시스템에서 온실가스 배출을 줄이고 기후변화 최전선에 놓인 농민들의 생계를 보호하자는 내용이 포함되었다. 더불어 국가 온실가스 감축목표(NDC)나 국가적응계획(NAP) 등 국가 전략에 농식품 관련 조치를 종합적으로 반영할 것을 촉구하는 내용이 명시되었다.
- 3) ‘고리형순환생산체계’는 생산이나 생활과정에서 나오는 모든 폐설물들을 자원화하여 그것을 다시 생산에 효과적으로 이용하며 생산활동이 자연환경에 미치는 부정적영향을 최소로 줄이고 농업생태계의 물질생산잠재력을 최대한으로 발휘하도록 하는 농업생산체계를 의미한다. (홍철훈, “농업부문에서 고리형순환생산체계를 확립하기 위하여 나서는 몇가지 문제,” 『경제연구』, 2012년 제1호, 2012, pp. 23~24.).

2. 본론

1) 선행연구 검토

북한의 농업분야 자원순환정책과 관련된 대표적인 선행연구는 크게 북한의 유기농업을 주제로 한 연구와 남북 그린테탕트와 관련한 농업분야 협력을 주제로 한 연구 두 가지로 나눌 수 있다. 유기농업을 주제로 한 선행연구들은 공통적으로 유기농업의 특징 중 한 가지로 ‘고리형순환생산체계’를 간략히 다루며 ‘고리형순환생산체계’의 유기농업적인 측면을 강조하였다. 그리고 유기질 비료의 핵심적인 역할을 강조하며 ‘고리형순환생산체계’를 다루었다. 남북 농업분야 협력을 주제로 한 연구는 주로 그린테탕트를 거시적인 차원에서 분석하였고 산림분야, 감염병, 미세먼지, 자연재난의 공동대응 및 DMZ 평화지대화에 집중하여 수행되었으며 농업분야 중 자원순환형 농업을 단일한 주제로 수행된 연구의 수는 적다.

선행연구를 기반으로 한 본 연구의 차별성은 다음과 같이 정리할 수 있다. 첫째, 자원을 효율적으로 재활용하고 환경오염을 최소화하며 농업 생산성을 향상시키는 것에 초점을 맞춘 자원순환형 농업의 관점에서 ‘고리형순환생산체계’를 분석하고자 한다. 둘째, 북한의 공식 간행물을 적극적으로 활용하여 당국의 정책기조와 함께 구체적인 현실양상을 김정은 집권 시기에 집중하여 상세하게 살펴보고자 한다. 셋째, 앞선 내용들을 통해 김정은 집권 시기 ‘고리형순환생산체계’의 특징과 한계를 밝히고 향후 전개될 방향에 대해 종합적으로 전망 및 평가하여 북한의 농업분야 자원순환정책의 현 주소에 대한 이해에 기여하고자 한다.

2) ‘고리형순환생산체계’의 출현배경 및 목적

고난의 행군시기 농산물 증산과 비료 부족 해결을 목적으로 출현하여 식생활 구조의 변화로 인해 확장된 ‘고리형순환생산체계’의 주요 목적은 다음과 같이 네 가지로 정리할 수 있다. 첫째, 가장 핵심적인 목적은 농·축·수산물의 증산이다. 북한은 공식매체를 통해 ‘고리형순환생산체계’의 목적이 알곡생산량 늘리기와 축산 활성화, 수산물 생산량 증가라는 것을 명확히 밝히며 이를 도입하여 생산계획을 초과수행하는 성과를 낸 협동농장과 기업소에 대한 소개를 지속적으로 보도하고 있다. 둘째, 유기질 비료의 생산 및 이용을 통해 지력을 향상시키는 것이다. 무분별한 화학비료 사용으로 인해 토지의 비옥도가 하락되어 알곡정보당 수확량이 감소하는 문제를 해결하기 위해 고리형순환생산체계의 도입을 추진한 것이다. 셋째, 농업경영활동상의 실리를 보장하는 것이다. 자원이 절대적으로 부족한 북한이 처한 환경에서 농·축·수산업에 투입되는 요소를 줄이고 적은 지출로 더 많은 생산물을 생산해내는 경제적 효율성을 높이기 위한 것으로 해석할 수 있다. 넷째, 폐기물에 의한 환경오염과 파괴를 방지하는 것이다. 토지와 강하천, 바다, 대기에 버려지던 각종 폐설물과 부산물을 재사용하여 절약과 함께 환경오염을 막고 나아가 복구하는 것을 목적으로 한다.⁴⁾

3) ‘고리형순환생산체계’의 핵심 유형 및 지역적 분포⁵⁾

북한은 ‘고리형순환생산체계’를 합리적으로 운영하기 위한 방법으로 각 단위의 특성에 맞는 여러 가지 유형을 받아들이고 있다. ‘고리형순환생산체계’의 유형과 방식은 여러 측면에서 분석할 수 있지만 일반적으로 북한은 순환적 연계가 이루어지는 대상의 수준과 상호 관계에 따라 구분하고 있다. 실제로 최초의 ‘고리형순환생산체계’는 농산-축산 단순결합형으로 시작되었으며 이에 과수업, 수산업, 메탄가스, 버섯, 오리 등의 기타 생산물 등 여러 가지 요소가 확산 및 결합되어 추진 지역의 특성에 따라 유형이 점차 다양해지는 모습을 보인다.⁶⁾

4) 정철준, “고리형순환생산체계를 세우는 것은 농업생산을 늘리기 위한 필수적 요구,” 『농업과학기술』, 2010년 10호, 2010, p. 5.

5) ‘고리형순환생산체계’의 지역적 분포 및 대표지역 사례 분석 내용은 연구논문 원문을 참고바랍니다.

6) 본 연구에서는 1)농산-축산 결합형과 2)과수-축산 결합형, 3)농산-축산-수산 결합형, 4)농산-축산-수산-메탄가스 결합형 네 가지를 중심으로 하여 분석하였다.

3. 결론

김정은 정권의 ‘고리형순환생산체계’는 이전 정권과 비교해 양적, 질적 측면에서 대폭 확산·발전하여 각 시기마다 관련 부문의 국제사회 흐름과 북한의 정책 방향성을 함께 고려하는 모습을 보이며 해당 부문에 있어서 북한만의 고유한 특징과 한계를 드러낸다. 선대 수령 또는 자원순환정책을 시행하고 있는 국제사회와 비교해 ‘고리형순환생산체계’ 추진 과정상 나타나는 김정은 정권만의 특징은 1) ‘증산’을 주목적으로 한다는 점, 2) 과학농사와 결부시켜 추진하고자 한다는 점, 3) 생태농업 등을 통해 환경보호 측면을 강조한다는 점 세 가지로 정리할 수 있다. 다음으로 북한의 체제 특성과 대외환경의 영향을 받아 유사한 형식의 자원순환정책을 추진하고 있는 타 국가와는 확연히 다른 특징을 갖는다. 그리고 이로 인해 파생되는 한계 또한 명확하게 존재하며 이는 1) 자원부족과 집단 농축산 체제의 구조적 문제, 2) 영농 현대화 미흡 및 과학기술역량 발전상의 한계 두 가지로 정리할 수 있다.

자원순환형 농업은 전 세계적으로 그 중요성이 더욱 확대되고 있다. 그리고 이는 북한과 같은 저개발 국에도 마찬가지이다. 북한은 우리나라 등 선진국에서 환경보호를 주목적으로 하여 추진하는 자원순환 농업과 달리 경제적 성과 확대 또는 증산을 목적으로 자원순환농업을 추진하고 있다. 그리고 환경보호는 이에 자연스럽게 따라오는 부차적인 효과로의 작용하고 있다.

북한의 ‘고리형순환생산체계’는 국제사회의 대북제재 장기화 속에서 자력갱생의 핵심동력으로 더욱 확대·발전할 것으로 예상된다. 이는 북한의 경제 및 사회에 막대한 영향을 미칠 수 있다는 점에서 중요하게 인식해야 한다. 이와 더불어 ‘고리형순환생산체계’를 수행하는 과정에서 발생 가능한 무분별한 부산물 처리로 인해 발생하는 환경오염 문제 등에 대한 고려와 북중, 북러 무역 활성화로 인한 비료 수입 확대 등이 향후 북한의 ‘고리형순환생산체계’ 추진에 미칠 영향 등을 종합적으로 고려하여 북한의 농업 분야 자원순환정책에 대한 관심을 지속해야 한다.

참고문헌

- 강수향, “고리형순환생산체계의 합리적운동을 위한 계획화사업에서 나서는 기본요구,” 『계획경제』, 2019년 2호, 2019.
- 강수향, “고리형순환생산체계의 합리적 운영을 위한 계획지표설정에서 나서는 요구,” 『계획경제』 2019년 2호.
- 고유환, “북한연구방법론의 쟁점과 과제,” 『통일과 평화』 제11집 제1호, 2019.
- 국가정보원, 『북한 법령집 上』, 서울: 국가정보원, 2022.
- 국가정보원, 『북한 법령집 下』, 서울: 국가정보원, 2022.
- 김영민, “농산과 축산의 고리형순환생산실태분석에서 나서는 문제,” 『경제관리』 2017년 2호, 2017.
- 김영훈 외, 『북한 맞춤형 농업개발협력의 유형과 구상』 나주: 한국농촌경제연구원, 2012.
- 김원철, “농업순환경제발전경험,” 『인민대학습당통보』 2014년 6호, 2014.
- 김일환, “김정은 시대 식량증산정책 - 축산업, 수산업 정책을 중심으로,” 『IFES 정책보고서』 2021-05, (서울: 경남대학교 극동문제연구소), 2021.2.19.
- 김향미, “고리형순환생산체계의 형태와 방식,” 『주체농법』 2015년 제8호, 2015.
- 리만재, “고리형순환생산체계와 그의 사회경제적의의,” 『사회과학원학보』 2012년 제2호, 2012.
- 모춘홍, “김정은 시대 북한의 ‘과학기술 중시 정책’과 인민생활 향상,” 『문화와 정치』 제9권 제1호, 2022.
- 변학문, “북한에서 각광받는 사료용 작물 애국풀,” 『북한과학기술네트워크』, 2016.11.21.
- 배원철, “농장들에서 도입할 수 있는 고리형순환생산체계의 형태규정방법,” 『농업과학기술』 2011년 제7호, 2011.
- 오윤정 외, “북한의 농촌지역 ‘메탄가스화’ 연구,” 『통일문제연구』 제36권 제1호, 2024.
- 윤무근, “북한 유기농업의 발전과정과 특징에 관한 연구,” 『북한연구학회보』 제24권 제1호, 2020.
- 이해정 외, “남북 그린테탕트 구현을 위한 실천 과제,” 『현대경제연구원 현안과 과제』 2022.6.29.
- 정은미, “북한의 협동농장과 유기농업의 동향,” 『모심과살림지』 14호, 2016.
- 정은미, “식량주권의 관점에서 본 북한의 유기농업,” 『현대북한연구』 16권 1호, 2013.
- 정철준, “고리형순환생산체계를 세우는 것은 농업생산을 늘이기 위한 필수적 요구,” 『농업과학기술』, 2010년 10호, 2010.
- 조성택 외, “접경지역 남북농업교류협력사업 추진방안 연구,” 『경기연구원 정책연구』 2022-31, 수원: 경기연구원, 2022.8.
- 홍철훈, “농업부문에서 고리형순환생산체계를 확립하기 위하여 나서는 몇가지 문제,” 『경제연구』 2012년 제1호, 2012.
- Sanghoon Lee et al, “North Korea’s Shift to Organic Farming and the Role of Microbial and Organic Fertilizers,” Korean Journal of Soil Science and Fertilizer. 30 November 2023.
- 강선일, “오늘날 북녘 유기농업의 핵심열쇠는?” 『한국농정신문』 (온라인), 2020.3.27., <<http://www.ikpnews.net>>.
- 김승택, “당의 감자농사혁명방침의 정당성과 생활력,” 『김일성종합대학 홈페이지』, 2018. 8. 17. <<http://www.ryongnamsan.edu.kp/univ/ko/research/articles/0e55666a4ad822e0e34299df979>>.
- 신은별, “‘개방 없는 개혁’의 한계... 북한, ‘중국식 농업 혁신’추진하나,” 『한국일보』 (온라인), 2018.6.23., <<https://m.hankookilbo.com/News/Read/201806222102745814?did=sms>>.
- 안영란, “양어발전의 강령적지침을 마련하시여,” 『김일성종합대학 홈페이지』, 2018.11.1. <<http://www.ryongnamsan.edu.kp/univ/ko/research/articles/fe70c36866add1572a8e2b96bfede7bf>>.
- 이승현, “北, 제3차 순환식 생산체계에 관한 토론회 진행,” 『통일뉴스』 (온라인), 2012.12.1. <<https://www.tongilnews.com/news/articleView.html?idxno=100771>>.
- 이태현, “[이태현의 통일농업] 북한의 ‘우리식 유기농업,’” 『한국농정신문』 (온라인), 2019.9.1., <<http://www.ikpnews.net>>.
- 『로동신문』
- 『민주조선』
- 『조선의 오늘』
- 『조선중앙통신』
- UN environment programme, 『Climate Change 2023: Synthesis Report』, 2023.3.
- IEA, 『CO2 Emissions in 2023』, 2024.2.

중소규모 사업장의 중대재해처벌법 대응 방안 제시 및 서식 개발

이민지 영남대학교 정치외교학과 학생
류현수 대구가톨릭대학교 보건안전학과 대학원생
조은경 한국환경보건학회 연구원
이슬아 한국환경보건학회 연구원
박진현 한국환경산업기술원 연구원

1. 서론

상시 근로자 수 5인 이상의 모든 사업장에 중대재해처벌법이 확대 시행됨에 따라, 상시 근로자 수 5인 이상인 모든 건설 현장을 비롯하여, 음식점·제과점 등 개인 사업주도 중대법 적용을 받는다. 이에 고용노동부에서는 50인 미만 기업을 대상으로 설명자료 및 산업안전 대진단 등 홍보와 지침을 제시하고 있다. 중대재해처벌법의 입법 목적은 중대재해처벌법에 대한 이해를 통해 사업장에서 발생할 수 있는 중대한 사고를 예방하고, 근로자들의 안전을 보장하는 것이다. 하지만 중소기업에서는 무엇보다 해야 하는지에 대한 정보 부족과 사업장의 열악한 여건 등 부족한 준비 상황으로 혼란이 가중되고 있다.

중대재해처벌법에 대한 효과적인 이해와 적용은 근로자들의 생명과 안전을 보호하는데 중요한 역할을 한다. 본 연구에서는 50인 미만 사업장의 준비 사항과 중대재해처벌법 시행령 9가지에 대한 서식 제공으로 명확한 이행 내용을 적극 안내하고, 영세사업장에 대한 안전보건 의식 고취를 위한 방안을 제시하여 근로자들이 안전한 일터에서 일할 수 있도록 하고자 한다.

2. 재료 및 방법

1) 설문지 개발 및 설문조사

중대재해처벌법 시행에 대한 애로사항을 파악하기 위하여 안전보건 관련 사업장 현황, 중대재해처벌법 이행 준비 현황, 중대재해처벌법 개선 및 지원방안으로 구성된 자체 설문지를 개발하였다. 소규모 사업장의 관계자나 근로자를 대상으로 2024년 6월 1일에서 7월 31일 동안 온라인 설문조사를 배포하여 실시하였다.

2) 중대재해처벌법 관련 기존 자료에 대한 문헌조사 및 서식개발

중대재해처벌법, 산업재해예방, 산업대진단을 키워드로 하여 고용노동부, 안전보건공단 등 관계기관의 가이드, 배포 자료를 조사하였다. 조사된 자료 중 중대재해처벌법 시행령에 대한 서식을 추출하였고, 각 시행령에 맞는 최적화된 서식을 활용할 수 있도록 정리하였다.

3. 결과 및 토의

1) 설문지 조사 결과

소규모 사업장의 관계자와 근로자를 대상으로 66명이 조사에 참여하였다. 중대재해처벌법 관련 설문

조사 결과 중 준비현황, 개선방안, 지원방안에 대한 결과를 통해 다음의 주요 내용을 확인하였다. 중대재해처벌법 이행 준비중이거나 이행하지 않은 이유로는 무엇인지 모른다(32%)가 가장 많은 부분을 차지하였다. 중대재해처벌법 의무 준수가 어려운 이유로는 불명확한 의무 내용(32%), 많은 의무 내용(26%) 순으로 나타났다. 중대재해처벌법 개선 시 우선적으로 추진해야 할 사항으로 중대재해처벌법 대응에 대한 서식 안내(41%)가 가장 많은 부분을 차지하였다. 중대재해처벌법 입법 보완이 시급한 사항으로는 안전보건확보의무 구체화(49%)가 가장 크게 나타났다. 소규모 사업장의 관계자나 근로자의 의견에 따라 중대재해처벌법에 대한 안내와 서식 배포가 이루어진다면 안전보건확보 의무 내용에 대한 구체화와 불명확한 의무 내용에 대해 해소할 수 있을 것으로 판단된다.

2) 문헌조사 결과

문헌조사 결과 중대재해처벌법 이행에 대한 안내서 16개, 설문조사 8개, 사례집 3개로 중대재해처벌법 이행을 위한 관련 자료 총 27개의 자료를 파악하였다. 또한 중대재해처벌법 위반으로 인한 판결이 2024년 7월 기준 18건으로 확인되었으며, 판결문에 따른 중대재해 사건 판결 동향으로 유해위험요인 확인, 개선 업무절차, 안전보건관리책임자 등에 대한 평가, 비상대응 매뉴얼에 대한 내용이 주요사항으로 확인하였다.

3) 서식 개발

조사된 자료 중 중대재해처벌법 시행령에 대한 서식을 추출하였고, 각 시행령에 맞는 최적화된 서식을 개발하였다. 그 중 중대재해 사건 판결 동향의 주요사항에 대한 쟁점을 다음과 같이 정리하였고 서식을 작성하였다.

유해위험요인 확인, 개선 업무절차(시행령 제4조 제3호)로 사고발생 작업에 대한 위험성평가가 누락된 경위, 산업안전보건법상 위험성평가가 실시되지 않은 경위, 사고발생 작업에 대하여 위험성평가 절차 외에 유해위험요인을 파악할 수 있는 다른 절차가 마련되었는지, 경영책임자에 의한 반기 점검 및 필요조치가 적절하게 실시되었는지를 주요 확인사항으로 파악하였다.

안전보건관리책임자 등에 대한 평가(시행령 제4조 제5호)로 안전보건관리책임자, 안전보건총괄책임자, 관리감독자가 모두 적법하게 선임되었는지, 담당 업무를 충실히 수행하였는지, 업무수행 여부를 반기 1회 이상 평가하고 평가결과에 따라 조치를 이행하고 있는지를 주요 확인사항으로 파악하였다.

비상대응 매뉴얼(시행령 제4조 제8호)로 비상대응 매뉴얼상 시행령 제4조 제8호 각목의 조치가 포함되었는지, 사고가 발생한 상황이 급박한 위험이 있는 경우도 포함되도록 매뉴얼이 마련되어 있는지, 중대재해가 발생한 경우 구호조치, 근로자 대피 등 해당 매뉴얼에 따라 후속조치가 실시되었는지, 사고가 발생하기 이전에 비상 대응 매뉴얼에 대한 교육 또는 훈련 등을 실시하였는지를 주요 확인사항으로 파악하였다.

4. 결론

본 연구에서는 중대재해처벌법 시행에 따라 중소기업 사업장에서 해야 할 사항을 제시하였다. 또한, 중대재해처벌법 시행령에서 명시하는 9가지 안전, 보건 관리체계를 소개하였으며 어렵게 느껴질 수 있는 법령에 대한 접근성을 높이기 위한 서식을 개발하였다. 중대재해처벌법 대응 방안을 소개하여 중소기업 사업장에서 산업안전보건사고 예방·대응 제도를 운용할 수 있는 역량을 키울 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구를 통해 사업주는 막연한 두려움보다 차분히 자신의 사업장을 둘러보면서 위험 요인을 파악하

고 개선하는 재해예방 역량을 갖출 수 있다.

중소규모 사업장의 제도 이해 부족, 역량 취약 등 애로사항에 대응방안을 제시하여 사회적 문제를 해결 및 제도 정착을 위한 기반을 확보 할 수 있다.

중소·영세기업의 눈높이를 고려한 방안을 제시하여, 법에 대한 이해와 현장 작동성을 높일 것으로 기대된다.

참고문헌

- 고용노동부, 안전보건공단, 소규모 사업장을 위한 위험성평가 안내서, 2023, 1-8
- 고용노동부, 안전보건공단, 쉽고 간편한 위험성평가 방법 안내서, 2023, 9-43
- 고용노동부, 사업장 비상상황 대비 가이드라인, 2023, 29-36
- 대한상공회의소, 중대재해처벌법 시행 후 50인 미만 기업 실태조사, 2024, 1-4
- 대구서부지방법원, 2023고단1746 2023, 1-6
- 대구서부지방법원, 2023고단 593, 2023, 1-6
- 대구지방법원, 2023고단 3905, 2024, 1-7
- 대구서부지방법원, 2022고단 2940, 2024, 1-10
- 부산고등법원, 2023노 167, 2023, 1-7
- 부산지방법원, 2023고단 1616, 2023, 1-8
- 서울북부지방법원, 2023고단 2537, 2023, 1-7
- 서울중앙지방법원, 2023고단 3237, 2023, 1-5
- 수원안산지방법원, 2023고단3139, 2024, 1-9
- 인천지방법원, 2023노 2635, 2023, 1-11
- 울산지방법원, 2022고단 447, 2024, 1-10
- 울산지방법원, 2023고단5014, 2024, 1-10
- 의정부지방법원, 2022고단 3255, 2023, 1-7
- 제주지방법원, 2023고단 146, 2023, 1-13
- 창원지방법원, 마산지원_2022고합 95, 2023, 1-15
- 창원지방법원, 2023고합 8, 2023, 1-13
- 창원지방법원, 2022고단 1429, 2023, 1-29
- 창원마산지방법원, 2024고단89, 2024, 1-6
- 한국경영자총협회, 50인(역) 미만 사업장 중대재해처벌 이행 준비 실태조사, 2023, 1-8

구두발표 세션 3.

환경커뮤니케이션

- 개인의 환경보호 인식이 정부의 환경보호 정책 평가에 미치는 영향
 - 일회용 컵 보증금 제도와 식품접객업소의 종이/생분해 빨대 사용 정책을 중심으로
 - 최근원 서강대학교 신문방송학과 박사과정
 - 이현지 서강대학교 신문방송학과 석사과정
 - 정민지 서강대학교 신문방송학과 석사과정
 - 조재희 서강대학교 지식융합미디어학부 교수
- 후쿠시마 오염수 방류의 국내 위험 커뮤니케이션 양상 분석
 - 정부, 여·야당 행위자를 중심으로
 - 김선우 서울대학교 정치외교학부
- 아동기 자녀 양육자의 기후행동 방해요인
 - 박지연 서울대학교 협동과정 환경교육전공 박사과정
 - 조유진 서울대학교 환경계획학과 환경관리학전공 박사과정
 - 최민경 서울대학교 협동과정 환경교육전공 석사과정
- 콜롬비아 농업금융기관의 ESG경영과 기후변화 대응전략
 - Banco Agrario와 Finagro의 사례 연구
 - 허경도 한국외국어대학교 국제지역대학원 박사과정, 숲과나눔 장학생

개인의 환경보호 인식이 정부의 환경보호 정책 평가에 미치는 영향

일회용 컵 보증금 제도와 식품접객업소의 종이/생분해 빨대 사용 정책을 중심으로

최근원 서강대학교 신문방송학과 박사과정
이현지 서강대학교 신문방송학과 석사과정
정민지 서강대학교 신문방송학과 석사과정
조재희 서강대학교 지식융합미디어학부 교수

1. 서론

1) 이슈 제기 및 선행연구 고찰

국내 플라스틱 생산량은 꾸준히 증가하고 있으며, 2030년에는 1,740만 톤의 플라스틱이 국내에서 생산될 것으로 예측된다(이소라·고인철·황용우·홍수열, 2020). 이러한 상황에서 한국인들의 커피 사랑은 전 세계에서 상위권에 속하며, 1인당 커피 소비량은 세계 평균의 3배가 넘는 수치를 보인다(현대경제연구원, 2019). 이에 따라 정부는 카페, 식당 등 매장 내에서의 일회용 플라스틱 컵 사용 금지 정책을 발표했고, 카페에서도 플라스틱 빨대 대신 종이 또는 생분해 빨대 사용을 하기 시작했다. 그러나 작년 11월 정부의 플라스틱 빨대 사용 관련 정책 변경과 프랜차이즈와 개인 카페의 기준이 다른 정책 적용으로 혼란스러운 부분이 여전히 남아있다(서영광, 2023). 이와 같은 일회용 컵 보증금 제도와 플라스틱 빨대 사용 규제에 대한 국민의 반응은 다양하다. 이 정책들이 환경보호에 실질적이 도움이 되는지에 대한 의문과 함께, 환경보호 인식 개선이 우선이라는 의견도 제시되고 있다(김수연, 2021; 박현갑, 2021; 윤진현, 2021). 종이 빨대의 경우에도 친환경성에 관한 논란과 특유의 비린내에 관한 논란도 꾸준히 나오고 있다(김성진, 2024). 환경보호 운동, 정책 또는 캠페인은 과거부터 현재까지 국내외적으로 꾸준히 연구가 진행되어 온 분야이다. 하지만 2022년 논의 이후 제주도와 세종시에 선제적으로 시행하고 있는 일회용 컵 보증금제도와 2018년 이후 점차 확대되고 있는 플라스틱 빨대 사용규제와 관련한 소비자들의 반응과 영향에 관한 연구는 아직 존재하지 않는다.

2) 연구가설/문제 및 연구 방법

본 연구는 개인의 환경보호 인식이 정부의 환경보호 정책 평가에 영향을 미치는지 알아보았다. 또한, 이와 함께 정부 정책으로 인해 일회용 컵 보증금 제도와 식품접객업소의 종이/생분해 빨대 사용 정책을 소비자들 어떻게 평가하고, 이것이 환경보호 인식 개선에 도움이 되는지 분석하였다. 이를 위해 비확률표집 중 편의표집을 활용하여 220부의 설문을 확보하고 이를 SPSS 25.0을 활용하여 분석하였다.

연구가설 1. 개인의 환경보호 인식은 일회용 컵 보증금 제도 정책 평가에 정적인 영향을 미칠 것이다.

1.-1 환경문제의 심각성 인식은 일회용 컵 보증금 제도 정책 평가에 정적인 영향을 미칠 것이다.

1.-2 환경보호 책임 인식은 일회용 컵 보증금 제도 정책 평가에 정적인 영향을 미칠 것이다.

1.-3 친환경 생활의 편익 인식 및 중요성은 일회용 컵 보증금 제도 정책 평가에 정적인 영향을 미칠 것이다.

연구가설 2. 개인의 환경보호 인식은 종이/생분해 빨대 사용 정책 평가에 영향을 미칠 것이다.

2-1 환경문제의 심각성 인식은 종이/생분해 빨대 사용 정책 평가에 정적인 영향을 미칠 것이다.

2-2. 환경보호 책임 인식은 종이/생분해 빨대 사용 정책 평가에 정적인 영향을 미칠 것이다.

2-3. 친환경 생활의 편익 인식 및 중요성은 종이/생분해 빨대 사용 정책 평가에 정적인 영향을 미칠 것이다.

연구문제 1. 일회용 컵 보증금 제도는 개인의 환경보호 인식 개선에 도움이 될 것인가?

연구문제 2. 종이/생분해 빨대 사용 정책은 개인의 환경보호 인식 개선에 도움이 될 것인가?

2. 본론

첫째, ‘개인의 환경보호 인식은 일회용 컵 보증금 제도 정책 평가에 정적인 영향을 미칠 것이다’에 관한 연구 결과는 <표 1> 같다. 세 가지 개인의 환경보호 인식 중에서 친환경 생활의 편익 인식 및 중요성만이 일회용 컵 보증금 제도 정책 평가에 긍정적인 영향을 주는 것으로 나타났다.

<표 1> 개인의 환경보호 인식이 일회용 컵 보증금 제도 정책평가에 미치는 영향

변수	비표준화 계수		표준화 계수	t(p)
	B	SE	β	
(상수)	1.835	0.588		3.122**
환경보호 심각성 인식	-0.246	0.157	-0.124	-1.565
환경보호 책임 인식	0.212	0.129	0.150	1.642
친환경 생활의 편익 및 중요성 인식	0.433	0.113	0.324	3.822***
성별(통제변수)	-0.076	0.139	-0.036	-0.547
F	9.583***			
R^2 / adj. R^2	0.153 / 0.137			
Durbin-Watson	2.023			

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

둘째, 개인의 환경보호 인식이 종이/생분해 빨대 사용 정책 평가에 영향을 주는지 분석한 결과는 <표 2>와 같다. 개인의 환경보호 인식 세 가지 중에서 환경보호 책임 인식과 친환경 생활의 편익 인식 및 중요성만이 종이/생분해 빨대 사용 정책에 정적인 영향을 주는 것으로 나타났다.

<표 2> 개인의 환경보호 인식이 종이/생분해 빨대 사용 정책평가에 미치는 영향

변수	비표준화 계수		표준화 계수	t(p)
	B	SE	β	
(상수)	0.524	0.622		0.843
환경보호 심각성 인식	0.042	0.166	0.019	0.255
환경보호 책임 인식	0.277	0.137	0.176	2.023*
친환경 생활의 편익 및 중요성 인식	0.299	0.120	0.202	2.496*
성별(통제변수)	-0.572	0.147	-0.243	-3.897***
F	15.600***			
R^2 / adj. R^2	0.227 / 0.213			
Durbin-Watson	1.869			

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

셋째, 일회용 컵 보증금 제도와 종이/생분해 빨대 사용 정책이 개인의 환경보호 인식 개선에 도움이 될 것인가에 대한 조사 결과 기술 통계를 통해 분석한 연구 문제에서는 일회용 컵 보증금 제도의 경우 응답 평균이 3.97로 7점 리커트 척도 기준 평균인 3.5 점보다 이상으로 나왔지만, 종이/생분해 빨대 사용 정책의 경우 응답 평균이 3.43으로 3.5 점보다 이하인 것으로 나타났다. 이를 통해 일회용 컵 보증금 제도가 종이/생분해 빨대 사용 정책보다 환경보호 인식 개선에 더 도움이 되는 것을 예측할 수 있다.

3. 결론

본 연구는 카페를 자주 이용하는 대한민국 20·30대를 대상으로 개인의 환경보호 인식이 정부의 환경보호 정책평가에 미치는 영향을 분석하고, 이러한 정책이 개인의 환경보호 인식 개선에 도움을 주는지에 대해 탐구하였다. 이를 통해 기존에 다루지 않았던 비교적 최근의 플라스틱 관련 정책의 시행 상황 그리고 그에 대한 국민의 반응이나 효과에 대해 알아보았다는 점에서 의의가 있다. 또한, 플라스틱 사용을 비롯하여 정부에서 환경보호 관련 정책을 설계하는 과정에서 더욱 실효성 있는 정책을 만드는데 기여할 수 있다는 점에서 의의가 있다. 일회용 컵 보증금 제도가 종이/생분해 빨대 제도 보다 환경보호 인식 개선에 도움이 된다는 결과에서 알 수 있듯이 플라스틱 사용규제라는 공통의 목적을 가진 정책이라도 국민이 그것을 수용하는 정도나 국민의 환경보호 인식에 더 긍정적인 영향을 미치는 정도에는 차이가 있음을 확인할 수 있었다. 이어서 단순한 규제나 제한보다 환경보호 인식 개선이 더 우선되어야 함을 확인할 수 있었다. 특히, ESG 경영과 CSR 활동이 꾸준히 증가하고 있는 현 상황에서 기업에 환경보호 인식 개선의 중요성을 알려주고, 더 효과적인 경영과 기업의 사회적 책임을 다할 수 있는 지표가 될 수 있다.

본 연구는 환경보호와 관련된 연구에 대한 필요성을 제기하고 향후 더 넓은 분야로 확장하여 환경보호 인식을 연결 지어 볼 수 있는 가능성을 열었다고 볼 수 있다. 본 연구는 국민이 일상에서 많이 이용하는 카페에 초점을 두고 연구를 진행하였는데, 앞으로 카페뿐만 아니라 일상생활 전반에 걸친 생활 습관에 영향을 미칠 수 있는 연구를 기대해 볼 수 있을 것이다. 또한 환경문제는 전 세계가 직면한 문제인 만큼, 우리나라를 넘어 다양한 국가가 시행하는 환경정책과 타국민이 가진 환경보호 인식을 놓고 비교하는 연구를 진행해 볼 수도 있을 것이다.

참고문헌

- 이소라·고인철·이찬희·황용우·홍수열(2020). 순환경제로의 전환을 위한 플라스틱 관리전략 연구. <환경포럼>, 239, 1-26.
- 현대경제연구원(2019). <커피산업의 5가지 트렌드 변화와 전망>. (경제주평 19-25).
- 김성진(2024, 03, 09). "재활용 못하는데 친환경?"...카페서 실종된 종이빨대 진실은. <머니투데이>. <https://n.news.naver.com/mnews/article/008/0005009457?sid=101>
- 김수연(2021, 12, 04). "1000원 추가요? 왜요? 먹고 갈게요"...'일회용컵' 퇴출 스벅 매장 가봤더니 [밀착취재]. <세계일보>. <https://news.naver.com/main/read.naver?mode=LSD&mid=sec&sid1=102&oid=022&aid=0003644640>
- 박현갑(2021, 12, 17). 1회용컵 보증제 시의적절하나 실효성 높일 방안 더 강구해야. <시사뉴스>. <http://www.sisa-news.com/news/article.html?no=183448>
- 서영광(2023, 11, 14). "빨대 두고 "이랬다 저랬다" 정책에...프랜차이즈·개인 카페, 모두 '골머리'". <녹색경제신문>. <https://www.greened.kr/news/articleView.html?idxno=308483>
- 윤진현(2021, 12, 29). "코로나19 정상화 아직 멀었는데...일회용품 규제 과도하다". <중부일보>. <http://www.joongboo.com/news/articleView.html?idxno=363519164>

후쿠시마 오염수 방류의 국내 위험 커뮤니케이션 양상 분석

정부, 여·야당 행위자를 중심으로

김선우 서울대학교 정치외교학부

1. 서론

현대 사회는 위험사회일까? 현대에는 급격한 기술 발달로 우리 삶의 물질, 지적 토대가 완전히 바뀌어 가고 있다. 각종 기술로 인간의 편의성은 향상되었지만, 기술과 사회가 고도화될수록 미시적 문제도 거시적인 국가 안보의 문제로 ‘창발’할 수 있는 위험성이 높아졌다. 2008년 광우병 사태나 사드 배치의 전자파 문제가 모두 이에 해당한다. 최근의 후쿠시마 오염수 방류를 둘러싼 국내 논쟁(이하 ‘오염수 사태’)도 이러한 ‘기술 위험’에 해당하는 사례라고 볼 수 있다. 이는 2011년 동일본 대지진으로 발생한 후쿠시마 원전 사고를 최종적으로 해결하기 위해 일본이 원전 오염수 방류를 결정하면서 국내에 각종 갈등을 촉발시켰다.

사태를 둘러싼 커뮤니케이션 양상에 있어서 최근 오염수 사태는 과거 광우병 사태와 다른 양상을 보였다. 과거 광우병 사태에서는 미디어가 대규모 시위를 촉발한 중심적인 역할을 한 것에 비해, 최근 오염수 사태는 제도권 내의 정치권에서 논쟁이 가열되고 다시 완화되는 모습을 보였기 때문이다. 일본의 오염수 방류에 대해 정부와 여당, 야당은 다양한 쟁점을 두고 크게 대립하며 사안을 정치화시켰다. 과학 기술이 발달하고 현대 사회가 고도화될수록 이러한 사회적인 ‘위험’을 관리하는 것이 매우 중요해지고 있다는 문제의식을 토대로, 필자는 일본의 오염수 방류를 둘러싼 위험이 정치권, 정부, 미디어 등 다양한 행위자에 의해서 어떻게 다뤄지는지 위험 커뮤니케이션의 관점에서 분석해보고자 한다. 더 나아가, 유사하게 외부적 요소에 의해 논쟁이 촉발되었으나, 제도권 밖 거리의 정치로서 대규모 시위가 벌어진 광우병 사태와 오염수 사태를 ‘위험 커뮤니케이션’의 측면에서 비교하여 후쿠시마 오염수 사태에 대해 구체적으로 분석하고자 한다.

2. 본론

1) 연구방법

이 연구는 문헌연구 방법을 활용하여 진행한다. 행위자들의 오염수 사태에 관한 입장이 드러난 자료들을 통해 그들의 커뮤니케이션 전략과 행위자 간 상호작용을 분석한다. 연구 대상은 정부의 정책 보도 자료와 여당(국민의힘)·야당(더불어민주당)의 대변인 논평문으로 설정한다. 또한, 보조적 행위자인 언론에 대해서는 관련 기사 분석을 실시한다. 연구 기간은 한일정상회담 이후 국내 논의가 활성화된 2023년 3월부터 11월 1일까지로 한정한다. 해당 기간 내의 분석 대상 자료를 취합한 후, 각 자료를 사안별로 분류하여 각 행위자의 대응을 비교한다. 이후, 정부, 여/야당 대응 비교를 통해 나타난 오염수 사태의 속성 및 커뮤니케이션 방식을 도출한다. 이를 토대로, 위험 커뮤니케이션의 관점에서 광우병 사태와 오염수 사태를 비교하여 오염수 사태가 한국 사회의 위험 커뮤니케이션에 주는 함의를 도출한다.

2) 연구결과

(1) 행위자별 커뮤니케이션 특징

① 윤석열 정부(위험의 컨트롤타워): 정부는 ‘일일브리핑’과 같은 정책으로 일본의 오염수 방류와 관련하여 사전적, 사후적으로도 안전관리 정보를 제공하여 오염수 사태의 사회적 위험을 관리하고자 했다. 또한, 민주당과 언론의 의혹 제기에 대해서는 즉각적인 반박 보도를 통해서 대중에게 불안과 우려가 확산되는 것을 차단했다. 물론 일부 자료에 대한 비공개 처리를 지시하는 등 한계점이 존재했다.

② 민주당(위험의 정치화): 민주당은 야당으로서 오염수 방류에 대해 정부의 방조적인 태도를 문제 삼고 오염수 방류의 위험을 제기했다. 또한, 대중을 동원한 비공식적 집회에 참석하면서 오염수 사태를 정치화시켰다. 특히, 정부의 ‘처리수’ 용어 사용 방침에 대해 문제를 제기하며 사안을 정치화시켰다.

③ 국민의힘(정부 정책의 보조자): 국민의힘은 여당으로서 오염수 방류에 대한 정부의 정책을 보조하고 오염수 명칭을 둘러싼 논쟁을 통해 이를 정치화시켰다. 한편, 정부 정책에 대한 비판을 방어하는 과정에서 사용한 ‘괴담 정치’ 프레임은 제도권 정치 내에서 오염수 사태에 대해 공론화하고 ‘정치화된 위험’이 일종의 정치권의 위험 커뮤니케이션으로 해소되거나 완화되는 것에 있어서 큰 장애물로 기능했다.

④ 언론(정치 중심적 감시자): 언론은 정부 정책에 대해 비판을 제기하고 정치권의 논쟁을 대중들에게 전달하는 역할을 했다. 언론의 역할은 정치권 행위자에 비해 보조적인 수준에서 이뤄졌다.

(2) 광우병 사태와 오염수 사태의 위험 커뮤니케이션 비교

오염수 사태의 위험 커뮤니케이션을 광우병 사태와 비교했을 때, 가장 큰 차이점은 제도권 내의 위험 커뮤니케이션이다. 광우병 사태와 오염수 사태는 공통적으로 외재적 변수에 의해서 사회적 위험을 유발했다. 이에 대한 커뮤니케이션 과정에서 두 사태 모두 ‘위험의 정치화’ 이뤄졌다는 점에서 공통적이다. 그러나 광우병 사태의 경우 제도권 내에서의 커뮤니케이션이 부재했다. 정부와 국민, 정부와 의회의 소통이 부재했고 시민들은 사회적 위험에 관해 집회와 같은 비공식적인 방식으로 소통할 수밖에 없었다. 그러나 오염수 사태의 경우 제도권 행위자들의 위험 커뮤니케이션 참여가 이뤄졌고, 언론의 역할은 매우 제한되었으며, 집회와 같은 비공식적인 정치 활동에는 야당 정치인들이 참여함으로써 그 비공식성의 정도 또한 매우 제한되었다. 제도권 정치 내에서 위험의 정치화가 이뤄지고 정부가 직간접적으로 정보의 흐름을 통제함으로써 사회적 위험을 관리할 수 있었다. 이때 언론은 정치권의 논쟁을 대중에게 전달하는 역할에 그쳤다. 즉, 제도적 차원에서 위험의 정치화가 발생했는지와 이에 따른 언론의 역할 변화에 따라 광우병 사태와 오염수 사태의 위험 커뮤니케이션 모델에 차이가 있었다. 물론 이러한 위험 커뮤니케이션 비교에서 광우병 사태와 오염수 사태는 이슈의 속성이 다르다는 점을 고려할 필요가 있다.

3. 결론

본 연구가 사회적 위험관리에 제기하는 함의는 다음과 같다. 첫째, 사회적 위험을 관리하는 것에 있어서 위험 커뮤니케이션이 중요하다는 것을 확인하였다. 오염수 사태의 위험관리는 단순히 정부의 일방향적 위험관리 정책이 아니라 제도권 내에서 정부와 다양한 행위자의 상호작용 과정에서 그 효과를 거둔 것이다. 이는 향후 사회적 위험이 발생할 시에도 제도권 내에서 위험의 정치화가 나타나고, 활발한 위험 커뮤니케이션이 이뤄지도록 하는 것이 중요해졌다는 것을 의미한다.

둘째, 정치권 행위자들에 대한 위험 커뮤니케이션 양상 연구가 더욱 활발히 이뤄져야 한다. 오염수 사

태의 위험관리에서 정치권 행위자들의 기여가 매우 크다고 할 수 있지만, 분명한 한계점이 존재했고, 이들의 위험 커뮤니케이션은 향후 더욱 중요해질 것이기 때문이다. 특히 여당인 국민의힘의 ‘괴담 정치’ 프레임은 위험 커뮤니케이션을 매우 저해하는 효과를 낳았다. 원활한 위험 커뮤니케이션이 이뤄질 수 있도록 정치권 행위자들의 발언에 대한 분석과 비판이 활발하게 이뤄져야 한다.

셋째, 정부의 위험관리 정책에 관한 연구가 더욱 이뤄져야 한다. 정부의 정책 결정 과정의 투명성에 대한 정도를 어떻게 설정할 것인가에 대한 재고가 이뤄져야 한다. 기존의 위험관리 전략에 관한 연구들은 정보 공개의 투명성을 매우 중요한 요소로 평가한다. 그러나 오염수 사태에서 정부는 충분한 정보를 공개하는 모습을 보였지만, 국책 연구기관 보고서 비공개나 식약처 자료 비공개 문제와 같이 정보 공개의 정도를 둘러싼 정치권 논쟁이 있었다. 위험 커뮤니케이션의 관점에서 ‘대중 불안을 가중할 수 있는 정보를 정부가 공개하는 것이 옳은지?’ 재고가 필요하다고 여겨진다.

참고문헌

- 강윤재, 2012, 원전사고와 위험커뮤니케이션, 전문성의 정치: 후쿠시마 원전사고를 중심으로, 공학교육연구, 15(1), 35-44
- 김영옥, 2006, 위험사회와 위험 커뮤니케이션, 커뮤니케이션 이론, 2(2), 192-232
- 노진철, 2009, 2008년 촛불집회를 통해 본 광우병 공포와 무지의 위험소통, 경제와 사회, 84, 158-182
- 배종찬, 2023, 배종찬의 민심 뚫어보기 17 후쿠시마 오염수, 지지율에 태풍될까 아니면 미풍될까 “광우병·사드 사태와 달리 중도층 쏠림 현상 없다”, 월간중앙, 48-53
- 윤석민·조경민, 2011, “광우병 파동을 통해 본 한국사회 과학 커뮤니케이션의 문제”, 한국사회과학, 33, 75-117
- 윤석상, 2022, 일본 정치사회의 인정문제와 공공성의 위기 - 후쿠시마 원전 오염수 해양 방류를 사례로 -, 日本思想, 43, 183-209
- 정병걸·성지은, 2008, 정치화된 위험과 기술위험관리의 실패: 미국산 쇠고기 수입과 광우병 논란, 과학기술학연구, 8(2), 27-56
- 정지범·채종현·김동영·윤기웅·함종석, 2010, 위험의 정치화 과정과 효과적 대응전략 마련, 기본연구과제, 2010, 1-368
- Kasperson, R. E., Renn, O., Slovic, P., Brown, H. S., Emel, J., Goble, R., & Ratick, S., 1988, The social amplification of risk: A conceptual framework, Risk Analysis, 8(2), 177-187
- Kim, H. S., 2007, PEP/IS: A New Model for Communicative Effectiveness of Science, Science Communication, 28(3), 287
- McMakin, Andrea, R. Lundgren, 2004, Risk Communication: A Handbook for Communicating Environmental, Safety, and Health Risks, IEEE Computer Society Press

아동기 자녀 양육자의 기후행동 방해요인

박지연 서울대학교 협동과정 환경교육전공 박사과정

조유진 서울대학교 환경계획학과 환경관리학전공 박사과정

최민경 서울대학교 협동과정 환경교육전공 석사과정

1. 서론

인간의 행동이 지구 환경에 미치는 영향은 매우 심각하며, 이로 인해 사회·경제·안보 문제들이 발생하고 있다(IPCC, 2014). 전 세계 온실가스 배출량의 72%가 가정의 소비에 책임이 있으며, 자동차와 비행기 같은 이동 수단과 육류와 유제품, 난방이 가계 탄소발자국에서 큰 비중을 차지하고 있다(Dubois et al., 2019). 이 연구는 가정에서 아동을 양육하는 부모들의 행동을 단순한 소비 이상의, 기후변화에 대한 자발적 고찰과 의사결정으로 정의하며, 가정의 탄소배출량을 줄일 수 있는 중요한 주체임을 강조한다. 부모가 된다고 해서 모든 사람이 친환경행동(기후행동)을 촉진하는 것은 아니며, 부모의 역할과 기후변화에 대한 우려 사이에는 항상 명확한 연관성이 존재하지 않기 때문에 환경가치와 실제 행동 사이에 간극이 발생한다(McCright, 2010; Torgler, 2008). 환경가치-행동 간극(Value-action gap) 이론은 사람들이 환경에 대해 긍정적인 가치와 태도를 가지고 있음에도 불구하고, 이러한 가치와 태도가 실제 기후행동(친환경행동)으로 이어지지 않는 경우가 많다는 것을 설명하는 이론이다. 이 간극은 다양한 사회적, 심리적, 구조적 요인에 의해 발생할 수 있다(Blake, 1999). 가정 내 부모의 환경가치 인식과 기후행동 사이의 방해 요인에 대한 연구는 아직 부족하다(민현선&이기춘, 1999; 조려 외., 2016; 구윤희&양수진, 2024).

이 연구는 아동기 자녀 양육자들을 대상으로 그들이 인식하는 기후행동의 가치와 실제 소비 패턴 사이의 간극을 탐구하여 지속가능한 삶의 양식과 소비 패턴을 촉진하는 환경커뮤니케이션 전략 수립에 유용한 근거자료가 되는 것을 목표로 한다.

연구질문 1. 아동기 자녀 양육자의 기후행동의 모습은 어떠한가?

연구질문 2. 아동기 자녀 양육자의 기후행동의 방해요인은 무엇인가?

2. 본론

1) 연구 설계

(1) 연구 대상 및 연구참여자 선정 방법

이 연구는 아동기와 청소년기에 형성된 정체성이 전 생애에 걸쳐 지속된다는 발달이론(Erikson, 1963) 등에 근거해 양육자의 기후행동이 자녀에게 미치는 영향을 이해하기 위해서는 양육자의 역할이 중요하다고 판단했다. 연구참여자들은 수도권에 거주하는 유치원 또는 초등학교에 다니는 자녀 양육자 4명이며, 의·식·주·이동의 4개 카테고리를 설정하고 62개 세부질문에 대한 심층인터뷰를 통해 이들이 기후행동을 실천하는 데 겪는 어려움을 탐구하는 데 초점을 맞췄다.

(2) 분석 방법

개방 코딩을 통해 자료를 분류하고 범주화하였으며, 범주를 다시 연구 자료와 비교하여 확인하는 절차를 거쳤다. 이를 통해 연구참여자들의 기후행동과 그 방해요인을 식별하고, 공통적인 방해요인을 강조

하여 연구의 중심 문제를 명확히 했다. 또한, Blake(1999)의 선행연구를 기반으로 방해요인을 개인적, 사회적·제도적 장애요인으로 분류했다.

2) 연구 결과

(1) 연구참여자들의 기후행동(연구질문 1) 요약

자녀가 어린 연구참여자일수록 기후행동 실천에 어려움을 겪는 반면, 자녀가 성장함에 따라 기후행동이 더 적극적으로 이루어지는 경향을 확인했다. 또한, 환경교육 경험이 부족한 연구참여자는 자신의 행동을 기후행동으로 인식하지 못하는 것으로 보인 반면, 비교적 환경교육 경험이 풍부한 연구참여자는 환경 인식이 높아질수록 기후행동 실천의 중요성을 더 크게 인식하는 경향을 보였다.

(2) 연구참여자들의 기후행동 방해요인(연구질문 2) 요약

① 개인성(개인적 장애요인)

연구참여자들이 기후행동 실천 장애요인은 편리성과 경제성을 우선시하는 생활 습관에서 비롯된다. 육아로 인한 시간 부족과 물리적 부담 등은 텀블러나 장바구니 사용, 육류 소비 등에서 기후행동을 실천하기 어렵게 만든다.

② 책임성(사회적 맥락 속 장애요인) 요약

효능감 부족, 환경문제에 대한 책임감 부족과 같은 요소들은 기후행동을 실천하는 데 중요한 방해 요인으로 작용한다. 연구참여자들은 탄소배출 억제를 위한 개인적 수준의 기후행동에 대한 효능감에 의문을 가졌으며, 기후공약에 투표하는 행위도 기후행동의 일환이지만 정치적 무관심으로 인해 참여하지 않았다.

③ 실제성(사회적, 제도적 장애요인) 요약

다회용기 포장 옵션 부족, 미세먼지로 인한 친환경 이동수단 사용의 어려움, 태양광 같은 재생에너지 지원 정책의 부재 등이 있으며, 이러한 요소들은 연구참여자들이 지속적으로 기후행동을 실천하기 어렵게 만든다. 기후행동을 촉진하기 위해서는 구조적 지원과 정보 제공이 중요하다.

이 요인들을 종합하여 Blake(1999)의 환경-가치행동간극 이론 연구를 참고한 기후행동 방해요인을 아래와 같이 나타내었다<그림 1>.



<그림 1> 연구참여자들의 기후행동 방해요인 종합

3. 결론

이 연구는 아동기 자녀 양육자가 기후행동을 실천하는 데 직면하는 다층적인 장애요인을 탐색했다. 연구참여자들은 기후변화의 심각성을 인식하고 있으나, 자녀 양육으로 인한 물리적·시간적 자원 부족으로 인해 편리함을 포기하기 어려워 실천에 어려움을 겪고 있었다. 이를 극복하기 위해서는 이들의 상황과 수요에 맞는 구조적 지원과 지속적인 사회적 변화가 필요하다. 이 연구는 정책 입안자와 사회적 리더들이 자녀를 양육하는 가정이 직면한 실질적인 장벽을 이해하고, 이를 해소할 수 있는 지원 체계 구축의 중요성을 강조하며, 아동기 자녀 양육 가정의 상황에 부합하고 기후행동에 대한 동기와 흥미를 유발하는 환경교육 및 환경커뮤니케이션의 필요성을 뒷받침하는 근거 연구가 될 수 있다.

참고문헌

- 구윤혜, 양수진. (2024). 친환경 용기를 활용한 뷰티 제품에 대한 회피요인 분석: MZ세대 소비자의 구매와 사용 경험을 중심으로. 소비자문제연구, 55(1), 29 - 59.
- 민현선, 이기춘. (1999). 환경친화적 소비태도와 소비행동간의 관계. 대한가정학회지, 37(1), 29 - 44.
- 조려, 서준혁, 배성민. (2016). 한·중 소비자의 친환경적인 소비활동에 영향을 미치는 구매 결정요인에 관한 비교 연구. 품질경영학회지, 44(2), 322-340.
- Blake, J. (1999). Overcoming the 'value-action gap' in environmental policy: Tensions between national policy and local experience. Local Environment, 4(3), 257 - 278.
- Dubois, G., Sovacool, B., Aall, C., Nilsson, M., Barbier, C., Herrmann, A., Sébastien Bruyère, S., Andersson, C., Skold, B., Nadaud, F., Dorner, F., Moberg, K. R., Ceron, J. P., Fischer, H., Amelung, D., Baltrusiewicz, M., Fischer, J., Benevise, F., Louis, V. R., Sauerborne, R. (2019). It starts at home? Climate policies targeting household consumption and behavioral decisions are key to low-carbon futures. Energy Research & Social Science, 52, 144 - 158.
- Erikson, E. H. (1963). Childhood and society. New York: Norton.
- IPCC. (2014). Climate change 2014 - impacts, adaptation, and vulnerability: regional aspects. Cambridge University Press.

콜롬비아 농업금융기관의 ESG경영과 기후변화 대응전략

Banco Agrario와 Finagro의 사례 연구

허경도 한국외국어대학교 국제지역대학원 박사과정, 숲과나눔 장학생

1. 서론

기후변화와 코로나19 등 불확실성이 높아진 경영환경 속에서 ESG(환경, 사회, 기업 지배구조)는 비재무적 요소를 통해 기업의 지속가능경영을 평가하고 기업가치에도 반영되는 지표로 급부상하여 그 중요성이 커지고 있다. 하상섭(2017)은 라틴아메리카 지역의 개별 국가들이 기후변화 외교 및 협상 참여에 대한 요인을 국제정치경제학적 측면에서 분석하고 있다. 특히 라틴아메리카에서는 기후변화의 영향이 크고 취약성이 높은 특성이 나타나며 이에 대한 인식의 증가에 따라 대응 정책을 필요로 하고 있다. 이는 라틴아메리카 기업의 방향성에도 상당히 영향을 미치며 지역 내 기업들은 이 문제에 대한 노력과 투자를 확대하지 않을 수 없는 상황이다. 그 중 콜롬비아는 OECD 국가이며 석유, 천연가스, 광물 자원, 농산물을 주축으로 한 경제구조를 나타내고 있다. 이러한 산업적 특성은 콜롬비아가 가지고 있는 경제력 대비 기후변화 및 SHE 분야에서 취약함을 크게 노출되어 있음을 의미하며 실제로 사회적 불평등, 인권 문제 등 이슈가 지속되고 있다. 이를 극복하고자 콜롬비아는 SDGs와 ESG 투자를 통한 국가 발전 전략을 준비하고 있다. 이번 연구에서는 콜롬비아 국영 기업으로 금융 부문의 지주사 격인 Grupo Bicentenario S.A.S와 그 산하에 있는 기관 중 농업부문과 관련된 Banco Agrario, Finagro 두 기업을 토대로 그들이 기후변화 등 취약성 부문에 대한 노력을 실질적으로 준비해나가고 있는지를 Sustainability Report의 비교 분석을 통해 알아보고자 한다. 특히 3개 社의 ESG경영이 합치하는지를 분석해봄으로써 기후변화 의제가 지속적으로 강화되어 다뤄지고 있는 국제 외교 환경에 대응한 콜롬비아 농업부문 금융이 대응하는 방향을 이해해보고자 한다.

2. 본론

1) 콜롬비아의 농업과 금융 현황

콜롬비아의 농업은 전통적인 농법을 중심으로 이뤄져왔다. 하지만 콜롬비아 정부는 2012년 이후 'viva digital'이라는 프로젝트를 통해 디지털 인프라를 확장하면서 농촌지역에서도 변화가 나타나고 있다. 전통 농업 외에도 디지털 기술을 접목한 최첨단 농업 기술에 대한 관심이 높아지면서 생산성을 높이려고 하는 목표를 제시하고 있다. 한편 농업 부문 지속가능성을 위해 ESG(Environment, Social, Governance)에 대해서도 고민하며 코카인 경작지에 대한 작목전환 유도를 통해 농식품 수출 시장에서 품목의 다각화를 시도하고 이외로도 농업경영 부문 지원사업을 바탕으로 변화를 꾀하는 등 노력을 기하고 있다.

콜롬비아를 비롯한 라틴아메리카 국가들은 중위 소득국가로 구분하기도 하지만 교통, 에너지, 통신 등 인프라 부문에서 지역 간 격차의 증가, 사회 불평등의 확산이 나타나고 있다. 특히 COVID19 시기 이후 도농 간 격차, 성 불평등, 보건의료 부문의 문제 등 더욱 악화되고 있는 것으로 나타났다. 이는 국가 및 지역공동체의 발전에 영향을 줄 수 있는 요소이며 농촌 비중이 높은 특성을 가진 콜롬비아는 농업 부문의 금융 및 투자를 바탕으로 이러한 문제에 접근해나가고 있다. 한편, 콜롬비아의 금융 부문은 2019년 금융감독원(Superintendencia Financiera de Colombia)의 NGFS가입을 시작으로 SFC 녹색채

권 가이드, 규제 프레임워크 및 녹색분류체계를 도입 및 강화하고 지속가능한 금융을 위해 2015년 IDB와 협력하여 Sustainable Colombia Initiative를 만드는 등 SDGs 목표에 대한 표준화를 목표로 제시하고 있다. 또한 기후변화와 관련하여 SISCLIMA를 설립하여 저탄소 발전 정책을 준비하고 GCF 등과 협업을 통한 환경금융 관련 자금 조달 전략을 구축하고 있다. 콜롬비아의 금융 부문은 'Protocolo Verde'를 통해 금융부문 ESG 경영을 위한 프레임워크를 제시하고 녹색채권 원칙이 강조되면서 ICMA(International Capital Market Associations)는 수익금 사용 및 관리, 프로젝트 선정 및 평가, 보고 등의 기준을 제시했으며 라틴아메리카 최초로 2017년 콜롬비아 증권거래소(BVC)와 IDB가 공동으로 2000억 페소 규모의 녹색채권을 발행하였다.

2) 콜롬비아의 농업 금융: Grupo Bicentenario 사례

콜롬비아의 농업 금융은 Banco Agrario de Colombia, Finagro가 대표적으로 알려져 있다. 이들은 모두 Grupo Bicentenario 라는 국영 금융지주사 산하 기관으로 농업 부문을 주로 담당하는 것으로 보인다. 이들은 지속적으로 Sustainability Report를 제공하고 있으며 이 외에도 ESG(환경, 사회, 지배구조) 전략을 적극적으로 추진하고 있는 것으로 확인된다. 특히 농업 중심의 사업구조 특성에 따라 농업의 지속가능한 생산, 기후변화 대응 등을 중심으로 다양한 이니셔티브를 추진하는 것으로 나타났다.

Banco Agrario de Colombia는 농업, 농촌 개발을 위한 중심적 기능을 수행하는 금융기관으로 한국의 “농협”과 유사한 성격을 띄는 기관으로 볼 수 있다. 이들은 농가, 농촌 지역 경제 지원을 위한 금융서비스 제공을 목표로 하고 농민들을 대상으로 저금리 대출, 생산성 향상 지원 등을 목표로 하고 있다. 또한 Finagro 역시 농업 부문 전문 금융기관으로, 농민과 농업 관련 기업에 저리 대출을 제공하고, 농업 재해로부터 보호하기 위한 보험 상품을 개발, 제공하고 있는 것으로 보인다. 특히 소농들을 위한 지원을 중심으로 운영하고 있는 것으로 확인되었다.

위 3회사는 모두 금융부문에서 농업·농촌을 지원하는 것과 동시에 친환경 생산 및 재생에너지 프로젝트, 농업 재해보험 등 Green Finance의 역할에 대한 노력도 지속적으로 확대하며 이를 통해 농업 부문의 에너지 효율 향상, 온실가스 배출 감축에 기여하고자 노력하는 것을 목표로 제시하고 있다. 세 기업들이 목표로 제시하고 있는 사항들이 실질적으로 어떻게 운영되고 있는지를 그들이 매년 발행하는 Sustainability Report를 토대로 이해해보고자 한다.

3) Grupo Bicentenario 농업 금융사의 ESG 경영 분석

<표 1> GRUPO BICENTENARIO와 산하 금융사들의 2022년 및 2023년 ESG 성과 비교

지표	Banco Agrario (2022)	Banco Agrario (2023)	Finagro (2022)	Finagro (2023)
온실가스 배출량 (tCO2e)	7,750	7,963	62.06	62.12
여성 이사회 구성 비율 (%)	44.6	44.3	52.9	51
소규모 농가 대상 금융 (Billiones \$)	3.35	3.6	4.1	5
녹색 금융 (Mil Milliones)	265.90	235.31	6,200	7,800

위 표는 Grupo Bicentenario S.A.S 산하 Finagro, Banco Agrario de Colombia.의 최근 2개년(2022년과 2023년) ESG 보고서를 토대로 정리한 것이다. 온실가스배출에 대한 노력과 소액 금융 중심의 금융사업, 여성 임원 비율, 녹색 금융사업 등의 수준을 비교해 이들이 실질적으로 매년 ESG 부문에 대한 노력을 지속하거나 강화하고 있는지를 간단히 살펴보았다. Grupo Bicentenario 그룹 내 회사들 간의 일치성도 일부 살펴 볼 수 있었다. 먼저 그들이 사업을 운영하는 중에 발생하는 온실가스의 경우 두 기업 모두 소폭 상승한 것으로 나타난다. 이는 기후변화를 준비하고 농업 부문의 대응력 강화를 목표로 갖고 있는 농업 금융기관에 있어 아쉬움이 있다. 여성 임원의 경우 역시 소폭 감소하였으나 고른 성비를 보이는 편으로 확인되었다. 두 기관 모두 특징적으로 소규모 농가에 대한 금융사업, 지원 등은 지속적으로 상승하는 것으로 나타났다.(3.35->3.5/4.1->5) 이는 농업, 농촌을 중심으로 금융을 지원하고 있는 기관이 특히 소규모 농가를 지원함으로써 지역 내에서도 높은 취약성을 지닌 집단에 대한 노력을 보이고 있는 것으로 확인된다. 마지막으로 녹색 부문의 금융에 있어 두 기관이 제시하는 범위는 다른 것으로 보이나 Banco Agrario는 22년 대비 23년에는 감소한 것으로 확인되었고 Finagro의 경우는 상당 부분 증가세를 나타낸 것으로 확인된다. 이는 Finagro가 Banco Agrario에 비해 소농지원, 재해보험 및 농촌 취약성 지원에 대한 목표를 세부적으로 갖고 꾸준히 강화해가는 것에서 나타나는 차이일 것으로 볼 수 있다.

3. 결론

최근 2년간의 Sustainability Report의 내용을 토대로 Grupo Bicentenario 사의 농업금융기관의 ESG경영 및 기후변화 대응에 대한 노력을 알아보았다. 결과적으로 일부 아쉬운 부분이 있으나 ESG(환경, 사회, 지배구조) 원칙에 따라 지속 가능한 금융을 위해 노력을 지속하고 기후 변화에 대응하기 위한 다양한 전략을 구축해나가고 있는 것으로 확인되었다. 콜롬비아는 생태주의적 관점을 포함하는 대법원의 법제 해석을 토대로 생태계 및 지속가능성을 국가차원에서 관심을 두고 있는 국가이다. 국영금융기관인 Grupo Bicentenario사는 이에 발맞춰 지속적으로 친환경적이고 포용적인 금융 생태계를 조성하는 역할을 수행할 것으로 보인다. 이번 연구는 기초적인 단계에서 콜롬비아 내 농업금융의 ESG경영을 살펴보았다. 후속연구에서는 데이터 수집 및 심층적인 연구방법론을 토대로 실질적으로 콜롬비아 금융의 ESG경영기조와 녹색금융투자가 기후변화 대응 및 환경보호를 위해 영향을 나타내는지를 알아보고자 한다.

참고문헌

- 이갑수(2021) , ESG, 기업경영의 뉴 패러다임, 삼성경제연구소 인사이트 리포트
- KPMG(2021), ESG 경영, 지속가능한 세계와 비즈니스를 위한 기업의 해답
- 강나연 김주태(2021) , 인터넷 기업의 ESG 전략 : 카카오의 사례, 한국경영학회 2021융합학술대회, 950-957
- <https://www.finagro.com.co>,(2024/06/01)
- UNFCCC, 2022, Sharm El-Sheikh Implementation Plan
- Mesa, O.J., G. Poveda, and L.F. Carvajal, 1997: Indroducción al Clima de Colombia (Introduction to the Climate of Colombia). National University Press, Bogota, Colombia.
- Alicia Bárcena et al. (2014) “The Economics of Climate Change in Latin America and the Caribbean Paradoxes and challenges,” Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC)<<http://www.cepal.org/en/publications/37056-economics-climate-change-latin-america-and-caribbean-paradoxes-and-challenges>>.
- Galbreath, J.(2013), ESG in focus: The Australian evidence, Journal of Business Ethics, 118(3), 529-541.
- 지용빈 · 서영욱(2021), 국내 기업의 ESG활동 인식이 심리적거리를 통해 구매의도에 미치는 영향: 제품관여도 수준에 따른 차이 분석, 한국콘텐츠학회논문지, 21(12), 217-237.└
- 박영심, 정희경.(2023).항공사의 ESG경영활동이 항공사 브랜드에 미치는 영향에 관한 연구.호텔경영학연구,32(3),97-112.
- 정서연. "콜롬비아의 농축산업 현황." 세계농업 131.- (2011): 43-52.
- 정지원. "콜롬비아 농업 현황과 시사점." 세계농업 177.- (2015): 103-135.
- SBN(2021), Accelerating Sustainable Finance Together (Gloval Progress Report of the Sustainable Banking and finance Network, IFC REPORT
- KOTRA, 2022, 중남미 지역 ESG 동향 및 기업대응 현황
- 송수영, 장윤제, 이창원, 2022, COP27주요 내용과 ESG 이슈,법무법인 세종 뉴스레터
- <https://www.climatebonds.net/standard> (2024.05.28.)
- <https://www.icmagroup.org/green-social-and-sustainability-bonds/green-bond-principlesgbp/> (2024.05.28.)
- Climate Bonds Initiative, Growing green bond markets: The Development of taxonomies to identify green assets, March 2019.
- <https://latinarepublic.com/2023/05/09/colombia-introduces-national-development-plan/> (2024.07.18.)
- <https://petro.presidencia.gov.co/prensa/Paginas/Conozca-el-abecedario-del-Plan-Nacional-de-Desarrollo-Colombia-potencia-mundial-de-la-vida-230505.aspx> / 2024.06.15
- 김현수, 2021,ESG 경영성과에 대한 연구의 현황과 발전방향 -한국과 중국을 중심으로-,68 韓中社會科學研究 제19권 제3호
- GRUPO BICENTENARIO S.A.S. 2023 ESG Report.
- Banco Agrario 2022 Sustainability Report.
- Banco Agrario 2023 Sustainability Report.
- Finagro 2022 Sustainability Report.
- Finagro 2023 Sustainability Report.

구두발표 세션 4.

생물다양성

- 야외 식물 관찰 체험 유도 게임화 기반 모바일 애플리케이션 개발과 적용의 식물 관찰 동기 증진 효과
- (재)숲과나눔 〈초록열매〉 지원 사업을 통한 후속연구 결과 추가
한재윤 시민되다 대표
- 메타바코딩을 활용한 도시하천 어류 군집의 계절적 베타 다양성 평가
강유진 서울대학교 협동과정조경학 박사과정, 숲과나눔 특정주제연구자
송영근 서울대학교 환경대학원 교수
- 무화과-곤충 공생계의 생태적 상호작용 및 공진화 연구
김현구 성균관대학교 생명과학과 석박사통합과정, 숲과나눔 장학생
이대한 성균관대학교 생명과학과 조교수
- 도시 탐조의 미학
- 탐조를 통한 ‘일상의 자연’ 재발견
박소영 서울대학교 조경학 박사과정, 숲과나눔 특정주제연구자

야외 식물 관찰 체험 유도 게임화 기반 모바일 애플리케이션 개발과 적용의 식물 관찰 동기 증진 효과 (재)숲과나눔 <초록열매> 지원 사업을 통한 후속연구 결과 추가

한재윤 시민되다 대표

1. 서론

자연을 직접 체험해 보는 경험은 학생들의 정서나 인지 발달에 긍정적인 영향을 줄 뿐만 아니라 기후 위기 등의 위급한 지구적 환경문제를 본질적으로 해결하기 위해 필수적인 학생들의 생태소양(ecological literacy)을 증진함에 있어서 결정적 역할을 한다(Orr, 1992). 그러나 교육 현장에서는 안전, 경비, 통솔의 어려움, 예기치 않은 돌발변수 가능성 등 때문에 야외 학습 지도에 대한 막연한 두려움을 느끼며 야외 자연체험 환경교육을 선뜻 진행시키지 못하는 경우가 대다수이다(김재영 등, 1996; 엄옥진, 2016; 주은정, 2018). 따라서 이 어려움을 극복하기 위해 접근성이 좋은 학교숲 활용 방안이 유력히 제시되고도 있으나, 학교숲 연계 교육에 대한 연구는 많이 부족한 상황이다(허윤선 등, 2014).

또 다른 한편, 학생들은 주변 가까이 함께 살고 있는 식물의 존재 자체를 제대로 인식하지 못하고 식물 존재의 중요성을 간과하는 식물맹(plant blindness)에서 벗어나지 못하고 있는 경우가 대다수이다. 일 상에서 자주 마주치는 생물종이 가로수 등 식물이 특히 많다는 점에 비춰보면 식물맹은 학생들이 일상에서 자연스럽게 가질 수 있는 생태체험 기회를 크게 저해한다. 따라서 학교숲을 활용해 인상적인 야외 자연체험을 경험하게 해 주며 식물맹 상태도 개선시키는 야외 자연체험 환경교육에 대한 연구가 현재 필요하다.

따라서 이 연구에서는 한 명의 교사가 언제든 학교숲을 활용해 보다 효과적이고 효율적으로 식물 관찰 체험 수업을 할 수 있도록 돕는 모바일 애플리케이션을 개발하고 그 적용 효과성을 검증한다. 기술 및 도구의 활용은 학습자 중심 교육을 성공적으로 실현함에 있어서 특히 강조되며, 휴대용 전자기기를 활용한 모바일 학습(mobile learning)은 시공간을 넘나들며 주변 환경과 끊임없는 상호작용을 통해 풍부한 학습 맥락을 학습자 스스로 창출하게 만드는 잠재력이 있기 때문이다(Cook et al., 2011).

또한 서울시 마포구에 소재한 특정 중학교가 본 애플리케이션 개발 연구가 진행되는 배경 현장이기 때문에 이 연구는 본 중학교에서 진행되는 환경교육 과정의 일부 영역을 개발하는 것이기도 했다. 실제의 특정 맥락에서 학습 목표 달성을 기대하는 교육용 애플리케이션을 개발하는 것이기 때문에, 본 연구는 설계·개발 연구(design and development research) 방법론의 첫 번째 유형인 산출물 및 도구 연구(products and tools research) 방법론을 적용했다. 따라서 이 연구에서는 그 설계와 개발 과정을 최대한 자세히 기술하며 현장 기반 실증 연구로서의 함의를 도출하고자 시도했다(Richey & Klein, 2007).

이에 이 연구에서 설정한 구체적인 연구 문제와 가설은 다음과 같다.

- 1) 야외에서 자율적으로 식물을 관찰하고 방법을 익히도록 유도하는 모바일 애플리케이션의 설계와 개발 과정은 어떻게 이루어지는가?
- 2) 이러한 애플리케이션 적용에 따른 교육적 효과는 어떠한가?
가설 1. 학습자의 식물 관찰 자기효능감이 높아질 것이다.
가설 2. 학습자의 식물에 대한 흥미가 높아질 것이다.

2. 본론

1) 연구 방법 및 절차

이 연구는 설계·개발 연구 중 첫 번째 유형인 산출물 및 도구 연구에서 그 절차로서 일반적으로 활용되고 있는 ADDIE 모형에 따라 진행되었다. 따라서 분석(analysis), 설계(design), 개발(development), 실행(implementation), 평가(evaluation) 절차에 따라 연구가 진행되었다. 그 자세한 과정을 요약하면 아래 <그림 1>과 같다.

연구 절차	활동 내용 및 결과
분석	<ul style="list-style-type: none"> 요구분석 <ul style="list-style-type: none"> 문헌 연구를 통해 연구의 이론적 필요성 확인 3명의 중등교사 개별 면접을 통해 학교 교육 현장에서의 요구 내용 확인 연구 현장 선정 <ul style="list-style-type: none"> 서울시 마포구 소재 중학교 1곳 선정 연구 개발팀 구성 <ul style="list-style-type: none"> 프로그래밍, 게임화, 디자이너 전문가로 구성 선행 연구 및 사례 조사 등 <ul style="list-style-type: none"> 본 연구의 목적과 비슷한 선행 연구 및 개발된 애플리케이션은 존재하지 않았음.
↓	
설계	<ul style="list-style-type: none"> 과제분석을 통해 학습 목표 명세화 <ul style="list-style-type: none"> 하위기능 분석 등을 통해 3개의 최종 학습목표 진술 도출 설계 원리 및 세부 지침 명세화 <ul style="list-style-type: none"> 게임화 및 자기효능감에 대한 문헌 연구를 통해 7개의 설계 원리 및 19개의 세부 지침 도출 효과성 평가도구 설계 <ul style="list-style-type: none"> 식물 관찰 자기효능감과 식물에 대한 흥미를 알아보기 위한 설문지 설계
↓	
개발	<ul style="list-style-type: none"> 학습 내용 개발 <ul style="list-style-type: none"> 식물 관찰 방법 학습 콘텐츠 개발 연구대상 학교의 학교숲 식물종 조사 모바일 애플리케이션 개발 <ul style="list-style-type: none"> 설계 원리 및 세부 지침에 따라 개발 진행 웹 애플리케이션 사양으로 개발
↓	
실행 및 평가	<ul style="list-style-type: none"> 두 차례의 예비 적용 및 사용성 평가를 통해 애플리케이션 개선 두 차례의 예비 적용 및 효과성 평가를 통해 효과성 평가 설문지 개선 최종 적용을 통해 효과성 확인

<그림 1> 연구의 전체 절차와 내용 요약

2) 연구 결과

(1) 설계 원리 및 세부지침 개발

게임화(gamification)와 자기효능감(self-efficacy) 등의 동기 이론을 검토하고 분석하여 본 애플리케이션 개발을 위해 적용할 7개의 기본 원리와 19개의 세부지침을 도출하였다. 그 내용은 다음 <표 1>과 같다.

<표 1> 애플리케이션 개발을 위한 설계 원리 및 지침

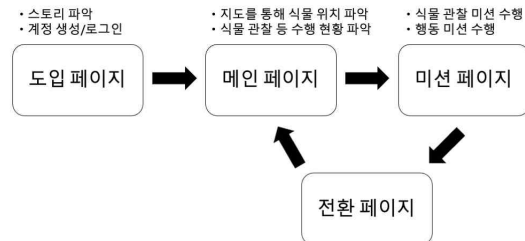
설계 원리	설계 지침	주요 참고문헌
1. 몰입 촉진의 원리	1.1. 감정 이입을 할 수 있는 이야기를 제공한다.	Hunicke <i>et al.</i> (2004), Kapp(2017), Myers & Reigeluth(2017)
	1.2. 활동의 진전을 느낄 수 있는 장치를 제공한다.	Kapp(2017)
	1.3. 호기심을 자극한다.	Kapp(2017), Woolfolk(2013)
	1.4. 발견의 즐거움을 자극한다.	Hunicke <i>et al.</i> (2004), Kapp(2017)
	1.5. 자기표현을 할 수 있는 여지를 제공한다.	Hunicke <i>et al.</i> (2004), Kapp(2017)
2. 동기 촉진의 원리	2.1. 목표 설정을 참여자 스스로 할 수 있는 여지를 준다.	Bandura(1997), Locke(1991)
	2.2. 실패하더라도 그 원인을 통제 가능한 것으로 느끼게 한다.	Bandura(1997), Weiner(2010)
3. 학습 촉진의 원리	3.1. 학습 목적을 분명히 한다.	Myers & Reigeluth(2017)
4. 몰입-동기-학습 촉진의 원리	4.1. 분명하고 구체적인 목표를 제시한다.	Kapp(2017), Tenenbaum <i>et al.</i> (1991)
	4.2. 활동 결과에 대한 적절한 피드백을 적시에 제공한다.	Kapp(2017), Myers & Reigeluth(2017)
	4.3. 난이도와 참여자 능력의 적절한 균형을 맞출 수 있는 장치를 제공한다.	Csikszentmihalyi(1990), Myers & Reigeluth(2017)
	4.4. 실패하더라도 안전하다는 느낌을 준다.	Kapp(2017)
	4.5. 최대한 실제성 높은 활동을 제공한다.	Myers & Reigeluth(2017)
	4.6. 내재적 동기와 외재적 동기의 균형을 맞춘다.	Amabile(1993), Ryan & Deci(2000)
5. 몰입-동기 촉진의 원리	5.1. 분명한 게임 규칙을 제공한다.	Kapp(2017)
	5.2. 경쟁 또는 협력을 촉진한다.	Bandura(1997), Kapp(2017)
	5.3. 참여 결과를 통해 얻을 가치를 분명히 전달한다.	Woolfolk(2013)
6. 몰입-학습 촉진의 원리	6.1. 복잡성이 있는 정보를 전달할 때는 인지적 부담을 완화하는 장치를 제공한다.	Myers & Reigeluth(2017)
7. 동기-학습 촉진의 원리	7.1. 동료와 협력하는 사회적 학습을 촉진한다.	Bandura(1997), Myers & Reigeluth(2017)

(2) 최종 산출물 개발

애플리케이션 개발은 위 설계 원리 및 지침을 반영하여 프로토타입을 만들었고, 1차 예비 적용을 통해 참여 학생들과 지도 교사의 사용성 피드백을 받아 대대적인 수정을 했다. 그리고 2차 예비 적용을 통해 추가적인 수정을 거친 후 효과성 확인을 위해 최종 적용할 애플리케이션을 개발하였다(표 2 참조). 애플리케이션 참여 전체 흐름은 아래 <그림 2>와 같고, 애플리케이션에 구현된 주요 기능 목록과 적용된 설계 지침 내용은 아래 <표 3>에 요약했다. 개발된 애플리케이션의 실제 모습은 아래 <그림 3>과 같다.

〈표 2〉 애플리케이션 적용 시기와 대상

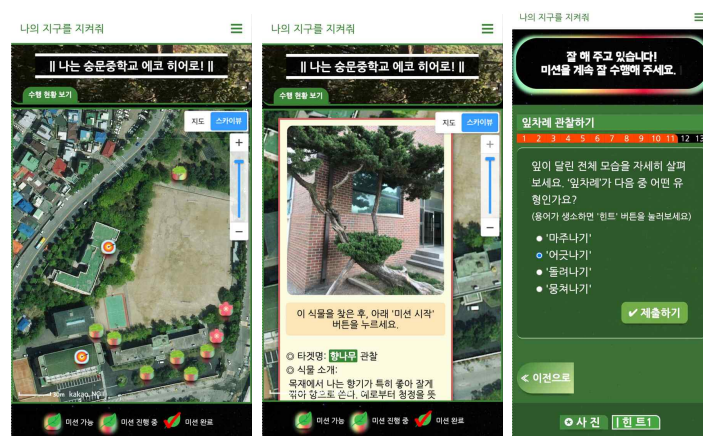
	일시	대상	적용 시간
1차(예비 적용)	2019년 11월 11일	중학생(남) 37명	1차시
2차(예비 적용)	2021년 5월 24일	중학생(남) 57명	1차시
3차(본 적용)	2022년 4월~5월	중학생(남) 162명	1차시



〈그림 2〉 애플리케이션 참여 전체 흐름도

〈표 3〉 개발한 기능 목록 및 적용한 설계 지침 번호

분류	개발한 기능	적용한 설계 지침 번호
도입 페이지	스토리텔링을 위한 소통 창	1.1. 1.3. 5.3.
	개정 생성	해당 없음
	로그인	해당 없음
메인 페이지	미션 페이지 접속을 위한 탐색 과정	1.3. 1.4. 2.1. 4.1. 4.5. 5.1. 5.2.
	지도	1.3. 1.4. 2.1. 4.1. 4.5. 6.1.
	지도 위에 식물 등 위치를 표시한 아이콘	1.3. 1.4. 2.1. 4.1. 5.1. 6.1.
	아이콘 클릭하면 나타나는 작은 안내 창	
	미션 수행 현황판	1.2. 1.3. 1.4. 2.1. 4.1. 4.2. 4.6. 5.1. 5.2. 6.1.
	포인트 기능	1.2. 1.3. 1.4. 1.5. 2.1. 4.1. 4.2. 4.4. 4.6. 5.2.
미션 페이지	레벨 기능	5.3. 6.1.
	퀴즈 기능	1.2. 1.3. 1.4. 1.5. 2.1. 2.2. 3.1. 4.1. 4.2. 4.3. 4.4. 4.5. 4.6. 5.1. 5.2. 6.1. 7.1.
	힌트 기능	1.3. 1.4. 2.2. 3.1. 4.1. 4.3. 4.5. 4.6. 6.1
	퀴즈 진전 현황 표시 막대	1.2. 4.1. 4.6. 6.1.
전환 페이지	소통 및 안내 창	1.1. 1.2. 1.3. 4.2. 4.6.



<그림 3> 애플리케이션 게임 지도 점속 화면과 미션 점속 화면

(3) 최종 산출물 적용

개발한 최종 애플리케이션의 효과성을 확인하기 위한 현장 적용에는 남자 중학생 162명이 참여하였다. 참여 학생들의 식물 관찰 행동 동기 변화를 알아보기 위해 식물 관찰 자기효능감과 식물에 대한 흥미에 대한 설문조사를 참여 직전과 직후에 실시했다. 수집한 162부 설문지 중 유효한 145부의 응답지를 대응표본 t-검정으로 분석한 결과, 참여 학생들의 식물에 대한 흥미와 식물 관찰 자기효능감 모두 유의확률 0.001 미만에서 통계적으로 유의하게 증진됐음이 확인됐다(표 4 참조).

게임에 대한 만족도 평가를 위해 재미와 난이도에 대한 5점 척도 설문도 진행했다. 그 결과 본 게임이 전반적으로 재밌고 적당한 난이도를 갖췄다고 참여자들이 받아들였음을 확인했다(표 5 참조).

<표 4> 최종 적용 사전-사후 분석 결과

		표본수	평균	표준편차	t값	p값
식물에 대한 흥미	사전	145	3.12	0.95	-6.732	0.000***
	사후	145	3.50	0.90		
식물 관찰 자기효능감	사전	145	2.61	0.73	-9.830	0.000***
	사후	145	3.27	0.83		

*** $p < 0.001$.

<표 5> 최종 적용 후 재미 및 난이도에 대한 설문 결과

문항 내용	표본수	평균	표준 편차
이 게임의 '재미'는 어땠나요?	145	3.70	1.00
이 게임의 '난이도'는 어땠나요?	145	3.05	1.00

3. 결론

이 연구는 다음의 의의가 있다. 첫째, 학교숲을 활용한 자연체험 환경교육 방법에 대한 연구가 부족한 상황에서 이러한 접근의 효과성을 증명한 연구를 실증적으로 수행했다. 둘째, 식물맹 개선에 효과적인 구체적인 교수-학습 방법을 제시했다. 셋째, 야외 자연체험 교육 진행의 어려움을 해결하는 방법으로 게임화와 모바일 기술을 유효하게 활용한 연구 결과를 제시했다. 이는 이제껏 야외 자연체험 환경교육이 노정해온 진행상의 어려움과 난관을 스마트 기술과 디지털 네이티브 세대의 특성을 활용해 효과적으로 극복할 수 있음을 시사한다. 이는 또한 교육부가 스마트교육을 추진함에 있어서 스마트교육에 적합한 콘텐츠나 학습 모형 부재 등으로 교육 현장 도입에 한계가 있었다는 지적을 극복하는 방법론적 대안을 보여주는 정책적으로 의미 있는 사례이기도 하다.

4. 후속연구를 통한 연구 결과 추가 검증

그러나 본 연구는 효과성 검증을 중학교 남학생만을 대상으로 한 한계점이 있었다. 마침 한 환경교육 비영리단체가 (재)숲과나눔 <초록열매> 2기 지원 사업을 받아 학교숲을 생태체험 게임 공간으로 만들어 주는 사업을 본 애플리케이션을 활용해 진행하게 된 것을 기회로 후속연구를 진행하여 중학교 여학생들에게도 효과성이 있는지 여부를 검증했다. 5개 학교 여학생 116명을 대상으로 대응표본 t-검정으로 분석한 결과 통계적으로 유의하게 증진 효과성이 있음을 확인했다(표 6 참조).

<표 6> 후속연구 사전-사후 분석 결과

		표본수	평균	표준편차	t값	p값
식물에 대한 흥미	사전	116	3.23	0.87	-5.903	0.000***
	사후	116	3.62	0.89		
식물 관찰 자기효능감	사전	116	2.69	0.83	-8.857	0.000***
	사후	116	3.41	0.89		

*** $p < 0.001$.

참고문헌

- 김재영, 정완호, 임채성, 권치순(1996). 초등학교 자연과에서의 야외 수업 실태와 개선 방안 및 지도 방략. 초등과학교육, 15(1), 151-165.
- 엄옥진(2016). 초등학교 1~2학년군 통합교과의 자연체험교육을 위한 분석 및 교사의 인식. 인천대학교 대학원 박사학위논문.
- 주은정(2018). 초등교사들의 학교 안 자연 기반 생태교육 실행연구에서 나타난 생태교육 PCK 확장 과정. 환경교육, 31(1), 1-22.
- 허윤선, 이선경, 심영권, 김인호, 한경식, 윤석, 오창길, 정용숙(2014). 학교숲 운동의 조성 원칙과 조성 유형 분류에 관한 연구. 환경교육, 27(2), 174- 186.
- Amabile, T. M. (1993). Motivational Synergy: toward New Conceptualizations of Intrinsic and Extrinsic Motivation in the Workplace. Human Resource Management Review, 3(3), 185-201.
- Bandura, A. (1997). Self-Efficacy: The Exercise of Control. New York, NY: W.H. Freeman and Co.
- Cook, J., Pachler, N., & Bachmair, B. (2011). Ubiquitous Mobility with Mobile Phones: A Cultural Ecology for Mobile Learning. E-learning and Digital Media, 8(3), 181-195.
- Csikszentmihalyi, M. (1990). Flow: The Psychology of Optimal Experience. New York, NY: Harper Perennial.
- Hunicke, R., LeBlanc, M., & Zubek, R. (2004). MDA: A Formal Approach to Game Design and Game Research. Paper presented at the Proceedings of the AAAI Workshop on Challenges in Game AI. San Jose, CA.
- Kapp, K. M. (2017). Gamification Designs for Instruction. In C. M. Reigeluth, B. J. Beatty, & R. D. Myers (Eds.), Instructional-Design Theories and Models, Volume IV (pp. 367- 400). New York, NY: Routledge.
- Locke, E. A. (1991). Goal Theory vs. Control Theory: Contrasting Approaches to Understanding Work Motivation. Motivation and Emotion, 15(1), 9-28.
- Myers, R. D., & Reigeluth, C. M. (2017). Designing Games for Learning. In C. M. Reigeluth, B. J. Beatty, & R. D. Myers (Eds.), Instructional-Design Theories and Models, Volume IV (pp. 205-242). New York, NY: Routledge.
- Orr, D. W. (1992). Ecological Literacy: Education and the Transition to a Postmodern World. Albany: State University of New York Press.
- Richey, R. C., & Klein, J. D. (2007). Design and Development Research: Methods, Strategies, and Issues. [정현미, 김광수 역(2012). 교육공학연구를 위한 설계·개발연구. 서울: 학지사].
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-determination Theory and the Facilitation of Intrinsic Motivation, Social Development, and Well-being. American Psychologist, 55(1), 68-78.
- Woolfolk, A. (2013). Educational Psychology (12 ed.). London: Pearson Education.

사사

이 연구(후속연구 제외)는 한재윤의 석사학위 논문 『야외 식물 관찰 체험을 유도하는 게임화 기반 모바일 어플리케이션의 개발 및 적용의 환경교육적 효과』(지도교수 윤순진)를 발췌, 요약 및 수정한 것이다. 이 연구(후속연구 제외)는 또한 『야외 식물 관찰 체험을 유도하는 게임화 기반 모바일 애플리케이션 개발과 환경교육 적용 효과』라는 제목으로 한국환경교육학회 학술지 환경교육 제37권 1호(2024)에 게재됐다.

메타바코딩을 활용한 도시하천 어류 군집의 계절적 베타 다양성 평가

강유진 서울대학교 협동과정조경학 박사과정, 숲과나눔 특정주제연구자
송영근 서울대학교 환경대학원 교수

1. 서론

생물 군집과 생물다양성은 생태계의 기능과 건강성을 이해하는 주요한 지표이다. 특히 종의 풍부도(종의 수), 풍부도(개체 수) 및 균등도와 같은 생물다양성 평가 지수는 제한된 시공간적 범위 내에서 생태계를 이해하는데 활용될 수 있다. 지리적 규모에 따라 종 다양성을 나타내기 위해 일반적으로 알파 다양성(alpha diversity), 베타 다양성(beta diversity), 감마 다양성(gamma diversity) 세 가지의 정량 지표를 사용한다. 이 중 알파 다양성은 서식지 단위의 작은 지역 수준에서 발견되는 생물다양성을 의미한다. 한편 베타 다양성은 지역 내 다양한 생태계 유형 간의 비유사성을 나타내며, 지점 간의 생물다양성 차이를 통해 주변 생태계의 환경적 차이를 평가하고 생태계의 역동성을 효과적으로 이해하는 데 활용되고 있다. 또한, 베타 다양성은 생물종의 분포 패턴과 그 변화 과정을 파악하는 데 중요한 도구로도 사용되며, 기후변화와 인간 활동이 생태계에 미치는 영향을 연구하는 데에도 유용하다. 도시생태계 담수 환경의 이해를 위해 환경 DNA 기반 연구는 생물상을 하는 데 집중되어있으며 환경 공간 특성과 생물 서식과의 상호작용을 통합적으로 평가하는 접근은 미비한 상황이다. 따라서 본 연구에서는 환경 DNA 메타바코딩을 활용하여 안양천 수계를 대상으로 알파다양성 및 베타다양성을 통해 계절에 따른 생물다양성의 변화 및 서식처 다양성의 변화를 모니터링하는 것을 목표로 한다.

2. 본론

1) 연구 재료 및 방법

(1) 현장 조사

2020년 7월(여름)과 10월(가을)의 어류상을 평가하기 위해 안양천 수계에서 약 2km 간격으로 총 31개 지점(안양천 본류 15개 지점, 지류 16개 지점)에서 진행되었으며 샘플링과 동시에 수질(수온, 전기전도도, 용존산소량, pH)을 측정하였다. eDNA 샘플링은 Sterivex 필터와 주사기를 활용하여 1개의 필터에 약 330ml의 물을 투과하였다. 필터 내 DNA는 Qiagen DNeasy blood and tissue kit를 사용하여 추출했다. 어류상 메타바코딩을 위해 MiFish(Miya et al. 2015) 범용 프라이머를 사용하였고 MiFish 파이프라인의 생물유전 정보 DB와 분석된 FASTQ 파일을 비교하여 종 목록을 생성하였다. 메타바코딩 결과에서 도출된 종 목록은 연구 대상지를 고려하여 정제되었다.

(2) 알파-베타 다양성 및 통계 분석

알파 다양성은 종 풍부도로서 검출된 종의 수를 평가하여 결정하였다. 종 풍부도는 메타바코딩으로 얻은 읽기 수에 자연로그를 적용하여 우선 정량화했다. Legendre(2013)에 따라 베타 다양성은 지점-종 행렬(matrix Y)을 사용하여 분석되었으며, 여기서 지점은 행으로, 종은 열로 표시되었다. 편향되지 않은 종 풍부도를 반영하기 위해 *labdsv*(버전 2.0-1) R 패키지를 사용하여 행렬 Y를 Hellinger 변환하였다. 베타다양

성에 미치는 지점(LCBD, Local Contribution to beta diversity) 및 생물(SCBD, Species contribution to beta diversity)의 영향을 평가하기 위해 *adespatial* R 패키지(version 0.3-21)를 사용하였다.

2) 연구 결과 및 논의

(1) 안양천 수계 알파 다양성 평가

DNA 메타바코딩은 7월에 총 1,958,674 카피, 10월에 3,761,228 카피를 생성하였다. 해수어, 한국에 도입되지 않은 외래종 및 음성 대조군(인간)에서 발생한 종을 제외한 후, 해당 월의 카피 수는 각각 1,502,983 카피(93.4%)와 3,511,668 카피(76.7%)로 정제되었다. 10월의 31개 지점에서 누적된 환경 DNA 카피 수는 7월의 2.3배에 달했으며 10월에 확인된 종 총수는 60종으로 7월 확인된 49종에 비해 큰 알파 다양성을 나타냈다. 특히 안양천 하류로 지점의 이동에 따라 출현 생물 종이 증가하는 경향을 나타냈다. 계절별 검출 생물 종 목록은 큰 차이를 나타내지 않고 높은 유사성을 보였다(ANOSIM statistic R: 0.1654, $p < 0.01$).

(2) 안양천 수계 베타 다양성 평가

LCBD 및 SCBD 분석 결과, 두 계절 모두 안양천 수계에서 상류와 그 상류 지역에 서식하는 종들이 베타 다양성에 크게 기여하는 것으로 나타났다. 특히 상류에 있는 샘플링 지점인 S16, S25, S26, S27, S31은 계절과 관계없이 일관되게 높은 LCBD 값을 보였다. 안양천 본류의 하류 지점 역시 상대적으로 높은 LCBD 값을 보였으며, 특히 여름철에 하류 지점 S15의 기여도가 크게 나타났다. SCBD는 상류에 서식하는 버들치(*P. oxycephalus*)가 가장 높은 수치를 나타냈으며 다음으로 중하류에 서식하는 피라미(*Z. platypus*), 중국미꾸라지(*P. dabryanus*) 순으로 높은 수치를 나타냈다. 조사 결과 안양천의 어류는 상류와 하류 지역 간의 공간적 차이를 뚜렷하게 반영하는 것으로 나타났다. 또한, 중국미꾸라지 및 큰입배스와 같은 외래종의 유입이 안양천 생물다양성 증가에 기여한 것으로 나타났다.

(3) 안양천 수계의 계절별 환경 요인과 베타 다양성 상관관계 평가

LCBD 값은 폭(Width)에 의해 양의 상관관계를($p < 0.05$) 나타냈으며, RUr(시가화 지역 비율)에는 음의 상관관계를($p < 0.01$) 나타냈다. DO(용존산소)와 RAg(농지 비율)은 설명 변수로 고려되지 않았다. LCBD_{Repl}은 폭(Width, $p < 0.01$)과 RUr($p < 0.05$)에 의해 유의미하게 영향을 받았으나, 계절에 따라 상반된 상관관계를 보였다. LCBD_{Repl}은 7월에 폭과 양의 상관관계를, RUr와 음의 상관관계를 보였으나($p < 0.001$), 10월에는 상관관계가 반대로 나타났다. 이는 여름철에는 하천 폭의 증가가 종 교체를 촉진해 LCBD_{Repl} 값을 높였으나, 도시화율이 높은 지역에서는 이 효과가 나타나지 않았음을 의미한다. 반대로 가을에는 더 작은 폭의 도시화된 하천에서 종 교체가 더 활발하게 일어나는 것으로 나타났다. 여름철에는 LCBD_{Rich}가 풍부도와 음의 상관관계($p < 0.05$)를, RUr와 양의 상관관계($p < 0.05$)를 보였다. 반면, 가을에는 폭과 풍부도와 양의 상관관계($p < 0.05$)를 보였고, 온도와 개체수(Abundance)와는 음의 상관관계($p < 0.05$)를 나타냈다. 이는 여름철에 종이 적은 지역에서 더 독특한 종 구성이 나타나 β 다양성이 높아진다는 것을 의미하며, 특히 도시화된 지역에서는 풍부도 차이가 증가하면서 특정 종이 지배적인 경향이 나타난다는 것을 시사한다. 가을철에는 종 구성이 변화하여 폭이 넓고 풍부도가 높은 지역에서 풍부도 차이가 증가했다. 반면, 온도가 낮고 개체수가 적은 지역에서는 풍부도 차이가 감소해, 더 따뜻하고 개체수가 많은 지역에서 종 구성이 더 균질해짐을 나타냈다.

3. 결론

본 연구에서 안양천의 베타 다양성은 종 풍부도 차이(RichDiff)와 종 치환(Repl)의 영향을 통합적으로 받는 것으로 확인되었다. 계절별 비교 결과, 여름에는 종 풍부도 차이가 가을보다 더 강하게 영향을 받는 것으로 나타났다. 이는 여름에는 환경 경사, 즉 여름철의 집중 강우로 인해 생물의 분포가 제한되어 종의 확산이 제한되는 반면, 가을에는 생물의 분포가 안정적인 수체에서 이질적인 서식지 전반에 걸쳐 무작위로 확산되어 베타 다양성의 주요 구성 요소를 형성하는 것을 나타내기 때문으로 추정된다. 또한, 계절별 베타 다양성과 환경 요인 간의 상관 분석 결과, 이들 요인이 계절에 따라 베타 다양성에 미치는 영향이 다를 것을 보여주었다. 베타 다양성의 생물다양성 보전 전략에 대한 함의는 중요하다. 계절별로 본 연구 결과는 여름철 생물다양성 관리는 상류에 있는 특정 지점에 초점을 맞춰 고품질 서식지를 보전하고 안정적인 수질을 유지해야 함을 시사한다. 반면, 가을철 보전 노력은 전체 수계 시스템을 포괄하며 다양한 서식지와 종을 보호하는 데 중점을 두어야 한다. 또한, 상류와 하류 지역의 공간적 특성과 그로 인한 생물 변화가 대상 지점의 베타 다양성을 결정하는 데 중요한 역할을 하므로, 도시하천 환경 관리에서는 이들 지역에 서식하는 생물군을 우선하여 관리해야 한다. 대상 지점의 경우, 오염에 민감한 종이 서식하는 상류 지역과 침입종이 있는 하류 지역에 대한 보전 전략에 중점을 두어야 한다. 하지만 본 연구는 환경 DNA를 통해 도출된 생물상을 기반으로 진행된 연구로 환경 DNA를 통한 베타다양성을 평가할 때에는 계절에 따른 이화학적 환경 변화를 비롯해 기후(우기, 건기 등), 생물의 생활사적 특성(성장, 번식 등)에 대한 추가적인 고려가 필요하다.

참고문헌

- Legendre, P., & de Caceres, M. (2013). Beta diversity as the variance of community data: dissimilarity coefficients and partitioning. *Ecology Letters*, 16(8), 951-963. <https://doi.org/10.1111/ELE.12141>
- Legendre, P. (2014). Interpreting the replacement and richness difference components of beta diversity. *Global Ecology and Biogeography*, 23(11), 1324-1334. <https://doi.org/10.1111/GEB.12207/SUPPINFO>
- Miya M, Sato Y, Fukunaga T, Sado T, Poulsen JY, Sato K, Minamoto T, Yamamoto S, Yamanaka H, Araki H, Kondoh M, Iwasaki W (2015) MiFish, a set of universal PCR primers for metabarcoding environmental DNA from fishes: detection of more than 230 subtropical marine species. *Royal Society Open Science* 2: 150088. <https://doi.org/10.1098/rsos.150088>
- Yates MC, Fraser DJ, Derry AM (2019) Meta-analysis supports further refinement of eDNA for monitoring aquatic species-specific abundance in nature. *Environmental DNA* 1: 5-13. <https://doi.org/10.1002/EDN3.7>

사사

이 사업은 <2024 특정주제 연구 장학생 지원사업>을 통해 진행되었습니다.

무화과-곤충 공생계의 생태적 상호작용 및 공진화 연구

김현구 성균관대학교 생명과학과 석박사통합과정, 숲과나눔 장학생

이대한 성균관대학교 생명과학과 조교수

1. 서론

무화과속(*Ficus*)과 무화과좀벌(Fig wasp)은 다양한 동물 종과의 공생 관계가 나타나는 흥미로운 공생체(symbiotic system)임. 헛열매 내부로 많은 꽃이 피어있는 무화과는 수분을 수분매개 무화과좀벌에 전적으로 의존함. 무화과좀벌은 무화과 헛열매 속에서 태어나고 성장하여 성체가 되며, 짝짓기를 마친 무화과좀벌의 암컷은 꽃가루를 묻히고 다른 헛열매 속으로 들어가 수분을 매개하는 동시에 그곳에서 알을 낳음. 이처럼 생식을 상호 의존하는 무화과와 무화과좀벌 공생은 상리공생의 대표적인 사례라고 할 수 있음. 무화과와 무화과좀벌의 공생적 상호작용은 무화과좀벌이 특정 무화과 종을 배타적으로 인식하고 생활사를 이어가는 것에 의존하며, 실제로 대부분의 경우 하나 혹은 극소수의 무화과좀벌이 특정 무화과 종의 수분을 매개하는 배타적 상리공생 관계를 형성하고 있음. 본 연구는 공생계를 구성하는 공생자들과 이들 간의 생태적 상호작용과 유전체 진화를 규명하고, 이를 공생 진화의 기작을 분자 수준에서 탐구하는 모델로 구축하고자 함.

2. 재료 및 방법

1) Deep sampling of Korean fig and insects

본 연구진은 연구 수행 기간 주기적으로 한국의 무화과속(*Ficus*) 식물(천선과나무, 좁은잎천선과나무, 애기모람, 모람)의 분포 범위를 스크리닝하여 신규 서식지를 발굴하고, 안정적으로 개체군이 유지되는 지역을 선정하여 deep sampling을 진행함.

2) Characterization of ecological interactions among fig symbionts

무화과좀벌 (Fig wasp)에 대한 모니터링 또한 지속적으로 수행하였으며, 무화과와 무화과좀벌의 물리화학적 상호작용을 직접적으로 관찰하기 위해 다양한 광학장비를 적극적으로 활용함.

3) Molecular phylogenetic analysis

샘플링을 통해 확보한 야생 무화과 3종과 무화과좀벌 3종에 대한 분자계통학적 분석을 수행한 후, 각각의 분기패턴을 분석함. 천선과나무의 헛열매 중 일부에서 천선과좀벌에 대한 전수조사를 하고, 각 개체에 대한 유전형 분석 (Genotyping)을 진행함.

4) Uncovering chemosensory system remodelling underlying host specialization

주사전자현미경 (SEM)을 이용해 천선과좀벌 암컷과 수컷의 발생학적 차이, 그리고 더듬이의 sensilla를 집중적으로 이미징함. 무화과좀벌이 더듬이로 인식하는 무화과 향기의 구체적 프로필을 분석하기 위해 Gas chromatography- Mass spectrometry (GC-MS) 장비를 활용한 휘발성 유기 화합물 (VOC)를 탐지를 진행함.

3. 결과 및 토의

샘플링한 한국 무화과속(*Ficus*) 식물에 대한 동정과 바코딩 과정에서 기존의 문헌기록과 다른 사실들을 발견하고, 분자계통학적 분석을 진행하는 동시에 원기재문 내용과 비교, 대조함. 국내 식물분류학계에서 모람(*F. oxphylla*)과 애기모람(*F. thunbergii*)에 대한 국명과 학명의 합의가 과거부터 이루어지지 않았다는 사실을 확인하고, 유전자 마커를 이용한 분자계통학적 비교분석 결과 천선과나무(*F. erecta*)와 좁은잎천선과나무(*F. erecta* var. *sieboldii* (Miq.) King)는 동일한 종임을 검증하였음. 또한 이입종인 왕모람(*F. pumila*)의 국내 서식을 확인함.

천선과나무와 좁은잎천선과나무에서 1종, 모람과 애기모람에서 각 1종의 무화과좀벌 샘플링에 성공함. 따라서 국내에는 현재 3종의 야생 무화과가 자생하고 있으며, 각 무화과 종의 수분매개자 역할을 하는 무화과좀벌 또한 3종이 존재함을 최초로 밝혀냄.

야생 무화과 3종과 무화과좀벌 3종에 대한 분자계통학적 분석을 수행한 후, 각각의 분기패턴을 분석함. 핵 유전체와 세포소기관 유전체의 마커 부위로 그려진 계통수 모두 무화과와 무화과좀벌의 분기순서를 공통적으로 지지함. 목본성 무화과인 천선과나무와 별개로 덩굴성 무화과인 모람과 애기모람이 가까운 근연관계임을 앞서 확인하였으며, 모람좀벌과 애기모람좀벌은 형태적 차이가 크에도 불구하고 동일한 *Wiebesia*속인 반면, 천선과좀벌은 *Blastophaga*속의 종임을 증명함.

천선과좀벌 수컷은 더듬이를 포함해 눈과 날개가 극도로 퇴화되어 있었으며, sensillum 또한 암컷에 비해 아주 짧았으며 적은 표면적을 차지함. 암컷의 더듬이가 무화과 sensing의 주요 기관임을 확인하고, Linalool과 Nonanal과 같은 물질이 관여할 확률이 높음을 확인함.

4. 결론

본 연구에서는 국내에 서식하는 천선과나무와 좁은잎천선과나무가 수십 년간 다른 종으로 분류되었지만, 사실 동종이명이었다는 사실을 밝힘. 또한 미기록종 및 신종을 5종 이상 발굴하여 생물자원 확보와 주권 확립에도 기여함.

본 연구의 중요한 학술적 가치는 무화과와 무화과좀벌의 상호작용을 밝히고자 하는 데에 있음. 무화과좀벌의 공생시스템은 진화생태학계에서 1960년대부터 중요하게 논의되었고, 동시에 전 세계적으로 1,000여 종의 사례가 보고되었음. 그러나 그 메커니즘의 복잡성과 분석 방법의 부족으로 충분히 깊게 연구되지 못함. 본 연구진은 생물학, 화학, 공학 등의 학문적 방법론에 구애받지 않고, 다양한 기술을 적극 도입하여 무화과 공생 시스템의 기작을 밝힘.

참고문헌

- Anstett, M. C., M. Hossaert-McKey, and F. Kjellberg. 1997. Figs and Fig Pollinators: Evolutionary Conflicts in a Coevolved Mutualism. *Trends in Ecology & Evolution* 12 (3): 94 - 99.
- Borges, Renee M. 2015. How to Be a Fig Wasp Parasite on the Fig-Fig Wasp Mutualism. *Current Opinion in Insect Science* 8 (April): 34 - 40.
- Machado, Carlos A., Nancy Robbins, M. Thomas P. Gilbert, and Edward Allen Herre. 2005. Critical Review of Host Specificity and Its Coevolutionary Implications in the Fig/fig-Wasp Mutualism. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 102 Suppl 1 (May): 6558 - 65.
- Xiao et al. 2013. Obligate Mutualism within a Host Drives the Extreme Specialization of a Fig Wasp Genome. *Genome Biology* 14 (12): R141.
- Zhang et al. 2020. Genomes of the Banyan Tree and Pollinator Wasp Provide Insights into Fig-Wasp Coevolution. *Cell* 183 (4): 875 - 89.e17.

사사

이 연구는 2019년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. NRF-2019R1A6A1A10073079)

도시 탐조의 미학

탐조를 통한 ‘일상의 자연’ 재발견

박소영 서울대학교 조경학 박사과정, 숲과나눔 특정주제연구자

1. 들어가며

최근 몇 년간 한국에서 탐조가 부상하고 있다. 탐조 2.0세대로도 불리는 최근 유입된 탐조인들은 전통적인 새 관찰의 대상지로서 도심과는 동떨어진 섬이나 습지뿐 아니라 도시공원, 도시하천, 동네 뒷산 등 거주 도시를 주 무대로 탐조를 수행하고 있다(최명애, 2023). 이러한 탐조는 도시는 인공적인 공간으로서 자연과 대비되는 곳으로 인식하는 도시-자연 이분법의 허구성을 드러내는 단적 사례이다. 도시 탐조는, 새를 비롯한 비인간-자연이 도시에 인간과 공존하고 있으며 이러한 자연을 발견하고 재해석할 수 있는 중요한 경험을 제공한다. 이 연구는 탐조를 통해 인간이 도시의 자연을 감각하고 인식하는지, 그 경험의 구체적인 양상에 접근하고 궁극적으로 이러한 도시 탐조의 경험이 도시 환경이라는 일상 세계(living world)에 대한 인식과 감각에 미치는 영향을 확인하고자 한다.

이 연구는 탐조에서 경험하는 섬세한 감각과 인식을 포착하기 위해 환경미학과 물질-기호적 접근의 이론적 틀을 통해 도시 탐조의 경험에 접근한다. 환경미학은 특별한 예술 작품이나 장엄한 자연 경관뿐 아니라 일상적 대상과 현상이 지닌 미적 가치에 주목하고 탐구하는 학문이다(Berleant 1992; Saito, 2007, 2017). 도시 탐조는 도시 환경에 존재하는 새를 세밀히 감상하고 정서적 반응을 동반한다는 점에서 미적 경험이다. 특히 탐조는 도시에서 새를 발견하고 그와 연관된 환경을 새로운 시각으로 인식하는 행위를 가능하게 한다. 이러한 경험은 탐조를 위한 여러 도구, 특히 쌍안경이라는 기술적 매체를 통해 확장되며, 익숙한 도시 공간을 ‘낯설게(defamiliarizing)’ 하는 중요한 역할을 한다.

쌍안경을 통한 시각적 경험은 무관심적 관조와는 거리가 멀다. 즉 탐조를 하며 관찰의 주체와 대상은 물질적, 정서적 분리되기보다 관찰의 주체는 관찰하는 새의 행위와 특성에 맞게 자신을 끊임없이 조율한다. 동시에, 관찰의 주체는 대개 새의 종을 ‘동정(identification)’하려고 시도한다. 이러한 행위는 새의 이름과 해당 종과 그와 연관된 환경의 물질적 특성에 대한 인간의(자신 또는 상호작용하는 다른 숙련된 탐조인들의) 지식과 종의 이름을 연관(associate)시켜 궁극적으로 눈앞의 새를 ‘호명’하려는 시도이다. 이 과정에서 탐조인은 새가 도시 환경 속에서 어떻게 존재하고 행동하는지에 대한 미적 문해력(aesthetic literacy)을 얻게 되며, 이러한 탐조를 통해 얻는 문해력은 곧 미적-생태적 문해력이다. 탐조를 통해 도시민이 읽는 것은 비단 새의 개별적인 특징이라기보다는 그와 상호 영향을 주고받는 인간 자신을 포함한 환경의 관계적 특성이기 때문이다.

이 연구는 도시 탐조를 실천하는 도시민에 대한 심층 면담과 참여 관찰을 통해 도시 탐조 경험을 구체적으로 조명하고, 도시와 자연이 탐조라는 실천을 통해 어떻게 물질적, 감각적으로 엮힐 수 있는지 규명한다. 또한, 이 연구는 도시 탐조를 통해 인간이 도시의 자연을 발견하는 과정에서 미적 쾌와 친밀감을 느끼며(존재론적 변화) 동시에 미적-생태적 문해력이 향상함(인식론적 변화)을 사례를 통해 보이고자 한다. 궁극적으로 이 연구는 탐조가 도시 일상에서 자연과의 연결성을 회복하는 중요한 행위임을 강조하며, 이를 통해 도시 환경에 혼재하는 비인간-자연을 ‘일상의 자연(everyday nature)’으로 개념화하고자 한다.

2. 새가 나-쌍안경을 움직인다: 감각의 확장과 관계적 관찰

“좁을 할 때마다 그게 너무 짜릿한 거예요.” (연구참여자 A)

“그러면 ‘저게 열매를 먹으려고 저 위에 있는 거구나’ 알게 되는 거예요. 망원경에서 자세 등 정확하게 다 알 수가 있어요.” (연구참여자 B)

“망원경으로 보면은 훨씬 자세하고 그 친구가 뭘 하고 있는지도 너무 잘 보이기 때문에 진짜 재미있어요.” (연구참여자 C)

탐조인은 새의 표면적 특징뿐 아니라 행동과 반응을 주의 깊게 관찰하며 존중한다. 이를 통해 인간과 새는 각자가 행위자인 동시에 서로를 의식해 행동을 조율하는 행위자적 관계가 형성된다. 탐조하는 도시민에게 새는 그저 수동적인 객체가 아니라 인간을 포함한 주변 환경과 상호작용하며 자기행동을 조정하는 능동적인 존재로 인식된다. 이때 쌍안경은 인간의 감각을 확장함으로써 인간과 새 사이의 미적 상호작용을 구체화하는 역할을 하는 것이다. 쌍안경은 인간-새 관계를 재구성하는 결정적인 물질적 기반으로서, 인간이 새를 단순히 무관심적 관조의 대상으로 보는 것을 넘어 강렬한 미적 쾌와 친밀함을 가능하게 한다.

3. 일상의 탐조: 미적-생태적 지평의 확장

“스무 살 될 때까지 새를 잘 몰랐다가 나중에 확실히 아파트 안인데도 딱따구리가 있네?, 오색딱따구리가 있네?” (연구참여자 A)

“참새인 줄 알았는데 오목눈이고 오리인 줄 알았는데 물닭이고, 까치인 줄 알았는데 멧비둘기이고 이런 경우가 있어요. 해상도가 높아진다는 말을 쓰는데 너무 와 닿더라고요.” (연구참여자 B)

“출근길에 예전에는 참새라고 생각했던 애들이 쇠박새고 이런 애들이 보이면 반갑게 ‘그래, 안녕~’ 하는 재미가 있어요.... 양재천 같은 경우에는 탐조를 하려고 간 것은 아닌데 생활 속에서, 도시에서 새를 제일 많이 보는 곳이고....” (연구참여자 C)

탐조를 접한 도시민에게 새 지각은 단순한 취미를 넘어, 도시 공간에서 일상적으로 새와 상호작용하는 방식으로 확장된다. 즉, 새와 인간의 미적-생태적 상호작용의 장이 탐조라는 목적의식을 갖고 방문한 장소에 국한되지 않고 일상 환경으로 확장되는 것이다. 탐조를 통해 향상된 미적-생태적 문해력은 일상 환경을 낯설게 만든다. 빠꾸기 소리를 식별하게 되면서 새삼 서울에 빠꾸기가 산다는 것을 깨닫고, 보행로의 생물타리 속의 작은 새무리가 참새가 아닌 쇠박새라는 것을 알게 될 때 일상 환경은 보다 다양한 종과 그들이 가진 미적 특질로 가득해진다. 일상 속에서 새를 발견하게 되면서 도시 환경은 미적으로 풍부한 공간이자 다종(multi-species)이 동거(cohabitation)하는 장소로 재인식된다.

4. 나가며: 일상의 자연으로서 도시

한국에서 최근 몇 년 새 부상한 도시 탐조는 도시를 인공적인 것과 자연을 별개로 보는 기존의 이분법에 도전한다. 탐조라는 실천을 통해, 도시민은 도시 안에 존재하는 자연을 발견하고 경험할 기회를 얻으며, 도시의 비인간-자연 그리고 도시 그 자체와의 관계를 재정의할 기회를 가진다. 탐조를 통해 개발된 미적-생태적 문해력, 그에 따른 주의 깊은 관찰에 따라 인간은 도시는 익숙한 인공적 환경이 아니라 생명으로 가득 찬 ‘낯선’ 환경, 즉 ‘일상의 자연(everyday nature)’으로 재발견한다.

이러한 재발견의 행위는 스콧 헤스(Scott Hess)의 ‘일상의 자연’ 개념과 공명하는데, 헤스는 자연을 일

상에서 벗어나기 위한 낭만적인 피난처로 보는 관점을 비판하며 일상적이고 친숙한 주변 환경도 자연의 중요한 부분으로 인식해야 한다고 역설한다(Hess, 2010). 이 연구에서 밝히듯 도시 탐조의 장은 사람들이 살아가고 일하고 상호작용하는 일상적 환경으로 확장된다. 도시에서 탐조를 통해 야생이나 인간의 손이 닿지 않았다고 인식되는 환경이 아니라 익숙한 환경에서도 생동하는 자연을 새롭게 느끼고 배우고 연결될 수 있다.

결론적으로, 도시 탐조는 도시를 미적이고 생태적으로 풍부하게 감각하고 인식하게 하며, 도시-자연의 이원론적 통념을 넘어 인간과 자연을 상호 연결하는 계기를 마련해준다. 이러한 도시탐조의 미적-생태적 경험은 자연을 더 이상 멀리 떨어진 피난처가 아닌 일상 환경에서 발견하게 함으로써 도시민이 자연과 더 깊은 관계를 형성하고, 도시에 대한 일종의 ‘자기환경화(personalization of environment)’를 통해 환경 문제에 관심을 갖는 기회를 제공할 수 있다(이선경 외, 1998).

참고문헌

- 성한아, 2022, 종이 종을 셀 수 있을 때: 겨울철 조류 동시 센서스의 신체, 경계거리, 현장 문해력, 과학기술학연구, 22(3), 69-106.
- 이선경, 김상윤, 윤여창, 1998, 자기환경화를 가능하게 하는 자연교육 프로그램: 미국의 미시건 4-H 어린이 정원, 바인더 파크 동물원 및 국립공원 사례를 중심으로, 환경교육, 11(1), 102-117.
- 최명애, 2023, 들어가며: 도시의 새, 새의 도시, 새들의 도시: 과학잡지 예피 25, 1-10.
- 최명애, 박현빈, 2023, 도시의 비인간 이웃: 대전시 주민-백로 갈등을 중심으로, 한국도시지리학회지, 26(1), 17-36.
- Angelo, H., 2013, Bird in hand: How experience makes nature, Theory and society, 42(4), 351-368.
- Berleant, A., 1992, The Aesthetics of Environment, Temple University Press.
- Hess, S., 2010, Imagining an everyday nature, Interdisciplinary Studies in Literature and Environment, 17(1), 85-112.
- Saito, Y., 2007, Aesthetics of the Everyday, Oxford: Oxford University Press.
- Saito, Y., 2017, Aesthetics of the Familiar: Everyday Life and World-Making, Oxford University Press.

사사

이 사업은 <2024 숲과나눔 특정주제연구지원사업>을 통해 진행되었습니다.

구두발표 세션 5.

환경운동

- **핵이재민들의 수용되지 않는 이주 요구**
 - 월성 핵발전소 인접 주민의 삶과 운동

김우창 서울대학교 환경계획연구소 연구원, 숲과나눔 특정주제연구자
- **기후재난에 대응하는 여성농민 공동체의 농생태학 실천 연구**

김효정 이화여자대학교 한국여성연구원 연구교수

홍자경 서울대학교 농업자원경제학과 석사과정
- **원전마을의 '기억의 정치화'**
 - 고리원전 최인접 마을주민의 기억을 중심으로

이미향 한국학중앙연구원 한국학대학원 박사 수료
- **개발의 녹색화**
 - 설악산 오색 케이블카의 환경성을 묻는 산양-인간 연대

양한나 이화여대 포스트휴먼융합인문학 협동과정 석사 졸업

핵이재민들의 수용되지 않는 이주 요구

월성 핵발전소 인접 주민의 삶과 운동

김우창 서울대학교 환경계획연구소 연구원, 숲과나눔 특정주제연구자

1. 서론

핵발전은 낡고 오래되기만 한 문제인가? 핵발전소, 특히 핵발전소 최인접 지역에 사는 주민의 삶은 여전히 많은 연구자의 시선과 관심 밖에 있다. 이 연구는 지역주민의 관점에서 그들이 핵발전소와 살아온 반백 년을 이해하려 노력하였고, 왜 한 지역에 다수호기의 핵발전소가 지어졌는지, 왜 다수 주민은 핵발전을 지지하는지, 왜 소수의 주민은 지속해서 핵발전을 비판하며 ‘이주’를 요구하는지 등과 같이 주목받지 못한 월성 핵발전소 최인접 지역 주민의 삶과 운동에 주목하였다.

이 연구에서는 민족지 방법론(Ethnography)을 활용하여 연구자가 현장(경주시 양남면 신서리)에서 약 8개월(2020.10~2021.7)을 머무르며 현장 연구를 수행하였다. 인터뷰와 자료 수집만이 아니라 참여관찰을 통해 그동안 주목받지 못한 주민의 고민을 포착할 수 있었고, 연구자가 가지고 있던 고정관념이나 편견을 인지하고 주민의 관점에서 연구를 진행하려 노력했다. 이 연구는 핵성(Nuclearity), 핵경관(Nuclearscape), 핵이재민(Nuclear Sufferer)이나 느린 폭력(Slow violence)와 같이 연구자가 새롭게 만든 개념(핵이재민)과 핵발전 이슈를 보다 잘 이해할 수 있는 개념들(핵성, 핵경관, 느린 폭력)을 사용하였다. 주민들이 느린 폭력을 통해 형성한 핵성과 핵경관으로 정부와 한수원이 제시하는 지배적인 핵담론을 비판하고 ‘핵이재민’으로 인정받기 위해 지난 10년간 이주를 요구해 왔다.

2. 본론

2.1. 핵발전에 적합한 지역과 주민 만들기

정부와 한수원은 경주라는 지역을 핵발전에 적합한 지역으로 만드는 데 성공하였는지 70년대부터 최근 지역 사례를 통해 드러내었다. ‘핵발전 진흥과 확대’를 위해 중앙정부는 끊임없이 지방정부를 핵발전 논의에서 멀어지게 하거나, 최소한의 권한을 무용지물로 만들기 위해 제도와 법을 만들고 개정하였다. 무엇보다 경제적으로 자립하지 못한 경주시에 막대한 원전지원금을 통해 지역사회가 ‘핵발전’을 거부하지 못할 명분을 함께 만들으로써 결국 핵발전 관련 모든 시설을 경주라는 지역에 설치할 수 있었다. 이 과정을 통해 핵발전 단지화에 적합한 지역과 주민(신체)을 만들었고, 마치 전기를 사용하는 서울을 비롯한 수도권과 전기를 만드는 지역 사이의 주변화된 관계처럼 경주라는 지역 안에도 핵발전 관련 시설이 밀집한 ‘동경주’를 만들었다.

또한, 좀 더 구체적으로 경주라는 지역에 핵발전이 밀집하면서 어떤 영향과 변화를 겪었는지 살펴보았다. 경주시를 비롯하여 민간환경감시기구, 시민사회처럼 핵발전을 견제하고 비판해야 하는 다수의 권력이 존재함에도 불구하고 그들은 핵발전과 한수원으로부터 결코 객관적이지도 자유롭지도 않은 위치에 있었다. 피폭과 오염에 대해서도 문제가 발생할 때마다 그들은 한수원에 대해 어떠한 권한도 갖고 있지 않으며, 경제·사회·정치적으로 이미 종속되어 결국 핵발전 없는 삶을 상상하기 어려운 에너지피아로 변해가고 있었다. 이러한 상황에서 한수원은 다양한 지원금과 권력을 통해 자신들의 사업을 방해하거나 반대하는 주민과 단체들을 압박함으로써 견제받지 않는 권력이 어떻게 사적 폭력을 휘두를 수 있는지 보여주고 있다.

2.2. 핵이재민으로 인정받기 위한 싸움의 의의

이러한 상황에서도 일부 주민들은 느린 폭력을 통하여 눈에 보이지 않는 위협을 비판하고 핵발전의 안전 신화를 부정하며 이주대책위를 결성했다. 상여 시위와 이주 요구를 통하여 그들은 보이지 않던 위협을 드러내었고, 결국 다양한 실험과 조사를 통해 자신들의 몸속에 삼중수소라는 방사성물질이 있다는 것을 알게 되었다. 이것은 그들이 피해자이자 핵이재민으로 인정받는 강력한 무기이면서도, 일부 주민의 경우에는 다른 가족들에게 함께 살자고 요청한 자신이 또 다른 가해자가 되는 경험이기도 하였다. 지난 10년의 투쟁을 통해 이주대책위는 핵발전을 옹호하는 지역주민이나 한수원과 다른 핵성과 핵 경관을 만들어냄으로써 지배적인 핵 담론에 균열을 내고 있다.

물론, 그들의 싸움을 긍정적으로만 해석할 수는 없다. 지난 10년간 이주를 요구하고 상여 시위를 해왔지만, 정부와 한수원은 단 한 번도 ‘이주 요구’나 ‘핵이재민’을 인정하지 않았기 때문이다. 오히려 지역주민들은 핵발전의 안전을 강화하고 ‘위험’을 삭제하기 위해 동원됨으로써 지배적인 핵성과 핵 경관을 공고화하는 데 이용되었다. 그러나, 대책위의 인정투쟁과 이주 요구는 ‘지원’과 ‘보상’ 위주로 핵발전 인접 지역을 관리하는 현재 시스템에 균열을 내며, 마치 기후이주민이 끝내 ‘이주’를 요구해야 하는 상황과 같이, 위험한 곳에서 벗어나고 안전한 곳에서 살고자 하는 권리를 요청하고 있다. 또한, 대책위의 삶과 운동은 찬핵 진영만이 아니라 탈핵 진영으로부터도 주변화되기 일쑤였다. 그들은 주로 핵발전소 가동 중지처럼 핵발전/인프라 중심으로 핵성과 핵 경관을 만들어왔기 때문이다. 이러한 상황에서 대책위는 기존 핵발전을 옹호하는 집단만이 아니라 비판하는 집단의 핵성과 핵 경관의 한계를 지적하며, 지역주민의 목소리에 귀를 기울여줄 것을 호소하고 있다.

3. 결론

이 연구를 통해 핵발전 이슈가 오래되고 낡은 이슈가 아니라, 여전히 관심을 갖고 연구해야 할 주제로 인식되기를 바란다. 무엇보다 월성 이주대책위를 비롯하여 핵발전소를 비판하고 이주를 요구하는 주민들을 ‘핵이재민’이라는 새로운 개념으로 설명함으로써 왜 그들이 ‘탈핵’이 아닌 ‘이주’를 요구하는지를 이해하고 분석하였다. 또한, 서울이나 수도권, 연구자나 활동가의 관점이 아닌 주민들이 지난 50년간 핵발전소와 함께 살아가며 만든 ‘핵성’과 ‘핵경관’을 통해 자신들의 요구를 주장하고 정부와 한수원이 제시하는 지배적인 핵담론에도 균열을 내고 있다. 이 연구를 통해 탈핵이나 핵발전의 의미가 단순히 ‘에너지원을 만드는 발전소’에 그치는 것이 아니라 더 다양하고 복잡한 주민과 지역에서 제기하는 질문들이 포함되기를 바란다.

물론, 이 연구는 연구자의 부족한 현장 연구 경험으로 인해 핵발전을 비판하는 대책위에 주목하여 다양한 지역주민을 만나지 못했다는 한계가 있다. 향후 연구에서는 찬핵과 탈핵이라는 이분법적인 구도를 연구자 스스로가 극복하여 지역의 다양한 사람을 만나 핵발전과 함께 사는 삶을 깊이 있게 이해할 필요가 있다. 또한, 경주의 사례를 통해 일반적인 ‘핵성’과 ‘핵 경관’을 파악할 수 있지만, 고리와 영광, 울진 등 각 지역에서 벌어지는 특수한 상황과 역사를 추가로 파악할 필요도 있다. 어쩌면 이 연구는 끝이 아니라 앞으로 연구자가 해야 할 수많은 연구의 시작점이 될지 모른다. 이 연구의 부족한 부분을 보완하여 앞으로도 의미 있는 연구를 진행할 것이다.

사사

이 연구는 김우창의 박사학위논문(2024)을 수정·보완하고, 전체 중 일부 내용을 요약하여 발표하는 것임을 밝힙니다.

기후재난에 대응하는 여성농민 공동체의 농생태학 실천 연구

김효정 이화여자대학교 한국여성연구원 연구교수

홍자경 서울대학교 농업자원경제학과 석사과정

1. 서론

본 연구는 한국사회와 젠더 연구에서 소외되어왔던 여성농민 연구이자 기후재난에 대응하는 대안 실천사례 연구이다. 인류세, 기후위기, 생태적 재앙과 같은 지구 시스템의 한계 속에서 한국사회 역시 사회생태적 전환의 기로에 놓여있다. 그러나 사회생태적전환은 어떠한 실천전략과 정치화 과정을 통해 이루어질 수 있는가? 본 연구는 한국사회 젠더 연구의 사회생태적 전환의 필요성을 제기하는 동시에 실질적 대안을 마련하기 위해 여성농민 공동체의 농생태학 실천에 주목한다. 생존권과 직결되는 예측할 수 없는 기후재난 속에서도 여성농민들은 글로벌 신자유주의 자본주의에 기반한 세계먹거리체계의 가부장성과 채취주의(extractivism)에도 불구하고 공동체 운동에 기반한 농생태학 실천 연구를 통해 농업의 지속가능성과 한국사회 사회생태적 전환을 위한 실질적 대안을 실천하고 방향을 모색하고 있다. 그렇다면 기후위기 시대 한국사회에서 농생태학 실천은 어떠한 의미를 갖는 것일까?

본 연구는 갈수록 심화되는 기후재난에 가장 큰 영향을 받는 한국의 농민 중에서도 농촌 인구의 다수를 구성하는 동시에 사회, 문화, 정치적으로 취약한 위치에 놓여 있는 여성농민들이 어떻게 공동체를 중심으로 기후재난에 대응하고 농생태학(agroecology) 실천을 도모하는지에 대한 구체적인 과정과 내용을 밝히고자 한다. 한국사회 여성농민 공동체의 농생태학 실천은 2010년대 이후 기후위기에 대한 대응이자 식량주권운동으로써 여성농민운동의 일환으로 전개되어 왔다. 특히 전국여성농민회총연합(이하 전여농)은 세계자본주의 체제에 대한 농민의 정치적 저항과 함께 대안을 모색해온 비아 캄페시나(La Via Campesina)의 동남동아시아 회원이자 연대 조직의 일원으로 비아 캄페시나가 목표로 해온 소농의 자급생산과 자급 노동의 권리인 식량주권 운동 및 농생태학 운동을 한국사회에서 실천해왔다(김효정, 2023). 이에 본 연구는 농생태학 실천사례인 언니네딴밭 여성농민 생산자 협동조합(이하 언니네딴밭)에 대한 사례연구와 함께 언니네딴밭 생산자조합원 대상 설문조사를 포함한 혼합연구방법을 통해 기후재난의 실태와 함께 농생태학 실천과정과 의미를 분석하고 있다.

2. 본론

1) 기존논의 검토

(1) 대안적 패러다임으로써 농생태학의 다양한 의미

농생태학은 과학으로 농업에 생태학을 적용하는 의미로써 1930년대 러시아의 농학자 벤신(Bensin, 1930)에 의해 처음 사용된 이래 1970년대에 이르러 녹색혁명에 대응하는 농업이자 대안 농업모델로서 논의되기 시작했다(Wezel et al, 2009). 이후 농생태학은 생태학적, 사회학적 차원을 포괄하는 전체 먹거리 시스템의 생태학 연구로 확장되기 시작했다(위와 동일). 그러나 운동이자 실천으로서 농생태학은 기존 과학의 환원주의 문제와 자연 자원을 오로지 시장경제의 상품성으로만 평가하는 차원을 넘어서 농업이 생태계 안에서 수행하던 다층적 역할에 주목하고 그 가치를 지식 패러다임 안으로 들여오고자 하였다(Shiva, 2016). 먼저 운동으로써 농생태학은 식량안보, 식량주권, 식량자치를 위해 활동하는 농민단체일 수도 있고 지역 주민의 정치적 운동일 수도 있으며 퍼머컬처 또는 유기농업과 같은 대안농업 확장을

위한 농민운동일 수도 있다(위와 동일). 중요한 것은 농생태학 운동이 농업의 생산, 유통, 소비 과정에서 외부 자본과 기업에 의한 농산업으로부터 농민과 소비자의 권리를 되찾는 식량주권 운동으로 확장되어 왔다는 것이다. 또한 실천으로써 농생태학은 지속가능한 농업 실천으로써 농작물 수분, 해충 조절, 천적 방제, 상호작용과 영양, 생태계 다양성 향상, 경관 미학 등 생태학적 접근을 아우르며 특히 회복력 있는 농업 실천을 다룬다(Tscharntke et al, 2005). 농생태학 실천은 농법만이 아니라 농업 시스템 전반을 재구성한다. 농생태학은 자본에 의한 고도로 전문화된 생산방식과 달리 다양한 생산활동을 결합한 혼합형의 다기능 농업 생산을 추구하는데(Petersen, 2018) 필요한 투입물, 예를 들어 에너지, 거름, 종자, 사료, 시설, 지식 등을 자체적으로 생산하거나 다른 생태 농장과 협력하여 생산한다(Van der Ploeg, 2019). 이를 통해 농생태학은 다양한 외부관계를 변화시키는데, 기존의 기업과 자본 중심의 관계망을 넘어서 직접적인 경험 공유, 상호부조, 농민 학교 등으로 관계가 변화되며 이는 결국 부의 사회적 재분배로써 더 나은 소득을 창출하게 만든다(Van der Ploeg, 2021: 283). 즉 농생태학은 농업과 먹거리체계의 생태적, 경제적, 사회적 연결망의 재구성을 위한 방법론이자 실천인 것이다.

(2) 농업 시스템의 가부장제와 젠더 불평등의 대안으로써 농생태학

전 세계적으로 농생태학 실천과 운동의 주체이자 주요한 행위자로 여성이 위치한다. 여성농민과 가족 농은 더 나은 식량 시스템을 구축하는 데 중추적 역할을 한다. 세계 식량의 60%는 전 세계 농업 면적의 30%에서 소규모 자작농에 의해 생산되며, 국가와 지역에 따라 다르지만 먹거리의 50~80%는 여성이 생산하고 있다(Tschirren et al, 2021). 그러나 기존의 농업 시스템은 오랜 시간 가부장적 질서가 지배하는 현상이었으며 여성농민은 남성농민이 쉽게 접근할 수 있었던 다양한 물질자원과 경제적 기회, 과학과 기술 지식으로부터 소외되어 왔다. 그러나 주변화된 위치에서 여성들은 농생태학적 가치에 부합하는 토종 씨앗 보존, 토양 살리기, 화학비료를 쓰지 않는 친환경 농법 실천, 지역의 생물다양성 보존을 주로 책임져왔다(Trevilla-Espinal et al, 2021; Singh, 2023).

식량위기 투쟁에서 여성주의(feminism)는 불평등, 억압, 착취의 패러다임뿐만 아니라 성 역할에 도전하는 집단행동에 의한 연대의 실천을 적용하면서 농생태학 및 식량주권 패러다임에서 잘 나타나고 있다(Seibert et al, 2019). 즉 과학, 실천, 사회운동으로써 농생태학은 특히 여성에 대한 가부장제와 구조적 폭력에 도전하는 여성주의 농생태학에 기반한 지식과 실천방식을 개발할 필요가 있다(Pimbert, 2018). 다시 말하자면 농생태학에서 여성주의적 접근을 다룬다는 것은 젠더가 식량 시스템의 모든 측면과 교차하고 영향을 미치며 영향을 받는 무수한 방식을 이해하는 것을 의미하며 이는 권력관계가 식량 시스템의 사회적 차원뿐만 아니라 전체적 측면과 연결된다는 점을 아는 것이다(Zaremba et al, 2021). 따라서 억압과 착취를 정당화하는 기존의 권력 구조에 저항한다는 점에서 농생태학과 여성주의는 긴밀히 연결되어 있다. 특히 관행농업의 안팎에서 여성들이 수행해 온 생태적이고 돌봄에 기반한 실천의 가치를 재평가하고 여성농민의 주체성을 회복하는 작업은 농생태학 실천에서 필수적이다. 결국 농생태학 실천과 운동이 확장되는데 있어 여성의 대표성과 의사결정 참여, 공평한 접근성 강화를 위한 사회적 시스템 마련이 필요하며 갈수록 심화되는 기후재난에 대응하기 위한 새로운 전략과 방안 마련이 요구된다. 이에 본 연구는 여성주의적 농생태학을 추구하는 언니네텃밭 사례에 주목하며, 이에 참여하는 여성농민 생산자들이 어떠한 방식으로 농생태학을 실천하면서 한국사회의 지배적 농업 관행에 대항하고 새로운 대안을 구성하는 동시에 한계에 부딪히는지 살펴보고자 한다.

2) 연구 방법

본 연구는 농생태학을 실천하고 있는 언니네텃밭 소속 여성농민 생산자를 대상으로 사례연구와 함께 언니네텃밭 소속 전국 단위 여성농민 생산자 대상 설문조사를 진행하였다. 언니네텃밭은 유기농법, 토종종자 활용 및 농생태학을 활용해 생산된 제철 농산물과 먹거리를 소비자에게 꾸러미 발송 및 직거래로

판매하는 공동체지원농업 사례이다. 언니네텃밭은 초기 전여농 산하 조직으로 출범했고 현재는 분리되어 독립적으로 운영되고 있으나 전여농과 다양한 농생태학 실천을 공유하고 있다. 본 연구는 사례연구를 위해 농생태학 관련 실천을 10년 이상 지속하고 있는 언니네텃밭 상주와 제주 지역 공동체를 중심으로 현장연구 및 심층면접을 진행했다. 우선 기후재난의 전반적인 실태와 함께 대응 현황을 파악하기 위해서 언니네텃밭의 전국 생산자조합원 약 330명 중 실제로 현재 생산 및 판매 활동에 참여하고 있는 100여 명을 대상으로 설문조사를 진행하였고 총 79명이 참여하였다. 2023년 7월 5일 대전에서 개최된 언니네텃밭 전국 여성농민 생산자 연수 참여자 대상으로 온라인 및 오프라인 설문지를 통해 설문조사를 실시했다. 심층면접에는 사전 고지와 연구 활용 동의서 작성 등 연구 윤리에 의거해 9명의 여성농민이 참여하였다. 연구참여자의 연령대는 40대-60대로 농생태학을 포함한 대안농업 경력이 적게는 5년에서 26년에 이른다. 농생태학과 대안농업을 정확하게 구분하기는 어렵지만, 본 연구에서는 여성농민들 스스로가 공동체에 기반하여 농생태학 실천이라고 명명하는 농업활동을 중심으로 분석하고 있다. 본 연구에서 농생태학은 단순히 농법에만 한정된 것이 아니라 농업과 생태계, 먹거리체계 전반의 순환과 농민과 먹거리 소비자의 권리가 연결된 과정을 의미한다.

3) 일상화된 기후재난의 문제

(1) 기후재난 피해 경험과 생존권의 문제

설문조사 결과 연구참여자의 약 97.4%가 기후변화로 인한 자연재해를 경험했다고 응답했다. 실제로 경험한 자연재해의 경우 중복응답 결과 절반 이상인 약 58.2%가 이상기온을 경험했고 다음으로 40.5%가 병해충을 경험했다고 나타났다. 태풍(8.9%), 홍수(15.2%), 물 부족(10.1%)과 같은 재해는 상대적으로 높지 않았다. 기후변화로 인한 피해를 언제부터 체감하고 있었는지에 대한 질문에 대해서는 최근 1~2년 사이에 체감하고 있다고 응답한 비율이 32.5%로 가장 높고 다음으로 3년 전(28.6%), 5년 전(24.7%)으로 나타나고 있었다. 전반적으로 최근 5년 사이 기후변화 피해를 가장 가시적으로 체감했음을 확인할 수 있었다.

사례연구에서도 연구참여자들은 현재의 기후재난이 단순히 폭우나 가뭄의 문제만이 아니라 사계절 내내 나타나는 극심한 기온 격차와 같은 일상적 문제임을 지적했다. 대부분의 연구참여자들이 날씨가 갑자기 따뜻해졌다가 다시 추워지기를 반복하는 극심한 기온 격차로 작물이 열파와 냉해를 입는 경우가 많다고 설명했다. 게다가 일교차가 계속 커짐에 따라 기후재난이 단발적 사건이 아닌 일상적인 경험이 되었다고 공통적으로 이야기했다. 이러한 일상적 기후재난은 농민들의 생존권과 직결된다. 즉 농업 생산성이 낮아짐에 따라 경제적으로 타격을 받게 되고 이는 생존권 문제와 연결되는 것이다. 예측할 수 없는 날씨는 작물이 성장하는 것을 막고 수확할 수 없게 하거나 수확하더라도 저장하기 어려운 조건으로 작용해 농민의 소득에 악영향을 미치고 있었다. 그러나 문제는 기후재난에 대해 정부 정책이나 지원이 거의 부재한 상황이라는 것이다. 정부에서는 일부 농작물에 대한 농업 보험 또는 극단적인 기후재난으로 인한 재난지역 선포에 따른 부분적 보상 정책 외에는 지원방안이 거의 없는 실정이다. 현재 대부분의 농민들은 기후재난의 문제에서 비롯된 경제적 생존의 어려움을 개별적으로 감당하고 있는 상황이다.

(2) 농업노동환경의 악화와 여성농민 건강의 어려움

설문조사 결과 응답자들은 기후변화에 따른 농사 노동시간이 증가하는 어려움이 있고(90.7%), 병해충으로 인한 감염위험이 늘어나고 있고(89.7%), 건강의 어려움이 있다고(78.7%) 응답했다. 특히 설문조사에서 기후변화로 인해 경험한 건강 문제의 어려움을 구체적으로 질문하였을 때, 중복응답 결과 허리, 무릎 등 근골격계 통증(61%)에 대한 응답이 가장 높았고 알레르기 등 피부 질환(37.7%)이 뒤이었다. 열사병 등 온열 질환(29.9%)과 진드기, 해충에 의한 외상(27.3%) 또한 응답 비율이 높은 편에 속했다. 생산량은 줄고 노동량은 증가하는 악순환은 결국 농사 규모를 줄이거나 농업을 중단하는 등의 문제로 귀결

되고 있었다. 그럼에도 불구하고 연구참여자들은 유기농업이나 농생태학을 중단하지 않고 기후재난에 대응하는 방안으로써 더욱 더 적극적으로 실천해가고 있었다.

4) 기후재난에 대응하는 공동체의 농생태학 실천

(1) 농생태학 실천을 통한 생태계 다양성의 증진

언니네텃밭 생산자들에게 설문조사를 통해 기후재난에 대응하는 땅의 회복을 위해 가장 필요한 농사법이 무엇인지 물었을 때 60.5%의 응답자가 농생태학이라고 응답했다. 자연농에 대한 응답이 18.4%, 무농약과 유기농에 대한 응답이 각각 9.2%로 뒤를 이었다. 이처럼 농생태학에 대한 응답이 다수를 차지한 것은 언니네텃밭이 추구하는 농법이 농생태학에 근거하기 때문이다. 실제로 언니네텃밭에서는 농생태학 농법을 실천하는 공동체들을 지원하는 농생태실습소 사업을 시행하고 있다. 상주와 제주 지역 공동체 역시 다양한 농생태학 농법을 실천하고 있었는데 크게 풀을 통한 땅 살리기, 섞어짓기, 해충기피 등을 통한 생태계 다양성 증진, 토종종자와 공동체의 전통지식 활용 등을 통해 기후재난 속에서도 일부 생산성을 높이고 있었다. 연구참여자들 대부분은 무제초, 무농약 원칙을 바탕으로 풀을 천연비료로 활용하고 비닐 대신 풀 멀칭을 통해 땅이 살아나는 것을 직접 경험할 수 있었다고 말했다. 여기서 땅이 살아난다는 것은 미생물과 유기물이 증가하여 땅이 부드러워지고 물 빠짐이 좋아지는 등 땅의 생태계 다양성이 높아지고 비옥해져 농작물이 잘 성장하는 과정을 말한다. 땅 살리기는 기후재난의 회복력과도 연결되고 있었다.

특히 언니네텃밭 생산자들은 일상화된 기후재난에 대비하기 위해 다양한 섞어짓기 농법을 활용하고 있었다. 섞어짓기는 특히 밭작물에 특화되어 활용되었다. 섞어짓기 농법은 땅의 회복력을 높일 뿐 아니라 해충으로부터 작물을 보호하는 동시에 좁은 땅에 다양한 작물을 키움으로써 생산성을 높이기도 한다. 일상화된 기후재난에 대응하는 방법이자 땅의 회복에 중요한 농생태학 요소 가운데 하나는 생태계 다양성이다. 연구참여자들은 꽃을 많이 피우는 작물을 밭 가운데 섞어짓기하여 벌을 늘려서 다른 작물의 수분에 도움을 주거나 벌레의 천적을 이용해서 밭 자체가 하나의 생태계로 순환하는 방법을 활용하기도 했다. 즉 농생태학 실천을 통한 땅의 회복은 밭의 생태계 회복, 즉 생태계 다양성 증진과 연결되고 있었다.

(2) 지속가능한 먹거리 생산성의 문제

농생태학 실천을 통한 땅, 생태계 다양성, 작물의 회복력 강화는 생산성과 직접적으로 연결되고 있었다. 설문조사 결과 대부분의 응답자가 생산량 감소를 경험하고 있음에도 불구하고 사례연구의 참여자들은 생산량 감소가 다른 농가에 비해 적거나 일부 작물은 농생태학을 통해 생산성이 유지되는 것을 경험했다. 물론 항상 수확량이 좋은 것은 아니다. 기후가 좋지 않아 병충해가 오면서 고추를 하나도 수확하지 못하거나, 폭우와 침수로 인해 생강의 수확량이 떨어진 경우도 있었다. 그러나 기후재난 상황에서도 관행으로 농사지은 밭의 수확량과 유사하게 감소하거나 때로는 더 나은 수확량을 보이기도 했다.

현재의 관행 농업은 땅이 척박해지더라도 더 많은 농약과 화학비료를 투입해 높은 생산성을 유지해야만 투입한 비용만큼을 확보할 수 있는 구조다. 그러나 고투입 관행 농업은 생산 과정에서 결국 더 많은 탄소를 배출하고 이는 다시 기후에 악영향을 미친다. 이와 달리 농생태학을 통한 땅의 회복은 탄소를 배출하는 것이 아니라 오히려 포집해 기후문제를 해결하는 힘 또한 갖고 있다. 예를 들어 경운을 하지 않는 농생태학 방식을 통해서 탄소를 배출하지 않고 포집하는 농사를 짓는다. 이는 땅을 회복시킬 뿐만 아니라 기후재난을 예방한다. 물론 산업적으로 배출되는 탄소량에 비해 소농의 생태 농사로 포집되는 탄소 비율은 현저히 낮지만, 작은 노력이 모여 기후재난을 야기하는 탄소 배출에 조금이라도 긍정적으로 기여할 수 있다. 결국 기후위기 시대에 생태계 다양성과 탄소 흡수원을 보호하려면 농지 자체가 거대한 탄소 저장고가 되도록 만들어야 하는 것이다.

5) 농생태학의 공동체적 실천 의미와 한계

(1) 대안먹거리체계와 농업의 회복력

설문조사를 통해 기후변화에 대응하기 위해서 현재 하고 있는 개인적 실천에 대한 질문에 중복응답 결과 58.4%의 응답자가 농생태학을 실천하고 있다고 응답했고, 그 다음으로 41.6%의 응답자가 가운을 하지 않는다고 답했다. 이 두 가지는 언니네텃밭 생산자들의 운영규약과 연결되어 있어 높은 응답률을 보이는 것으로 확인할 수 있다. 언니네텃밭의 농생태학 실천이라는 전체적인 조직의 방향성이 개인적인 실천으로 이어지고 있음을 확인할 수 있다. 사례연구에서도 연구 참여자들은 기후재난 이후 더 생태적이고 대안적인 농업 실천을 모색하고 있었으며 더 나아가 제철 꾸러미 사업, 먹거리 직거래 사업 등 생태적인 농업의 가치사슬을 고민하고 있었다. 특히 언니네텃밭의 생산자 공동체들은 무채초, 토종 농사를 비롯한 농생태학 실천을 중요한 농사 방식으로 정하고 있고, 이를 바탕으로 소비자와 직거래를 하는 대안먹거리체계를 만들어가고 있다.

소규모 농민과 달리 중소규모 농민의 경우 더 많은 생산량을 판매해야 하므로 언니네텃밭 제철 꾸러미에 한계가 있음을 지적한다. 더 많은 양의 먹거리를 판매하기 위해서는 생협이나 로컬푸드, 학교 급식 등 다양한 대안먹거리체계의 확장성이 필요한 것이다. 결국 농생태학 실천과정이 어떻게 대안먹거리체계의 확장으로 연결될 것인지에 대한 논의가 필요한 상황이다. 한편 대안먹거리체계는 푸드 마일리지가 긴 기존의 대량 먹거리체계와 달리 탄소배출을 줄일 수 있다는 점에서도 의의가 있다. 따라서 로컬푸드를 비롯한 대안먹거리체계는 장기적으로 농업의 탄소 배출을 줄여 기후재난을 예방한다는 측면에서 농업의 회복력 증진과 관련된다. 결국 농생태학 실천은 농사를 짓기 위한 기술과 방법 면에서 회복력을 기르는 것뿐만 아니라 농업의 가치사슬 전반의 회복력을 기르는 것과는 연결되어 있는 것이다.

(2) 소농 공동체와 소비자 연대

언니네텃밭과 전여농은 농생태학 운동의 장기적인 비전과 방향성을 고민하고 운동의 확장을 위한 다양한 사업을 전개하고 있다. 그 사례로 농생태학 실습소와 농생태학 학교 운영, 농생태학 실태 조사 및 연구 등이 있다. 전여농을 통해 전국에 기반한 큰 공동체 조직에서 식량 주권 실현을 위한 농생태학 실천을 주요 의제로 결정함에 따라 지역의 작은 공동체에서 농생태학 실습소를 진행하고 있었다. 농생태학 실습소로 정해진 지역 공동체는 일 년간 농생태학 실천을 통해 개인의 농사 경험을 기록하고 실험한다. 이러한 기록과 실험은 다시 전국 단위인 전여농과 언니네텃밭 생산자 교육을 통해 공유되고 확산된다. 또한 농생태학 실천을 개인 단위에 맡기는 것이 아니라 생산 과정에서 제도화하기 위해 농생태학 참여인증 같은 논의를 확장하고 있었다.

언니네텃밭 생산자들은 기후재난 피해를 입은 지역 공동체에 실질적인 지원의 손길을 제공했는데, 기후재난으로 피해를 경험한 지역 공동체를 돕기 위해 물리적인 복구 과정에 참여하거나 후원금, 후원물품, 먹거리 등을 지역 공동체 단위로 전달하기도 했다. 공동체가 조직적으로 활성화되어 있었기 때문에 전국 단위에서 지역 단위로 재난 회복을 위한 다층적인 지원이 지속적으로 전해질 수 있었다. 또한 언니네텃밭 공동체에서는 재난 지역에서 생산된 농산물을 공동으로 구매하여 꾸러미에 넣거나 어려움을 겪는 공동체에 자신의 지역 공동체가 생산한 농산물을 기부하는 등 먹거리를 통해 서로 돕는 일을 도모하기도 했다. 한편 농생태학을 적극적으로 실천하는 생산 공동체를 방문해 기후변화에 어떻게 농생태학으로 대응할 수 있을지 공동체 간 지식 교류와 공유를 적극적으로 실천하고 있었다.

그러나 공동체는 생산자로만 구성되는 것이 아니다. 연구 참여자들에게 공동체는 소비자와의 연대도 포함한 의미이다. 농생태학을 하는 소농 공동체가 지속되기 위해서는 소비자와의 연대가 반드시 필요하다는 것이다. 실제로 언니네텃밭 설립 초기에 연대 단체이자 소비자인 행복중심생협, 서울여성회 등의 회원들과의 연대과정 역시 먹거리 시민의 실천으로 볼 수 있다.

한편 언니네텃밭의 생산자들은 비아 캠페시나 회원 단체로 활동하면서 현재의 농생태학 실천이 단순

히 지역적이고 일국적인 공동체 활동이 아니라 지구적 공동체 안에서 소농의 권리로 자리매김한다고 설명했다. 결국 현재의 기후재난에 대응하기 위해선 소농의 권리에 기반한 농업 실천을 통해 대안 모색이 가능하다는 것이다. 소농의 개별 대안적 실천이 공동체 활동으로 확산되고 먹거리 시민으로써 소비자와의 연대를 통해 새로운 시스템을 만들어간다면 장기적으로 기후문제에 대응할 수 있는 힘과 회복력을 가질 수 있을 것이다.

(3) 지속가능성 문제와 농생태학 실천의 한계

통계청에 따르면 2022년 한국 사회 전체 농가의 절반이 만 65세 이상의 고령 인구로 나타나고 농업 인구는 지속적으로 감소하고 있다(통계청, 2023). 현재 농촌에는 70세 이상의 2인 가구 형태가 가장 많은 것으로 보고된다(위와 동일). 언니네텃밭 역시 세대 재생산 문제로 어려움을 겪고 있다. 농촌 사회의 고령화, 인구 감소, 지역 소멸, 낮은 농업 소득, 기후위기 등의 문제는 농업의 지속가능성을 어렵게 만든다. 실제로 설문조사를 통해 언니네텃밭에서 가장 어려운 점이 무엇인지 묻자 절반 이상의 응답자가 후배 세대가 없다(51.4%)고 응답했다. 조합원들에게 언니네텃밭의 재생산에 대한 고민이 가장 큰 상황임을 확인할 수 있다. 사례연구에서도 재생산에 대한 언급이 많았는데, 여러 연구 참여자들이 세대가 재생산되지 않는다는 것은 곧 사업 자체의 지속가능성에 대한 불안이라고 응답했다. 언니네텃밭이 지닌 공동체성이라는 이점을 살려 어떻게 생태지식과 공동체 의식을 전승할 수 있는지에 대한 연구 참여자들의 고민이 드러나는 지점이었다.

언니네텃밭 지역 공동체는 지속적으로 축소되고 있다. 과거 16개의 언니네텃밭 지역 공동체가 2023년 현재 9개로 감소함에 따라서 더 이상 지역 공동체를 유지하는 것이 어려운 상황이다. 언니네텃밭은 공동으로 경작, 생산해 꾸러미를 만들어온 꾸러미공동체는 감소하는 반면 비정기적인 직거래 방식인 장터 공동체는 늘어나고 있는 상황이다. 연구참여자들은 언니네 장터 역시 공동체를 구성하고 공동의 상품을 만들어서 판매하는 방식으로 선회하여 운영하고 있었다. 이러한 공동체의 다변화 방식은 현실적으로 농업을 지속하기에 어려운 상황 속에도 불구하고 계속해서 언니네텃밭에 새로운 세대 유입이라는 현상으로 연결되고 있었다. 청년 세대의 유입은 기존의 언니네텃밭 공동체가 생각하지 못했던 사업을 전개하거나 이전 세대가 잘하지 못하는 홍보나 네트워크에 많은 도움이 되고 있었다.

한편 두 지역 사례의 연구참여자들은 계속해서 증가하는 기후재난으로 인한 농생태학 실천의 한계와 어려움을 고민하고 있다. 연구참여자들은 언니네텃밭 공동체가 기후재난에 대응하는 방안을 어떻게 다변화해나갈 것인지 고민하는 동시에 농생태학 가치를 추구하되 실질적인 방안 마련이 필요함을 강조했다. 농생태학 실천의 경우 농민이 개별적으로 책임을 지는 것이 아니라 공동체적인 규정과 의미 확산 같은 작업이 뒷받침 되어야만 지속 가능성이 담보된다는 것이다. 결국 현재의 대안먹거리체계가 좀 더 촘촘하게 재구성될 필요가 있다. 먼저 기존의 인증 시스템에는 포함되지 못하거나 구분되지 못하는 소농의 농생태학을 통한 먹거리 생산이 어떻게 탄소를 포집하고 기후위기에 대응하는 대안적인 먹거리를 생산하는지 구체적으로 논의하는 것이 필요하다.

3. 결론

본 연구는 언니네텃밭 생산자를 중심으로 이들이 어떻게 기후재난을 경험하고 어떻게 기후재난에 대응하는 농생태학을 실천하는지의 과정과 의미, 한계를 분석했다. 현재의 극심한 기온 격차, 열파와 냉해 같은 기후현상은 재난이 일시적인 게 아니라 일상화되었음을 분명하게 보여준다. 일상화된 재난은 농가의 생산성을 떨어뜨리고 농민의 생존권 위협과 직결되었다. 연구참여자들은 날씨의 불안정성에 대응하기 위해 더 많은 농업 노동을 감당해야 했다. 그 과정에서 건강이 악화된 경우도 있었고 특히 외래 해

충이 증가하면서 농업 노동 조건이 더욱 열악해지고 있음을 확인할 수 있었다.

언니네텃밭 생산자들은 심화되는 기후재난 속에서도 농생태학을 실천하고 확장해가고 있었다. 연구참여자들은 농생태학이 더 많은 노동력을 요구함에도 분명한 이점을 갖는다고 설명했다. 농생태학 실천은 농업의 규모와 숙련도에 따라서 지속가능성이 다르게 나타났다. 언니네텃밭 생산자들은 대개 중소규모 이하에서 농생태학 실천을 지속하고 있었고, 농업노동에 있어서도 높은 숙련도를 필요로 했다. 이에 연구참여자들은 농생태학 실천을 공동체 내에서 자신의 경험을 공유하면서 여성농민운동의 일환으로 전개해가고 있었다. 그럼에도 불구하고 농생태학 실천은 생산자 개개인의 생존권과 지속가능성 문제에 있어 어려움에 직면하고 있었다. 연구참여자들은 공공의 제도적 지원 없이 개개인 또는 공동체 단위 농생태학 실천만으로는 점점 더 심각해지는 일상화된 기후재난에 대처하기 어려운 상황이었다. 게다가 연구참여자들은 경제적 생계의 문제와 더불어 공동체와 조직을 지속하기 위한 다음 세대의 재생산 문제에 있어서도 한계에 부딪히고 있었다.

결국 농생태학의 지속가능성을 위해선 농민의 생존권을 보장할 수 있는 국가적, 지역적 차원의 농생태학 기반 다층적 농업 지원정책이 요구된다. 특히 기후재난으로 인한 농가 피해 지원책을 적극적으로 마련하되, 농민을 단순히 기후재난의 피해자로 설정하는 것에서 나아가 농생태학을 통해 탄소를 감축하는 적극적인 행위자로 보고 이에 대한 지원체계가 함께 마련되어야 할 것이다. 기후위기 시대 농촌의 세대 재생산을 위한 농생태학 교육제도 및 농생태학 실천을 통해 농촌사회에 정착하기 위한 다양한 제도와 지원체계 마련이 필요하다.

참고문헌

- 김효정. 2023. 기후위기 시대 여성농민운동의 생태적 전환과 다종 간 관계성의 변화, 한국여성학, 39(2): 141-169.
- 통계청. 2023. 『통계로 본 제주의 어제와 오늘』, 통계청.
- Bensin, Basil. 1930. Possibilities for international cooperation in agroecological investigations, Int. Rev. Agr. Mo. Bull. Agr. Sci. Pract 21: 277-284.
- Petersen, Paulo. 2018. Agroecology and the Restoration of Organic Metabolisms in Agrifood Systems, 『The Sage Handbook of Nature』, Edited by T. Marsden, London: SAGE Reference.
- Pimbert, Michel. 2018. Global status of agroecology: A perspective on current practices, potential and challenges, Economic and Political Weekly 53: 52-57.
- Seibert, Iridiani G., Sayeed, Azra T., Georgieva, Zdravka and Guerra, Alberta. 2019. Without Feminism, There Is no Agroecology, Rome: Civil Society Mechanism (CSM) for relations to the UN Committee on World Food Security.
- Singh, Pushpa. 2023. Exploring gender approach to climate change and agroecology: Women farmer's search for agency in India, Asian Journal of Social Science 51: 18-24.
- Shiva, Vandana. 2016. 『Earth Democracy: Justice, Sustainability and Peace』, London: Zed Books.
- Tschirren, Sonja et al. 2021. 『Autonomy Through Agroecology』, Bern: SwissAid.
- Trevilla-Espinal, Diana Lilia., Soto-Pinto, Maria Lorena., Morales, Helda and Estrada-Lugo, Erin Ingrid Jane. 2021. Feminist agroecology: Analyzing power relationships in food systems, Agroecology and Sustainable Food Systems 45(7): 1029-1049.
- Tscharncke, Teja., Klein, Alexandra., Krüss, Andreas., Steffan-Dewenter, Ingolf and Thies, Carsten. 2005. Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity: ecosystem service management, Ecology Letters 8: 857-874.
- Van der Ploeg et al. 2019. The Economic potential of agroecology: Empirical evidence from Europe. Journal of Rural Studies 71: 46-61.
- Van der Ploeg, Jan Douwe. 2021. The political economy of agroecology, The Journal of Peasant Studies 48: 274-297.
- Wezel, A., Bellon, Stephane., Dore, T., Francis and Charles A. 2009. Agroecology as a science, a movement and a practice. A review, Agronomy for Sustainable Development 29: 503-515.
- Zaremba, Haley., Elias, Marlene., Rietveld, Anne and Bergamini, Nadia., 2021. Toward a Feminist Agroecology, Sustainability 13(20): 11244.

사사

본 연구는 KCI 학술지 <農村社會> 2024년 제34권 1호에 출판된 논문을 일부 수정하였습니다.

원전마을의 ‘기억의 정치화’

고리원전 최인접 마을주민의 기억을 중심으로

이미향 한국학중앙연구원 한국학대학원 박사 수료

1. 서론

우리나라는 1986년부터 방폐장 후보지에 대한 지정과 공모를 되풀이하며 일곱 차례나 입지에 실패했다. 그러나 2003년 이래 방폐장의 부정적 이미지를 탈피하기 위해 전략을 바꾸어 지역 개발과 연계한 추진 방침을 밝히거나 특별법 도입으로 지역 혜택 강조, 입지 시설 축소로 위험 완화, 주민투표 등을 추가하여 정책설계를 변화하였다. 위험 이미지는 낮추고 경제 혜택은 부각하여 재정자립도가 열악한 지방이 방폐장 유치에 적극적일도록 유인함으로써 지자체가 방폐장을 유치하도록 독려하는 분위기를 형성시켰다(윤순진, 2006; 윤순진 외 2014).

무엇보다도 탈핵 또는 脫탈핵의 정치화 맥락과는 별도로 고리1호기가 해체되는 시점에서 핵발전소의 일생과 함께 한 원전마을주민들의 기억 연구는 환경사적으로 매우 시의적절하다. 시급성 측면에서도 고리1호기 및 월성1호기 해체와 고리원전 및 한빛원전의 노후원전 계속운전 문제, 핵폐기물 저장시설 공론화 등 예민한 논쟁을 앞둔 시점에서 국가사업으로 이루어지는 원전정책 관련하여 마을공동체의 정동을 파악하는 것은 긴요하다(김수진, 2020). 한 활동가는 “부산은 현장이 없이 탈핵운동을 한다”라며 마을공동체와의 소통 부재를 안타까워 하였다. 원전주민들은 날마다 핵발전소와의 마주침 속에서 ‘위험의 일상화’와 간헐적인 원전사고에 대한 ‘불확실성’ 속에서 주민 개개인의 정동과 마을 전체의 정동이 늘 일치하지는 않는 모순을 보이고 있다.

이 연구는 고리1호기의 탄생부터 해체까지 함께한 주민들의 집단기억에서 원전에 대한 금기와 침묵은 어떠한 형태로 은폐되거나 발현되는지 분석하여 과거 경험과 현재 실천되는 마을공동체의 행위와의 관계를 이해한다. 궁극적으로 강제된 지배적인 기억을 해체하고 주체적인 대항 기억을 드러냄으로써 폭넓은 연대의 실마리는 찾아보고자 한다. 이를 위해서 두 가지 논점에 집중한다. 첫째, 어떻게 주민의 집단 기억을 통해 어떻게 핵폐기물이 폐귀(貴)물로 되었는지 파악하고, 기억에 간섭되고 검열된 역사적 장치들을 드러내고자 한다. 둘째, 인식론적 관점에서 핵폐기물에 대한 인식 변화를 정동, 감정, 느낌, 감상과 같은 비재현적 요인과 기호, 상징, 이미지 등과 같은 재현적 요소의 매개 과정을 따라가면서, 위험논리가 어떻게 反위험논리에 포섭되었는지 파악한다.

2. 본론

1) 연구 방법

(1) 질적 방법론

연구방법론은 인류학적 질적 연구방법론이며, 연구방법은 참여관찰과 심층인터뷰를 통한 기억 연구이다. 이 연구의 핵심인 인간에 대한 이해로 그 당사자의 목소리를 듣고 이해하는데 있어 질적 연구가 적합하다. 이유는 질적 연구는 개인과 그들의 삶을 조건 지우는 생활세계(life-world)에 대한 관심에서 출발하며, 개인이 자신의 경험에 부여하고 있는 의미, 감정, 상징, 공감, 감정 이입(empathy) 등과 개인의 모든 주관적 차원을 포함한 생활세계에 초점을 두기 때문이다(조성남 외 2011: 13-14) 특히, 질적 연구

에 유용한 연구 주제는 사회적으로 민감한 것으로서, 정서적으로 깊이 있는 주제에 대한 구체적인 결과를 찾아내기 위한 연구에 필요하다. 따라서 질적 연구는 개인이나 집단이 사회 혹은 인간 문제에 부여하는 의미를 다루는 연구 문제에 적합한 연구방법이며(Creswell 2015: 65), 복잡하고 다원적인 실재를 얼마나 심층적으로 근접하게 알아내가는지의 과정을 부각할 수 있기 때문에 적용하고자 한다.

(2) 연구 방법 및 조사 지역

조사 지역은 기장군에 위치한 고리1호기 최인접마을 월내마을과 길천마을이다. 면담 대상자는 두 마을에 거주하는 주민들이다. 세부활동계획은 연구지역 인근에 거주하며 마을에서 운영되는 봉사활동과 지역협의체 회의에 참여하며 마을활동의 가치를 이해하고, 주민들과 심층인터뷰를 진행할 예정이다. 고리원전은 1978년 4월 상업운전을 시작한 우리나라 최초의 핵발전소이자 40년 간의 운전을 마치고 2017년 6월 영구정지된 우리나라 최초의 폐로이다. 우리나라는 노후원전 고리1호기의 폐로를 시작으로 월성 원전1호기가 2019년 12월 영구정지가 결정되어 두 개 호기가 해체 예정이다. 원전해체 작업을 위해 발전소 내 핵폐기물을 제거도 해야 하고, 부산 기장군 고리원전과 전남 영광군 한빛원전, 경북 울진군 한울원전도 2030~2032년부터 핵폐기물 저장조가 포화될 예정이다. 따라서 핵폐기물(최종 또는 임시 또는 중간) 저장시설도 시급한 상황이다. 핵폐기물 저장시설 부지 논의가 다시 수면으로 오르면서 지역 정부 간에 핵폐기물 저장시설을 유치하려는 눈치작전이 치열해지면서 지역 내 찬반 갈등이 예상된다.

2) 연구 내용

(1) 지배적인 기억

기억 연구는 서사적 주체의 기억을 필요로 하지만 구술의 특성인 주관성이 훼손될 수 있다는 것을 고려해야 한다. 이러한 맥락에서 권력의 간섭으로 구술사의 주관성이 파괴되어버린 기억과 권력 관계는 중요한 지점이다. 근대에 와서 기억의 정치화로 인해 그 주관성이 파괴되고 간섭된 주체의 기억일 수 있다는 것이다. 그러므로 파괴와 간섭의 장치 역시 소홀히 다룰 수 없다. 대중기억은 자신을 표현하지 못하고 심지어 과거에 자신의 모습이어야 하는 것을 기억하는데, 이는 현존재자의 기억과 경험, 지식이 통제되었기 때문이다. 이 연구는 고리원전마을의 개발 역사가 얼마나 비연속성과 불연속성으로 가득한지 밝히고자 ‘계보학적’ 방법을 적용하여 ‘역사의 공공 재현의 장’에서 활동한 ‘역사적 장치’들의 작동에 집중하였다. 그러면서 재현들이 과거에 대하여 개인이나 집단들이 사유하는 개념에 영향을 주어 개인의 기억까지 암암리에 조장하는 ‘지배적인 기억’(dominant memory)을 밝히고자 한다(Foucault 1975). 일례를 들면, 2012년 한수원 고위층까지 연류된 대규모 원전납품비리사건부터 수시로 터지는 원전안전사고, 한수원과 마을운영진의 비리까지 포함하여 원전으로 인한 여러 사건범죄들을 겪으면서 주민들은 분노감을 나타내면서도 결국은 “국책사업은 막을 수 없다”, “한수원은 몬 이긴 테이”라는 지배적인 기억에서 체념으로 끝낸다. 고향을 떠나거나 한전과 살거나인데, 이곳의 집을 팔아서 다른 곳에 정착하기에는 이 주머니가 텅빈 부족하고 어업을 관두면 생계도 막막하다. 그러니 한수원과 함께 불편한 동거뿐이다. 50여 년간 한수원이 지역에 뿌리는 돈에 대한 기억이 쌓이면서, 주민들은 한수원에 반기를 들면 ‘지역지원비를 못받는다’, ‘장사를 못한다’고 하며 지금은 한수원이 없으면 지역이 망한다고 인식한다.

(2) 침묵 및 망각의 기억

비록 ‘틀린’ 진술일지라도, 구술자가 심적으로 지속적으로 ‘진실’로 믿는다면, 사실로 믿을 수 있게 하는 장치에 대한 설명도 동등하게 드러내야 한다(포르텔리 2010: 14). 침묵된 기억이라면 왜 그래야 하는지, 비합리적·비논리적 선택으로 어떻게 끌려갔는지 살펴야 할 것이다. 구술에 담겨진 구술자의 주관성은 눈 앞에 펼쳐진 ‘사실들’만큼이나 다분히 역사적이기 때문이다. 그렇기 때문에 사건 자체보다는 의미와 맥락에 관한 풍부한 함의를 전달하는 구술사는 다른 사료와 차별되는 요소이다.

원전마을을 향해 “돈 더 받으려고 생소를 한테이”라는 비난은 한수원으로부터 보상금을 더 받아내려고 무조건 반대부터 하는 행위를 비난하는 의미가 담겨있다. 이 텍스트에서 거짓반대는 실제로는 주민들이 원전에 찬성이다라는 해석이 된다. 하지만 주민들의 과거 경험이 반영되어 ‘국가사업은 결코 막을 수 없다’라는 기저에 깔린 의미의 실마리를 전혀 찾지 못한 해석이다. 원전주민들은 국가정책불패라는 생각을 침묵의 형태 표현한 것으로 심리적 체념이 작동하여 모순적 행위로 나타나는 것으로 분석해야 한다. 주민의 침묵이라는 난점은 한편으로 왜곡되는 재현체계라는 이유이고, 다른 한편 원인제공자(혹은 가해자)가 여전히 현실에서 영향력을 행사하고 있는 조건 아래에서, 과거 탄압과 피해를 받은 서벌턴 대부분이 과거의 기억에 대해 ‘침묵’하려는 경향이 강하기 때문이다. 이렇듯 서벌턴의 기억이 아래로부터 침묵이 강제되어 기억의 단절과 불연속, 은폐되었다면 이성의 언어로만 된 역사가 아니라 ‘침묵의 계보학’으로 반드시 따져봐야 할 것이다(이영남, 2007).

(3) 대항 기억

영국의 대중기억연구회는 구술사를 전통적으로 사회적 실천으로 여기고 가장 적합한 집합기억 기록이라고 정의한다. 그래서 공적기억과 대중기억 간에 잠재한 간극이 대항기억을 창출한다고 보았다. 이와 유사하게 푸코도 문헌 자료에서 찾을 수 없는 대중기억을 통해 발견되는 ‘익명적 지식’이나 ‘대항기억’을 중요시한다. 익명적 지식이란 비전문적이거나 낮은 사회계층에 속하기도 하는 보통 사람들의 지식을 말하는데, 형식적인 제도화와 사회의 관성과 일관성으로 숨겨진 역사적 내용을 의미한다(Foucault 1998: 24). 그래서 익명적 지식이나 대항기억은 이데올로기가 원하는 기억만 기억하게끔 하는 지배담론을 해체하는 작업이기도 하다(이용기 2002). 사전 조사 기간동안, 지배적인 담론이 우세하지만 오랜 세월 이웃들의 망각과 침묵을 지켜보면서 스스로 대항적 기억으로 미래를 고민하는 서사적 주체의 모습도 보였다. “탈핵까지 가려면 정부의 큰 결심이 필요한데... 그러려면, 지역 국회의원도 그렇고 여야 할 것 없이 말이지, 부산시 전체가 들고 일-나고 울산시도 들고 일-나고 해서, 부산·울산 간 중심에 있는 ((신)고리)원전이 (안된다고 일어나야지!). 향후 50년이 될지 100년이 될지 점진적으로 (원전은) 없애는 쪽으로 가고, 추가 발전은 다른 쪽으로(재생에너지쪽으로) 가자, 하는 것이 우리 기본적인 생각이지.” (어부 000) 무엇보다도 마을주민이 과거 마을에 대한 불연속의 기억이 희미하고, 집합기억의 틈이 커진다고 해서, 잠재된 대항 기억을 배제한채 원전인접지역을 찬핵마을라고 단정짓거나 마을과 한수원의 관계를 찬핵과 반핵의 틀 안에서만 재단할 수 없다.

3. 결론

그동안 원전마을의 쟁점 관련 연구는 원전 사고나 비리, 안전관리 등 단절적인 관점에서 이루어졌다. 고리원전과 월성원전이 영구해체되는 시점에서 원전마을의 정동을 이해하고 원전주민의 삶의 질을 고민하기 위해 원전의 일생을 함께 한 마을주민들의 기억을 소환한 구술 연구는 아직 시도되지 않았다는 점에서 독창적이다. 기억의 불평등은 사후에도 존재하는 만큼 기억의 불평등을 견제하고, 국가사업의 공공성의 회색지대를 드러냄으로써 기후위기와 에너지 정의를 실현할 수 있는 연대가 확장되길 바란다.

기존의 연구들은 객관적인 가치중립 관점 측면에서 개인에게 침묵을 강요하는 담론이나 기억의 단절을 조장하는 제도와 규범 등 지배적인 계보는 간과하거나 비판적 수용이 아쉬웠다. 무엇보다 인간의 삶에 대한 연구는 실험실 안에서 연구자에 의해 통제되는 세계가 아니다. 그래서 이 연구는 합리적이며 규범적인 특성으로 환원되지 않는 세계의 연구 영역 안으로 끌어들이기 위해 기존의 원인-결과론적 설명 모델을 넘어서는 해석이 필요한 영역을 연구한다는 점에서 차별적이다.

연구의 결과가 단기적으로는 고리원전마을과 시민사회가 시급한 현안에 대한 공동 대응을 위한 연대

의 계기를 살피고, 장기적으로는 에너지 정책이 인류의 ‘삶’을 염려하는 정의로운 전환을 이루는 정책에 기여하길 바란다.

참고문헌

- 김정신·윤순진, 2014, 중·저준위 방사성 폐기물 처분장 입지선정과정에 나타난 위험·이익인식과 입지수용성 분석: 부안과 경주의 설치·유치지역을 중심으로, 한국정책학회보, 23(1), 313-342
- 김수진, 2020, 전환과 감정: 사용후핵연료의 정동정치, 숲과나눔 포럼 생명자유공동체 제6회 대화의 집, 51-64
https://koreashe.org/wp-content/uploads/kboard_attached/23/202009/5f55c36e87cbe1056258.pdf
- 포르텔리, 알레산드로, 2010, “무엇이 구술사를 다르게 하는가?,” 윤택림 편역, 『구술사, 기억으로 쓰는 역사』, 아르케, 77-94.
- 이영남. 2007. 푸코에게 역사의 문법을 배우다. 서울: 푸른역사. 70-71.
- 이용기. 2002. “연구동향-구술사의 올바른 자리매김을 위한 제언.” 역사비평 - (58): 364-384.
- 윤순진, 2006, 2005년 중 저준위 방사성폐기물처분시설 추진과정과 반핵 운동: 반핵운동의 환경변화와 반핵담론의 협소화, 시민사회와 NGO 4-1.
- 조성남 · 이현주 · 주영주 · 김나영 공저. 2011. 『질적연구방법과 사례』. 도서출판 그린. 13-14
- Creswell, J. W. 조홍식 · 정선옥 · 김지숙 · 권지성 공역. 2015. 『질적 연구방법론: 다섯 가지 접근』. 서울: 학지사. 65-66
- Foucault, Michel, 1975, Film and Popular Memory, in Redical Philosophy, 5(11).
———, 1998, 사회를 보호해야 한다, 서울: 東文選.

사사

한국연구재단 “인문사회 분야 박사과정생 연구장려금 지원 사업” 공모

개발의 녹색화

설악산 오색 케이블카의 환경성을 묻는 산양-인간 연대

양한나 이화여대 포스트휴먼융합인문학 협동과정 석사 졸업

1. 서론

1) 연구 배경 및 연구 목적

설악산 오색 케이블카 사업은 1982년 강원도가 양양군 오색리에서 대청봉에 이르는 케이블카 설치를 신청한 이래 40여 년이 넘게 추진된 사업이다. 2023년 2월 27일 환경부는 사업의 핵심 절차 중 하나인 환경영향평가 심의에서 산양 모니터링, 동식물 피해 저감 대책 이행 등을 조건으로 하는 ‘조건부 협의’ 결정을 내렸다. 오색 케이블카는 2026년 완공을 목표로 착공 중에 있으며, 환경 단체는 케이블카로 인한 환경 파괴를 지적하며 반대 운동을 지속하고 있다.

오색 케이블카 논쟁에 대한 기존의 선행 연구는 대부분 이 논쟁을 기본적으로 개발과 보전의 대립으로 이해하고 있다(조은영, 2017; 김근식 외, 2017; 장현주, 2019). 실제 설악산을 대상으로 한 관광 계획은 1950년대부터 수립되기 시작했으며(조선일보, 1959.06.20.), 1960년대 신문 기사들은 케이블카가 그 계획의 일환이었음을 보여준다(동아일보, 1966.07.07.; 매일경제, 1967.04.05.) 그러나 관광자원 개발을 통한 경제 활성화를 목표로 오색 케이블카를 추진하던 찬성 집단은 1980년대 부상하는 환경주의에 대응하기 위해 ‘친환경 케이블카’라는 새로운 수사적 전략을 펼쳤으며, 반대 집단은 이에 맞서 설악산 산양의 존재를 부각하며 케이블카의 환경성을 비판했다. 멸종위기 야생생물 1급(2005)이자 천연기념물 217호(1968)인 산양은 논쟁의 중심에서 찬반 집단이 주장하는 ‘친환경성’의 의미를 정립하고 변화시키는데 핵심적인 역할을 했음에도 불구하고 기존의 연구에서는 자세히 다루어진 바가 없다. 이에 본 연구는 개발주의의 환경성 담론 전유와 그것에 대항하는 산양-인간 연대에 주목해, 개발 대 보전의 구도로는 포착하지 못하는 개발주의의 녹색화 전략을 분석하고 그 전략을 굴절시키며 보다 나은 ‘친환경성’을 이끌어내는 산양-인간 연대의 지식 생산 과정을 드러내고자 한다.

2) 연구 방법

본 연구는 문헌 연구와 인터뷰를 수행했다. 오색 케이블카 논쟁의 추이를 파악하기 위해, 정부 보고서, 환경단체 보고서, 기사, 논문 등의 문헌 연구를 분석했으며, 논쟁에서 주요하게 등장하는 산양의 행동권 등의 정보를 파악하기 위해 산양에 대한 생태적 연구들을 검토하였다. 또한 산양 논쟁에 참여한 환경단체 활동가 4명과 기자 1명과의 대면 인터뷰를 통해 산양과 인간의 직간접적인 만남이 논쟁의 참여자들에게 미치는 영향과 그 결과를 분석하였다.

2. 본론

1) 오색 케이블카 논쟁 속 산양-인간 연대의 형성

설악산에 서식하는 담비, 하늘다람쥐 등 여러 멸종위기종 중에서 케이블카 반대 운동의 상징이 된 것은 다름 아닌 산양이었다. 본 연구는 비인간 동물의 카리스마에 대한 환경지리학자 제이미 로리머의 분석(Lorimer, 2007)을 차용하고 산양과 직간접적으로 관계를 맺은 활동가들과의 인터뷰 내용을 토대로

산양의 힘을 세 가지로 정리하였다. 첫째, 산양은 멸종위기 야생생물 1급이자 설악산의 생태계를 대표하는 깃대종으로 이러한 산양의 생태적 위치는 산양을 여러 멸종위기종 중에서도 부각시키는 객관적 지표였다. 둘째, 산양이 지닌 300만여 년이라는 깊은 역사와 이에 어울리는 장엄하고 신비로운 인상은 사람들을 매혹시키고 결집시킨 힘이였다. 셋째, 산양의 동그란 몸, 복슬복슬한 털 등 인간으로부터 귀엽다는 감정을 자아내는 산양의 외양은 대중의 폭넓은 관심과 동정심, 보호 욕구를 불러일으키는 힘이였다. 즉, 산양의 생태적 지위와 카리스마 있으면서도 귀여운 외형은 미적·육체적 카리스마(Lorimer, 2007)로 작동했고 이는 산양 보전 운동과 케이블카 반대 운동을 추동했다. 녹색연합의 박그림 대표를 구심점으로 삼는 산양-인간 연대는 환경단체, 동물권 단체, 언론 등 다양한 행위자들의 연합으로 확장되었고, 이들은 케이블카로 인한 산양 서식지 침범과 공사와 운영 과정에서 발생할 산양 피해를 강조하며, 찬성 집단의 “친환경 케이블카” 수사에 대항했다.

2) 산양-인간 연대의 지식 구축

산양-인간 연대는 케이블카 계획지 내 산양 서식지 조사에서 환경 단체가 케이블카 찬성 집단과 다른 지식을 생산해 낸 토대였다. 2015년 국립공원위원회(이하 국공위)의 3차 사업 심의를 앞두고 양양군과 녹색연합은 자체적인 산양 조사를 수행했다. 동일한 노선을 대상으로 한 산양 서식지 조사에서 찬반 집단은 무인 카메라 조사와 현장 조사를 수행했다. 조사법과 활용한 카메라의 개수는 9대로 동일했다(양양군, 2015; 녹색연합, 2015). 그러나 그 결과는 판이했다. 양양군이 산양 조사에서 산양 흔적을 1-2곳, 목견과 무인캠으로 산양 2회 발견한 것(양양군, 2015, 277)과 대조적으로, 녹색연합은 조사에서 산양 흔적 53회를 발견했으며 무인캠에서는 산양 19회를 발견했다(녹색연합, 2015). 이렇듯 물리적으로 유사한 조사 조건에도 다른 결과가 나오는 까닭은 과학 조사는 조사자의 주관성이 관여하는 실천적인 지식 활동이며, 동물 조사의 경우 지식의 생산은 조사자뿐만 아니라 동물의 참여를 수반하기 때문이다(해리웨이, 2023). 환경 단체는 산양의 신체와 습성에 대한 이해와 산양에 대한 애정을 기반으로 꼼꼼한 현장 조사를 수행하고 신중하게 카메라를 배치했으며, 그 결과 양양군보다 더 많은 산양을 발견할 수 있었다. 산양과의 직접적 접촉은 없었으나 산양을 발견하고 보호하고자 하는 케이블카 반대 집단의 의지는 정교한 현장 문해력과 기록 장치를 매개로 한 산양과의 조율을 가능하게 했다. 산양 서식지 조사는 산양과 인간의 조율 속에서 가능했던 다종의 과학 실천이었다.

3) 오색 케이블카의 설계를 변화시키는 산양-인간 연대의 힘

케이블카 찬성 집단의 “친환경 케이블카” 주장은 케이블카를 통한 답압 훼손 감소와 식생 훼손을 최소화하기 위한 “친환경 공법”에 근거하고 있었으며 이 수사는 오색 케이블카 논쟁이 처음 불거진 1982년부터 현재까지 반복적으로 재생산되었다(동아일보, 1982.12.24.; 연합뉴스, 2008.05.07.; 양양군, 2015; 한국일보, 2023.04.01.) 2004년 국립공원 내 케이블카 입지를 제한하는 엄격한 기준을 제시했던 환경부(환경부, 2004) 또한 2008년 개발주의 정권 하 케이블카 가이드라인의 기준을 대폭 완화하고(환경부, 2008) 2010년에는 찬성 집단이 주장한 답압 훼손 감소와 “친환경 공법”의 가능성에 공감하며 국립공원 내 케이블카 시범사업을 추진하기 시작했다(환경부 보도자료, 2010.10.25.).

산양 문제가 부상한 이래 양양군은 산양 서식지의 존재와 케이블카가 산양에 미칠 소음·진동 피해를 부정·축소하며 “친환경 케이블카” 주장을 고수했고(양양군, 2015; 양양군, 2016), 2015년 환경부 산하 국공위는 케이블카 노선을 산양의 주요 번식지로 인정하지 않으며(민간전문위원회, 2015) 사업을 ‘조건부 승인’했다. 그러나 산양-인간 연대는 케이블카 계획지 내 산양 서식지의 존재, 공사 시 헬기 등으로 발생할 소음·진동 피해, 케이블카 건설로 인한 산양 서식지 파편화 등 산양 피해를 증명하는 지식을 생산·축적하고 ‘환경영향 갈등조정 협의회’를 구성을 제안해 케이블카 문제를 공론화하며(설악산국립공원지킴이강원행동 외, 2016) 반대 운동을 지속해 나갔다. 그 결과 2016년 문화재청의 문화재현상변경 허가 절

차와 2019년 환경부의 환경영향평가 절차에서 사업은 부동의 처리된다.

이후 정치경제적 힘과 행정적 논리로 사업은 다시금 ‘조건부 승인’ 되었으나, 국공위의 심의에서부터 누적된 이 ‘조건’ 속에는 산양-인간 연대의 힘이 남아있다. 조건은 산양에 대한 정밀 조사를 요구했고, 양양군은 추가적인 산양 조사 후 결과적으로 케이블카 계획지 내 산양 서식지를 인정하며, 산양의 주서식지를 피해 상부정류장의 위치를 기존 해발고도 1,480m에서 1,430m로 이동시키며 노선을 변경했다(양양군, 2022) 또한 산양 문제가 초점화되면서 찬성 집단이 주장하는 ‘친환경성’의 의미도 변화했는데, 기존에 식생 훼손을 최소화하는 “친환경 공법”이었던 헬기는 산양 피해를 증가시키며 생태계에 악영향을 미치는 기술로 의미화되었으며, 이전에는 지형에 훼손을 불러오는 기술로 간주되던 가설삭도는 소음을 최소화하는 환경적인 기술로 재의미화되었다(양양군, 2015; 양양군, 2022). 산양-인간 연대의 지속적인 문제 제기는 찬성 집단이 주장하는 “친환경성”의 정당성을 비판하며 케이블카의 설계와 운영을 산양에 맞추어 변화시킨 실천적인 힘이었다.

3. 결론

산양-인간 연대는 새로운 ‘친환경’ 전략으로 케이블카 설치를 추진하려는 개발주의에 대항해 산양을 쟁점화함으로써 찬성 집단의 본래 구상을 무너뜨리고 실제 케이블카의 설계를 보다 “생태화”한 힘이었다. 개발주의의 녹색화 전략은 개발주의가 친환경적 기술을 고민하게 되었다는 긍정적 의미화와 ‘지속 가능한 개발’, ‘친환경적 개발’이라는 수사가 개발에 ‘환경’의 외피를 씌움으로써 ‘친환경’의 의미를 왜곡하고 있다는 부정적 의미화의 긴장 속에 놓여 있다. 오색 케이블카라는 하나의 과학기술이 설악산의 자연을 상징하는 산양의 삶에 맞추어 조정되는 과정은 고무적이지만, 그 변화가 결코 개발주의 담론을 벗어나지 않는 수준에서만 이루어졌다는 사실은 비판적 고찰을 요청한다. 본 논문은 개발주의의 ‘친환경’ 전략의 의미를 읽어내고 이를 굴절시키며 더 나은 친환경성을 모색하는 산양-인간 연대의 힘에 주목했으나, 개발의 녹색화를 다루는 각 사례 연구마다 다른 이야기들이 가능할 것이라 생각한다.

참고문헌

<인터뷰>

- 녹색연합 공동대표 박그림. (2024.01.28.)
- 녹색연합 자연생태팀 박은정. (2024.02.15.)
- A단체 활동가 Q. (2024.01.26.)
- B단체 활동가 K. (2024.02.15.)
- C지 기자 V.. (2024.02.04.)

<논문 및 단행본>

- 김근식·이선우·윤현경 (2017), 「설악산 오색케이블카 설치 갈등해소과정에 관한 연구」, 『한국정책학회 동계학술대회』, 2017, 19-32.
- 녹색연합 (2015), 「설악산 국립공원 오색-끝청 케이블카 예정지 생태조사 보고서 - 산양을 비롯한 법정보호포유류 정밀조사」
- 미슬렌코프, 알렉산더·블로쉬나, 이나 (2012), 박인주 옮김, 『아무르 산양의 생태와 행동』, 한국학술정보.
- 민간전문위원회 (2015.), 「설악산국립공원 삭도 시범사업 민간전문위원회 종합 검토보고서」
- 박그림 (2000), 『산양 똥을 먹는 사람』, 명상.
- 설악산국립공원지킴이강원행동·설악산국립공원지킴이국민행동·케이블카반대설악권주민대책위 (2016), 「설악산 ‘오색삭도설치사업’ 환경영향갈등조정협의회 및 환경영향평가 관련면담에 따른 의견, 요청서」
- 양양군 (2015), 「설악산국립공원 공원계획 변경(안) - 오색삭도 신설을 위한 공원계획 변경 -」
- 양양군 (2019), 「설악산국립공원 오색삭도 설치사업 환경영향평가서 (보완) (1권)」
- 양양군 (2022), 「설악산국립공원 오색삭도 설치사업 환경영향평가서 [재보완]
- 장덕수·황진태 (2017), 「한국에서 자연의 신자유주의화의 다중스케일적 과정에 대한 연구-강원도 양양 케이블카 유치 갈등을 사례로」, 『공간과사회』, 27(2), 226-256.
- 장현주 (2019), 「개발과 환경보전을 둘러싼 공공갈등의 재해석: 옹호연합모형과 갈등주기모형을 통해 본 국립공원 케이블카 설치 사업 갈등」, 『정책분석평가학회보』, 57-88.
- 조은영 (2017), 「설악산 오색케이블카 설치 갈등」, 『한국갈등학회보』, 3(1), 165-177.
- 헤르웨이, 도나 (2023), 황희선·임옥희 옮김, 『영장류, 사이보그 그리고 여자』, 아르테.
- 환경부 (2004), 「자연공원 내 삭도설치 검토 및 운영 지침」
- 환경부 (2008), 「자연공원 로프웨이 설치·운영 가이드라인」
- 환경부 보도자료 (2010.10.25.), “국립공원 삭도(索道) 설치, 시범사업을 거쳐 단계별로”
- 환경부 원주지방환경청 보도자료 (2019.09.16.), “원주지방환경청, 설악산 오색케이블카 환경영향평가 부동의”
- Lorimer, Jamie. (2007). “Nonhuman charisma”, *Environment and Planning D: Society and Space*, 25(5), 911-932.

<신문기사>

- 동아일보 (1966.07.07.), 「固有(고유)의 風致(풍치)담을 國立公園(국립공원)」
- 동아일보 (1982.12.24), 「雪嶽山(설악산) 케이블카 설치 自然(자연)보호냐파괴냐」
- 매일경제 (1967.04.05.), 「觀光韓國(관광한국)의길 (2)」
- 연합뉴스 (2008.05.07.), 「전경련 “中 관광객 유치 위해 차이나타운 설치” 건의(종합)」, 추왕훈 기자
- 조선일보 (1959.06.20.), 「嶺東觀光事業(영동관광사업) 軌道(궤도)에」
- 한국일보 (2023.04.01.), 「만성적자에 환경파괴까지... 케이블카, 욕망의 행렬」, 하상윤 기자

구두발표 세션 6.

환경보건

- 환경보건재난에서 피해입증의 지연과 인정 가능성의 교차
 - 코로나19 백신 부작용 피해 인정 운동을 중심으로김효민 서울대학교 사회학과 석사, 숲과나눔 특정주제연구자
- 지역의 주거 및 고용 환경이 합계출산율에 미치는 영향
 - 인구성장지역을 대상으로이휘정 서울대학교 환경대학원 환경계획학과 박사과정, 숲과나눔 특정주제연구자
- 코로나19 정부 대응에 대한 시민 인식 분석
 - 전자출입명부와 백신패스를 중심으로윤새별 에든버러대학교 정치국제관계학 박사과정, 숲과나눔 특정주제연구자
- 미세먼지 문제 해결을 위한 협력적 거버넌스
 - 한국의 사례 연구이가현 미시간대학교 환경정책학 석사과정

환경보건재난에서 피해입증의 지연과 인정 가능성의 교차

코로나19 백신 부작용 피해 인정 운동을 중심으로

김효민 서울대학교 사회학과 석사, 숲과나눔 특정주제연구자

1. 서론

2021년 2월, 코로나19 백신이 보급되며 한국 정부는 과학기술을 통해 공동체의 안전을 집합적 수준에서 관리할 수 있게 되었다. 정부는 마스크 착용이나 사회적 거리두기 등의 위생 관리에서 백신 접종을 통한 면역력 획득을 중심으로 방역 정책을 재편했고 새롭게 개발된 백신은 정부 정책을 통해 집중되었다. 권리이자 의무라는 백신接种의 양면적 성격과 안전성과 신속성이라는 백신 개발의 상호 모순된 욕구 사이에서 시민들은 제도적 권력과 과학기술에 대한 “기대와 우려”(박진우, 2021: 20)를 겪었다. 국가와 과학기술의 상호 매개는 과학기술에 의해 피해를 입고도 제조사가 아닌 국가에 책임을 요청하는 ‘코로나19 백신 부작용 피해자’라는 존재들을 탄생시켰다. 이들은 제도와 과학기술, 몸의 연결망 속에서 ‘환자’를 넘어 사회적 산물로서 고통을 겪는 ‘피해자’로, 과학기술과 국가정책의 하이브리드로 나타났다.

한국은 1995년부터 「감염병의 예방 및 관리에 관한 법률(이하 감염병예방법)」을 통해 예방접종에 따른 피해가 발생한 경우 국가의 보상을 받을 수 있도록 하고 있었기에, 본 연구는 코로나19 예방접종 피해 보상 제도의 유무나 보상의 적절성이 아니라 무엇이 백신 부작용인지의 ‘사실’이 논쟁의 대상이 되는 지식정치의 측면에 주목한다. 환경보건재난에서 피해로 경험된 위험은 원인과 책임을 규명하기 위해 인과성이 주된 쟁점이 되지만, 과학적 입증이 어렵다는 위험의 성격 때문에 인과를 둘러싼 지식정치가 자주 나타난다. 게다가 인과성의 확인과 피해 입증은 피해 보상 및 사회적 책임 실현을 위한 중간 과정임에도 불구하고 피해 입증의 불가능성은 피해 보상을 불가능하게 함으로써 사회적 책임 실현이라는 제도의 목적과 기능까지 무력화해왔다. 본 연구는 이러한 문제인식에 기반해, 코로나19 백신 부작용 피해자들이 백신 부작용을 판단할 전문적 지식이 부재한 상황에서 무지와 불확실성을 어떻게 전유해 지식의 잠복기 속에서 피해를 인정받고자 했는지 분석한다.

2. 본론

1) 피해입증의 지연: 지식의 생산과 함께 불어오는 무지와 불확실성

예방접종피해보상 심의는 신고된 증상이 ‘미리 정해놓은 이상반응’에 해당하는 지를 비교하는 방식으로 이루어져 인과가 확정되지는 않았지만 가능성이 있는 피해들은 보상이 기각되는 문제가 있었다. 질병관리청은 “실제 전 국민을 대상으로 시행하는 예방접종에서 발생한 예상치 못한 이상반응”(안전성위원회, 2022: 1)을 밝혀내기 위해 「코로나19 백신 안전성위원회」를 설립해 과학적 연구를 수행했다. 이 연구를 통해 몇몇 질병들의 인과성이 확인되고 또 몇몇 질병들은 통계적 유의성 확인에도 불구하고 표본수의 부족으로 판단 유보되는 등 새로운 지식이 생산되었다. 그러나 이는 역설적으로 더 큰 무지의 영역을 조명했다. 과학적 지식이 여러 개입을 통해 변화되고 추가될 수 있는 구성적 지식임을 드러냄으로써 현재의 지식이 부분적, 잠정적 앞에 불과해졌기 때문이다. 과학적 연구를 통한 논쟁의 종결은 가장 정확하고 공평무사한 방법으로 여겨져 선호되었지만, 이는 확실하게 증명된 것만 드러냄으로써 백신 부작용을 가장 작고 좁게 재현하는 방식이었다. 과학적 연구는 아직 연구가 수행되지 않은 질병들, 아직

인과성이 확인되지 않았기에 되려 백신 부작용일 가능성이 있는 질병들을 가시화했으며 이들의 증식에 따라 백신 부작용에 관한 무지는 늘어났다.

2) 인정 가능성의 교차: 피해의 인과성이 아닌 내재적 불확실성의 인정

(1) 예외적 상태가 아닌 보편적 원리로서의 불확실성

백신 부작용 피해 보상을 논의 안건으로 만들고 질병청을 상대로 투쟁을 이끌어간 피해자들은 피해의 진실 여부가 모호한, ‘인정받지 못한 피해자들’이다. 그러나 피해의 인과여부가 부정되었는데도 불구하고, 이들에게 직접 설명을 들은 국회의원, 변호사, 의학 전문가, 시민들은 모두 피해자들의 논리와 이해방식을 따랐다. 특수하고 예외적인 경험은 어떻게 보편적으로 이해될 수 있었는가? 백신 부작용 피해자들은 위험 자체의 존재 가능성, 즉 불확실성의 존재 가능성에 기반해 인과성 인정이 이루어져야 함을 주장했다. 인정되어야 할 것은 ‘확실히 입증된 진짜 피해’ 뿐만 아니라, 백신 접종 후 겪을 수 있는 부작용에 관한 불확실성 자체, 그리고 지금 현재로서는 모든 백신 부작용을 명확하게 분별해낼 수 없으며, 그럼에도 불구하고 삶과 생명을 위해 피해 보상 결정이 필요하다는 목표였다. 이는 피해자들의 의심이나 추정을 우선해 믿어야 한다는 당사자중심주의에 맹목적으로 호소하는 것이 아니라, 그러한 당사자에 대한 신뢰가 작동하지 않는 상황에서 어떻게 상식과 보편, 세계의 원리와 전제에 대한 재인식이 되려 사실과 진실을 가능하게 하는 지를 보여준다.

(2) 기술적 진보와 위험에의 구속

이는 코로나19 백신과 백신 접종의 의미도 바꾸어둔다. 코로나19 백신이 개발까지 채 2년이 걸리지 않은 것은 과학적 진보를 이루어낸 인간의 성공 서사로 그려지기도 했다. 하지만 이들의 백신 접종은 전능한 과학기술에 대한 전적인 신뢰가 아니라 백신에 내재한 불확실성을 현재의 기술적 한계이자 본성으로, 바이러스 감염 위험을 인간의 물리적 취약성으로 이해해 이루어진 실천이었다. 세계적 위기 상황에서 인류를 구원할 희망으로 등장한 과학기술과 이를 일궈낸 인간의 기술적 진보는 보철능력의 향상을 통해 인간이 스스로의 한계로부터 해방되고 자유로워짐을 의미하는 것이 아니라 되려 기술적 불확실성, 인간의 취약성, 인식론적 한계에 구속됨을 의미했다. 이러한 구속 속에서의 자유를 상상할 때 불확실성에 대한 인정과 직시, 사회적 책임이 가능해졌으며 백신 부작용이라는 위험은 ‘자연적 질서’이자 ‘사회적 규칙’으로 의미되었다.

3. 결론

가습기살균제 참사, 삼성 반도체 노동자의 반올림 운동, 광우병 논쟁, 환경호르몬을 둘러싼 논쟁 등, 2000년대 이후 거듭 반복되어온 위험을 둘러싼 논쟁은 과학에 내재한 불확실성을 만천하에 드러냈다. “오늘날 과학기술학에서 거의 공통적으로 전제되는 과정은 불확실성이 소거 불가능하다는 것이며”(김동광 외, 2017) 과학적 사실의 쟁점화는 자연스럽고 필수적인 ‘사회적 과정’이 되었다. 이 과정은 더 많은 지식에 대한 추구로 이어졌으며, 확실함이 불가능한 상황에서는 여러 매개와 번역을 통해 하나의 사실을 합의해왔다. 이처럼 다른 가설의 배제를 통한 지식과 질서의 획득 속에서 불확실성은 제거되거나 해소되어야 하는 예외적 상태를 의미했고 제거되지 못할 경우엔 ‘정상적 수준’에서 관리되어 위험하지 않은 것을 의미했다. 그러나 코로나19 백신 부작용 피해에서 인과 여부의 불확실성과 지식의 한계는 과학기술과 자연, 환경과 몸이 상호작용하며 나타나는 새로운 사건들에 과학과 지식이 항상 부족할 수밖에 없음을 보여준다. 이는 불확실성을 관리하려 시도해온 지금의 과학과 법, 정치의 시도들 - 예를 들어, 경계지식, 규제과학, 역학적 인과관계의 추정 - 의 전제를 바꾸어둔다. 불확실성 속에서 하나의 사실을

확정짓는 대안적 방법이 아니라 불확실성을 가장 확실한 사실로 드러내는 원칙적 방법으로 말이다. 코로나19 백신 부작용 피해자들의 사례는 위험사회에서 과학과, 법, 정치의 목표가 이와 같이 재설정될 때 각 전문성들이 제 역할을 발휘하고 조금 더 많은 삶이 유지될 수 있을 것임을 제언한다.

참고문헌

- 김동광 외, 『불확실한 시대의 과학 읽기』, 궁리, 2017, 8.
- 김지원, 2017, “누가 ‘진짜 피해자’인가?: 가슴기 살균제 참사에서 피해자 범주의 구성”, 비교문화연구, 23(2), 5-51
- 대한민국의학한립원 「코로나19백신안전성위원회」, 2022, “코로나19 예방접종 후 이상반응 인과성 평가 연구: 1차 분석 중간보고”
- 박진우, 2021, “팬데믹의 순간과 ‘뉴노멀’의 문화정치: 위기 국면의 담론 구조에 대한 비판”, 한국언론정보학보, 109, 9-39
- 백, 올리히, 『위험사회』, 홍성태 옮김, 새물결, 2006
- 양백성, 2021, “예방접종에 따른 피해에 해단 국가보상에 관한 연구 - 예방접종과 피해 사이의 인과관계 관련 쟁점들을 중심으로”, JURIS, 1(56), 61-105
- 정준호, 2023, “백신 부작용과 국가책임: 한국 예방접종피해보상제도의 형성”, 의료사회사연구, 11, 119-148

사사

본 글은 필자의 석사학위논문 “설명되지 못한 고통과 돌봄의 지식정치: 코로나19 백신 부작용 피해 인정 운동을 중심으로”(2024, 서울대학교 사회학 석사 학위논문)를 가필, 수정한 것입니다.

지역의 주거 및 고용 환경이 합계출산율에 미치는 영향

인구성장지역을 대상으로

이휘정 서울대학교 환경대학원 환경계획학과 박사과정, 숲과나눔 특정주제연구자

1. 서론

출산율 감소는 선진국이 공통적으로 경험하고 있는 현상이다. 전 세계에서 합계출산율이 가장 낮은 한국의 경우 약 반세기 전만 해도 합계출산율이 6.0명 대였으나 1983년도에는 대체 출산율인 2.1명까지 급감한 후, 현재는 초저출산(Ultra-low fertility)의 기준인 1.3명 이하로 급격히 감소했다. 한국의 출산율 급감의 요인으로서는 대표적으로 두 가지 특징을 확인할 수 있다. 첫 번째로 양질의 일자리가 수도권 등 일부 지역에 밀집되어 있다. 이에 좋은 일자리를 얻기 위해서 특정 지역으로 인구가 몰리게 된다. 둘째, 이러한 밀집 지역의 경우 인구가 몰려 주택 수요가 급증하여 과도한 주택가격을 형성하게 된다. 높아진 주택가격은 합계출산율을 감소하는 방향으로 작용한다(Simon & Tamura, 2009).

연구의 목적은 지역의 주거 및 고용 여건이라는 두 가지 요인이 합계출산율(Total fertility rate, 이하 TFR)에 미치는 영향을 분석하고자 한다. 따라서 상대적으로 주거 및 일자리 경쟁이 적은 쇠퇴도시를 제외하고, 인구가 증가하는 성장 도시만을 연구대상으로 설정한다.

연구의 이론적 논의는 다음과 같다. 지역의 경제 상황은 출산율에 상당한 영향을 준다. 남성의 고용안정성 혹은 고용의 질이 높아지면 합계출산율, 혼인율에 긍정적으로 작용하는 것으로 밝혀졌으며, (이철희, 2023). 지역의 남성 고용비율이 높아질 경우 해당 지역 여성의 합계출산율이 상승하는 것으로 나타났다. 반면 지역의 일자리가 줄어들면 혼인율이 및 출산율이 급격하게 감소하였다(Hill, 2015).

지역의 주거비용은의 경우 일반적으로 주택가격이 높아질수록 합계출산율은 감소하는 것으로 분석되었다(이재희 & 박진백, 2020). 도시에서 주거비가 상승하면, 청년은 해당 도시 밖으로 이주할 확률이 높아진다(Chulhee, Lee and Elliot Kang, 2022). 주택가격상승은 결국 청년층이 원래 살던 곳보다 주거비가 저렴한 지역으로 ‘하향이주’를 유발하는 것으로 나타났으며, 주거지 하향이동은 결국 직장과의 통근거리 및 통근시간을 늘리는 것으로 작용한다. 이렇게 통근시간을 늘리는 것은 궁극적으로 청년들이 가정에서 ‘가사 및 육아’시간을 뺏는 일이므로 출산의지를 저해하는 방향으로 작용한다(이휘정 & 김정민, 2022).

2. 본론

1) 연구방법

본 연구에서는 인구가 증가하는 도시만을 대상으로 지역의 주거비용과 고용환경이라는 두 가지 요인이 출산율에 미치는 영향을 알아보려고 한다. 연구의 대상은 먼저 한국의 179개 시군 중에서 지난 6년간 연평균인구증가율(CAGR)이 가장 높았던 상위 30개 지역을 선정한 후, 해당 기간동안 지역의 합계출산율 평균값(Mean)을 종속변수로 설정하여 주택 및 일자리 변수와의 상관관계를 알아보는 다중회귀분석을 실시하였다. 독립변수는 지역의 주거환경 관련하여 평균주택매매가격, 주택건축연수를 사용하였으며, 지역의 노동환경 관련하여서는 사업체수 및 종사자수와 각각의 누적증가율, 1인당 GRDP를 활용하였다.

본 연구에서 사용할 회귀식은 다음과 같다:

$$\begin{aligned} \widehat{TFR} = & \beta_0 + \beta_1 HousingPrice + \beta_2 HouseAge \\ & + \beta_3 Emp + \beta_4 firm + \beta_5 EmpGrowthRate + \beta_6 FirmGrowthRate \\ & + \beta_7 Income + \varepsilon \end{aligned}$$

본 연구는 분석에 앞서 종속변수와 독립변수간의 분석을 용이하도록 하기 위해 변수단위를 조절하였다. 주택가격 및 종사자수, 사업체수 및 소득자료의 경우 종속변수인 합계출산율에 비해 단위가 크므로 이러한 불균형을 없애기 위하여 포털 테스트를 통해 로그로 변환하였다.

2) 결과

분석결과 인구가 성장하는 지역에서 주거 및 고용여건은 합계출산율에 밀접한 영향을 주는 것으로 나타났다. 먼저 주택가격(h_price)과 주택연수(h_age)는 합계출산율에 부정적인 영향을 미쳤다. 주택가격 변수는 $\beta = -0.232*** (p < 0.001)$ 로 합계출산율과 부정적 상관관계를 보였으며, 아파트 가격이 1단위 증가하면 합계출산율은 0.00232 단위만큼 감소하는 것으로 분석되었다. 주택연수(h_age: $\beta = -0.029, p < 0.001$)는 합계출산율에 부(-)의 영향을 주었으며, 주택 노후도가 1단위 증가할 때 지역의 출산율은 0.019 단위만큼 감소하는 것으로 분석되었다. 다음으로 지역의 고용 여건 관련한 변수를 살펴본 결과, 먼저 사업체 수(lnfirm)는 $\beta = -0.526* (p < 0.05)$ 로 합계출산율에 부정적인 영향을 주었으며, 종사자 수(lnemp: $\beta = 0.540**, p < 0.01$)의 경우 반대로 종속변수와 양(+)의 상관관계가 있었다. 종속변수에 대한 구체적인 기여도는 종사자 수가 1단위 증가하면 합계출산율은 0.00540단위만큼 증가하지만, 사업체 수가 1단위 증가하면 합계출산율은 0.00526단위만큼 감소하는 것으로 분석되었다. 사업체 수 증가율($\beta = 0.001, p < 0.05$)의 경우 종속변수와 양(+)의 상관관계가 있으나, 그 영향은 아주 미미한 것으로 나타났다. 종사자 수 성장률(emp_growthrate: $\beta = 0.001*, p > 0.00$) 및 인당 소득(lnincome)의 경우 종속변수에 통계적으로 유의한 영향을 주지 않았다. 모형 적합도의 경우, R-squared는 0.743, 조정 결정 계수(Adj R-squared) 또한 0.661로 나타났다. 이는 독립변수가 종속변수의 분산을 74% 설명할 수 있다는 의미로 본 모델이 꽤나 높은 설명력을 지니는 것으로 판단할 수 있다.

3. 결론

이 연구는 인구가 증가하는 지역을 대상으로 주택가격과 지역 일자리가 출산율에 미치는 영향을 분석하였다. 분석결과, 합계출산율은 주택가격과 음(-)의 관계로 분석되어 주택가격 상승이 출산율 하락과 관계있는 것으로 분석되었다. 특히, 인구가 증가하는 지역의 경우 그렇지 않은 지역에 비해 주택 수요가 늘어난다는 것을 보았을 때, 해당 시장의 주택가격은 더욱 과열될 수 밖에 없다. 이러한 추세라면 결국 성장하는 도시에서는 출산에 대해 기피하는 형태로 이어질 수 있음을 시사한다.

또한, 주택노후도는 출산율을 떨어트리는 것으로 분석되었다. 합계출산율에 대한 기여 수준은 오히려 주택 가격보다도 높았다. 지역계획의 차원에서는 노후된 주택이 많을 경우 재개발이나 도시재생, 주거환경개선사업 등을 통하여 지역의 인프라를 개선하는 것이 필요할 수 있다. 다만, 위 분석에서는 주택의 평균 건축 연수만을 분석대상으로 삼았기 때문에, 구체적으로 노후된 주택의 어떤 측면이 합계출산율을 저해하는지에 대하여는 보다 구체적인 심층 분석이 필요하다.

둘째로, 인구가 늘어나는 지역에서는 종사자수가 증가하는 것이 합계출산율에 긍정적인 영향을 주는

것으로 분석되었으나 반대로 사업체 수가 증가하면 출산율이 떨어지는 것으로 나타났다. 이러한 결과에 따르면 첫째, 지역계획의 차원에서는 단순히 사업체 수를 많이 유치하는 것보다 양질의 사업체를 유치하는 것이 오히려 합계출산율을 높이는 데 도움이 될 수 있다. 둘째, 노동환경이 임신과 출산에 유연하게 대응할 수 있도록 정부의 많은 지원이 필요하다.

참고문헌

- 이휘정, & 김정민. (2022). 도시환경이 여성의 출산의지에 미치는 영향: 세종시를 중심으로. 한국지역지리학회지, 28(4), 459-473.
- 이철희, 2023, 일자리 질이 결혼과 출산에 미치는 영향: 지역 제조업 고용 비율의 효과. 한국경제연구, 41(2), 5-33.
- Billari, F. C., 2015, Integrating macro-and micro-level approaches in the explanation of population change, Population studies, 69(sup1), S11-S20, <https://doi.org/10.1080/00324728.2015.1009712>
- Brée, S. & Doignon, Y., 2022, Decline in fertility in Paris: An intraurban spatial analysis. Population, Space and Place, 28(6), e2550, <https://doi.org/10.1002/psp.2550>
- Easterlin, R. A, 1968, The American baby boom in historical perspective. In Population, labor force, and long swings in economic growth: the american experience, NBER. 77-110.
- Lee, C., & Kang, E., 2022, Generation Uphill: Housing Cost, Migration, and Commuting Time of the Young in South Korea, Seoul Journal of Economics, 35(1), 1-31, <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4045391>
- Salvati, L., Benassi, F., Miccoli, S., Rabiei-Dastjerdi, H., & Matthews, S. A., 2020, Spatial variability of total fertility rate and crude birth rate in a low-fertility country: Patterns and trends in regional and local scale heterogeneity across Italy, 2002 - 2018. Applied Geography, 124, 102321, <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2020.102321>
- Simon, C., & Tamura, R, 2009, Do higher rents discourage fertility? Evidence from U.S. cities, 1940 - 2000, Regional Science and Urban Economics, 39(1), 33 - 42, <https://doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.08.002>
- 폴 몰란트, 『인구의 힘.』, (서정희), 미래의창, 2020.

코로나19 정부 대응에 대한 시민 인식 분석

전자출입명부와 백신패스를 중심으로

윤새별 에든버러대학교 정치국제관계학 박사과정, 숲과나눔 특정주제연구자

1. 서론

코로나 팬데믹 같은 보건 위기 상황에서 정부, 정책입안자, 관련 전문가들의 위기 상황에 대한 인식 못지않게 중요한 것은 국민들의 인식이다. 국민들이 어떤 인식을 가지고 있는지, 그리고 그 인식을 기반으로 어떤 반응을 보이는데 따라 정부의 정책이나 문제 해결을 위해 도입하는 수단, 혹은 그 수단의 활용 강도가 달라지기 때문이다. 대다수의 국가에서 코로나19에 대처하기 위해 이전의 감염병 대응을 위해 실시해왔던 전통적인 방법인 의무검사, 감염자 추적, 격리, 백신 접종 등을 실시하였지만 (Gainotti et al., 2008; Selgelid, 2005) 자가 격리 중 의무사항, 격리 모니터 방식, 백신 접종에 따른 이동 제한 여부 및 방법은 국가별로 달랐다. 이는 글로벌 위기 상황이라 할지라도 제도나 문화, 경험해온 보건 위기 역사, 국민들의 인식 등에 따라 각 나라의 대응이나 문제해결 수단이 달라질 수 있음을 시사한다. 특별히 우리나라는 다른 나라에 비해 마스크 착용률, 백신 접종률 뿐만 아니라 주변 아시아 국가들과 함께 디지털 기술 수용도가 매우 높은 국가였다 (Pagliari, 2020; Savona, 2020; Shubina et al., 2020). 자가격리 강화를 위한 전자 팔찌, 빠른 동선 추적을 위한 전자출입명부, 백신 접종률 제고를 위한 백신패스 등, 강력한 디지털 감시는 바이러스 통제에 효과적인 방법으로 보이기도 했지만 디지털 기술의 도입과 사용으로 윤리적 문제와 비판이 끊이지 않았다 (Sanova, 2020; Taddeo, 2020). 그럼에도 불구하고 우리나라 방역 정책 수용도가 높았던 원인이나 그로 인한 사회적 영향 등은 아직 면밀하게 연구되지 못하였다. 따라서 본 연구는 방역 정책과 수단에 대한 우리 사회 다양한 이해관계자들의 인식과 경험을 탐색하고 그 과정에서 형성된 문제의식을 분석하여 보건 위기 대응에 관한 인식 및 영향을 검토하고자 한다.

우리나라에서 의무화하여 사용한 백신패스의 경우 프라이버시나 개인정보, 건강권 침해에 대한 우려에서부터 청소년 방역패스 도입이 발표됐을 당시에는 학습권까지도 논의되었다. 이로 인해 우리나라에서도 항의, 시위, 소송 등이 발생하였으나 시위가 다소 격하게 진행된 유럽 국가와 비교한다면 범국민적인 시위보다는 소상공인, 학부모, 청소년 등 특정 이해관계자 중심으로 시위와 소송이 잇달았다는 것이 특징이다. 이러한 현상은 방역 정책이나 수단에 대한 문제인식이 특정 이해관계자에게만 존재하였던 것인지, 다른 이해관계자들도 문제인식을 가지고 있었으나 표출하지 않은 것인지에 대한 궁금증을 불러일으킨다. 물론 급박한 위기 상황에서 다양한 이해관계자의 문제인식과 그 표출은 빠른 정책 도입이나 시행의 관점에서는 방해요인이 될 수도 있다. 하지만 보건 위기 대응 수단이 가지고 있는 내재적인 딜레마를 인지한다면 대응 정책이나 수단에 대한 문제인식 표출은 사회가 더 나은 방향으로 나아가는데 있어서 필요한 과정으로 볼 수 있다.

따라서 본 연구는 코로나 정책과 대응에 사용된 수단에 대한 이해관계자들의 인식 및 인식 차이, 인식의 형성 과정에 대한 이해를 향상시키는 것을 목적으로 한다. 다양한 코로나 대응 정책 중 특별히 여러 가지 권리와 가치가 충돌했던 전자출입명부와 백신패스를 중심으로 이해관계자의 인식과 경험을 탐구한다. 각 이해관계자별로 사용 경험과 인식에 대한 차이가 있는지, 혹은 같은 이해관계자 그룹 안에서도 다르게 경험하고 느낀 점이 있는지 주목한다. 또한 분석 과정에서 인터뷰 참여자들의 문제의식 혹은 비판적 의식을 포착하고 어떠한 요인이 이러한 의식을 증진시키는지 혹은 방해하는지에 접근한다.

2. 본론

제시된 연구 목적을 바탕으로 연구 수행을 위해 문헌 고찰과 반구조화 인터뷰를 실시하였다. 문헌 고찰은 보건 위기 상황에서 이해관계자의 다양한 인식, 팬데믹 감시 기술 수용 시 문제의식 등에 관한 이해를 위해 그리고 본 연구주제와 관련된 이론을 탐색하기 위하여 실시되었다. 코로나19 보건위기 상황과 전자출입명부, 백신패스에 관하여 이해하기 위해 선행 연구, 정부 및 기관 보고서, 코로나19 정례 브리핑 등을 수집하였다. 또한 통계자료, 신문 기사 등 추가 자료 및 분석에 활용될 수 있는 문서들도 함께 수집하였다. 반구조화 인터뷰는 사회 현상에 대한 깊이 있는 이해를 위한 방법이며 구조화된 인터뷰와 비교하여 유연함을 지니기 때문에 (Flick, 2006) 다양한 이해관계자와의 인터뷰를 주된 방법으로 하는 본 연구에 적합한 연구 방법이다. 다양한 이해관계자의 인식 탐색 및 인식 차이 분석이라는 본 연구의 목적을 달성하기 위해 일반 사용자, 취약계층, 다중시설 관리자, 전문가, 공무원, 다섯 그룹으로 구성된 총 76명의 참여자를 모집해 인터뷰를 진행하였다. 참여자의 동의를 얻어 녹음된 인터뷰 내용을 전사한 후 수집된 데이터를 근거이론접근 방식을 사용하여 분석하였다. 전사된 인터뷰 데이터를 반복해서 읽으며 인터뷰 수행 시 작성한 노트를 보조 자료로 활용하였다. 분석 첫 단계에서 오픈 코딩을 실시하여 데이터에 주제어를 부여하였고 그다음 단계에서 주제어들을 범주화하고 상위 및 하위 주제어로 나누었다. 귀납적으로 범주가 잘 분류되었는지 확인하고 필요시 새로운 하위 그룹을 생성하여 범주화를 확장해 나갔다.

분석 결과 인터뷰 참여자 별 인식 차이가 두드러지게 나타나는 항목은 (1) 디지털 기술을 활용한 대응의 장단점, (2) 전자출입명부와 방역패스의 감염예방 효과성, (3) 디지털 감시 기술의 사회적 낙인 강화 여부, (4) 디지털 기술을 활용하여 수집된 개인정보 관리에 대한 신뢰 정도, (5) 코로나19 대응 정책을 수립하고 시행하는데 있어서의 정부의 소통에 대한 만족도 등이었다. 연구 수행을 위해 나눈 그룹별로 인식 차이를 보이기도 했지만 직업을 바탕으로 수행하게 되는 사회적 역할이나 가정, 학교, 직장과 같이 소속된 공동체를 통한 간접경험, 인터뷰 참여자의 개인적 요소(건강상태, 정치적 성향 등)도 인식 차이에 영향을 준 것으로 나타났다. 대부분의 인터뷰 참여자들은 전자출입명부와 백신패스(백신접종)의 사용이 자율적이기 보다는 강제되었다는 인식과 경험을 공유하였는데 통제와 강요의 배경으로 (1) 상황적·국가적 배경과 (2) 비판적 인식 마비를 꼽았다.

3. 결론

본 연구는 코로나 팬데믹 대응에 사용된 전자출입명부와 백신패스에 대한 이해관계자들의 인식 및 인식 차이, 인식 형성 과정에 대한 탐구를 위해 문헌고찰과 반구조화 인터뷰를 수행하였다. 연구 결과 전자출입명부와 백신패스의 장단점, 효과성, 낙인 강화 여부, 개인정보 수집 및 관리에 대한 신뢰, 정부의 소통에 대한 만족도 등에서 참여자들의 인식 차이가 나타났다. 인터뷰 설계를 위해 나눈 그룹 간에도 인식차이를 보였지만 참여자의 사회적 역할, 소속된 공동체 기반으로 하는 간접경험, 개인적 환경이나 신념 등에 따른 인식 차이도 발견되었다. 인식 차이에 영향을 주는 여러 요소들과 무관하게 대부분의 인터뷰 참여자들은 전자출입명부와 백신패스가 강제적으로 시행되었다고 인식하였고 팬데믹이라는 상황과 우리나라의 과거 감염병 대응 경험, 시민들의 비판적 인식 마비를 정부의 통제 및 강요가 가능했던 배경으로 꼽았다. 본 연구는 국가의 자원과 정책 대응 방향성이 보건위기 극복이라는 우선순위에 지나치게 집중되어 장기적인 사회적 부담이나 또 다른 사회적 위기를 초래할 수 있는 상황에 대한 우려에서 출발하였다. 코로나 기간 동안 정부의 감염병 대응 정책에 대해 비판적 시각을 포함한 다양한 접근이 강조되지 못하였던 상황에 비추어 볼 때, 참여자들의 인식 탐구 결과가 보여주는 위기 상황 시 고려되지 못한 우리 사회 속 불균형과 부담, 윤리적 문제점에 대해 사회적 담론을 형성해 나가는 노력이 필요하다.

참고문헌

- Flick, U., 2006, An Introduction to Qualitative Research, London: Sage.
- Gainotti, S., Moran, N., Petrini, C. and Shickle, D., 2008, Ethical models underpinning responses to threats to public health: a comparison of approaches to communicable disease control in Europe. *Bioethics*, 22(9), 466-476.
- Pagliari, C., 2020, The ethics and value of contact tracing apps: International insights and implications for Scotland's COVID-19 response. *Journal of Global Health*, 10(2), 1-18.
- Savona, M., 2020, "The saga of the COVID-19 contact tracing apps: lessons for data governance", <https://www.sussex.ac.uk/business-school/people-and-departments/spru/research/working-papers>, (1 June 2024)
- Selgelid, M. J., 2005, Ethics and infectious disease 1. *Bioethics*, 19(3), 272-289.
- Shubina, V., Holcer, S., Gould, M. and Lohan, E. S., 2020, Survey of decentralized solutions with mobile devices for user location tracking, proximity detection, and contact tracing in the COVID-19 Era. *Data*, 5(4), 1-40.
- Taddeo, M., 2020, The ethical governance of the digital during and after the COVID-19 pandemic. *Minds & Machines*, 30, 171 - 176.

미세먼지 문제 해결을 위한 협력적 거버넌스

한국의 사례 연구

이가현 미시간대학교 환경정책학 석사과정

1. 서론

미세먼지(Particulate Matter)은 크기가 10마이크로미터 미만인 입자로 눈에 보이지 않아 대중들에게 공포를 불러일으킨다. 한국에서는 2013년 세계보건기구(WHO)가 미세먼지를 1급 발암물질로 지정하면서 미세먼지에 대한 대중의 경각심이 높아졌다. 미세먼지의 부유하는 특성으로 인해 지역을 넘어 상호 영향을 주고받으며, 기후 변화로 인한 대기 정체와 온도 상승으로 문제가 더욱 악화될 수 있다.

미세먼지 문제는 주요 공중 보건 문제로 부상하면서 정부의 정책적 대응에 대한 시민들의 요구가 크게 증가했다. 그러나 정책 결정 과정에서 시민들의 목소리와 전문가의 의견이 충분히 반영되지 않아 정책의 신뢰성과 투명성에 문제가 발생했다는 의견이 많다. 특히, 문제인 정부는 시민 참여를 강조하며 정부 신뢰와 정당성을 높이려 하였으나, 미세먼지 정책 성과에 대한 시민과 전문가의 반응은 여전히 부정적이다. 이러한 상황에서 협력적 거버넌스와 시민 참여의 중요성이 대두되고 있어, 효과적인 정책 결정과정을 이해하고 개선하는 연구가 필요하다.

이 연구는 미세먼지 문제 해결을 위한 이상적인 접근 방안을 모색하고, 협력적 거버넌스와 시민 참여를 통한 정책 결정이 실제로 어떻게 이루어져 왔는지를 분석하고자 한다. 이를 위해 다양한 이해관계자들과의 반구조화 인터뷰(semi-structured interview)를 통해 협력과 갈등의 요소를 파악하고, 정책적 제안을 도출하고자 한다. 주요 연구질문은 한국의 미세먼지 정책 결정 과정에서 행위자들의 이해관계, 우선순위, 및 의사소통 방식이 협력적 노력에 어떤 영향을 미치는지에 대한 것이다.

미세먼지 문제는 단순한 환경 문제를 넘어 사회적, 경제적 문제와도 긴밀하게 연관되어 있으며, 이를 효과적으로 해결하기 위해서는 다양한 행위자가 참여하고 협력하는 방식이 필수적이다. 그러나 현재의 정책 결정 과정에서는 이러한 협력적 접근이 충분히 이루어지지 않고 있으며, 이는 정책의 효과성과 지속 가능성을 저해하고 있다. 따라서 본 연구는 협력적 거버넌스에서 협력을 제한했던 요소들과 그에 따른 정책적 제안을 함으로써, 협력을 촉진하고 미세먼지를 비롯한 환경 문제들을 해결하는 정책 개발에 기여하고자 한다.

2. 본론

1) 연구 방법론

본 연구는 “정부 정책 결정자, 전문가, 환경 단체, 시민 그룹 및 산업계 이해관계자들의 이해관계, 우선순위, 및 소통 방식이 미세먼지 정책 개발을 위한 협력적 거버넌스에 어떠한 영향을 미치는가?”라는 연구 질문을 중심으로, 미세먼지 문제와 관련된 다양한 이해관계자들의 관점을 포착하고 분석하기 위해 질적 연구 방법을 채택하였다. 특히 반구조화 인터뷰를 통해 주요 이해관계자의 의견을 심층적으로 탐구하고자 하였다. 연구에는 총 11명의 인터뷰 대상자가 참여하였으며, 이들은 정부 관료, 학계 전문가, 주요 환경 단체 대표 및 시민 그룹 대표로 구성되었다. 시민사회를 환경 단체와 시민 그룹으로 구분한 점에 유의해야 한다. 환경단체는 민주화 운동에 뿌리를 두고 있으며 비교적 많은 연대 경험과 정부와의

협력적 거버넌스 경험을 가지고 있으며 광범위한 환경 문제에 주력한다. 반면, 시민 그룹은 인터넷의 발전으로 비교적 최근에 등장하였으며, 인터넷 카페를 기반으로 전국 단위의 커뮤니티가 형성되며 주로 미세먼지와 같은 특정 문제에 집중하고 있다. 이들은 정치적 입장과 연계되는 것을 지양하며, 과거 정부와의 협력 경험이 없다. 이는 시민 사회의 참여 방식이 변하고 있음을 반영한다. 인터뷰는 비대면 방식인 Zoom을 통해 진행되었으며 인터뷰의 길이는 30분에서 2시간까지 다양했으며, 대부분 약 1시간 동안 지속되었다.

인터뷰는 주로 인터뷰 대상자의 우선순위, 관심사, 그리고 다른 이해관계자의 우선순위와 관심사에 대한 인식을 탐구하는 일곱 가지 주요 질문으로 구성되었다. 인터뷰 중에는 인터뷰 대상자의 응답과 특정 주제를 다룰 수 있는 능력에 맞춰 질문을 수정하거나 추가 질문을 도입했다.

인터뷰 주요 질문

1. 미세먼지 문제 중 가장 우선적으로 해결되어야 하는 것은 무엇이라고 생각하십니까?
2. 미세먼지 문제를 해결하기 위해 정부 기관과 협력하고 있습니까? 어떤 종류의 협력을 시켰습니까?
3. 미세먼지 문제를 해결하기 위해 정부 기관, 국책 연구소, 전문가, 시민 사회, 산업 부문 간의 협력이 필요하다고 생각하십니까? 그렇다면 어떤 형태의 협력이 필요하다고 생각하십니까?
4. 앞서 언급한 기관들의 협력 목표는 각각 무엇이라고 생각하십니까? 협력에 참여하는 기관들의 목표가 서로 다를 수 있다고 생각하십니까?
5. 미세먼지 대응 정책을 개발하거나 수립하는 과정에서 귀하의 기관과 정부 기관 간의 협력을 방해하거나 촉진하는 요인은 무엇이라고 생각하십니까?
6. 미세먼지 문제에 대한 정부의 정책 결정 과정에서 시민 참여 현황을 어떻게 평가하십니까?
7. 중앙 정부 및 지방 정부와의 협력 중 성공적인 사례가 있었다고 생각하십니까? 그렇다면, 이러한 성공을 이끄는 주요 요인은 무엇이라고 생각하십니까?

인터뷰는 전사되어 질적 데이터 분석 소프트웨어인 ATLAS.ti를 사용하여 체계적으로 코드화하고 주제 분석을 실시하였다. 이를 통해 각 이해관계자들의 공통된 문제 인식, 협력의 동인 및 저해 요인, 그리고 정책적 제언 등을 도출하기 위해 실시되었다. 데이터 분석 결과, 이해관계자 협력과 관련된 네 가지 주요 저해 요인(미세먼지에 대한 인식의 차이, 정부 대응성과 정책 일관성에 대한 관점의 차이, 행위자 간의 의사소통의 어려움, 거버넌스의 구조적 및 절차적 문제)이 확인되었다. 정책 제언으로는 정보 투명성 강화를 위한 거버넌스 관련 정보 공개, 리빙랩(Living Lab) 및 시민 과학의 제도화, 학제 간 의사소통 확대가 도출되었다.

2) 협력의 저해 요인

(1) 미세먼지에 대한 인식의 차이

시민과 전문가 간의 미세먼지 오염에 대한 근본 원인과 해결책에 대한 상이한 인식은 상당한 논란을 일으키며, 시민의 불만과 정부 정책에 대한 신뢰 저하를 야기했다. 이러한 인식 차이는 정책 결정 과정에서 상이한 접근 방식으로 나타나며, 효과적인 문제 해결을 저해하는 요인이 된다. 다수의 시민들은 미세먼지를 국외에서 발생한 것으로 인식하고 노출에 대한 즉각적인 대책을 요구하는 반면, 전문가들은 국내 요인이 미세먼지의 주된 발생 원인이기 때문에 지속적이고 일관된 국내 배출 통제가 장기적으로 더 효과적이라는 입장을 주로 가지고 있다.

	시민	전문가/환경단체
주요 원인	중국에서 유입된 오염 물질	디젤 차량과 석탄 화력 발전소, 대기 중 2차 오염 등과 같은 국내 요인
문제 인식	미세먼지는 새롭게 나타난 문제이자 건강에 즉각적인 영향을 주는 문제이기 때문에 긴급한 조치가 필요함	미세먼지는 과거부터 있었던 장기적인 문제이기 때문에 일관된 국내 관리 정책이 필요함
해결책	외교적 노력과 개인적 차원의 조치(마스크 및 공기청정기에 대한 정책적 지원)를 통한 오염물 노출 감소 방안이 필요	자동차 및 에너지 부문 규제를 포함한 국내 배출 저감 조치를 통해 배출원을 줄이는 방안이 필요
제안된 정책	국제 협상과 개인적인 차원의 조치	과거 정책 효과성을 참고하여 국내 배출 통제 조치 유지 및 강화
근거 자료	중국을 미세먼지의 주범으로 묘사하는 정부 성명 및 언론보도, 국외 발생 오염물질에 대한 연구	대기질 관리 정책에서의 확립된 연구 및 과거 성공적 정책 사례
행동 양상	즉각적인 정부 조치를 요구하는 시위	초기에는 소극적인 반응, 이후 대중 교육 및 국내 정책 강조를 위한 대중 소통 활동 증가

(2) 정부 대응성과 정책 일관성에 대한 관점의 차이

미세먼지 오염 문제에 있어 시민과 환경 전문가 간의 원인 및 해결책에 대한 상이한 인식은 정부의 대응성과 정책 일관성에 대한 관점의 차이를 야기하며, 이는 협력적 정책 결정 과정의 주요 저해 요인으로 작용한다. 시민은 정부가 즉각적이고 신속하게 대응해주길 원하며, 전문가들은 일관된 과학 기반의 정책이 필요하다고 주장한다.

시민들은 정부의 느리고 소극적인 대응을 비판한다. 특히, 정책 결정자와 소통할 채널이 부족하여 정부의 대응성에 대해 회의적인 시선을 가지고 있다. 시민 그룹은 국민 청원, 거리 시위, 공청회 참여, 정부 기관과의 위원회 참여 등을 통해 더 많은 측정소 설치와 초중과 교실 내 공기청정기 설치를 요구한다. 반면, 전문가와 환경 단체는 정부가 시민들의 요구에 즉각적으로 대응함으로써 정책 일관성을 잃을 것을 우려한다. 이들은 즉각적인 조치보다는 지속적이고 일관된 배출 저감 정책이 필요하다고 주장하며, 석탄 화력 발전소와 디젤 차량과 같은 핵심 오염원을 목표로 하는 정책의 중요성을 강조한다.

시민들은 미세먼지로 인한 건강상의 부정적 영향에 대해 불안감을 느끼며, 정부의 미세먼지 정책에 대한 불신도 존재한다. 정부와의 소통 채널이 부족하고, 전문가와의 소통 기회도 많지 않다. 이러한 상황은 시민들이 정부와 전문가로부터 신뢰할 수 있는 지식을 얻고 불안을 해소할 기회를 제한하며, 정책 결정 과정에서의 협력을 저해하고 불신을 증가시킨다. 과학적 데이터에 중점을 두다 보니 주민들의 경험적 지식이 무시되는 경우가 많고, 이는 전문가와 시민 간의 인식 격차를 더욱 심화시킨다.

(3) 행위자 간의 의사소통의 어려움

① 정부-전문가 간의 의사소통

정책 결정자와 전문가 간의 효과적인 의사소통에 대한 주요 장애 요인은 정책 결정자의 필요와 학술 연구의 초점 간의 불일치이다. 국가 연구기관에서 발행된 연구 결과가 정책 결정에 활용되지 못하는 경우도 많다. 한 인터뷰 참가자는 “연구개발(R&D)의 결과가 정책에 활용되지 못하는 이유는 전문가들이

제공한 결과가 정책에 도움이 되지 않는 형태로 되어 있기 때문이다. 연구자들은 자신의 역할을 다했다고 생각하지만, 정책 결정자들은 이를 실질적으로 활용하기 어렵다”고 설명했다. 대표적인 예로, 2000년대 초반에 수행된 연구들이 국내 2차 오염의 심각성을 강조하며 이를 해결하기 위한 정책을 권고했으나, 이러한 연구 결과가 당시 정책에 제대로 반영되지 않았다. 전문가들은 “미세먼지와 오존의 2차 오염을 관리해야 함을 지속적으로 강조했으나, 정책 결정자와의 의사소통이 부족하여 정책 반영이 늦어졌다”고 언급하며, 의사소통의 필요성을 시사했다.

② 시민-전문가 간 의사소통

시민과 전문가 간의 의사소통에서도 문제가 나타난다. 전문가들은 시민들의 불안과 우려를 충분히 이해하지 못하는 반면, 시민들은 미세먼지 문제의 전반적인 맥락을 이해하지 못한다. 이는 상호 이해 부족에서 기인한 문제로, 정부와 언론의 역할이 중요하다. 한 전문가는 “정부와 언론이 미세먼지 문제를 사회적 재난으로 부각하는 데 일조했다”고 지적하며, 전문가들이 적극적으로 미디어와 소셜 미디어, 학술 모임 등을 통해 올바른 정보를 전달해야 한다고 강조했다.

③ 산업계의 참여

산업계는 미세먼지 규제로부터 상당한 압력을 받고 있다. 이들을 설득하기 위해서는 장기적인 혜택을 강조하고, 국제 표준과의 일치를 통해 시장 경쟁력을 높이는 등의 전략이 필요하다. 한 인터뷰 참가자는 “산업계는 규제에 대한 추가적인 부담을 꺼려하지만, 장기적인 이익에 초점을 맞춰 협력을 진행해야 한다”고 언급했다. 산업계와 협력하는데 필요한 전략적 접근법은 점진적 실행 방안을 제시하고 국제 표준과의 일치를 통해 글로벌 경쟁력을 확보하는 것이다. “기업의 현재 상태를 무시하고 즉각적인 변화를 요구하는 대신, 점진적인 실행을 통해 협력적인 관계를 구축해야 한다”고 인터뷰 참가자는 말했다.

(4) 거버넌스의 구조적 및 절차적 문제

협력 거버넌스에서 신뢰는 핵심 요소이다. 행위자들은 자신의 의견이 존중받고 진지하게 고려된다고 느낄 때 비로소 신뢰가 형성될 수 있다. 행위자들이 그렇게 느끼지 못한다면 거버넌스 탈퇴로 이어져 협력이 결렬되는 결과를 초래할 수 있다. 신뢰는 어떠한 협력에서도 기본 요건이며, 신뢰의 부재는 정책의 효과성에 심각한 영향을 미친다. 신뢰를 형성하는 협력 거버넌스의 효과적인 운영을 위해서는 구조적 및 절차적 문제를 확인하고 개선하는 것이 필요하다.

협력적 의사 결정 과정에서 사전 작성된 정책 초안은 발언의 자유를 제한하는 주요 요인이다. 정부는 대부분의 경우 외국의 성공적인 정책 사례를 기반으로 초안을 작성하고, 이를 전문가들에게 검토와 승인을 요구하는 방식으로 거버넌스의 의사결정을 진행했다. 이로 인해 시민과 전문가들이 정책 개발 단계에서 의미 있는 참여를 하는 것이 어렵다. 사전에 합의된 초안은 행위자들이 자신의 의견을 자유롭게 표현하지 못하게 하며, 협력적 거버넌스의 진정성을 저해한다.

공정성과 투명성의 부족은 이해관계자들의 협력에 대한 불만족을 야기하는 요소이다. 예를 들어, 위원회의 구성에서 사안에 대한 찬성과 반대 측의 의원을 동수로 구성하는지, 합의의 안건이 논란이 되는 주요 문제들을 다루고 있는지, 양측에 동등한 발언 시간을 제공하고 모든 이해관계자의 입장을 명확하게 제시할 기회를 주는지가 협력적 거버넌스에서 공정성과 투명성을 보장하는 요소가 된다. 코로나 팬데믹 기간 동안 온라인 회의로의 전환은 이러한 문제를 악화시킨 경향이 있고, 미세먼지와 관련된 에너지와 원전 문제를 직접적으로 회의의 안건으로 다루지 않음으로써 이해관계자들의 신뢰를 저해하였다.

환경 단체들은 과거 협력 거버넌스에서의 부정적인 경험으로 인해 협력적 거버넌스에 회의적인 태도를 보이고 있다. 이들은 정부가 표면적으로는 환경 단체의 요구를 수용하는 것처럼 보이지만, 실제로는 그들의 요구를 정책에 반영하지 않는다고 주장한다. 이러한 회의론은 신뢰 구축을 저해하며, 협력적 거

버넌스의 효과성을 감소시킨다.

3) 정책 제언

(1) 정보 투명성 강화를 위한 거버넌스 관련 정보 공개

정보 투명성을 강화하기 위해 회의록과 정책 개발 과정을 공개하는 것이 필요하다. 현재 협력적 거버넌스에서는 회의록 공개를 거부하는 경우가 많은데, 회의록이 공개될 경우 위원회 자체에 대한 시민들의 비판을 우려했다. 하지만 정보 공개의 제한은 정보 접근성에 대한 시민들의 불만을 증가시키고, 이해관계자가 적극적으로 거버넌스에 참여하려는 동기를 저해할 가능성이 크다. 따라서 협력적 거버넌스와 관련된 정보는 반드시 공개되어야 한다. 정책 위원회의 회의록과 미세먼지 관련 논의는 투명하게 공개되어야 하며, 이를 통해 이해관계자들은 논의를 검토하고 의사 결정 과정을 이해하며, 정부의 책임을 물을 수 있게 된다. 투명한 절차는 기업이 사회적 책임을 인식하게 하고, 논쟁적인 문제도 투명하고 책임감 있게 다루어져 이해관계자의 신뢰를 유지할 수 있다. 회의록 공개를 의무화함으로써 정부는 투명성과 신뢰도를 향상시킬 수 있으며, 관련 규제 조치는 정권 변화에도 지속적으로 유지될 수 있다.

(2) 리빙랩(Living Lab) 및 시민 과학의 제도화

리빙 랩과 시민 과학 프로젝트와 같은 시민 주도의 이니셔티브는 환경 오염 문제로 직접적인 영향을 받는 주민들의 경험과 아이디어를 활용해 해당 지역의 특성에 맞는 해결책을 개발해낸다. 이러한 프로젝트는 전문지식과 시민의 경험을 통합하여 정책 개발에 긍정적인 결과를 가지고 올 수 있다. 정부와 대학은 이러한 프로젝트를 지원하고, 지방 정부와 협력하여 지속성을 보장해야 한다. 춘천시의 미세먼지 저감 리빙 랩 사례는 커뮤니티 주도의 프로젝트가 실질적인 변화를 이끌 수 있음을 보여주었다. 정부는 리빙 랩에 대한 제도적 지원을 통해 이를 정책 결정 과정의 일부로 만들어야 한다. 리빙 랩에서 도출된 결과는 지역 정부 정책에 반영되어 커뮤니티의 의견을 정책 개발에 통합하는 통로가 되어 정부의 반응성을 높이고, 시민들의 신뢰를 증진시킬 수 있다.

(3) 학제 간 의사소통 확대

효과적인 학제 간 의사소통과 협력은 과학적 연구를 실행 가능한 정책으로 전환하는 데 필수적이다. 미세먼지 관련 연구가 많이 진행되었음에도 불구하고, 연구 결과가 실질적인 정책 조치로 전환되는 데에는 여전히 많은 어려움이 존재한다. 이를 해결하기 위해 과학자, 정책결정자, 및 기타 이해관계자 간의 더 구조화되고 빈번한 학제 간 회의가 필요하다. 정책 결정자들은 과학적 연구 결과를 이해하는 데 종종 어려움을 겪으므로, 연구자들은 연구 결과를 쉽게 이해하고 적용할 수 있는 정책 활용 매뉴얼(toolkit)로 번역하는 노력이 필요하다. 또한, 사회 과학자들은 이러한 과학적 발견을 정책적으로 구현하는 데 중요한 역할을 담당해야 한다. 연구자들은 미디어, 소셜 미디어, 학술 플랫폼을 통해 적극적으로 연구 결과를 발표하고, 명확한 정책 권고안을 제공함으로써 연구 결과가 사회적 및 정책적 영향력을 가질 수 있도록 해야 한다.

3. 결론

본 연구는 한국의 미세먼지 정책 개발에서 이해관계자 협력에 영향을 미치는 요인들을 종합적으로 분석하고자 하였다. 연구 결과, 참여적 거버넌스를 위한 중요한 노력에도 불구하고 여전히 해결되지 않은 수많은 문제가 존재함이 드러났다. 정권의 변화, 다양한 행위자들의 이해관계, 그리고 구조적 문제가 효과적인 정책 실행을 저해하는 주요 요인으로 확인되었다.

본 연구는 네 가지 주요 저해 요인(미세먼지에 대한 인식 차이, 정부 대응성과 정책 일관성에 대한 관점의 차이, 행위자 간의 의사소통의 어려움, 거버넌스의 구조적 및 절차적 문제)을 확인하였다. 이러한 발견을 바탕으로 몇 가지 정책 제언을 제시하였다. 첫째, 정보 투명성 강화를 위해 회의록과 정책 개발 과정의 공개가 필수적이다. 이는 모든 이해관계자의 의견이 공정하게 고려되도록 하여 대중의 불신을 해소하고 협력적 환경을 조성할 수 있다. 둘째, 리빙 랩과 시민 과학 프로젝트의 제도화는 커뮤니티 주도의 이니셔티브를 공공 정책 개발 및 실행에 통합하는 중요한 단계이다. 이러한 방법은 환경 오염의 영향을 가장 많이 받는 사람들의 관점과 경험을 반영한 해결책을 제시할 수 있다. 셋째, 학제간 의사소통 전략 개발은 전문가, 정부 관계자, 시민 간의 협력을 향상시키는 데 필수적이다. 효과적인 의사소통은 과학적 통찰을 실행 가능한 정책 권고안으로 번역하며, 연구와 실질적 정책 조치 간의 격차를 해소할 수 있다.

향후 연구에서는 시민 그룹과 같은 새로운 형태의 시민 참여에 관한 주제가 참여적 거버넌스와 어떻게 영향을 주고받는지에 관해 심도 있는 분석이 진행되어야 한다. 또한, 현행 미세먼지 정책에서 소외된 지역과 커뮤니티에 대한 문제들은 충분히 연구되지 않았다. 비수도권 지역, 실외 노동자, 산업 단지 근처 거주자, 저소득층과 관련된 문제들을 해결하기 위해 관련 연구가 이루어져야 한다.

참고문헌

- 구도완, 1996, 한국 환경운동의 사회학, 문학과 지성사
- 국가기후환경회의, 2021, 국가기후환경회의 활동보고서
- 변성원 외, 2020, 한국대기환경학회지, 지난 17 년간 서울에서 미세먼지 대기오염 농도는 증가했는가?: 대중의 인식과 실제 농도의 차이, 36(2), 240-248
- 심창섭 외, 2021, 미세먼지 통합관리 전략 수립 연구, 부민사
- 원주영, 2022, 한국의 대기오염 규제와 기준의 정치, 1960-2020, 서울대학교 박사 논문
- 이종후, 2019, 미세먼지 대응사업 분석, 경성문화사
- 장재연, 2019, 공기 파는 사회에 반대한다, 동아시아
- 진치형 외, 2021, 미세먼지, 코로나 19, 폭염에 응답하는 과학과 정치
- Ansell, Christopher and Alison Gash, 2007, Collaborative Governance in Theory and Practice, Journal of Public Administration Research and Theory, 18, 543-571
- Brisbois, Marie Claire and Rob C. de Loë, 2016, Power in Collaborative Approaches to Governance for Water: A Systematic Review, Society & Natural Resources 29, 775 - 790
- Dana Loomis et al., 2013, The Carcinogenicity of Outdoor Air Pollution, The Lancet Oncology 14(13), 1262-1263
- Emerson, Kirk, Tina Nabatchi and Stephen B. Balogh, 2012, "An Integrative Framework for Collaborative Governance." Journal of Public Administration Research and Theory, 22, 1-29
- Suzanne von der Porten, Suzanne, Rob C. de Loë and Ryan Plummer, 2015, Collaborative Environmental Governance and Indigenous Peoples: Recommendations for Practice, Environmental Practice, 17, 134 - 144
- Wondolleck, Julia M., and Steven L. Yaffee, 2022, The bricks and mortar of collaborative ecosystem-based restoration and management, Journal of Great Lakes Research, 48(6), 1320-1328
- Yaffee, Steven Lewis, 2020, Beyond Polarization: Public Process and the Unlikely Story of California's Marine Protected Areas, Island Press
- "미세먼지, 中에 항의해 달라" 靑 국민청원 20만 명 돌파," 동아일보, 2018년 3월 29일"
- 미세먼지 문제 해결, '정보 부족'이 가장 문제", 아이뉴스24, 2019년 7월 1일
- "우리 동네 미세먼지 수치 믿을 수 없다", 한겨레21, 2017년 4월 13일
- "미세먼지, 만들어진 환경문제", <https://contents.premium.naver.com/jiphyunnet/knowledge/contents/221017170124144dn> (2024년 4월 24일)
- "시기별 미세먼지 동향과 이슈", <https://ecoarchive.org/exhibits/show/ex-03/ex-03-p01> (2024년 4월 15일)

포스터발표 세션 1.

안전과 보건

- 직장폭력, 감정노동이 불면증에 미치는 영향과 수면 전 각성 척도(PSAS), 우울 증상 척도(PHQ-9)를 이용한 매개효과 분석
김서영 가톨릭대학교 일반대학원 의학과, 숲과나눔 장학생
강모열 가톨릭대학교 서울성모병원 직업환경의학과
조성식 동아대학교병원 직업환경의학과
- 미세먼지 및 초미세먼지 농도에 따른 신체활동이 심혈관질환 발생에 미치는 차별적 영향
- 고농도와 저농도 환경에서의 비교 연구
김혜준 서울대학교 의과학과 박사과정
정석송 고려대학교 의과대학 교수
박상민 서울대학교 의과대학 교수
- 폭염에 대한 위험 인식과 지식이 적응 행동에 미치는 영향
안소린 서울대학교 환경대학원 박사과정
홍종호 서울대학교 환경대학원 교수
- 여름철 농업환경 온습도 측정 및 온열질환 위험성에 관한 연구
- 경남 밀양의 캄보디아 노동자를 중심으로
우춘희 매사추세츠 대학교 박사 수료

직장폭력, 감정노동이 불면증에 미치는 영향과 수면 전 각성 척도(PSAS), 우울 증상 척도(PHQ-9)를 이용한 매개효과 분석

김서영 가톨릭대학교 일반대학원 의학과, 숲과나눔 장학생
강모열 가톨릭대학교 서울성모병원 직업환경의학과
조성식 동아대학교병원 직업환경의학과

1. 서론

최근 서비스 산업의 발달로 인해 직장 내 폭력, 감정 노동과 같은 스트레스 요인이 현대 직장인의 정신적 부담으로 부상하고 있다. 여러 연구에서 이러한 스트레스 요인과 우울증, 불안 장애 등의 정신질환 간의 관계가 활발히 탐구되었지만, 수면장애 중 하나인 불면증에 대한 관련 연구는 상대적으로 부족하다. 본 연구의 목적은 임금 근로자를 대상으로 한 설문 조사를 바탕으로, 직장 내 폭력과 감정 노동이 불면증에 어떠한 영향을 미치는지 분석하는 것이다. 또한, 매개 효과 분석을 통해 수면 전 각성상태와 우울 증상이 이들 사이의 관계를 얼마나 매개하는지 알아보고자 한다.

2. 본론

1) 연구 방법

본 연구는 2022년 7월에 온라인 설문조사를 통해 19세 이상의 임금 근로자를 대상으로 진행하였다. 직장 폭력 분석 시, 교대 근무자와 수면 장애(불면증, 폐쇄성 수면무호흡증, 하지불안증후군, 기면증)를 진단을 받은 사람들을 제외한 4072명을 분석 대상으로 하였다. 반면, 감정노동 분석에는 고객 응대를 하지 않는 사람들까지 추가로 제외하여 2157명을 분석하였다. 직장 폭력과 감정노동 설문에는 한국형 직장 폭력 평가도구 (K_WVS®13)와 한국형 감정노동 평가도구(K_ELS®11)를 활용하여 총점 및 세부 문항 점수를 도출하였다. 이후 정상군과 위험군으로 분류하고, 로지스틱 회귀분석을 통해 직장폭력, 감정노동과 불면증 증상 ($ISI \geq 15$) 간의 관계를 파악하였다. 수면 전 각성 척도(인지적, 신체적)와 우울 증상 ($PHQ-9 \geq 10$)의 불면증에 대한 매개 효과도 분석하였다. 모든 데이터는 연령, 성별, 교육수준, 동거인 여부, 직종, 고용형태, 근무 시간 등을 보정하여 분석하였으며, 통계 분석에는 SAS 9.4 프로그램을 사용하였다.

2) 연구 결과

전체 참가자 중에서 직장 폭력의 위험군은 1703명(42%), 감정 노동의 위험군은 1247명(58%)였다. 인구사회학적 특성과 업무 관련 요인을 보정한 후의 다중 로지스틱 회귀분석 결과, 위험군에서의 불면증 오즈비(OR)는 직장 폭력에서 2.25(95% 신뢰구간[CI]: 1.93-2.62), 감정 노동에서 2.21(95% 신뢰구간[CI]: 1.75-2.80)로, 이는 정상군에 비해 높게 나타났다. 세부 문항 분석 결과, 고객에게 정신적 또는 성적 폭력을 당했거나 감정 부조화가 강한 경우에 불면증의 오즈비가 가장 높았다. 매개 효과 분석에서 수면 전 인지적 및 신체적 각성 척도(PSAS-C,S)와 우울증상이 모두 직장 폭력 및 감정 노동과 불면증과의 관계

를 매개하는 것으로 나타났으며, PSAS-C는 직장 폭력에서 55%, 감정 노동에서 49%를, PSAS-S는 직장 폭력에서 68%, 감정 노동에서 10%를, 그리고 우울증상은 직장 폭력에서 59%, 감정 노동에서 66%를 매개하였다.

3. 결론

본 연구 결과에 따르면 인구사회학적 특성, 근무 특성 등을 보정한 후에도 직장폭력, 감정노동의 각 스트레스 변수들의 위험군이 정상군에 비해 불면증상의 위험도가 증가하는 것으로 나타났으며, 이에 대한 매개 효과 분석에서는 수면 전 인지적, 신체적 각성척도와 우울 증상이 불면 증상을 부분적으로 매개하는 것으로 나타났다. 이는 직장 내 폭력과 감정 노동의 위험군에서 수면 전 각성상태에 대해 완화요법을 취하고 우울 증상의 초기에 치료적 개입을 하는 것이 근로자들의 수면 장애의 예방 및 치료에 효과적일 수 있음을 시사한다.

참고문헌

- 장세진 등, 감정노동 종사자의 스트레스 평가도구 개선 및 활용방안 마련 연구. 한국산업안전보건공단 산업보건연구원. 2018년 연구보고서
- 윤진하 등, 직장인 정신건강 증진 방안 연구. 한국산업안전보건공단 산업보건연구원. 2017년 연구보고서
- Adelman, P. K. Emotional labor as a potential source of job stress. In S.L. Sauter & L. R. Murphy (Eds.), Organizational risk factors for job stress. Washington, DC: American Psychological Association; 1995,p.371-381

사사

본 연구는 한국연구재단(NRF-2022R1F1A1066498)의 지원을 받았습니다.

미세먼지 및 초미세먼지 농도에 따른 신체활동이 심혈관질환 발생에 미치는 차별적 영향 고농도와 저농도 환경에서의 비교 연구

김혜준 서울대학교 의과학과 박사과정
정석송 고려대학교 의과대학 교수
박상민 서울대학교 의과대학 교수

1. 서론

심혈관질환은 전 세계 주요 사망 원인 중 하나이며, 이상지질혈증은 심혈관질환의 중요한 위험 요인이다. 이상지질혈증 환자는 증상 관리와 심혈관계 합병증 예방을 위해 약물치료가 권장되지만, 스타틴 처방률이 낮고 약물의 효과에 대한 불확실성도 있기에 신체활동 등 생활 습관 변화가 중요하다. 그러나 국내 이상지질혈증 환자 대상 연구에 따르면 진단 이후 생활습관의 유의미한 변화는 크게 없었다. 한편 신체활동의 심혈관 건강에 대한 이점은 대기오염 상태에 따라 달라질 수 있으며, 실제로 PM_{2.5}와 PM₁₀는 심혈관질환의 중요한 환경적 위험 요인으로 알려져 있다. 본 연구는 국내 신규 진단 이상지질혈증 환자들을 대상으로 진단 전후 신체활동 변화와 미세먼지 노출의 복합적 영향을 조사하였다.

2. 본론

1) 연구방법

(1) 연구대상자

국민건강보험공단 자료를 활용하여 2009년부터 2012년까지 신규로 이상지질혈증을 진단받은 122,844명의 환자 중 2년 주기의 건강검진을 2회 받고, 추적관찰 시점 이전에 사망하였거나 심혈관질환을 진단 받은 경우와 결측치를 제외하고 총 113,918을 대상으로 분석하였다.

(2) 미세먼지 농도 및 주요 변수 조작적 정의

미세먼지 데이터는 에어코리아의 자료를 사용하였으며 개인의 거주지 정보(시군구)를 활용하여 각 환자의 PM_{2.5}, PM₁₀ 노출 수준을 산출하였다. 세계보건기구의 지침에 따라 PM_{2.5} 및 PM₁₀의 평균 농도를 기준으로 노출 수준을 low-to-moderate 및 high의 두 그룹으로 분류했다. 신체활동은 Metabolic equivalent tasks(MET)을 주당 분 단위로 계산하였다. 심혈관질환은 ICD-10 코드(I20-I25, I60-I69)와 입원기록으로 조작적 정의하였다.

(3) 통계분석

분석 모델로는 Cox 비례 위험 회귀모델을 사용하였으며 대상자들을 2013년 1월 1일부터 2021년 12월 31일까지 추적관찰하였다. 모든 분석은 SAS 버전 9.4를 사용하여 수행하였다.

2) 연구결과

연구 대상자는 남성 60,654명, 여성 53,264명으로 평균 나이는 53.0세(표준편차 12.0)였다. 분석결과

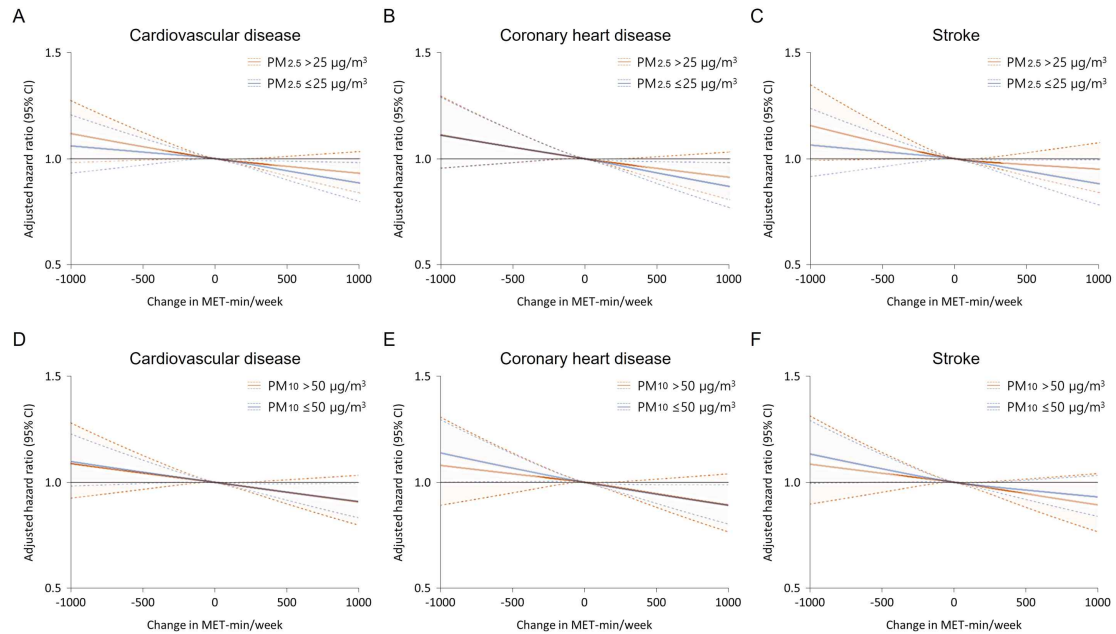
PM_{2.5}와 PM₁₀ 농도가 낮거나 중간 수준일 때 신체활동이 증가한 환자들은 심혈관질환 발생 위험이 감소했다. 고농도의 PM_{2.5}와 PM₁₀에 노출된 환자들도 신체활동 증가와 관련하여 심혈관질환 위험이 감소했지만, 그 효과는 낮거나 중간 수준의 노출에 비해 줄어든 것으로 나타났다. 신체활동이 감소한 경우, 모든 미세먼지 농도 수준에서 심혈관질환 위험이 증가했다<표1>.

<표 1> 신체활동 변화와 PM_{2.5} 및 PM₁₀ 노출에 따른 심혈관질환 발생 위험

	Physical activity at second health examination (MET-min/week)				<i>P</i> for trend
	0	1-499	500-999	≥1000	
Low/moderate PM_{2.5} (≤25 µg/m³)					
Initial MET-min/week, 0	1.00 (reference)	0.94 (0.83-1.06)	0.84 (0.73-0.95)**	0.82 (0.70-0.97)*	0.022
Initial MET-min/week, 1-499	1.09 (0.97-1.23)	1.00 (reference)	0.94 (0.84-1.04)	0.93 (0.80-1.07)	0.064
Initial MET-min/week, 500-999	1.02 (0.90-1.17)	0.99 (0.88-1.11)	1.00 (reference)	1.03 (0.92-1.16)	0.888
Initial MET-min/week, ≥1000	1.13 (0.94-1.36)	1.20 (1.03-1.39)*	1.01 (0.88-1.14)	1.00 (reference)	0.063
High PM_{2.5} (>25 µg/m³)					
Initial MET-min/week, 0	1.00 (reference)	0.98 (0.87-1.10)	0.81 (0.71-0.92)**	0.92 (0.78-1.08)	0.010
Initial MET-min/week, 1-499	1.10 (0.97-1.24)	1.00 (reference)	1.13 (1.01-1.26)	1.03 (0.89-1.19)	0.158
Initial MET-min/week, 500-999	1.08 (0.95-1.23)	1.12 (1.00-1.25)	1.00 (reference)	1.00 (0.88-1.13)	0.168
Initial MET-min/week, ≥1000	1.31 (1.10-1.55)**	1.09 (0.92-1.28)	1.08 (0.95-1.24)	1.00 (reference)	0.028
Low/moderate PM₁₀ (≤50 µg/m³)					
Initial MET-min/week, 0	1.00 (reference)	0.92 (0.83-1.02)	0.82 (0.74-0.92)***	0.83 (0.72-0.95)**	0.002
Initial MET-min/week, 1-499	1.03 (0.93-1.15)	1.00 (reference)	0.97 (0.89-1.07)	0.96 (0.85-1.09)	0.687
Initial MET-min/week, 500-999	1.02 (0.91-1.15)	1.06 (0.96-1.16)	1.00 (reference)	1.03 (0.93-1.14)	0.730
Initial MET-min/week, ≥1000	1.14 (0.98-1.33)	1.19 (1.04-1.35)*	1.03 (0.92-1.15)	1.00 (reference)	0.042
High PM₁₀ (>50 µg/m³)					
Initial MET-min/week, 0	1.00 (reference)	1.02 (0.89-1.18)	0.82 (0.69-0.96)*	0.99 (0.81-1.20)	0.045
Initial MET-min/week, 1-499	1.23 (1.06-1.43)**	1.00 (reference)	1.14 (0.99-1.31)	1.01 (0.85-1.21)	0.026
Initial MET-min/week, 500-999	1.13 (0.96-1.32)	1.03 (0.89-1.19)	1.00 (reference)	0.98 (0.85-1.15)	0.423
Initial MET-min/week, ≥1000	1.36 (1.09-1.69)**	1.05 (0.86-1.28)	1.06 (0.89-1.25)	1.00 (reference)	0.058

데이터는 adjusted hazard ratio이며 보정변수로는 나이, 성별, BMI, 동반질환지수, 가구소득수준, 수축기혈압, 공복혈당, 총콜레스테롤, 음주 및 흡연을 사용하였다. *P<0.05. **P<0.01. ***P<0.001.

또한, Restricted cubic spline<그림 1>에서도 PM_{2.5} 및 PM₁₀이 낮거나 중간 수준일 때 심혈관질환, 관상동맥질환, 뇌졸중의 위험도 감소가 더욱 두드러졌다.



<그림 1> 미세먼지 농도와 신체활동 변화에 따른 심혈관질환 위험도 Restricted cubic spline 그래프

3) 결과 해석

본 연구는 이상지질혈증 진단 후 신체활동이 감소하면 심혈관질환 위험이 증가하고, 신체활동이 증가하면 위험이 감소함을 확인했다. 이 경향은 미세먼지 농도와 관계없이 나타났지만, 높은 미세먼지 농도에서는 신체활동의 보호 효과가 약화되었다. 미세먼지는 염증과 산화 스트레스를 유발해 심혈관 건강에 해로운 영향을 미치지만, 신체활동은 지질 프로파일과 염증을 개선하여 심혈관 건강을 증진한다. 따라서, 대기오염이 심한 환경에서도 신체활동은 여전히 심혈관질환 위험을 낮추는 데 효과적일 수 있다.

3. 결론

높은 신체활동 수준은 심혈관질환 발생 위험 감소와 관련이 있으며, 신체활동 감소는 심혈관질환 발생 위험 증가와 관련이 있다. 이러한 관계는 미세먼지 수준과 크게 무관하게 나타났으나, 미세먼지가 심한 지역에서는 신체활동의 유익한 영향이 감소했다. 이상지질혈증 환자의 경우 심혈관질환에 대한 효과적인 개입 전략으로 진단 이후 신체활동 촉진이 필요할 수 있다.

참고문헌

- Du Z, Qin Y. Dyslipidemia and Cardiovascular Disease: Current Knowledge, Existing Challenges, and New Opportunities for Management Strategies. *J Clin Med*. 2023;12. doi: 10.3390/jcm12010363
- Fletcher GF, Landolfo C, Niebauer J, Ozemek C, Arena R, Lavie CJ. Promoting Physical Activity and Exercise: JACC Health Promotion Series. *J Am Coll Cardiol*. 2018;72:1622-1639. doi: 10.1016/j.jacc.2018.08.2141
- Wang Q, Pang D, Wang H. Effect of overall lifestyle on the all-cause mortality and cardiovascular disease death in dyslipidemia patients with or without lipid-lowering therapy: a cohort study. *BMC Cardiovasc Disord*. 2023;23:438. doi: 10.1186/s12872-023-03450-1
- Doewes RI, Gharibian G, Zadeh FA, Zaman BA, Vahdat S, Akhavan-Sigari R. An Updated Systematic Review on the Effects of Aerobic Exercise on Human Blood Lipid Profile. *Curr Probl Cardiol*. 2023;48:101108. doi: 10.1016/j.cpcardiol.2022.101108
- Cho IY, Park HY, Lee K, Bae WK, Jung SY, Ju HJ, Song JK, Han JS. Association Between the Awareness of Dyslipidemia and Health Behavior for Control of Lipid Levels Among Korean Adults with Dyslipidemia. *Korean J Fam Med*. 2017;38:64-74. doi: 10.4082/kjfm.2017.38.2.64
- Brook RD, Rajagopalan S, Pope CA, 3rd, Brook JR, Bhatnagar A, Diez-Roux AV, Holguin F, Hong Y, Luepker RV, Mittleman MA, et al. Particulate matter air pollution and cardiovascular disease: An update to the scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2010;121:2331-2378. doi: 10.1161/CIR.0b013e3181dbece1
- Arias-Perez RD, Taborda NA, Gomez DM, Narvaez JF, Porras J, Hernandez JC. Inflammatory effects of particulate matter air pollution. *Environ Sci Pollut Res Int*. 2020;27:42390-42404. doi: 10.1007/s11356-020-10574-w
- Kraus WE, Houmard JA, Duscha BD, Knetzger KJ, Wharton MB, McCartney JS, Bales CW, Henes S, Samsa GP, Otvos JD, et al. Effects of the amount and intensity of exercise on plasma lipoproteins. *N Engl J Med*. 2002;347:1483-1492. doi: 10.1056/NEJMoa020194

폭염에 대한 위험 인식과 지식이 적응 행동에 미치는 영향

안소린 서울대학교 환경대학원 박사과정

홍종호 서울대학교 환경대학원 교수

1. 서론

기후변화로 인해 폭염의 빈도와 강도는 증가하고 있으며, 이러한 경향성은 미래에도 지속될 것으로 전망된다(IPCC, 2021). 전 세계적으로 폭염으로 인한 심각한 피해가 발생하고 있다. 우리나라의 경우 2018년 여름 서울 39.6℃, 홍천 41.0℃를 기록하여 111년 만의 최고기온을 기록했다(환경부, 2021). 이에 따른 온열질환자는 4,526명이며 사망자는 48명이다(임연희, 2019).

폭염은 인간의 건강에 치명적인 악영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 인간은 과도한 열에 노출될 경우 체온 조절 기능이 저하되어 열사병, 열탈진 등의 증상을 겪을 수 있다(World Health Organization, 2018). 이러한 온열질환은 사망률과 발병률을 증가시킨다(Nitschke et al., 2011). Deschenes(2013)은 폭염이 인간의 건강에 미치는 영향을 줄이기 위해 적절한 적응 전략이 연구되어야 한다고 주장했다.

효과적인 폭염 적응 행동은 폭염으로 인한 사망률을 감소시킨다(Watts et al., 2015). 여기에서 폭염 적응 행동이란 폭염의 부정적인 결과에 대처하기 위해 개인이 자신의 행동을 변화시키는 행위를 의미한다. 이러한 폭염 적응 행동은 폭염에 대한 취약성을 줄일 수 있다(Liu et al., 2013). 연구에 따르면 가정 내 에어컨 사용, 충분한 수분 섭취, 외부 활동 자제 등 간단한 적응 조치를 취할 경우 온열질환의 발생 및 그로 인한 사망을 크게 예방할 수 있다(Smoyer-Tomic & Rainham, 2001; Bouchama et al., 2007) 따라서 폭염에 적절히 대응하기 위해 폭염 적응 행동에 대해 더 잘 이해할 필요가 있다.

폭염 적응 행동에 영향을 미치는 요인은 인구사회학적 요인과 인지적 요인으로 나눌 수 있다. 인구사회학적 요인으로는 연령, 성별, 소득, 결혼 여부, 인지적 요인으로는 위험 인식, 지식 등이 있다(Liu et al., 2013; Rauf et al., 2017; Akompab et al., 2013). 하지만 연구마다 연구 결과가 달라 추가적인 연구가 필요한 실정이다. 특히 국내에서 폭염 적응 행동에 대해 조사한 연구는 전무하다. 한국도 폭염의 영향을 크게 받는 국가이기 때문에 정부 차원의 폭염 대응 전략을 수립하기 위해서는 한국인의 폭염에 대한 위험 인식과 지식에 대한 연구가 이루어져야 한다. 따라서 본 연구는 한국인의 폭염에 대한 위험 인식과 지식이 폭염 적응 행동에 미치는 영향을 파악하는 데 그 목적이 있다. 이는 폭염에 대응하기 위한 효과적인 정책을 수립하는 데에 중요한 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

2. 재료 및 방법

본 연구의 모집단은 만 19세 이상의 대한민국 성인이다. 2022년 5월 19일부터 29일까지 온라인 설문 조사를 실시하였다. 총 391개의 응답을 받았으며 불성실한 응답지 6개를 제외한 385개의 응답이 분석에 이용되었다. 설문을 통해 수집된 정보는 성별, 연령, 학력, 연간 가구 소득 등 인구통계학적 특성, 폭염에 대한 위험 인식, 지식 등 인지적 특성, 지난 1년간 수행한 폭염에 대한 폭염 적응 행동이다.

본 연구에서는 일 최고기온이 35℃ 이상인 상태가 2일 이상 지속되는 상황을 가정하고 설문을 진행하였다. 폭염에 대한 위험 인식을 묻는 문항은 1문항이며, ‘전혀 위험하지 않다’(1점)에서 ‘매우 위험하다’(7점) 간의 7점 리커트 척도로 측정하였다. 통계 분석 시 위험 인식 낮음(1, 2점), 보통(3, 4, 5점), 높음(6, 7점)으로 분류하였다.

폭염에 대한 지식을 측정하기 위해 Beckmann et al.(2021)과 Rauf et al.(2017)의 연구를 참고하여 폭염에 대한 10가지 문장을 제시하였다. 각 문장은 사실이거나 거짓이다. 응답자는 ‘맞다’, ‘틀리다’, ‘모른다’ 중 하나를 선택하도록 요구받았다. 사실인 문장에 ‘맞다’라고 응답한 경우 1점, ‘틀리다’ 또는 ‘모른다’라고 응답한 경우 0점을 부여했다. 거짓인 문장에 ‘틀리다’라고 응답한 경우 1점, ‘맞다’ 또는 ‘모른다’라고 응답한 경우 0점을 부여했다. 응답자의 총점수를 합산하여 폭염에 대한 지식 수준을 측정하였다.

폭염 적응 행동은 Liu et al.(2013)의 연구에서 사용한 10가지의 폭염 적응 행동과 국민재난안전포털에서 제시하는 폭염 적응 행동을 참고하여 총 12가지의 적응 행동에 대한 수행 여부를 질의하였다(국민재난안전포털, 2016). 지난 1년간 본인이 수행한 적응 행동의 개수를 합하여 적응 행동 점수로 계산하였다. 통계 분석 방법은 다중회귀분석이며, Stata version 14 프로그램을 이용해 수행하였다.

3. 결과

1) 응답자의 인구통계학적 특성

응답자의 수는 385명이며, 이 중 51.17%는 여성, 48.83%는 남성이다. 연령의 경우 20대부터 60대 이상까지 모든 연령대가 균일하게 연구에 참여하였다. 학력은 대학교를 재학하거나 졸업한 사람이 61.82%로 가장 많았다. 그 뒤로는 고등학교 졸업이 18.44%, 대학원 재학 또는 졸업이 17.92%이다. 연간 가구소득은 2,000만 원 미만 8.57%, 2,000만 원 이상 5,000만 원 미만 48.57%, 5,000만 원 이상 8,000만 원 미만 28.83%, 8,000만 원 이상 14.03%이다.

2) 폭염에 대한 위험 인식

응답자의 폭염에 대한 인식 점수 평균은 5.57점으로, 한국인은 폭염에 대해 보통 이상의 높은 수준의 위험성을 느끼고 있었다. 응답자의 97.9%는 폭염에 대해 보통 이상의 높은 위험성을 느끼고 있었다.

3) 폭염에 대한 지식

응답자의 폭염에 대한 지식 문항에 대한 정답률은 73.77%로 높은 편이었다. 문항의 절반 이상을 맞힌 응답자는 320명(83.1%)으로 과반수를 차지했다.

4) 폭염 적응 행동

전체 응답자는 폭염이 발생할 때 한 가지 이상의 적응 행동을 취한다고 보고했다. 응답자의 폭염 적응 행동별 참여율을 그래프로 나타내면 Figure 1과 같다. 가장 참여율이 높은 폭염 적응 행동은 가벼운 옷차림하기(95.6%)였다. 그다음으로는 가정에서 선풍기 사용하기(93.2%), 에어컨이 가동되는 공공장소에 방문하기(90.6%)였다. 전체 응답자는 12가지의 적응 행동 중 평균 10.9개의 행동을 수행하고 있었다.

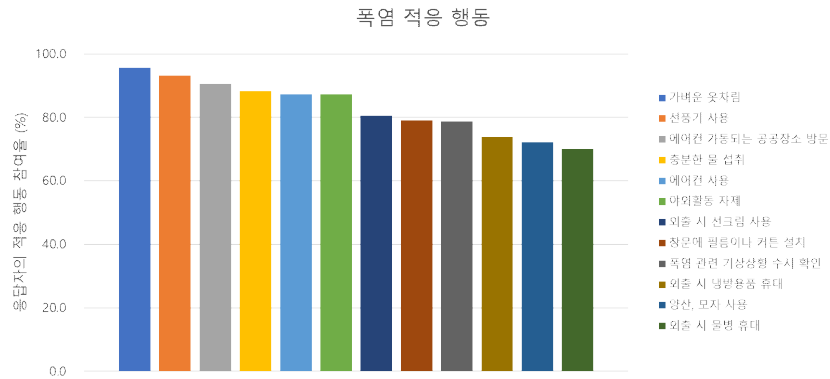


Figure 1. 폭염 적응 행동별 응답자의 참여율

폭염 적응 행동에 영향을 미치는 변수를 파악하기 위해 다중회귀분석을 실시했다. 분석의 결과는 Table 1과 같다. 변수 중 연령, 소득, 폭염에 대한 위험 인식, 폭염에 대한 지식이 폭염 적응 행동에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 폭염에 대한 위험 인식이 높을수록, 폭염에 대한 지식이 많을수록, 연령이 높을수록, 소득이 적을수록 폭염 적응 행동을 더 적극적으로 수행하는 것으로 밝혀졌다.

Table 1. 폭염 적응 행동에 영향을 미치는 변수에 대한 다중회귀분석 결과

변수	Coef.	Std. Err.	p-value
성별	0.203	0.208	0.329
연령	0.238	0.077	0.002 **
학력	-0.188	0.171	0.273
소득	-0.085	0.042	0.042 *
폭염에 대한 위험 인식	0.476	0.096	0.000 ***
폭염에 대한 지식	0.382	0.056	0.000 ***
R ² (Adjust R ²)		0.236 (0.224)	

(*:p<0.05, **:p<0.01, ***:p<0.001)

4. 결론

본 연구는 한국인의 폭염 적응 실태를 파악하고, 폭염에 대한 위험 인식, 지식 및 폭염 적응 행동 간의 상관관계를 규명하기 위해 실시되었다. 응답자의 폭염에 대한 인식 점수의 평균은 7점 만점에 5.57점으로, 한국인은 폭염에 대해 보통 이상의 높은 수준의 위험성을 느끼고 있었다. 특히 응답자의 17.92%는 폭염이 매우 위험하다고 응답하여 폭염에 대한 위험 인식이 높은 편임을 알 수 있었다. 그리고 응답자의 폭염에 대한 지식은 전반적으로 높은 편이었다.

또한 대한민국 국민의 폭염 적응 행동을 조사한 결과, 응답자는 12가지 폭염 적응 행동 중 평균 10.9개의 적응 행동을 수행하고 있었다. 이중 ‘가벼운 옷차림하기’, ‘가정에서 선풍기 사용하기’, ‘에어컨이 가동되는 공공장소에 방문하기’가 가장 참여율이 높은 행동이었다. 반대로 ‘외출 시 양산이나 모자 사용’, ‘외출 시 물병 휴대’는 가장 참여율이 낮은 행동이었다.

폭염에 대한 적응 행동은 폭염에 대한 취약성을 줄이고 건강의 부담을 최소화하는 전략이다. 연구 결과 폭염에 대한 위험 인식이 높을수록, 폭염에 대한 지식이 많을수록, 나이가 많을수록, 소득이 적을수록 적극적인 폭염 적응 행동을 취하는 것으로 나타났다. 고연령자가 적응 행동을 적극적으로 취하는 것

은 이들이 폭염에 취약하기 때문에 위험 인식이 높고, 이에 따라 폭염 적응 행동도 더욱 적극적으로 취하기 때문으로 판단된다. 고소득자일수록 오히려 폭염 적응 행동을 소극적으로 취하는 것은 고소득자의 폭염 위험 인식이 낮은 데서 기인하는 것으로 추정된다(Frewer, 1999). 또한 저소득층은 야외에서 일할 가능성이 높아 폭염에 더 쉽게 노출되어 적응 행동을 더욱 적극적으로 취하는 것이라 판단된다.

연구 결과에 따라, 개인의 폭염 적응 행동을 촉진하기 위해 정부에서는 폭염에 대한 위험 인식과 지식을 증진하는 정책을 개발하고 시행할 필요가 있다. 이에 대한 정책적 제언으로는 첫째, 초·중고 교육과정 내 폭염 관련 지식 및 적절한 폭염 대응 방안을 포함하여야 할 것이다. 둘째, TV, 라디오, 인터넷 등 미디어를 통해 대중에게 폭염의 위험성을 강조하고 행동 요령을 알리는 캠페인을 전개해야 한다. 셋째, 에어컨 설치 등 경제적인 부담이 될 수 있는 적응 전략은 취약계층에게 무료로 지원하여야 한다.

본 연구는 폭염에 대응하기 위한 효과적인 정책을 수립하는 데에 중요한 기초자료로 활용될 수 있을 것이다. 그러나 대한민국 국민 전체를 대표하기에는 표본 수의 한계가 있다는 점이 연구의 한계이다. 또한 추후 폭염에 대한 위험 인식과 지식을 제고하는 구체적인 방안에 대한 논의도 필요할 것으로 판단된다.

참고문헌

- 임연희, 2019. 폭염이 건강에 미치는 영향. 보건복지포럼 제269권. pp.7-19.
- 하종식, 정휘철, 이정호, 김동현, 최지혜, 2014. 기후변화 폭염 대응을 위한 중장기적 적응대책 수립 연구. 한국환경정책·평가연구원.
- 환경부, 2021. 제3차 국가 기후변화 적응대책.
- Barriopedro, D., Fisher, E. M., Luterbacher, J., Trigo, R. M., Garcia-Herrera, R., 2011. The hot summer of 2010: Redrawing the temperature record map of Europe. *Science*. vol. 332. pp.220 - 224.
- Beckmann, S. K., Hiete, M., Schneider, M., Beck, C., 2021. Heat adaptation measures in private households: an application and adaptation of the protective action decision model. *Humanities & Social Sciences Communications*. vol. 8, issue 1. pp.1-13.
- Bouchama, A., Dehbi, M., Mohamed, G., Matthies, F., Shoukri, M., Menne, B., 2007. Prognostic Factors in Heat Wave - Related Deaths. *Archives of internal medicine*. vol. 167(20). pp.2170-2176.
- Campbell, S., Remenyi, T. A., White, C. J., Johnston, F. H., 2018. Heatwave and health impact research: A global review. *Health & Place*, vol. 53, pp.210-218.
- Ciecierska-Holmes, N., Jørgensen, K., Ollier, L. L., Raghunandan, D., 2019. *Environmental Policy in India*. London: Routledge.
- Deschenes, O., 2013. Temperature, human health, and adaptation: A review of the empirical literature. *Energy Economics*, vol. 46. pp.606-619.
- Frewer, L., 1999. Risk perception, social trust, and public participation in strategic decision making: Implications for emerging technologies. *AMBIO* 28. pp.569-584.
- IPCC, 2021. Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Kalkstein, A. J. and Sheridan, S. C. 2007. The social impacts of the heat-health watch/warning system in Phoenix, Arizona: assessing the perceived risk and response of the public. *Climate and perception*. vol. 52. pp.43-55.
- Liu, T., Xu, Y. J., Zhang, Y. H., Yan, Q. H., Song, X. L., Xie, H. Y., Luo, Y., Rutherford, S., Chu, C., Lin, H. L., Ma, W. J., 2013. Associations between risk perception, spontaneous adaptation behavior to heat waves and heatstroke in Guangdong province, China. *BMC Public Health*. vol. 13. pp.1-14.
- Margolis, H. G., 2013. Heat Waves and Rising Temperatures: Human Health Impacts and the Determinants of Vulnerability. *Global Climate Change and Public Health*. pp.85-120.

- Nitschke, M., Tucker, G. R., Hansen, A. L., Williams, S., Zhang, Y., Peng, B., 2011. Impact of two recent extreme heat episodes on morbidity and mortality in Adelaide, South Australia: A case-series analysis. *Environmental Health* 10: 42. pp.1-9.
- NOAA. 2018. July 2018 Global Climate Report. [accessed 2022 June 17]. <https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/monthly-report/global/201807/>
- Ratnam, J. V., Behera, S. K., Ratna, S. B., Rajeevan, M., Yamagata, T., 2016. Anatomy of Indian heatwaves. *Scientific Reports*. vol. 6. pp.24395.
- Rauf, S., Bakhsh, K., Abbas, A., Hassan, S., Ali, A., Kächele, H., 2017. How hard they hit? Perception, adaptation and public health implications of heat waves in urban and peri-urban Pakistan. *Environmental science and pollution research international*. vol. 24, issue 11. pp.10630-10639.
- Smoyer-Tomic, K. E. and Rainham, D. G. C., 2001. Beating the Heat: Development and Evaluation of a Canadian Hot Weather Health-Response Plan. *Environmental Health Perspectives*. vol. 109(12). pp.1241-1248.
- Vandentorren, S., Bretin, P., Zeghnoun, A., Mandereau-Bruno, L., Croisier, A., Cochet, C., Ribéron, J., Siberan, I., Declercq, B., Ledrans, M., 2006. August 2003 Heat Wave in France: Risk Factors for Death of Elderly People Living at Home. *European Journal of Public Health*, Vol. 16, issue 6, pp.583-591.
- Vogel, M. M., Zscheischler, J., Wartenburger, R., Dee, D., Seneviratne, S. I., 2019. Concurrent 2018 Hot Extremes Across Northern Hemisphere Due to Human Induced Climate Change. *Earths Future*. vol. 7. pp.692-703.
- Wang, J., Chen, Y., Tett, S. et al., 2020. Anthropogenically-driven increases in the risks of summertime compound hot extremes. *Nature Communications* 11, 528. pp.1-11.
- Watts, N., Neil, A. W., Paolo, A. et al., 2015. Health and climate change: Policy responses to protect public health. *The Lancet*, vol. 386, issue 10006, pp.1861-1914.
- WMO, 2018. July sees extreme weather with high impacts. [accessed 2022 June 17]. <https://public.wmo.int/en/media/news/july-sees-extreme-weather-high-impacts>
- Zu, Z., FitzGerald, G., Guo, Y., Jalaludin, B., Tong, S., 2016. Impact of heatwave on mortality under different heatwave definitions: A systematic review and meta-analysis. *Environmental International*. vol. 89-90, pp.193-203.
- 국민재난안전포털, 2016. 자연재난행동요령 - 폭염. [accessed 2022 June 17]. www.safekorea.go.kr/idsiSFK/neo/sfk/cs/contents/prevent/prevent07.html?menuSeq=126
- World Health Organization, 2018. Heat and health - Fact sheets. [accessed 2022 June 1]. www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-heat-and-health

여름철 농업환경 온습도 측정 및 온열질환 위험성에 관한 연구

경남 밀양의 캄보디아 노동자를 중심으로

우춘희 매사추세츠 대학교 박사수료

1. 서론

2023년 여름, 전국적으로 폭염특보가 내려졌다. 특히 제일 무더운 7월 말부터 8월 초에는 전국적으로 일 최고기온이 35℃ 이상인 상태가 2일 이상 지속되어 폭염경보가 연일 이어졌다. 폭염 경보가 내려지면, 논밭 등 야외에서 작업하는 노동자들이 폭염에 장시간 노출되어 일사병이나 열사병과 같은 온열질환에 걸리기 쉽다. 온열질환의 경우, 심하면 사망할 수 있어서 주의를 필요로 하지만 농업 사업장에는 휴식을 취할 수 있는 공간과 시간이 마련되어 있지 않다. 본 연구에서는 경남 밀양 지역에서 일하는 캄보디아 노동자들이 어떠한 농업환경에 일을 하는지 측정하고, 이로 인한 온열질환 위험성에 관해 알아보고자 한다.

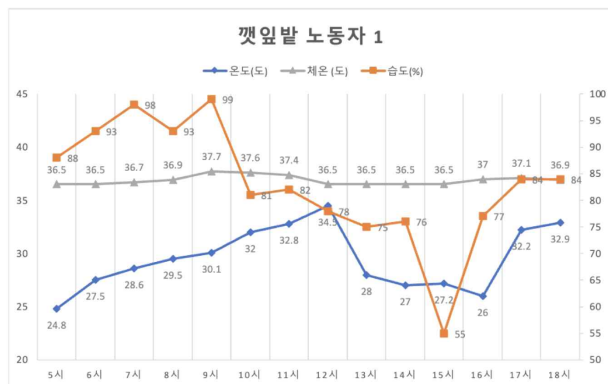
2. 본론

1) 연구 방법

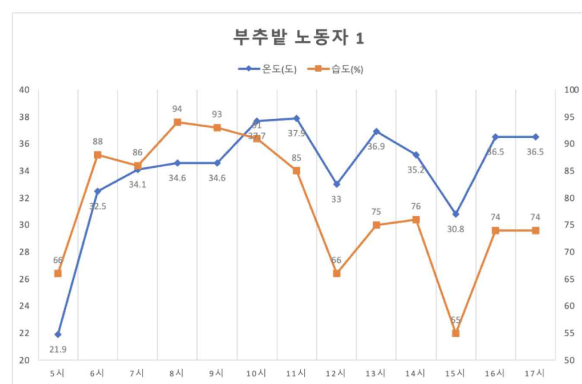
본 연구는 사회적으로 고립되어 있는 농업에 종사하는 이주노동자들의 문제를 참여관찰과 인터뷰를 통해서 들여다보고자 하였다. 본 연구의 참여관찰과 인터뷰는 2023년 6월부터 8월까지 약 3개월 동안 진행되었다. 경남 밀양에 두 번 방문하여, 6월에는 10일 동안 머물렀고, 8월에는 4일 동안 머물면서 이주노동자와 사업주들을 만나서 일상생활을 관찰하였고, 심층인터뷰를 진행하였다. 2023년 8월 5일에 노동자들이 일을 하는 경남 밀양의 갯잎밭과 부추밭을 찾아서 노동환경이 온습도 및 이주노동자의 체온을 측정했다. 전문가 인터뷰를 통해서 온열질환의 위험성에 대해서 의학적인 자문을 구했다.

2) 갯잎밭과 부추밭의 온습도 및 노동자의 체온 측정

<표 1> 갯잎밭 노동자 1이 일하는 곳의 온도, 습도, 체온 측정



<표 2> 부추밭 노동자 1이 일하는 곳 온도, 습도 측정



2023년 8월 5일, 경남 밀양의 최저온도가 25.1℃, 최고기온은 37.8℃이며, 체감온도는 36.5℃였고, 평균 상대습도는 66.5%로 올여름 들어서 최고 무더운 날이었다. 이주농업여성들이 일하는 작업장의 온도와 습도는 어떠한지 측정해보았다. 갯잎밭과 부추밭에서 일하는 캄보디아 여성 네 명에게 온습도계를 상의의 가슴팍에 달려있는 주머니에 넣고 작업을 해달라고 부탁했다. 연구자가 갯잎밭에 가서 매시간마다 이주노동자가 소지한 온습도계를 꺼내서 사진을 찍었고, 그리고 난 뒤, 노동자들에게 다시 주머니에 넣고 작업을 하길 부탁했다. 체온도 같이 측정했다.

[표 1]에서 나타나듯, 갯잎밭 노동자 1의 온도는 오전 5시 30분에 24.8℃를 시작으로 오후 12시에는 34.5℃로 치솟았으며, 습도 또한 78~99%로 측정되었다. 온도가 올라가면서 체온도 약간씩 상승하는 것으로 나타났다. 12시부터 16시까지는 식사를 하고 숙소에서 에어컨을 켜고 휴식을 취했기 때문에 온도와 습도가 서서히 낮아지는 것을 볼 수 있다. 그리고 난 뒤, 다시 갯잎밭 작업을 하면서 18시에는 33℃까지 올라갔으며 습도 또한 서서히 증가하여 84%까지 기록했다.

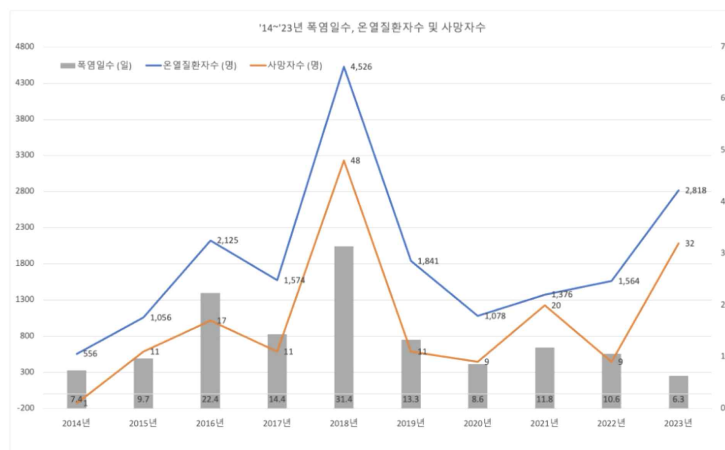
[표 2]에 나타나듯이, 부추밭 노동자 1의 경우, 오전 5시에 일을 시작하여 오전 6시가 되자 온도와 습도가 급상승하여, 각각 32.5℃와 88%를 기록했고 11시에는 37.9℃까지 치솟고 습도는 85%를 기록했다. 점심시간인 12~1시에는 온도와 습도가 낮아졌다가, 다시 오후에는 35.2℃~36.9℃를 보이다가 포장작업을 하기 위해서 에어컨이 있는 작업실에 갔을 때 온도는 30.8℃, 습도는 65%로 온도와 습도 모두 약간 떨어졌다. 그리고 16~17시에는 다시 온도와 습도가 36.5℃, 74%를 기록했고, 17시에 작업을 마쳤다.

경남 밀양에서 이 측정한 날은 기상청에서 관측하기로 최고체감온도가 36.5℃로, 대부분 사업장에서 30℃가 넘고 습도 80%가 넘어 ‘주의’와 ‘경고’ 단계로 온열질환에 걸리기 쉬운 노동환경이었다. 고용노동부의 가이드에 따르면 체감온도가 33℃ 이상이 되면 “매시간 10분씩 그늘(휴식공간)에서 휴식”이 제공되어야 한다고 적혀있다. 갯잎밭과 부추밭에서 일한 노동자는 일하는 동안 휴식시간과 공간이 매시간마다 주어지지 않았다고 답했다.

3) 온열질환의 위험성

농업의 근로환경 위험요인이 다른 산업에 비해서 높았다는 것이 산업안전보건공단의 근로환경조사를 통해서 나타났다. ‘유해인자 노출 정도’를 살펴보면, ‘일하지 않을 때조차 땀을 흘릴 정도의 높은 온도’에 노출되는 경우에 일반취업자가 13.8%에 비해 농업취업자는 42.0%로 나타났다. 즉, 유해인자 중 ‘일하지 않을 때조차 땀을 흘릴 정도의 높은 온도’가 포함되며 이것이 농업에서 많이 나타난다.

<표 3> 질병관리청에서 발표한 2014~2023년까지 폭염일수, 온열질환자수 및 사망자수



실외에서 작업하는 노동자는 이러한 기후위기에 취약할 수밖에 없다. 기상청에서 발표한 최근 10년간 발생한 온열질환자수 및 사망자수를 정리하면 [표 3]과 같다. 폭염일수가 31.4일이었던 2018년도에는 역사상 가장 많은 온열질환자수와 사망자수가 있었다. 즉, 폭염일수가 많아질수록 이에 비례하여 온열질환자수와 사망자수가 높아지는 것을 알 수 있다.

고열의 작업장에서 일을 하게 되면 열사병, 열탈진이 발생할 수 있고 정도가 심각해지면 사망까지 이를 수 있으며 농업 사업장에서도 온열질환이 나타날 가능성이 굉장히 높다. 질병관리청 발표에 따르면 2023년 기준으로 폭염일수는 6.3일이었고, 온열질환자수는 2,818명, 사망자는 32명에 달했다. 발생장소를 살펴보면 실내가 20.4%(575명)인 반면 실외는 79.6%(2,243명)으로 나타났다. 실외작업장이 32.4%(913명), 논·밭이 14.0%(395명), 길가가 10.1%(286명), 실내작업장이 7.0%(197명)으로 그 뒤를 이었다. 이처럼 온열질환자수의 14.0%가 논·밭에서 발생했을 정도로 폭염이 발생했을 때 노지나 비닐하우스에서 일을 하다가 온열질환이 발생하여 심하면 사망할 수도 있다.

3. 결론

농업의 노동환경과 관련하여, 여름철 폭염특보가 더 빈번하게 발생할 것으로 예측된다. 온도와 습도가 높은 작업장에서는 낮에는 충분히 쉬고, 온열질환을 막기 위해 근로자가 쉴 수 있는 휴식공간이 제공되어야 한다. 온열질환은 자칫하면 사망으로 이어질 수 있다. 그러나 농업의 사업장 대부분 이러한 휴식공간 및 휴식시간이 충분히 주어지지 않았다. 갯잎밭과 부추밭의 온습도 및 노동자의 체온 측정을 살펴보면, 폭염경보가 내리는 날, 모두들 온도는 30℃가 훌쩍 넘고, 습도는 70~80%인 곳에서 일했다. 폭염일수와 온열질환자수 및 사망자수는 밀접한 관련이 있으며 이러한 노동조건은 열사병, 열사병, 열탈진이 발생할 수 있고 정도가 심각해지면 사망까지 이를 수 있다는 점을 도출해낼 수 있다. 다만 연구 표본이 4명이라는 점, 농업의 상황이 통제될 수 없다는 점이 연구의 한계로 지적될 수 있다.

참고문헌

- 권순찬 외. 2012. “농업인의 건강유해요인,” Journal of the Korean Medical Association, 55(11): 1046-1053.
- 농촌진흥청. 2022. “한국에 보는 농업취업자와 일반취업자의 근로환경 비교,” 전주: 농촌진흥청 국립농업과학원 농업공학부 농업인안전보건팀.
- 지구인의 정류장, 경기도의료원 파주병원 노동자건강증진센터. 2021. “감보디아 이주노동자 안전보건 실태조사 보고서.”
- “[정부는 주 69시간 일하라는데] 주 60시간 이상 과로사 승인율 93.5% ‘심각,’” 매일노동뉴스, 2023년 4월 7일.
- “‘일하다 죽는 사회’ 최근 5년간 과로사 산재승인 10건 중 4건 뿐,” 서울신문, 2021년 10월 16일
- “e-나라지표 산업재해현황,” https://www.index.go.kr/unity/potal/main/EachDtlPageDetail.do?idx_cd=1514, (2024년 9월 1일)
- “경상남도외국인주민지원센터,” https://gnmigrant.or.kr/Counseling_01/2751, (2024년 9월 1일)
- “고용노동부 정책자료실 “여름철 폭염으로 인한 온열질환 예방가이드 등,” https://www.moel.go.kr/policy/policydata/view.do?bbs_seq=20230501590, (2024년 9월 1일)
- “기상청 기상자료개방포털,” <https://data.kma.go.kr/data/weatherIssue/slthtList.do?pgmNo=690>, (2024년 9월 1일)
- “기상청 날씨누리,” <https://www.weather.go.kr/w/weather/warning/standard.do>, (2024년 9월 1일)

사사

본 연구는 한국노동안전보건연구소와 공감직업환경의학센터의 연구 지원을 받아 진행하였습니다.

포스터발표 세션 2.

도시와 사회

- 기후 위기와 산림 화재 패턴 변화가 인구 이동에 미치는 영향
 - 지역 회복탄력성 향상을 위한 정책적 시사점

김지수 KAIST 문술미래전략대학원 박사과정
강송희 서울대학교 환경계획연구소 연구원
- 제주 아고산지대 고유종의 분포 예측과 멸종위험성 평가
 - 기후변화와 기주식물 감소의 영향

문현호, 정재은, 권태환, 권연우, 남기윤 그린핑거스 제주
- 도시 활력의 회복탄력성에 영향을 미치는 지역특성
 - COVID-19 이후 서울의 사례

이상원, 구한민, 김서영 연세대학교 도시공학과 석박사통합과정
- 어떤 도시가 팬데믹에 회복탄력적인가?
 - 지수의 개발과 코로나19 사례를 통한 검증

이상윤 연세대학교 도시공학과 석사과정
구한민 연세대학교 도시공학과 석박사통합과정
김갑성 연세대학교 도시공학과 교수
- 인간-반려견 산책 분석을 통한 인간-너머 도시의 가능성 모색
 - 권소희 서울대학교 환경대학원 석사 졸업

기후 위기와 산림 화재 패턴 변화가 인구 이동에 미치는 영향

지역 회복탄력성 향상을 위한 정책적 시사점

김지수 KAIST 문술미래전략대학원 박사과정

강송희 서울대학교 환경계획연구소 연구원

1. 서론

최근 기후 변화는 전 세계적으로 도시 경쟁력과 회복탄력성에 큰 영향을 미치고 있다. 기후 변화로 인해 발생하는 홍수, 해일, 가뭄 등의 자연 재해는 사람들의 거주지와 이동에 영향을 주며, 더 나아가 도시 공간의 변화로 이어진다. 이러한 기후 변화로 인한 인구 이동은 '기후 이동(Climate Migration)'과 기후 젠트리피케이션(Climate Gentrification)'이라는 용어로 나타나며, 전자는 기후 재해로 인해 다른 지역으로 이동해야 하는 상황을, 후자는 재해로부터 안전한 지역으로 부유층이 대거 이동하면서 원주민들이 삶의 터전을 잃는 현상을 의미한다.

기후 변화로 인한 인구 이동을 포함한 도시 공간 변화에 대한 연구는 주로 미국, 오세아니아, 유럽 국가를 중심으로 활발히 진행되고 있다. 최근 기후 변화로 인한 다양한 피해가 발생하고 있는 국내에서도, 기후 변화로 인한 도시 공간 변화와 피해를 예측하고 대응하기 위한 인프라에 대한 관심이 높아지고 있다. 그러나 기후 변화와 인구 이동, 그리고 그에 따른 지역의 회복탄력성에 대한 연구는 아직 부족한 실정이다.

그러나 전국 시군구의 평균 산림률이 62.72%로 많은 국토의 면적이 산으로 이루어져 있어 국내 산림 화재와 그에 따른 피해에 주목해야 하는 상황이다. 또한, 최근 산림 화재는 기후 변화로 국내외에서 직간접적으로 많은 인명 피해와 지역 주민 이주에 영향을 미치며, 지역 경제에도 피해를 입히고 있어 학계의 주목을 더욱 받고 있다.

산림 화재에 따른 주민 피해가 커지면서, 산림 화재가 도시 공간과 주민 이동에 미치는 영향을 체계적으로 규명할 필요성이 대두되고 있다. 이에 본 연구는 산림 화재가 인구 이동에 미치는 영향을 분석하고, 이를 통해 지역 회복탄력성에 미치는 영향을 평가해 정책적 시사점을 도출하는 것을 목표로 한다. 또한, 기존 연구가 재해와 인구 이동 간의 관계 분석에 그친 반면, 본 연구는 이러한 관계가 도시 공간 변화, 특히 지역의 회복탄력성에 미치는 영향을 중점적으로 분석하여 학술적으로 기여하고자 한다.

2. 방법론

본 연구는 산림 지역 비율을 고려하여 전국 226 시·군·구 내 3,524개의 읍·면·동 (통계청, 2023)을 대상으로 2000년대부터 2021년(22년) 동안의 20,335개의 산림 화재 데이터(N = 406,700)를 활용한다. 본 기간은 한 시점에서의 분석이 지닐 수 있는 결과의 편향성을 극복하고, 여러 해 동안의 산림 화재 특성에 따른 인구 이동 패턴을 고려해 보다 신뢰할 수 있는 결과를 도출할 수 있다는 점에서 의의가 있다. 본 데이터들을 통해 기후 변화로 인해 국내에서 증가하고 있는 산림 화재의 발화 지점, 화재 빈도 및 강도

변화를 고해상도 위성 영상을 공간분석(GIS)을 거쳐 분석하고, 이에 따른 인구 이동 패턴 분석을 국내 이동통계 데이터를 활용해 분석한다.

준실험적 분석 설계에서 인과관계를 밝히는 대표되는 방법인 dynamic 이중차분법(Dynamic DID)을 통해 기후 변화로 인해 산림 화재의 빈도와 강도가 심해지기 시작한 시점을 기준으로 두어, 시점 전·후의 인구 이동 패턴을 매년 알맞은 비교군 선정을 통해 비교한다. 본 통계 방법은 고정된 비교군이 아닌 알맞은 비교군을 선택함으로써 통계적 강건성을 높인다. 또한, 패널 VAR을 활용해, 과거의 인구 이동 패턴과 지역 특성을 고려한 상태에서, 연도별 전국 산림 화재의 특성이 인구 이동 패턴에 미치는 영향을 통합적으로 분석 한다. 이 과정에서 인구 이동에 영향을 주는 요소를 물리적 사회기반시설(SOC)과 이동 요소(migration factors)를 변수로 고려한다. 이를 통해 산림 화재가 인구 이동에 미치는 영향을 분석하고, 지역의 물리적 사회기반시설 및 공간적 특성이 지역의 회복탄력성에 어떤 관계가 있는지 규명한다.

3. 결론

연구 결과, 기후 위기로 인한 산림 화재 패턴 변화가 지역 인구 이동에 통계적으로 유의미한 영향을 미치며, 이는 지역의 공간적·사회경제적 특성과 밀접하게 연관되어 있음을 드러냈다. 특히, 기후 위기로 인해 산림 화재 빈도수가 늘어난 시점 후 주민들의 이동이 빈번해졌다. 경제적 기반이 약하거나 물리적 사회기반시설이 부족한 지역에서 주민 이주가 더욱 두드러지게 나타났다. 또한, 지역별 분석 한 결과, 지역 간 회복탄력성에 영향을 미치는 사회기반시설과 경제적 및 어메니티적 요인의 차이가 있었다.

본 연구는 22년간의 전국 규모 데이터를 활용해 산림 화재와 인구 이동 간의 인과관계를 체계적으로 분석한 선구적 시도로서 학술적 의의를 지닌다. 고해상도 인공위성 영상 분석을 통해 기후 위기로 인한 산림 화재 패턴 변화를 실증적으로 입증하고, 이를 지역의 사회경제적 맥락과 연계하여 인구 이동 현상을 다각도로 해석한다. 이를 통해 본 연구는 산림 화재가 발생한 지역의 회복탄력성에 영향을 미치는 사회기반 시설 및 공간적 특성에 대한 정책적 시사점을 도출한다는 점에서도 의의를 가진다. 하지만, 본 연구는 전국 단위의 분석으로 인해 개별 지역에 대한 세부적인 정책 도출에는 한계가 있으며, 후속 연구에서는 세분화된 지역 단위 분석을 통해 각 지역의 고유한 특성을 반영한 구체적인 기후 위기 적응 방안을 도출할 필요가 있다.

참고문헌

- 성미경, 임규호, 최은호, 이윤영, 원명수, & 구교상. (2010). 기후 변화에 따른 한반도 산불 발생의 시공간적 변화 경향. *대기*, 20(1), 27-35. <https://kiss.kstudy.com/DetailOa/Ar?key=51014492>
- 원명수, 장근창, 윤석희, & 이훈택. (2019). 2019년 강원도 대형산불지역의 열해 피해로 인한 피해강도 변화. *Korean Journal of Remote Sensing*, 35(6-2), 1083-1093. <https://doi.org/10.7780/kjrs.2019.35.6.2.5>
- Chang, D. Y., Jeong, S., Park, C. E., Park, H., Shin, J., Bae, Y., ... & Park, C. R. (2024). Unprecedented wildfires in Korea: Historical evidence of increasing wildfire activity due to climate change. *Agricultural and Forest Meteorology*, 348, 109920. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2024.109920>
- Chang, D. Y., Yoon, Y., Lelieveld, J., Parks, S. K., Yum, S. S., Kim, J., Jeong, S. (2021). Direct radiative forcing of biomass burning aerosols from the extensive Australian wildfires in 2019-2020. *Environmental Research Letters* 16(4), 044041. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abecfe>
- Chen, D., Fu, C., Hall, J. V., Hoy, E. E., & Loboda, T. V. (2021). Spatio-temporal patterns of optimal Landsat data for burn severity index calculations: Implications for high northern latitudes wildfire research. *Remote Sensing of Environment*, 258, 112393. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2021.112393>
- Cunningham, C. X., Williamson, G.J. & Bowman, D.M.J.S. (2024). Increasing frequency and intensity of the most extreme wildfires on Earth. *Nat Ecol Evol* 8, 1420-1425. <https://doi.org/10.1038/s41559-024-02452-2>
- Diaz, J. M. (2014). Economic impacts of wildfire. southern fire exchange. *Fire Adapted Network*. https://fireadaptednetwork.org/wp-content/uploads/2014/03/economic_costs_of_wildfires.pdf
- Esmaeilpoorarabi N., Yigitcanlar T. & Guaralda M. (2018). Place Quality in Innovation Clusters: An Empirical Analysis of Global Best Practices from Singapore, Helsinki, New York and Sydney. *Cities* 74: 156-168.
- Han, Aru & Qing, Song & Bao, Yongbin & Na, Li & Bao, Yuhai & Liu, Xingpeng & Zhang, Jiquan & Wang, Chunyi. (2021). Short-Term Effects of Fire Severity on Vegetation Based on Sentinel-2 Satellite Data. *Sustainability*. 13. 432. [10.3390/su13010432](https://doi.org/10.3390/su13010432).
- Jain, P., Barber, Q.E., Taylor, S.W. et al. (2024). Drivers and Impacts of the Record-Breaking 2023 Wildfire Season in Canada. *Nat Commun* 15, 6764. <https://doi.org/10.1038/s41467-024-51154-7>
- Jo, H. W., Krasovskiy, A., Hong, M., Corning, S., Kim, W., Kraxner, F., & Lee, W. K. (2023). Modeling Historical and Future Forest Fires in South Korea: The FLAM Optimization Approach. *Remote Sensing*, 15(5), 1446. <https://doi.org/10.3390/rs15051446>
- Kim, E. & Kwon, Y.J. (2023). Analysing Indirect Economic Impacts of Wildfire Damages on Regional Economies. *Risk Analysis* 43(12), 2631-2643. <https://doi.org/10.1111/risa.14106>
- Kurbanov, E., Vorobev, O., Lezhnin, S., Sha, J., Wang, J., Li, X., ... & Wang, Y. (2022). Remote sensing of forest burnt area, burn severity, and post-fire recovery: A review. *Remote Sensing*, 14(19), 4714. <https://doi.org/10.3390/rs14194714>
- Norman, B., Newman, P. & Steffen, W. (2021). Apocalypse now: Australian bushfires and the future of urban settlements. *npj Urban Sustain* 1(2) . <https://doi.org/10.1038/s42949-020-00013-7>

제주 아고산지대 고유종의 분포 예측과 멸종위험성 평가

기후변화와 기주식물 감소의 영향

문현호, 정재은, 권태환, 권연우, 남기윤 그린핑거스 제주

1. 서론

곤충종의 가파른 멸종은 전 세계적 생물다양성 손실의 주요한 원인으로 손꼽히고 있다(Cardoso *et al.* 2020). 특히, 전 세계에서 오직 제주도라는 제한된 생태계에만 살아갈 수 있는 제주 고유종들은 멸종 위험에 더욱 취약할 수 있다(이서빈 외 2021). 제주밤바구미(*Curculio quelparticola*), 한라산밤바구미(*Curculio hallasanensis*), 비바리밤바구미(*Curculio vibariae*), 그리고 구상나무좀(*Polygraphus nobuchii*)은 지금까지 제주도 한라산의 전나무 속(*Genus Abies*) 수림에서만 보고된 제주도 고유종이다(NIBR 2014, 박상욱 2018). 밤바구미류 및 나무좀류는 나무의 줄기, 잎과 가지, 수피 아래 굴을 파고 서식하며 섭식과 생식을 치루는 만큼 기주식물의 건강성과 분포에 크게 의존하는 것으로 알려져 있다(Gonthier and Collinge *et al.* 2018).

전나무 속 수림의 감소는, 이들에게 의지하는 고유종의 멸종으로 이어질 수 있다. 최근 연구들은, 제주도 한라산에서 구상나무로 대표되는 전나무 속 수림의 분포가 지속적으로 축소되어 왔고(1988-2002년 사이 34%, Kim and Lee 2013; 2006-2015년 사이 15.2%, Koo and Kim 2020) 앞으로도 축소가 지속될 것으로 전망하고 있다(Kim *et al.* 2015, Koo *et al.* 2016, Koo and Kim, 2020, Choo *et al.* 2023). 전나무 속은 주로 고산/아고산 침엽수군락(alpine/subalpine conifer forest communities)으로 분류되며, 기후변화가 초래한 기온 상승, 강수량의 변화, 수분 스트레스(Ahn *et al.* 2019, Koo and Kim 2020), 경쟁 종의 우점(Song 2011, Kim *et al.* 2015)에 특히 취약한 것으로 알려져 있다.

현재 진행 중인 한라산 수종의 구성 변화가 구상나무좀을 비롯, 한라산 아고산 침엽수림에 제한적으로 서식하는 고유종 4종의 멸종위험으로 이어질 것이 예상됨에도, 지금까지 이들 고유종의 분포를 예측하고, 멸종위험성을 평가한 연구는 없었다. 이에 본 연구는 Species Distribution Model을 개발해 고유종 4종의 분포를 예측하고, IUCN 적색목록 평가 기준에 따라 멸종위험성을 평가하고자 했다.

2. 본론

1) 연구수종 및 지역

본 연구는 고유종 네 종의 분포를 예측하기 위해, 제주도에 서식하는 전나무 수림의 분포를 파악하였다. 제주도 한라산에는 전나무(*Abies holophylla*)와 구상나무(*Abies koreana*) 두 종의 전나무 속 수종이 분포한다(Kong *et al.* 2006). 전나무는 한반도 남쪽에서 500~1,500m 고도에 자라는 것으로 알려졌다(Kong *et al.* 2006). 한편 구상나무는 한라산의 1,000~1,950m 사이 정상부 및 능선에서 자라며, 1,350m 이상 아고산대에 우점한다(Kong 2006).

2) 모델 설명

종 분포 모형(Species Distribution Model, SDM)이란 종의 분포 및 부재가 알려진 지역의 환경적 특성과 종의 출현 여부를 관련짓도록 알고리즘을 훈련한 다음, 종의 분포가 알려지지 않은 지역에서 존재

및 부재에 대한 예측을 시행하는 모델을 말한다. SDM 기법은 동식물 서식지 관리, 기후변화 예측, 보호 시설 지정, 그리고 생물 다양성 평가 등 다양한 목적으로 널리 사용된다(Kwon *et al.* 2014). 특히, 기계러닝 기반 SDM은 적은 수의 데이터로도 효과적인 예측 성능을 발휘할 수 있는 것으로 알려진 만큼 (Lee *et al.* 2014), 제주도의 제한적인 데이터 포인트를 고려할 때, 적합하다고 판단되었다.

3) 분포 데이터, 변수 데이터 수집 및 전처리

본 연구의 연구지역은 제주도로 한정되었다. 구상나무와 전나무의 출현 자료는 3개의 데이터 소스를 통합해 얻어졌다(iNaturalist, Global Biodiversity Information Facility, 환경빅데이터 플랫폼). 제주도 외부의 출현을 기록한 것이거나, gps 좌표가 없거나, 중복된 좌표를 제거한 데이터 포인트가 최종 연구에 사용되었다.

기후 데이터는 Worldclim.org에서 제공하는 데이터를 사용했다. 현재 기록된 기후 데이터는 1950년도부터 2000년도까지의 제주도 지역 데이터의 평균을 사용하였다. 미래 예측 데이터는 2041년부터 2060년까지 20년간의 데이터 평균값과 2061년부터 2080년까지의 데이터 평균값을 사용하였다. 구상나무와 전나무의 출현 및 비출현 지점으로부터 반경 500m 이내의 기후 데이터를 환경 변수로 활용하였다.

구상나무와 전나무의 존재 및 부재 예측에 사용된 변수를 선별하기 위해 선행연구를 검토하였다. 선행연구에 따르면, 첫째, 전나무와 구상나무는 습도에 민감한 것으로 알려졌다. 특히, 수분 수지의 불균형이 발생할 때 생장이 크게 저해되는 것으로 조사되었다(Kim *et al.* 2022). 둘째, 해발고도가 주요한 변수로 조사되었다. Kim(2022)이 발표한 바로는 2015년에는 전체 서식 면적의 91.3%가 해발 1,510m 이상에 분포하는 것으로 조사되었다. 셋째, 높은 일사량은 구상나무와 전나무림의 쇠퇴 원인 중 하나로 지목된 만큼 연 평균 기온 등 열 스트레스 및 열 가뭄 관련 변수가 중요한 것으로 조사되었다. 반면, 일사량이 적고 공기 습도가 높고 온도가 낮은 환경이 구상나무 생존에 더 유리하다고 알려졌다(Park *et al.* 2018). 마지막으로, 선형회귀분석의 R square 값과 공분산 테스트의 VIF 값을 기준으로 관련 변수 중 존재/부재 예측에 효과적인 변수만을 추가로 선별하였다.

4) 모델 훈련 및 평가

presence 데이터 포인트는 실제 제주도 내 구상나무가 관찰된 지점의 gps를, pseudo-absence 데이터 포인트는 구상나무 및 전나무가 출현 한 곳으로부터 5km-50km 떨어진 구간의 gps를 무작위로 수집하였다. 개별 모델의 훈련 및 평가 시 presence와 absence의 크기는 1:1로 유지하되, 서로 다른 absence data set 50개로부터 훈련된 SDM모델 50개를 만들고, 이들의 평균을 평가 성능 및 예측에 활용했다. train/test split은 7:3으로 하였다. 자료 분할 과정에서 발생할 수 있는 임의적 편향을 최소화하기 위해, 무작위로 분할된 50개의 경우의 수의 평균을 모델의 성능으로 이용하였다. 모델의 성능 평가에는 Accuracy, Precision, Recall, AUC 지수를 활용했다.

5) 미래 분포 예측

Worldclim.org에서 2060년의 기후 데이터를 얻었다. 개발된 모델로 미래 기후 데이터에 대해 구상나무와 전나무의 분포를 예측했다. 온도, 강수량과 같은 기후 변수와 고도, 경사도 같은 지형 변수를 투입해 미래 기후 조건에서의 개체군의 밀도와 변화를 추정하였다.

6) 멸종위험성 평가

결과적으로, 제주도 내 구상나무와 전나무의 분포를 예측함으로써 이들을 기주식물로 삼는 제주도 고유종 4종(제주밤바구미, 한라산밤바구미, 비바리밤바구미, 한라구상나무좀)의 현재 및 미래 분포를 얻었다. IUCN 적색목록 기준 B에 따라 멸종 위험성을 평가하였다.

3. 결과 및 토의

연구 결과, 구상나무와 전나무림 모두의 감소가 예측되어, 이들을 기주식물로 삼는 제주도 고유종 4종의 서식지도 함께 감소할 것으로 예측되었다.

IUCN 적색목록 기준 B에 따를 때, 제주도 고유종 4종의 현재 및 미래 서식지 지수는 모두 EOO(Extent of occurrence)가 100km^2 보다 낮고, AOO(Area of occupancy)가 10km^2 보다 낮아 CR등급의 대기준을 충족했다. 또한 기후변화에 따른 기주식물의 감소라는 하나의 위협 요인이 쇠퇴의 원인이므로 하나의 지소(location)를 갖는 것으로 판단, 하위기준 (a)를 충족하였다. 한편, 이러한 위협이 조치가 취해지지 않는다면 미래에도 지속될 것으로 예측되므로 하위기준 (b)의 지속적 쇠퇴 역시 충족하는 것으로 평가되었다. 결과적으로, 연구 대상 곤충 4종 모두 CR등급의 멸종위험성을 겪고 있는 것으로 판단된다.

제주도 한라산 침엽수림의 대부분을 차지하는 구상나무의 분포 면적은 1990년대 중반 915ha에서 2010년대 중반 610ha로 약 33.3% 감소했으며, 고온과 가뭄이 주요 원인으로 지목되고 있다(Kim *et al.* 2017). 더불어 구상나무에서는 잎녹병 등 11가지 병이 새로 발견되어 기후변화의 영향을 더욱 가속화시킬 수 있다(Park *et al.* 2024). 그간 해발고도가 높아질수록 조릿대의 성장과 분포가 감소했지만, 기후변화로 인해 높은 고도에서도 제주조릿대의 성장이 증가할 것으로 예상된다(Kim 2009). 이는 구상나무 및 전나무의 성장을 방해하여(Song *et al.* 2011, Kim 2022), 100년 후에는 구상나무 자생지가 모두 사라질 수 있다는 전망도 있다. 그럼에도, 그동안의 연구들은 주로 구상나무의 감소에 집중했으며, 한라산 아고산 수림의 변화가 다른 생물들에게 미치는 영향에 대한 연구는 제한적이었다. 제주도의 독특한 생태계는 높은 고유종 다양성을 보이며, 이 고유종들은 제주도 생태계 변화에 특히 취약할 수 있다. 따라서 잘 알려지지 않은 고유종의 멸종 위험성을 과학적으로 평가하고 대책을 마련하는 것이 시급할 것이다.

4. 결론

본 연구는 제주도 한라산에 서식하고 있는 고유종 곤충 4종(제주밤바구미, 비바리밤바구미, 한라산밤바구미, 한라구상나무좀)의 분포를 예측하고, 멸종 위험성을 평가하였다. 이를 위해 이들의 기주식물인 구상나무와 전나무의 현재와 미래 서식지를 예측할 수 있는 중 분포 모형(SDM)을 개발하였다. 기온, 강수량, 습도 등의 기후 데이터를 변수로 사용하였다. 연구결과, 구상나무와 전나무의 서식지는 한라산에서 꾸준히 감소할 것으로 예측되었으며, 이들에 의존하는 4종 모두 함께 서식지 감소에 처할 것으로 나타났다. IUCN 적색목록 기준에 따라, 4종의 고유종 모두 멸종 위험군(VU, EN 또는 CR)으로 분류되었다. 현재 진행 중인 한라산 수종의 구성 변화가 구상나무좀을 비롯, 한라산 아고산 침엽수림에 제한적으로 서식하는 고유종 4종의 멸종위험으로 이어질 것이 예상되에도, 지금까지 이들 고유종의 분포를 예측하고, 멸종위험성을 평가한 연구는 없었다.

참고문헌

- Ahn, J. M., Lee, E. J., & Song, C. J. (2019). Impact of climate change on the subalpine forest ecosystems of South Korea. *Forest Ecology and Management*, 432, 673-684.
- Cardoso, P., Barton, P. S., Birkhofer, K., Chichorro, F., Deacon, C., Fartmann, T., ... & Samways, M. J. (2020). Scientists' warning to humanity on insect extinctions. *Biological Conservation*, 242, 108426.
- Choo, H. Y., & Woo, K. S. (2023). Effects of environmental changes on the habitat distribution of endemic insects in Hallasan National Park. *Environmental Monitoring and Assessment*, 195, 465.
- Gonthier, P. L., Collinge, S. K., Chabreck, T., & McClure, J. B. (2018). Drivers of Bark Beetle Outbreaks Across Landscapes. *Ecosphere*, 9(1), e02327.
- Kim, D. S. (2022). Study on Environmental Factors Affecting the Temporal and Spatial Distribution of *Abies koreana* and *Pinus densiflora* in Mt. Hallasan. Jeju National University General Graduate School.
- Kim, E. S., Kim, S. H., Cheon, J. H., Woo, C. S., Park, G. E., Kim, Y. S., & Lim, J. H. (2017). Guideline for field investigation of endangered conifer species in high mountain areas. National Institute of Forest Science.
- Kim, H. C. (2009). Ecological Characteristics and Management Methods of *Sasa quelpaertensis* Nakai. Jeju National University General Graduate School.
- Kim, J. H., Lee, J. S., & Cho, K. H. (2015). Competitive dynamics of tree species in Hallasan National Park. *Journal of Plant Biology*, 58(3), 151-159.
- Kim, J. W., & Lee, J. H. (2013). Changes in the distribution of *Abies koreana* forests in Hallasan National Park, Korea. *Korean Journal of Ecology and Environment*, 46(2), 142-152.
- Kim, N. S., Han, D., Cha, J. Y., Park, Y. S., Cho, H. J., Kwon, H. J., ... & Lee, C. S. (2015). A detection of novel habitats of *Abies koreana* by using species distribution models (SDMs) and its application for plant conservation. *Journal of the Korean Society of Environmental Restoration Technology*, 18(6), 135-149.
- Kong, W. S. (2006). Biogeography of Native Korean Pinaceae. *Journal of the Korean Geographical Society*, 41(1), 73-93.
- Koo, H. J., & Kim, J. H. (2020). Impact of climate change on the distribution of *Abies koreana* on Mt. Halla. *Ecological Research*, 35(4), 585-593.
- Koo, K. A., Kim, J., Kong, W. S., Jung, H., & Kim, G. (2016). Projecting the potential distribution of *Abies koreana* in Korea under the climate change based on RCP scenarios. *Journal of the Korean Society of Environmental Restoration Technology*, 19(6), 19-30.
- Kwon, H. S. (2014). Applying Ensemble Model for Identifying Uncertainty in the Species Distribution Models. *Journal of Korean Society for Geospatial Information Science*, 22(4), 47 - 52.
- Lee, J.G., Lee, T.H., & Yoon, S.R. (2014). Machine Learning for Big Data Analysis. *The Journal of The Korean Institute of Communication Sciences*, 31(11), 14-26.
- National Institute of Biological Resources. 2014. Endemic Species of Korea: Insecta II. National Institute of Biological Resources, Incheon.
- Park, J. H., Lim, H. I., Seo, H. N., & Yoon, Y. H. (2023). Effects of Shading Treatments on Growth of *Abies koreana* Seedlings in HighTemperature and High Light Environments. *Journal of Environmental Science International*, 32(11), 811 - 820.
- Song, J. S. (2011). Forest dynamics of subalpine coniferous forests on Mt. Hallasan. *Journal of Ecology and Field Biology*, 34(1), 37-46.
- 박미라. “한라산 구상나무 ‘죽이거나 약하게’ 만든 병 11종이나 달해”, *경향신문*, 2024년 2월 6일
- 박상욱. (2018). 대한민국 생물지 한국의 곤충: 절지동물문: 곤충강: 딱정벌레목: 바구미과: 긴나무좀아과, 나무좀아과 (소나무좀상족). 바구미류 VI. 제 12권 24호. 국립생물자원관.
- 이서빈, 이우빈, 조윤빈, 오승찬, 이민서, 홍연준, 이준성, 김연서, 정현용. (2021). IUCN 적색목록 기준에 따른 고유종 제주굴아기거미(*Nesticella quelpartensis*)의 멸종위험성 평가. 제3회 숲과나눔 환경학술포럼 발표자료집. 서울.

도시 활력의 회복탄력성에 영향을 미치는 지역특성

COVID-19 이후 서울의 사례

이상원, 구한민, 김서영 연세대학교 도시공학과 석박사통합과정

1. 서론

도시화가 지속됨에 따라 기후변화, 재난·재해, 전염병 등 도시가 겪는 위험이 증가하며 지속가능한 발전을 저해하고 있다(Alexander, 2013; Shi et al., 2021). UN은 지속가능한 도시를 SDGs(sustainable development goals)의 11번째 의제로 제시하고 세부 지표를 제시하거나 추진 경과를 모니터링하고 있다(UN, 2022). 지속가능한 도시는 활력(vitality), 회복력(resilience), 보안(security), 포용성(inclusion)을 수용한다(Caprotti et al., 2017; Cheng et al., 2021). 특히 도시 활력은 도시민의 활동으로 구성되며 사람과 공간 사이의 상호작용의 산물로서(Jacobs, 1961) 도시 성장의 원동력으로 간주되며 자본과 인재를 유치하고 혁신을 촉진할 수 있기 때문에 중요하다(Chen et al., 2022; Xiao et al., 2021).

2020년 발생한 코로나19 바이러스 감염증은 도시 활력에 직접적인 영향을 미쳤다(Sethi et al., 2021; Zhang et al., 2023). 각국 정부는 사회적 거리두기(social distancing), 교통 제한(transportation restriction), 영업 제한(business limitation) 등 도시민의 활동을 제한하는 봉쇄정책(containment policies)을 시행하였다. 팬데믹 기간의 봉쇄정책은 막대한 사회경제적 피해와 도시 활력의 감소를 유발하였고(Cheng et al., 2023), 변화한 생활 양식(lifestyle)은 엔데믹 이후에도 지속되며 도시 시스템을 재편하였다(Gu et al., 2021; Kakderi et al., 2021; Liu et al., 2022). 도시 활력의 변화는 지역특성에 따라 다르게 나타났으며 관련 연구는 상업·업무 지구의 활력 감소와 주거 및 녹지지역의 활력 증가를 포착하고 토지이용 다양화, 오픈스페이스 분산 배치 등 지역특성과 관련한 도시계획적 대응 방안을 제시하였다(구한민 외, 2021; 류은혜 외, 2021; 안주연 외, 2022). 그러나 이들 연구는 도시 활력의 변화만을 포착하는 것에 그쳐 회복탄력성을 적용하여 얻을 수 있는 통찰을 제공하지는 못하였다.

회복탄력성은 교란(disturbance)에 직면하여 충격을 최소화하고 신속히 회복하는 능력, 변화에 적응하고 시스템의 구조를 재조직하는 능력을 의미한다(Foster, 2007; Holling, 1973). 회복탄력적인 도시란 외부 위협을 완화하고 본래의 핵심 구조와 기능적 역량을 유지할 수 있는 도시 시스템이다(Vale et al., 2005). 도시 회복력에 관한 논의가 이루어진 것은 비교적 최근이지만 지속적으로 성장하는 분야이며(Sharifi et al., 2017), 관련 연구가 활발히 수행되고 있다(Dakos et al., 2022; Folke, 2006). 코로나19 팬데믹으로 드러난 도시의 취약성은(AbouKorin et al., 2021) 회복탄력성의 개념을 도시 활력에 접목하여 외부의 충격을 완화하고 성장의 원동력을 보존하며 지속가능한 발전을 달성하기 위한 통찰을 얻을 필요성을 시사한다(Shi et al., 2021).

본 연구는 도시 활력의 회복탄력성을 평가하는 과정에서 두 가지 질문을 다루는 것을 목적으로 한다. 도시 활력의 변화를 통하여 회복탄력성(resilience)을 정량적으로 평가할 수 있는 방법은 무엇인가? 도시 활력의 회복탄력성을 결정하는 지역적 특성요인은 무엇인가? 이 질문에 답하기 위하여 도시 활력의 대표적인 대리변수인 생활인구 데이터를 활용하여 회복탄력성을 측정하는 방법을 새롭게 제안하며, 밀도를 중심으로 지역의 특성을 구성하여 회복탄력성을 설명한다. 본 연구는 코로나19 팬데믹으로 인한 도시 활력의 변화에 회복탄력성 개념을 도입하여 살펴봄으로써 지역적 측면에서 안전한 도시 개발 패턴을 추구하고 지속가능한 발전을 달성하기 위한 도시계획적 시사점을 제공한다. 새롭게 제안된 회복탄력성 평가 방법은 정량적 연구를 심화하는 기초자료로 활용할 수 있다.

2. 본론

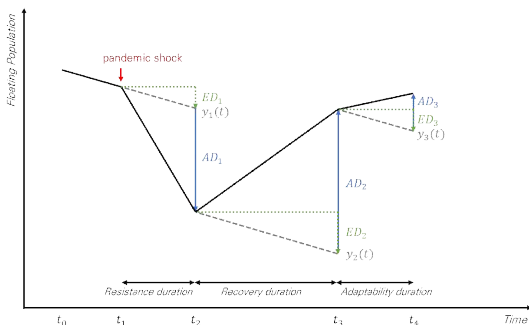
1) 연구의 범위

본 연구의 공간적 범위는 서울시이며 행정동을 단위로 분석한다. 코로나19는 인구밀도가 높은 지역에서 더 크게 확산하기 때문에(Rocklov et al., 2020) 고밀의 도시환경은 감염에 취약하다는 특성을 지닌다(손창우 외, 2020). 이러한 사실은 코로나19 바이러스가 서울을 중심으로 확산하였으며(이진희 외, 2021) 확진자 발생률은 10만 명당 64,566명으로 세종시를 제외하고 전국에서 가장 높다(코로나바이러스감염증-19, 2023년 5월 3일 검색)는 사실로도 확인할 수 있다. 따라서 서울시에서는 코로나19로 인한 도시 활력의 지역적 변화 차이를 관측하기 용이하다.

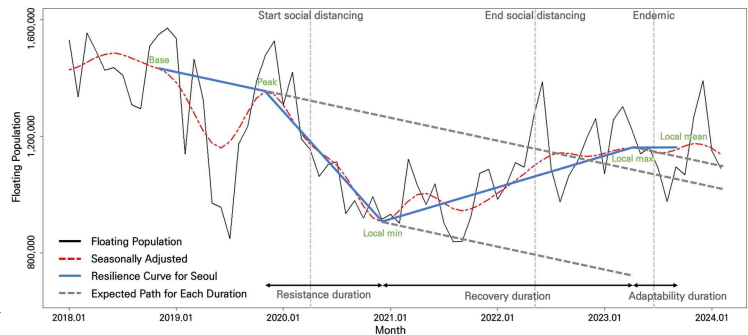
결과변수의 시간적 범위는 2018년 1월부터 2024년 2월이다. 원인변수인 지역특성은 코로나19로 인한 충격이 시작된 2020년의 자료를 활용하여 측정하였다. 해당 기간의 자료를 얻을 수 없는 경우에는 2020년 이후 구득 가능한 자료를 활용하였다.

2) 변수 설정

본 연구의 결과변수는 도시 활력의 회복탄력성이며 저항력(resistance), 회복력(recovery), 적응력(adaptability)으로 구성된다. 이는 각각 Martin(2012)의 지역 회복력 4가지 차원 중 저항, 회복, 갱신에 해당한다. 원인변수는 코로나19 팬데믹이 도시 활력에 미친 영향이 지역특성에 따라 다르게 나타났음을 확인한 연구(구한민 외, 2021; 류은혜 외, 2021; 안주연 외, 2022)와 도시 활력에 영향을 미치는 지역특성을 제시한 연구(Kim, 2020; Li et al., 2022; Zeng et al., 2018) 등을 검토하고, 이를 토대로 인구사회적 특성, 건축물용도특성, 접근성, 교육의료특성, 오픈스페이스로 구분하여 선정하였다.



<그림 1> 회복탄력성 측정 방법 개념도



<그림 2> 2018년~2024년 서울의 회복탄력성 추세

도시 활력의 회복탄력성을 구성하는 저항력, 회복력, 적응력의 공분산을 통제한 상태에서 지역특성의 영향을 추정하기 위하여 경로분석을 수행하였으며 그 결과는 <표 1>과 같다.

주거용도비율과 용도 다양성은 저항력에 양의 영향을 미쳤다. 이러한 결과는 사회적 거리두기로 재택근무 및 비대면 수업이 활발히 시행되고 온라인 쇼핑 등 디지털 전환(digital transformation)이 이루어지면서 근린생활권 위주의 활동이 이루어졌다(류은혜 외, 2021; 이금숙 외, 2021; 이영주 외, 2021; Baker et al., 2020)는 연구 결과 및 지역의 용도 다양성을 높이는 것이 코로나19 팬데믹을 비롯한 외부의 충격에 대한 대응 능력과 관련이 있다는 연구 결과와 일치한다(안주연 외, 2022). 교차로밀도만이 회복력에 양의 영향을 미쳤으며, 기초생활수급자비율, 주거용도비율, 공업용도비율, 용도 다양성 등 나머지 변수는 회복력에 음의 영향을 미쳤다. 인구밀도, 용도 다양성, 버스정류장밀도, 지하철역밀도는 적응력에 양의 영향을 미쳤으며 노인복지시설밀도는 적응력에 음의 영향을 미쳤다.

<표 1> 지역특성이 도시 활력의 회복탄력성 구성요소에 미치는 영향에 대한 경로분석 결과

변수		저항력	회복력	적응력
인구·사회 적특성	인구밀도	0.121 (0.104)	-0.088 (0.101)	0.212* (0.104)
	고령인구비율	-0.044 (0.068)	0.014 (0.066)	0.112 (0.068)
	기초생활수급자비율	0.012 (0.063)	-0.142* (0.061)	-0.056 (0.063)
건축물 용도 특성	주거용도비율	0.280* (0.136)	-0.412** (0.131)	0.080 (0.136)
	상업용도비율	0.010 (0.075)	-0.062 (0.073)	-0.091 (0.075)
	업무용도비율	-0.092 (0.080)	-0.064 (0.078)	-0.065 (0.080)
	공업용도비율	0.030 (0.057)	-0.164** (0.055)	-0.046 (0.057)
	용도 다양성	0.199* (0.101)	-0.201* (0.098)	0.219* (0.101)
접근성	교차로밀도	-0.065 (0.076)	0.171* (0.073)	-0.037 (0.076)
	버스정류장밀도	0.048 (0.062)	0.084 (0.060)	0.130* (0.062)
	지하철역밀도	-0.001 (0.053)	0.086 (0.052)	0.130* (0.053)
교육의료 특성	학교밀도	-0.032 (0.053)	0.044 (0.052)	-0.061 (0.054)
	병원밀도	-0.070 (0.065)	0.053 (0.063)	-0.012 (0.065)
	노인복지시설밀도	-0.015 (0.056)	-0.040 (0.054)	-0.123* (0.056)
오픈 스페이스	문화시설밀도	0.108 (0.059)	0.018 (0.057)	0.046 (0.059)
	체육시설밀도	-0.045 (0.053)	0.052 (0.051)	-0.044 (0.053)
	공원면적비율	0.017 (0.088)	0.159 (0.086)	0.106 (0.089)

주) *p < 0.05 **p < 0.01 ***p < 0.001

3. 결론

본 연구는 코로나19 팬데믹 충격에 대한 도시 활력의 회복탄력성을 측정하고 이에 영향을 미치는 지역특성을 식별하였다. 연구 결과에 따른 시사점은 다음과 같다. 첫째, 소규모 생활권을 중심으로 생활 환경과 인프라를 개선하여야 한다. 주거용도비율은 회복력을 향상시켰으며 인구밀도는 적응력을 향상시켰다. 두 변수 모두 주거지역 위주의 활동과 밀접한 관련이 있으며 팬데믹 충격으로 증가한 근린생활권 위주의 활동이 엔데믹 이후에도 지속되고 있음을 의미한다. 더불어 기초생활수급자 비율이 회복력을 약

화시켰음은 서울의 취약계층 주거지가 점차 낙후된 지역으로 밀집하고 있는 상황에서 특정 지역에 대하여 고착화된 부정적인 이미지(황종아 외, 2019)가 도시 활력을 저해할 수 있음을 간접적으로 시사한다. 따라서 일상적인 활동이 이루어지는 공간적 범위를 대상으로 주민의 요구와 지역특성에 맞는 개선 과제를 발굴하고 해결하는 것을 목적으로 하는 생활권 계획의 적극적인 추진이 필요하다.

둘째, 향후 발생할 외부의 충격에 대한 도시계획적 대응은 혼합적 토지이용을 접목하여 다양성을 향상시키는 방향으로 이루어져야 한다. 다양한 용도를 가지는 지역에서는 충격이 서로 상쇄되어 취약성이 감소할 수 있다(Simmie et al., 2010). 용도 다양성이 저항력과 적응력을 향상시켰다는 결과는 이를 방증함과 동시에 다양성이 높은 지역이 새롭게 변화한 상황에 빠르게 적응하기 용이함을 시사한다. 상업·업무 지역 등 취약성이 두드러졌던 지역을 식별한 후 다양화를 위한 지원을 집중하거나 복합용도 개발에 대한 내용을 반영한 도시계획을 수립하는 등의 구체적인 방안이 있을 것이다(Sheti et al., 2021).

셋째, 보행 친화적인 도시를 조성하거나 대중교통을 중심으로 개발하는 등 접근성의 측면에서 도시 활력의 회복탄력성을 강화하여야 한다. 팬데믹 이후 도시민의 활동은 이동 행태를 중심으로 변화하였다(허정원 외, 2020; Hamidi et al., 2020). 교차로밀도를 회복력을 향상시켰고, 버스정류장밀도와 지하철역밀도는 적응력을 향상시켰다. 교차로밀도는 도시 활력의 주요 요인으로 지목되는 보행 활동과 밀접한 관련이 있기 때문에(Han et al., 2019) 감염에 대한 우려가 남아있던 회복기에 대중교통보다는 보행을 통한 이동이 활발히 이루어졌음을 알 수 있다. 반면 감염 우려가 대폭 감소한 적응기에 대중교통을 통한 이동이 활발히 이루어졌다. 이는 보행, 자전거, 버스, 지하철 등 각 수단이 지니는 특성을 고려한 대중교통 중심의 계획 수립을 통하여 정책적 효과를 극대화할 수 있음을 시사한다.

소규모 생활권 중심의 생활 환경 개선은 보행 친화적인 도시, 대중교통 중심의 개발, 복합용도 개발을 통한 혼합적 토지이용 등을 아우르는 것이어야 한다. 이는 최근 주목받고 있는 ‘15분 도시’(15-minute city; Moreno, 2024) 및 컴팩트 시티(compact city) 개념과도 궤를 같이한다. 이러한 방향의 도시계획 수립을 통하여 도시 활력의 회복탄력성을 강화하고 도시의 지속가능성을 증진할 수 있을 것이다.

참고문헌

- 구한민·이상원·김주영, 2021, 「코로나19 팬데믹에 따른 서울시 생활인구의 공간적 분포 변화와 도시계획적 시사점」, 서울: 서울연구원.
- 류은혜·김은정, 2021, 코로나19(COVID-19) 유행 전후 서울의 생활인구 패턴변화 및 지역환경이 생활인구 변화에 미치는 영향, 「한국도시지리학회지」, 24(3), pp.19 - 35.
- 손창우·김창보·소예경·김미선·전병학·탁상우·강수진·김정아·윤혜정, 2020, 「서울시 코로나19 대응 평가와 개선방안」, 서울연구원·서울시 공공보건의료재단·서울의료원.
- 안주연·김형규, 2022, 코로나19에 따른 경의선 숲길 주변 토지이용 별 생활인구 변화, 「LHI Journal」, 13(4), pp.73 - 89.
- 이금숙·박소현·함윤희, 2021, Covid-19 확산에 따른 사회적 거리두기 동안 나타나는 서울시 지하철 통행 변화와 역 배후지역의 지리적 특성, 「한국경제지리학회지」, 24(2), pp.127 - 142.
- 이영주·김기진, 2021, Post-코로나의 식사행동 변화에 관한 탐색적 연구: 음식점 방문행동, 가정식사행동, 배달음식구매행동을 중심으로, 「Culinary Science & Hospitality Research」, 27(1), pp.133 - 142.
- 이진희·김동근·박효숙·박민숙·이경주·손종혁, 2021, 「감염병 대응을 위한 공간정책 방향」, 세종: 국토연구원.
- 코로나바이러스감염증-19, “시도별 발생동향”, 2023.5.5.검색. <https://ncov.kdca.go.kr>.
- 허정원·장주영, 2020, 코로나19 확산시기 서울시 외국인 밀집지역의 지역특성과 생활인구 변화, 「공간과사회」, 30(3), pp.99 - 137.
- 황종아·구자훈, 2019, 서울시 취약계층 밀집지역 분포와 주거지 특성 분석: 민간임대주택 거주 기초생활수급자를 중심으로, 「국토연구」, 102, pp.99 - 116.
- Alexander, D. E., 2013. “Resilience and Disaster Risk Reduction: An Etymological Journey”, *Natural Hazards Earth System Sciences*, 13: 2707-2716.
- Baker, S. R., Farrokhnia, R. A., Meyer, S., Pagel, M., and Yannelis, C., 2020, How Does Household Spending Respond to an Epidemic? Consumption During the 2020 COVID-19 Pandemic, *The Review of Asset Pricing Studies*, 10(4), pp.834 - 862.
- Chen, Z., Dong, B., Pei, Q., & Zhang, Z. (2022). The impacts of urban vitality and urban density on innovation: Evidence from China's Greater Bay Area. *Habitat International*, 119, 102490.
- Cheng, Y., and Liu, J., 2023, Evaluation of urban resilience in the post-COVID-19 period: a case study of the Yangtze delta city group in China, *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 97, 104028.
- Cheng, Y., Liu, H., Wang, S., Cui, X., & Li, Q. (2021). Global action on SDGs: Policy review and outlook in a post-pandemic era. *Sustainability*, 13(11), 6461.
- Dakos, V., and Kéfi, S., 2022, Ecological resilience: what to measure and how, *Environmental Research Letters*, 17(4), 043003.
- Folke, C., 2006, Resilience: the emergence of a perspective for social-ecological systems analyses, *Global Environmental Change*, 16(3), pp.253 - 267.
- Foster, K. A., 2007, *A Case Study Approach to Understanding Regional Resilience*, Berkeley: IURD.
- Gu, S., Ślusarczyk, B., Hajizada, S., Kovalyova, I., and Sakhbieva, A., 2021, Impact of the covid-19 pandemic on online consumer purchasing behavior, *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, 16(6), pp.2263 - 2281.
- Hamidi, S., Sabouri, S., and Ewing, R., 2020, Does density aggravate the COVID-19 pandemic?: early findings and lessons for planners, *Journal of the American Planning Association*, 86(4), pp.495 - 509.
- Han, Y., and Goetz, S. J., 2015, The economic resilience of U.S. counties during the great recession, *Review of Regional Studies*, 45, pp.131 - 149.
- Holling, C. S., 1973, Resilience and stability of ecological systems, *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4(1), pp.1 - 23.
- Jacobs, J., 1961, *The Death and Life of Great American Cities*, New York, NY: Random House.
- Kakderi, C., Oikonomaki, E., and Papadaki, I., 2021, Smart and resilient urban futures for sustainability in the

post covid-19 era: a review of policy responses on urban mobility, *Sustainability*, 13(11).

- Kim, Y. L., 2020, Data-driven approach to characterize urban vitality: how spatiotemporal context dynamically defines Seoul's nighttime, *International Journal of Geographical Information Science*, 34(6), pp.1235 - 1256.
- Li, Q., Cui, C., Liu, F., Wu, Q., Run, Y., and Han, Z., 2022, Multidimensional urban vitality on streets: spatial patterns and influence factor identification using multisource urban data, *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 11(1).
- Liu, H., Gou, P., and Xiong, J., 2022, Vital triangle: a new concept to evaluate urban vitality, *Computers, Environment and Urban Systems*, 98, 101886.
- Martin, R., 2012, Regional economic resilience, hysteresis and recessionary shocks, *Journal of Economic Geography*, 12(1), pp.1 - 32.
- Moreno, C., 2024, *The 15-Minute City: A Solution to Saving Our Time and Our Planet*, Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- Rocklov, J., and Sjodin, H., 2020. High population densities catalyse the spread of COVID-19, *Journal of Travel Medicine*, 27(3): taaa038.
- Sethi, M., & Creutzig, F. (2021). COVID-19 recovery and the global urban poor. *NPJ Urban Sustainability*, 1, 23.
- Sharifi, A., and Yamagata, Y., 2014, Major principles and criteria for development of an urban resilience assessment index, 2014 International Conference and Utility Exhibition on Green Energy for Sustainable Development(ICUE), pp.1 - 5.
- Shi, Y., Zhai, G., Xu, L., Zhou, S., Lu, Y., Liu, H., and Huang, W., 2021. "Assessment Methods of Urban System Resilience: From the Perspective of Complex Adaptive System Theory", *Cities*, 112: 103141.
- Simmie, J., and Martin, R., 2010, The economic resilience of regions: towards an evolutionary approach, *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 3(1), pp.27 - 43.
- UN(2022), *The Sustainable Development Goals Report*, United Nations.
- Vale, L. J., & Campanella, T. J. (Eds.). (2005). *The resilient city: How modern cities recover from disaster*. Oxford University Press.
- Xiao, L., Lo, S., Liu, J., Zhou, J., & Li, Q. (2021). Nonlinear and synergistic effects of TOD on urban vibrancy: Applying local explanations for gradient boosting decision tree. *Sustainable Cities and Society*, 72, 103063.
- Zeng, C., Song, Y., He, Q., and Shen, F., 2018, Spatially explicit assessment on urban vitality: case studies in Chicago and Wuhan, *Sustainable Cities and Society*, 40, pp.296 - 306.
- Zhang, J., and Wang, T., 2023, Urban resilience under the COVID-19 pandemic: a quantitative assessment framework based on system dynamics, *Cities*, 136, 104265.

사사

본 연구는 2023 대한국토·도시계획학회 & 대한교통학회 공동학술대회, 2023 International Conference of Asia-Pacific Planning Societies (ICAPPS), 2023년 공공데이터 논문공모전, The 28th Pacific Conference of the RSAI (PRSCO 2024)에서 발표된 바 있음.

어떤 도시가 팬데믹에 회복탄력적인가?

지수의 개발과 코로나19 사례를 통한 검증

이상윤 연세대학교 도시공학과 석사과정
구한민 연세대학교 도시공학과 석박사통합과정
김갑성 연세대학교 도시공학과 교수

1. 서론

팬데믹은 단기적인 변화뿐만 아니라 인간 생활양식 전반에 걸쳐 지대한 영향을 미친다. 회복력 개념은 도시의 복잡성과 재해의 불확실성을 모두 고려한다는 점에서, 도시회복력은 지속가능한 발전을 위한 중요한 역량으로 간주된다. 회복력 개념이 실제 재난에 대한 회복 역량으로 구현되기 위하여서는 회복력 측정이 선행되어야 한다. 본 연구의 목적은 도시체계를 네 가지 부문으로 나누고 부문별 팬데믹 회복력 지수를 개발하여 우리나라에 적용하는 데에 있다.

2. 본론

1) 문헌고찰

(1) 도시회복력의 정의: 선행연구에서의 도시회복력 정의를 종합하면 ‘도시 시스템이 피해를 흡수하고 영향을 줄이며 변화에 적응하는 역량’으로 결론 내릴 수 있다.

(2) 팬데믹 회복력 영향 요인: 회복력 영향 요인을 종합하고, 지표 선정의 정당성을 부여하기 위하여 선행연구를 검토하였다. 그 결과, 사회·경제·물리·환경·감염병 관련 영역에서 60개의 지표를 확인하였다.

2) 연구방법

본 연구의 대상은 대한민국 내 시·군·구이다. 회복력 영역은 재난회복력 평가에 가장 보편적으로 사용되는 요소인 사회, 경제, 환경, 물리 등 4가지 회복력 영역을 설정하였다. 영역별 지표는 자료의 구득가능성 및 한국적 맥락 등을 고려하여 회복력 영역별 5개씩을 선정하였다. 통합지수 구축과정에서는 공간적 상관관계를 고려하기 위하여 공간 주성분분석을 사용하였다. 마지막으로, 팬데믹 회복력의 공간적 연관구조를 분석하기 위하여 전역적 Moran's I 통계량과 LISA 군집지도를 활용하였다.

3) 연구결과

사회·경제·물리적 영역은 팬데믹 회복력 우수지역이 수도권을 비롯한 대도시권에 밀집하여 나타났고, 취약 지역은 강원도와 전라도 지역에 걸쳐 벨트의 형태를 이루고 있는 것으로 나타났다. 환경적 영역은 앞선 영역들과 반대되는 양상이 나타났다.

3. 결론

본 연구의 의의는 다음과 같다. 첫째, 본 연구는 코로나19 팬데믹 이후 도시의 회복력 지수를 구성하

여 국내에 적용한 초기적 시도이다. 지역의 팬데믹 회복력을 도시 체계 내의 4가지 측면에서 평가함으로써 지역별·부문별 팬데믹 회복력 수준을 평가할 수 있었다. 본 팬데믹 회복력 지수의 결과값을 토대로 팬데믹 회복력이 우수한 지역을 선별하고, 해당 지역에 대한 기초 조사를 수행함으로써 팬데믹에 취약한 지역에 적용할 수 있는 정책과 도시계획상의 가이드라인을 제시할 수 있을 것으로 기대된다. 둘째, 지수 구축 과정에서 공간 주성분분석을 적용하여 공간자기상관성을 고려한 분석 결과를 도출하였다. 공간 주성분분석은 데이터의 변동성 뿐만 아니라 지리적 공간에서의 공간 자기상관 구조를 모두 요약할 수 있는 기법으로, 팬데믹 회복력을 측정함에 있어 더욱 설명력이 높은 결과를 획득할 수 있었다.

참고문헌

- 변진호, 김근수, 2013, 주식시장 투자 심리지수의 유용성, 재무관리연구, 30(4), 175-192.
- 서세교, 장세움, 정주철, 2022, 지역 침수피해 특성에 따른 재해 회복력 지수 분석, 기후변화방재, 22(6), 123-140.
- 이윤석, 김다예, 오홍운, 2013, 주성분분석을 이용한 간선도로 구간별 차량 당 CO₂ 다량 배출구간 평가, 대한토목학회논문집, 33(5), 211-225.
- 최예슬, 김재원, 임엽, 2018, 서울시 폭염 취약지역의 공간적 패턴 및 적응능력 취약지역 분석, 국토계획, 53(7), 98-112.
- Aaron Clark-Ginsberg, Bernard McCaul, Isabelle Bremaud, Gabriela Caceres, Desire Mpanje, Sonny Patel & Ronak Patel, 2020, Practitioner approaches to measuring community resilience: The analysis of the resilience of communities to disasters toolkit, International Journal of Disaster Risk Reduction, 50.
- Cheng, Y., & Liu, J., 2023, Evaluation of urban resilience in the post-COVID-19 period: A case study of the Yangtze delta city group in China, International Journal of Disaster Risk Reduction, 97.
- Chesterman, A., De Battista, M., & Causse, E., 2021, Effects of social position and household affordances on COVID-19 lockdown resilience and coping, Journal of Environmental Psychology, 78.
- Cutter, S. L., 2016, The landscape of disaster resilience indicators in the USA, Natural hazards, 80(2).
- Fu, H., Hong, N., & Liao, C., 2023, Spatio-temporal patterns of Chinese urban recovery and system resilience under the pandemic new normal, Cities, 140.
- Giacalone, M., Mattera, R., & Nissi, E., 2022, Well-being analysis of Italian provinces with spatial principal components, Socio-Economic Planning Sciences, 84.
- Haldane, V., De Foo, C., Abdalla, S. M., Jung, A. S., Tan, M., Wu, S., ... & Legido-Quigley, H., 2021, Health systems resilience in managing the COVID-19 pandemic: lessons from 28 countries, Nature medicine, 27(6).
- Jiang, C., Guan, X., Zhu, J., Wang, Z., Song, F., & Zhao, C., 2023, Resilience of healthy cities in the post-pandemic era: Findings based on internet of things data and artificial intelligence algorithms, Internet of Things, 23.
- Lak, A., Hakimian, P., & Sharifi, A., 2021, An evaluative model for assessing pandemic resilience at the neighborhood level: The case of Tehran, Sustainable Cities and Society, 75.
- Lavopa, A., & Donnelly, C., 2023, Socioeconomic resilience during the COVID-19 pandemic: The role of industrial capabilities, Structural Change and Economic Dynamics, 67.
- Liao, N., & Nawaz, M., 2024, An indicator model for assessing community resilience to the COVID-19 pandemic and its validation: A case study in Hong Kong, Journal of Safety Science and Resilience, 5(2).
- Liu, Y., Liu, W., Zhang, X., Lin, Y., Zheng, G., Zhao, Z., ... & Su, F., 2023, Nighttime light perspective in urban resilience assessment and spatiotemporal impact of COVID-19 from January to June 2022 in mainland China, Urban climate, 50.
- Mollalo, A., Mao, L., Rashidi, P., & Glass, G. E., 2019, A GIS-based artificial neural network model for spatial distribution of tuberculosis across the continental United States, International journal of environmental research and public health, 16(1).

- Paschou, S. A., Psaltopoulou, T., Halvatsiotis, P., Raptis, A., Vlachopoulos, C. V., & Dimopoulos, M. A., 2022, Gender differences in COVID-19, *Maturitas*, 161.
- Suleimany, M., Mokhtarzadeh, S., & Sharifi, A., 2022, Community resilience to pandemics: An assessment framework developed based on the review of COVID-19 literature, *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 80.
- Wilkinson, A., Ali, H., Bedford, J., Boonyabancha, S., Connolly, C., Conteh, A., ... & Whittaker, L., 2020, Local response in health emergencies: key considerations for addressing the COVID-19 pandemic in informal urban settlements, *Environment and urbanization*, 32(2).
- Zhang, J., & Wang, T., 2023, Urban resilience under the COVID-19 pandemic: A quantitative assessment framework based on system dynamics, *Cities*, 136.
- Zhou, X., Zhang, Y., Wang, W., & Sun, Y., 2024, Spatial-temporal variation of economic resilience and its influencing factors under COVID-19: Evidence from Henan province, China. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 105.

사사

이 논문은 국토교통부의 스마트시티 혁신인재육성사업으로 지원되었음. 이 논문의 초기 아이디어는 2024년 대한지리학회 연례학술대회와 2024년 한국지역학회 전기학술대회에서 발표된 바 있음.

인간-반려견 산책 분석을 통한 인간-너머 도시의 가능성 모색

권소희 서울대학교 환경대학원 석사졸업

1. 서론

국내 전체 가구 중 11.6%가 반려견을 키우고 있다는 조사 결과를 몰랐더라도 심심치 않게 도시에서 산책하는 반려견을 마주칠 수 있다. 반려견을 키우는 사람들이 많아진 것뿐만 아니라 반려견과 함께 산책하는 것이 일상적인 도시민의 모빌리티 중 하나로 자리 잡으면서 도시 공공공간에서 반려견은 다른 반려동물과는 다르게 다루어지고 있다. 2020년 3월 코로나-19로 인해 프랑스에서 봉쇄령을 시행했을 때도, 이동을 허용하는 예외 항목 중 ‘반려동물 산책’이 있었다는 사실을 통해 알 수 있듯이 반려견 산책은 동물을 아끼는 마음에서 이루어지는 인지상정의 행위가 아니라 도시 생활에서 제도적으로 보장되어야 하는 필수 활동이다. 특히 한국은 전체 주택 중 63.5%가 아파트에 해당할 만큼 아파트 거주율이 높고(2021년 인구주택총조사) 반려견의 49.46%가 아파트에 거주(2020년 인구주택총조사)하고 있기 때문에 반려견의 스트레스 완화를 위해 산책은 필수이다.

그러나 반려견 산책이 늘어나면서 개 물림 사고, 짖음으로 인한 소음, 분변으로 인한 위생 문제 등 시민 간 갈등이 증폭하였고(조혜진, 2014), 2022년 2월 등록대상동물인 2개월 이상의 반려견과 산책할 때에는 반려견의 목줄 또는 가슴줄을 2m 이내로 유지해야 한다는 일명 ‘반려견 목줄 2m 법’이 시행되었다. 이 법안은 목줄을 하지 않은 채 거리를 산책하는 반려견을 제재하기 위한 것이기도 하지만, 반려견 산책을 법적으로 규정하는 동시에, 공공공간에서의 반려견을 목줄을 매개로 인간과 물리적으로 분리될 수 없는 존재로 규정하였다.

본 연구는 문헌 연구와 반려견 산책을 하는 시민 11명을 대상으로 한 참여관찰 및 반구조화된 인터뷰를 통해 반려견 산책이 이루어질 수 있었던 제도적 맥락을 살펴보고, 반려견 산책이 드러내는 다중 공동체로서 얽힘 과정과 지금까지 가시화되지 않은 도시 공간을 파악하고자 한다. 이를 통해 인간-너머의 도시를 상상하기 위해 우리가 고려해야 할 것에 대해 알아보하고자 한다.

2. 본론

1) 살아 있는 인간 너머의 것: 배설물, 쓰레기, 사체

도시는 살아 숨 쉬는 곳, 생산적인 곳, 쓸모가 남아있는 곳이라고 여겨졌지만, 그런 것들을 드러내기 위해 도시에는 쓸모가 없어진 것의 흔적을 남길 수 있는 곳이 점점 줄어들고 있다. 밀집된 도시를 통해 생산성을 높여 살아 있는 인류의 발전을 모색하였지만, 도시는 죽고 사는 것이 모두 이루어지는 생사의 공간이다. 반려견 산책이 반려견에게 본능을 유지 시켜주기 때문에 필수적이지만, 인터뷰 과정에서 반려견 산책의 이유로 여러 연구 참여자가 “똥을 싸야 하니까”라고 답했을 만큼 반려견 산책 중 행해지는 주 활동 중 하나가 바로 반려견의 배설이다. 주 거주지가 아닌 곳에 배설을 해서 포식자로부터 자신의 흔적을 숨기고 싶어하는 개의 특성에 따라 실외 배변은 개의 본능이자 권리로서 보장되고 있다.

“첫 소변을 항상 거기서 봐요. 저희 애랑 저랑 이게 두두가 쉬하는 ‘쉬나무’라고 짬을 해놓은 나무라고 하거든요”(연구 참여자 C), “저는 똥이 주요 목적 중 하나니까 싸게 하려고 열심히 산책을 하는데 똥을 잘 싸는 포인트가 있잖아요, 딱 그 지점들. 그래서 거기를 저희는 ‘똥 맛집’이라고 불러요.”(연구 참여자 F) 연구 참여자의 반려견 산책을 관찰할 때도 대부분의 반려견이 1회 이상 배설 행위를 하였으며, 그

때 일부 연구 참여자는 반려견이 자주 배설하는 장소의 애칭을 알려주기도 하였다. 반려견의 건강을 확인할 수 있어 기대하게 되는 기쁜 행위이기도 하지만, 개를 좋아하지 않는 시민과의 갈등을 유발하는 주 요인이기도 하기 때문에 이에 대해 걱정하는 연구 참여자도 있었다.

도시 공간에서 많은 경우 인간에게 보장되는 권리의 폭이 동물에 비해 넓은데, 유독 배설의 측면에서는 동물에게 후한 면이 있다. 경범죄 처벌법 제3조 1항에 따라 사람은 침을 뱉거나 대소변을 보는 행위 모두 일체 금지되지만, 등록대상동물인 개는 동물보호법 제16조에 따라 배설물을 치우기만 한다면 배변 행위에 대해서는 아무런 제재가 없으며 특히 소변의 경우 ‘공동주택의 엘리베이터·계단 등 건물 내부의 공용공간 및 평상·의자 등 사람이 눕거나 앉을 수 있는 기구 위의 것’을 제외하고는 수거의 의무조차 없다.

파리에서도 18세기까지만 해도 사람들이 거리의 배설물로 인해 인도를 걷기 힘들었다. 상하수도과 수도의 개선을 통해 인간을 위한 공중화장실이 보급 및 활성화되어 더 이상 인간의 분변은 도시에서 즉각적으로 ‘분변이 아닌 것’ 또는 ‘더럽지 않도록 담긴 것’으로 정리되었다. 인간의 배설물이 배설 직후 보이지 않도록 처리되는 것과 다르게 반려견의 실외배설물은 산책이 끝나는 내내 들고 다녀야 하는 매우 성가신 폐기물이다. 의도하든 의도치 않았든 반려견 산책이 늘어나면서 방치된 배설물이 증가하였고 지자체에서는 반려견이 자주 지나다니는 곳에 반려동물 배변봉투함을 설치하여 시민들이 자체적으로 배설물을 치울 수 있도록 장려하였다.

1995년 정부가 쓰레기 처리의 선진화를 꾀하며 쓰레기 분리수거와 쓰레기 종량제 정책을 실시하면서 거리의 쓰레기통은 점차 줄어들었고, 지금까지도 쓰레기 버리는 행위를 불편하게 하여 쓰레기를 줄이겠다는 의도로 거리의 쓰레기통은 늘어나지 않고 있다. 이렇다 보니 실외 배변 후 반려견의 배설물을 처리하는 것에 대해 시민들의 불만이 커져갔고, 이를 해소하기 위해 역설적으로 반려견이 많이 모이는 곳에는 반려동물 배변봉투함과 함께 쓰레기통이 설치되어 있는 곳이 많다.

반려견 배설이 혐오감을 일으키는 요인은 배설물 그 자체뿐만 아니라, 배설물로 매개되는 전염병도 있다. 개 회충(*Toxocara canis*)과 개 소회충(*Toxocaris leonina*)은 개와 인간 모두에게 기생할 수 있는 기생충으로 토양매개성 병원체이므로, 개의 배설물을 통해 사람에게 전파·감염될 수 있어 개 배설물에 대한 혐오감을 증폭시킨다. 재래식 화장실이 수세식 화장실로 발전하고, 거름으로 쓰기 위해 밭에 뿌리던 분뇨가 하수종말처리장에서 처리되면서 인체 내 기생충은 감소하였지만, 반려견의 경우 좁은 공간에 밀집 사육하는 반려견 생산업의 현 상황으로 인해 임신한 어미 견의 태반을 통해 출생 전에 이미 감염되어 있거나, 출생 후 초유를 섭취하는 과정에서 감염되기도 하므로 태어날 때부터 기생충에 감염된 경우가 다발하고 있다(신성식 2010). 전국의 모래 놀이터 중 13.8%에서 기생충(란)이 검출되었으며, 반려동물이 놀이터에 출입하면 감염의 위험이 계속해서 지속된다는 기사나 개회충에 감염된 어린이에게 시력 장애가 발생한 사례에 대한 방송은 시민들의 반려견에 대한 혐오를 증가시킨다. 해당 방송에서는 “애완견이 없다고 방심할 문제는 아니다”라는 표현을 통해, 가정 내에 거주하며 특정 소유주에 귀속된 반려견이 유발하는 문제는 그 가정이나 동거인과 같은 제한된 영역에만 영향을 끼치는 것이 아니라, 반려견과 함께 도시 공간을 향유하는 시민들이 이에 영향을 받을 수 있다는 공포심을 조성하였다. 이처럼 반려견 산책은 도시에 배설물과 배설물 매개 전염병이라는 위생을 저해하는 요소를 더하기도 하지만 우리가 인지하지 못했지만 이미, 항상 존재하고 있었던 도시의 쓰레기들을 드러내기도 한다.

“그런데 쥐에 그렇게 반응을 해요. 쥐가 꽤 있어요. 오늘 아침에도 연트럴에서 수영하는 쥐를 보고 왔는데 생각보다 도시에 쥐가 많아요. … 그 쓰레기가, 저는 그렇게 길거리에서 담배꽂초 많이 버렸는지도 몰랐고 생각보다 너무 더러운 거 같아요. … 한강공원 이런 데서 먹고 버리는 닭 뼈 이런 게.”(연구 참여자 C) 반려견 산책 시 보호자가 가장 걱정하는 행동 중 하나가 바로 반려견이 쓰레기나 사체를 먹는 경우일 것이다. 반려견의 노즈워크를 위해 잘 닦여진 보도블럭이 아닌 잔디밭이나 흙에서 산책할 때면 잔디 아래, 낙엽 아래 숨겨져 있지만 개의 뛰어난 후각으로 여지없이 발견되는 거리의 뒤편을 주의해야

한다. 거리의 뒤편은 반려견이 먹어도 문제 없는 것들 보다는 부패하거나 오염된, 중독을 유발하거나 생명을 앗아갈 수 있는 것들로 다양하게 구성되어 있다. 그리고 얼마 전까지 생(生)의 과정에 있었으나 사(死)의 과정 속에 있는 다른 동물들도 흔하게 발견된다.

폐기물관리법 제2조(정의)에 따라 동물의 사체는 ‘사람의 생활이나 사업 활동에 필요하지 아니하게 된 물질’인 폐기물로 분류되어 반려견(등록대상동물)의 경우 동물 장묘시설이나 폐기물처리시설에서 처리해야 한다. 동물은 살아 있을 때는 동물 그 자체로 보호받지만, 죽음의 과정에서는 ‘필요’가 없어진 물질로서 폐기되어야 하는 것이다. 불결함은 질병을 유발할 수 있으며, 지속 가능한 삶이 아닌 부패하는 죽음과 관련이 있다(Wilson, & 박선령 (2023)). 매일 물로 씻고, 조향된 비누를 이용하여 신체 본연의 냄새를 없애는 인간은 위생적인 존재로, 이에 반해 신발을 신지 않고 거리를 걷고 침으로 텃을 고르는 동물은 불결한 존재로 여겨지고 있다.

지금까지의 도시 계획은 배설물, 쓰레기, 사체와 같이 쓸모가 없다고 여겨지는 것을 도시 외곽으로, 사람의 손길이 닿지 않는 자연으로, 단단한 쇠파이프 안으로 넣어 보이지 않게 두었다. 하지만 흙에 덮힌 분변은 시간이 지나면 거름으로 순환되고, 인간이 먹고 버린 닭뼈나 돼지뼈는 흙속의 세균을 통해 질소순환과정을 통해 식물의 영양분이 된다. 도시계획의 통치를 받는 도시가 아닌 도시와 자연이 서로의 의도를 순행하거나 역행할 수 있는 살아 있는 도시(living cities) (hinchliffe & Whatmore, 2006)를 넘어서 삶의 일환으로서 죽거나 부패할 수 있는 도시를 상상할 수 있다. 80년대까지는 인간은 삶의 공간인 집에서 죽음을 맞이할 수 있었지만, ‘죽음’이 질병으로 인식되면서 이제는 병원이 아닌 곳에서의 죽음은 ‘제자리를 벗어난’ 그래서, 법적으로 허용되지 못한 죽음이 되기도 한다. 도시에서 축출하고자 했던 자연도, 도시와 자연의 대립이 점차 완화되면서 도시의 밀집된 환경에서 종과 서식지와 여러 사람들이 왕래하며 만들어내는 재조합 생태학(recombinant ecology) (Barker, 2000)을 이루며 자투리 공간, 잔여 공간이 도시 커먼즈로 작동할 수 있게 한다.

3. 결론

걷기는 도시를 경험하는 대표적인 일상 행위이며 인간이 단독으로 걸을 때와 다르게 반려견 산책은 도시 경험에 새로운 가능성을 보여준다. 반려견과의 불완전한 소통으로 인해 반려견 산책은 걷기 불편한 흙길이나 인적이 드물어 방문을 꺼렸던 공터와 같은 일상적이지 않은 도시 공간을 체험하게 해준다. 위생적이고 생산적인 것들만이 모여있는 곳으로 여겨지던 도시는 ‘언제나 그랬듯이’ 배설의 장소이자 (잉여물의) 투기(投棄)의 장소이다. 효율을 위해 위생적이지 않은 것들, 쓰임이 다한 것들을 보이지 않게 덮어두지만, 인간이 감각하지 못할 뿐 인간 바로 주변에서 먹고 버린 음식과 사체와 배설물들은 퇴비가 되어 영켜 있다. 도시는 다리가 두 개가 아닌 것들이 방랑할 수 있는 곳이 되어야 한다. 지금의 도시 구조는 인간이라는 존재를 정상이자 일반적인 존재로 상정하여 계획되었기에 건강한 성인 남성이 거닐 수 있는 공간으로 구성되어 왔다. 하지만 개-비인간의 관점으로 바라보았을 때 이러한 도시는 협소한 종들만의 공간이며 휠체어를 타는 신체장애인, 지팡이를 사용하는 노인, 유모차를 타는 어린이를 비롯하여 바닥을 기어다니는 지렁이 등을 포용하지 못하는 한계점을 보인다.

참고문헌

- 김동완, & 서울대학교. Ssk동아시아도시연구단, 『공공공간을 위하여: 어떻게 우리의 공적 공간을 회복·지속·확장할 것인가』, 동녘, 2017
- 김미영, & 전상인, 2014, 오감 (五感) 도시를 위한 연구방법론으로서 걷기, 국토계획, 49(2), 5-21
- 박소현, 최이명, & 서한림, 『동네 걷기 동네 계획』, 공간서가, 2015
- 신성식, 2010, 애완동물 기생충 질환. Hanyang Medical Reviews, 30(3), 246-264
- 이동신, 『포스트휴머니즘의 세 흐름: 캐리 울프, 그레이엄 하먼, 캐서린 헤일스』, 갈무리, 2022
- 조혜진, 2014, 도시 공원 내 반려견 동반 활동으로 인한 갈등 완화 방안 연구, Doctoral dissertation, 서울대학교 대학원
- Adams, M., & Guy, S., 2007, Senses and the city, The senses and society, 2(2), 133-136
- Barker, G. (ed), 2000, Ecological recombination in urban areas: implications for nature conservation, English Nature, Peterborough, 21-24
- Fletcher, T., & Platt, L., 2018, (Just) a walk with the dog? Animal geographies and negotiating walking spaces, Social & Cultural Geography, 19(2), 211-229
- Hinchliffe, S., & Whatmore, S., 2006, Living cities: Towards a politics of conviviality, Science as culture, 15(2), 123-138
- Holmes, 『똥 : 배설, 그 우아하고 영속적인 욕구 = Dung』, (박웅희), 민음사, 2007
- Middleton, J., 2010, Sense and the city: exploring the embodied geographies of urban walking, Social & cultural geography, 11(6), 575-596
- Philo, C., & Wilbert, C., 2004, Animal spaces, beastly places, Routledge
- Srinivasan, K., 2019, Remaking more-than-human society: Thought experiments on street dogs as “nature”, Transactions of the Institute of British Geographers, 44(2), 376-391
- Wilson, 『어반 정글: 도시와 야생이 공존하는 균형과 변화의 역사』, (박선령) 매일경제신문사, 2023
- "어린이 놀이터 '기생충' 염려하는 엄마들", 충남인터넷News, 2016년 5월 20일
- "질병의 사각지대- 애완동물의 경고", 환경스페셜, KBS, 2004년 2월 7일, <https://www.shanews.com/news/articleView.html?idxno=312651>

포스터발표 세션 3.

탄소중립/에너지/기업

- PyPSA-KR: 대한민국 전력망의 오픈소스 에너지 시스템 모델링
곽규일, 우종률 고려대학교 에너지환경대학원
- ESG 경영의 커뮤니케이션 기호학
– 실리콘밸리의 일류기업 사례분석
이지석 세명대학교 교수
- 녹색 일자리 인재 양성을 위한 노동시장 수요분석
김규환 서울지역 인적자원개발위원회 책임연구원
- 유럽연합의 북극 지역 단기체류오염원 감축을 위한 국가 배출 감축 의무량 지침 시행과 한국 정부를 위한 정책 시사점
정 혁 한국외국어대학교 극지연구센터 책임연구원
- 특수재난 핀테크시장 형성을 통한 4차산업혁명 시대의 재난관리 현대화에 관한 연구
김성인 국무조정실 규제혁신추진단 전문위원
- 녹색분류체계를 활용한 국내 환경 예산안 분석과 분류 체계 보안점 고안
김명주 기후변화청년단체(GEYK) 당사국총회팀 PM

PyPSA-KR: 대한민국 전력망의 오픈소스 에너지 시스템 모델링

곽규일, 우종률 고려대학교 에너지환경대학원

1. 서론

기후변화에 대응하여 대부분의 국가들은 파리 기후협약에 가입함으로써 탄소 감축이라는 공통의 목표를 향해 나아가고 있고, 재생에너지 전환과 확대는 전기화 촉진과 함께 탄소중립을 달성하는데 도움이 될 수 있는 필수적인 요소이다. 한국 또한 기후 변화의 위협과 에너지 안정성의 중요성이 커지면서 전력 시스템을 혁신하고, 탄소 중립을 달성하기 위해 전력시스템에 대한 도전들에 직면하고 있다. 한국영토가 좁지만 인구 밀도가 높고, 자원이 제한되어 있어 공간과 자원의 효율적인 활용이 필수적인 국가이다. 현재 우리는 2018년 온실가스 배출량 대비 2030년까지 40%, 2050년까지 100% 감축이라는 목표를 세웠고, 2023년 발표된 The 10th Basic Plan of Long-Term Electricity Supply and Demand에서는 2030년 발전량 중 재생에너지를 21% 이상, 2036년은 30% 이상의 비중을 갖는 계획을 발표했다(Ministry of Trade and Energy, 2023). 이와 같이 기후변화 대응에 따라 재생에너지원을 적극적으로 설비하고 있고, 이는 동시에 지속 가능한 발전에 대한 글로벌 요구이기도 하다. 이를테면, 최근 10년간(i.e., 2013-2023) 전체 재생에너지 설비가 595% 증가하였고, 이 중 태양광과 풍력만 계산하였을 때는 1596% 증가한 수치이다. 현재 우리는 재생에너지 확대를 위해 노력하고 있지만, 전력 시장의 제도는 여전히 과거 체계에 머물러 있어 상황에 걸맞은 점진적인 변화가 필요한 상황이다. 이러한 맥락에서, 전력시장 제도 개편을 위한 도전과제에는 보다 해상도 높은 분석 도구가 필요하지만, 이를 보완할 수 있는 연구는 국내에서 부족한 실정이다.

본 연구는 Python for Power System Analysis(PyPSA) 모델을 한국에 도입하여 PyPSA-KR을 구축하고, 이를 기반으로 한국의 에너지 시스템을 보다 정밀하게 분석하고자 한다. PyPSA는 open-source의 글로벌 에너지 모형이고, 높은 공간 및 시간 해상도의 모델링이 가능하여 지역별 전력망 분석과 최적화에 유용하다. 우리는 PyPSA-KR 모형을 사용하여 한국의 재생에너지 잠재량과 최적화된 전력망을 도출하고, 실제 데이터로 이를 검증하였다. 이를 통해 한국의 재생에너지 비율 확대와 network 최적화를 위한 과학적이고 체계적인 접근을 하고, 국가의 장기적인 에너지 전략에 통찰력을 제공할 수 있다. 우리가 아는 한, 본 연구는 PyPSA 모델을 개발하여 국내에 적용한 최초의 논문이다. Open-source tool인 PyPSA는 한국의 전력 시장과 제도의 혁신 연구를 촉진하고, 재생에너지 확대에 따른 전력망 안정성 강화에 기여할 수 있는 중요한 첫 걸음이다.

2. 본론

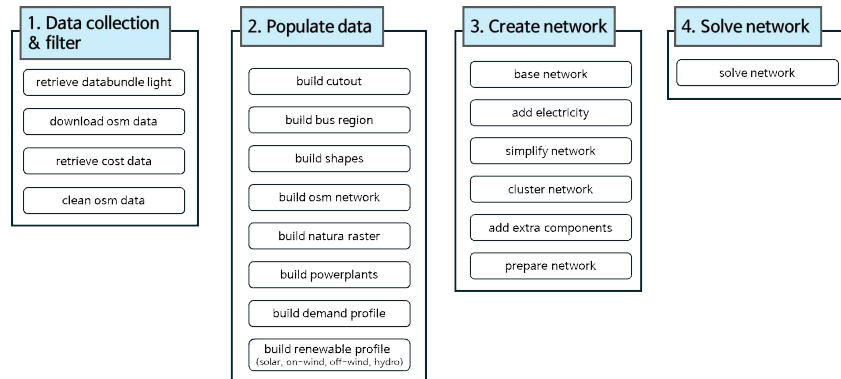
1) Method

(1) Data collection & filter

(2) Populate data

(3) Create & network solve

본 섹션에서는 PyPSA-KR의 workflow에 대해서 자세히 설명한다.

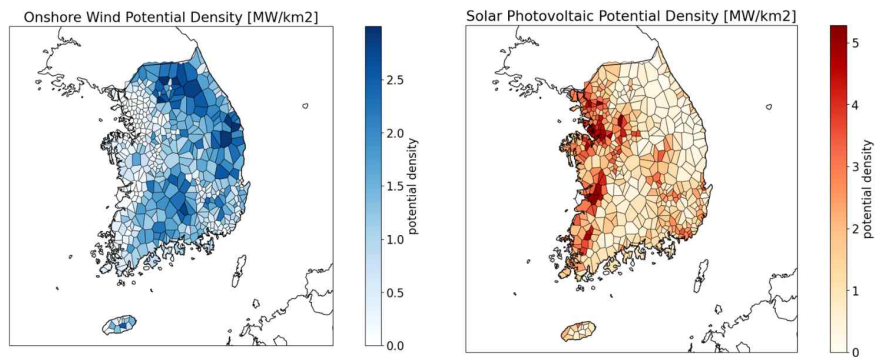


<그림 1> Workflow of PyPSA-KR

2) Results

(1) Korean potential renewable energy

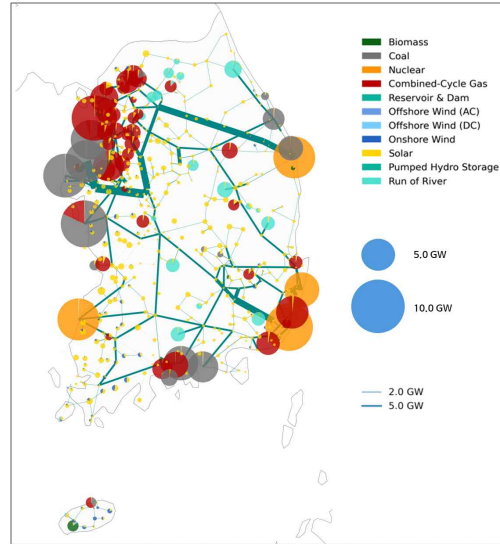
본 섹션에서는 PyPSA-KR 모형 결과를 나열하고, 모형의 결과값과 실제 값과의 비교를 통해 본 모형에 대한 검증은 다음 예정이다. 잠재적인 재생에너지 발전량은 Atlite 기상 패키지를 사용하여 각 노드에 잠재적 발전량이 계산되며, 본 모형에서는 ERA5 기상 DB가 활용되었다.



<그림 2> Illustration of the potential renewable energy in Korea

(2) Korean transmission network

현재 한국의 송전망은 본토와 제주도 사이의 교류 송전선과 HVDC 선로로 구성되어 있다. 클러스터의 수는 네트워크에서 단순화시킬 버스 수를 의미하며, 이는 국가 총 노드 수보다 적어야 한다. 본 모형에서는 256개의 클러스터로 2시간 해상도로 구현되었다.



<그림 3> Illustration of Korean power system in 2020

(3) Case study: Optimization result in 2036

본 섹션에서는 현실적인 가정을 반영하여, 2036년 미래 시점의 한국의 전력망에 대해서 논한다. 이 시나리오는 국가 에너지 정책 로드맵에서 목표로 하고 있는 국가 목표치를 반영하였고, 온실가스 배출 목표 또한 있다고 가정하였다.

3. 결론

모델의 결과는 국가의 에너지 문제에 대한 적절하고 효과적인 솔루션을 제공할 수 있음을 보여준다. 지형적 조건을 고려하여 풍력 발전 시설의 추가 개발을 위한 지침을 제공했다. 특히 강원도와 같이 수요가 높은 지역에서 새로운 송전 인프라에 대한 필요성을 예측함으로써 PyPSA-KR은 실제 개발 및 요구 사항에 따라 에너지 시스템을 계획하고 최적화하는 데 유용한 도구임이 입증되었다. 가장 중요한 것은 이러한 결과의 시각화를 통해 연구자가 결과를 쉽게 해석하고 이해할 수 있다는 것이다. 또한, 새로운 전력제도 도입 과정에서 부족한 연구들의 갭을 매울수 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

- AURORA (2024) AURORA modelling tool by Energy Exemplar.
- Bandoc, G., Právělie, R., Patriche, C., Degeratu, M. (2018) Spatial assessment of wind power potential at global scale. A geographical approach. *Journal of Cleaner Production* 200, 1065–1086.
- Brinkerink, M., Mayfield, E., Deane, P. (2024) The role of spatial resolution in global electricity systems modelling. *Energy Strategy Reviews* 53, 101370.
- Brown, T., Hörsch, J., Schlachtberger, D. (2017) PyPSA: Python for power system analysis. *arXiv preprint arXiv:1707.09913*.
- Brown, T., Schlachtberger, D., Kies, A., Schramm, S., Greiner, M. (2018) Synergies of sector coupling and transmission reinforcement in a cost-optimised, highly renewable European energy system. *Energy* 160, 720–739.
- Calliope (2024) Calliope modelling tool.
- Calvin, K., Patel, P., Clarke, L., Asrar, G., Bond-Lamberty, B., Cui, R.Y., Di Vittorio, A., Dorheim, K., Edmonds, J., Hartin, C. (2019) GCAM v5. 1: representing the linkages between energy, water, land, climate, and economic systems. *Geoscientific Model Development* 12, 677–698.
- Chiodi, A., Deane, J.P., Gargiulo, M., Ó'Gallachóir, B. (2011) Modelling electricity generation-comparing results: from a power systems model and an energy systems model. *Proceedings of 30th international energy workshop*.
- Cho, S., Kim, H., Lee, S., Kim, S., Jeon, E.-C. (2020) Optimal energy mix for greenhouse gas reduction with renewable energy - The case of the South Korean electricity sector. *Energy & Environment* 31, 1055–1076.
- Choi, Y., Suh, J., Kim, S.-M. (2019) GIS-based solar radiation mapping, site evaluation, and potential assessment: A review. *Applied Sciences* 9, 1960.
- Deane, J., Driscoll, A., Gallachóir, B.Ó. (2015) Quantifying the impacts of national renewable electricity ambitions using a North - West European electricity market model. *Renewable energy* 80, 604–609.
- Pacific Northwest National Lab.(PNNL), Richland, WA (United States) (1994) Advanced energy technologies and climate change: An analysis using the global change assessment model (GCAM).
- Eurek, K., Sullivan, P., Gleason, M., Hettinger, D., Heimiller, D., Lopez, A. (2017) An improved global wind resource estimate for integrated assessment models. *Energy Economics* 64, 552–567.
- Fedotova, E., Voronkova, E., Fioriti, D., Parzen, M. (2023) Open source modeling for planing sustainable power development in resource-rich economies: case study for Kazakhstan. *Proceedings of E3S Web of Conferences*, p. 02002.
- Fernandez Vazquez, C.A.A., Quoilin, S., Balderrama Subieta, S.L. (2023) Using PyPSA-Earth to address energy systems modelling gaps in developing countries. A case study for Bolivia. *Proceedings of 36TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON EFFICIENCY, COST, OPTIMIZATION, SIMULATION AND ENVIRONMENTAL IMPACT OF ENERGY SYSTEMS*.
- Fioriti, D., Fedotova, E., Parzen, M., Giubilato, D., Frysztacki, M.M., Abdel-Khalek, H., Schumm, L., James, S.D., Poli, D. (2023) Country-Wise Open Energy Planning in High-Resolution with PyPSA-Earth. *Proceedings of 2023 International Conference on Smart Energy Systems and Technologies (SEST)*, pp. 1–6.
- Frysztacki, M., Brown, T. (2020) Modeling curtailment in germany: how spatial resolution impacts line congestion. *Proceedings of 2020 17th international conference on the European energy market (EEM)*, pp. 1–7.
- Gotzens, F., Heinrichs, H., Hörsch, J., Hofmann, F. (2019) Performing energy modelling exercises in a transparent way-The issue of data quality in power plant databases. *Energy Strategy Reviews* 23, 1–12.
- Hampton, H., Foley, A. (2022) A review of current analytical methods, modelling tools and development frameworks applicable for future retail electricity market design. *Energy* 260, 124861.
- Hofmann, F., Hampp, J., Neumann, F., Brown, T., Hörsch, J. (2021) Atlite: a lightweight Python package for

calculating renewable power potentials and time series. *Journal of Open Source Software* 6, 3294.

- Hong, S., Chung, Y., Kim, J., Chun, D. (2016) Analysis on the level of contribution to the national greenhouse gas reduction target in Korean transportation sector using LEAP model. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 60, 549–559.
- Hörsch, J., Brown, T. (2017) The role of spatial scale in joint optimisations of generation and transmission for European highly renewable scenarios. *Proceedings of 2017 14th international conference on the European Energy Market (EEM)*, pp. 1–7.
- Hörsch, J., Calitz, J. (2017) PyPSA-ZA: Investment and operation co-optimization of integrating wind and solar in South Africa at high spatial and temporal detail. *arXiv preprint arXiv:1710.11199*.
- Hörsch, J., Hofmann, F., Schlachtberger, D., Brown, T. (2018a) PyPSA-Eur: An open optimisation model of the European transmission system. *Energy strategy reviews* 22, 207–215.
- Hörsch, J., Ronellenfitsch, H., Witthaut, D., Brown, T. (2018b) Linear optimal power flow using cycle flows. *Electric Power Systems Research* 158, 126–135.
- Huang, J., Purvins, A. (2020) Validation of a Europe-wide electricity system model for techno-economic analysis. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems* 123, 106292.
- J. Hoersch, F.H., F. Gotzens (2017) A Toolset for Cleaning, Standardizing and Combining Multiple Power Plant Databases.
- Jegarl, S., Baek, J.-I., Jang, D.-S., Ryu, C.-K. (2009) Impact assessment of CO₂ mitigation options in Korea using energy system analysis model. *Energy Procedia* 1, 3747–3754.
- Jeon, S., Roh, M., Kim, S. (2021) The derivation of sectoral and provincial implications from power sector scenarios using an integrated assessment model at Korean provincial level: GCAM-Korea. *Energy Strategy Reviews* 38, 100694.
- Jeon, S., Roh, M., Oh, J., Kim, S. (2020) Development of an integrated assessment model at provincial level: GCAM-Korea. *Energies* 13, 2565.
- Jeong, W.-C., Lee, D.-H., Roh, J.H., Park, J.-B. (2022) Scenario analysis of the GHG emissions in the electricity sector through 2030 in South Korea considering updated NDC. *Energies* 15, 3310.
- Kim, C.K., Kim, H.-G., Kang, Y.-H., Yun, C.-Y., Kim, B., Kim, J.Y. (2021) Solar resource potentials and annual capacity factor based on the Korean solar irradiance datasets derived by the satellite imagery from 1996 to 2019. *Remote Sensing* 13, 3422.
- Kim, H. (2018) Economic and environmental implications of the recent energy transition on South Korea's electricity sector. *Energy & environment* 29, 752–769.
- Kim, J., Jin, T., Lee, T.E., Kim, D. (2024) Evaluation of decarbonization cost transfer: From transport to power sector in South Korea. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 199, 114527.
- Kim, P., Cho, S.-B., Yim, M.-S. (2022) Examination of excess electricity generation patterns in South Korea under the renewable initiative for 2030. *Nuclear Engineering and Technology* 54, 2883–2897.
- KPX (2024) Electric power statistics information system.
- Loulou, R., Labriet, M. (2008) ETSAP-TIAM: the TIMES integrated assessment model Part I: Model structure. *Computational Management Science* 5, 7–40.
- Loulou, R., Remme, U., Kanudia, A., Lehtila, A., Goldstein, G. (2005) Documentation for the times model part ii. *Energy technology systems analysis programme* 384.
- Lüth, A., Seifert, P.E., Egging-Bratseth, R., Weibezahn, J. (2023) How to connect energy islands: Trade-offs between hydrogen and electricity infrastructure. *Applied Energy* 341, 121045.
- Lyden, A., Sun, W., Struthers, I., Franken, L., Hudson, S., Wang, Y., Friedrich, D. (2024) PyPSA-GB: An open-source model of Great Britain's power system for simulating future energy scenarios. *Energy Strategy Reviews* 53, 101375.

ESG 경영의 커뮤니케이션 기호학

실리콘밸리의 일류기업 사례분석

이지석 세명대학교 교수

1. 서론

본 연구는 ESG(환경, 사회, 지배구조) 경영전략의 허와 실을 살펴보기 위해, 그레마스의 기호사각형을 활용하여 정부, 기업, 가게 간의 'ESG 커뮤니케이션'이 각각의 경제 주체들에게 어떤 영향을 미치는지를 분석할 것임. ESG 경영에 대한 신호 기호학 관점에서 ESG 개념을 '포지티브(지속가능한 성장)'과 '네거티브(규제)'란 의소로 분석할 예정임. ESG 경영이 글로벌 기업들에게 어떠한 신호를 보내고 이러한 신호에 대해 각각의 기업들이 어떤 반응(수용 또는 반발)을 보이는지를 Chat GPT(챗GPT)를 활용하여 ESG 경영, 탄소중립 등 관련 트렌드를 분석하고자 함. 또한 탄소회계금융협회(PCAF)가 제시한 표준 금융배출량 측정방법을 파악하고 간접배출원(Scope3)를 중심으로 해외 보증기관의 금융배출량 산정방법 및 신보의 특성에 맞는 PCAF 적용 방법론을 도출함.

정부는 기업들에게 환경, 사회, 지배구조 측면에서 직접적인 영향(자극)을 주는 정책을 추진하고 있으며, 가게에 대해서도 친환경적인 소비생활과 저탄소감축에 대한 가치관 확립을 요구하고 있음. 기업들도 소비자(가게)에 대해 자신들의 ESG 사례를 홍보하고 친환경적인 기업 이미지를 통해 경영성과를 얻기 위해 노력하고 있음. 마찬가지로 가게도 기업들의 ESG 경영에 대한 모니터링을 통해 합리적인 소비생활을 영위하고, 기업들의 친환경적인 제품생산과 기업의 사회적 책임활동을 적극적으로 요구할 것임.

이러한 연구는 ESG 정책이 글로벌 기업들에게 어떤 긍정적인 영향을 미치는지를 주요 ESG 활용사례를 통해 분석함으로써, 우리나라의 바람직한 ESG 정책수립에 시사점을 제시하고, 금융기관 탄소배출량 측정방법 도입 및 트렌드를 분석할 것임.

2. 본론

제2장 ESG경영과 탄소중립 등 관련 트렌드 분석

1. ESG의 개념과 특징, 평가항목

- 기업의 비재무적 요소인 ESG(환경, 사회, 지배구조)는 사회책임투자와 지속가능투자와 같이 투자의 사결정에 큰 영향을 미치고 있음. 세계 금융기관에서는 ESG 평가정보를 활용하고 있으며, 2000년도에 영국, 스웨덴, 독일, 캐나다, 벨기에, 프랑스 등은 ESG 정보공시의무 제도를 운영하였음. 2006년도에 UN은 유엔책임투자원칙(UNPRI)을 제정하여 ESG 이슈를 통해 사회책임투자를 장려하기 시작했음. 한국에서는 2021년 1월 14일에 금융위원회에서 2025년까지 자산총액 2조 원 이상의 상장사의 ESG 공시의무화를 추진했으며, 2030년까지 모든 코스피 상장사로 확대할 예정이라고 했음.

- 실리콘밸리 글로벌 기업들의 ESG 경영현황을 살펴보면 환경분야에는 휴렛팩커드, 아마존, 구글, 스타벅스, 마이크로소프트, 나이키, 인텔 등이 매우 우수하며, 사회분야에서는 애플, 월트디즈니 등이 매우 우수한 것으로 분석되었으며, 반면에 지배구조 측면에서는 대부분의 기업들이 기존 방식을 유지하는 것으로 조사되었음. 이와 같이 ESG는 통합 형태로 진행되고 있지만 이를 시행하는 기업들은 개별 개념으로 분리하여 추진하고 있었던 것임. 실리콘밸리 기업들의 추진사례를 살펴보면 E(환경) > S(사회) >

G(지배구조) 순으로 진행되고 있었음.

- 결국 ESG 경영은 경제학의 3요소인 정부, 기업, 가계들이 상호 간에 ‘자극과 반응’의 형태로 진행되고 있었음. 먼저 미국의 46대 조 바이든 대통령이 2021년 1월 20일 취임식에 ESG 정책을 언급했더니, 제일 먼저 실리콘밸리의 글로벌 기업들이 반응하기 시작했음. 환경 및 사회 분야에서는 기업들이 다양한 사례를 발굴했으나, 지배구조 측면에서는 성과가 미흡했던 것이다. 이에 세계 3대 자산운행사인 블랙록이 2018년 1월에 기후리스크 외면기업에 대해 주주권 행사를 언급하면서 기업의 지배구조를 직접 관여하기 시작했다. 그러나 G(지배구조)에 대한 자극은 기업 경영권에 영향을 미치고 ESG 범위가 너무 광범히 하기 때문에 기업 경영자들은 부정적 반응을 나타내기 시작했음. 위런 버핏은 ESG 정책이 기업의 사적 영역을 너무 깊이 간섭할 가능성을 언급하였음. 그리고 블룸버그와 테슬라 회장도 급진적인 ESG 정책을 비판했으며 페이팔의 창업자(티엘)는 ESG가 기업 마케팅용 구호로 전락했다고 비판했음.

2. 기존연구의 고찰

※ ESG 정책과 PCAF 표준 금융배출량 측정방법 등은 선진국(미국, EU, 일본 등)과 중국 그리고 우리나라를 중심으로 정리함.

제3장 그레마스의 기호사각형 모델과 Chat GPT(챗GPT) 기법

1. 그레마스의 기호사각형 모델

2. Chat GPT(챗GPT) 기법

※ 그레마스의 기호사각형을 활용하여 ESG의 커뮤니케이션 신호가 정부, 기업, 가계와 같은 경제주체들에게 어떤 의소로 전달되는지를 분석하고, Chat GPT(챗GPT)-3.5를 활용하여 ESG의 커뮤니케이션 신호에 대한 기본 의소들이 어떤 패턴과 구조를 형성하는지를 검증함.

제4장 ESG 커뮤니케이션에 대한 신호 기호학적 분석

1. ESG의 커뮤니케이션에 대한 관계성

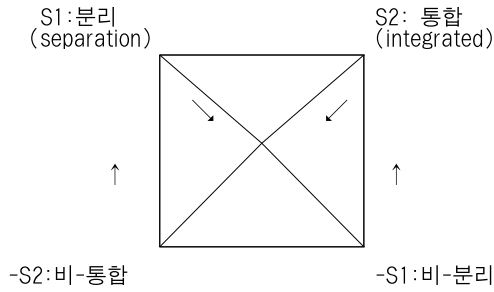
※ 경제학의 3요소(정부, 기업, 가계) 간에 진행되는 ESG의 신호 커뮤니케이션에 대한 ‘자극과 반응’을 중심으로 환경, 사회, 지배구조 요소들에 대해 어떻게 반응하는지를 분석함.

2. ESG 신호 커뮤니케이션의 기호사각형 분석

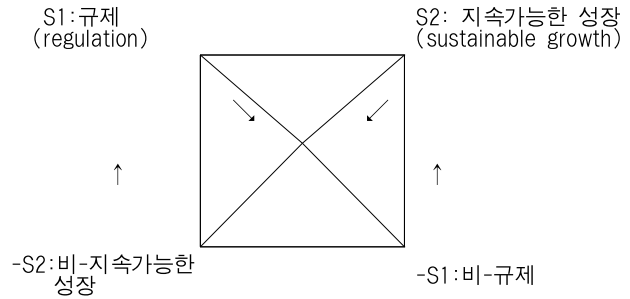
※ 기존의 환경, 사회, 지배구조로 분리되어 있는 각각의 정책들이 ESG로 통합하도록 보내는 정책적 신호를 기호사각형을 분석(1)하기 위해서는 기본 의소를 ‘분리’와 ‘통합’로 구분할 필요가 있음. 또한 기호사각형 분석(2)에서는 경제주체 중에서 정부 주도로 진행되고 있는 ESG 정책에 대해 기업들이 규제에 받아들이는 현실에서 어떻게 지속가능한 성장이라고 설득할 것인지에 대해 분석하기 위해 기본의소를 ‘규제’와 ‘지속가능한 성장’으로 구분하여 분석함.

※ 본 연구에서는 Chat GPT(챗GPT)를 활용하여 ESG 경영, 탄소중립 등 관련 트렌드를 분석하고자 함. 또한 탄소회계금융협회(PCAF)가 제시한 표준 금융배출량 측정방법을 파악하고 간접배출원(Scope3)를 중심으로 해외 보증기관의 금융배출량 산정방법 및 신호의 특성에 맞는 PCAF 적용 방법론을 도출함.

<표 1> ESG의 커뮤니케이션 신호 분석(1)



<표 2> ESG의 커뮤니케이션 신호 분석(2)



3. ESG의 커뮤니케이션 신호 분석에 대한 정책적 시사점

※ 실리콘밸리의 글로벌 기업들의 ESG 경영사례를 정리하고 경제학 3요소(정부, 기업, 가계) 간에 발생하는 ESG 정책에 대한 커뮤니케이션 과정을 신호 기호학적 모델을 활용하여 ESG 경영, 탄소중립 등 관련 트렌드를 분석하고자 함.

3. 결론

실리콘밸리의 글로벌 기업들의 ESG 경영사례를 정리하고 경제학 3요소(정부, 기업, 가계) 간에 발생하는 ESG 정책에 대한 커뮤니케이션 과정을 신호 기호학적 관점에서 분석함으로써, 우리나라의 정부 및 기업들의 ESG 추진전략을 수립하는데 정책적 시사점을 제시할 수 있음.

기업들이 그동안 보고서 작성 및 다양한 활동을 통해 ESG 경영을 규제로 생각하는 경향이 있기 때문에, 기업들에게 ESG가 단순히 규제가 아니라 기업의 장기적인 가치 창출을 위한 필수불가결한 전략이라는 인식을 제공할 필요가 있음.

따라서 본 연구의 “금융기관 탄소배출량 측정(PCAF)방법 도입 및 트렌드 분석”이라는 연구를 통해 기업들은 ESG를 규제로 간주하기 보다는 기업이 지속가능한 성장과 발전을 위해 반드시 고려해야 할 중요한 요소로 인식시키고, Chat GPT(챗GPT)를 활용하여 ESG 경영, 탄소중립 등 관련 트렌드를 분석하고자 함. 또한 탄소회계금융협회(PCAF)가 제시한 표준 금융배출량 측정방법을 파악하고 간접배출원(Scope3)을 중심으로 해외 보증기관의 금융배출량 산정방법 및 신보의 특성에 맞는 PCAF 적용 방법론을 도출함.

참고문헌

- 박배성·이재혁(2021), “기업의 ESG 수준과 외국인투자자 비중과의 관계: 규제위험 노출수준에 따른 투자자 민감도,” 전략경영연구, 24(1), 35-66.
- 권명광·신향식(2003), 「광고 커뮤니케이션과 기호학」, 문학과경계사.
- 김성도(2002), 「구조에서 감성으로」, 고려대학교 출판부.
- 김성도(2004), “시각적 정체성의 기호학적 연구-기업 로고의 구조와 의미 작용을 중심으로,” 기호학연구, 15, 302-347.
- 김성도·박상우(2006), “서울의 공간적 의미 작용에 대한 기호학적 시론,” 기호학연구, 19, 41-69.
- 김윤배(2010), “서울시회장 및 도시브랜드의 기호학적 접근연구,” 기초조형학 연구, 11(6), 123-132.
- 김윤정·최윤민·김창기(2021), “보험사업과 ESG 경영,” 금로별금융리뷰, 2(2), 27-49.
- 김학훈(2007), “실리콘밸리의 형성과정과 산업구조 변화,” 청대학술논집 제9집 <교육과학>, 105-120.
- 데이비드 A. 바이크(2006), 「구글, 성공 신화의 비밀」, 황금부엉이.
- 류윤희·한창완(2011), “그레마스 기호학적 접근을 통한 애니메이션 캐릭터 분석,” 한국디자인포럼, 30.
- 박상문(2010), “실리콘밸리 창업보육 프로그램 운영방식: 산호세시 사례,” 벤처경영연구, 13(4), 163-183.
- 박영원(2016), “퍼스 기호학적 접근을 통한 브랜드 로고 디자인 분석에 관한 연구,” 기호학 연구, 47, 39-64.
- 박인철(2003), 「파리학과 기호학」, 민음사.
- 백광진·성열홍(2020), “브랜드 내러티브를 위한 신화의 함축적 의미 적용방안 연구,” 상품문화디자인학연구, 61, 79-88.
- 부경호(2017), “8명의 과학기술자, 그리고 실리콘밸리의 탄생,” 과학기술정책, 27(9), 44-51.
- 서연미(2007), “실리콘밸리에 입지한 한국계 중소기업의 국제화와 국지화,” 서울대학교 대학원 박사학위논문.
- 성영조(2015), “실리콘밸리의 비즈니스 환경 및 발전 패턴,” 정책연구 2015-08, 경기개발연구원, 1-76.
- 소두영(1991), 「상징의 과학 기호학」, 인간사랑.
- 안소연(2011), “효과적인 브랜드 구축을 위한 기호학적 접근을 통한 브랜드마크 평가방법에 관한 연구,” 홍익대학교 국제디자인전문대학원 박사학위논문.
- 월터 아이작슨(2011), 「스티브 잡스」, 민음사.
- 유현경·이성호·남정민(2021), “소비자의 ESG 경영요구가 ESG 경영지지에 미치는 영향,” Entrepreneurship&ESG 연구, 1(2), 1-24.
- 이연호(2021), “ESG에 관한 정치경제적 분석,” 동서연구, 33(4), 253-271.
- 이영환(1994), “실리콘밸리의 첨단산업지구의 형성과 발전,” 지역연구(서울대학교 지역종합연구소), 3(3), 1-14.
- 이수범·심은정(2010), “공익광고에 나타난 의미구조와 이데올로기에 대한 연구,” 광고연구 2010년 여름 85호.
- 이지석·김행중(2012), “아파트 브랜드 광고의 기호학적 분석,” 주거환경, 10(3), 245-257.
- 이지석·권종욱(2013), “1인 창조기업의 기호학적 분석,” 한국콘텐츠학회논문지, 13(10), 470-479.
- 이지석(2020), “개성상인의 경쟁 및 상생협력에 대한 기호사각형 분석,” 혁신기업연구, 5(3), 79-90.
- 이지석·하경희(2021), “인천국제공항 홍보영상에 대한 브랜드 포지셔닝 연구,” 혁신기업연구, 6(1), 87-103.
- 이호석 외3(2021), “중소기업 CSR의 성과에 관한 연구: CSR을 넘어 ESG의 전환,” Entrepreneurship&ESG 연구, 1(1), 1-27.
- 이홍(2017), “창조경제혁신센터형 창조생태계 어떻게 할 것인가? 실리콘밸리 및 교토생태계와의 비교를 통한 시사점,” 기술혁신연구, 25(4), 145-164.
- 장마리 플로슈, 김성도 역(2003), 「기호학·마케팅·커뮤니케이션」, 나남출판.
- 전승우·윤수영·김형주(2013), “실리콘밸리 해법으로 본 한국형 창업 방정식,” LGERI 리포트, 2-27.
- 정순기·이병호(2013), “ICT 융합 진화과정의 동태성: 실리콘밸리 지식융합 사례를 중심으로,” 한국IT서비스학회지, 12(1), 143-161.
- 제프 자비스(2010), 「구글 노믹스」, 21세기북스.
- 조대형(2021), “ESG 글로벌 추진 현황과 사례분석,” 인문사회21, 12(3), 2651-2662.
- 지용빈·서영욱(2021), “국내 기업의 ESG 활동인식이 심리적거리를 통해 구매의도에 미치는 영향: 제품관여도 수준에 따른 차이 분석,” 한국콘텐츠학회논문지, 21(12), 217-237.

- 천백민(2021), “ESG 경영을 위한 글로벌 3D 프린팅 사례연구,” 글로벌경영학회지, 18(6), 50-69.
- 최용호·김성도·박영원(2005), “기업 이미지 전략의 비교 기호학적 연구: 한국과 프랑스 주요 기업을 중심으로,” 프랑스학연구, 32, 361-415.
- 누비랩(2021.10.18), [ESG 경영 사례④] 환경_ ‘오염 및 폐기물’ 대응 사례 (아마존, 앵테르마르세).
- 서울경제(2019.6.14.), ‘사생활 보호’ 발목 잡힌 페이스북, ‘S&P ESG 지수’서 퇴출.
- 아주경제(2021.1.14.), “환경 다음은 사회”... 애플, 인종차별 해결 위해 ESG 경영 본격화.
- 조선일보(2021.5.10.), [ESG] 구글맵, 빠른길 대신 ‘친환경길’ 검색 옵션 제공한다.
- 조선일보(2022.4.15.), 인텔 “2040년까지 온실가스 순배출 제로 달성”.
- 파이프세컨즈(2022.1.20), ESG 경영 사례 | 나이키의 제로 웨이스트 실천! ‘무브 투 제로’
- 파이프세컨즈(2022.2.8.), ESG 경영 사례 | 디즈니플러스, 마블, 픽사 등 미디어 제국 월트 디즈니의 ESG 사례.
- 한경(2022.1.16.), 흑인·소수인종 임원 확대 선언 ... 구글, ESG 경영 1위.
- C&C미디어그룹 공식 블로그(2021.9.8.), [특집] ESG로 두드러라 열릴 것이다.
- IMPACT ON(2020.8.14.), 구글의 모기업 ‘알파벳’, 사상 최대 규모의 ESG 회사채 발행.
- kotra 해외시장뉴스(2021.9.7.), 트렌드: 미국 태양광 설비 확장 기대.
- Stray Bird(2021.4.23.), [그라운드업] 하워드 숄츠 스타벅스 CEO가 들려주는 ESG환경에서의 기업의 역할.
- ZDNet Korea(2021.6.17.), HPE, ESG 경영 보고서 발표.
- Ben-Amar, W., M. Chang and P. McIlkenny, “Board Gender Diversity and Corporate Response to Sustainability Initiatives: Evidence from the Carbon Disclosure Project,” Journal of Business Ethics, 142(2), 369-383.
- Celting Cherel-Bonnemaizon et al.(2021), “Buying into a more sustainable value chain,” McKinsey & Company.
- Frynas, J. G., and Yamahaki, C.(2016), “Corporate social responsibility: Review and roadmap of theoretical perspective,” Business Ethics: A European Review, 25(3), 258-285.
- Giese, G. et al.(2019), “Foundations of ESG Investing: How ESG Affects Equity Valuation, Risk and Performance,” The Journal of Portfolio Management, 45(5), 69-83.
- Holden, E., and K. Linnerud, and D. Banister(2017), “The Imperatives of Sustainable Development,” Sustainable Development, 25(3), 213-226.
- Rezaee, Z.(2016), “Business Sustainability Research: A Theoretical and Integrated Perspective,” Journal of Accounting Literature, 36, 48-64.

녹색 일자리 인재 양성을 위한 노동시장 수요분석

김규환 서울지역 인적자원개발위원회 책임연구원

1. 서론

최근 녹색 일자리(Green job)에 대한 사회적 관심이 급증하고 있다. 지속 가능한 발전과 환경 보호의 중요성이 부각되면서, 녹색 일자리는 더 이상 단순한 유행이 아닌 필수적인 사회적 과제가 되고 있다. 이에 따라 녹색 일자리에 대한 사회적 수요 역시 꾸준히 증가하고 있다 (World Economic Forum, 2023). 변화하는 노동 시장에 적극적으로 대응하기 위해서는 관련 인력의 양성과 훈련이 필수적이다. 그러나 국내에서는 아직 녹색 일자리에 대한 명확한 정의가 부족한 상황이다. 이러한 정의의 부재로 인해 국내 기업들이 실제로 필요로 하는 녹색 일자리에 대한 정확한 수요를 파악하는 데 어려움을 겪고 있다 (Sustainability, 2015). 이러한 배경 속에서 본 연구는 국내 녹색 일자리에 대한 명확한 정의와 함께, 기업들의 구체적인 수요를 파악하여 향후 인력 양성 및 훈련 프로그램을 개선하고자 한다. 이를 위해 본 연구는 채용 사이트의 정보를 활용하여 환경 및 에너지 분야에서 기업들이 어떠한 인력을 요구하는지 파악하고자 한다 (MDPI, 2023). 이를 통해 녹색 일자리에 대한 구체적인 수요를 분석하고, 국내 녹색 일자리 시장의 현황을 명확히 파악하려 한다. 나아가 이러한 분석 결과는 향후 녹색 일자리 관련 인력 양성 및 훈련 프로그램의 개발에 중요한 기초 자료로 활용될 것이다 (VOCEDplus, 2010).

2. 본론

1) 녹색일자리 정의

녹색 일자리는 지속 가능한 발전과 환경 보호를 촉진하는 직업을 의미하며, 이는 경제적 번영과 환경적 지속 가능성을 동시에 달성하기 위한 필수적인 요소로 부각되고 있다. Worldwatch Institute(2008)는 녹색 일자리를 "환경의 질을 개선하거나 환경 파괴를 방지하는 활동에 종사하는 직업"으로 정의하였다. 이 정의는 녹색 일자리가 단순히 환경 분야에만 국한되지 않고, 광범위한 산업에서 발생할 수 있음을 시사한다. 국제노동기구(International Labour Organization, 2013)는 녹색 일자리에 대해 "재생 가능 에너지, 에너지 효율성, 폐기물 관리, 환경 보전 등 다양한 분야에서 환경적 지속 가능성을 추구하는 직업"으로 설명하며, 이러한 일자리가 경제적 기회를 창출하는 동시에 사회적 형평성을 증진할 수 있다고 강조하였다. 또한, 녹색 일자리는 기후 변화 완화와 적응, 생태계 회복, 자원 효율성 증대 등 다양한 환경적 목표를 달성하는 데 중요한 역할을 한다고 언급하였다. United Nations Environment Programme(UNEP, 2019)은 녹색 일자리를 "친환경 기술과 서비스를 통해 환경적 지속 가능성을 높이는 직업"으로 정의하며, 이는 제조, 농업, 서비스, 연구 개발 등 여러 산업에 걸쳐 나타날 수 있다고 하였다. UNEP는 특히 녹색 일자리가 기후 변화 대응, 자원 절약, 오염 방지 등 환경 보호를 위한 구체적인 행동을 촉진하는 데 기여한다고 강조하였다. 이러한 정의들을 종합해 볼 때, 녹색 일자리는 환경 보호와 지속 가능한 발전을 중심으로 하는 직업으로서, 다양한 산업에서 발생할 수 있으며, 경제적 번영과 사회적 형평성을 동시에 추구하는 중요한 요소로 작용하고 있음을 알 수 있다. 이 연구는 이러한 녹색 일자리에 대한 명확한 이해를 바탕으로, 국내 녹색 일자리 시장의 현황을 분석하고 기업들의 구체적인 수요를 파악하고자 한다.

2) 자료수집 방법

본 연구는 Job Korea에 등록된 구인광고의 정보를 활용하였다. 구인광고는 기업에서 인력을 채용하기 위해 게시하는 글로, 크게 두 가지 정보를 포함하고 있다. 첫 번째는 기업이 구인하고자 하는 인력에 대한 정보이며, 두 번째는 구인광고를 낸 기업에 대한 정보이다. 전자의 경우, 구인을 희망하는 인력의 스킬, 역량, 경력, 학력 등에 대한 구체적인 정보가 포함된다. 후자의 경우, 기업의 사원 수, 기업형태, 매출액, 주소 등 기업의 세부 정보가 포함된다. 본 연구는 환경 및 에너지 산업에서 필요한 인력의 특성에 초점을 맞추기 때문에, 전자의 정보를 주로 활용한다. 동시에, 이러한 인력을 필요로 하는 기업의 특징을 파악하기 위해 후자의 정보도 분석에 포함한다.

분석을 수행함에 있어, 산업을 구분하는 작업이 필요하다. Job Korea에서는 산업을 세분화하여 선택할 수 있으며, 환경과 에너지는 제조/생산/화학업의 세부 산업분류에 속한다. 그러나 이 경우 제조업 부문에 한정된 구인광고만 수집하는 한계가 있다. 에너지와 환경이 단순히 제조업을 넘어 서비스업까지 포괄할 수 있기 때문에 이러한 한계점을 보완하기 위해, Job Korea에서 제공하는 공식 산업분류 외에도 기업이 직접 구인광고를 게시할 때 선택하는 산업분류 항목을 추가적으로 활용하였다. 따라서 만약 기업이 직접 등록한 산업분류 항목에 에너지와 환경이 포함되어 있다면, 해당 구인광고도 분석에 포함하여 연구를 수행하였다.

3) 자료분석 방법

본 연구에서는 환경과 에너지 산업에서 요구되는 스킬과 역량을 분석하기 위해 Social Network Analysis(SNA) 방법을 활용하였다. 각 기업이 요구하는 스킬과 역량을 노드(Node)로, 스킬 간의 상호연결을 링크(Link)로 간주하여 네트워크 분석을 수행하였다. 이는 인력이 단순히 하나의 스킬과 역량만으로 완성되는 것이 아니라, 여러 스킬 간의 융합을 통해 완성됨을 반영하고자 하는 것이다. 따라서 스킬 간의 연결관계를 분석함으로써 필요한 인력의 특성을 파악하고자 하였다. 또한, 스킬 간의 연결관계를 커뮤니티 분석(Community Analysis)을 통해 살펴보았다. 이를 통해 특정 스킬들이 군집(Cluster)을 형성하는 패턴을 파악하고, 산업에서 요구되는 복합적인 스킬 세트를 도출하였다. 한편, 국내 환경 및 에너지 산업에서 구인 광고를 올리는 기업들의 지역별 분포와 규모를 분석하였다. 이를 통해 국내 환경 및 에너지 기업들의 지리적 특성과 규모별 특징을 함께 고찰하였다. 이러한 분석은 특정 지역에서의 산업 집중도와 기업 규모에 따른 채용 패턴을 이해하는 데 도움을 주고자 하였다.

3. 결론

국내 환경 및 에너지 산업에서 어떠한 인력을 요구하는지와 이러한 인력에게 어떤 스킬을 요구하는지를 파악함으로써, 향후 녹색 일자리를 위한 인력양성 및 직업훈련 공공정책의 기초자료로 활용할 수 있도록 함

참고문헌

- International Labour Organization. (2013). Sustainable Development, Green Growth and Quality Employment.
- International Renewable Energy Agency (IRENA). (2023). Renewable energy and jobs: Annual review 2023.
- Jung, Y. M. (2015). Is South Korea's green job policy sustainable?. Sustainability, 7(7), 8748-8767.
- Lee, Soo Young, et al. Skills for green jobs in the Republic of Korea: Unedited background country study. ILO, 2010.
- United Nations Environment Programme. (2019). Emissions Gap Report
- World Economic Forum. (2023). Future of Jobs Report 2023.
- Worldwatch Institute. (2008). Green Jobs: Towards Decent Work in a Sustainable, Low-Carbon World

유럽연합의 북극 지역 단기체류오염원(short-lived climate pollutants) 감축을 위한 국가 배출 감축 의무량 지침(National Emission Reduction Commitments Directive) 시행과 한국 정부를 위한 정책 시사점

정 혁 한국외국어대학교 극지연구센터 책임연구원

1. 서론

짧은 기간 동안 대기 중에 체류하며 대기권으로 들어오는 태양 빛을 흡수하면서 주위 온도를 상승시키는 대기오염원들을 단기체류오염원(short-lived climate pollutants)이라고 한다. 이러한 대기오염원들은 메탄(methane), 수소불화탄소(hydrofluorocarbons), 대류권 오존(tropospheric ozone) 등이 있으며, 초미세먼지 종류인 블랙카본(black carbon) 등을 그 오염원들로 들 수 있다. 지난, 2023년 11월 30일에 아랍 에미리트 두바이에서 개최된 유엔 기후변화협약 제28차 당사국 총회는 단기체류오염원들이 지구온난화에 40% 이상 기여한다는 점을 인정하였다. 유럽 집행위원회(European Commission)도 유럽 북극 지역에서의 단기체류오염원들의 지구온난화에 대한 기여를 인정하고 단기체류오염원들에 대한 감축 필요성을 강조한다. 유럽 집행위원회는 유럽연합의 북극 정책에 대한 전반적인 방향을 명시하고 있는 ‘유럽연합 북극 공동 선언문(Joint Communication to the European Parliament and the Council, An Integrated European Union Policy for the Arctic)’에서 국가 배출량 최고한도 지침(National Emission Ceilings Directive)의 시행 중요성을 명기하고 있다. 이 지침은 현재 국가 배출 감축 의무량 지침(National Emission Reduction Commitments Directive)으로 개정되었다. 이에 본고는 유럽연합이 북극 지역의 온난화를 가중시키는 주요 대기오염원으로 그 감축 필요성을 강조한 단기체류오염원들의 감축을 위해 시행하고 있는 유럽연합 차원의 해당 지침들의 주요 내용들을 분석, 논의하는 것을 주요 목표로 한다. 아울러서 그 지침들의 효과적인 시행을 위한 고려 요인들을 제시하는 것도 부분적인 목표로 한다. 한국에서도 블랙카본 등의 미세먼지들의 영향이 주목과 관심을 받고 있는 바 한국 정부의 해당 정책에 시사점을 제공할 것으로 사료된다.

2. 본론

1) 국가오염원 배출량 최고 한도 지침

유럽연합 수준의 대기오염원 배출량 감축을 위해 마련된 국가오염원 배출량 최고한도 지침은 2001년에 채택되었다. 이 지침은 2010년까지 각 회원국들에게 배출량 감축 대상 오염원들의 허용 최고한도 배출량을 정하게 하였으며, 그 이후로는 그 최고한도 허용량을 초과하지 않게 하였다. 국가오염원 배출량 최고한도 지침은 채택 당시 4종류의 오염원을 직접적인 감축 대상 오염원으로 정하였는데, 이산화황(Sulphur Dioxide), 질소산화물(Nitrogen Oxides), 비 메탄 휘발성 유기화합물(Non-Methane Volatile Organic Compounds)과 암모니아(Ammonia) 등이 해당 오염원들이다. 이 지침의 목표는 대상 오염원들로부터 산성화(Acidification)와 부영양화(Eutrophication)를 유발하는 오존 전구물질(Ozone precursor)들의 배출량을 제한시켜 그 부작용(adverse effects)으로부터 환경과 인체를 보호하는 것이었다. 나아가 장기적인 목표로는 그 오염원들로부터의 영향이 위험한 수준 또는 위험한 양에 이르거나 초과하지 않도록

하고 있다. 메탄, 오존, 블랙카본 등의 감축은 해당 정책 내용이 다뤄지지 않고 있거나, 질소산화물 배출량을 제한하는 간접적인 해결, 그리고 초미세먼지 감축을 통해 가능함을 보여주고 있다. 블랙카본을 초미세먼지 감축 조치의 일환으로 해결한다는 점은 블랙카본이 초미세먼지로 분류되고 있음을 알 수 있게 한다. 아울러서 이 지침이 직접적으로 다루고 있는 오염원들은 미세먼지 및 오존층 형성과 깊은 관련성이 있다고 볼 수 있다. 즉, 질소산화물, 이산화황, 암모니아, 블랙카본 등은 미세먼지층 형성에, 비 메탄 휘발성 유기화합물과 메탄은 오존층 형성의 주요 원인으로 설명될 수 있다. 이러한 점들은 국가오염원 배출량 최고한도 지침은 생활권역에서의 대기오염물질들의 감축을 주요 목표로 하고 있다는 것을 알 수 있게 한다.

2) 국가 배출 감축 의무량 지침

국가 배출 감축 의무량 지침은 다루고 있는 대기오염원들의 2030년까지의 더욱 광범위한 법적 구속성이 있는 감축 의무를 요구하였다. 국가오염원 배출량의 상한 배출량 최고한도는 2020년까지 유지하되 2030년까지는 그 오염원들의 의무적인 감축 배출량 목표들을 명기함으로써 2020년 이후부터는 점차적으로 그 배출량 감축을 강화시키는 방향으로 정책 틀을 설정하고 있다. 또한 회원국들이 감축 대상 오염원들의 감축 경로와 관련한 정보를 대중에게 공개하도록 하였으며, 감축 경로의 중간 수준을 결정할 때는 반드시 대중에게 관련 의견을 구하게 하였다. 그 감축 경로 준수가 이루어지지 않았을 때는 관련 정보를 인벤토리 보고서에 작성해야 하며, 그 감축 경로에 다시 회귀 가능케 하는 조치들에 관한 정보도 그 보고서에 자세히 설명해야 한다. 국가 배출 감축 의무량 지침에 의거, 유럽연합 회원국들은 각각 다음과 같은 국가 대기오염 통제 프로그램(National Air Pollution Control Program)의 주요 내용을 마련하고 시행해야 할 의무가 있다. 첫째, 배출오염원이 자국 내 또는 인접 국가에 미칠 수 있는 대기질 영향 범위 평가, 둘째, 인접국들과의 대기 질 목표에 준할 수 있는 대기오염원 배출량 감축 필요 제고, 셋째, 미세먼지 감축 목표 설정 시 우선적인 블랙카본 배출 감축 조치 마련, 넷째, 유럽연합 또는 회원국 법 하에 제정된 관련 계획 및 프로그램과의 일관성 유지, 다섯째, 농업 분야 배출량 감축 위한 선택적 조치 포함, 여섯째, 프로그램 시행 책임 기관 지정, 일곱째, 4년 주기 프로그램 관련 조치 및 계획 시행 현황 보고, 여덟째, 프로그램 관련 조치 및 계획 채택 시 공공 협의(public consultation) 시행 등으로 요약될 수 있다.

3. 결론

해당 지침들의 제고 내용들로는 첫째, 국가 배출 감축 의무량 지침에서는 회원국들의 농업 분야 암모니아 배출량의 자발적인 감축을 명시하고 있다. 이에 대한 의무감축으로의 전환과 농업 분야에서 그 시행 부문이 확대되어야 한다. 둘째, 국가 대기오염 통제프로그램 시행을 위한 공공 협의의 시행 필요 여부가 회원국 별 상이하다. 따라서 공공 협의에 대한 구속성 부여와 진행방식 및 형식 관련 공통 기준이 공식적으로 마련되어야 한다. 셋째, 회원국의 프로그램 내 조치 및 정책 시행 현황에 대한 미비한 보고에 대한 개선이 필요하다. 이에 보고 체계와 관련한 독립적인 관리 및 평가를 주무로 하는 전담 기관의 설립 및 운영을 통한 보고 체계의 강화도 고려해 볼 수 있을 것이다. 그러나 무엇보다도 유럽 집행위원회는 회원국들의 단기체류오염원 감축을 위한 정책 및 조치 들의 종류, 효과 그리고 모범 감축 관행들과 관련한 정보들을 회원국들 간 공유하고 활성화할 필요가 있다. 이를 위해서는 해당 가이드스를 별개로 지침 내에 마련하여 회원국들이 좀 더 원활하고 수월하게 정책 활동을 증진시킬 수 있도록 해야 할 것이다. 한국 정부도 단기체류오염원들의 감축을 위해 대기환경개선 종합계획이라는 포괄적인 정책을 시행하고 있다. 더욱 효과적인 단기체류오염원들의 감축을 위해서는 지역 정부들 간 모범 감축 관행들과 모범 정책들의 공유 및 활성화가 이루어져야 한다. 그리고 이를 위한 협력 정책 활동 등도 수월하게

촉진시킬 수 있는 해당 가이드선의 마련이 역시 필요할 것으로 판단된다.

참고문헌

1) 국내 논문

- 정혁, 2021, 유럽연합의 북극 지역 단명기후오염원 배출량 감축 정책의 변화와 과제: 유럽연합 지침을 중심으로, 세계지역연구논총, 39(1), 107-136

2) 국외 논문

- Akinnawo, Solomon, Oluwaseun, 2023, Eutrophication: Causes, consequences, physical, chemical and biological techniques for mitigation strategies, Environmental Challenges, 12(100733), 1-18.
<https://doi.org/10.1016/j.envc.2023.100733>
- Attri, Pankaj, Koga, Kazunori, Okumura, Takamasa, Takeuchi, Nozomi, and Shiratani, Masaharu, 2021, Green route for ammonium nitrate synthesis: fertilizer for plant growth enhancement, Royal Society of Chemistry Advances, 11, 28521-28529. <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2021/ra/d1ra04441a>
- Byrne, Adam, 2015, The 1979 Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution: Assessing its Effectiveness as a Multilateral Environmental Regime after 35 Years, Transnational Environmental Law, 4(1), 37-67.
<https://doi.org/10.1017/S2047102514000296>
- Dobson, Natalie, and Trevisanut, Seline, 2018, Climate Change and Energy in the Arctic-The role of the European Union, The International Journal of Marine and Coastal Law, 33, 380-402.
<https://doi.org/10.1163/15718085-13320011>
- K., Quinn, Patricia, Bates, T.S., Baum, E., Doubleday, N., Fiore, A.M., Flanner, M., Fridlind, A., Garrett, T.J., Koch, D., Menon, S., Shindell, D., Stohl, A., and Warren, S.G., 2008, Short-lived Pollutants in the Arctic: their climate impact and possible mitigation strategies, Atmospheric Chemistry and Physics, 8, 1723-1735.
<https://doi.org/10.5194/acp-8-1723-2008>
- Stohl, A., Aamaas, B., Amann, M., Baker, L.H., Bellouin, N., Berntsen, T.K., Boucher, O., Chehian, R., Collins, W., Daskalakis, N., Dusinska, M., Eckhardt, S., Fuglestad, J.S., Harju, M., Heyes, C., Hodnebrog, Ø., Hao, J., Im, U., Kanakidou, M., Klimont, Z., Kupiainen, K., Law, K.S., Lund, M.T., Maas, R., MacIntosh, C.R., Myhre, G., Myriokefalitakis, S., Olivié, D., Quaas, J., Quennehen, B., Raut, J.C., Rumbold, S.T., Samset, B.H., Schulz, M., Seland, Ø., Shine, K.P., Skeie, R.B., Wang, S., Yttri, K.E., and Zhu, T., 2015, Evaluating the climate and air quality impacts of short-lived pollutants, Atmospheric Chemistry and Physics, 15(18), 10529-10566. <https://doi.org/10.5194/acp-15-10529-2015>
- Yamineva, Yulia, and Kulovesi, Kati, 2008, Keeping the Arctic White: The Legal and Governance Landscape for Reducing Short-Lived Climate Pollutants in the Arctic Region, Transnational Environmental Law, 7(2), 201-227. <https://doi.org/10.1017/S2047102517000401>

3) 국외 단행본 및 문서

- Council Decision 2019/407 of 4 March 2019 on the conclusion, on behalf of the European Union, of the Agreement to Prevent Unregulated High Seas Fisheries in the Central Arctic Ocean (OJL 73, 15.3.2019)
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019D0407&qid=1711461434309>
- Directive 2001/81/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2001 on national emission ceilings for certain atmospheric pollutants. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32001L0081>
- European Commission, 2008, Communication from the Commission to the European Parliament and the Council, The European Union and the Arctic Region, Brussels, 20. 11, COM(2008) 763 final.
<https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2008:0763:FIN:EN:PDF>

- European Commission, 2016, Joint Communication to the European Parliament and the Council, An integrated European Union policy for the Arctic. Brussels, 27.4. JOIN (2016) 21 final.
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52016JC0021>
- European Commission, Overview of EU actions in the Arctic and their impact, Summary, (June 2021).
- K.,Quinn, Patricia, Bates, T.S., Baum, E., Bond, T., Burkhart, J.F., Fiore, A.M. Flanner, M., Garrett, T.J., Koch, D., McConnell, J., Shindell, D., and Stohl, A., 2008, The Impact of Short-Lived Pollutants on Arctic Climate, AMAP Technical Report No. 1. (Arctic Monitoring Assessment Programme, 2008). <https://doi.org/10.5194/acp-8-1723-2008>
- Weber, Steffen, The Development of an EU arctic policy: interests, objectives, and initiatives, https://www.kas.de/documents/252038/253252/Perceptions_and_Strategies_of_Arcticness_in_Sub-Arctic_Europe_weber.pdf/7e2c379d-cda5-ca75-1e64-91c950ed6b69 (2024년 3월 17일)

4) 신문 기사

- “제3차 대기환경개선 종합계획 수립”, 환경법률신문, 2022년 12월 27일

5) 인터넷 자료

- “AirClim, The directive on national emission ceilings (NEC)”,
<https://www.airclim.org/directive-national-emission-ceilings-nec/>, (2024년 3월 24일)
- “Breathlife, WHO 대기질 지침은 무엇입니까?”, <https://breathelife2030.org/ko/news/w-h-o-air-quality-guidelines/>, (2024년 3월 10일)
- “BROOKINGS, Addressing short-lived climate pollutants after COP 28”, <https://www.brookings.edu/articles/addressing-short-lived-climate-pollutants-after-cop28/>, (2024년 3월 15일)
- “Climate & Clean Air Coalition, Short-lived Climate Pollutant Solutions”,
<https://www.ccacoalition.org/content/short-lived-climate-pollutant-solutions/>, (2024년 3월 15일)
- “Climate & Clean Air Coalition, Tropospheric Ozone”,
- “Emissions-EUETS.COM, “NEC DIRECTIVE”, <https://emissions-euets.com/carbon-market-glossary/2312-nec-directive/>, (2024년 3월 17일)
- “European Commission, First Arctic Dialogue workshop”, https://maritime-forum.ec.europa.eu/events/first-arctic-dialogue-workshop-2010-03-09_en, (2024년 3월 17일)
- “European Environment Agency, National Emission Reduction Commitments Directive-Policies and Measures (PaMs) to reduce air pollutants emissions”, <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/dashboards/overview-of-compliant-air-pollution-policies/>, (2024년 3월 25일)
- “European Environmental Bureau, Clearing the air-A Critical guide to the New National Emissions Ceiling Directive”, https://eeb.org/wpfd_file/clearing-the-air-a-critical-guide-to-the-new-nec-directive/, (2024년 3월 25일)
- “NatureScot NàdarAlba, 30 by 30 explained”, <https://www.nature.scot/professional-advice/protected-areas-and-species/30-30-and-nature-networks/30-30-explained/>, (2024년 3월 25일)
- “U.S Department of State, Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution”, <https://www.state.gov/key-topics-office-of-environmental-quality-and-transboundary-issues/convention-on-long-range-transboundary-air-pollution/>, (2024년 3월 25일)

사사

본 연구는 2024년 한국법제연구원 기후변화법제팀의 지원으로 수행된 연구이며, 연구발표물을 보강한 연구논문을 밝힙니다.

특수재난 핀테크시장 형성을 통한 4차산업혁명 시대의 재난관리 현대화에 관한 연구

김성인 국무조정실 규제혁신추진단 전문위원

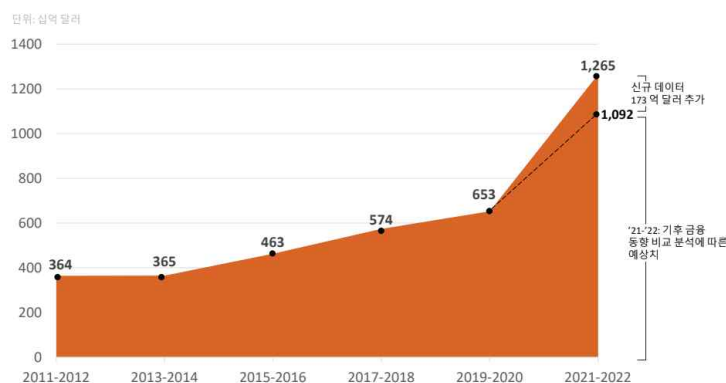
1. 서론

요즘과 같이 전례 없는 미세먼지 악화 등의 이상기후가 빈번히 발생하는 환경에서 기존의 시스템과 정책만으로 효율적인 안전관리를 하기는 어려울 수 있다. 향후 예상되는 미세먼지 추이 등 변화에 맞춰 안전시스템을 조정해야 한다.

이를 위해 재난안전관리의 과학화가 추진되어야 할 것으로 판단된다. 당장 우리에게 닥친 미세먼지 재난 안전관리는 고질적인 예산부족과 대책 부재에 시달리고 있다. 서울시가 막대한 재정을 투입해 미세먼지 절감을 위한 출퇴근시간 대중교통요금 면제를 실시했으나 그 효과는 미미한 것으로 판명되고 있다. 미세먼지 안전관리에 대한 정책은 쏟아져 나오고 있으나 정작 미세먼지의 원인분석을 위한 예산은 턱없이 부족하다. 중장기적인 미세먼지 안전관리 기술개발과 인프라 구축을 위한 예산확보가 시급하다. 이에 최근 활성화되고 있는 4차산업혁명의 신기술을 활용하여 미세먼지 안전관리를 위한 재정적 기반을 마련하는 방안을 고려해 보아야 한다. 빅데이터 분석에 기반한 핀테크 기술을 통해 미세먼지 재난에 대응할 수 있는 재원을 확보하는 것이다.

2. 본론

1) 4차산업혁명과 기후·기상관리



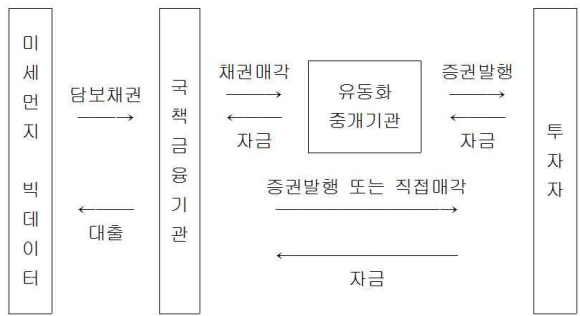
<그림 1> 세계 기후금융시장 현황(Global Landscape of Climate Finance 2023, Climate Policy Institute)

세계 기후금융 시장은 시장 규모는 꾸준히 증가해오고 있으며, 주로 민간 부문의 투자 규모에 따라 증감한다. 글로벌 기후금융 규모는 2023년 현재 1조 달러(추정치)로 성장하고 있다.

기후금융 규모는 파리협약 이행을 위한 필요규모 대비 여전히 부족한 수준이나, 기후금융 시장에 긍정적인 요인들로 인해 향후 성장 가능성이 크다. 세계에너지기구(IEA)는 2015년 파리협약 이행을 위하여 향후 15년 동안 약 13.5조 달러의 추가 재원이 필요할 것이라고 전망했다. 자발적 공약(NDC) 이행계획 구체화에 따른 투자기회 확대, 기존 공공금융의 녹색금융화, 기후관련 금융리스크 공개 및 보고를 위

한 산업 전반의 논의 확대, 혁신적인 혼합금융상품 증가 등이 긍정적인 요인으로 작용할 것으로 보인다. 기존에는 국제기구 및 정부·준정부기관이 기후금융 분야에서 큰 비중을 차지해 왔나, 최근 일부 민간 금융기관들도 In-house형 기후금융을 추진하는 등 기후금융을 강화하는 추세에 있다.

2) 미세먼지 재해의 유동화



<그림 2> 유동화의 개념

<표 1> 미세먼지 유동화 관련법

관련	주요 법률	주무 부처
금융업 전체	금융산업의 구조개선에 관한 법률	금융위원회
	금융실명거래 및 비밀보장법	
	금융지주회사법	
	예금자보호법	
	이자제한법	
	유사수신행위 규제에 관한 법률	
	신용정보의 이용 및 보호법	
업권별 법률	은행법	금융위원회
	상호저축은행법	
	여신전문금융업법	
	자본시장법	
	보험업법	
	전자금융거래법	
	대부업 및 금융이용자 보호법	
	녹색기후기금 운영지원법	기획재정부
	외국환거래법	
정보통신	정보통신망 이용촉진 정보보호법	과기정통부
	전자서명법	
	전자문서 및 전자거래 기본법	공정위
	전자상거래 소비자보호법	
	개인정보보호법	행안부
	위치정보의 보호 및 이용법	방통위
환경	대기환경보전법	환경부
	수도권 대기환경개선 특별법	

자산의 유동화 또는 증권화(securitization)란 현금흐름을 창출하는 자산을 기존의 유가증권의 형태로 가공하여 쉽게 유통될 수 있는 형태로 전환하는 것을 뜻한다. 증권화방식 자산유동화는 위와 같은 절차를 통하여 부동산, 채무, 회원권, 미술품 등과 같이 상대적으로 유동성은 떨어지나 시장가치가 높은 유·무형의 자산을 담보로 한 수익증권 등을 발행·유통시키는 방법으로 대상자산의 유동성을 높이는 일련의

행위이다.

향후 미세먼지 데이터를 유동화시켜 금융·핀테크산업 부문에 진입하려면 몇 가지 선결사항이 법적으로 규정되어야 한다. 우선 기초자산의 유동화이다. 미세먼지 및 기후 관련 각종 수치 및 데이터 등의 기초자산을 증권화하는 근거는 ‘자산유동화에 관한 법률’에 명시되어야 한다. 아직까지 관련 법 등에서 기초자산의 범위를 제한하고 있는 사례는 없는 상태이다. 또한 유동화·증권화된 금융상품의 시장 유통과 관련해서는 ‘자본시장과 금융투자업에 관한 법률’, ‘주식·사채 등의 전자등록에 관한 법률’등을 준용하여야 한다. 위와 같이 기존 법률에 유관된 규정을 추가하여 개정하는 방법이 첫 번째 방식이라고 할 수 있다. 두 번째 방식은 관련 규제 등을 분리하여 별도의 법령을 신설하는 방법이다. 2007년에 은행법, 보험업법을 제외한 자본시장을 규율하는 16개 법률을 통합하여 ‘자본시장과 금융투자업에 관한 법률’을 출범시킨 것이 그 예이다. 핀테크산업화를 위해서는 중앙정부와 국회에 계류 중인 핀테크 육성법 개정이 선결되어야 한다.

리츠 산업유발계수(부동산)			
생산	부가가치	수입	취업
(10억원)	(10억원)	(10억원)	(명/10억원)
2.65435	0.85509	0.14491	10.5

<그림 3> 리츠 산업유발계수(부동산산업의 경제적 파급효과 분석, 주택연구)

금융상품화를 통해 자본시장에 진출한 REITs의 부가가치는 자산 * 수익률 * 부가가치 유발계수(2016년 기준) = 1,396억 원에 이른다. 미세먼지시장의 핀테크산업 진출 시 부가가치는 기후변화산업 부가가치 유발계수(0.480, 2023년 기준)¹⁾ * 부가가치(리츠, 2016년 기준) = 670억 원으로 전망된다.

위와 같은 경제적 효과 외에 정부 미세먼지 재해대처, 저감대책 및 R&D 예산 부족분 보완, 미세먼지 및 기후시장 인식 장벽 제거에 따른 신규 고객 유입, 2·3차산업(미세먼지 관련산업)에서 4차산업혁명(핀테크, 빅데이터)으로의 산업간 융복합에 기반한 성장 잠재력 창출 등의 효과를 기대할 수 있을 것으로 전망된다.

3. 결론

기후변화로 인한 미세먼지 재해의 영향이 현실화될 것이라고 전망되는 현재, 기술적·공학적 대응과 함께 국가·국민의 안전을 도모하고 위험에 대처할 정책의 재원이 마련되어야 한다. 대형 재난·재해가 발생하면 언론은 피해의 규모 보도에만 관심을 기울이고 당국은 사고 처리를 위한 방안 마련 등 뒷수습에만 집중하는 악순환이 반복되고 있다. 미세먼지 재해의 악영향이 현실화되려는 현재를 기점으로 위기를 기회로 삼는 발상의 전환이 필요하다.

해외의 사례 등에서 알 수 있듯이 통상적인 관념에 사로잡혀 있는 발상을 조금만 전환해도 다양한 방향성의 기회를 엿볼 수 있다. 재난·재해 대응 정책의 재원 마련을 위한 미세먼지 빅데이터 유동화·핀테크 활성화 가능성은 결코 허황되고 실현 불가능하지 않다. 4차산업혁명 핵심기술과의 융복합 등을 통해 지금 이러한 관리체계를 조성한다면 향후 진정한 의미의 지속가능한 재난·재해 예방과 신성장동력 창출을 도모할 수 있을 것이다.

1) 정태용, 강성진, 정용운 (2015.3) 한국 기후변화산업의 국민 경제적 파급효과, 에너지경제연구

참고문헌

- 강승준, 2018. “블록체인 기술의 이해와 개발 현황 및 시사점”, 정보통신산업진흥원
- 김기범, 구자천, 구본일, 2018. “금융자산 가격들의 경기예측력 연구”, 금융연구
- 김도연, 2024.04, “탄소중립을 위한 금융의 역할”, 삼일회계법인
- 김영도, 이지연, 이보미. 2017. “탄소배출권 파생상품시장 도입방안 연구”. 한국금융연구원. pp.51-52.
- 노승욱, 2017.08.25. “유사시 내 재산 지키려면 은행 해외 서버 없어…공적서류 챙겨놔야”, 매일경제
- 민경욱. 2010. “기후변화관련 신상품의 도입 검토”. 한국거래소. pp.17.
- 박승호, 2018. “산업동향 & 이슈”, 국회예산정책처
- 방태웅, 2018. “4차산업혁명의 기반기술 - 블록체인”, 융합연구정책센터
- 백종윤, 김애정. 2016. “4차 산업혁명 대비 기상산업 신성장 동력 창출전략”. 한국기상산업진흥원. pp.7.
- 송홍선, 2023.03, “탄소중립을 위한 기후금융 발전 과제”, 자본시장연구원
- 신승남, 이경주, 2013. “극 초단타 매매 거래 전략들의 문제점 및 규제에 관한 연구”, 홍익법학 제14권 제2호
- 안지연, 박복영, 배유진, 안혜지, 하기욱, 2022, “글로벌 기후금융의 현황과 발전방향: 녹색채권을 중심으로”, 대외경제정책연구원
- 오정석 2024.06.24. “올해 역대 최악의 지구온난화와 국제원자재시장 리스크”, 국제금융센터
- 우준명, 2013.7. “금융시장 변동성의 경기 예측력”, 한국은행 BOK 경제연구
- 유선중, 정은비, 2014.01, “부동산산업의 경제적 파급효과 분석”, 주택연구, 한국주택학회
- 이용대, 박현기, 김수욱, 2015.4. “한국 주식시장에서 주식 수익률과 거래량간의 동적관계 분석”, 한국산업경제학회 산업경제연구
- 정수민, 2024.05 “저작권 투자 시장의 성장과 위험 요소”, 자본시장연구원
- 정유타, 2018.2. “금융시장의 변동성 축소와 잠재적인 위험”, 하나은행 하나금융경영연구소
- 정태용, 강성진, 정용운. 2015. “한국 기후변화산업의 국민 경제적 파급효과”. 에너지경제연구. pp.17.
- 정현중, 2017.8. “주식시장 리스크와 저변동성 주식”, 한국투자증권
- 최수정, 2013. “DMA 거래 관련 국제적 규제동향과 그 시사점”, 한국법제연구원
- 최정원, 오세경, 장재원, “빅데이터와 인공지능 기법을 이용한 기업 부도예측 연구”, 한국재무학회, 2017.11.
- 황현정. 2018. “해외주요기관의 기후금융 추진 현황 및 시사점- HSBC와 WBG의 사례를 중심으로”. 산업은행. pp.5-6.
- 대통령 직속 4차산업혁명 위원회. 2017.11.30. 『혁신성장을 위한 사람 중심의 4차 산업혁명 대응계획』.
- 기상청. 2015. 『기상산업 중장기정책개발보고서』
- KCF 파트너스. 2016. 『신시장 개척방안 연구』
- 한국저작권위원회, 2023.10. 『저작권 이슈 트렌드 - 음악 저작권 투자거래 시장의 현재』
- 한국지식재산연구원, 2022. 『지식재산서비스산업의 경제적 효과에 관한 연구』
- 행정안전부, 2023. 『재난안전통계연감』
- 환경부, 2022. 『2023년도 환경부 소관 예산 및 기금운용계획』.
- Clark, P. K., “A Subordinated Stochastic Process Model with Finite Variance for Speculative Prices”, *Econometrica*, Vol. 41, 1973.
- Copeland, T. E., “A Model of Asset Trading under the Assumption of Sequential Information Arrival”, *Journal of Finance*, Vol. 31, 1976.
- Copeland, T. E., “A Probability Model of Asset Trading”, *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, Vol. 12, 1977.
- Officer, R., “The Variability of the Market Factor of New York Stock Exchange”, *Journal of Business*, Vol. 46, 1973.
- Credit Suisse (2018) 2017 Catastrophe Bond & ILS Market Report
- HSBC (2015) HSBC Green Bond Framework
- IEA (2015) World Energy Outlook Special Briefing for COP21
- IFC (2016) Climate Investment Opportunities in Emerging Markets

- IMF (2017) Fintech and Financial Services : Initial Considerations
- KPMG (2013) Solutions for the Vitalization of Private Investment in Climate Finance
- KPMG (2017) The Pulse of Fintech
- PriceWaterhouseCoopers (2017) Global Fintech Report
- The Senate of the United States (2014) Weather Forecasting Improvement Act of 2014.
- <http://cme.com>
- <http://futuresindustry.com>
- <http://index.go.kr>
- <http://kofic.or.kr>
- <http://stooq.com>
- <http://wrma.org>

녹색분류체계(Green Taxonomy)를 활용한 국내 환경 예산안 분석과 분류 체계 보완점 고안

김명주 기후변화청년단체(GEYK) 당사국총회팀 PM

1. 서론

한국형 녹색분류체계는 지속 가능한 순환 경제 달성과 함께 녹색 금융을 활성화하며 녹색 위장 행위를 방지하기 위한 목적으로, 민간 부문에 초점이 맞춰져 있다. 녹색분류체계와는 달리 정부에서도 환경 예산을 분류하기 위한 기준을 세워 예산제에 활용하고 있다. 중앙정부 온실가스 감축 인지 예산제, 지방정부 기후 예산제 등이 있다. 국내외 환경 분야 기후 재정 파악을 위한 체계는 산업계와 정부 및 지자체에서도 달리 나타난다. 이에 전체 기후 재정 흐름 파악을 위해서는 실질적인 민관 체계의 통합이 필수적인 실정이다. 이에 기존 환경산업을 분류하는 데 사용되는 그린 텍소노미를 활용하여 국내 예산안을 살펴보고, 예산 사용 자체의 시사점과 정부 예산안 평가 활용을 위한 체계 보완점을 연구하고자 한다.

2. 본론

1) 연구 방법

연구를 위해 활용한 한국형 녹색분류체계의 구성을 먼저 분석하였다. 이후 전체 환경 예산안에 그린 텍소노미를 적용하기 위하여 추가되어야 할 기준 및 항목을 설정하였다. 그린텍소노미를 적용하기 전 사전 단계로 환경 예산만 분리한 뒤에 2024 국회 예산안을 그린 텍소노미 체계를 기준으로 분류하여 환경 분야별, 부처별, 회계별, 감축/적응으로 나누어 살펴보았다.

2) 연구 결과

(1) 한국형 녹색분류체계 분석 및 보완

국가 예산안 분석을 위해 활용될 것임을 고려하여 분류 시에 재정투자(상세: 기금, 융자, 펀드, 통합), ODA, 그린 R&D도 추가하였다. 최종적으로 개편한 분류 틀은 온실가스 감축, 기후변화 적응, 물 순환 경제, 오염, 생물다양성, 재정투자 그린 R&D (감축, 적응, 기타), ODA 총 10개 항목이다. 예산안에 포함되어 있던 원자력의 경우 녹색분류체계에서 분류하지 않고 있으며 다루기 모호한 위치임을 고려하여 완전히 배제하였다.

(2) 개편된 녹색분류체계 활용 예산안 분석 결과

① 분야별 환경 예산

환경분야 전체 예산은 16조 5,200억으로 전체 대비 약 2.5%에 해당한다. 환경 분류별 예산 비율로 보면 환경 분야에서는 기후변화 적응, 물, 온실가스 감축 부분 순이었다. 기후변화 적응 부분은 2조 8천억, 물 부분은 2조 5천억, 기후변화 감축 부분은 2조 3천억으로 파악되었다. 물 분야에서 국가하천정비, 수자원 공사 지원, 농촌용수 개발이 큰 비중을 차지하고 있었다. 특히, 물 수요관리 항목 예산이 40.25% 정도 차지함을 확인하였다.

② 부처별 환경 예산

부처별 환경 예산을 보면 환경부, 농림축산식품부, 기획재정부 순으로 나타났다. 환경부 예산의 42.64%가 물 분야에서 사용되고 있었다. 그러나 환경부 온실가스 감축, 적응 분야 예산은 5.25%에 불과함을 확인하였다.

③ 회계별 환경 예산

회계별 환경 예산을 보면 일반회계, 농어촌 구조 개선 특별회계, 환경개선 특별회계가 가장 높은 비율을 차지하였다. 기후대응기금 전출에 환경 일반회계 예산 20.6%가 사용되었으며 환경개선 특별회계 예산에서는 사업장 미세먼지 관리 사업, 산업단지 완충 저류시설 설치에 주된 예산을 투입하였다. 농어촌 구조 개선 특별회계 예산에서 농업재해보험, 농업 자금 이차보전에 46.7% 정도가 사용되었다.

④ 적응, 감축 분야 예산

적응 분야 예산은 2조 9,010억으로 이중 농업 분야 예산이 72.3%로 큰 비중을 차지한다. 기상이변 등 재난과 안전 중심 대응 예산 편성이라는 특징을 가지고 있었으며 농업 분야의 주요사업인 농업재해보험, 비축지원 등의 경우에는 기후변화적응을 위한 근본적 해결책이 아니기에 직접 영향을 받는 농업 분야의 장기적 전략 기반 지원 강화가 필요하다.

감축 분야 예산은 3조 5,587억으로 전체 환경 분야 예산의 약 21%에 해당한다. 비중 있게 편성된 에너지 전환 부분의 사업과는 달리 대응이 어려운 중소기업 탄소중립 전환 지원사업을 강화할 필요가 있다. 더불어, 단순 감축이 아닌 기존 흡수원으로서의 농업 분야 역할 고려해야 한다.

R&D가 예산안 편성에 미치는 영향 확인을 위하여 감축/적응 분야 R&D 포함 유무에 따른 예산을 비교하고자 하였다. 비교 결과 R&D 포함 전후 차이가 적응 분야에 비해 감축 분야가 50배 이상 차이가 나는 것으로 분석하였다. 이와 더불어, 발전 에너지 분야 R&D 의존도 감소 필요성을 확인하였다.

3. 결론

본 연구는 한국형 녹색분류체계를 활용하여 국내 예산안의 환경 재정 흐름을 분석하고, 이에 대한 시사점을 도출하고자 했다. 연구 결과, 한국형 녹색분류체계는 녹색 경제활동의 기여도를 평가하고, 그에 따른 예산 구조를 세부적으로 분류하는 데 유용하였으나, 일부 항목에서는 적용의 한계가 드러났다. 특히 원자력 분야와 관련된 명확한 분류 기준의 부재로 인한 배제 필요성이 제기되었으며, ODA 및 그린 R&D 항목의 추가 필요성도 확인되었다. 분석 결과, 기후변화 적응, 물관리, 온실가스 감축 등이 주요 환경 예산 항목으로 나타났으며, 부처별로는 환경부, 농림축산식품부, 기획재정부가 주된 역할을 수행하고 있었다. 적응 분야에서는 재난 및 안전 대응 예산이 높은 비율을 보였다. 그러나 농업 분야 예산이 기후변화 적응을 위한 장기적 전략보다는 재난 대응에 치중되었다는 점에서 개선이 필요하다는 점이 드러났다. 감축 분야에서는 발전 에너지 분야 R&D 의존성이 두드러져 중소기업 탄소중립 지원과 같은 직접 감축 사업 강화가 필요할 것으로 파악하였다.

본 연구는 국가 예산이 녹색경제 및 탄소중립 목표 달성을 위해 보다 체계적으로 운용될 수 있도록 그린 텍소노미 적용의 필요성을 강조한다. 환경 분야 재정 관리는 민관 통합 시스템이 존재하지 않기에 실질 국가 차원에서 재정 흐름을 파악하기는 어렵다. 이에 따라 온실가스 감축 인지제와 더불어 예산안 수립 과정에서 환경 전 분야 재정 관리를 위한 세부 체계가 마련되어야 하며 민관이 동시에 적용할 수 있는 그린 텍소노미의 개정이 이루어져야 할 것이다. 이를 통해 정부 예산과 정책이 환경 목표와의 연계를 강화하고, 효율적인 자원 배분을 실현하는 데 기여할 수 있을 것으로 기대된다. 본 연구결과는

UNFCCC산하 YOUNGO 2024 LCOY(Local Conference of Youth) KOREA 기후 재정 행사를 통해 공유되었으며 GYS(Global Youth Statement)에 반영되어 당사국총회에 전달될 예정이다.

참고문헌

- “나라살림연구소 해외 기후변화 대응정책”, <https://narasallim.net/>, (2024년 9월 4일)
- “2024년도 예산안 심의결과”, www.nabo.go.kr, (2024년 8월 4일)
- “2024주요 재정통계”, www.fis.kr, (2024년 8월 4일)
- 박덕영 외 1인, 『파리협정의 이해』, 출판사 박영사, 2020
- “한국형 녹색 분류 체계 가이드 라인”, <http://www.me.go.kr/home/web/main.do> (2024년 9월 4일)
- “탄소중립 녹색성장 국가 전략 및 제1차 국가 기본계획 요약”, <https://www.gihoo.or.kr/menu.es?mid=a30103000000>, (2024년 9월 4일)
- “UNFCCC 사이트: 파리협정 문서”, <https://unfccc.int/sb58>, (2024년 9월 4일)
- “UNFCCC사이트: COP29 당사국 서한”, <https://unfccc.int/sb58>, (2024년 9월 4일)

포스터발표 세션 4.

교육/커뮤니케이션

- 학부모·학생으로부터 폭력을 경험한 전문상담교사의 심리적 어려움과 대처 경험에 관한 질적 연구
이영주 연세대학교 교육연구소 연구원
이정은 홍익대학교 상담심리학과 석사과정
- 인류세의 인간은 어떻게 변화하는가?
- 1세대 기후 활동가 '지대'의 생애사를 통한 기후학습 과정 연구
신혜정 서울대학교 사범대학 교육학과 박사과정, 숲과나눔 장학생
- 영화 포스터 분석을 통한 재난 및 안전의 사회적 재구성
장현진 동의대학교 소방방재행정학과 재난관리학전공 석사과정
양수연 동의대학교 소방방재행정학과 재난관리학전공 석사과정
엄영호 동의대학교 소방방재행정학과 조교수

학부모·학생으로부터 폭력을 경험한 전문상담교사의 심리적 어려움과 대처 경험에 관한 질적 연구

이영주 연세대학교 교육연구소 연구원
이정은 홍익대학교 상담심리학과 석사과정

1. 연구의 목적 및 필요성

교사들의 근무 환경 악화로 인해 정신건강 문제가 심각해지며, 특히 학부모와 학생으로부터 폭력을 경험한 전문상담교사들의 심리적 어려움이 증가하고 있다(조선일보, 2023. 10. 28). 이로 인해 교사들의 우울증, 스트레스, PTSD 등의 문제는 교직 생활에 큰 영향을 미치고 있다. 본 연구는 이러한 폭력 경험이 전문상담교사들에게 미치는 심리적 영향을 분석하고, 그들이 어떻게 대처하는지에 대해 질적으로 탐구하고자 하였다. 이를 통해 교사들의 정신건강 지원 및 근무 환경 개선을 위한 기초자료를 제공하고자 한다. 연구 문제는 다음과 같다. 첫째, 학부모·학생으로부터 폭력을 경험한 전문상담교사들은 어떤 심리적 어려움을 경험하는가? 둘째, 학부모·학생으로부터 폭력을 경험한 전문상담교사들은 어떤 대처 경험을 하였는가?

2. 연구방법

1) 연구참여자

본 연구는 최근 2년 이내에 학부모·학생으로부터 폭력을 경험한 전문상담교사 4명을 대상으로 질적 연구를 진행하였다.

2) 자료수집

자료 수집은 2023년 10월 28일부터 12월 20일까지 심층 면담을 통해 진행되었다.

3) 자료분석

자료 분석은 Krippendorff(2003)의 내용 분석 절차를 따랐다. 연구자는 심층 면담 녹취록을 반복하여 읽고, 의미 있는 진술을 문장으로 구성한 후, 개념화와 범주화 작업을 통해 차원별로 분석했다. 분석 과정의 적절성과 신뢰성을 확보하기 위해 연구참여자들과 동료 검토를 실시하였다.

4) 연구윤리와 신뢰성

연구는 Lincoln과 Guba(1985)의 윤리 기준에 따라 중립성, 일관성, 적용성, 진실성을 고려했다. 참여자에게 연구 주제와 목적을 사전 안내하고 동의를 받았으며, 비밀 유지와 익명성 보장을 명시했다. 면담 중 불편 시 즉시 중단하고, 상담사를 통해 안정화 작업을 진행하였다.

3. 연구 결과

1) 전문상담교사의 심리적 어려움

대주제	상위영역	하위영역	의미단위
심리적 어려움	학생으로 인한 심리적 어려움	무력감	비자발적으로 와서 상담 거부하는 학생을 제재할 수가 없어 힘이 빠짐
		다른 교사의 회피	담임선생님이 문제 학생과 여이기를 꺼려해 전문상담교사에게 맡기며, 자신이 문제의 '쓰레기통'이 된 듯한 느낌 전문상담교사에게 넘긴 후, 추가로 해결할 수 있는 사람이 없어 막다른 골목에 다다른 기분
		학생의 폭력	학생이 상담실을 돌아다니며 물건을 집어 던져 위협감을 느끼는 상황 학생들의 언어폭력, 물건 집어 던지기, 협박 및 위협으로 인한 좌절
		학부모로 인한 심리적 어려움	무리한 요구를 거절했을 때 학부모의 욕설과 위협을 경험 교육 철학을 고수하다 보니 학부모와의 마찰 발생 학부모의 폭력적 공격으로 신체적 상처와 정신적 고통을 겪음 학부모가 자주 방문하여 전문상담교사를 탓하며 언어폭력과 협박을 가함
	상담사 개인의 심리적 어려움	부당한 책임감	문제 학생의 행동에 대한 모든 책임이 자신에게 전가되는 느낌이 부담스럽고 힘들
		현실의 괴리감	언어폭력, 물건 던지기, 협박 등으로 인한 충격이 심각하여 현실과의 괴리감을 느끼는 상황 대처할 방법이 없다는 사실로 인한 스트레스
	상호작용적 심리적 어려움	학교 현장의 딜레마	관리자(교장, 교감 선생님)가 문제에 대해 관망하는 태도로 인해 어려움이 심화됨 학교에서는 문제를 조용히 넘여가기만을 원함 상담보다는 교육부나 학교 규정이 우선시됨
		관리자의 비난	관리자가 전문상담교사의 자질을 탓함
		가치관 갈등	교사로서의 가치관과 학부모의 무리한 요구 사이에서 갈등
심리적 어려움 증상	신체적 증상	두통과 외상	머리가 자주 지끈지끈 아픔 진단서 받을 정도로 학부모에게 맞음
	인지적 증상	소진을 거쳐 적응	초기 소모, 5년 차 유연한 대처 근무 후 퇴사
	정서적 증상	심리적 부담	두려움과 위축
		의욕 저하	교육적 철학을 중시하지 말고 대충 사무적으로 해야 하나 고민

2) 전문상담교사의 대처 경험

대주제	상위영역	하위영역	의미단위
대처 경험	학생으로 인한 대처 경험	무대응	전문상담교사는 못 들은 척하며 가만히 있고 학생이 지나가기만을 기다림
	학부모로 인한 대처 경험	차단	학부모의 무리한 요구를 거절하고 결국 전화 수신 거부
		갈등	학부모가 신념, 가치, 철학을 무너뜨리려 해서 굽히지 않고 다툼
	상담사 개인의 대처 경험	명상	마음 챙김 명상
	상호작용적 대처 경험	상담	힘담과 뒷이야기에 번아웃이 와서 정신과 치료와 교권 보호센터 상담 담임을 뒤흔다꺼리 해주는 사람이나 인정을 못 받는다는 생각 학교나 다른 교사에게 도움받지 못함
		고립	담임교사로부터의 위로 받음 보건소 선생님이 위로해 줌 교감 선생님의 일적인 인정
대처 방법	신체적 대처 방법	병원 치료	학부모가 찾아와서 다툼 이후 진단서를 떼고 병원 치료 받음
	인지적 대처 방법	신고	학교 징계위원회에 신고하고 법적 조치 언급하니 중단됨
	정서적 대처 방법	상담과 신앙	불면증으로 일상생활에 지장을 받아서 신앙에 의지함 학교 관련 사람들은 도움을 받지 못하고, 상담 지원
대처 경험 후 인식 변화	역할 수용	적응 어려움	심리적으로 위축되어 상담 이론 적용에도 한계를 느낌 교사 보호 부족 상담 교사 간 네트워크 부족
	자아 성찰	자기 돌봄	스스로 마음 돌보는 노력을 함 미련한 감정적 시행착오로 인한 성찰
	상담에 대한 인식 변화	정서적 지원	교권보호센터 상담 지원을 받아 지지받음 교권보호센터에서 상담 지원을 상담예산의 증액으로 좀 더 늘려주었으면 하는 바람
	제도 개선 요구	학교 환경 개선 요구	학생과 전문상담교사가 거리를 어느 정도 유지할 수 있는 시스템 보완 필요 징계위원회 두 달간 결정 기간 전에 중간 단계 마련 요청 학부모 민원에 시달릴 시 학교 위의 상위기관 제도 개설 교권 피해 시 병가나 휴직 제도 요청
			교원 수만 늘어나고 개선점이 없는 것 같음
			직업 사명감이 무너짐
	좌절 및 포기	의지 소진	학교 내 인식이 낮음에 대한 회의감과 보호받지 못한다는 불안감
		무력감	학교 내 인식이 낮음에 대한 회의감과 보호받지 못한다는 불안감
		탈 직	전문상담교사로서 신념이 사라짐 근무 후 퇴사

4. 논의

본 연구는 학부모·학생으로부터 폭력을 경험한 전문상담교사들의 심리적 어려움과 대처 경험을 심층 분석하였다. 연구 결과, 교사들은 비자발적인 상담 자세와 관리자의 무시, 교직적 딜레마 등으로 어려움을 겪으며, 심리적 어려움은 신체적, 정서적 증상으로 나타났다. 대처 방법으로는 상담과 사회적 지원이 효과적이었다. 연구는 전문상담교사의 심리적 회복과 인식 변화 과정을 탐구하며, 학교 환경 개선과 지원 시스템 강화를 제안한다. 연구의 한계로는 사례의 일반화 제한과 고립된 상황이 지적되며, 향후 포괄적 연구와 지원 시스템 강화가 필요하다.

참고문헌

- 이혜운(2023. 10. 28). 교실은 병원이 아니에요, 교사가 모든 일을 감당할 순 없어요. <https://www.chosun.com/national/weekend/2023/10/28/EPHYMBRQFRA4RD7T2ICI7WPWT4>.
- Krippendorff, K. (2003). Content Analysis: An Introduction to Its Methodology, (2nd ed.), Thousand Oaks, CA: Sage publications, Inc.
- Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). Naturalistic inquiry. Sage Publications.

인류세의 인간은 어떻게 변화하는가?

1세대 기후 활동가 ‘지대’의 생애사를 통한 기후학습 과정 연구

신혜정 서울대학교 사범대학 교육학과 박사과정, 숲과나눔 장학생

1. 서론

사회는 어떻게 변화하는가? 인간은 어떻게 변화하는가? 고전적인 질문이 소위 ‘인류세’의 맥락에서 다시 소환되고 있다. 지속가능한 전환을 위한 논의에서 교육은 사람들의 전환 내지 친환경적 실천을 유도하는 기제로 빈번하게 소환된다. 이때의 교육은 민주적인 수단이자 ‘교화’의 도구로써 제시되는 경우가 많다. 그러나 답이 정해진 전달 위주의 교육에서, 특히 사회의 경제 위주 맥락과 가치가 변하지 않는 상황에서 전환이 장기적으로 유효할 것이리라 보기는 어렵다. 이러한 맥락에서 주류의 지속가능발전 교육이 기존 체제에 도전하기보다는 유지한다는 지적이 이어지고 있다(Stein 외, 2022; Barrineau 외, 2022). 그렇다면 인간은, 사회는 어떻게 변할 것인가? 혹은 이렇게 물을 수도 있을 것이다. 인간은, 사회는 어떻게 이렇게도 변하지 않는가? 어떻게 자기임을 끈질기게 유지하는가? 변화 또는 동질성의 지속적인 생성 - 우리가 불변이라고 이름 붙여온 - 을 일종의 학습이라고 본다면, 그 학습은 어떻게 이루어지는가?

이 연구는 기후 대응 시민단체 ‘G’의 상임이사 ‘지대’의 생애사에 초점을 맞춘다. ‘지대’는 ‘G’ 단체 설립 이래 20여 년을 몽골에서의 사막화 방지 활동에 주력하여 기후변화 대응 활동에 몸담아왔다. 참여자는 어떻게 기후변화에 주목하게 되었으며, 어떻게 실천했고, 그 실천을 계속적으로 유지하고 있는가? 참여자의 세계에서 기후변화는 어떤 위치에 있는가, 어떤 과정을 거쳐서 그렇게 위치 지어지게 되었는가? 이 연구는 기후변화 대응에 대한 참여자의 지속가능한 천착이 어떻게 가능했는지를 학습의 관점에서 탐구하며, 이 사례가 기후변화 내지 환경 학습에 시사하는 바를 논의하고자 한다.

2. 본론

1) 어떻게 기후변화에 주목하게 되었는가?

(1) “전교 1등을 해보아겠다”

‘지대’는 경상남도 산청에서 1961년 태어났다. 집은 “되게 못 살았”다. 한국전쟁 중 후퇴하다 낙오된 북한군 중 일부는 전후에도 지리산 등을 거점으로 활동하다 대대적인 토벌 작전을 통하여 1956년 즈음 대부분 소탕된다. 지대’의 어린 시절, 동네 어른들은 그의 집에 와서 아버지와 밤새 담배를 피우면서 “빨치산 대장이 내 친구였다”는 무용담을, “요 앞에 대나무숲에 빨치산을 숨겨줬는데 잡혀가는 바람에 너무 무서워서 군대를 갔다”는 이야기를 밤새, 여러 밤에 걸쳐서 하고 또 했다. 지대는 초등학교 6년 동안 학교 간 날이 100일이 채 안 됐다. 한 달에 몇백 원 하는 육성회비를 못 내니 학교에 가도 찬 밥 신세라, 길거리를 방황했다. 주로 전과상 앞에 앉아 라디오를 들었다. 그랬던 그에게 전환의 시점이 찾아온 것은 초등학교 6학년 때였다. 거리를 걷던 그에게 한 남학생이 “야 이 거지 같은 새끼야”라 외쳤다. ‘지대’에게 그 말은 “완전히 어떤 밑바닥 생활에서 누군가가 나한테 관심을 보여준” 유일한 말이었고, 그는 그때에서야 충격과 함께 자신에 대한 “어떤 자각”을 했고, “어떤 반발심이 좀 생”겼다. 그 경험은 그가 초등학교 졸업 무렵 ‘가’로 점철된 생활기록부를 보며 “이렇게 안 살고 싶다”, “지독하게 좀 바뀌어야 되겠다”, “전교 1등을 해볼까”하는 황당한 생각을 하는데 결정적인 역할을 했다. 그는 그때 “의식이 바뀐” 것이라고 회고한다. 이후 중학교 입학까지의 3개월 동안 아침 7시부터 밤 11시까지 공부했다. 고물상에 들

어오는 책들을 살살이 뒤져서 그저 외웠다. 중학교 입학 1개월 후 첫 시험 발표가 났다. 그가 전교 1등이었다. ‘지대’는 그때 “사람들이 어떻게 태도가 달라지는지를” 본다. 씻지를 못해 비듬 많고 때가 끼었던 그가 학교와 집에서 주목받기 시작한다.

(2) “한 사람도 소외되는 사람이 없도록”

‘지대’는 집안에서 유일하게 대학에 입학해, “나라도 우리 집안을 일으켜야 되겠다”는 생각으로 1학년 때부터 고시 공부를 했다. 그러다가 학생운동을 하다 강제징집당한 친구의 부탁으로 6개월간 운동 일을 맡게 된다. 그 6개월이 좀 문제였다. 운동이 “너무 재미있”었던 것이다. 그가 본 책에서 나오는 한국의 노동자와 농민, 민중, 사회주의와 분단의 이야기는 그가 초등학교 시절 거리를 배회하며 보고 들었던 이야기였고, 산청에서 밤새워 듣고 또 듣던 어른들의 이야기였고, 어떻게 보면 그 자신의 이야기였다. 그리고 ‘전환’의 순간이 온다. 하루는 어머니가 그에게 밥을 해준다고 상경했다. 어머니는 구로공단에서 한 달에 8만 6천 원을 받으며 일을 했다. 어떤 날은 밤샘 근무 후 아침에 들어와서 그에게 밥만 차려주고 다시 나갔다. 2주 만에 어머니는 쓰러졌다. 병원으로 어머니를 업고 달리면서 그는, “우리 엄마를 잘 도와야 되겠다”가 아니라, “이렇게 힘든 노동자들이 이 세상에 한 사람도 없도록 해야 되겠다”고 결단처럼 생각했다. 그의 회고에 따르면 “인식의 확장”의 그 순간부터 그는 “혁명가의 길로” 들어서게 되었다. 그의 세상이, 그가 규정하는 그 자신이, 그가 살아갈 인생의 방향이 바뀌는 차원의 존재론적인 변화였다. 그의 소외된 사람이 없도록 한다는, ‘민중 해방’이라는 기치에서 해방되는 농민, 노동자, 빈민은 그가 초등학교 시절 배회하며 본 거리의 사람들이었고, 빨치산과 친구고 친척이라며 손가락질 받던 가족과 고향 사람들이었고, 공단의 살인적인 스케줄에 쓰러진 어머니였고, 학교에서 소외받아 거리를 떠돌아다니던 어린 시절의 자신이었다.

(3) “인류의 고민은 무엇인가?”

‘지대’의 세 번째 전환의 서막은 1992년 소련 해체와 함께 시작된다. 1980년대 한국 민주화운동에서의 사회주의 지향성이 소련 해체와 함께 급격히 무너지며 그가 20대를 바쳤던 운동이 저물고 있었다. 각 지역의 운동 조직이 질서 있게 정리되도록 돕는 일을 마무리하자 그가 할 일은 없었다. 목숨 걸고 했던 운동에서 남은 것은 없었다. 갈 곳도 없었다. 한국에서 할 일은 없다고 생각했다. “혼자 남았구나” 느끼던 빠져린 막막함 속에서 전환은 일어난다. 1990년대의 세계화의 흐름 속에서 ‘지대’는 ‘인류는 뭘 고민할까’를 고민하기 시작했다. 자신과 같은 처지의 몇몇 운동 동료들과 맨땅에 헤딩하여 그는 마침내 1998년 한국, 중국, 일본, 대만, 몽골의 정부 관계자, 지식인, 시민단체들이 모이는 동아시아 포럼을 개최한다. 포럼의 주제는 ‘시민들이 어디에서 가장 위기에 빠질 수 있는가’였다. 민중, 노동자, 농민이 이제 ‘시민’이 되는 시대였다. 첫 포럼은 한국에서 개최했고, 이듬해 2차 포럼은 일본 요코하마에서 열었다. 지구 온난화 방지를 위한 교토 의정서가 1997년 발효된 직후라 일본에서는 기후변화 관련 논의가 활발하던 때였다. 2년간의 포럼을 통해 포럼에서는 기후위기, 그중에서도 한중일 황사와 연결되는 몽골의 사막화 대응에 초점을 맞추자는 결론을 내린다. 이는 그가 이후 이십여 년을 중심 삼아온 주제고, 현장이 된다.

2) 어떻게 기후변화 대응 실천을 지속해나가는가?

어떻게 기후 활동을 지난 24년간 이어올 수 있었는가의 질문에 대해, 그는 “살아남기 위해서”라고 이야기한다. “살아남아야 이긴다”는 것은 그가 운동을 통해 얻게 된 전제였다. 단체를 설립한 후로는 단체가 현실적으로 살아남아야 했다. 몽골에서 나무심기를 시작했지만, 나무심기는 누구나 할 수 있었다. 단체만의 차별성에 대한 고민은 나무심기와 주민자립이 연결된 주민자립형 조림 모델의 개발로 이어진다. 지금도 그는 남들보다 3-5년 정도 앞장설 수 있는 방법을 고민한다. 그래야 한다.

그에게 있어서는 기후변화 대응도 인류가 살아남기 위한 것이다. 다만, 그때의 살아남기는 이전까지의 살아남기와는 조금 달라진다. 전후 경제성장 시대의 살아남기가 주로 물질적이고 경제적인 차원이었다

면 이제는 기후 대응을 고려해야 살아남을 수 있다. 국제회계기준(IFRS) 재단에서는 2021년 국제지속가능성기준위원회를 출범시켜 국제 표준 지속가능성 공시 기준을 마련했다. 그 기준에는 기후변화, 생물다양성, 인권 관련 위험과 전환계획 등이 포함된다. 이러한 움직임은 가리켜 지대는 이제 “기후위기를 일으키는 장본인들이, 이제는 기후위기 문제를 고려하지 않고서는 투자를 못 받는 시대, 또 기후위기를 고려하지 않고서는, 또 생물다양성을 고려하지 않고서는 물건을 못 파는 시대”가 되었다고 말한다. 이러한 시대에 인간은 ‘지대’가 바라는 대로 “파괴의 존재에서 살림의 존재로” 진화해야만 살아남을 수 있게 된다. 이러한 진화는 사실 그가 겪어왔던 변화와 겹친다. 20대와 30대의 학습을 거치면서 그의 생존은 필연적으로 다른 이들의 생존과 연결되게 되었다. 생존해야 기후변화 대응을 이어갈 수 있고, 인류의 생존을 담보할 수 있고, 그가 혁명가로서 살 수 있게 된다. 그는 인류가 점진적으로 진화하고 있음을, 그 변화는 느리지만 반드시 올 것임을 믿었다. 그의 과거 성공 경험들이 미래를 버티는 희망이 된 것이다.

3. 결론

‘지대’의 학습을 통하여, 우리는 첫째, 오랜 시간을 걸쳐 이루어진 생각과 삶의 범위의 확장이 기후변화를 자신의 이야기로 받아들이는 배경이 되었음을 알 수 있다. 둘째, 학습의 단위가 개인에 국한되지 않고 개인/집단/사회를, 과거와 현재를 넘나든다는 것을 관찰할 수 있다. 10대 ‘지대’의 변화는 우연한 타인과의 상호작용이 계기가 되었고, 뼈를 깎는 노력으로 전교 1등을 한 후에는 학교 학생들과 교사, 그리고 가족들의 ‘지대’에 대한 시선과 대우가 변화하며 모범생 지대를 만들어가게 되었다. 20대의 변화에는 ‘지대’가 어린 시절 및 현재의 경험과 관계를 사회적 차원에서 파악하며 연동하며, 이를 배경으로 자신의 정체성을 새롭게 자각하며 삶의 범위가 가족에서 한국사회로 확장되는 존재론적인 변화가 가능케 된다. 30대의 변화에서는 사회 및 집단의 변화가 개인의 변화로 이어지는 방향을 관찰할 수 있다. 지향점이 해체되고 동료들이 흩어지며 혼자 남은 것 같은 막막함 속에서 ‘지대’의 생각의 범위는 한국에서 인류로 확장된다. 셋째, 따라서 개인의 학습 - 심층 학습 또한 - 은 집단 또는 사회변화의 차원에서 동반된다는 가능성을 볼 수 있다. 베이트슨(Bateson, 1972/2006)은 학습을 단계별로 제시하는데, 제로 학습은 외부로부터 단순히 정보를 수용하는 것이라면 습관화 혹은 조건 반사 등의 일차 학습은 제로 학습에서의 변화를, 이차 학습은 일차 학습의 과정에서의 변화를 의미한다. 이차 학습이 학습하는 것에 대한 학습, 재-학습으로, 추상적이고 철학적이고 무의식적이고 윤리적인 전제들의 형성 또는 변화가 이에 해당된다(Bale, 1992). 삼차 학습은 이차 학습으로 습득된 전제, 습관의 속박으로부터 유연해진다는 것으로, “자아에 대한 근본적인 재정의”(Bateson, 1972/2006:472)를 뜻한다. 개인의 학습은 그가 사는 사회의 암묵적인 가정과 ‘추상적 사고습관’을 전제로 한다고 할 때, 사회의 변화는 개인의 학습과 분리될 수 없이 연결된다. 사회가 변화하면, 개인의 학습의 맥락은 변화한다. 자연스럽게 이차 내지 그 이상의 학습이 유도되는 것이다. 현 인류세에서는 ‘지대’의 말대로 기후위기에 따라 점진적으로 변화하는 무역과 경제 시스템의 기준들 등 사회제도와 인식, 환경이 그러한 학습을 예고하고 있다.

‘지대’가 계속 혁명가로서 살아있도록 유지해 나가는 주요요인 중 하나는 지대의 의식과 노력이다. 인간의 의식은 근대에 부각되었던 것처럼 단독적이고 개체 단위로 존재하는 것이 아니라 다른 물질 및 체계들과 필연적으로 연결되어 존재하며, 때론 매우 취약하지만, 때로는 몇십 년간을 지속되는 힘을 가지기도 한다. 의식 또한 개인, 사회 및 생태체계의 일부로서 변화를 일으킬 수 있는 여지를 갖는 것이다. 그리고 그것이 촉발하거나 관계된 변화의 연합이 넓고 깊어져 개인 단위의, 집단 단위의, 또는 사회 단위의 체계라고 불릴 만한 것을 형성한다면, 어느 차원에서 그것이 “덜 의식적이고 원시적인 수준으로 가라앉”(Bateson, 1972/2006:254)아 습관으로 형성된다면, 그것은 또다시 변하기 힘들어 보이는 벽이 될 것이라 짐작할 수 있다. 이 견고해 보이는 근대도, 인류세도, 사실 그런 식으로 만들어졌던 것이다.

참고문헌

- Bale, L. S., 1992, Gregory Bateson's theory of mind: Practical applications to pedagogy, URL: http://www.narberthpa.com/Bale/Isbale_dop/learn.htm[2.2009].
- Barrineau, S., et al., 2022, Emergentist education and the opportunities of radical futurity, *Futures* 144, 103062. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2022.103062>
- Bateson, G., 『Steps to an ecology of mind: Collected essays in anthropology, psychiatry, evolution, and epistemology』, (박대식), 책세상, 2006
- Stein, S., Andreotti, V., Suša, R., Ahenakew, C., & Čajková, T., 2022, From “education for sustainable development” to “education for the end of the world as we know it.”, *Educational Philosophy and Theory*, 54(3), 274–287. <https://doi.org/10.1080/00131857.2020.1835646>

영화 포스터 분석을 통한 재난 및 안전의 사회적 재구성

장현진 동의대학교 소방방재행정학과 재난관리학전공 석사과정

양수연 동의대학교 소방방재행정학과 재난관리학전공 석사과정

엄영호 동의대학교 소방방재행정학과 조교수

1. 서론

재난은 사회적으로 구성된다(socially constructed). 이는 재난은 실제 발생한 상황이자 사건으로서의 의미와 함께 사회 환경과의 상호작용을 통해 재난이 재해석 될 수 있다는 것을 의미한다. 또한 재난은 사회적 균열을 발생시키고, 기존 체계의 모순을 드러나게 만들어 위험 요소들이 새롭게 등장하기도 한다. 뜻밖에도 일어나는 재앙과 고난이라는 재난의 정의(김대근, 2024) 등을 통해서도 알 수 있듯, 재난은 예외적인 상황으로 인식되어 왔다. 그러나 경제발전과 글로벌화의 이면에 놓여있는 기후위기의 위험은 재난이 이제 우리의 일상에 있다는 것으로 이해하게 한다. 코로나-19의 팬데믹을 통해 재난의 정치·경제·사회 등 다양한 사회환경과 상호작용하며 밀접하게 연계되어 엄청난 파급효과를 일으키는 것을 목격하였다. 또한 한국사회는 2014년 세월호 참사, 2022년 이태원 참사 등 직접적으로 일상에서 삶이 무너질 수 있음을 경험하였고, 여전히 회복 중에 있다. 재난이 사회적인 속성이 강하게 나타난다는 것은 재난 당시의 사회적 분위기와도 밀접하게 연관된다. 실제 2014년 세월호 참사는 전국의 지역축제 및 대학 축제 등이 잠정 중단되기도 하였다. 즉, 재난은 사회와의 밀접한 연계를 통한 재난의 해석과 의미 찾기가 이루어지고, 문화적 맥락에서 재난을 재해석하기도 한다.

이러한 측면에서 재난이 발생한 당시의 시점에서 재난을 이해하는 것과 재난 이후의 사회 변화 속에서 재난을 이해하는 것은 분명한 차이가 존재한다. 재난을 우리가 다시 기억하고 재해석하고, 재난을 통해 새로운 삶의 고찰을 하는 것은 결국 사회적인 의미 속에서 찾아가게 되는 것이라고 할 수 있다. 본 연구는 이러한 재난 및 안전의 사회적 재구성의 측면에 주목하고 있다. 구체적으로 재난을 표상화할 수 있는 재난영화 그중에서 상징적으로 영화의 관심을 갖게 만드는 영화 포스터를 분석하여 재난이 어떻게 사회적으로 구성되는지 분석하는 것을 목적으로 한다. 재난이 일상 속 위험으로 자리잡고 있지만, 예외적이라고 말하는 것은 대형재난을 직접 경험하기 어려운 데에서 찾을 수 있다. 그러나 직접 재난을 경험한 사람은 적지만, 대부분은 영화와 같은 매체를 통해 간접적으로 그 위험성을 인식하기도 하며, 영상 매체나 문화·예술 작품을 통해서도 사람들의 주관적 인지 구조가 변화되기도 한다(Granello et al., 1999; Wilson et al., 1999; Coltrane & Messineo, 2000; Kamalipour, 2000; Ramasubramanian, 2007; 김정은·서진환, 2015).. 영화 포스터는 이러한 영화의 첫인상을 결정짓는 중요한 광고 수단으로, 영화의 상징적 아이콘으로 활용되며, 오프라인과 온라인에서 관객의 인식을 형성하는 데 중요한 역할을 한다(민신기, 2016; 김형석, 김성훈, 2015). 본 연구는 2000년 이후 극장에서 상영된 국내 재난영화 109편을 대상으로 재난 및 안전이 어떻게 포스터에 표상되고 상징화되어 나타나는지 분석하여, 사회적 메시지가 전달되는지를 실증분석하고자 한다.

2. 본론

본 연구는 국내 재난영화 포스터의 분석을 통한 재난의 사회적 의미가 어떻게 구성되는지 살펴보고자 한다. 2000년 이후 극장에서 개봉한 영화를 대상으로 하며, 이는 2014년 세월호 참사 등 대형 재난사고

발생의 전후에 대한 비교 분석이 가능하다는 점에서 시간적 연구범위를 설정하였다. 영화 데이터는 한국영화진흥위원회의 데이터베이스를 기반으로 하여 영화 포스터 및 영화 기본정보를 활용하여 데이터를 구축하였으며, 이를 기반으로 내용 분석을 실시하고자 한다. 재난영화의 장르가 따로 구분되어 있지 않다는 점에서 2000년 이후 개봉 영화의 영화 줄거리를 기반으로 재난이 등장하거나 재난을 주제로 한 영화를 분석 대상으로 설정하였다.

본 연구는 영화 포스터에 대한 내용분석인 내러티브 분석을 실시한다는 점에서 분석틀의 도출이 중요한 의미를 지니고 있다. 따라서 기존의 영화 및 영화 포스터 등에 대한 선행연구들을 검토하여, 내러티브 분석에 활용된 주요 변수 및 지표들을 목록화하였으며, 이에 대한 모든 데이터를 구축하였다. 이를 기반으로 실질적으로 재난 영화에서 활용할 수 있거나, 영화의 사회적 표상을 정책화하는 연구 등을 중심으로 구체적인 분석틀을 설정하였다. 본 연구에서 활용된 주요 변수 및 영화 목록은 부록에 제시하고자 한다.

영화 및 영화 포스터의 간략한 추세 및 기초 분석을 살펴보면, 재난영화는 사회재난이 약 77%로 가장 많은 주제로 촬영되었으며, 상업적인 측면에서의 관심과 흥미를 끌어내는데 집중되어왔으나, 2014년 세월호 참사 이후 재난영화의 변화가 나타나고 있는 것을 확인하였다. 상업영화, 블록버스터 영화 등 많은 제작비용과 인지도가 높은 유명 배우의 출연에서 독립 및 예술 영화의 개봉이 증가하고 있고, 주연배우가 없거나 정부의 무능 등이 제기되기도 한다. 또한 피해자를 중심으로 한 영화의 스토리와 포스터의 관점에서 피해자뿐만 아니라 유가족과 사회 구성원들에 대한 의미 등이 더 강화되고 확대되는 경향을 보이고 있다. 또한 영화 포스터에서 주인공의 비장함(혹은 행복하거나 즐거운 표정도 많이 제시됨)과 해피엔딩을 이끌어 나가는 영웅적 특성이 중심이었던 모습에서 점점 무표정하고, 슬픈 모습 그리고 새드 엔딩으로의 특성이 대폭 증가되고 있는 추세를 보이고 있다. 이를 통해 재난 영화와 포스터가 어떻게 사람들에게 영향을 미칠 수 있으며, 사회적인 의미가 재구성되고 있는지를 제시하였다.

3. 결론

본 연구는 재난영화 포스터 분석을 통해 재난이 사회적으로 어떻게 의미가 재해석되고 재구성되고 있는지를 확인하였다. 재난 영화는 상업적 소비와 흥미 중심의 소재에서 벗어나 일상에서 경험할 수 있거나 직접 혹은 간접적 피해자가 될 수 있다는 점에서 사람들의 영화에 대한 시선과 관점이 변화되는 것을 확인하였으며, 재난에 대한 인식, 기후위기와 환경에 대한 주관적 인지 변화, 시대적인 재난 및 안전, 환경, 기후 등에 대한 담론 변화를 담아내고 있음을 알 수 있었다. 즉, 영화 포스터는 영상매체와 유사한 효과를 나타내기도 하며 혹은 더 강력한 사회적 표상과 기억을 남게 만들기도 한다는 점에서 상징적 의미가 존재하였다. 이를 통해 정책적인 시사점을 도출하면 다음과 같다. 먼저, 재난의 일상화와 피해자에 대한 관심을 증가시키는 효과가 영화 그리고 영화 포스터를 통해 만들어 낼 수 있다는 점이다. 재난이나 기후위기와 관련하여 사람들의 인식을 바꾸기 위한 다양한 캠페인을 실시하지만 실제적으로 그 효과가 적다는 점에서 영화에 대한 정부의 관심과 투자가 필요할 수 있음을 확인하였다. 다만, 영화 제작의 방향성, 문화와 예술에 대한 표현의 자유 등을 고려하여 정부가 주도하는 것이 아니라 문화적 측면에서의 주도가 필요하며, 영화가 주는 사회적 의미에 대한 관심을 갖고 살펴볼 필요가 있다는 것을 고려하여야 한다. 다음으로 영화적 다양성이 사회적인 다양성과 실질적 관심으로 연계될 수 있는 방안을 마련하는 것이 필요하다. 영화에 대한 기억이 재난의 기억으로 남을 수 있다는 점에서 실제 사고와 허구적 진실의 괴리에 대한 관심과 영화적 구성이 사람들에게 어떠한 영향을 미치는지 보다 심도있게 고찰할 필요가 있다. 즉, 사람들은 영화 포스터를 통해 그 재난이나 안전사고를 기억하게 되는 경향이 있기 때문이다.

<표 1> 재난영화 리스트

번호	영화이름	개봉연도	영화유형	영화장르
1	리베라메	2000	장편, 일반영화	드라마, 미스터리, 범죄, 액션
2	싸이렌	2000	장편, 일반영화	드라마, 범죄, 액션
3	2001용가리	2001	장편, 일반영화	SF
4	블루	2003	장편, 일반영화	드라마
5	이중간첩	2003	장편, 일반영화	스릴러
6	튜브	2003	장편, 일반영화	액션
7	알포인트	2004	장편, 일반영화	전쟁
8	태극기 휘날리며	2004	장편, 일반영화	전쟁, 드라마
9	납극일기	2005	장편, 일반영화	스릴러
10	레드 아이	2005	장편, 일반영화	공포(호러)
11	웰컴 투 동막골	2005	장편, 일반영화	전쟁, 드라마
12	태풍	2005	장편, 일반영화	드라마, 액션
13	가을로	2006	장편, 일반영화	멜로/로맨스, 드라마
14	괴물	2006	장편, 일반영화	SF, 가족, 드라마
15	죽음의 숲-어느날 갑자기 네번째 이야기	2006	장편, 일반영화	공포(호러)
16	검은 땅의 소녀와	2007	장편, 예술영화	가족, 드라마
17	디워	2007	장편, 일반영화	액션, 판타지
18	화려한 휴가	2007	장편, 일반영화	드라마
19	박쥐	2009	장편, 일반영화	공포(호러), 드라마
20	차우	2009	장편, 일반영화	액션, 어드벤처, 코미디
21	해운대	2009	장편, 일반영화	액션, 드라마, 어드벤처
22	60년전, 사선에서	2010	장편, 일반영화	다큐멘터리
23	미스터썬비	2010	장편, 일반영화	코미디, 공포(호러)
24	서서 자는 나무	2010	장편, 예술영화	멜로/로맨스, 드라마
25	아마존의 눈물	2010	장편, 예술영화	다큐멘터리
26	이웃집 좀비	2010	옴니버스, 예술영화	공포(호러), 액션, 코미디
27	작은 연못	2010	장편, 예술영화	드라마, 전쟁
28	포화속으로	2010	장편, 일반영화	드라마, 전쟁
29	7광구	2011	장편, 일반영화	SF, 액션, 스릴러
30	고지전	2011	장편, 일반영화	드라마, 전쟁
31	마이 웨이	2011	장편, 일반영화	전쟁, 액션, 드라마
32	모비딕	2011	장편, 일반영화	스릴러, 드라마
33	보라	2011	장편, 예술영화	다큐멘터리
34	스파이 파파	2011	장편, 예술영화	코미디, 가족
35	아프리카의 눈물	2011	장편, 예술영화	다큐멘터리
36	오월애	2011	장편, 예술영화	다큐멘터리
37	은어	2011	장편, 일반영화	멜로, 로맨스
38	적과의 동침	2011	장편, 일반영화	드라마, 멜로/로맨스
39	퀵	2011	장편, 일반영화	코미디, 액션
40	반창꼬	2012	장편, 일반영화	멜로, 로맨스
41	연가시	2012	장편, 일반영화	공포(호러), SF
42	인류멸망 보고서	2012	옴니버스, 일반영화	SF
43	타워	2012	장편, 일반영화	드라마
44	감기	2013	장편, 일반영화	드라마, 어드벤처, 액션
45	군사통제구역 팔이공지대	2013	장편, 예술영화	미스터리, 스릴러
46	더 테러 라이브	2013	장편, 일반영화	범죄, 기타
47	롤러코스터	2013	장편, 일반영화	코미디
48	모래가 흐르는 강	2013	장편, 예술, 독립영화	다큐멘터리
49	베를린	2013	장편, 일반영화	액션
50	설국열차	2013	장편, 일반영화	SF, 액션
51	은밀하게 위대하게	2013	장편, 일반영화	액션, 코미디, 드라마
52	천암합 프로젝트	2013	장편, 예술, 독립영화	다큐멘터리
53	국제시장	2014	장편, 일반영화	드라마
54	그 사람 그 사랑 그 세상	2014	장편, 예술영화	다큐멘터리
55	논픽션 다이어리	2014	장편, 예술, 독립영화	다큐멘터리, 범죄, 스릴러
56	다이빙벨	2014	장편, 예술, 독립영화	다큐멘터리
57	또 하나의 약속	2014	장편, 일반영화	드라마
58	시선	2014	장편, 예술영화	드라마

번호	영화이름	개봉연도	영화유형	영화장르
59	신혼줍비만화	2014	옴니버스, 예술영화	드라마
60	줍비스쿨	2014	장편, 예술, 독립영화	공포(호러), 액션
61	탐욕의 제국	2014	장편, 예술, 독립영화	다큐멘터리
62	해무(海霧)	2014	장편, 일반영화	드라마
63	정성학교 : 사라진 소녀들	2015	장편, 일반영화	미스터리, 드라마
64	나쁜 나라	2015	장편, 예술, 독립영화	다큐멘터리
65	다이빙벨 : 진실은 침몰하지 않습니다	2015	장편, 일반영화	다큐멘터리
66	돌연변이	2015	장편, 일반영화	드라마, 코미디
67	레드 톱	2015	장편, 예술영화	다큐멘터리
68	서부전선	2015	장편, 일반영화	전쟁, 드라마
69	연평해전	2015	장편, 일반영화	드라마
70	친애하는 지도자 동지께	2015	장편, 예술영화	드라마
71	후쿠시마의 미래	2015	장편, 예술, 독립영화	다큐멘터리
72	그물	2016	장편, 예술영화	드라마
73	부산행	2016	장편, 일반영화	액션, 스릴러
74	불의 날, 생명을 말하다	2016	장편, 일반영화	다큐멘터리
75	블랙스톤	2016	장편, 예술영화	드라마
76	사냥	2016	장편, 일반영화	액션
77	스톱	2016	장편, 예술영화	드라마
78	업사이드 다운	2016	장편, 예술, 독립영화	다큐멘터리
79	터널	2016	장편, 일반영화	드라마
80	판도라	2016	장편, 일반영화	드라마, 스릴러
81	강철비	2017	장편, 일반영화	액션, 드라마, 어드벤처
82	택시운전사	2017	장편, 일반영화	드라마
83	골든슬럼버	2018	장편, 일반영화	범죄, 드라마
84	그날, 바다	2018	장편, 예술, 독립영화	다큐멘터리
85	다이빙벨 그후	2018	장편, 예술, 독립영화	다큐멘터리
86	백두산	2019	장편, 일반영화	어드벤처, 드라마
87	삼질	2019	장편, 예술, 독립영화	다큐멘터리
88	엑시트	2019	장편, 일반영화	코미디, 액션
89	우키시마호	2019	장편, 예술, 독립영화	다큐멘터리
90	월성	2019	장편, 예술, 독립영화	다큐멘터리
91	#살아있다	2020	장편, 일반영화	드라마
92	반도	2020	장편, 일반영화	액션, 드라마, 어드벤처
93	유령선	2020	장편, 예술, 독립영화	다큐멘터리
94	당신의 사월	2021	장편, 예술, 독립영화	다큐멘터리
95	모가디슈	2021	장편, 일반영화	액션, 드라마, 어드벤처
96	싱크홀	2021	장편, 일반영화	코미디
97	줍비크러쉬: 헤이리	2021	장편, 예술, 독립영화	코미디, 액션
98	트웬티 해커	2021	장편, 일반영화	액션, 드라마
99	공기살인	2022	장편, 일반영화	드라마
100	데시벨	2022	장편, 일반영화	액션
101	비상선언	2022	장편, 일반영화	드라마
102	인플루엔자	2022	장편, 예술, 독립영화	드라마
103	강남줍비	2023	장편, 일반영화	드라마
104	나는 마을 방과후 교사입니다	2023	장편, 예술, 독립영화	다큐멘터리
105	더 문	2023	장편, 일반영화	SF, 액션, 드라마
106	몸값 part.1	2023	장편, 일반영화	스릴러, 기타
107	몸값 part.2	2023	장편, 일반영화	스릴러, 기타
108	아포리아	2023	장편, 예술, 독립영화	드라마
109	콘크리트 유토피아	2023	장편, 일반영화	드라마, 기타

<표 2> 영화 분석틀

분류	세부 분류	비고
영화 정보	영화제목	
	제목 속 재난 표현 여부	
	개봉연도	
	영화유형	
	영화장르	
	등급분류	
	상영시간	
	누적관객수	
	상영횟수	
	제작사	
	제작 지원	
포스터 특징	재난유형	
	실화배경유무	
	사람유무	
	사람수	
	남자수	
	여자수	
	주연유무	
	주연의 유명도	
	피해자 등장 유무	
	인물의 표정	
	무기소지여부	
	글자유무	제목포함
	글자수	제목포함, 영어제외, 특수문자제외
	제목위치	(상, 중, 하)
	대표문구위치	(상, 중, 하)
	글자 내 재난 표기 유무	대표문구에 재난이 표기되어 있는가
	배경의 재난 유무	포스터의 배경에 재난이 표현되어 있는가
	배경 내용	포스터 배경에 대한 설명
	삽화사용 유무	포스터에 실사진이 아닌 그림이 사용되었나

참고문헌

- 김가이. (2020). 국내외 영화포스터의 시각적 구성관계에 따른 의미작용 연구-〈기생충〉 영화포스터를 중심으로. 상품문화디자인학연구 (KIPAD 논문집), 62, 323-333.
- 김대근. (2024). 한국 재난영화가 제시하는 사회적 위기에 대한 징후적 독해. 한국엔터테인먼트산업학회논문지, 18(3), 93-103, 10.21184/keia.2024.4.18.3.93
- 김동빈, 최진호. (2017). 영화포스터의 디자인 방향성에 관한 연구 - 장르별 영화포스터 비교분석을 중심으로 -. 커뮤니케이션 디자인학연구, 61(0), 380-392.
- 김정은, & 서진환. (2015). 영화 속 정신장애인에 대한 사회적 표상 연구-한국 영화를 중심으로. 사회복지연구, 46(2), 177-204.
- 김지원. (2015). 국내 영화포스터에 나타난 포스트모던 발상과 시각적 표현연구 -1990년대 이후 영화 포스터디자인을 중심으로-. 기초조형학연구, 16(3), 177-192.
- 김지영. (2014). 한국 영화포스터 사진 분석: 오형근 작품을 중심으로. 한국콘텐츠학회논문지, 14(12), 618-628.
- 김형석, & 김성훈. (2015). 국내 다양성영화 포스터의 시각적 상징성에 관한 연구: 몰랑바르트의 기호학을 중심으로. 한국디자인문화학회지, 21(1), 165- 176.
- 리하오상, 한석원. (2022). 영화 포스터의 시각적 구성요소에 관한 내용분석 연구 - 2017-2021년도 국내 액션 영화포스터를 중심으로 -. 상품문화디자인학연구 (KIPAD논문집), 71(0), 181-190.
- 민신기. (2016). 천만 돌파 영화에 나타난 시각 표현의 함의에 대한 연구 2015 년 결산 영화 포스터 중심으로 2015 년 결산 영화 포스터 중심으로. 디지털디자인학연구, 16(3), 159-168.
- 박동애. (2011). 영화 포스터 이미지의 서사성-영화< 인생은 아름다워> 사례분석. 한국사진학회지 AURA, 24, 44-61.
- 안희란, 신형덕, 정태영. (2014). 영화 포스터에서의 캘리그래피 사용에 관한 연구. 한국콘텐츠학회논문지, 14(6), 63-72.
- 임성택. (2005). 한국 영화 포스터에서의 효과적인 의미전달을 위한 이미지 활용에 대한 연구. 한국디자인포럼, 11, 341-353.
- 장아환, 이예원. (2021) 영화 포스터 디자인의 색채 요소 적용에 관한 연구. 커뮤니케이션디자인학연구, 77, pp.272-282.
- 진정근. (2010). 영화포스터에 나타난 사진이미지의 특성과 설득유형에 관한 연구: 한국영화 역대 관객순위 100 위권의 포스터를 중심으로. 디지털디자인학연구, 10(4), 359-368.
- 영화진흥위원회. 2023. 2022년 영화소비자 행태조사. 영화진흥위원회. KOFIC 연구 2023-12.
- Cobun, A. B. (2004). Understanding design principles in modern architecture. Journal of Architectural Design, 10(2), 123-134.
- Coltrane, S., & Messineo, M. (2000). The perpetuation of subtle prejudice: Race and gender imagery in 1990s television advertising. Sex roles, 42, 363-389.
- Granello, D. H., Pauley, P. S., & Carmichael, A. (1999). Relationship of the media to attitudes toward people with mental illness. The Journal of Humanistic Counseling, Education and Development, 38(2), 98-110.
- Kamalipour, Y. R. (2000). The TV terrorist: Media images of middle easterners. Global Dialogue, 2(4), 88.
- Meyer, J. W., & Rowan, B. (1977). Institutionalized organizations: Formal structure as myth and ceremony. American journal of sociology, 83(2), 340-363.
- Ramasubramanian, S.(2007). Media-based strategies to reduce racial stereotypes activated by news stories. Journalism and Mass Communication Quarterly, 84(2), 249-264
- Thornton, P. H., & Ocasio, W. (1999). Institutional logics and the historical contingency of power in organizations: Executive succession in the higher education publishing industry, 1958 - 1990. American journal of Sociology, 105(3), 801-843.
- Trice, H. M., & Beyer, J. M. (1984). Studying organizational cultures through rites and ceremonials. Academy of management review, 9(4), 653-669.
- Wilson, C., Nairn, R., Coverdale, J., and Panapa, A.(1999). Mental illness depictions in prime-time drama: identifying the discursive resources. Australian and New Zealand Journal of Psychiatry, 33, 232-247.

사사

2023 국가 위기관리학회 추계학술대회 발표되었다.

포스터발표 세션 5.

환경기술

- 자가정화소재를 활용한 수질오염제어 및 이의 활성멤브레인 적용
김주형 Lawrence Berkeley National Laboratory 박사후연구원
- 고농도 질산염 오염조건에서 소나무의 질소독성 평가와 바이오레미디에이션 잠재능력 평가
– 질산염이 환경에 미치는 영향 및 식물생화학반응 문헌 검토
장지휘 캔터베리대학교 생물학부 박사과정
- 한강 밤섬 내 미세플라스틱 분포 및 육역화 영향 연구
– 토양 시료 분석을 통한 오염 경로와 분포 패턴 연구
김원홍 서울시립대학교 환경원예학과
- 고도복합산화제를 이용한 건식고도산화법의 질소계 악취물질 저감 특성
오혁진 송실대학교 화학공학과 박사과정
유승열 송실대학교 화학공학과 박사과정
유자연 송실대학교 화학공학과 박사과정
이진영 송실대학교 화학공학과 연구원
김용철 (주)신성플랜트
이태현 (주)신성플랜트
이태호 송실대학교 화학공학과 교수
류희욱 송실대학교 화학공학과 교수

자가정화소재를 활용한 수질오염제어 및 이의 활성멤브레인 적용

김주형 Lawrence Berkeley National Laboratory 박사후연구원

1. 서론

산화철은 다양한 방식으로 환경촉매/소재로 활용되어 Fenton oxidation 반응을 유도할 수 있다. 이는 많은 연구자들에 의해 추가적인 에너지나 케미컬들을 활용하여 photo-Fenton, electro-Fenton이나 photoelectro-Fenton으로 발전되어왔다. 산화반응 시스템에서는 주로 H_2O_2 와 Fe^{2+} 의 반응으로 수중 유기 오염물질을 제거할 수 있고, 탄소나노소재와의 복합체 형성 및 영가철을 활용해 직접적인 환원반응을 유도하곤 한다. 이 때, 탄소나노소재 표면의 oxygen-containing functional group이 흡착사이트로 활용되거나 영가철의 직접적인 전자전달 메커니즘을 통해 무기오염물질을 제거하는 환원반응을 유도할 수 있다. 하지만 산화철 기반 환경촉매의 경우 오염물질 제거에 에너지와 케미컬을 필요이상으로 필요로 하며 동시 산화&환원반응을 유도하기 어렵다. 따라서, 경제적이고 친환경적이고 동시 산화&환원반응을 유도할 수 있는 궁극적인 환경소재 개발연구가 필요하다. 이에, 본 연구에서는 환경정화소재의 활성평가, simultaneous redox conversion 영향평가 및 활성멤브레인으로서의 적용성까지 평가하여 제시된 궁극적 목표와 동시에 활성멤브레인 적용평가하여 새로운 환경정화소재 개발과 응용을 달성하고자 함.

2. 본론

1) 재료 및 방법

① Fe_2O_3 /CNF 합성

$FeSO_4$ 용액에 carbon nanofiber sheet를 담지시킨 후 전기증착법으로 $FeOOH$ /CNF를 합성하였고, 이를 퍼니스에서 가열해 최종적으로 Fe_2O_3 /CNF를 합성하였다.

② 연구방법

20 mL 반응기에 오염수 (타겟물질: 4-chlorophenol & Cr(VI)) = 1:2))에 일정량 (2 g/L)의 Fe_2O_3 /CNF를 넣고 자발적인 동시 산화&환원반응을 시작하였음. HPLC으로 4-chlorophenol (유기오염물질)을 잔여농도를 분석하였고 UV-vis 흡광도 분석법을 통해 Cr(VI) 잔여농도를 확인하였다. 이외의 무기오염물질의 경우 IC로 잔여농도를 분석하였다. Continuous flow cell reaction의 경우에는 일정크기로 잘려진 Fe_2O_3 /CNF를 반응기 내부에 삽입해 오염수를 흘려보내어 반응시간마다 오염물질 농도를 확인하여 반응성을 평가하였다.

2) Fe_2O_3 /CNF 활성평가

① 동시 산화환원반응성 평가

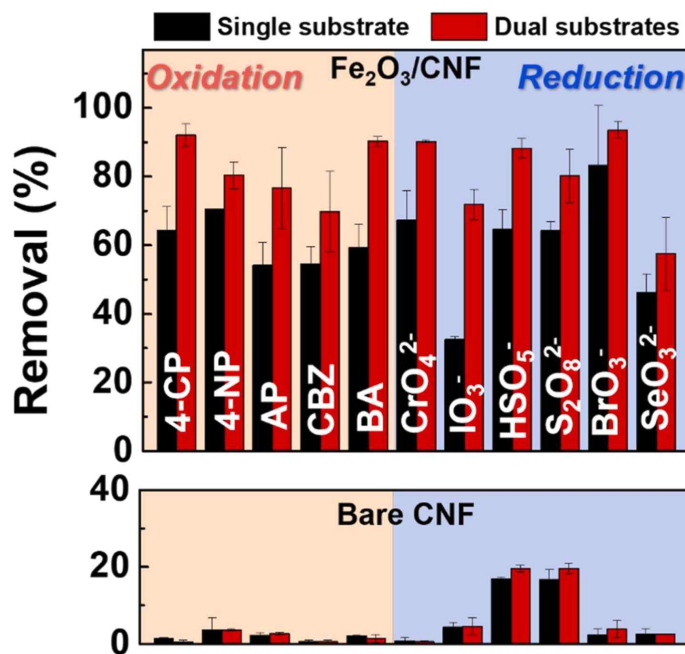


Figure 1. Fe₂O₃/CNF의 동시 산화&환원반응 비교 그래프

개발된 자가정화소재 Fe₂O₃/CNF의 오염물질 제거효율을 확인하기 위해 다양한 유기오염물질 (4-chlorophenol (4-CP), 4-nitrophenol (4-NP), acetaminophen (AP), carbamazepine (CBZ), benzoic acid (BA))과 무기오염물질 CrO₄²⁻ (Cr(VI), IO₃⁻, persulfates (HSO₅⁻, S₂O₈²⁻), BrO₃⁻, SeO₃²⁻)을 이용하였다. Figure 1에서 알 수 있듯이 단일 산화, 환원반응의 경우 비교적 낮은 제거효율을 나타내지만, 동시 산화&환원반응의 경우 보다 높은 제거효율을 보이는 것으로 확인되었다. 이로써 개발된 소재를 활용해 증진된 동시 산화&환원반응 효율을 확인할 수 있었다.

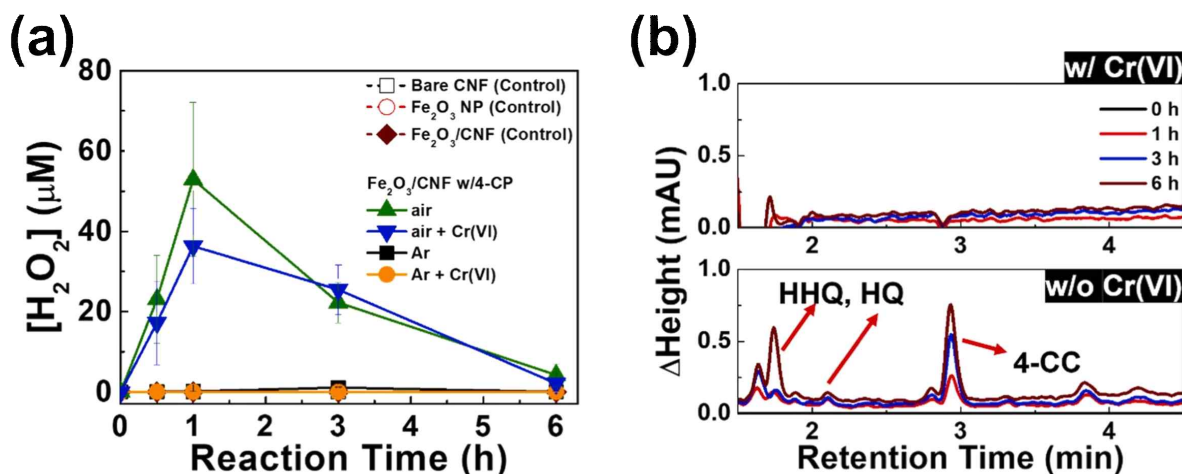


Figure 2. (a) 반응시간에 따른 In-situ H₂O₂ 생성, (b) 반응시간에 따른 유기오염물질 중간체 생성

이에 대한 이유로는 In-situ로 생성되는 H₂O₂와 Cr(VI)에 의한 반응에 추가적으로 생성되는 OH라디칼과 유기오염물질 중간체에 의해 가속화 된 Cr(VI) 환원반응에 의한 것을 확인하였다. 우선, Figure 2a에서 보이는 것처럼, Fe₂O₃/CNF는 물에서나 4-CP (타겟물질)이 없는 경우에는 과산화수소를 생성할 수

없지만, 반대로 4-CP가 있는 경우에서만 과산화수소를 생성할 수 있는 것을 알 수 있었다. 또한, 이렇게 in-situ로 생성된 H_2O_2 는 반응물질인 Cr(VI)과 만나 추가적으로 강한 산화력을 가진 OH라디칼을 생성할 수 있다.

Figure 2b에 보이는 것처럼 w/o Cr(VI)시 (단일 4-CP 산화반응) hydroxyhydroquinone (HHQ), hydroquinone (HQ), 4-chlorocatechol (4-CC)와 같은 벤젠고리가 포함된 중간체를 생성하지만, w/ Cr(VI)의 경우에 이러한 중간체를 확인할 수 없었다. 또한, 위와 같은 일부 유기중간체들은 환원성을 가지고 있어 자발적으로 Cr(VI)를 환원시킬 수 있다. 종합적으로, 개발된 Fe_2O_3/CNF 는 개별의 산화와 환원반응보다 더 증진된 동시 산화&환원반응을 촉진시킬 수 있음. 보다 자세한 반응 메커니즘 (단일반응 및 동시 산화&환원반응)은 해당 연구의 출간본에서 확인할 수 있음.

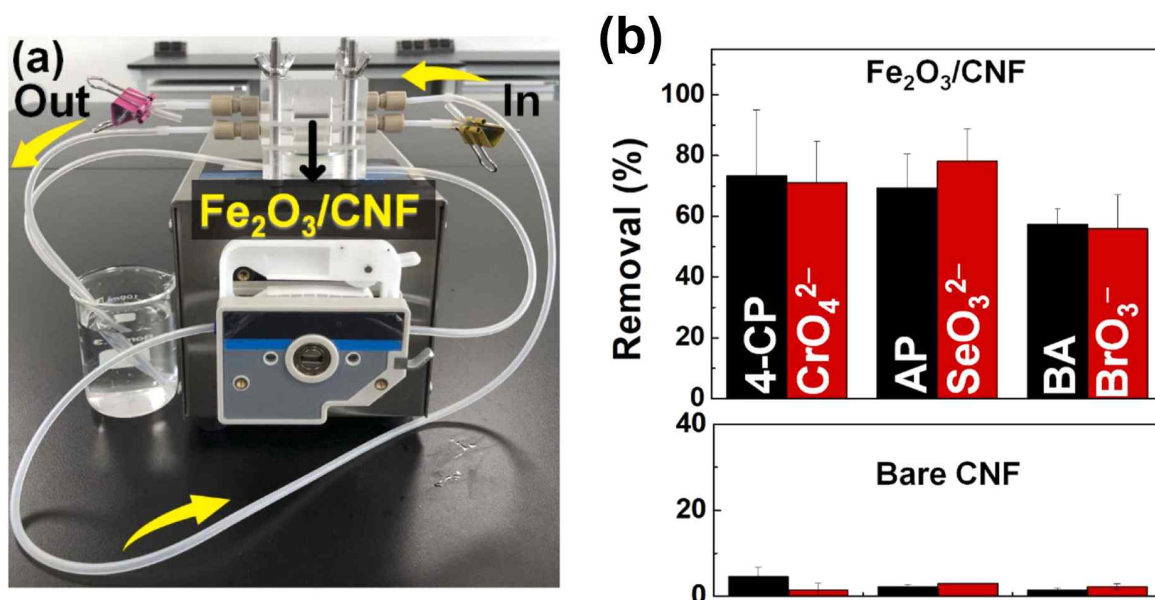


Figure 3. (a) Continuous flow-reactor 도안,
(b) Continuous flow-reactor 조건하에 Fe_2O_3/CNF 의 동시 산화&환원반응

개발된 Fe_2O_3/CNF 소재의 물리적특성을 고려하여 reactive membrane filter로써의 활용성을 확인하고자 continuous flow-reactor에 적용하였다. 이에 대한 결과로는 4-CP & CrO_4^{2-} , AP & SeO_3^{2-} , BA & BrO_3^- 과 같은 동시 반응조건에서 탁월한 제거효율을 나타내는 것을 알 수 있었다.

3. 결론

Fe_2O_3/CNF 시트를 활용해 단일 산화 및 환원반응보다 증진된 동시 산화&환원반응을 유도할 수 있었다. 이는 반응 중간에 in-situ로 생성되는 H_2O_2 와 Cr(VI)의 반응을 통해 만들어지는 OH라디칼에 의해 유기오염물질 제거를 증진시킬 수 있었고, 생성된 유기오염물질의 중간체가 지닌 환원력을 통해 추가적으로 Cr(VI)제거효율을 증진시킬 수 있었다. 또한, Fe_2O_3/CNF 의 물리적 특성을 고려해 연속반응기에 삽입하여 성공적으로 활성멤브레인으로써의 활용성과 적용성을 평가할 수 있었다. 이를 통해, 기존 산화철 기반 환경소재의 단점들을 보완하고 궁극적인 환경정화소재로 발돋움할 수 있는 환경소재를 성공적으로 개발하였다.

참고문헌

- H.J.H Fenton, oxidation of tartaric acid in presence of Iron, J. Chem. Soc., Trans., 65, 1894, 899-910.
- H.-M. Feng, J.-C. Zheng, N.-Y. Lei, L. Yu, K.H.-K. Kong, H.-Q. Yu, T.-C. Lau, M.H.W. Lam, Photoassisted fenton degradation of polystyrene, Environ. Sci. Technol., 45, 2011, 744-750.
- S. Zheng, H. Chen, X. Tong, Z. Wang, J.C. Crittenden, M. Huang, Integration of a Photo-Fenton Reaction and a Membrane Filtration using CS/PAN@FeOOH/g-C₃N₄ Electrospun Nanofibers: Synthesis, Characterization, Self-cleaning Performance and Mechanism, Appl. Catal. B: Environ., 281, 2021, 119519.
- G. Gao, Q. Zhang, Z. Hao, C.D. Vecitis, Carbon nanotube membrane stack for flow-through sequential regenerative electro-fenton, Environ. Sci. Technol., 49, 2015, 2375-2383.
- M. Liu, Z. Feng, X. Luan, W. Chu, H. Zhao, G. Zhao, Accelerated Fe²⁺ regeneration in an effective electro-fenton process by boosting internal electron transfer to a nitrogen-conjugated Fe(III) complex, Environ. Sci. Technol., 55, 2021, 6042-6051.
- A. Xu, E. Brillas, W. Han, L. Wang, I. Sirés, On the positive effect of UVC light during the removal of benzothiazoles by photoelectro-Fenton with UVA light, Appl. Catal. B: Environ., 259, 2019, 118127.
- F.C. Moreira, S. Garcia-Segura, V.J.P. Vilar, R.A.R. Boaventura, E. Brillas, Mineralization of an azo dye Acid Red 14 by photoelectro-Fenton process using an activated carbon fiber cathode, Appl. Catal. B: Environ., 84, 2008, 393-399.
- 8. C. Kim, S. Kim, Y. Park, W. Choi, Bifunctional Fenton-like catalyst enabling oxidative and reductive removal of contaminants synergically in chemical reagent-free aerated solution, Appl. Catal. B: Environ., 341, 2024, 123287.

사사

한국연구재단: 리더과제 및 신진연구지원사업

고농도 질산염 오염조건에서 소나무의 질소독성 평가와 바이오레미디에이션 잠재능력 평가

질산염이 환경에 미치는 영향 및 식물생화학반응 문헌 검토

장지휘 캔터베리대학교 생물학부 박사과정

1. 서론

현대사회에 들어와 풍족한 식량자원의 지속적인 공급을 목적으로 한 집약적인 농업활동의 증가로 인해 토양 및 수질오염 문제가 대두되고 있다 (Mohammadzadeh & Hajiboland, 2022). 원예 산업과 농업 측면에서 농작물의 일정한 공급과 수요를 맞추기 위해 시행되는 질소비료의 시비는 점차 과잉공급으로 인해 그 임계점을 향해 가고 있다. 또한 낙농업과 축산업 측면에서는 증가하는 가축의 소변으로 인해 그 포화량이 일정 수준을 넘으면 질소순환과정에서 질산염이 지하로 침출되어 주변수계까지 오염시키는 영향이 점차 확대될 수 있다 (Di & Cameron, 2018). 더불어 높아진 질산염 함량이 지하수로 유입 시 영아에게 청색증, 파킨슨병 등의 질병을 유발할 수 있는 것으로 알려져 있다 (Van Grinsven *et al.*, 2006; Wang *et al.*, 2007; Ward *et al.*, 2018). 주변수계에 질산염 함량이 높아지면 경작면적을 줄이고 가축수를 줄이는 것이 가장 쉬운 대안이지만 우리 실생활에서는 더욱 지속가능하고 현실적인 해결책이 필요하다. 그 해결책으로서 수목을 통한 질산염 흡수능력을 극대화시켜 물리적인 방법으로 질산염 침출을 막는 바이오레미디에이션 (생물정화) 방법을 제안하였다. 식물을 이용한 바이오레미디에이션은 다른 물리화학적 공정이나 인간의 노동력에 비해 경제적인 장점이 있다 (Shyamala *et al.*, 2019). 대표적 원예, 낙농업 및 임업 국가인 뉴질랜드에서는 라디아타소나무 (*Pinus radiata*)가 성장속도가 빠르고 임업수종의 89%를 차지할 만큼 흔한 수종이면서 목재 및 펄프생산에 많이 쓰이고 있다 (Messier *et al.*, 2021). 또한 *Pinus radiata*는 자생수 및 보호수종이 아니기에 바이오레미디에이션을 통해 오염물질을 흡수한 후 수확하는 방법으로 이용하기에 적합한 수종으로 전망되었다. 더욱이 기존의 연구에서는 *Pinus radiata*를 통한 중금속 오염물질 흡수 (예: As, Cd, Hg, Al, Pb, Fe, Cu) 이외에는 현재까지 선행된 연구가 없으며 다른 수종을 통한 질산염 흡수연구 역시 그 선례를 찾아보기가 힘들 정도로 미미한 실정이다.

이러한 이유로 소나무를 이용한 질산염흡수에 대한 실제 실험을 착수하기 전에 1) 선행연구 및 기초자료확보와 2) 연구에 대한 대중의 관심을 이끌기 위해 해당연구수행을 목적으로 하였다. Google scholar와 Scopus에 색인된 117편의 논문을 리뷰하여 문헌고찰을 문서화하였고 소나무에 과다한 질소스트레스가 유입되었을 때의 생리·생화학적 반응을 리뷰페이퍼로 출판하였다 (Jang, 2024).

2. 본론

1) 질산염(NO_3^-)으로 인해 초래되는 환경문제 및 공중보건 문제

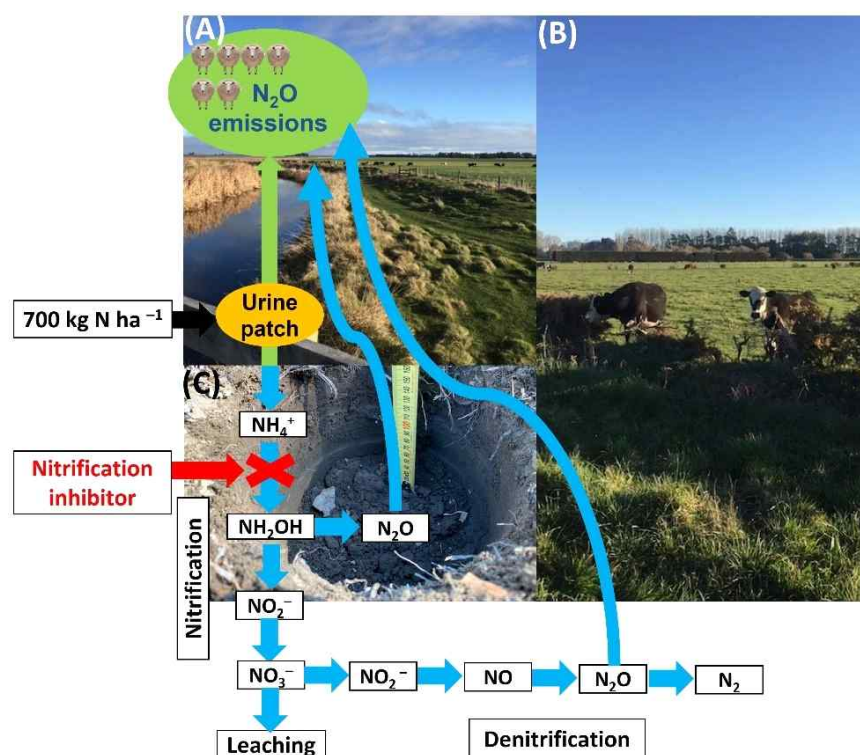
(1) 현재까지 덜 탐구되어 온 과도한 양의 질산염이 식물과 인간에 미치는 영향을 다음과 같이 문서화하였다.

(2) 질산염은 질소비료의 기본 형태이며 일정량을 넘으면 식물이나 토양에 고정되지 않고 쉽게 지하 및 지하수로 침출되는 특징이 있다 (Dennis *et al.*, 2011). 또한 목초지의 고농도 질산염은 목초를 섭취

하는 가축에게도 해가되며 아산화질소 방출축진 등의 2차적인 대기오염 문제를 초래할 수 있다 (Di and Cameron, 2018).

(3) 현재까지 알려진 고농도 질산염이 인간에게 미치는 영향은 청색증 (메트헤모글로빈혈증), 소화관 암, 비호지킨림프종 그리고 파킨슨병이 있다 (Van Grinsven *et al.*, 2006; Wang *et al.*, 2007; Ward *et al.*, 2018; ;Espejo *et al.*, 2016).

(4) 일반적으로 집약적 농업에서 발생하는 질산염의 함량은 50 mM (3100 mg L⁻¹)으로 확인되었으며 일부 연구에서 해당농도처리로 초본식물과 활엽 목본식물을 이용하여 흡수량 또는 생리적 반응을 수행하였다 (Castro Rodríguez *et al.*, 2016; Mohammadzadeh & Hajiboland, 2022).

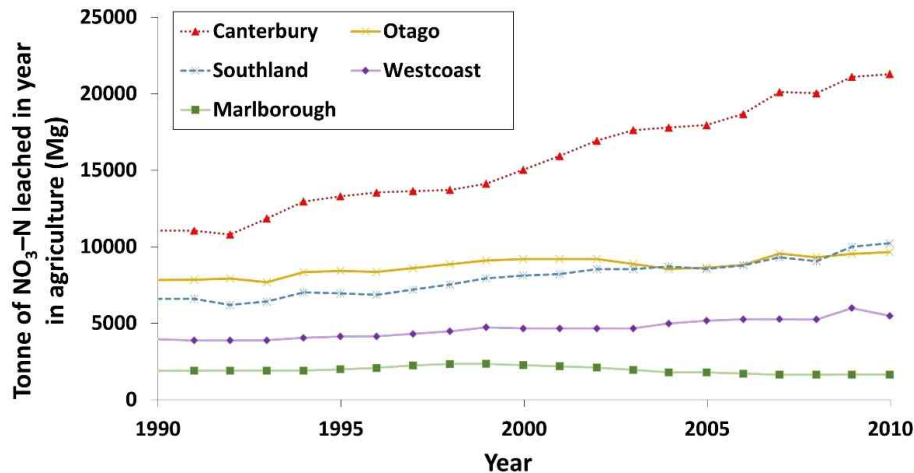


<그림 1> 집약적 농업활동에 따른 질산염 침출과정 모식도

2) 과도한 축산활동과 그에 대한 결과

(1) 2015년 대한민국과 자유무역협정(FTA)을 체결한 뉴질랜드의 경우 농업, 원예업, 축산업을 포함한 1차 산업이 국가경제의 25%를 차지한다. 이에 따라 농업선진국으로서 국가적으로 질산염문제를 거론하였다 (Dymond *et al.*, 2013).

(2) 뉴질랜드의 경우 질산염 침출이 높게 나타난 지역은 와이카토 (Waikato), 베이오브플랜티 (Bay of Plenty), 타라나키 (Taranaki) 그리고 캔터베리 (Canterbury) 지역인데 모두 평원지대이고 일조량이 높아 농업과 축산업의 비중이 높은 지역이라는 양의 상관관계가 있었다 (Dymond *et al.*, 2013).



<그림 2> 1990년부터 2010년 까지 뉴질랜드 남섬지역 농업지역에서 질산염 침출량 비교

3) 과도한 질산염(NO₃⁻)으로 인한 식물의 생화학적 반응

(1) 일반적으로 소나무를 포함한 식물체 내에 있는 효소는 시간이 지남에 따라 질소 가스(N₂)를 전환하여 질산염 환원에 기여한다(예: 질산염(NO₃⁻) → 아질산염(NO₂⁻) → 일산화질소(NO) → 아산화질소(N₂O) → 질소(N₂)) (Ghamary & Mohajeri, 2021). 그러나, 식물이 광합성 질소 이용 효율(Photosynthetic nitrogen use efficiency) 및 질소의 수용능력을 초과하는 과도한 양으로 흡수할 경우 활성산소종(Reactive oxygen species, 이하 ROS)으로 인한 광산화 손상을 일으킬 가능성이 있다.

(2) 그러나 식물은 ROS를 해독할 수 있는 자체적인 항산화 효소 활동과 항산화제를 생산하여 방어 메커니즘을 가지고 있다. 주요 환원 생성물은 O₂⁻이고, 그 불균형 반응은 H₂O₂와 O₂를 생성한다(Asada *et al.*, 1974). 그럼에도 불구하고, 질산염 오염을 포함한 ROS에 대한 연구는 임업 및 침엽수의 생리학 및 생화학적 맥락에서 덜 탐구되어왔다. 이에 따라 소나무를 비롯한 식물의 질산염 독성에 대한 연구에 대한 학회와 대중의 관심을 위해 117편의 관련 논문을 정리하고 리뷰하여 본 연구의 필요성을 구체적으로 제안하였다.

3. 결론

최근까지의 사례연구에서 낙엽수 종(예: 포플러, 버드나무 또는 서양개암나무) (Regni *et al.*, 2021)과 관상용 식물(예: 스킨답서스 및 싱고니움) (Shyamala *et al.*, 2019)의 고농도 질산염 제거 능력과 단기 생리적 반응을 평가하여 식물복원(예: 식물 추출 및 식물 정화) 잠재력을 보여주었음을 확인하였다. 그러나 소나무(예: *Pinus radiata*)를 활용한 연구는 미량 영양소 및 중금속 제거 효율과 물리생화학적 속성만이 조사되었다 (Pöykiö & Torvela, 2001).

질산염 오염에 대한 내성 연구와 식물정화 잠재력을 위한 *Pinus radiata*를 포함한 식물평가는 덜 일반적이었으며 주로 비생물적 스트레스(예: 가뭄, 기온 상승, 이산화탄소 및 대기 오염) 또는 토양 오염(중금속, 인산염 또는 고염도 조건)과 관련하여 탐구되어 왔다. 또한 대부분의 바이오레미디에이션 연구는 단기 또는 중기(즉, 15-30일 또는 120일 모니터링) 연구로서 간단히 진행되어온 것이 문헌을 통해 확인되었다. 따라서 다양한 환경 요인(즉, 다양한 질산염 농도)과 다양한 수목 종(즉, 농경지와 자연 환경 근처에 널리 심어진 수목 종), 장기적인 제거 범위 및 바이오매스 축적 정량화, 생화학적 반응 및 산화 스트레스 내성에 대한 가치를 정량화하기 위해 모니터링해야 하며, 이는 뉴질랜드를 비롯한 모든 나라

의 하천 질산염 오염의 생물학적 지표로서 중요하다고 판단되었다.

특히, 해당 연구는 농업 지역에서 적절한 수종 선택 및 환경 정책에 도움이 될 것이라 판단되며 현재의 부족한 이해를 개선할 것으로 보인다. 따라서 파리 협정 이후 시대에 국가별 환경 정책에 긍정적인 영향을 미칠 수 있는 새로운 아이디어를 개발하기 위해 농경지와 하천에서 *Pinus radiata*를 비롯한 나무 역할에 주의를 기울일 필요가 있다.

참고문헌

- Asada K, Takahashi MA, Nagate M (1974) Assay and inhibitors of spinach superoxide dismutase. *Agr Biol Chem* 38:471 - 473.
- Castro Rodríguez V, García Gutiérrez A, Canales J, Canas RA, Kirby EG, Avila C, Canovas FM (2016) Poplar trees for phytoremediation of high levels of nitrate and applications in bioenergy. *Plant Biotechnol J* 14:299 - 312.
- Dennis SJ, Moir JL, Cameron KC, Di HJ, Hennessy D, Richards KG (2011) Urine patch distribution under dairy grazing at three stocking rates in Ireland. *Irish J Agr Food Res* 50:149 - 160.
- Di HJ, Cameron KC (2018) Ammonia oxidisers and their inhibition to reduce nitrogen losses in grazed grassland: a review. *J Roy Soc New Zeal* 48:127 - 142.
- Dymond JR, Ausseil AG, Parfitt RL, Herzig A, McDowell RW (2013) Nitrate and phosphorus leaching in New Zealand: a national perspective. *New Zeal J Agr Res* 56:49 - 59.
- Espejo Herrera N, Gràcia Lavedan E, Boldo E, Aragonés N, Pérez Gómez B, Pollán M, Villanueva CM (2016) Colorectal cancer risk and nitrate exposure through drinking water and diet. *Int J Cancer* 139:334 - 346.
- Ghamary E, Mohajeri Z (2021) Efficiency of *Cyperus alternifolius*, *Typha latifolia*, and *Juncus inflexus* in the removal of nitrate from surface water. *J Water Supply Res T* 70:654 - 664.
- Jang, J. (2024). *Pinus radiata* as a dendro-remediation species against nitrate leaching in the New Zealand primary industrial areas: Current snapshot and prospects. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 370, 109047.
- Messier C, Bauhus J, Sousa Silva R, Auge H, Baeten L, Barsoum N, Zemp DC (2021) For the sake of resilience and multi-functionality, let's diversify planted forests!. *Conserv Lett* 15:e12829.
- Mohammadzadeh P, Hajiboland R (2022) Phytoremediation of nitrate contamination using two halophytic species, *Portulaca oleracea* and *Salicornia europaea*. *Environ Sci Pollut R* 29:46127 - 46144.
- Pöykiö R, Torvela H (2001) Pine needles (*Pinus sylvestris*) as a bioindicator of sulphur and heavy metal deposition in the area around a pulp and paper mill complex at Kemi, northern Finland. *Int J Environ An Ch* 79:143 - 154.
- Regni L, Bartucca ML, Pannacci E, Tei F, Del Buono D, Proietti P (2021) Phytodepuration of Nitrate Contaminated Water Using Four Different Tree Species. *Plants* 10:515.
- Shyamala S, Manikandan NA, Pakshirajan K, Tang VT, Rene ER, Park HS, Behera SK (2019) Phytoremediation of nitrate contaminated water using ornamental plants. *J Water Supply Res T* 68:731 - 743.
- Van Grinsven HJ, Ward MH, Benjamin N, De Kok TM. (2006) Does the evidence about health risks associated with nitrate ingestion warrant an increase of the nitrate standard for drinking water? *Environ Health* 5:1 - 6.
- Wang Y, Gao BY, Yue WW, Yue QY (2007) Adsorption kinetics of nitrate from aqueous solutions onto modified wheat residue. *Colloid Surface. A* 308:1 - 5.
- Ward MH, Jones RR, Brender JD, De Kok TM, Weyer PJ, Nolan BT, Van Breda SG (2018) Drinking water nitrate and human health: an updated review. *Int J Env Res Pub He* 15:1557.

사사

본 연구는 뉴질랜드 ‘퍼페추얼 가디언’의 ‘로버트 브루스 임업연구기금’과 ‘캐슬린 스프래그 농업연구기금’의 지원을 받아 진행되었음.

(This work was partially supported by the Robert C Bruce Research Grants [reference: G-202201 - 00472] and Kathleen Spragg Research Awards [reference: G-202312-08531], proudly managed by Perpetual Guardian, Auckland, New Zealand.)

한강 밤섬 내 미세플라스틱 분포 및 육역화 영향 연구

토양 시료 분석을 통한 오염 경로와 분포 패턴 연구

김원홍 서울시립대학교 환경원예학과

1. 서론

한강은 1960년대부터 진행된 산업 발전 등의 이유로 오염이 급속도로 진행되고 있다. 이러한 현상으로 한강 주변 생태계는 물론 인간생활까지 위협을 할 것이라 판단으로 인해 많은 연구가 진행되어 왔다. 따라서 위협받고 있는 한강 주변 생태계를 보호하기 위한 방안이 필요하였고, 1999년 생태학적으로 보존가치가 큰 한강 밤섬을 자연환경보전법 의하여 생태경관 보전지역으로 지정하였다. 그 후 세계적인 습지보호지역으로 인정을 받아 2012년 람사르 습지로 지정되었다. 그러나 현재 밤섬은 인위적 영향을 포함해 여러 영향을 받아 습지 면적이 줄어들면서 식생이 변화하고 육역화가 진행되고 있다.

대표적인 원인 중 하나는 플라스틱 폐기물이다. 자원회수센터를 거치지 않고 불법 투기된 플라스틱이나, 세탁 과정에서 발생하는 합성섬유, 타이어 분진들은 재활용이 불가능하고 그대로 자연 생태계로 유출된다. 자연환경으로 유출된 플라스틱은 토양 속에 매립되거나, 대기 중으로 비산하기도 하며, 강과 바다와 같은 수계를 오염시키기도 한다. 이러한 플라스틱이 분해되고 파편화되면서 5 mm 이하의 미세플라스틱이 되고, 토양 및 습지의 표면과 식물의 증발산을 촉진하며 토양의 밀도를 낮추고, 공극률을 높여 토양 속 수분을 증발시키는 등 습지 생태계를 위협한다.

생태계 보전을 위해 출입금지지역으로 지정된 한강 밤섬의 경우 직접적으로 인위적 요인을 받지 않아 토양이 오염되지 않을 수 있다고 생각할 수 있지만, 도심지 내 위치하며 지리적 특성상 서강대교를 관통하고 있어 미세플라스틱에 노출될 가능성이 크다. 따라서 본 연구는 미세플라스틱에 대한 연구가 전무한 한강 밤섬 표토에서의 미세플라스틱 분포를 파악하여 습지 보전과 관리를 위한 연구의 밑바탕이 되는 자료를 제시하고자 수행하였다.

2. 재료 및 방법

1) 연구 대상지

본 연구는 서울 한강의 하중도(河中島)인 밤섬을 대상으로 한다. 밤섬은 윗 밤섬(영등포구 여의도동 84-8번지 일대)과 아랫 밤섬(마포구 당인동 313번지 일대)으로 이루어져 있고, 밤섬의 전체 면적은 2019년 정밀 변화관찰 결과 276,886 m²이다. 서강대교는 아랫 밤섬을 관통하고 있는데, 서강대교를 제외하면 밤섬 내에는 거주 시설, 도로 등의 인공 구조물이 없다. 높이는 해발 3.0~5.5 m이지만, 밤섬은 매년 장마철마다 팔당댐에서 과다하게 방류하면서 여러 차례 침수된다. 이 과정에서 상류에서 유래한 퇴적토가 쌓이게 된다.

2) 현장 시료 채취

한강 밤섬은 매년 토양의 표층이 유실되고, 퇴적되는 갯신이 일어나는데, 토양학적으로 장마 기간 퇴적된 퇴적물 자체는 토양 생성 인자 중 시간 인자를 충족하지 못하기에 적합한 토양이라고 볼 수 없다. 따라서 본 실험은 장마로 인해 한강의 유량 및 유속 증가로 표토가 교란되기 이전인 2023년 6월 23일

밤섬의 표토 채취를 완료하였다. 2023년 5월 31일과 2023년 6월 26일 두 차례에 걸쳐서 진행되었고, 밤섬의 표토를 통한 전반적인 분석을 위해 약 100 m~200 m 간격으로 23개의 영역을 선정했다. 이후 유기물층을 걷어낸 후 토양 채취기(soil sampler)를 이용하여 5 cm 깊이의 표토를 채취하였으며 한 지점마다 일정 간격으로 총 3개의 시료를 채취한 후 혼합했다. 모든 샘플은 폴리에틸렌 백에 담겨 자연건조 후 밀봉 백에 보관하였다. 안전상의 이유로 출입이 불가능한 지점을 제외하고 아랫 밤섬에서 12지점, 윗 밤섬의 11지점 총 23개의 지점에서 표토 시료를 채취하였고, 각 지점의 명칭은 밤섬의 영문 이름인 'Bamseom'의 앞 글자 B를 이용하여 각 지점을 명명하였다.

3) 미세플라스틱 측정

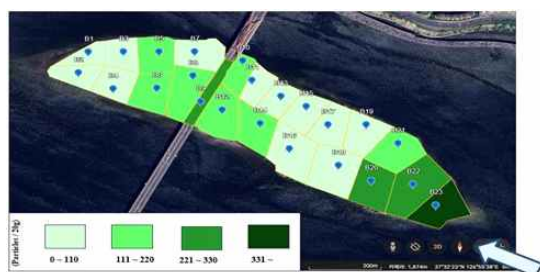
미세플라스틱을 측정하기 위해 염화아연수용액을 활용하여 미세플라스틱을 비중 분리 후 디지털 실체현미경(SCMOS05000KPB, SCMOS, China)으로 20~800배율로 조정하면서 미세플라스틱들을 관측하며 계수하였다. 이때 미세플라스틱은 형태(조각형, 섬유형, 구형, 필름형)와 색상(검은색, 은색, 초록색, 파란색, 하얀색, 빨간색)으로 구분하여 측정하였다.

3. 결과 및 토의

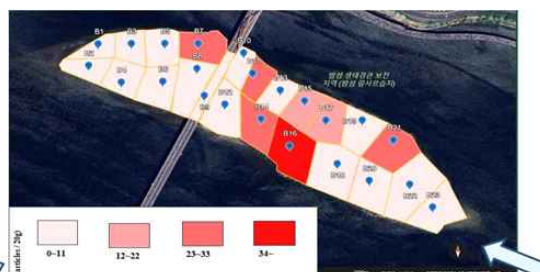
1) 토양 내 미세플라스틱 함량

<표 1> 밤섬 내 형태별 미세플라스틱 함량

	파편형	섬유형	구형	필름형
함량(%)	91.33%	7.96%	0.35%	0.35%



<그림 1> 밤섬 내 파편형 미세플라스틱 분포



<그림 2> 밤섬 내 섬유형 미세플라스틱 분포

지점별 파편형 미세플라스틱 수치의 경우 상류지점에서 높은 경향을 보이고, 하류지점에서는 미세플라스틱 수치가 낮은 경향을 보인다(그림 1). 파편형 미세플라스틱의 경우 20 g의 토양 속에 평균 150개의 입자가 존재하였으며 색상은 검은색, 은색, 파란색, 흰색, 적색 순서로 관측되었다. 밤섬에서 우세하게 관측되는 검은색 파편형 미세플라스틱의 경우 한강 상류의 도로변과 교량을 주행하는 자동차의 타이어 분진에서 유래된 것으로 추정된다.

지점별 섬유형 미세플라스틱의 수치의 경우 밤섬의 중반부에 높게 관측되는 경향을 보인다(그림 2). 섬유형 미세플라스틱의 경우 20 g의 토양 속에 평균 11개의 섬유형 플라스틱 입자가 존재하였으며, 검은색, 은색, 흰색의 미세플라스틱이 주로 관측됐다. 섬유형 미세플라스틱은 어업, 세탁, 섬유 산업 등에서 발생한다. 부력이 강하기 때문에 하수처리 과정에서 침전되지 않고, 그대로 하천을 통하여 강으로 유입된다. 또한 대기 중에 있던 합성 섬유가 낙진을 통하여 땅에 침전되기도 한다. 무인도인 밤섬에서 섬유형 미세플라스틱이 유입되는 경로는 강물 의한 퇴적이나 대기 중에 비산하고 있는 합성 섬유들이 밤섬

으로 낙진된 것으로 추측된다.

SBR과 같은 타이어 분진이 토양에 집적될 경우 지렁이의 체중과 수명을 감소시키는 등 곤충, 연체동물, 갑각류에 독성을 나타내며, 합성 섬유에서 유래한 섬유형 플라스틱의 경우 계의 사망률을 증가시키기도 한다. 즉 밤섬 토양 내에 존재하는 미세플라스틱들은 밤섬 토양과 한강 수계에 서식하는 각종 동물에게 악영향을 미칠 수 있음을 의미한다. 따라서 한강 수계 내 미세플라스틱의 집적을 최소화하기 위하여 미세플라스틱 배출에 대한 규제가 필요하다.

4. 결론

본 연구는 한강 밤섬의 표토에 대한 미세플라스틱 분포와 그로 인한 육역화 문제를 처음으로 분석하여, 습지 보전을 위한 관리 방안을 제시할 수 있는 기초 자료를 제공하였다. 특히, 서강대교 주변과 상류지점에서 미세플라스틱이 집중적으로 분포하는 경향이 나타나, 인위적 영향과 수계 흐름이 미세플라스틱의 주요 유입 경로임을 시사하였다. 이는 기존 습지 생태계 관리 계획에 포함되지 않았던 미세플라스틱 오염에 대한 새로운 관점을 제시하며, 미세플라스틱의 생태적 영향을 보다 정밀하게 평가하는 후속 연구가 필요함을 보여준다. 또한, 다른 도심 습지 지역에서도 유사한 연구가 수행되어, 보다 종합적인 미세플라스틱 오염 관리 방안이 마련되어야 한다.

참고문헌

- 곽호, 1992, 한강수질오염에 관한 연구, 단국대학교 대학원, 석사학위논문
- 김태관, 2015, CEPA 적용을 통한 한강 밤섬 보전방안, 동국대학교 대학원, 석사학위논문
- 오충현, 김명철, 정훈, 최승호, & 김정규, 2019, 제2차 람사르습지 한강밤섬관리 기본계획수립 연구, 서울특별시 한강사업본부 환경수질과, 1-2
- 한봉호, 김종엽, 박석철, 김성희, 박수영, 배양섭, 고재호, 장창문, 김명철, 이택근, 김계훈, 이단비, 김태우, 명호, 박찬호, & 서정화, 2020, 한강밤섬생태·경관보전지역 정밀변화관찰 연구, 서울특별시
- Horn, D.A., E.F. Granek, and C.L. Steele, 2020, Effects of environmentally relevant concentrations of microplastic fibers on pacific mole crab (*emerita analoga*) mortality and reproduction. *Limnology and Oceanography Letters*, 5, 74-83
- Jung, U.S., H.S. Koh, and D.C. Yang, 2012, Information Sheet on Ramsar Wetlands (RIS), 1-10
- Kogel, T., O. Bjoeroy, B. Toto, A.M. Bienfait and M. Sanden, 2020, Micro- and nanoplastic toxicity on aquatic life: Determining factors. *Sci. Total Environ*, 709, 1-16
- Pochron, S. T., A. Fiorenza, C. Sperl, B. Ledda, C.L. Patterson, C.C. Tucker, W. Tucker, Y.L. Ho, and N. Panico, 2017, The response of earthworms (*Eisenia fetida*) and soil microbes to the crumb rubber material used in artificial turf fields. *Chemosphere*, 173, 557-562
- Wang, Y., H. Yang, W. He, P. Sun, W. Zhao, and M. Liu, 2023, Exploring the potential hormonal effects of tire polymers (TPs) on different species based on a theoretical computational approach. *Polymers (Basel)*, 15(7), 1719
- Zhang, Y., C. Cai, Y. Gu, Y. Shi, and X. Gao, 2022, Microplastics in plant-soil ecosystems: A meta-analysis. *Environmental Pollution*, 308, 1-11

고도복합산화제를 이용한 건식고도산화법의 질소계 악취물질 저감 특성

오혁진 송실대학교 화학공학과 박사과정

유승열 송실대학교 화학공학과 박사과정

유자연 송실대학교 화학공학과 박사과정

이진영 송실대학교 화학공학과 연구원

김용철 (주)신성플랜트

이태현 (주)신성플랜트

이태호 송실대학교 화학공학과 교수

류희욱 송실대학교 화학공학과 교수

1. 서론

악취는 공기 중의 다양한 휘발성 물질들이 인간의 후각을 자극해 불쾌감을 유발하는 현상으로, 삶의 질을 저하시킬 뿐만 아니라 장기간 노출 시 두통, 호흡기 자극, 눈과 피부의 자극, 심리적 스트레스 등의 건강 문제를 초래할 수 있다(시흥녹색환경지원센터, 2020; 박찬진, 2010). 여러 국가에서는 악취 문제를 줄이기 위해 규제를 시행 중이며, 한국은 22종의 지정 악취를 관리하고 있다(Anton 2003; Anna 외, 2021).

대표적인 질소계 악취 물질인 암모니아와 트리메틸아민(trimethylamine, TMA)은 자극성 냄새와 비린 내를 특징으로 하며, 노출 시 호흡기 자극, 두통, 메스꺼움 등의 증상을 유발하고 장기적으로는 폐 손상과 신경계 문제를 일으킬 수 있다(Atsdr, 2017; Seul-Ki 외, 2020). 질소계 악취 물질은 스크러버, 세정 탭, 활성탄 흡착탑 등을 통해 제어되지만, 이들 방법에는 설치 공간 필요, 폐수 처리 문제, 경제성 한계 등의 단점이 있다(이영우, 2008).

최근에는 산화제를 활용해 악취 물질을 효과적으로 저감하는 연구가 진행되고 있으며, 특히 sodium percarbonate(SPC)와 permanganate 계열 산화제들이 주목받고 있다. SPC는 물에 녹아 과산화수소(H_2O_2)를 생성해 오염물질을 분해하는 강력한 산화제로, 고체 형태로 운송과 보관이 용이하다. 그러나 일부 산화제들의 수명이 매우 짧아 이를 극복하기 위한 새로운 고도산화법 연구가 필요하다(Meo,, Paola, 2020).

본 연구는 새로운 형태의 건식고도산화법을 적용하여 질소계 악취 물질의 탈취 가능성을 확인하고, SPC와 PM(SPM 또는 PPM)을 조합한 고도복합산화제를 최적화하여 보다 효과적인 악취 저감을 목표로 하였다.

2. 재료 및 방법

이 연구에서는 고도산화제로 sodium percarbonate(SPC)와 permanganate 계열 산화제인 sodium permanganate(SPM)와 potassium permanganate(PPM)를 사용하였다. 질소계 악취물질은 암모니아(Samchun, Korea)와 trimethylamine(TMA, Sigma-Aldrich, USA)을 이용하였다.

건식 고도산화법의 적용 가능성을 확인하기 위해, 고도산화제(SPC 및 PM)의 종류에 따른 암모니아와

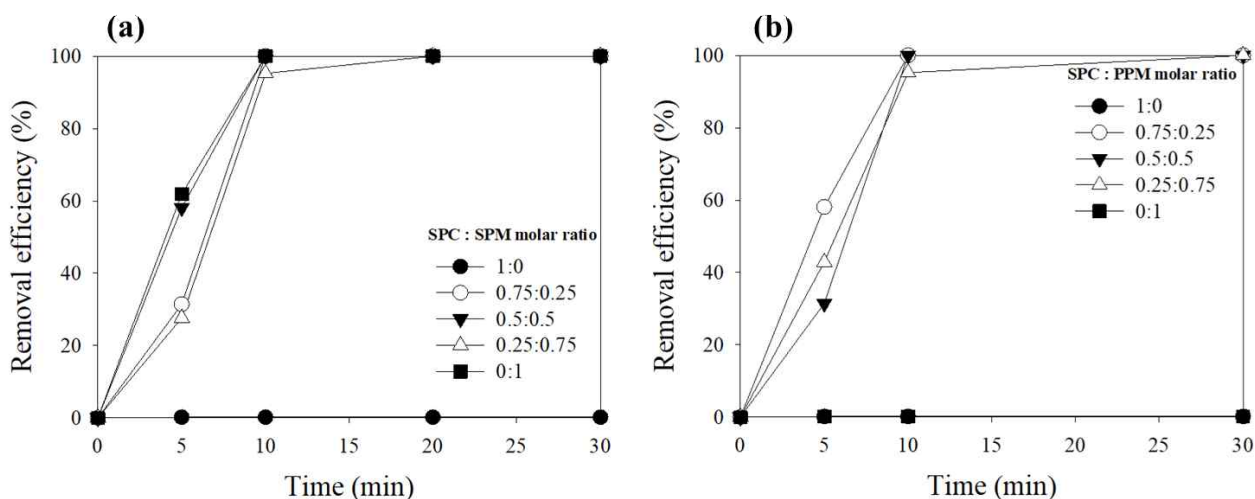
TMA에 대한 탈취 성능을 평가하였다. 또한, 고도복합산화제의 혼합 물비가 탈취 성능에 미치는 영향을 분석하기 위해, SPC와 permanganate 계열 산화제(SPM 및 PPM)를 다양한 물비로 혼합하였다. 혼합 비율은 SPC:permanganate 계열 산화제 = 0:1, 0.25:0.75, 0.5:0.5, 0.75:0.25, 1:0로 설정하여 실험을 진행하였다. 질소계 악취물질의 저감 효율을 시간에 따라 분석하기 위해 5, 10, 30분간 반응을 진행한 후 각 시간대의 저감 효율을 평가하였다.

실험은 약 64 mmol의 고도산화제를 단독 및 물비에 따른 혼합한 분말 형태로 준비한 후, 1 L 혈청병 (총 부피 약 1.2 L)에 투입하여 진행되었다. 혈청병은 검지관이 장착된 전용 뚜껑으로 완전히 밀봉하여 배치 실험 방식으로 수행하였다. 이후 질소계 악취물질을 액상으로 1 μ L 주입하여 기화시킨 뒤, 설정된 시간동안 반응시켰다. 반응이 후 병 내부의 질소계 악취물질의 농도는 검지관을 사용하여 측정하였으며, 측정된 농도를 바탕으로 저감 효율을 계산하여 각 조건에서의 저감 반응 특성을 분석하였다. 초기 농도는 질소계 악취물질이 완전 기화된 상태에서 혈청병 내부의 계산된 농도를 사용하였고, 암모니아와 TMA 농도는 3La 검지관과 3M 검지관(GASTEC, Japan)을 사용하여 측정하였다.

3. 결과 및 토의

암모니아 저감 실험에서 SPC와 PM을 단독으로 사용하였을 때는 거의 저감되지 않았다. 그러나 SPC와 PM을 혼합하여 저감하였을 때 조건에 따라 30분 반응 후 저감 효율이 약 5%p - 20%p 상승하는 결과를 보였다. SPC와 SPM을 혼합한 고도복합산화제의 경우, 혼합 물비 SPC:SPM = 0.25:0.75, 0.5:0.5, 0.75:0.25 조건에서 30분 반응 후 저감 효율이 약 17%p, 6%p, 13%p 상승하였다. SPC와 PPM을 혼합한 고도복합산화제의 경우, 혼합 물비 SPC:PPM = 0.25:0.75, 0.5:0.5, 0.75:0.25 조건에서 30분 반응 후 저감 효율이 약 13%p, 20%p, 9%p 상승하였다.

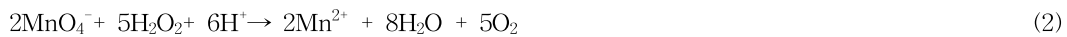
그림 1은 SPC와 PM의 물비 별 시간에 따른 TMA 저감효율을 나타낸다. TMA 탈취 시, SPC와 PPM을 단독으로 사용했을 경우 저감 효율이 1% 미만으로 매우 낮았다. 또한, SPC와 PPM을 혼합하여 사용했을 때 저감 효율이 급격히 증가하였으며, 일부 혼합 조건에서는 TMA가 30분 반응 후 100% 저감되었다. SPC와 PPM을 혼합한 고도복합산화제의 경우, 혼합 물비 SPC:PPM = 0.25:0.75, 0.5:0.5, 0.75:0.25 조건에서 반응 5분 후 약 42%, 31%, 58%의 저감 효율을 보였다. 또한, 일부 고도복합산화제 조건에서 반응 10분 만에 완전 저감되었으며, 모든 고도복합산화제 조건에서 반응 30분 후 100% 저감되었다.



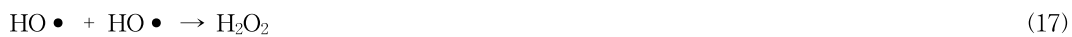
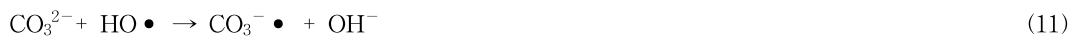
<그림 1> SPC와 PM의 물비 별 시간에 따른 TMA 저감효율
(a): SPM, (b): PPM

SPC와 PM을 혼합하여 사용할 경우, 조건에 따라 질소계 악취물질의 저감 효율이 크게 향상되었다. 이러한 결과는 추가적인 radical 또는 ROS의 생성에 의한 효과로 해석된다. 이는 PM이 반응 과정에서 Mn^{2+} 를 방출하고, Mn^{2+} 가 SPC의 radical 생성 및 ROS 생성 메커니즘에서 촉매 역할을 함으로써 산화제의 효과를 증대시키는 앞선 연구들의 결과와도 일치한다(M 외, 1990; Boda 외, 2022). 앞선 연구들에 따르면 다음식들과 같이 radical 및 활성 산소종 생성이 이루어질 것으로 예상된다(Reuben 외, 1986; Yangju 외, 2023; Ke, Gunten., 2021; Ursula 외, 1995; Boda 외, 2022; M 외, 1990).

식 (1)에서 SPC는 과산화수소(H_2O_2)를 생성하고, 이후 permanganate(MnO_4^-)는 과산화수소와 반응하여 산소와 Mn^{2+} 를 생성한다(식 (2)). 생성된 Mn^{2+} 는 촉매 역할을 하며, 지속적으로 수산화라디칼(hydroxyl radical, $HO \bullet$)과 다양한 라디칼을 생성하게 된다(식 (3)-(7)).



또한, 식 (7)-(18)과 같이 SPC에서 생성된 다양한 radical과 ROS가 추가적으로 생성된다. 이러한 반응들은 고도복합산화제가 단일 산화제보다 더욱 강력한 산화능을 발휘하게 하여 질소계 악취물질의 효과적인 저감을 가능하게 한다.



4. 결론

본 연구에서는 SPC와 permanganate 계열 산화제(SPM 및 PPM)를 이용하여 새로운 탈취 기술인 건식고도산화법을 통해 질소계 악취물질인 암모니아와 TMA의 저감 특성을 평가하였다. 실험 결과, SPC와 permanganate 계열 산화제를 단독으로 사용했을 때는 암모니아와 TMA의 저감 효율은 미미했으며,

특히 암모니아의 경우 거의 저감되지 않았다. 하지만 SPC와 permanganate 계열 산화제를 혼합하여 사용할 때 저감 효율이 크게 상승하였다. 특히, SPC와 PPM을 혼합한 고도복합산화제의 경우, TMA의 저감 효율이 반응 5분 만에 최대 약 58%까지 상승했고, 30분 반응 후 100% 저감되었다. 이러한 효과는 permanganate가 Mn^{2+} 를 방출하여 SPC의 radical과 ROS 생성 메커니즘에서 촉매 역할을 함으로써 산화능을 증대시킨 결과로 해석된다. 또한, SPC와 permanganate 계열 산화제의 혼합은 반응 속도를 증가시켜, 질소계 악취물질을 더욱 효과적으로 분해할 수 있음을 확인하였다.

이 연구는 건식고도산화법이 질소계 악취물질 저감에 효과적임을 제시하였으며, SPC와 permanganate 계열 산화제 조합이 암모니아와 TMA 저감에 있어 각각의 단독 사용보다 훨씬 효과적임을 확인하였다. 이는 건식고도산화법에서 산화제 혼합이 질소계 악취물질의 저감에 있어 중요한 변수로 작용할 수 있음을 시사하며, 다양한 악취물질에 대해 최적의 탈취 효율을 도출할 수 있는 산화제 종류와 혼합 비율을 탐색하는 추가 연구의 필요성을 강조한다.

참고문헌

- 박찬진, 2010, 인천지역의 악취민원과 시민체감의식에 관한 연구. Korean Journal of Odor Research and Engineering. Vol 9.
- “악취란”, http://shgec.or.kr/bbs/board.php?bo_table=g83&page=6&wr_id=1198, (2024년 8월 30일)
- 이영우, 2008, 시화·반월산단 소재 대기방지시설의 활성탄 및 세정수의 적정한 교체주기 및 관리 운영방안 연구.
- ATSDR, 2017, ATSDR MMG for Ammonia.
- Bokowa, Anna, Carlos Diaz, Jacek A. Koziel, Michael McGinley, Jennifer Barclay, Günther Schaubberger, Jean-Michel Guillot, 2021, Summary and Overview of the Odour Regulations Worldwide. Atmosphere 12 (2): 206. <https://doi.org/10.3390/atmos12020206>.
- Han, Jianqing, Lifan Liu, Xuguang Lu, 2022, Sustainable and continuous removal of trimethylamine in a bio photoelectrochemical reactor using g-C₃N₄/TiO₂ photocathode with power generation, Journal of Chemical Technology & Biotechnology 97 (1): 218 - 27. <https://doi.org/10.1002/jctb.6932>.
- Harreveld, Anton Ph Van, 2003, Odor Regulation and the History of Odor Measurement in Europe.
- Leduc, D, P Gris, P Lheureux, P A Gevenois, P De Vuyst, J C Yernault, 1992, Acute and long term respiratory damage following inhalation of ammonia. Thorax 47 (9): 755 - 57. <https://doi.org/10.1136/thx.47.9.755>.
- Li, Boda, Ziwen Han, Jun Ma, Wei Qiu, Wenqian Li, Bin Zhang, Xuedong Zhai, An Ding, Xu He, 2022, Novel sodium percarbonate-MnO₂ effervescent tablets for efficient and moderate membrane cleaning. Water Research 220 (7월):118716. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2022.118716>.
- Li, Yangju, Haoran Dong, Junyang Xiao, Long Li, Dongdong Chu, Xiuzhen Hou, Shuxue Xiang, Qixia Dong, Haoxuan Zhang, 2023, Advanced oxidation processes for water purification using percarbonate: Insights into oxidation mechanisms, challenges, and enhancing strategies. Journal of Hazardous Materials 442:130014. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2022.130014>.
- Linker, Ursula, Berthold Kersten, Torsten Linker. 1995. Potassium permanganate-mediated radical reactions: chemoselective addition of acetone to olefins. Tetrahedron 51 (36): 9917 - 26. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0040-4020\(95\)00563-N](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0040-4020(95)00563-N).
- Maksymiuk, Klaudia M., Mateusz Szudzik, Marta Gawryś-Kopczyńska, Maksymilian Onyszkiewicz, Emilia Samborowska, Izabella Mogilnicka, Marcin Ufnal, 2022, Trimethylamine, a gut bacteria metabolite and air pollutant, increases blood pressure and markers of kidney damage including proteinuria and KIM-1 in rats. Journal of Translational Medicine 20 (1): 470. <https://doi.org/10.1186/s12967-022-03687-y>.
- Meo, Sergio Di,, Paola Venditti, 2020, Evolution of the Knowledge of Free Radicals and Other Oxidants.

Oxidative Medicine and Cellular Longevity 2020 (4):1 - 32. <https://doi.org/10.1155/2020/9829176>.

- Park, Seul-Ki, Du-Min Jo, Daeung Yu, Fazlurrahman Khan, Yang Bong Lee, Young-Mog Kim, 2020, Reduction of Trimethylamine Off-Odor by Lactic Acid Bacteria Isolated from Korean Traditional Fermented Food and Their In Situ Application. Journal of Microbiology and Biotechnology 30 (10): 1510 - 15. <https://doi.org/10.4014/jmb.2005.05007>.
- Prostějovský, Tomáš, Alena Kulišťáková, Martin Reli, Radim Žebrák와/과Kamila Kočí. 2023. “Innovative technology for ammonia abatement from livestock buildings using advanced oxidation processes”. Photochemical & Photobiological Sciences 22 (7): 1603 - 10. <https://doi.org/10.1007/s43630-023-00400-w>.
- Simoyi, Reuben H, Patrick De Kepper, Irving R Epstein, Kenneth Kustin, 1986, Reaction between permanganate ion and hydrogen peroxide: kinetics and mechanism of the initial phase of the reaction. Inorganic Chemistry 25 (4): 538 - 42. <https://doi.org/10.1021/ic00224a030>.
- Xu, Ke, 와/과Urs von Gunten, 2021, Permanganate Reduction by Hydrogen Peroxide: Formation of Reactive Manganese Species and Superoxide and Enhanced Micropollutant Abatement. ACS ES&T Engineering 1 (10): 1410 - 19. <https://doi.org/10.1021/acsestengg.1c00138>.
- Yim, M B, B S Berlett, P B Chock, E R Stadtman. 1990. Manganese(II)-bicarbonate-mediated catalytic activity for hydrogen peroxide dismutation and amino acid oxidation: detection of free radical intermediates. Proceedings of the National Academy of Sciences 87 (1): 394 - 98. <https://doi.org/10.1073/pnas.87.1.394>.

사사

본 연구는 환경부의 녹색혁신기업 성장지원 프로그램(2022003160002)과 한국연구재단의 이공학 학술연구기반구축 (2021R1A6A1A03044977)의 지원에 의해 수행되었으며, 한국냄새환경학회 2023년 제43회 추계학술대회에서 발표된 내용을 수정 및 보완했다.

포스터발표 세션 6.

자원순환

- EU 1회용 플라스틱 지침의 주요내용과 비교법적 시사점
오원정 부경대학교 법학과 박사 수료, 숲과나눔 특정주제연구자
- 재활용 용이성 정보 제공의 소비자 구매 (촉진) 효과
- 온라인 쇼핑 사례를 중심으로
김기원 서울대학교 환경대학원 박사과정, 숲과나눔 장학생
홍종호 서울대학교 환경대학원 교수
- 공공 분리배출 수거함의 폐기물 분류 수준 최적화
- 설치 위치, 안내 디자인, 폐기물 유형의 효과 분석
최재원 삼성전자 과장
전덕빈 KAIST 경영대학 교수
박성호 서울대학교 경영대학 교수
박진환 KISDI 박사, 통신정책연구실 부연구위원
신규용 주식회사 그레이트퍼즐 대표
- 불완전한 자동화, 불안정한 지하화
- 생활폐기물 자동집하시스템 ‘자동크린넷’을 중심으로
금현아 카이스트 과학기술정책대학원 박사과정, 숲과나눔 특정주제연구자

EU 1회용 플라스틱 지침의 주요내용과 비교법적 시사점

오원정 부경대학교 법학과 박사 수료, 숲과나눔 특정주제연구자

1. 서론

본 지침은 1회용 플라스틱 제품 등이 해양환경에 야기하는 위해성을 관리하기 위하여 마련되었다. 지침은 폐기물 단계에서의 사후적 처리보다 제품 생산·유통 단계에서의 사전예방적 관리와 순환이용 측면에 초점을 두고 있다는 점에서 환경법적으로 바람직하며, EU 회원국들이 1회용 플라스틱 제품을 관리하는 입법을 마련함에 있어 구체적인 방향성과 가이드라인을 제공한다는 점에서 주목할 만하다. 본고에서는 지침의 주요내용을 분석하고 비교법적으로 수용할 만한 시사점을 제시하고자 한다.

2. EU 1회용 플라스틱 지침의 주요내용

1) 지침의 적용 대상

지침은 ① 유럽 해변에서 가장 빈번하게 발견되는 1회용 플라스틱 제품 10가지와 ② 산화분해성 플라스틱으로 만들어진 제품, ③ 플라스틱 함유 어구 등에 적용된다.

<표 1> 지침의 적용 대상

유럽 해변에서 가장 빈번하게 발견되는 1회용 플라스틱 제품 10가지	① 면봉 스틱 ② 식기류 · 접시 · 빨대 · 교반기 ③ 풍선 · 풍선 막대기 ④ 식품 용기 ⑤ 음료용 컵 ⑥ 음료 용기 ⑦ 담배꽂초 ⑧ 비닐 봉투 ⑨ 포장재 · 랩 ⑩ 물티슈 · 위생용품
산화분해성 플라스틱으로 제조된 제품	
플라스틱 함유 어구	

그리고 세부적으로는, 각 규율 내용이 적용되는 1회용 플라스틱 제품의 종류를 구분하여 부속서에 명시해두고 있다.

<표 2> 지침 규율 내용별 규율 대상 1회용 플라스틱 제품

규율 내용	규율 대상 1회용 플라스틱 제품
소비 감축	① 음료용 컵(덮개 및 뚜껑 포함) ② 아래 식품의 용기(덮개 여부 불문) (a) 현장에서 먹거나(on-the-spot) 또는 테이크아웃하여 즉시 소비하도록 의도된 식품 (b) 일반적으로 용기로부터 소비되는 식품 (c) 조리하거나 가열하는 등의 추가적인 준비 없이 소비될 준비가 되어 있는 식품
시장 출시 제한	① 면봉 ② 식기류(포크, 칼, 숟가락, 젓가락) ③ 접시 ④ 빨대 ⑤ 음료 교반기 ⑥ 풍선에 부착하거나 지지하기 위한 스틱 ⑦ 스티로폼으로 제조된, 아래 식품의 용기(덮개 여부 불문) (a) 현장에서 먹거나(on-the-spot) 또는 테이크아웃하여 즉시 소비하도록 의도된 식품 (b) 일반적으로 용기로부터 소비되는 식품 (c) 조리하거나 가열하는 등의 추가적인 준비 없이 소비될 준비가 되어 있는 식품 ⑧ 스티로폼으로 제조된 음료 용기(캡 및 뚜껑 포함) ⑨ 스티로폼으로 제조된 음료용 컵(덮개 및 뚜껑 포함)
제품 요건	① 아래 용기를 제외한, 3리터 미만의 음료 용기(캡 · 뚜껑 · 혼합 음료 포장재 포함) (a) 플라스틱으로 만든 캡과 뚜껑이 있는 유리 또는 금속 음료 용기 (b) 특수 의료 목적으로 식품에 사용되는 음료 용기

2) 지침의 주요 내용

(1) 소비 감축

회원국은, 음료용 컵과 식품 용기 소비를 감축하기 위하여 필요한 조치를 취해야 한다. 그리고 이 조치를 통해 '22년 대비 '26년까지 소비량에 있어 측정 가능한 양적 감축을 달성해야 한다. 회원국이 취할 수 있는 조치에는 다음의 조치들이 포함된다.

- * 국가 소비 감축 목표의 설정
- * 최종소비자에게 판매될 때 1회용 음료컵과 식품 용기 대신 재사용 가능한 대체품으로 판매될 수 있도록 보장하는 조치
- * 최종소비자에게 판매될 때 1회용 음료컵과 식품 용기가 무료로 제공되지 않도록 보장하는 경제적 조치

(2) 시장 출시 제한

회원국은, 특정 플라스틱 제품의 발생량과 환경에 미치는 위해성 등을 고려하여 이들의 시장 출시를 금지해야 한다. 시장 출시가 금지되는 플라스틱 제품은 위 표에 제시된 1회용 플라스틱 제품과 산화분해성 플라스틱으로 제조된 제품이다.

(3) 제품 요건

회원국은, 3리터 미만의 음료 용기 생산자로 하여금 해당 음료 용기가 사용될 때 플라스틱 캡과 뚜껑이 용기 본체에서 떨어지지 않도록 즉, 비분리형 캡과 뚜껑을 부착하도록 요구하고, 이를 준수하는 경우에만 시장 출시를 허용해야 한다.

또한 음료 용기의 주요 성분이 폴리에틸렌테레프탈레이트(이하 “PET”라 함)라면, 다음과 같이 재생원료 비율을 충족해야 한다.

- * ('25년~) 회원국 시장에 판매되는 모든 ‘PET병’을 기준으로 재생원료의 비율이 평균 25% 이상

* ('30년~) 회원국 시장에 판매되는 '모든 음료 용기'를 기준으로, 재생원료의 비율이 평균 30% 이상

3. EU 1회용 플라스틱 지침의 비교법적 시사점: 결론에 같음하여

1) 사전예방적 관점 및 순환경제 패러다임에 부합하는 관리

지침의 주요 규율내용은 소비 감축, 시장 출시 제한, 제품 요건으로, 모두 1회용 플라스틱 폐기물 등의 사후적 처리보다 사전예방적 관리와 순환이용에 보다 초점을 두고 있다.

특히 특정 1회용 플라스틱 제품에 대해서는 그 발생량과 환경상 위해성을 고려하여 시장 출시 자체를 금지하는데, 이는 사전예방적 관점에서 매우 고무적인 조치라고 평가할 수 있다.

우리나라의 경우 특정 제품에 대해 시장 출시 자체를 금지하는 규율은 법제화되지 못했을뿐더러, 특정 제품에 대해 시장 출시를 금지해야 한다는 논의도 제대로 이루어진바 없다는 점에 비추어본다면, EU의 해당 조치는 매우 파격적이고 진취적인 조치라는 점을 알 수 있다.

또한 3리터 미만 음료 용기에 비분리형 뚜껑을 부착하도록 제품 생산 단계에서부터 설계 요건을 적극적으로 구체적으로 규제한 것, 재생원료 비율을 일정 수준 이상으로 강제하는 것은 재활용 등 순환이용률을 제고하기 위한 조치로서 사전예방적 관점과 순환경제 패러다임에 모두 부합하는 조치라고 긍정적으로 평가할 수 있다.

물론 우리 법제에서도 다음과 같이 특정한 재질·구조에 대한 법적근거를 마련해두고 있으므로(「포장재의 재질·구조 기준」*, 기술 여건과 산업경쟁력 측면만 조율할 수 있다면, 비분리형 뚜껑을 부착하도록 하는 등의 보다 세밀하고 진취적인 규율내용을 법제화하는 것도 어렵지 않을 것으로 생각된다.

* 먹는 샘물 및 음료류 포장 시 재활용이 용이한 대체재가 있는 경우 유색 PET병 사용 금지

* 재활용이 용이한 대체재가 있는 경우 폴리염화비닐 재질의 포장재 사용 금지

2) 폐기물의 최종 처리지로서 '해양'에 주목하는 접근

살펴본 바와 같이, 지침은 유럽 해변에서 가장 빈번하게 발견되는 1회용 플라스틱 제품 등을 적용 대상으로 하고 있다. 이는 지침이 폐기물의 최종 처리지로서 '해양'이라는 공간에 주목하고, 이러한 해양에 미치는 위해성을 최소화하겠다는 접근에서 출발하였다는 점을 시사하며, 이러한 인식과 접근이 법제화로 이어지는 당위성을 획득했다는 점은 특기할 만하다.

우리의 폐기물 관리법제는 폐기물을 주로 '발생원'에 따라 규율하는바, 규율 대상 폐기물의 발생원이 육상이라면, 이것이 향후 해양에 유입되어 미치게 될 위해성에 대해서는 입법 과정에서 다소 도외시키는 경향이 있다. 마찬가지로 1회용 플라스틱 제품 역시 대체로 육상에서 생산·유통·사용·처리되기 때문에, 1회용 플라스틱 폐기물이 해양으로 대거 유입된다는지 따라서 이로 인한 위해성을 적절히 관리해야 한다는 인식은 법제화 과정에서 규율 근거로 충분히 활용되지 못한 것으로 생각된다.

만약 1회용 플라스틱 폐기물의 최종 처리지로서 '해양'이라는 공간과 이에 미치는 위해성에 주목한다면, 1회용 플라스틱 폐기물이 해양에 유입되더라도 위해를 최소화할 수 있는 방식으로 제품을 설계하게 하거나, 해양에 유입된 1회용 플라스틱 폐기물에 특화된 재활용 방식을 요구하는 등 보다 진취적인 규율이 가능할 것이라 기대한다.

참고문헌

- Directive (EU) 2019/904 of the European Parliament and of the Council on the Reduction of the Impact of Certain Plastic Products on the Environment

재활용 용이성 정보 제공의 소비자 구매 (촉진) 효과

온라인 쇼핑 사례를 중심으로

김기원 서울대학교 환경대학원 박사과정, 숲과나눔 장학생
홍종호 서울대학교 환경대학원 교수

1. 서론

2019년, 재활용등급제가 개정되며 우리나라의 분리배출 표시에 변화가 생겼다. 기존에는 재활용 가능 여부와 포장재 재질만 명시되어 있던 라벨에 재활용 용이성에 대한 정보가 추가된 것이다(<그림 1> 참조). 소비자가 직관적으로 이해할 수 있도록 재활용 용이성 등급은 ‘최우수’, ‘우수’, ‘보통’, 그리고 ‘어려움’으로 나뉘며, 정부의 평가기준에 따라 등급이 부여된다.



<그림 1> 분리배출 표시 변경 전·후

이 연구는 온라인 현장실험(field experiment)을 통하여 이러한 제도 변화가, 즉 포장재의 재활용 용이성에 대한 정보 제공이 실제 소비자의 구매 행동에 영향을 미치는지를 실증적으로 분석한다. 활용된 데이터는 국내에서 시장 점유율이 높은 기업으로부터 제공받아, 모집단에 대한 대표성과 결과의 신뢰도(현실성) 측면에서 기존 연구의 한계를 극복하며 연구가 부족한 온라인 환경을 다룬다는 점에서 차별성을 가진다.

2. 본론

1) 실험 설계

이 실험은 2021년 9월 13일부터 2021년 11월 7일까지 총 8주(56일)에 걸쳐 진행되었으며, 재활용 ‘최우수’ 또는 ‘우수’ 등급을 부여받은 제품 156개를 대상으로 하였다.¹⁾ 해당 제품들은 생수 및 음료, 유제품, 소스 및 통조림, 간식, 수산식품, 간편식 및 반찬류, 셀러드 등 다양한 카테고리에서 선정되었다. 재활용 용이성에 대한 정보는 두 가지 방법으로 제공되었다. 먼저, 소비자가 상품을 탐색하는 상품목록 화면에서 상품명과 가격 아래 ‘재활용 우수’ 태그가 노출되도록 하였다. 추가적으로 상품에 대한 상세정보를 담고 있는 화면에서 재활용의 효과와 소비자의 기여에 대한 짧은 메시지를 노출하였다.

소비자를 무작위로 처치집단과 통제집단으로 나누어 동시에 서로 다른 환경에서 쇼핑하도록 하는 무작위 할당이 불가능함에 따라, 전체 실험기간 중 절반(28일)을 무작위로 추출하여 처치하는 방식으로 실험

1) 재활용 ‘보통’ 또는 ‘어려움’ 등급을 부여받은 경우 판매 및 공급기업 입장에서 제품에 대한 부정적 홍보로 여겨질 수 있어 연구 대상에서 제외되었다.

험이 진행되었다. 이때, 요일별 판매량 차이를 고려하여 각 요일에 대해 처치일수와 통제일수가 동일하도록 통제하였다.

2) 분석 방법

처치의 효과는 외연 효과(extensive margin)와 내연 효과(intensive margin)로 나눌 수 있다. 이 연구의 맥락에서 외연 효과는 제품 단위에서 처치가 구매량을 증가시켰는지 여부로, 내연 효과는 개별 소비자 단위에서 얼마나 제품 구매량을 늘렸는지로 정의된다. 각 제품 및 소비자의 고유한 특성을 통제할 수 있도록 분석에는 고정효과모형을 활용하였으며, 외연 효과 분석 시 더 명확한 결과를 얻기 위하여 정보 처치를 받지 않은 대체(경쟁)제품 구매량과의 비교분석이 이루어졌다.

3) 분석 결과

외연 효과 분석 결과, 재활용 용이성 정보를 제공할 경우 재활용이 용이한 제품(이하 ‘친환경 제품’) 구매량이 통계적으로 유의하게 증가하는 것으로 나타났으며($p=0.067$), 특히 샐러드 제품에서 효과가 두드러졌다. 반면, 해당 정보가 제공되지 않은 대체(경쟁)제품의 구매량에는 변화가 없음을 확인하였다($p=0.597$). 내연 효과 분석 결과에서도 재활용 용이성 정보를 제공할 경우 개별 소비자의 친환경 제품 구매량이 1일당 미량(1개 미만) 증가하는 것으로 나타남($p=0.014$), 처치로 인한 긍정적 효과가 있음을 확인하였다.

3. 결론

포장재는 대부분 일회용으로 취급되어 유독 제품수명이 짧으며(Kabir et al., 2020), 그만큼 자원낭비가 극심한 문제라 할 수 있다. 이 연구는 최소한의 정보 제공이 소비자로 하여금 재활용이 더 용이한 제품을 선택하도록 행동 변화를 유도할 수 있는지 실증적으로 분석하였으며, 그 결과는 긍정적이었다. 연구 대상 제품의 하루 평균 판매량 기준 판매촉진 효과는 6% 수준으로, 온·오프라인 쇼핑 환경에서 관련 정보를 더 많은 소비자들이 알 수 있도록 더욱 적극적인 조치가 필요함을 확인할 수 있었다. 이러한 정책 변화는 환경과 소비자의 만족도 차원을 넘어 환경영향을 줄인 제품을 생산 및 유통하는 기업의 성과 측면까지, 다방면의 기여를 할 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

- Kabir, E., Kaur, R., Lee, J., Kim, K., Kwon, E.E., 2020, Prospects of biopolymer technology as an alternative option for non-degradable plastics and sustainable management of plastic wastes, Journal of Cleaner Production, 258, 120536, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120536>

사사

이 연구는 제11회 아시아환경자원경제학회(AAERE) 학술대회에서 “The effect of packaging recyclability information on buying behaviors: Evidence from an online field experiment”라는 제목으로 발표된 바 있으나, 학술지에 게재되지 않은 작업 중인 논문(working paper)입니다.

공공 분리배출 수거함의 폐기물 분류 수준 최적화

설치 위치, 안내 디자인, 폐기물 유형의 효과 분석

최재원 삼성전자 과장

전덕빈 KAIST 경영대학 교수

박성호 서울대학교 경영대학 교수

박진환 KISDI 박사, 통신정책연구실 부연구위원

신규용 주식회사 그레이트퍼즐 대표

1. 서론

폐기물 분리배출 행동을 개선하는 것은 특히 전 세계 폐기물 발생률이 지속적으로 증가하는 상황에서 도시 고형 폐기물(Municipal Solid Waste, MSW) 관리에 있어 매우 중요하다. 2022년 기준으로 MSW 발생량은 20억 1000만 톤에 이르렀으며, 2050년까지 34억 톤으로 70% 급증할 것으로 예상된다(The World Bank, 2023). 따라서 효율적이고 지속 가능한 폐기물 처리를 보장하기 위해 적절한 폐기물 관리 전략을 구현하는 것이 필수적이다. 그러나 재활용률은 전체 폐기물 발생량에 비해 여전히 상당히 부족한 수준에 머물러 있다. 현재 20% 이하의 폐기물만이 재활용되고 있으며, 상당한 양의 재활용 가능한 폐기물이 일반 폐기물과 함께 매립되거나 소각되고 있다(Statista, 2023).

국내의 경우에도 일반적으로 사용되는 2종(일반/재활용 투입구) 공공 분리배출 수거함의 경우, 재활용 폐기물의 분류율이 저조하고 이에 따라 올바르게 배출되더라도 묶음 재활용으로 분류되어 재활용이 전혀 되지 못한 채 소각, 매립되고 있다. 이에 따라 재활용 폐기물의 분류율을 높이고 품목별 동질성을 높임으로써 올바르게 재활용될 수 있도록 지원하는 행동유도 분리배출 수거함의 필요성이 부각되고 있다. 분리배출 수거함의 투입구가 세분화될수록 분리배출 시 더 자세하고 명료한 정보를 사용자들에게 제공할 수 있고, 폐기물 품목별 동질성을 향상시켜 재분류 비용을 낮추고 보다 용이하게 재활용될 수 있도록 하는 장점이 있다. 그러나, 많아진 투입구의 개수로 인한 복잡성이 사용자들로 하여금 피로감을 느끼게 할 수 있고, 투입구가 많아질수록 임의로 배출했을 때를 상정한 기본 정답률이 하락한다는 단점이 있어 무조건적인 세분화가 좋다고 보기는 어려운 점이 있다.

본 연구는 수거 단계 이전의 폐기물 분류 수준에 따른 공공 분리배출 수거함의 분류 성능을 조사하는데 주로 초점을 맞추고 있다. 현장 실험을 수행하고, 공공 분리배출 수거함에서의 실제 재활용 행동에 대한 정량적 분석을 실시하였다. 또한, 수거함 유형을 나타내는 폐기물 분류 수준 외에도, 수거함의 설치 위치, 시각적 안내의 유무, 폐기물의 종류와 같은 각 폐기물의 추가 속성이 폐기물 분류 행동에 어떻게 종합적으로 영향을 미치는지에 대한 세분화된 분석을 수행하였다. 나아가 폐기물 분류 수준의 경제적 영향을 추정하기 위한 보다 정교한 방법을 제안하고, 이를 다른 실험을 통해 검증한 후 더 정확한 경제적 분석에 활용하였다.

2. 본론

1) 현장 실험

실험은 2022년 9월부터 11월까지 12주간 경기도 시흥시의 한 구역에 위치한 두 개의 야외 장소에서

수행되었다. 이 연구는 실험기간 동안 설치된 재활용 쓰레기통을 이용한 시민들을 대상으로 하였다. 우리는 폐기물 분류 수준에 따라 네 가지 유형의 쓰레기통을 구성했으며, 각 유형당 한 대의 쓰레기통을 사용하여 총 네 대의 쓰레기통을 설치하였다 (2종: 일반/재활용, 4종: 일반/플라스틱/캔 및 유리/종이류, 6종: 일반/플라스틱/PET/캔/유리/종이류, 8종: 일반/비닐/담배꽂초/플라스틱/PET/캔/유리/종이류). 4종, 6종, 8종의 재활용품 투입구는 고가치 재활용품을 우선적으로 처리하도록 설계되었다.

두 실험 장소는 <그림 1>과 같이 약 400m 떨어져 있으며, 상업적 및 환경적 주변의 차이가 있다. 본 연구에서는 각각 L1과 L2로 명명했고, L1은 공원과 카페가 있는 아파트 단지에 둘러싸여 있으며, L2는 지하철역으로 가는 경로에 위치한 상업 지구 입구로, 카페, 바, 레스토랑, 편의점 등이 주변에 있다.



<그림 1> 실험 장소

전체 실험 기간 중 수거함 위치 변경 및 안내 디자인 설치라는 두 가지 주요 개입이 있었다. 분리배출 수거함 유형과 위치 간의 다중공선성 문제를 해결하기 위해 실험 기간 중 두 번의 수거함 재배치가 시행되었다. 안내 디자인 설치의 경우, 6주 차에 각 수거함의 투입구에 폐기물의 대표 이미지를 표시한 포스터를 부착하여 그 효과를 분석하고자 했다. 추가적으로, 자주 오분류되는 종이홀더에 대한 올바른 처리를 안내하는 시각적 프롬프트를 플라스틱 투입구에 부착하였다.

폐기물은 매주 두 번 수집되었고, 폐기물은 한국의 분리배출 시스템에 따라 일반 쓰레기, 플라스틱, PET, 캔, 유리, 종이, 종이팩, 비닐, 담배꽂초의 9가지 카테고리로 분류되었다. 플라스틱과 종이팩에 대해 “보증금 컵”이라는 하위 카테고리를 생성했고, 이는 국내 보증금 반환 시스템의 적용을 받을 예정이었던 프랜차이즈 카페의 일회용 컵을 의미하며, 컵당 300원의 가치를 가지고 있다고 가정하였다. 각 투입구에 배출된 각 유형의 폐기물의 수와 무게를 측정하고 기록하였다. 액체 잔여물은 무게 변동 문제를 해결하기 위해 측정 전에 제거하였다(Leeabai et al., 2021).

2) 통계 분석 방법

본 연구에서는 폐기물 분류 성능에 영향을 미치는 요인을 조사하고 가설을 검증하기 위해 로지스틱 회귀 분석을 사용하였다. 이 분석 방법은 개별 폐기물의 속성에 따라 분리배출 행동이 어떻게 달라지는지를 상세하게 분석할 수 있도록 지원한다.

3) 분석 결과

① 예비 분석

본 연구에서 사용된 종속 변수는 COR_i 로, 폐기물의 올바른 처리 상태를 나타내며, 1은 올바른 분리를, 0은 부적절한 분리를 나타낸다. 주요 설명 변수는 분리배출 수거함 유형, 수거함 설치 위치, 안내 디자인의 존재 여부, 폐기물 유형의 같이 네 가지 주요 그룹으로 분류할 수 있다. 모든 폐기물 유형의 평균 분리 정확도는 71.8%였으며, 캔, 유리, 일반 폐기물은 양호한 분류율을 보인 반면, PET, 종이, 종이팩은 상대적으로 낮은 분류율을 보였다.

② 폐기물 분류 성능

기본 모델을 활용한 전체 폐기물에 대한 로지스틱 회귀 분석 결과, 수거함 유형의 관점에서 6종 수거함이 가장 우수한 폐기물 분류 성능을 보였으며, 폐기물 분류 수준에 따라 분리 성과에서 역 U자형 패턴이 나타나는 것을 확인하였다. 성능이 가장 뛰어난 6종과 널리 사용되는 2종 수거함을 비교한 결과, 분리 성과가 42.2% 개선된 것으로 나타났다 ($\exp(0.352) = 1.422$). 수거함 설치 위치 측면에서 L2에 설치된 쓰레기통은 L1에 설치된 쓰레기통에 비해 분리 성과가 현저히 낮았다. 또한, 안내 디자인의 구현이 분류 성능에 상당한 개선을 가져왔음을 분석으로부터 확인하였다. 이는 시각적 지원이 사람들로 하여금 폐기물 분류 및 처리에 관한 올바른 결정을 내리도록 도왔음을 시사한다. 폐기물 유형에 관해서는 예비 분석과 마찬가지로, PET, 종이, 종이팩, 비닐 폐기물이 플라스틱 폐기물을 기준으로 했을 때 상대적으로 낮은 분류 성능을 보였다. 반면, 캔, 유리, 담배꽂초, 일반 폐기물은 더 높은 분리 성능을 보였다.

③ 경제적 효과

다양한 쓰레기통 유형에서 도출된 경제적 가치를 평가하기 위해 비용-편익 분석을 수행하였다. 경제적 편익 관점에서, 분석은 적절하게 분리 배출된 재활용 가능한 폐기물의 가치를 수치화하였고, 재활용 가능한 폐기물의 유형별 금전적 가치는 국내 공공기관의 자료를 참조하였다 (한국자원순환정보시스템, 2022; 환경부, 2022). 비용 측면에서는, 물질 회수 시설(Material Recovery Facility, MRF)에서의 폐기물 재분류에 수반되는 인건비에 초점을 맞추었다.

폐기물 재분류 비용은 주로 MRF에서의 재활용 폐기물의 재분류 속도에 의해 결정된다. 전통적인 분류 속도 추정 방식은 MRF에 들어오는 폐기물의 총량에만 의존한다(CalRecovery & PEER Consultants, 1993; 한국경제행정연구원, 2019; 서울연구원, 2005). 그러나 이 방식은 폐기물 분리배출의 효과를 고려하지 않으며, 수거 단계에서 시민들의 높은 분류율이 재분류 속도에 미치는 긍정적인 영향을 간과한다. 높은 분류율의 긍정적인 효과를 포함시키기 위해, 본 연구에서는 정보 이론에서 파생된 엔트로피 개념을 MRF에서의 폐기물 재분류 비용 계산에 통합하여 재분류 난이도 점수(Separation Difficulty Score, SDS)라는 새로운 지표를 생성하였다.

$$\text{Separation Difficulty Score} = \text{Entropy} \times \text{Number of Wastes}$$
$$(\text{Entropy} = \sum_i p_i \times \log_2 p_i, i: \text{폐기물 종류}, p_i: \text{투입구 내 폐기물 중 폐기물 } i \text{의 비율})$$

실험 결과, 상기한 SDS 지표는 기존의 지표에 비해 재분류 비용을 더욱 정확하게 반영하였으며, 비용 예측의 정확도가 약 14.4% 개선되었다. 이를 통해 각 재활용 쓰레기통의 경제적 가치를 정량적으로 평가할 수 있었으며, 6종 쓰레기통은 2종 쓰레기통 대비 120.5%의 추가적인 경제적 가치를 창출하였다.

3. 결론

1) 요약

본 연구는 수집 단계에서의 폐기물 분류 수준을 고려하여 실외 공공 가로 분리배출 수거함에서의 폐기물 분류 성능을 분석하였다. 네 가지 분류 수준 중에서 중간 분류 수준을 가진 6종 수거함이 가장 높은 폐기물 분류 성능을 보였다. 우리는 수거함의 분류 수준 외에도 설치 위치, 안내 디자인의 존재, 폐기물 유형 등 다양한 속성이 개별 폐기물의 분리 행동에 어떻게 영향을 미치는지 분석하였다. 결과에 따르면 이러한 모든 요소들이 폐기물 분리 행동에 상당한 영향을 미쳤으며, 특정 경우에는 상호작용 효과도 존재한다는 것을 확인하였다. 또한, 각 수거함에서 발생하는 경제적 가치를 보다 정밀하게 추정할 수 있는 새로운 방법론을 제안하였으며, 다양한 수거함 유형 간의 경제적 가치를 비교하여 보다 실질적인 관점을 취하려고 노력하였다. 폐기물 분류 성능과 창출된 경제적 가치를 종합적으로 고려했을 때, 일반적인 상황에서 6종 수거함이 가장 적합한 쓰레기통 유형임을 뒷받침하는 증거를 제시할 수 있었다.

2) 한계 및 시사점

연구의 몇 가지 한계점 및 향후 연구를 위한 잠재적인 방향성 제안은 다음과 같다. 첫째, 본 연구에서는 적절히 분리 배출된 재활용품이 모두 완전히 재활용 가능하다고 가정하여, 재활용품의 오염 가능성을 고려하지 않았다. 하지만 실제 상황에서는 심각한 오염으로 인해 재활용이 어려워지는 경우가 발생할 수 있다. 이러한 오염 문제는 다양한 종류의 폐기물이 하나의 구획에 혼합되는 폐기물 분류 수준이 낮을수록 더욱 심화될 수 있으며, 이는 해당 분류함이 생성하는 경제적 가치를 추정하는 데 영향을 미칠 수 있다. 둘째, 본 연구에서는 폐기물 분류 수준을 나타내는 변수로 수거함 유형을 사용하였다. 이상적인 환경에서는 분류 수준을 제외한 수거함의 모든 속성이 균일하게 통제되어야 하지만, 실제 제약으로 인해 수거함의 모양과 크기에 약간의 차이가 있었다. 이러한 요소들을 철저히 통제된 연구는 연구 결과의 신뢰성을 더욱 높일 수 있을 것이다. 마지막으로, 인구 개별 수준의 분석을 수행하는 데 한계가 있었다. 향후 연구에서는 풍부한 인구 통계, 각 수거함을 사용하는 사람 수 및 그들의 폐기물 배출량을 포함함으로써 폐기물 관리에 대한 더 유의미한 통찰을 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

- Leeabai, N., Areeprasert, C., Khaobang, C., Viriyapanitchakij, N., Bussa, B., Dilinazi, D., & Takahashi, F. (2021). The effects of color preference and noticeability of trash bins on waste collection performance and waste-sorting behaviors. *Waste Management*, 121, 153 - 163. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.12.010>
- 서울연구원. (2005). Improvement Measures for Installation and Operation of Public Recycling Sorting Facilities in Seoul City. <https://www.si.re.kr/node/23762> ;accessed March 5th, 2023
- 한국경제행정연구원. (2019). Report on Improving Recycling Sorting Facility Operations and Cost Estimation for Private Outsourcing in Gwangmyeong City. <https://www.gplib.kr/common/file/download.do?fno=7361&type=poc&key=2004231481824> ;accessed August 16th, 2023
- 한국자원순환정보시스템. (2022). Price Survey of Recyclable Resources. <https://www.recycling-info.or.kr/sds/marketIndex.do> ;accessed December 2nd 2022
- 환경부. (2022). A deposit of disposable cup. <https://www.me.go.kr/home/web/board/read.do?menuId=286&boardId=1504440&boardMasterId=1> ;accessed December 4th, 2022
- CalRecovery & PEER Consultants. (1993). Material Recovery Facility Design Manual (C.K.Smoley (Ed.)). Taylor & Francis.
- Statista. (2023). Global waste generation - statistics & facts. <https://www.statista.com/topics/4983/waste-generation-worldwide/#topicOverview> ;accessed March 10th, 2023
- The World Bank. (2023). Trends in Solid Waste Management. https://datatopics.worldbank.org/what-a-waste/trends_in_solid_waste_management.html ;accessed February 2nd, 2023

사사

본 연구는 2023년 춘계 한국경영과학회에 포스터 발표되었음

불완전한 자동화, 불안정한 지하화

생활폐기물 자동집하시스템 ‘자동크린넷’을 중심으로

금현아 카이스트 과학기술정책대학원 박사과정, 숲과나무 특정주제연구자

1. 서론

자동크린넷(Auto Clean Net)은 생활폐기물 수거 과정을 자동화하기 위해 설계된 기계 시스템으로, 배출 지역 내의 투입설비, 도시 지하 공간의 수송관로, 수거한 일반쓰레기 및 음식물쓰레기를 중간 처리하는 집하장 내의 여러 설비로 구성되어 있다. 1990년대 중반에 한국에 처음으로 도입된 이래 스마트 도시 혹은 스마트 지구로 계획된 지역에 설치되어 있고, 꾸준히 설치 지역이 증가하는 추세다. 기존의 폐기물 수거 시스템에서 필수적이었던 수거 차량과 수거원이 필요하지 않다는 점, 배출된 폐기물이 쌓이지 않고 투입설비와 수송관로를 통해 도시 경관에서 폐기물이 사라진다는 점 등을 이유로 효율적이고 쾌적한 폐기물 수거 시스템으로 주목을 받은 것이다.

자동크린넷이 지향하는 효율성과 환경성은 수거 자동화 시스템과 설비의 지하화가 뒷받침하고 있다. 문제는, 노동 집약적인 수송관로 및 집하장 유지보수 운영의 현장, 지하화를 통해 사라지기보다는 새로운 모습으로 자리한 폐기물의 시청각적 경관이 자동크린넷의 효율성과 환경성을 뒤흔들고 있다는 점이다. 이에 본 연구는 과학기술 개발의 맥락에 질문을 던지는 과학기술학의 관점에서 자동크린넷 시스템의 도입과 설치, 운영, 수출에 이르는 일련의 기술 실행의 맥락에 다음과 같은 질문을 던지고자 한다. 자동크린넷이 최초에 개발된 배경은 무엇이었으며, 한국에는 어떻게 도입된 것일까? 폐기물 수거 과정을 지하화함으로써 제기되는 보건의, 환경적 측면의 문제는 무엇이 있을까? 폐기물 수거 과정의 자동화 뒤에는 어떤 유지보수 노동이 동반될까? 자동크린넷을 국가의 적극적 관리 대상으로 편입하지 않으면서도 다른 국가에 수출하고 있는 것을 어떻게 이해해야 할까?

위의 질문에 답하기 위하여 본 연구는 자동크린넷이 설치된 지역의 공식 홍보 자료(웹사이트, 브로슈어 등), 관련 뉴스 기사, 관련 연구 기관의 보고서를 아우르는 폭넓은 문헌 분석과 더불어 자동크린넷과 관련한 다양한 행위(개발, 운영, 관리, 사용)에 관련되어 있는 사람들(연구자, 엔지니어, 공무원, 시민 등)을 인터뷰하였다.

2. 본론

1) 자동크린넷의 기원과 이동

자동크린넷은 1960년대 스웨덴에서 개발된 시스템이다. 처음에는 병원의 공기 중 먼지를 빨아들이기 위한 정화 시스템으로 개발되었지만, 이후 도시 환경에서 폐기물을 수거하는 시스템으로 발전하였다. 한국에는 1996년, 서울의 주상복합아파트인 시그마타워에 처음으로 도입되었다. 이후, 대규모의 도시 개발 사업에 도입된 것은 1999년 용인시 수지2지구 사업 때로 알려져 있다. 2022년 7월 기준 국내에는 약 28개 지구(16개 시군구)에 자동크린넷이 설치되어 있으며, 설치 면적 및 관로 길이는 마을, 동 단위부터 지구 단위까지 다양하다.¹⁾

1) LH 자동집하시설 실태조사 및 종합운영관리 방안 연구용역 중간보고회('22.07) 자료 기준으로 파주 운정, 은평 뉴타운, 김포 장기, 김포 양곡, 김포 한강신도시, 화성 향남2지구, 세종 첫마을, 세종 (행복) 1차, 2차, 3-1차, 4-1차, 5차, 인천 송도 국제도시, 인천 청라 국제도시, 인천 영종 신도시, 광명 소하지구, 광명 역세권, 성남 판교신

2) 자동크린넷의 현재

(1) 불안정한 지하화

자동크린넷은 수송관로를 도시 지하에 매설함으로써 일반쓰레기와 음식물쓰레기 수거 차량 및 수거원을 도시 경관에서 사라지게 하였다. 그러나 이러한 지하화는 여러 안전 문제를 일으킨다.

먼저, 지하공간통합지도제작 업무 위탁 기관인 한국국토정보공사에서는 지하 공간을 개발, 이용, 관리함에 있어 기본이 되는 정보를 관리하여 지도로 구축하고 있다. 지하시설물(상수도, 하수도, 전기, 통신, 가스, 난방)과 지하구조물(지하철, 지하보도, 지하차도, 지하상가, 지하주차장, 공동구), 지반(시추, 관정, 지질) 등 15종의 지하정보를 3D 기반으로 통합, 연계하는 지도인데, 여기에 자동크린넷의 지하 수송관로는 포함되어 있지 않다. 즉, 지하에서 발생하는 재난, 안전사고 요인을 선제적으로 탐지하고 분석함에 있어 자동크린넷의 지하 수송관로는 존재하지 않는 데이터로, 안전 사각지대에 놓여 있는 것이다.

자동크린넷의 지하 수송관로를 유지보수하는 과정 역시 작업환경 안전 문제를 야기한다. 수송관로가 막히는 등 고장이나 오류가 발생하는 지점이 지표면에서 약 5m 아래이므로, 작업자가 직접 지하 공간으로 내려가야 한다. 그러나 이렇게 고장이나 오류가 발생한 지점을 정확히 특정하기 어려운 데다가, 특정하였더라도 그 지점이 도로 한복판일 경우 도로를 통제하고 작업을 해야 하는 위험이 따른다.

(2) 불안정한 자동화

자동크린넷을 통해 수거한 폐기물을 모았다가 최종 처리시설로 가기 전 여러 처리를 하는 공간이 집하장이다. 이러한 집하장은 민간 위탁사가 운영하고 있다. 위탁사는 해당 지구/도시의 폐기물 수거 의무횟수를 충족하기 위해 자동 제어 프로그램 설정을 해둔다. 투입구 지하 공간에 모여든 일반폐기물과 음식물폐기물을 지정된 시간에 관로시설을 통해 자동으로 빨아들이는 것이다. 이 때 폐기물은 대략 초속 30m의 속도로 이동하게 되고, 수송관로와의 마찰로 인해 폐기물의 온도가 상승한다. 이로 인해 여러 문제가 발생한다. 섭씨 150도가량까지 온도가 올라간 폐기물이 집하장에 도착하여 필터와 접촉하게 되면 집하장 설비에 화재가 발생하기도 하고, 폐기물이 고속으로 이동하면서 수송관로의 곡선부에 충돌하는 힘으로 인해 관로가 부식되어 노후화가 촉진되기도 한다. 또한, 자동크린넷이 수거할 수 없는 폐기물이 이동하면서 고장을 일으키기도 한다.

(3) 골칫거리로 전락한 기반시설

자동크린넷을 가동하는 지역에서는 하루라도 자동크린넷이 작동하지 않으면 생활폐기물 수거가 정상적으로 이뤄질 수 없다. 즉, 도시의 필수 서비스인 폐기물 수거가 중단되는 것이다. 이러한 맥락에서 자동크린넷 역시 폐기물 수거와 관련한 필수 기반시설(infrastructure)이라고 볼 수 있지만, 국가가 자동크린넷을 관리하는 방식은 위에서 알 수 있듯 필수 기반시설을 관리하는 방식과 거리가 멀다.

집하장에서 거대한 모터를 돌려 초속 30m에 달하는 속도로 폐기물을 빨아들이기 위해서는 막대한 양의 전기가 필요하다. 집하장은 20,000V 이상의 특고압 기계 설비가 조합되어 있는 거대한 플랜트와도 같다. 복잡한 기계 설비를 실시간으로 모니터링해야 하므로 작업자도 대부분 전기/전자 엔지니어 배경을 지니고 있다. 그럼에도 자동크린넷은 폐기물 관리법에 산업용 폐기물처리시설이 아닌 가정용 시설로 구분되어 있어 막대한 전기료가 발생한다. 이로 인해 자동크린넷 관리를 책임지고 있는 행정 주체의 막대한 예산이 투입된다. 한정된 예산으로 인해 민간위탁운영사에 할당되는 예산이 적어지고, 작업자 증원을 하지 못해 열악해지는 집하장 작업자 노동 환경 문제와도 이어진다. 막대한 전기료의 문제는 자동크린넷의 존폐와도 직결되는 문제다. 자동크린넷이 설치되어 있지만 운영비로 인해 가동을 시작조차 못한

도시, 용인 수지, 용인 흥덕, 대전 도안 신도시, 충남도청 이전 신도시, 아산배방 신도시, 인천 소래, 논현, 과천 레미안 에코팰리스, 고양 식사도시개발사업지구, 과천 레미안 슈르, 광명 철산/하안, 의왕포일2 에 설치되어 있다.

지역도 있으며, 반영구적으로 운영을 중단한 지역도 있다. 폐기물 수거를 위한 기반시설이 폐기물 그 자체가 되어버린 것이다.

3) 그럼에도, 국가의 자량

이렇듯, 자동크린넷이 갖고 있는 여러 문제점에도 불구하고 자동크린넷의 설치는 확대되고 있는 추세다. 심지어, 국내 신도시나 아파트 지구에 새롭게 설치하는 것을 넘어서 홍콩이나 인도네시아 등 다른 국가들에 자동크린넷과 관련한 기술을 홍보하고 수출하고 있다.

3. 결론: 자동화와 지하화가 향하는 곳

과학기술학과 환경사, 기술사의 관점에서 폐기물을 둘러싼 비판적 연구를 수행하는 폐기학(Discard Studies)은 폐기물 자체보다 폐기하는 행위를 둘러싼 역학 관계에 주목한다. 특정한 방식으로 폐기물 처리가 이뤄지도록 하는 시스템과, 그 시스템을 유지하고 작동케 하는 권력 구조에 초점을 맞추는 것이다. 자동크린넷이 추구하는 자동화는 막대한 예산, 행정력, 노동력을 수반하며, 지하화는 여러 안전 문제를 야기한다. 이 불완전하고 불안정한 기술시스템을 작동케 하는 여러 행위자의 서로 다른 열망과 실행에 대한 비판적인 목소리와 제도적 개선점이 필요한 이유다.

참고문헌

- “30년 보장 ‘크린넷’, 10년 만에 문제 발생, 말이 되나”, 세종의소리, 2024년 7월 12일.
- 한국국토정보공사 웹사이트, https://www.lx.or.kr/kor/sub01_03_01_03.do, (2024년 9월 4일).
- *본 초록을 작성하기 위해 사용한 이외의 데이터는 연구자가 직접 수행한 인터뷰 데이터에 기반하였다.

사사

숲과나눔재단 특정주제연구자(7기) 지원사업의 도움을 받아 연구를 수행하였습니다.



제6회 숲과나눔 환경학술포럼

2024. 11. 12.(화) ~ 13.(수)

연세대학교 백양누리

전화 02-6318-9000

이메일 koreashe@koreashe.org

홈페이지 koreashe.org

블로그 blog.naver.com/korea_she

페이스북 fb.com/koreashe

인스타그램 instargram.com/korea.she

유튜브 youtube.com/c/숲과나눔

제6회

숲과나눔 환경학술포럼

2024. 11. 12.(화) ~ 13.(수)

연세대학교 백양누리



재단법인 숲과나눔
Korea Safety Health Environment Foundation