

2021 인재양성 프로그램
연구자 최종 결과보고서

기후변화 대응 전략으로의 북한 농업 분석: ‘고리형순환생산체계’를 중심으로

Analyzing North Korean Agriculture as a Climate Change Response Strategy:
Focusing on the 'Circular Closed-loop Production System'

2024.8.21.

김은진(특정주제연구자)

연구 결과보고서

성명	김은진	구분	특정주제연구자
연구주제	한글	기후변화 대응 전략으로의 북한 농업 분석: '고리형순환생산체계'를 중심으로	
	영문	Analyzing North Korean Agriculture as a Climate Change Response Strategy: Focusing on the 'Circular Closed-loop Production System'	
연구기간	2023.9.1.~2024.6.30.		
색인어	한글	북한, 농업, 고리형순환생산체계, 기후변화, 지속가능성	
	영문	North Korea, Agriculture, Circular Closed-Loop Production System, Climate Change, Sustainability	

○ 결과보고서 요약

이 연구는 북한의 농업 분야 기후변화 대응 전략을 살펴보기 위해 북한에서 적용하고 있는 고리형순환생산체계 정책의 내용을 파악하고 이를 평가하였다. 고리형순환생산체계 이전의 북한 농업 정책과 축산 정책을 살펴봄으로써 고리형순환생산체계가 등장한 배경을 검토하였으며, 북한이탈주민 면접으로 주민들에게 시행되었던 정책을 파악하였다. 2010년 이후 정책 현황은 「로동신문」 기사의 질적 분석을 통해 파악하였으며 고리형순환생산체계의 유형과 농장별, 기관별 정책 적용 실태를 확인하였다. 정책 시행은 키워드 네트워크 분석과 토픽모델링(LDA) 분석을 통해 정책 시행 상황을 점검하였다.

분석 결과 농업에서는 화학비료를 중심으로 생산성 향상을 추진하였으나 1980년대 후반 비료 부족으로 주민들에게 인분을 수집하여 제출하는 할당량을 주어 비료를 확보하는 정책을 시행했다고 보고되었다. 1990년대부터 2000년대까지는 비료 부족 문제에 대처하기 위해 인분과 축분을 활용하는 방식을 권장하였으나, 2010년대에는 농업에서의 환경 개선과 지력 향상에 초점을 맞춰 고리형순환생산체계를 도입한 것이 확인되었다. 축산 정책은 농업성에서 관리하였으며 집단축산과 농민 부업축산으로 구분하여 운영되었다. 1990년대 경제위기 이후 개인축산을 장려하였고 식량부족으로 대용먹이 사용 촉진 및 초식가축을 권장하게 되었다. 이러한 방식은 고리형순환생산체계와 연계되어 축산을 더욱 촉진하는 결과를 불러왔으나 코로나19 확산 시기를 거치면서 기술개발보다 개인의 노력으로 정책을 추진할 것을 권장하는 경향을 보인 점이 확인되었다.

북한의 고리형순환생산체계는 순환농업과 유사한 내용으로 농업 분야에서의 기후변화 대응에 적절한 방식이다. 북한에서 추진하는 고리형순환생산체계에서의 자원 재사용 및 유기농업 촉진은 주목할만한 정책으로 평가할 수 있다. 향후 한반도 지역에 광범위하게 영향을 미치는 기후변화에 공동 대응하기 위해 이러한 정책 내용과 적용 현황을 면밀히 이해하여 협력 방안을 도출할 필요가 있다.

※ 첨부: 1. 최종 연구결과물(10권)

이와 같이 연구결과보고서를 제출합니다.

2024년 8월 21일

제출자 : 김은진

(재)숲과나눔 이사장 귀하

제 출 문

재단법인 숲과나눔 이사장 귀하

본 보고서를 “기후변화 대응 전략으로의 북한 농업 분석: ‘고리형순환생산체계’를 중심으로”의 최종 연구 결과보고서로 제출합니다.

2024년 8월 21일

연구 원 : 김은진(특정주제연구자)

※ 본 보고서의 내용은 연구자의 의견이며, (재)숲과나눔의 공식적인 견해와는 다를 수 있습니다.

결과보고서 초록

연구원	김은진	구분	특정주제연구자
연구제목	한글	기후변화 대응 전략으로의 북한 농업 분석: '고리형순환생산체계'를 중심으로	
	영문	Analyzing North Korean Agriculture as a Climate Change Response Strategy: Focusing on the 'Circular Closed-loop Production System'	
연구기간	2023.9.1.~2024.6.30.		
색인어	한글	북한, 농업, 고리형순환생산체계, 기후변화, 지속가능성	
	영문	North Korea, Agriculture, Circular Closed-Loop Production System, Climate Change, Sustainability	

이 연구는 북한의 농업 분야 기후변화 대응 전략을 살펴보기 위해 북한에서 적용하고 있는 고리형 순환생산체계 정책의 내용을 파악하고 이를 평가하였다. 고리형순환생산체계 이전의 북한 농업 정책과 축산 정책을 살펴봄으로써 고리형순환생산체계가 등장한 배경을 검토하였으며, 북한이탈주민 면접으로 주민들에게 시행되었던 정책을 파악하였다. 2010년 이후 정책 현황은 「로동신문」 기사의 질적 분석을 통해 파악하였으며 고리형순환생산체계의 유형과 농장별, 기관별 정책 적용 실태를 확인하였다. 정책 시행은 키워드 네트워크 분석과 토픽모델링(LDA) 분석을 통해 정책 시행 상황을 점검하였다.

분석 결과 농업에서는 화학비료를 중심으로 생산성 향상을 추진하였으나 1980년대 후반 비료 부족으로 주민들에게 인분을 수집하여 제출하는 할당량을 주어 비료를 확보하는 정책을 시행했다고 보고되었다. 1990년대부터 2000년대까지는 비료 부족 문제에 대처하기 위해 인분과 축분을 활용하는 방식을 권장하였으나, 2010년대에는 농업에서의 환경 개선과 지력 향상에 초점을 맞춰 고리형순환생산체계를 도입한 것이 확인되었다. 축산 정책은 농업성에서 관리하였으며 집단축산과 농민부업축산으로 구분하여 운영되었다. 1990년대 경제위기 이후 개인축산을 장려하였고 식량부족으로 대용먹이 사용 촉진 및 초식가축을 권장하게 되었다. 이러한 방식은 고리형순환생산체계와 연계되어 축산을 더욱 촉진하는 결과를 불러왔으나 코로나19 확산 시기를 거치면서 기술개발보다 개인의 노력으로 정책을 추진할 것을 권장하는 경향을 보인 점이 확인되었다.

북한의 고리형순환생산체계는 순환농업과 유사한 내용으로 농업 분야에서의 기후변화 대응에 적절한 방식이다. 북한에서 추진하는 고리형순환생산체계에서의 자원 재사용 및 유기농업 촉진은 주목할 만한 정책으로 평가할 수 있다. 향후 한반도 지역에 광범위하게 영향을 미치는 기후변화에 공동 대응하기 위해 이러한 정책의 내용과 적용 현황을 면밀히 이해하여 협력 방안을 도출할 필요가 있다.

In order to examine North Korea's climate change response strategies in the agricultural sector, this study identifies and evaluates the content of the policies of North Korea's circular closed-loop production system (CCLPS). The study examined the background of the emergence of CCLPS by reviewing North Korea's agricultural and livestock policies before CCLPS and identified the policies implemented in North Korea through interviews with North Korean defectors. The current status of policies after 2010 was identified through qualitative analysis of articles in Rodong Sinmun, and the types of CCLPS and the application of policies by farms and institutions were identified. Policy implementation was examined through keyword network analysis and topic modeling (LDA) analysis.

The results of the analysis showed that agriculture promoted productivity improvement mainly through chemical fertilizers, but in the late 1980s, due to a shortage of fertilizers, a policy was implemented to secure fertilizers by giving residents a quota to collect and submit excrement. From the 1990s to 2000s, the use of human and livestock manure was encouraged to cope with the fertilizer shortage, but in the 2010s, a circular closed-loop production system was introduced to focus on improving the environment and enhancing agricultural capacity. The livestock policy was managed by the Ministry of Agriculture, which operated collective and individual livestock farming separately. After the economic crisis in the 1990s, individual livestock farming was encouraged, and food shortages led to the promotion of substitute foods and herbivorous livestock. This approach was linked to the circular closed-loop production system, which resulted in further promotion of livestock farming. However, during the COVID-19 pandemic, it was confirmed that the policy tended to encourage individual efforts rather than technological development.

North Korea's circular closed-loop production system is similar to circular agriculture and is an appropriate way to address climate change in the agricultural sector. North Korea's promotion of resource reuse and organic agriculture in its circular closed-loop production system is a noteworthy policy. In the future, it is necessary to closely understand the content and application of these policies in order to jointly respond to climate change, which has a broad impact on the Korean Peninsula.

요약문

I. 제목: 기후변화 대응 전략으로의 북한 농업 분석: ‘고리형순환생산체계’를 중심으로

II. 연구의 목적 및 필요성

이 연구는 북한의 농업 분야 기후변화 대응 전략을 살펴보기 위해 북한에서 적용하고 있는 고리형순환생산체계 정책의 내용을 파악하고 이를 평가하기 위한 목적에서 수행되었다. 기후변화는 예측불가능한 재난 뿐만 아니라 농업에 미치는 피해 또한 크다. 따라서 농업 부문에서 적용가능하며 탄소발자국을 줄일 수 있는 방안을 고민하는 것은 필수적이다. 북한에서 시행되고 있는 고리형순환생산체계 정책을 살펴봄으로써 향후 농업 분야 기후변화 공동대응을 위한 협력의 단초를 마련하고자 하였다.

III. 연구의 내용 및 범위

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

둘째, 2010년부터 2022년까지의 「로동신문」 기사를 분석하여 고리형순환생산체계의 유형을 파악하고 농장별, 기관별 정책 시행 현황 내용을 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.

IV. 연구 결과

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

축산 정책에서는 2010년 이전까지 개인축산을 강조하면서 초식가축을 기르고 비알곡성미를 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, 농산-축산-버섯-양어, 축산-과수, 축산-양어 등의 방식은 1990년대에도 이미 민간 수준에서 시행되었던 방식으로 2010년도 이후 북한 당국에 의해 공식화되었다고 평가할 수 있다.

고리형순환생산체계 도입초기에는 사회주의를 유지하면서도 축산과 농업의 동시 발전을 추진했다면, 정책 정착기에는 정책에 대한 성과를 강조하면서 과학축산을 언급하여 축산을 더욱 촉진하고자 하는 노력이 확인되었다. 코로나19 시기에는 인력을 중심으로 문제를 해결하고자 하는 보도가 이어져 기술개발 및 지원이 아닌 인력동원을 통해 생산성을 증가시키하고자 하는 북한 내부의 한계를 드러내기도 하였다.

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

V. 연구 결과의 함의

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 만들어 나갈 필요가 있다.

목 차

1장 서론	1
1절 연구 배경 및 목적	1
2절 선행연구 검토	2
3절 연구방법 및 범위	5
2장 2010년대 이전 북한의 농업	9
1절 북한의 농업 정책	9
2절 북한의 축산 정책	14
3장 고리형순환생산체계의 내용과 시행 분석	18
1절 고리형순환생산체계의 유형	18
2절 「로동신문」 기사 분석: 고리형순환생산체계 시행 분석	22
가. 워드 클라우드 분석 및 키워드 네트워크 분석 결과	22
(1) 2010-2022년 기간 분석 결과	22
(2) 시기별 분석 결과	24
나. 토픽모델링(LDA)를 활용한 시기별 기사 분석 결과	29
4장 기후변화 대응 전략 평가	33
5장 결론	39
참고문헌	41

<표 차례>

<표 1> 북한이탈주민 면접대상자 명단	6
<표 2> 년도별 수집 기사 수	7
<표 3> 비교 시기별 기사 수	8
<표 4> 사전별 지정어 수	8
<표 5> 고리형순환생산체계 적용 농장 및 기관	20
<표 6> 출현빈도수 기준 상위 20개 단어 (2010-2022년)	23
<표 7> 연결중심성 기준 상위 20개 단어 (2010-2022년)	24
<표 8> 출현빈도수 및 연결중심성 기준 상위 10개 단어 (2010-2014년)	25
<표 9> 출현빈도수 및 연결중심성 기준 상위 10개 단어 (2015-2019년)	26
<표 10> 출현빈도수 및 연결중심성 기준 상위 10개 단어 (2015-2019년)	28
<표 11> 주제별 핵심 단어	30
<표 12> 기간별 주제 순위	32
<표 13> 북한 유기질비료 연구 목록	36
<표 14> 유기질비료 개발 및 적용 현황	38

<그림 차례>

<그림 1> 혼합식 순환농업	4
<그림 2> 북한의 고리형순환생산체계	5
<그림 3> 북한의 농업지도 및 관리체계	10
<그림 4> 북한 협동농장 조직	11
<그림 5> 북한의 비료사용량 추이, 1989-2004	12
<그림 6> 북한의 가축 사육두수 증가 추이	15
<그림 7> 출현빈도수 기준 워드 클라우드 분석 (2010-2022년)	23
<그림 8> 연결중심성 기준 워드 클라우드 분석 (2010-2022년)	23
<그림 9> 출현빈도수 기준 워드 클라우드 분석 (2010-2014년)	24
<그림 10> 연결중심성 기준 워드 클라우드 분석 (2010-2014년)	24
<그림 11> 키워드 네트워크 분석 (2010-2014년)	25
<그림 12> 출현빈도수 기준 워드 클라우드 분석 (2015-2019년)	26
<그림 13> 연결중심성 기준 워드 클라우드 분석 (2015-2019년)	26
<그림 14> 키워드 네트워크 분석 (2015-2019년)	27
<그림 15> 출현빈도수 기준 워드 클라우드 분석 (2020-2022년)	28
<그림 16> 연결중심성 기준 워드 클라우드 분석 (2020-2022년)	28
<그림 17> 키워드 네트워크 분석 (2020-2022년)	29
<그림 18> 주제별 기사 비율	30
<그림 19> 주제별 키워드 네트워크 분석	31
<그림 20> 기간별 기사 주제 변화	32
<그림 21> 북한 비료 생산량	34
<그림 22> 북한의 비료 수입 추세 (북중무역)	35

1장 서론

1절 연구 배경 및 목적

기후변화는 예측 불가능한 홍수와 가뭄 같은 재난을 야기할 뿐만 아니라 농업과 식량 생산과 같은 필수적인 영역에까지도 영향을 준다. 기후변화는 세계 식량 생산과 복지, GDP 감소에 영향을 미칠 뿐만 아니라 온도가 상승할수록 농업에 미치는 피해는 더 커지며 특히 전세계 농업 GDP의 3분의 2를 담당하고 있는 아시아에 그 영향이 클 것으로 예상된다((Robert Mendelsohn, 2014). 기후변화의 영향은 선진국보다는 인프라가 부족하며 농업에 생계를 의존하고 있는 개발도상국 농업에 더 큰 영향을 준다(Yohannes H, 2016). 그 결과는 개별 국가마다 다르나 북한과 같이 자국 농업에의 의존도가 높은 국가에 더 큰 피해를 유발할 가능성이 높다.

북한 당국과 북한 연구자들도 기후변화 영향에 대해 인지하고 이를 연구하고 있다. 북한 신문인 「민주노선」과 「로동신문」 기사에서 드러난 기후변화 담론을 보면 김정일 정권에 비해 김정은 정권에서 기후변화 적응, 과학농사, 산림 복구 등에 대한 관심이 증가한 것으로 나타난다(윤순진 외, 2019). 2020년부터 등장하기 시작한 ‘재해성이상기후’에 대한 언급 또한 북한에서 기후변화로 인한 피해를 심각하게 받아들이고 있다는 것을 확인할 수 있다. 특히 2022년 기간 ‘재해성이상기후’를 언급한 기사를 분석하였을 때 이상기후와 농업의 관계를 언급한 기사가 상당수 등장한 것으로 보아 이상기후로 인한 농업 부문의 피해를 대응하기 위해 노력하고 있는 것으로 보인다(김은진, 2024).

북한 연구자들 또한 기후변화와 관련된 연구를 상당수 수행하고 있는 것으로 확인되었으며, 홍수(큰물), 산림, 기후변화, 가뭄(가물)에 대한 연구가 주로 다뤄지고 있는 것으로 나타났다. 특히 홍수, 가뭄, 기후변화에 대한 연구는 주로 농업과 연계된 연구가 수행되었다(윤순진 외, 2024). 이처럼 북한의 기후변화 대응은 식량문제에 영향을 미치는 재난에 집중하면서 농업 중심으로 이뤄지고 있음을 알 수 있다.

농업 분야의 기후변화 대응은 지속가능한 농업을 함께 살펴볼 필요가 있다. UN의 지속가능발전목표(Sustainable Development Goals; SDGs)와 농업과의 연계를 보면 농업 성장을 통해 빈곤 퇴치(SDG1), 기아 종식(SDG2), 지속가능한 도시와 거주지(SDG11) 등의 목표를 추구할 수 있을 뿐 아니라 물과 토양 등 천연자원을 책임감 있게 사용하여 복원력을 회복하도록 하는 방식을 고려할 수 있다(임송수, 2016). 환경오염 측면에서 화학비료와 화학농약은 환경에 부정적인 영향을 미친다. 화학비료는 토양산성화를 유발하고 작물 생산성을 감소시키며, 화학농약은 생태계 파괴, 지하수 오염, 지표수 오염 등을 유발하여 인간과 동물의 건강을 위협하는 요인이 된다(오세익 외, 1993). 이러한 방식을 지양하는 것이 지속가능한 농업에서 추구하는 방식이다.

유엔 보고서는 순환농업(Circular Agriculture)를 통해 환경영향을 줄이며 지속가능한 방식

으로 농업 활동을 하는 것을 강조하고 있다. 순환농업은 농산물-축산 혼합 방식, 유기농업, 농림업, 물 재활용 및 폐수 재사용 등의 방식으로 실천할 수 있으며, 이를 통해 농업에 필요한 자원과 생태발자국을 줄일 수 있다. 순환경제(Circular Economy)에서 강조하는 지속가능한 생산-지속가능한 사용-재활용이 다시 지속가능한 생산으로 이어지는 고리와 유사하며 지속가능성을 추구한다는 점에 주목할 필요가 있다(Alex Julca et al. 2021).

북한 농업 정책 중 순환농업과 유사한 방식으로 ‘고리형순환생산체계’가 있다. 북한 학술지인 『경제연구』에서는 고리형순환생산체계에 대해 “생산이나 생활과정에서 나오는 모든 폐설물들을 자원화하여 그것을 다시 생산에 효과적으로 리용하며 생산활동이 자연환경에 미치는 부정적영향을 최소로 줄이고 농업생태계의 물질생산잠재력을 최대로 발휘하도록 하는 것”이라고 말하고 있다(홍철훈, 2012). 고리형순환생산체계는 북한 당기관지인 「로동신문」에 2010년부터 등장한다. 고리형순환생산체계 도입으로 북한의 농업 전략이 변화되었다고 볼 수 있으며 이는 김정은 정권이 시작된 이후 본격적으로 추진되었다.¹⁾

고리형순환생산체계가 어떤 내용으로 추진되었으며 어떻게 정책이 적용되었는지를 검토하는 것은 북한이 농업 부문에서 기후변화를 어떻게 대응하고 있는지를 살펴보는 방법이 될 수 있다. 북한의 농업 분야 기후변화 대응을 이해하기 위해 먼저 고리형순환생산체계가 도입되기 전의 북한 농업 및 축산 정책과 그 당시 상황을 검토하고 2010년 이후 고리형순환생산체계가 도입되면서 정책의 내용은 무엇이었는지, 정책을 어떠한 방식으로 실행하고자 하였는지를 살펴본다. 또한 순환농업에서 강조하는 기후변화 대응 전략과 북한의 농업 정책이 어떤 연관성이 있는지를 검토하고 북한이 지속가능한 농업에 대해 어떻게 적용하려 하였는지, 그리고 그 한계는 무엇인지를 살펴보고자 한다.

2절 선행연구 검토

북한의 고리형순환생산체계를 검토한 선행연구는 3편으로 국내연구인 Snaghun Lee 외(2023)와 윤무근(2020)의 연구와 해외연구인 D.L. Michalk 외(2003)의 연구가 확인된다. Snaghun Lee 외(2023)는 북한 유기농업 분석에 초점을 맞추었으며 고리형순환생산체계 내용과 북한에서 자체 생산하고 있는 유기질 비료에 대한 내용을 「로동신문」 분석을 통해 파악하고자 하였다. 윤무근(2020)은 북한 유기농업의 변천과정을 추적하였으며 감자농사혁명방침 발표(1999년), 유기산업법 제정(2005년), 유기농업 정책 추진(2010년)으로 이어지는 정책 변화 과정을 살펴보았다. 2010년 이후 유기농업 기술이 북한 농업정책으로 본격적으로 적용되었다고 평가하고 있다. D.L. Michalk et al.(2003)는 북한 지역별로 목초지 윤작 적용 가능성을 검토하였으며 이를 통해 사료 생산 및 토양 건강 개선 가능성을 분석하였다.

순환농업에 대해서는 연구자들이 순환농업 방식에 대한 분석과 함께 다양한 지역에 대한 적용 사례를 연구하였다. Vinod Gupta 외(2012)는 작물-가축 농업 시스템이 자원보전 및 환경

1) 윤무근(2020)의 연구도 2010년을 기점으로 북한이 유기농업을 본격적으로 적용하고 고리형순환생산체계를 도입했다고 분석하고 있다.

의 지속가능성에 효과적인 전략임을 언급하였다. 가축배설물이 토양의 영양을 증대시키며 농약 사용을 줄이고 토양 침식을 예방하여 환경보호에 기여한다고 분석하였으며, 작물 잔여물을 가축 사료로 이용하고 가축배설물을 비료로 활용하는 방식으로 비용에 있어서도 효율성을 제고할 수 있다고 강조하였다. 이 연구에서 분석하고 있는 내용은 지속가능한 농업을 실현하기 위한 순환농업의 한 형태로 제시되고 있으며 북한이 고리형순환생산체계에서 강조하고 있는 내용과 유사하다.

순환농업을 특정 지역에 적용한 사례를 분석한 연구로 중국 장시성의 농업을 분석한 Qin Zhu 외(2019)의 연구가 있다. Qin Zhu 외(2019)는 장시성의 한 농장 사례를 검토하면서 이 농장이 순환농업을 통해 유기농 제품을 생산하고 바이오가스과 비료를 활용하여 에너지 절약 및 환경오염 감소에 기여하였음을 밝혔다. 순환농업 촉진을 위해서는 초기 비용 지원, 기술 지원, 시장 정보 제공 및 유기농 제품 가격 안정화를 추가적으로 추진할 것을 강조하기도 하였다.

Silvino G. Moreira 외(2023)의 연구는 브라질 두 개 농장의 농업을 분석하면서 자원고갈 및 환경오염을 초래한 선형 농업 모델에서 벗어나 순환농업을 적용한 이 농장들의 구체적인 농업 방식을 검토하였다. 농장들에서는 작물-가축 시스템을 적용하였으며 가축배설물을 유기질비료로 전환하는 비율이 85% 정도로 높게 나타났다고 보고하고 있다. 이를 통해 열대 지방에서도 작물 생산성을 높이면서 질소비료 사용 감소를 추구하였고, 그 결과 자원 효율성 극대화 및 환경영향 최소화를 달성하였다고 분석하고 있다.

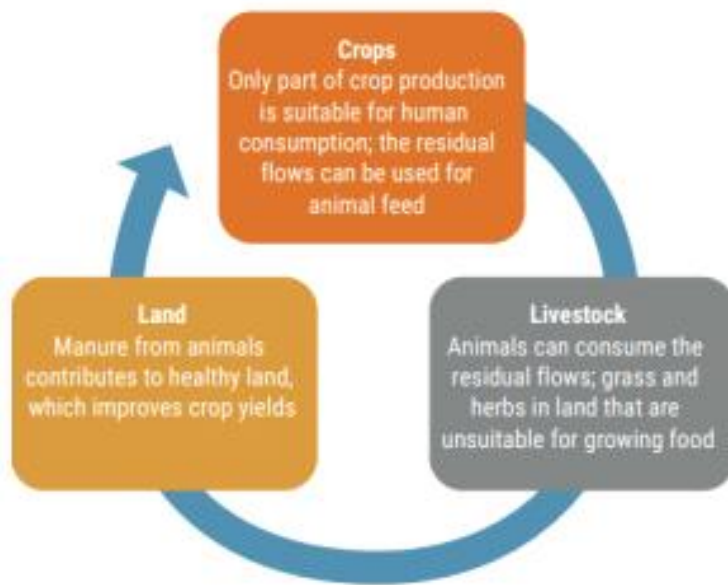
미국 곡물 생산 시스템을 분석한 Bruno Basso 외(2021)의 연구 또한 자원고갈과 환경오염을 초래한 선형 모델에서 순환 모델로 전환한 사례를 검토하면서 모델의 확대를 위해 필요한 사항을 점검하였다. 이 연구는 디지털 농업 기술 도입을 통해 자원 사용을 최적화하고 에너지 효율장비를 적용하며 재생가능한 에너지 생산 및 자원회수 기술을 적용하여 농장이 자급자족할 수 있도록 하는 것이 필요하다고 강조한다. 자원 재활용은 폐수 재활용 및 비료 생산 등을 통해 적용할 수 있다. 순환 모델 확대를 위해 정부에서 농부들에게 경제적 인센티브를 제공하며 기술 및 인프라 투자가 이뤄져야 한다는 점 또한 지적하고 있다. 연구자는 농업 부문에서 순환 모델의 적용은 기후변화, 식량안보, 생물다양성 손실과 같은 미래과제를 해결하는 주요 전략이며 지속가능목표 달성에 기여할 수 있을 것이라고 평가하고 있다.

순환농업에 대한 분석을 통해 순환농업이 강조하는 것이 결국 선형적 모델로 구성된 농업 시스템을 자원 재활용이 이뤄지는 순환모델로 재구성하는 것을 말함을 알 수 있다. 중국과 브라질의 사례는 가축-농업 구조가 순환농업의 주요 방식 중 하나이며, 이를 통해 환경에 미치는 부정적 영향을 감소시키고 지속가능한 생산구조가 이뤄질 수 있음을 보여주고 있다. 미국 사례 분석에서 볼 수 있듯이 순환농업 적용에 중요한 점 중 하나는 정부의 초기 비용 지원 및 기술 투자이다.

UN 보고서에서는 순환농업을 “과학적 발전과 혁신, 신기술을 활용하면서 지속 가능한 방식으로 농사를 짓는 방법”으로 보고 있다. 순환농업 방식은 과거에도 적용되었던 방식으로 새롭게 등장한 농업 형태는 아니다(Alex Julca 외, 2021). 그러나 기후변화 대응과 같은 미래 과제를 해결하기 위해서는 선형적 형태의 농업 관행이 지배적인 농업 시스템에서 자원 재사용

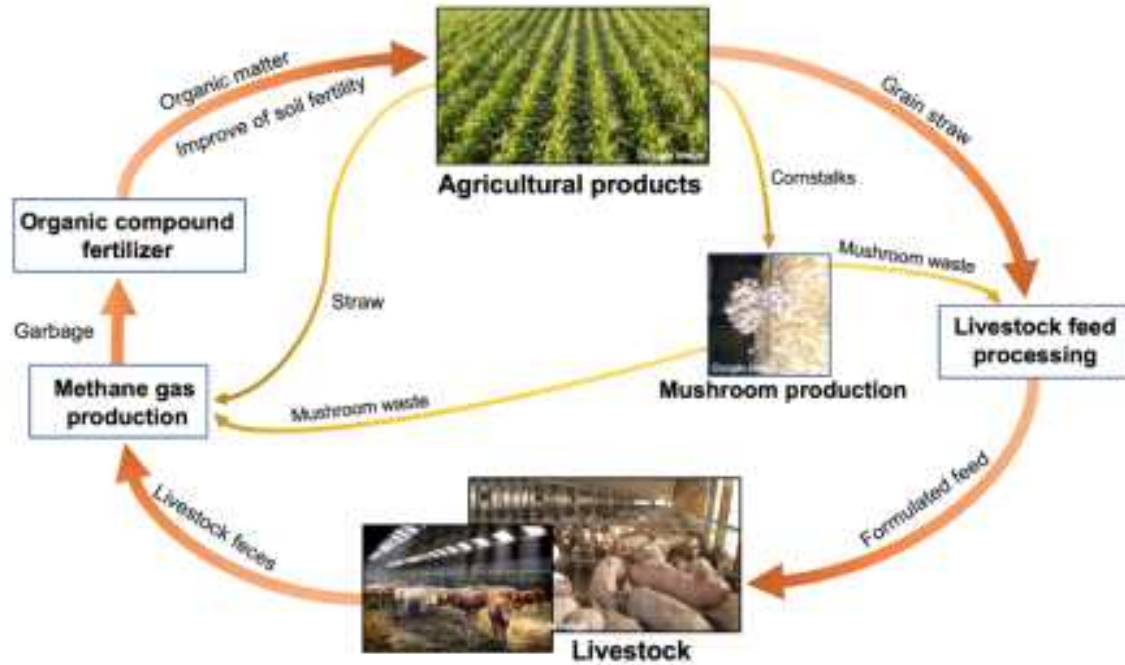
및 유기농업 적용과 같은 순환농업으로 변화시키는 것이 필요하며 이를 위해 정부의 적극적인 투자와 기술지원이 수반되어야 하는 것은 필수적이다. 특히 정부의 초기 비용 지원, 기술 지원, 유기농 제품 시장 확대, 관련 인프라 구축 등을 고려할 필요가 있다(Jayesh Singh 외, 2023).

선행연구 검토 결과 북한의 고리형순환생산체계는 순환농업에서 활용하는 방식 중 하나인 농작물-축산 혼합 방식으로 볼 수 있다. 북한도 다른 국가들의 사례와 유사하게 지속가능한 농업의 하나로 고리형순환생산체계를 수립하고 적용한 것으로 보인다. 그러나 아래 <그림 1>과 <그림 2>의 UN의 순환농업 개요와 북한의 고리형순환생산체계 도식도를 보면 북한이 다양한 영역에서 고리형순환생산체계를 적용하였으며 북한식 순환농업 형태로 변형하여 반영한 것을 알 수 있다. 이에 더해 순환농업의 한 방식인 유기농업은 북한에서 우리 식 유기농법이라 명하고 있으며 이는 미생물 비료 개발 등의 형태로 구체화되었다. 이와 관련한 북한 순환농업에 대해서는 5장에서 평가하였다. 이에 앞서 3장과 4장에서 북한 농업에 대해서 먼저 살펴본다.



<그림 1> 혼합식 순환농업

출처: Alex Julca 외(2021), 4쪽.



<그림 2> 북한의 고리형순환생산체계

출처: Sanghun Lee 외(2023), 555쪽.

3절 연구방법 및 범위

이 연구는 북한의 농업 정책 중 고리형순환생산체계 정책에 대한 이해를 돕고 이 정책이 기후변화 대응 전략으로 어떤 효용이 있는지를 평가하는데 의의를 두고 있다.

고리형순환생산체계 정책을 검토하기에 앞서 먼저 2010년도 이전 북한의 농업이 어떤 방식으로 발전해왔는지, 그리고 1990년대 경제위기인 ‘고난의 행군’을 거치면서 북한 주민 개개인이 경험했던 농업과 축산이 어떤 식으로 변화해왔는지를 추적하였다. 북한 당기관지인 「로동신문」과 북한 농업을 연구한 선행연구의 분석 내용, 그리고 북한이탈주민 면접을 통해 관련 내용을 파악하였다. 면접대상자는 총 9명으로 이 중 4명은 그룹면접으로, 5명은 개별면접으로 진행하였다. 면접대상자는 1명을 제외하고 김정은 정권이 시작되기 이전에 탈북한 사람들이다. 면접대상자인 북한이탈주민은 다음과 같다.

<표 1> 북한이탈주민 면접대상자 명단

코드	면접 방식	연령	성별	탈북시기	북한 거주 지역	북한 거주시 직업
A	그룹 면접	50대	여	1998년	함경북도	가내축산
B		50대	여	2011년	평양	혁명화 경험
C		70대	여	2013년	함경남도	(동)가내반
D		50대	여	2009년	함경북도	가내축산
E	대면 면접	60대	남	2011년	양강도	축산 공무원
F	대면 면접	40대	남	2000년	함경북도	보양소 노동
G	대면 면접	60대	남	2008년	함경남도	인민위원회 도시경영부
H	대면 면접	50대	여	2012년	함경북도	개인농사 및 장사
I	대면 면접	20대	여	2014년	양강도	학생

면접을 진행했던 북한이탈주민의 북한 내 거주 지역의 경우 도시 및 지방에 거주하였으며, 농장원 출신은 없었다. 혁명화 경험이 있던 B와 3대혁명소조원으로 파견되었던 G가 농장에서의 경험이 있다고 언급하였다. 도시 거주자라도 근교에서 농사를 짓는 등의 경험이 있어 구체적인 지역명보다는 도를 중심으로 하는 행정구역으로 북한 내 거주 지역을 기재하였다.

협동농장 출신 북한이탈주민은 접하기 어려웠다. 면접을 진행했던 북한이탈주민들은 90년대 경제위기 당시 협동농장 거주자가 오히려 먹고 사는 것이 용이했고 따라서 이들은 대부분 거주지를 이탈하지 않았을 것이라고 보고하였다. 다수의 사람들이 개인 텃밭과 개인 축산을 하면서 부족한 식량을 확보했다고 언급하였으며, 북한 거주 시 학생이었던 I는 할아버지의 농사와 축산 활동을 도우면서 경험했다고 보고하였다. 북한이탈주민 면접을 통해 2010년 이전의 북한 농업에 대해서 파악하였다.

2010년도는 「로동신문」에 고리형순환생산체계에 대한 언급이 있었던 시기이다. 따라서 고리형순환생산체계의 내용을 파악하기 위해 2010년부터 2022년까지의 「로동신문」 기사를 분석 대상으로 하였다. 기사 분석을 통해 고리형순환생산체계의 유형과 적용 사례를 파악하고 정책을 어떤 방식으로 적용하고자 하였는지를 분석하였다.

기사 분석과 동시에 김정은 정권 시기 농업 경험이 있는 북한이탈주민을 면접하여 정책의 적용 현황을 확인하고자 하였으나 대상자를 만나기 어려웠다. 2010년-2011년 이후 북한이탈주민의 수가 2,500명 수준에서 1,500명 수준으로 감소하였고 코로나19 확산 이후 2020년에는 약 200명이, 그 이후로 탈북 후 한국에 입국한 이들이 거의 없어 김정은 시기를 경험한 이들을 만나기가 쉽지 않았다.²⁾ 면접을 진행했던 북한이탈주민들은 현재 한국에 온 이들의 경우 중국에 장기간 거주하다가 들어온 이들이 많고 협동농장 출신은 거의 확인되지 않는다고 보고하였다. 따라서 고리형순환생산체계가 농업 현장에서 어떻게 적용되었는지는 과거 사례 및 「로동신문」 기사 등을 통해 유추하였다.

2) “북한이탈주민 입국인원 현황.” e-나라지표.

https://www.index.go.kr/unity/potal/main/EachDtlPageDetail.do?idx_cd=1694 (검색일: 2024년 8월 11일).

「로동신문」 기사 분석은 두 단계로 진행하였다. 첫째, 기사 내용에 대한 질적 분석을 통해 고리형순환생산체계 정책이 어떻게 유형화되었고 어떤 지역에 적용되었는지를 파악하였다. 둘째, 정책 실행 방식을 점검하기 위해 LDA(Latent Dirichlet Allocation) 토픽 모델링을 적용하여 분석하였다. LDA는 “많은 양의 비정형데이터에서 주요 토픽을 도출하는데 유용한” 방식으로 키워드의 빈도 분석을 통해 주요한 키워드 및 기사에서 다뤄지는 주요한 내용을 도출할 수 있다(고민규 외, 2023). 또한 주요 키워드의 시계열별 변화를 관찰함으로써 키워드를 통해 드러난 북한의 정책 실행 방식이 어떻게 변화하고 있는지를 추적할 수 있다(장수정 외, 2022).

기사 분석에 있어 LDA는 주요 토픽을 분석할 뿐만 아니라 이를 토대로 정책 방향과 시사점을 도출하는데 유용하다. 고민규 외(2023)는 ESG 이슈를 다룬 기사를 과학기술 혁신 트렌드, 중소기업 대응 전략, 투자 활성화, ESG 협력, ESG 위원회의 역할과 책임, ESG 공시 및 평가 기준으로 구분하여 분석하였으며, ESG 이슈의 검토 현황 및 정책적 시사점을 도출하였다. 장수정 외(2022)는 COVID-19 유행 시기 간호사에 대한 기사를 분석하여 간호사에 대한 보도 현황을 분석하고 정책적 변화 지점을 제안하였다. Florian Rabitz 외(2020)는 라투아니아 신문의 기후변화 보도 동향을 분석하였으며 이를 통해 기후변화 문제를 다루는 기사가 국제화되어 있고 국내 행위자들의 입장은 반영되고 있지 않음을 확인하였다.

LDA를 적용한 기사 분석 연구를 살펴본 결과 각 연구들은 기사 분석을 통해 드러난 주요 이슈를 도출한 것과 동시에 기사들이 대중의 인식에 어떻게 영향을 미치고 있는지를 파악한 것을 확인할 수 있다. 북한 「로동신문」은 당의 정책을 소개하고 이를 교육하기 위한 것으로 「로동신문」 분석을 통해 북한 당국의 정책 의지와 이를 어떻게 대중에게 소개하고 적용했는지를 가늠할 수 있다. 「로동신문」을 포함한 북한 언론자료는 정치사상, 경제, 문화, 정세에 대한 교양자료로 인민들을 교양하기 위한 핵심자료 중 하나이다. 「로동신문」은 “김일성의 혁명사상과 당의 노선, 정책을 실현하는 데 복무하는 가장 중요한 신문”으로 북한 내에서의 정책 실행 동향을 파악하는데 용이하다(김영주, 2003). 따라서 「로동신문」 기사에 대한 LDA 분석을 통해 북한 내 정책 내용 뿐만 아니라 대중에게 어떤 식으로 정책을 실행했는지를 가늠할 수 있다.

기사 수집 방법은 다음과 같다. 통일부 북한자료센터에 전산화되어 있는 「로동신문」 기사 중 ‘고리형순환’으로 검색어를 입력하여 검색된 모든 기사를 수집하였다. 기사 내용을 확인하여 ‘고리형순환’으로 검색되었으나 기사 내에 해당 단어가 없는 기사는 오류로 판단하여 분석 대상 기사에서 배제하였다. 검색한 기사 수는 총 437건으로 연도별 수집한 기사 수는 아래와 같다.

<표 2> 연도별 수집 기사 수

2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
2	42	74	56	57	60	3	2	42	2	44	36	17

기사 수집 시 2010년, 2016년, 2017년, 2019년 기사 수는 다른 해에 비해 검색된 수가 적었다. 통일부 북한자료센터에 확인한 결과 「로동신문」 전산화 작업 시 해당 년도는 본문 전산화가 되지 않은 것으로 확인되었고 따라서 제목에 ‘고리형순환’이 적혀 있는 기사만 검색되었다. 따라서 년도별로 기사 내용의 변화를 추적하는 것은 의미가 없다고 판단하였으며, 시계열 분석에 있어 시기 구분을 좀 더 큰 범주로 구분하였다. 분석 시기는 세 시기로, 첫 번째 시기는 2010-2014년이며 정책 시행기로 구분하였다. 두 번째 시기는 2015-2019년으로 파리협정 이후 정책 정착기로 구분하였다. 파리협정을 기준으로 한 이유는 북한에서도 2016년과 2019년 기후변화협약(United Nations Convention on Climate Change; UNFCCC)에 국가자발적 기여(Nationally Determined Contributions: NDCs)를 제출하고 온실가스 감축목표를 직접적으로 언급하는 등의 활동을 볼 때 북한의 기후변화 대응 의지가 상당하며 이러한 의지가 정책에 반영되었을 가능성을 고려하였다. 마지막 시기는 2020-2022년으로 코로나19 유행시기의 정책 내용을 확인하고자 하였다. 코로나19는 전세계인들에게 광범위하게 영향을 미친 전염병으로 북한 내에서도 피해가 상당했으며 북한 당국도 이에 대응하기 위해 상당한 노력을 기울인 것으로 확인된다(이용희, 2021; 오승준 외, 2020). 따라서 코로나19 시기 농업 정책이 어떻게 변화하였고 북한 당국이 이를 어떻게 주민들에게 적용하고자 하였는지를 검토하고자 하였다. 비교 시기별 기사 수는 아래와 같다.

<표 3> 비교 시기별 기사 수

정책 시행기 2010-2014	파리협정 이후, 정책 정착기 2015-2019	코로나19 시기 2020-2022
231	109	97

LDA 분석에 활용한 프로그램은 NetMiner4이다. 데이터 전처리를 위해 수집한 기사는 기사 제목과 본문을 텍스트화하였으며 분석 시 제목과 본문을 하나의 문서로 하여 분석하였다. 프로그램에 별도의 북한어 사전이 등록되어 있지 않아 기존에 있는 북한어 사전을 취합하여 지정어로 등록하였다. 참고한 사전은 총 3가지로 통일부에 등록되어 있는 북한어 사전, 북한경제용어집, 북한지식사전이다. 분석 대상이 기사에 포함되어 있는 명사이기에 동사와 속담은 지정어에서 제외하였다. 북한어의 경우 기사 제목에 그 당시 사용하는 단어가 별도로 있을 가능성을 고려하여 기사 제목 중 명사만 추려 지정어에 포함하였다. 지정어 등록 시 중복되는 단어는 제외하고 등록하였다. 지정어로 등록된 단어는 총 49,995 단어이다. 다음은 사전별로 지정어로 수집한 단어 수이다.

<표 4> 사전별 지정어 수

통일부 북한어 사전	북한경제용어집	북한지식사전	기사 제목 (명사)
48,232	649	347	1,056

2장 2010년대 이전 북한의 농업

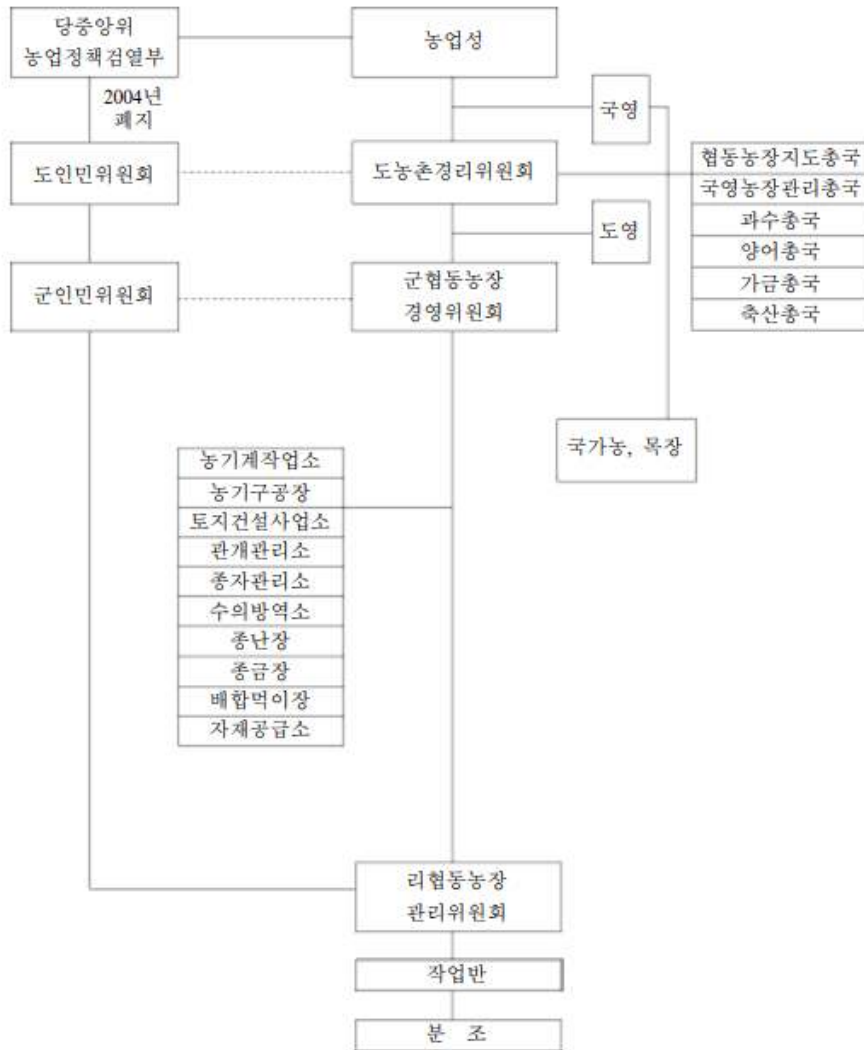
이 장에서는 북한의 농업 정책 수립과 변화과정을 검토하고 주요 내용을 확인한다. 북한 정권 초기 형성된 농업 관리 구조를 이해하는 것은 2010년 이후 북한의 농업을 이해하는데 필수적이다. 북한의 현재 정책은 과거 정책과 연속성을 가지고 있으며 이러한 관행이 유지되는 경향을 보이고 있기 때문이다. 따라서 과거의 농업 정책 및 관행이 어떻게 이어져왔으며 90년대 경제위기 동안 어떤 변화를 거쳐 2010년대 이후 고리형순환생산체계 정책의 도입으로 이어졌는지를 확인한다. 선행연구에서 분석한 북한 농업 정책의 변화과정과 이에 대한 북한이탈주민의 보고를 통해 북한의 농업이 어떻게 변화하였는지를 추적한다. 또한 북한의 축산 정책과 농업 정책과의 관계를 살펴보고 2010년대 농업-축산을 연계하는 정책 추진의 배경을 살펴본다.

1절 북한의 농업 정책

1946년에서 1959년 사회주의 준비 기간 동안 북한 정권은 농업부문에서 농업집단화를 추진하였다. 1958년 8월 협동농장 형태로 100%로 전환하였으며, 이후 북한 농업은 집단농장 형태로 운영되었다. 행정구역인 ‘군’을 중심으로 농업이 관리되었으며 군 농업협동조합 경영위원회의 운영 하에 상부에서 하부까지 통일적으로 지도하는 체계가 구축되었다. 농업과 관련된 기관들, 농업기계작업소, 관개관리소, 농업기계공장 등이 모두 협동농장으로 이관되어 운영되었고 따라서 농업과 관련된 모든 활동이 농장 중심으로 수행되었다. 농장은 독립채산제로 운영되어 필요한 모든 것들을 자체적으로 해결하도록 하는 조직으로 구성되었다(이일영, 2004; 임상철, 2009; 김영훈, 2010).

이러한 형태는 지금까지도 이어졌으며 북한 농장이 왜 지금도 주민생활까지 총괄해서 관리하는지에 대한 이유를 보여준다. 예를 들어 강령은정차재배원의 경우 차밭과 함께 생산건물, 공공건물, 살림집 등이 함께 배치되어 있다. 「로동신문」에는 해당 재배원에 “문화회관을 비롯한 10여동의 공공건물들, 살림집들과 탁아소, 유치원, 학교가 건설되”었다고 보고하고 있다(「로동신문」, 2011).

북한 농업에 대한 지도체계는 아래 그림과 같이 구성되었다. 농업성 산하에 도농촌경리위원회가 있고 그 아래에 군협동농장경영위원회가 있다. 농기계작업소, 농기구공장, 토지건설사업소, 관개관리소, 종자관리소, 수의방역소 등이 군경영위원회 아래에 있으며 그 산하에 리협동농장관리위원회가, 그 아래에 작업반과 분조가 구성되었다. 이러한 군 중심의 농업관리체계는 1962년 완성된 것으로 확인된다(김영훈, 2010). 축산, 과수, 양어에 대해서도 농업성 산하에서 관리되었으나 이후 수산성은 별도로 조직된 것으로 확인되고 있다(이일영, 2004; 김형화 외, 2005; 「통일뉴스」, 2014).



<그림 3> 북한의 농업지도 및 관리체계

출처: 김형화 외(2005), 43쪽.

아래는 협동농장 조직 구성으로 협동농장관리위원장 산하에 작업반인 생산조직과 기타 관리 조직으로 구분되어 있다. 작업반에서는 농산, 채소, 과수, 축산, 기계화 등 다양한 작업반이 구성되어 있고 그 아래 작업분조가 관련 업무를 수행하도록 하고 있다. 관리조직 중 생산부위원장은 생산, 계획, 축산, 관개, 과수 등의 모든 생산 관련된 업무에 대한 관리를, 생활부위원장은 탁아유치원, 문화센터, 진료소, 상점 등을 관리하는 것으로 구성되어 있다.



<그림 4> 북한 협동농장 조직

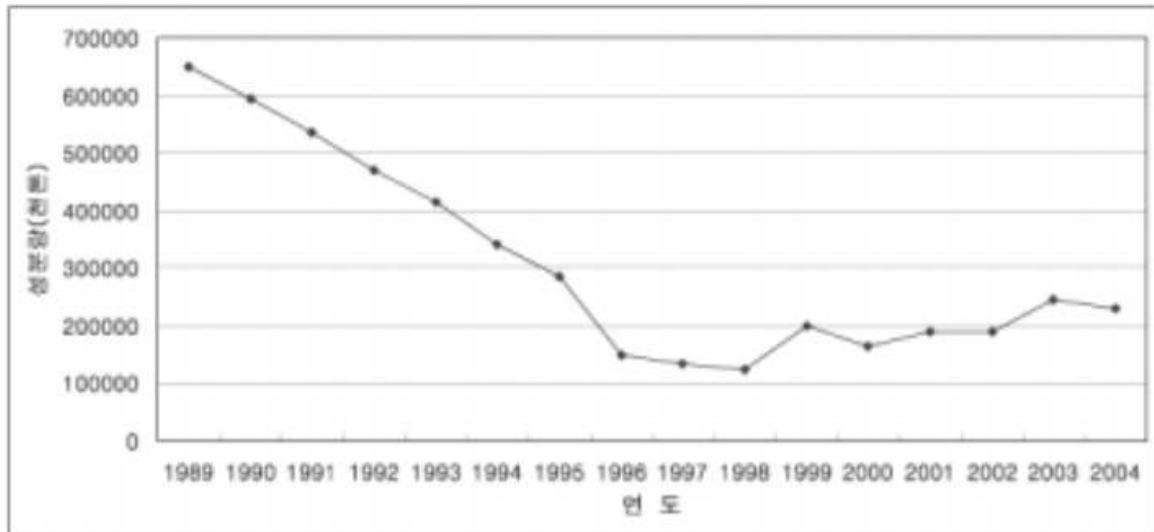
출처: 김영훈(2010), 4쪽.

1964년 발표된 ‘우리나라 사회주의 농촌문제에 관한 테제’ (농촌테제)는 북한 농업기술혁명의 주요 내용을 담고 있으며 농업에 대해서는 농촌테제를 강조하는 내용이 종종 확인되고 있다. 농촌테제에서 말하는 주요 내용은 농업에 대한 수리화, 기계화, 전기화, 화학화이다(이일영, 2004). 북한의 농업정책은 농촌테제를 중심으로 각각 기술목표 달성을 위해 노력하는 모습을 보여왔다.

1971년부터 1984년 기간은 기술혁명기로 농업 현대화를 강조한 시기이다. 농업 수리화를 위해서 대규모 저수지를 만드는 등의 노력을 기울였으며 식량증대를 위해 농경지 확장을 추진하기도 하였다. 1976년 10월에는 ‘자연개조 5대 방침’을 제시하여 다락밭 건설, 토지정리, 토지개량, 간석지 개발 및 치산치수사업을 추진하였다. 1981년에는 ‘자연개조 4대 방침’을 강조하면서 서해갑문 건설, 태천발전소 건설, 간석지 개발, 새땅찾기 등을 추진할 것을 밝히기도 하였다. 분토 및 부식토를 대량생산하고, 옥수수재배에 있어 영양단지재배법을 전면 실시하기도 하였으며, 시비체계의 화학화를 추진하는 등의 다양한 노력을 기울였다(이일영, 2004).

1985년부터 1990년까지는 4대자연개조사업에 집중하면서 농업 과학화를 추진하였다. 농업기계화 추진과 동시에 단위면적당 화학비료 사용 증가를 목표로 하였다(임상철, 2009). 토지 비옥도 향상을 위해 화학화를 추진하여 밀식 재배를 포함한 ‘주체농법’을 강조하였으며 화학비료 공급 증대, 질소비료 외에 인, 칼륨, 규소비료 확대를 강조하였다. 올바른 시비법을 확립하는 것이 곧 과학적인 농사라고 본 것이 당시의 관점이기도 하다.

이러한 노력에도 불구하고 북한의 화학비료 확대 정책은 목표를 달성하지 못하였다. 1980년대까지 남한과 비슷한 수준이었던 화학비료 소비량은 1990년대로 넘어오면서 남한의 40% 수준인 40만톤으로 감소하였으며(성분량 기준) 이후 시비의 절대량도 부족해지게 되었다(이일영, 2004). 1990년대 이후 특히 ‘고난의 행군’을 거치면서 비료 사용량 자체가 급격히 감소하게 되었고 2000년대에도 그 양은 1980년대 수준을 회복되지 못했다. <그림 5>는 연도별 비료사용량의 변화를 보여준다(김형화 외, 2005).



<그림 5> 북한의 비료사용량 추이, 1989-2004

출처: 김형화 외, 2005, 31쪽.

비료 부족은 농업생산량에 영향을 미칠 수밖에 없다. 북한은 이를 해결하기 위해 종자문제 해결과 동시에 감사농사 혁명, 집짐승기르기 장려, 콩농사 및 과수원 발전 추진 등 다양한 노력을 기울였다. 또한 화학비료가 아닌 유기비료의 사용을 장려하기 시작하였다.

2002년 「로동신문」은 유기농업의 발전에 대해 다루면서 “화학비료와 농약은 농업생산을 늘이는데서 중요한 역할을” 하였지만 인간의 건강과 토양에 영향을 미치고 대기오존층을 파괴하는 등 “심각한 후과”를 낳게 되었으며, 농업 분야에서 유기질비료를 개발하고 활용하고 있다는 내용을 언급하였다. 특히 “고려약비료 <강록>”이 개발되어 적용되고 있다는 점을 강조하면서 유기질비료 사용의 강점을 강조하고 있다.

비료 부족으로 인해 축분과 인분 등을 활용한 유기질비료 확보는 이미 1990년대부터 시행되고 있는 것으로 확인되었다. 북한이탈주민 보고에 의하면 개인마다 매년 인분 수집에 대한 할당량이 주어졌으며, 이를 모아서 제출해야하는 의무가 부과되었다. 이러한 할당량은 조직생활을 시작하는 소학교 생활(9살)에서부터 시작된 것으로 보고되고 있다. 관련 사항을 보고한 북한이탈주민의 나이를 통해 유추해볼 때 이러한 관행은 이미 1990년대 이전부터 시행되었으며 2010년대 초반까지도 이 정책이 유지된 것으로 확인된다. 인당 또는 세대마다 주어진 할당량은 북한이탈주민마다 다르게 보고하고 있어 정확한 양을 추정하기는 어렵다.

"근데 문제는 축분하고, 우리가 어릴 때도 많이 써먹었고, 인분하고, 이게 한 사람당 보통 한 200kg에서 300kg 정도를 내야 돼. (당시) 고등학생으로, 할당량이 있어요. 할당량 300kg을 내야 돼." ... "성인은 훨씬 많지. 훨씬 많아. 500kg에서 보통 1톤까지 많아. 500kg에서, 보통 이게 진짜 최대 1톤까지 나오는데, 이걸 어떻게 모아." ... "그러니까 보통은 인민학교 그러니까 소학교, 소학교 한 8살, 9살부터 (할당량이 주어져)." ... "보통은 9살이 맞을 거야. 왜냐면 이때 조직 생활을 하거든." ... "열심히 주어야 돼." (F)

"대충 아까 세대당 30에서 50 사이에." ... "kg이지, 그렇게 하고 이게 어떻게 떨어지는가 하면, 농촌 지원하는 그 단계에서부터 봄하고 이제 가을에 주로 하는데, 그렇게 하고, 이것을 자꾸 못 살게 구는 게, 이거 내서 모아만 놓고 있는 게 아니라 그거 모아놨다 하면 농촌에서 와서 그 달구지를 실어도 가고 그러지 않으면 싹고 그곳까지 갖다줘야돼." (G)

"그게 아빠는 아빠대로 직장에서 아빠의 할당량이 있으시고, 저는 저대로 학교에 이제 내야 되는 할당량이 있고, 저희 인민반에서는 또 인민반 내에서 또 내야 되는 할당량이 있고, 그래서 만약에 엄마가 계셨으면 엄마의 이제 운영회에서 또 내야 되는 할당량이 있고, 그래서 서로 이제 전쟁이죠." (I)

지역마다 할당된 양은 동원 사업을 위한 계획 작성 시 수립된 것으로 추정된다. 시 운영에 참여했던 북한이탈주민에 의하면 필요한 양을 계산해서 각 인민반마다 세대당 얼마를 준비하면 되는지를 할당했다고 보고하고 있다. 할당량의 정확한 숫자를 기억하고 있는 면접자는 거의 없었으며 대부분 양을 채우는 것이 쉽지 않았다고 보고하고 있다.

"그렇지. 이것을 동원 사업해라. 시군들에서 자체 실정에 맞게, 그러면 시군들에서 우리 총농장이 토지 면적이 몇 톤이니까, 여기 대체로 얼마 들어가야 된다. 그럼 시군들에서 양을 만드는 거예요. 어느 지역은 주민이 몇 명 사니까 그 해당 동사무소에서는 필요한 양을 필요한 양을 할당해라. 그럼 동사무소에서 계획하는거지. 백곡 몇 반에서부터 몇 반까지는 세대 수 얼마나까 이만한 양을 넣어라. 그렇게 우리, 우리 동이 1년에 100 몇 톤이다. 그러면 인민반이 몇 개니까 다 쪼개 계산하면 다 계산수가 나오는 거지." (G)

인분 할당량을 채우기 위해서 사람마다 다양한 노력을 하였으며, 흙을 채우거나 하는 방식으로 양을 늘리는 방법을 활용하기도 하였다. 인분을 도둑질하는 사람들이 많아 이를 지키기 위해 밤새 망을 보는 경우도 종종 있었다고 보고되었다.

"그래서 흙을 많이 넣어" ... "그러니까, 그러면은 어쨌든 흙을 섞어, 그러면 키로수로 대략 증량을 재, 가져왔네. 부어봐, 마당에 부어두고 가면 돼. 200kg에 300kg 오케이, 너네 수행했어, 체크." (F)

"그렇지, 그러니까 이제 공동 화장실을, 먼저 새벽에 가서 퍼가고 그걸 또 심지어 막 지키기도 하고 그래요, 자기는 과제를 주는데 다른 데서 다 퍼가면 어떡해." (G)

"흠쳐가요. 서로 망보고, 왜 공중화장실 있잖아요. 거기 이제 망보죠. 새벽에 남들 다 잘 때, 그거 귀해요." (I)

비료 부족 문제 해결은 북한 당국의 핵심 관심사였으며, 이를 해결하기 위해 사람들을 동원하는 방식으로 추진된 것으로 보인다. 주민들을 동원하는 방식으로 인분을 수집하여 농장에 보내주는 것으로 운영하였으며 이러한 방식은 농촌뿐만 아니라 도시 지역도 마찬가지였다. 도시에서는 도시거름 확보 및 농촌 지원을 사유로 관련 방식을 적용하여 동원하고 있는 것으로 나타났다.

북한 당국은 1990년대 중반 이후부터는 주체농법을 강조하면서 감자농사혁명과 종자혁명을 강조하기 시작하였다. 특히 감자농사와 두벌농사를 추진하고 대규모 토지정리사업(2000년-2004년 매해 강조)을 지속적으로 확대해나가는 등 농업이 가능한 토지 확보 및 작물 다양화(2004년 콩농사, 과수원 발전에 관심) 등을 추진하는 방식으로 농업정책을 변화시켰다(김형화 외, 2005). 경제위기 이후 북한 당국은 사람들을 동원하여 비료 부족을 해결하기 위해 노력했음뿐만 아니라 콩재배 등을 통해 지력을 강화하는 등의 내용을 고려하였던 것으로 보인다.

2절 북한의 축산 정책

농업 관리 구조(<그림 3>)에서 보여주듯이 북한 축산 정책은 농업성의 주요 업무 중 하나이며 축산 관련 종자, 종축개량, 국가의 농목장 관리 등을 농업성에서 관리하고 있는 것으로 확인되었다. 협동농장도 자체의 축산작업반을 두어 축산 관련 작업을 하도록 하고 있다. 특히 해방 후 김일성 교시 내용인 "축산업은 농산업과 함께 농촌경리의 기본 부문의 하나이다. 축산업을 발전시키는 것은 인민경제 발전과 인민생활 향상에 매우 중요한 의의를 가진다. 축산업은 고기, 젓, 알, 꿀 등 축산물을 인민들에게 공급하며 인민들의 식생활을 다양하게 개선하고 식료공업과 경공업의 원료를 보장한다. 축산업을 통하여 나오는 질 좋은 유기질 비료는 토지를 개량하여 농작물 수확량을 늘리게 한다. 그러므로 농촌경리를 발전시키기 위해서는 농산업과 함께 축산업을 튼튼한 물질적 및 기술적 토대 위에서 빨리 발전시켜야 한다"라는 언급에 따라 북한은 농업과 함께 축산 발전에 적극적이었다(지인배, 2004).

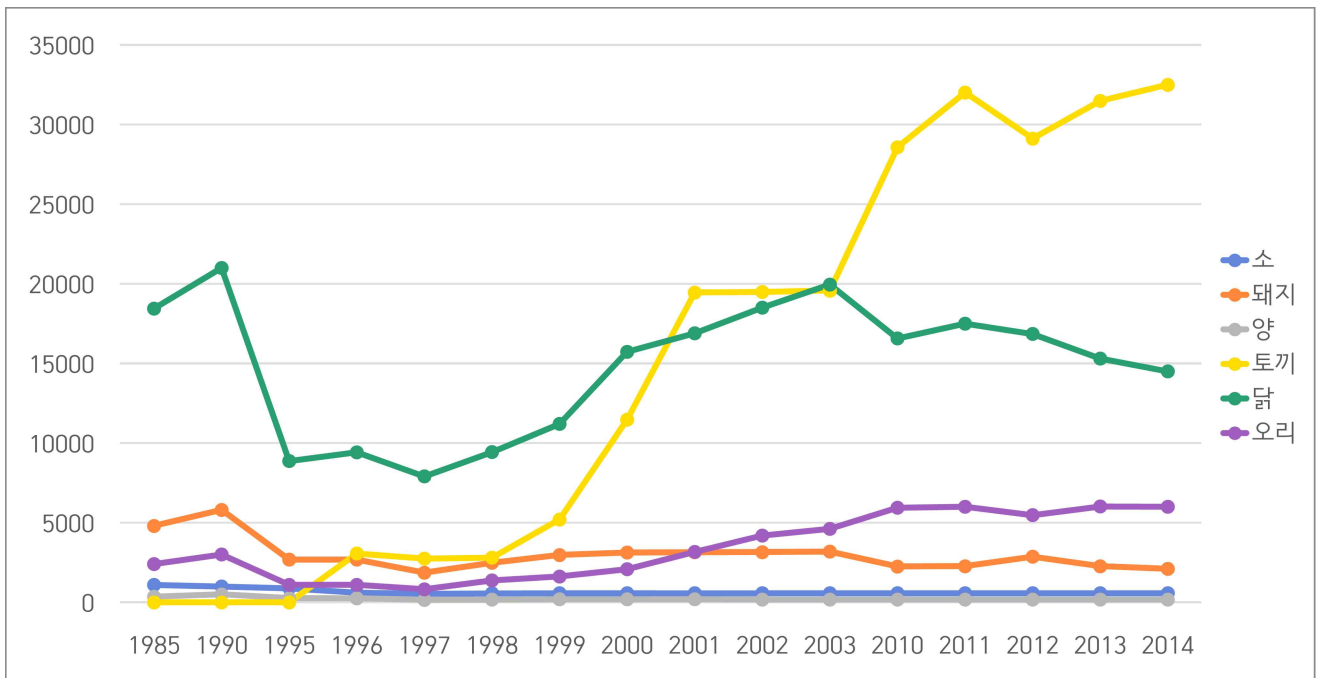
축산 정책의 역사를 간략히 살펴보면 다음과 같다. 1963년 9월 9일 조선노동당중앙위원회 제4기 제7차 회의 결정에 따라 북한은 축산 관리를 국영축산(국영농목장), 협동축산(협동농장), 농민부업축산(농가)의 3원 체제를 수립하여 운영하였다. 북한의 축산 방식은 1980년대 중반까지 기존 축산체계 강화 및 국영농목장의 독립채산제 실시, 의무사육제도를 강화하는 방식으로 추진되었다. 구체적인 내용을 살펴보면 국영축산의 경우 지역별로 기후조건을 검토한 후 이에 맞는 축종을 선택하여 집단적으로 사육하는 방식을 도입하였으며 돼지공장, 닭공장, 오리공장 등의 대단위 사육장, 원종장, 종축장, 사료공장 등을 구축하였다. 협동축산은 협동농장의 축산작업반에서 가축을 기르도록 하였으며 지역별로 특화된 축종은 축산분조를 통해 별도로 운영하게 하였다.

농민부업축산은 협동농장, 농가, 학교에서 닭, 오리, 토끼, 염소, 양 등의 일정 수의 가축을 의무적으로 사육하도록 한 제도이다. 가축은 농민시장에서 임의로 처분할 수 있도록 허용함으로써 부업축산을 장려하였다. 하지만 이러한 부업축산은 소를 제외한 중소가축에 해당하였고

사육규모도 소규모로 제한하였다(지인배, 2004). 부업축산의 경우 농민들은 돼지와 닭을 의무적으로 키워야했으며 그 숫자는 돼지 2마리, 닭 5마리 이상이어야 했다.

“개인부업축산이라고 해서 개인들이 집에서, 정책으로 어떻게 되어있냐면 농장, 농민인 경우에 1년에 돼지 2마리 그다음에 정상적으로 닭 5마리 이상, 이게 이제 토끼 5마리도 될 수 있고 닭 5마리도 될 수 있는데, 일단은 돼지 2마리에 닭 5마리 이상은 정책이야, 이거 무조건 키워야 돼.” (E)

1990년대 식량 부족과 함께 곡물사료에 대한 부담 또한 증가하였다. 경제적 어려움으로 인해 소와 돼지 등 가축사육이 감소하였으며, 협동농장과 농민부업축산을 통한 가축사육두수 또한 줄어들었다. 당시 1년 평균 육류소비량이 1kg 미만으로 감소한 것으로 보고되고 있다.



<그림 6> 북한의 가축 사육두수 증가 추이

출처: 지인배(2004), 64쪽; 국가통계포털.

북한은 1997년, 1998년 신년공동사설을 통해 축산 정책을 곡물이 아닌 초식가축(풀 먹는 집짐승)을 키울 것을 강조하기 시작하였다. 사료 부족으로 대용먹이를 강조하였으며 곡물이 없이 쉽게 키울 수 있는 염소, 토끼 등의 가축사육을 선호하게 되었다. 또한 농장원, 노동자, 사무원들의 개인부업축산을 강조하면서 집짐승기르기를 적극 권장하였다(지인배, 2004). <그림 6>을 보면 토끼 사육 두수가 점차 증가하면서 2010년대 초반에는 가장 많은 사육두수를 보이고 있는 것을 확인할 수 있다. 토끼를 기르기 위해 쉽게 구할 수 있는 풀과 같은 것들을 적극 활용한 것으로 보인다. 또한 사료를 활용하기도 하였으나 가격으로 대용먹이와 섞어서 쓰는 방식을 적용하였다.

"거기서는 보통 짐승 키울 때 봄, 여름, 가을에 이렇게 풀대기 있잖아요. 풀, 엄마랑 산에 가서 개네가 먹는 풀이 또 있더라고요. 민들레 이런 약간 그런 풀이 있어요. 그거를 할머니랑 저랑 산에 가서 마대 같은 거 하나씩 들고, 산에 가가지고 풀 같은 것도 다 뜯고 그때는 약간 간식 같은 거 주시고." ... "감자를 많이 먹고 하니까 감자 껍질을 자르잖아요. 이거 껍질 남잖아요. 그것도 씻고 그다음에 시래기 같은 것도 이제 배추 같은 것도 다듬으면 못 먹는 시래기 있잖아요. 그거랑 그거에 쌀뜨물 이런 거 넣어서 그냥 끓여가지고." (I)

"네. 좀 제가 오기 얼마 전에 이 돼지 사료 같은 거 있잖아요. 이걸 먹으면 되게 빨리 이 돼지가 몸집이 커진다, 무게가 많이 나간다, 그런 사료가 있긴 했어요. 그래서 조금씩 사서 약간 먹이에 그걸 조금씩 섞어서 줬어요. 그것만 주기에는 돈이 안되니까." (I)

농민들에게는 여러 부담이 부과되었다. 그중 하나는 김정일 정권에서 추진되었던 인민군대 지원돼지이다. 농민들에게 자체적으로 돼지를 키워 할당량만큼 돼지를 지원하도록 하였고 가축을 내지 않은 사람은 일년 분배 식량에서 식량을 차감하는 방식으로 운영이 되었다. 이 의무는 도시민들에게는 부여되지 않았다. 도시민들은 가정에서 먹을 것을 아파트 베란다에 키워서 시장에 팔거나 하는 등 자체적으로 가축을 기르는 방식을 적용하였다.

"인민군대 지원돼지라고 해가지고, 하도 군대를 못 먹여서 영양실조가 와서 자꾸 저희들이 오니까 인민군대 지원돼지 할당량이 그게 어마어마한 거예요. 그거 생각하면 좌우지간, 그거를 가을에 가서 할당량을 못하면 식량에서 자르는 거예요. 일년 분배식량에서." ... "결국은 이 사람들이 그렇게 하지 않으면은, 이거는 제일 중요한 거는 이 지원은 김정일이 있을 때 딱 내려놓은 건데 이걸 거둘 수가 없는 거예요." (G)

"도시 사람들은 안 하지. 그렇게 해서 결국은 이 사람들이 먹고 살기 위해 별짓을 다 하지." ... "그건 자기네가 먹을 거 키워가지고, 시내에서 돼지를 잡아가지고 시내 시장에 내다가, 시내 사람들은 또 돈 주고 그 고기 먹는 사람은 사다가 먹는 거고." ... "그거는 그거 그 아파트 있지, 아파트 베란다 있지, 거기서 그걸 키우는데, 근데 그걸 알지, 짐승이 움직이지 않으면 살이 잘 찌거든. 왔다 갔다 활동량이 있으면 살이 안 찌. 좁은 울타리 안에 몰아넣고 뚜껑을 놓으면 먹고는 산다 이려고, 그러면 살이 엄청 빨리 찌죠. 속성으로 살찌기가 되어." (G)

‘고난의 행군’을 거치면서 개인축산이 활발해졌으나 도시민보다 농민들에게 여러 가지 부담이 더 가중된 것으로 확인되고 있다. 그럼에도 축산은 이미 도시민, 농민 할 것 없이 개인수준에서 활발히 수행되고 있었으며, 개인밭을 일군 이들은 모두 가축부산물물을 활용하여 농사에도 적용하고 있었다. 또한 비료 확보를 위해 이미 퇴비를 활용하고 논에 물고기를 풀어 키우는 것과 같은 방식이 민간 수준에서 시행되었다는 것을 알 수 있다.

"개인이, 그러니까 그것을 안 키워도 되기는 하지만 그래도 이게 축산을 하는 게, 고리형순환생산체계가 사실은 개인들이 집에서 돼지 키우고 닭 키우고 하면 거기서 퇴비 나오잖아. 축산부산물 이렇게 나와가지고 가축부산물이 나오면 그걸, 자기 텃밭을 또 가지고 있거든. 농작원, 농장 같은 경우에는 좋은 땅 평지에 30평부터 산골 같은 거는 이제 경사지 같은 거는 60평까지 땅을 주거든. 그래서 이걸 개인 땅은 아니지만 이제 여기서 생산되는 뭐든 옥수수고 마늘이고 채소고 다 자기가 소비하거나 팔 수도 있고 그렇게 되어있다고. 그러니까 이제 그렇게 되어 있기 때문에 실제 내 개인집에서는 사실 고리형순환생산체계라는 이 시스템이 집집마다 다 농장, 농민들은 다 되고 있는 거야." (E)

"축분이 어떻게 하나면, 축분을 그림으로 그리면, 축분을 많이 활용하는 게, 첫 번째는 축분, 여기다가 흙, 또는 벼, 볏단, 잘라가지고 그리고 여기에 다시 축분," ... "그래야 이게 숙성이 돼. 이 안에서 그리고 이 안에 다시 풀, 그다음에 벼, 볏단, 이렇게 해서 차곡차곡 쌓아 그 래가지고 그 높이를 (만들고)." ... "그러면 이 안에서 열이 발생해, 열이 발생하면서 애네가 부식토가 되는 거, 그래서 그걸 이제 봄에, 초봄에 그거를 이제 빼면은 김이 나와." ... "그거를 잘 다져놓으면은 그 안에 공기가 못 들어가기 때문에, 찬 게 안 들어가니까, 이 안에서는 열이 발생하면서 애네가 부식토가 되는 거(야)." ... "계속 해왔던 거고, 이 근데 고리형 생산 체계가 이게 왜 필요했냐면 북한이 적극적으로 강조하는 이유가, 이런 게 원래 기존에 있었지만, 이걸 이때는 문제는 뭐였냐면 비료 부족 문제가 핵심이었어요." (F)

"그러니까 이 사람들이 결국은 그게 무슨 소리인가 하면 자들이 결국은 이제는 비료가 없어서 농사를 이렇게 짓기 위해서 거기다가 이제 퇴비, 분뇨 이거 다 하잖아요. 그렇게 해서 그거를 농사를 다 지으면 그 나머지 찌꺼기 이게 나온 거를 가지고, 가지고 이제처럼 짐승 먹이를 또 활용한다든가, 그거를 가지고 야들이 양어장에 갖다 넣으면은 결국 그게 물고기들이 먹을 수 있는 미생물이 거기서 자란다 이거지, 그다음에 또 하나는 논에다가 가물치 같은 거 잉어, 붕어 같은 거 대방 방출하면은 이것들이 돌아다니며 그 논에서 자라는 그 미생물들을 먹기 위해서 흙을 막 이렇게 해주면 그게 김을 매주는 효과가 있다 이거지. 뿌리를 쳐줄 거면 이거 빨리 자라게끔 한다든지, 그렇게 해가지고 그러면 이 물고기들은 거기서 똥을 싸고 오줌 이거 다 하거든. 물고기 그것도 하거든. 그러면 이게 또 벼가 자라는 데 영향을 미친다 이거지." (G)

북한에서 고리형순환생산체계는 새로운 개념이라 보기 어렵다. 북한이탈주민의 발언을 통해 볼 때 이미 비료 확보를 위해 민간 수준에서 활발히 적용되고 있었으며 정책적으로는 개인에게 인분 할당량을 주어서 매년 일정한 양의 인분을 수집하여 제출하도록 하고, 이를 협동농장에 보내 비료로 활용하는 방식을 활용하고 있었다. 민간에서는 축산분뇨 등을 활용하여 개인 텃밭에 비료로 주는 등 부족한 자원을 해결하기 위한 방법으로 이를 적극 활용했던 것으로 확인된다.

3장 고리형순환생산체계의 내용과 시행 분석

1절 고리형순환생산체계의 유형

고리형순환생산체계는 유기농법과 함께 북한에서 강조하고 있는 내용으로 「로동신문」에서 이를 다루는 기사는 2010년부터 확인된다. 앞 장에서 살펴보았듯이 1990년대 경제위기 시 민간에서 시행되었던 여러 방식들을 연구하여 공식화한 것으로 추정해볼 수 있다. 유기농법에 대한 기사는 2000년대 초반에도 다뤄지고 있는 것으로 나타나고 있으며 북한도 유기농법을 받아들이는 것이 세계농업발전의 추세를 따라가는 것이라고 언급하고 있다. “협동농장들에서 화학비료에만 의존하지 말고 논밭에 유기질비료를 더 많이 내기 위한 투쟁을 벌려 부침땅의 지력을 높여야 한다”는 내용과 함께 고리형순환생산체계를 통해 유기질비료를 생산해야한다고 강조하고 있는 것으로 보아 비료부족 문제 해결 뿐만 아니라 토지의 지력 향상에 대한 관심이 상당히 증가한 것을 알 수 있다(「로동신문」, 2011).

김정은 위원장은 2014년 전국농업부문분조장대회 참가자들에게 보낸 서한에서 “농사와 축산의 고리형순환생산체계를 확립”해야 한다고 강조하며 이 방법은 “축산물생산을 늘일수 있어 좋고 집짐승배설물로 질 좋은 거름을 생산하여 알곡수확고를 높일수 있어” 좋다고 언급하고 있다. 축산을 활성화하면서 동시에 알곡생산을 늘려야 한다는 점을 재차 강조하고 있는 것이다(「로동신문」, 2014). 세포지구 축산기지건설을 다그치며 한 담화에서는 축산에 필요한 알곡먹이의 경우 농사를 통해 해결할 것을 강조한다. 축산과 농산의 고리형순환생산체계를 확립하여 가축에게 필요한 먹이를 자체 조달하는 시스템을 요구하고 있는 것이다(「로동신문」, 2015). 고리형순환생산체계는 농산과 축산 부문에 적용되는 것을 기본으로 하고 있으나 그 외에 다양한 분야에도 적용되고 있다. 채소 재배, 과수업, 양어 등에도 적용되는 방식으로 북한문헌은 고리형순환생산체계에 대한 다양한 형태를 설명하고 있다.

북한 학술지인 『경제연구』에서는 고리형순환생산체계의 유형을 총 4가지로 분류하고 있다. 첫째, 농산-축산 결합형, 둘째, 메탄가스 공정을 추가한 농산-축산 결합형, 셋째, 농산-양어-지렁이기르기 결합형, 넷째, 농산-축산-양어-버섯-지렁이기르기-메탄가스결합형이 그것이다.

가장 기본적인 형태인 농산-축산 결합형은 “집짐승배설물을 논밭에 내어 농산물생산을 늘이고 농부산물물을 집짐승먹이로 리용하여 축산물생산을 늘이는 식으로 생산부문들사이에 주로 폐설물과 농부산물물을 순환시켜 생산을 다같이 늘이는 체계”이다(「로동신문」, 2012). 「로동신문」에서는 농업 관련 여러 작물을 혼합한 방식을 추가로 설명하기도 하는데 그 중 하나는 발작물 재배-채소(남새)재배-돼지기르기 배합구조이다. 이 방식은 “강냉이나 콩, 남새재배에 화학비료를 쓰지 않고 돼지배설물을 발효시킨 유기질비료를 내면 알곡먹이와 푸른먹이의 무공해생산이 담보되고 생산된 돼지고기는 룝색식품의 기준에 도달하게 되”는 방식으로 설명하고 있다(「로동신문」, 2012). 농산-축산 결합형을 강조함에 따라 협동농장 및 전문농장에서 주로 집짐승우리를 추가로 건설하고, 축산배설물을 거름으로 활용하는 사례가 주로 보도되고 있다. 돼지를

기르는 것뿐만 아니라 닭, 오리, 토끼, 거위(계사니) 등 기를 수 있는 가축 품종을 다양화하는 것 또한 추진되었다(「로동신문」, 2015).

파생된 형태로 축산-축산-농산의 방식이 있다. 닭을 키워서 닭배설물을 미생물 처리한 후 돼지먹이로 활용하고, 돼지배설물을 비료로 만들어 논밭에 주는 방식이다. 이 방식은 구성닭공장 에서 활용한 방식으로 축산을 전문적으로 하는 공장에서 시행되었다고 보도되었다(「로동신문」, 2012).

공생고리결합방식으로 논에 오리를 놓아 기르는 방식이 설명되었으며, 논벼재배-오리기르기-물고기기르기 배합구조 또한 적용할 수 있는 방식으로 소개되었다(「로동신문」, 2012). 이 방법은 논벼에 오리와 물고기를 동시에 기르는 생산구조로 앞장에서 살펴본 북한이탈주민의 발언에 의하면 2010년대 이전에 이미 물고기를 논에 놓아기르는 방식을 적용했었다고 언급하였다(「로동신문」, 2012). 민간에서 시행되었던 방식 또한 고리형순환생산체계의 하나의 방법으로 포함되었다.

「로동신문」에서 설명하고 있는 고리형순환생산체계의 구조는 좀 더 다양하다. 논벼재배-버섯재배-거위(계사니)기르기 구조도 그 중 하나로 이 구조에서는 “벼짚을 분쇄하여 버섯재배기질로 리용하고 버섯재배폐기질은 계사니의 먹이로 쓰며 계사니배설물은 발효시켜 포전에” 내는 방식으로 소개되었다(「로동신문」, 2012). 이 설명에는 거위만 포함하고 있으나 실제 농장 등에 적용된 사례를 보면 농산-축산-버섯재배의 구조로 구성되었음을 알 수 있다. “즉 농사를 짓고 나온 낱알짚은 축산에, 강냉이속은 버섯생산에 쓰고 집짐승배설물은 농사에, 버섯폐기질은 축산에 리용하”는 방식이 활용되었다. 기르는 가축은 가금류 뿐만 아니라 돼지도 포함하였다고 보도하고 있다(「로동신문」, 2015).

과수-축산 배합구조 또한 고리형순환생산체계 방식이 적용된 사례이다. 과수원에 적용되는 방식은 2가지로 구분하고 있으며, 과수-먹이풀-축산-메탄가스(4위 1체식), 과수-축산-메탄가스(3위 1체식)의 방식을 활용할 수 있다고 설명하고 있다. 홍수로 인한 토양유실이 심한 지역에는 4위 1체식 방식을 적용할 것을 권장하고 있기도 하다(「로동신문」, 2012). 이 방식의 구체적인 적용방식은 아래와 같다.

“과수원에 8~10m²짜리 메탄가스발효탱크를 정보당 3개의 지점에 건설하고 그우에 20m²크기의 돼지우리를 지어 10마리정도의 비육돼지를 기르며 돼지배설물은 직접 탱크안으로 들어가게 한다. 그리고 과일나무의 줄사이, 그루사이에 토끼풀, 자주꽃자리풀 등과 같이 영양 가치가 높은 먹이풀을 심는다. 이렇게 심은 먹이풀을 토끼, 양과 같은 풀먹는집짐승에게 먹이고 그로부터 나오는 배설물은 메탄가스와 유기질비료생산에 리용한다.” (「로동신문」, 2011)

고리형순환생산체계에 여러 방식들을 적용할 수 있으나 그 중 농산-축산이 가장 주된 방식으로 메탄가스를 활용하는 방식은 자주 언급되지는 않는다. 메탄가스를 활용하는 방식 중 주목할만한 방식은 태양열생태온실을 건설하여 활용하는 방식이다. 이 방법에서 말하는 태양열생

태온실은 “온실안에서 집짐승을 기르면서 여기서 나오는 배설물로 메탄가스를 생산하고 잔류액과 찌끼를 비료로 리용하여 작물을 재배하는 고리형순환생산체계가 확립된 온실”을 말한다. 즉, 한쪽 끝 땅에 메탄가스 탱크를 설치하며 그 위에 집짐승우리와 위생실을 건설하고 작물을 재배하는 방식으로 설명하고 있다(「로동신문」, 2014; 2015). 위성과학자주택지구 등에서 활용하고 있으며 메탄가스는 가스등 및 취사용으로 활용하고 메탄가스발효액을 만들어 농작물의 유기영양액으로 쓰는 등의 활용사례를 설명하고 있다(「로동신문」, 2014).

고리형순환생산체계는 밭농사 및 벼농사뿐만 아니라 감자농사, 양식장 등에도 적용되고 있다. 감자농사에는 감자를 생산하고 나오는 감자부산물을 가공하여 돼지에게 먹이고, 돼지배설물을 감자밭에 비료로 주는 방식을 활용하였다(「로동신문」, 2011). 양식장의 경우 집짐승배설물로 만든 물거름의 미생물과 떠살이동식물들을 양어못에 넣어 물고기 먹이로 활용하며 물고기배설물을 파내어 밭에 비료로 주는 방식이 적용되었다(「로동신문」, 2012).

고리형순환생산체계는 농장마다, 지역마다 다양한 방식을 적용하고 있으며 지역의 특색에 맞게 조금씩 변형하여 활용하고 있는 것으로 확인되었다. 축산-농산-버섯-양어를 적용한 방식을 구체적으로 설명한 사례를 보면 농장에서 농업 및 축산과 연계된 자원 재순환을 어떤 식으로 적용하였는지를 이해할 수 있다.

“돼지두엄을 낸 논에서 벼를 자래우고 낱알부산물은 돼지에게 먹이였으며 벼짚은 돼지두엄을 생산하는데 돌려졌다. 뿐만 아니라 일부 벼짚을 처리하여 만든 기질로 버섯을 생산하고 버섯을 생산하고 남은 버섯폐기물은 말리워 돼지먹이로 리용하였으며 일정한 량의 돼지배설물은 양어장의 물고기를 기르는데도 효과적으로 썼으니 이거야말로 꿩먹고 알먹고 등지 털어 불때는 격이 아닌가. 농산과 축산의 유기적인 배합은 이렇게 이루어졌고 고리형순환생산체계의 도입으로 농장원들의 생활은 날로 윤택해졌다.” (「로동신문」, 2012)

고리형순환생산체계가 적용된 농장 및 기관을 검토해보면, 각 농장마다 채소, 벼, 강냉이를 재배하면서 돼지, 오리, 양, 토끼 등을 혼합해서 키우는 곳들이 대다수인 것을 확인할 수 있다. <표 5>는 기관별로 어떤 방식을 적용하여 활용하고 있는지를 나타낸다.

<표 5> 고리형순환생산체계 적용 농장 및 기관

방식	적용 기관
농산-축산	강계시 서산협동농장(2012), 강남군 마정협동농장(2017), 광산군 관상협동농장(2011), 김책시 석호협동농장(2011), 대관군(2014), 대성남새전문협동농장(2018), 문덕군 립석협동농장(2011), 문천시 룡정협동농장(2015), 봉천군 송정리(2011), 북청군 마산협동농장(2011)/청해농장(2018), 삭주군 읍협동농장(2018), 성천군 상하협동농장(2016), 수안군 좌위협동농장(2012), 숙천군 은정농장(2018), 신의주시 성서농장(2018), 신천군 건산협동농장(2018), 안악군 대추협동농장(2018)/룡산협동농장(2020), 운전군 관해협동농장(20110630), 의주군 흥남협동농장(2015), 청단군 청정협동농장(2018), 청도군 대백협동농장(2018), 청진시 송평구역(2012), 화대군 읍협동농장(2018), 희천시 역평남새전문협동농장(2020)

농산(감자)-축산	대흥단군(2011/2013/2014/2018), 백암군 농장(2014), 중흥농장(2018)
농산(차)-축산	강령은정차재배원(2011)
농산-축산(축산중심)	구성닭공장(2011/2017), 세포군(2014), 신의주닭공장(2011), 옥토축산전문협동농장(2012), 927닭공장(2010)
농산-축산-버섯	정평군 룰성협동농장(2015)
농산-축산-버섯-메탄가스	사동구역 리현남새전문농장(2011), 위성과학자주택지구(2014)
농산-축산-양어	금야군 지인협동농장, 안변군 화산농장(2012), 은천군 량담농장(2013)
농산-축산-버섯-양어	대동군 마산협동농장(2014), 운전군 운하협동농장(2012), 평성시 백송협동농장(2014)
축산-과수	고산과수농장(2014/2015/2020), 라하과수농장(2018), 룡전과수농장(2021), 사리원과수농장(2011), 안변군 천삼협동농장(2011), 송한과수농장(2021), 황주과수농장(2019)
축산-양어	덕천탄부오리공장(2016), 만경대구역 원로남새전문농장(2014), 신흥양어장(2012), 영광청년양어장(2011/2012), 우시군(2011)
부업기지/후방공급사업	(농산-축산) 량강도광업연합기업소(2014) (농산-축산-버섯) 안흥장공장(2015), 2중3대혁명붉은기 대동강탄광(2015), 회창군기초식품공장(2012/2014/2015) (농산-축산-양어) 문천식료공장(2014/2015/2018)

* 기관 옆 괄호에 작성된 년도는 내용이 보도된 년도를 표기

출처: [로동신문] 2010-2022 기사 내용 저자 정리

농산-축산 결합형이 적용된 지역에서는 대부분 돼지, 오리, 거위, 토끼를 길렀으며 축산배설물을 유기질비료로 활용하여 농사를 지었다고 보고하고 있다. 운전군 관해협동농장 같은 경우는 논에 오리를 풀어 기르는 방식을 활용하고 있다고 보도되었다. 닭공장에서는 축산-축산-농산 방식을 적용하여 닭배설물을 미생물로 처리하여 오리와 돼지 먹이로 활용하고, 가축배설물을 유기질비료로 가공하여 포장에 뿌리는 방식을 적용하였다. 농산-축산-버섯-메탄가스를 활용하는 곳은 앞서 살펴보았듯 다목적태양열온실을 구축하여 메탄가스를 에너지원 및 비료로 활용하는 모습을 보이고 있다.

축산-양어를 활용하는 방식에서는 물에서 큰단백질을 재배하여 가축먹이로 활용하는 방식으로 적용하고 있었다. 축산을 중심으로 하는 곳에서는 주로 먹이풀을 재배하여 가축을 먹였다. 축산-과수 방식을 적용한 곳은 가축배설물을 과수밭에 거름으로 주는 모습을 보였다. 부업기지와 후방공급사업으로 기업소에서도 다양한 방식의 고리형순환생산체계를 적용하고 있었다. 량강도광업연합기업소의 경우 혼석채취장 부지를 정리하고 부업기지로 조성하였으며 온실, 돼지목장, 양어장, 큰단백풀서식장, 버섯공장, 식료가공실, 소목장을 건설하여 운영하고 있다고 보고하고 있다. 다른 공장도 버섯폐기질을 돼지먹이에 이용하는 등 고리형순환생산체계에서 적용하는 방식을 활용하고 있는 것으로 확인되었다.

바다양식에 고리형순환생산체계를 적용한 형태도 확인된다. 수산성 일군들의 담화를 보면 다시마, 미역 양식장에 섭조개, 밥조개, 해삼을 함께 양식하여 ‘떠살이생물’은 바다동물이 먹고 그 배설물은 다시마, 미역 영양분으로 활용할 수 있도록 하는 것 또한 고리형순환생산체계라

고 언급하고 있다(「로동신문」, 2012; 2015). 문천식료공장은 농산-축산 방식에 더해 바다양식을 추가하여 조개와 다시마, 미역을 생산하고 있는 것으로 확인되었다. 이와 같이 고리형순환생산체계는 자원순환을 적용한 농축산 방식을 표현하는데 사용되고 있었으며 각 기관마다 필요한 방식을 추가함으로써 농장 및 기관마다 조금씩 다른 양상을 보이고 있는 것을 알 수 있다.

고리형순환생산체계 적용 방식을 설명한 내용에서 드러나는 점 중 하나는 화학비료 사용 감소 및 지력 향상이다. 농업부문에서 대해 “당의 의도대로 고리형순환생산체계를 철저히 세우고 정보기술, 생물기술 등 첨단기술에 기초한 생태농업생산방식을 확립해나가야 한다. 유기질 비료의 생산과 그 효과성을 높여 농사에 널리 리용하면서 화학비료의 시비량을 점차적으로 줄이도록 하기 위한 투쟁을 힘있게 벌려나가야한다”라고 언급하면서 농업에의 환경영향을 상당히 고려하고 있다는 점이 드러나고 있다(「로동신문」, 2013).

2절 「로동신문」 기사 분석: 고리형순환생산체계 시행 분석

「로동신문」 기사에 대한 키워드 분석 및 토픽모델링 분석을 통해 고리형순환생산체계가 북한 내에서 어떤 방식으로 실행되고 있는지를 확인하고자 하였다. ‘고리형순환’으로 2010년부터 2022년까지 검색된 437건의 로동신문 기사를 대상으로 분석한 연구결과는 아래와 같다.

가. 워드 클라우드 분석 및 키워드 네트워크 분석 결과

(1) 2010-2022년 기간 분석 결과

워드 클라우드 분석의 경우 2010년부터 2022년까지 전체 기사에 대한 분석을 실시하였다. 출현빈도수(frequency)와 연결중심성(degree)를 기준으로 하여 비교 분석하였으며 두 분석 결과에 대한 유사점과 차이점을 확인하였다. 출현빈도수는 기사 내용 중 자주 언급된 단어를 중심으로 분석하는 방식이며, 연결중심성은 해당 단어가 다른 단어와 얼마나 더 연결되어 있는지를 점검하는 방식이다.

빈도수를 기준으로 하여 12년간 자주 언급된 단어는 수령님, 생산, 일군, 사업, 농장 순이었다. 이를 통해 볼 때 기사 중 고리형순환생산체계를 언급할 때 수령님의 유훈 강조 뿐만 아니라 농장에서의 적용에 대한 언급이 가장 많았던 것을 알 수 있다. 또한 연결중심성 기준으로 정도가 높은 단어를 살펴보면 검색어인 고리형순환생산체계 다음으로 생산, 일군, 사업, 수령님 순으로 나타나, 출현빈도수 상위 단어와 유사한 순위를 보이고 있는 것을 확인할 수 있다.



<그림 7> 출현빈도수 기준 워드 클라우드 분석 (2010-2022년)



<그림 8> 연결중심성 기준 워드 클라우드 분석 (2010-2022년)

* 상위 500개 단어로 구성

출현빈도와 연결중심성을 기준으로 상위 20개의 단어 순위는 아래와 같다. 자주 언급된 단어는 수령님이 가장 높았고 생산, 일군도 2,000번 넘게 언급된 것으로 확인된다. 또한 농장, 인민, 축산 등의 단어와 함께 농사, 작업반 등의 단어도 주로 등장하여 축산 관련해서는 농장 작업반을 위주로 강조하고 있다는 점을 유추할 수 있다.

<표 6> 출현빈도수 기준 상위 20개 단어 (2010-2022년)

순위	단어	출현빈도	순위	단어	출현빈도
1	수령님	2,481	11	동지	940
2	생산	2,420	12	농사	917
3	일군	2,144	13	작업반	912
4	사업	1,629	14	공장	889
5	농장	1,243	15	투쟁	832
6	기술	1,229	16	단위	782
7	인민	1,188	17	적극	757
8	건설	1,160	18	나라	732
9	축산	1,122	19	동무	695
10	문제	1,045	20	고리형순환생산체계	683

연결중심성 순위의 경우 같은 값이 나온 단어는 같은 순위에 배치하였다. 검색어인 고리형순환생산체계를 제외하고 생산, 사업뿐만 아니라 일군, 동지, 인민 등 사람을 나타내는 단어의 연결중심성이 높게 나타났으며 성과, 이용, 과학 등의 단어 연결성이 높게 나타나 성과 중심, 과학 중심의 정책 적용이 주로 기사 내에서 언급되고 있음을 확인할 수 있다.

<표 7> 연결중심성 기준 상위 20개 단어 (2010-2022년)

순위	단어	연결중심성	순위	단어	연결중심성
1	고리형순환생산체계	432	11	동지	263
2	생산	393	12	인민/농장	258
3	일군	365	13	투쟁	253
4	사업	346	14	단위	252
5	수령님	324	15	말씀/농사	241
6	적극	303	16	진행	239
7	기술	295	17	정보	235
8	축산	294	18	확립	227
9	성과	284	19	보장/리용	226
10	문제/건설	280	20	과학	225

(2) 시기별 분석 결과

① 정책 시행기: 2010-2014년 기사 분석 결과

2010년부터 2014년까지의 기사 내용에 대한 워드 클라우드 분석 결과를 보면 주로 언급된 단어는 전체 기사 분석의 결과와 크게 차이가 나지 않는다. 농장, 농사 등 농업 부문에 대한 언급이 가장 많이 나타나고 있으며 인민, 일군들의 사업을 강조하고 있다. 연결중심성 기준 분석 결과 역시 유사하며 농장, 생산 등의 단어가, 그리고 기술, 공장 등의 단어가 연결중심성이 높은 것으로 나타났다. 특이할만한 점은 김정은 정권이 등장한지 얼마 지나지 않은 시점으로 김정일동지에 대한 언급 및 빈도수도 상당히 높게 나타나고 있으며 협동농장, 과학자, 인민생활향상 등의 단어의 연결중심성이 상대적으로 높게 나타나고 있다는 점이다.



<그림 9> 출현빈도수 기준 워드 클라우드 분석 (2010-2014년)



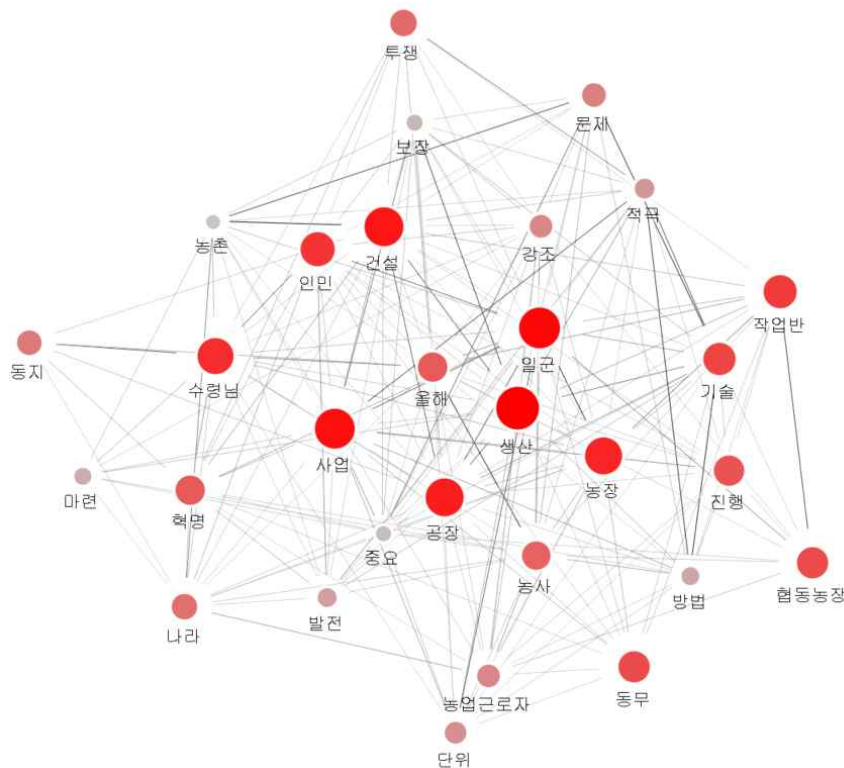
<그림 10> 연결중심성 기준 워드 클라우드 분석 (2010-2014년)

* 상위 500개 단어로 구성

<표 8> 출현빈도수 및 연결중심성 기준 상위 10개 단어 (2010-2014년)

순위	단어	빈도수	순위	단어	연결중심성
1	수령님	1,446	1	생산	360
2	생산	1,313	2	일군	343
3	일군	1,019	3	사업	267
4	사업	802	4	건설	261
5	인민/기술	765	5	공장	253
6	건설	691	6	농장	248
7	공장	584	7	수령님	242
8	농사	556	8	인민	239
9	농장	538	9	작업반	190
10	투쟁	518	10	기술	181

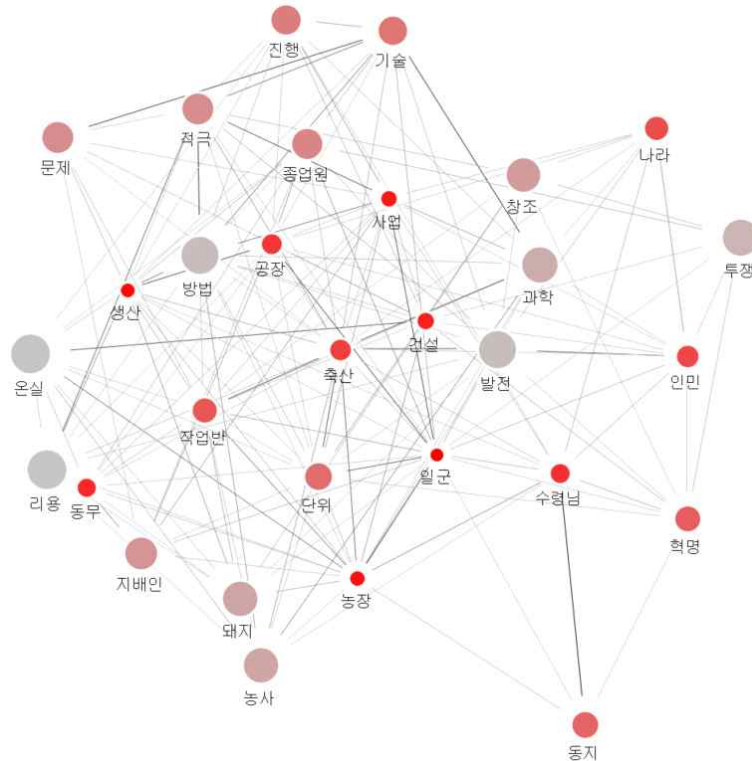
연결중심성 기준 상위 30개 단어에 대한 키워드 네트워크 분석 결과는 <그림 11>에서 확인할 수 있다. 생산-보장, 올해-농사, 기술-방법, 작업반-협동농장 등의 단어 연결이 높게 나타났으며 농업에 집중하면서 협동농장 작업반을 중심으로 정책을 추진하였고 실적을 중요하게 여겼다는 것을 알 수 있다.



<그림 11> 키워드 네트워크 분석 (2010-2014년)

* 연결중심성 기준 상위 30개 단어를 분석

연결중심성 기준 상위 30개 단어에 대한 키워드 네트워크 분석 결과는 <그림 14>에서 확인할 수 있다. 축산과 연결된 단어들이 좀 더 빈번하게 등장하고 있는 것을 알 수 있으며, 축산-작업반, 축산-건설 등의 연결이 자주 등장함으로써 2010-2014년 기간보다 축산을 더욱 강조하고 있는 것을 확인하였다. 인민-나라, 인민-발전 등과 같은 단어의 연결이 높게 나타났고, 공장-생산에 대한 연결 또한 높게 나타나 부업기지와 원료기지에 대한 관심이 집중되기도 했다는 것을 유추할 수 있다.



<그림 14> 키워드 네트워크 분석 (2015-2019년)
* 연결중심성 기준 상위 30개 단어를 분석

③ 코로나19 확산 시기: 2020-2022년 기사 분석 결과

2020-2022년 기간의 기사 분석 결과를 보면 축산에 대한 언급이 2015-2019년 기간에 비해 더 증가한 것을 알 수 있다. 축산 자체에 대한 관심은 지속적으로 증가하고 있는 것으로 확인된다. 이와 동시에 '작업반'의 연결중심성이 상당히 높게 나타났으며, 일군, 농장원 등의 단어들의 연결중심성이 높게 나타나 일군 중심의 사업 운영을 중시하는 경향을 보였다는 것을 확인할 수 있다.



<그림 15> 출현빈도수 기준 워드 클라우드 분석 (2020-2022년)

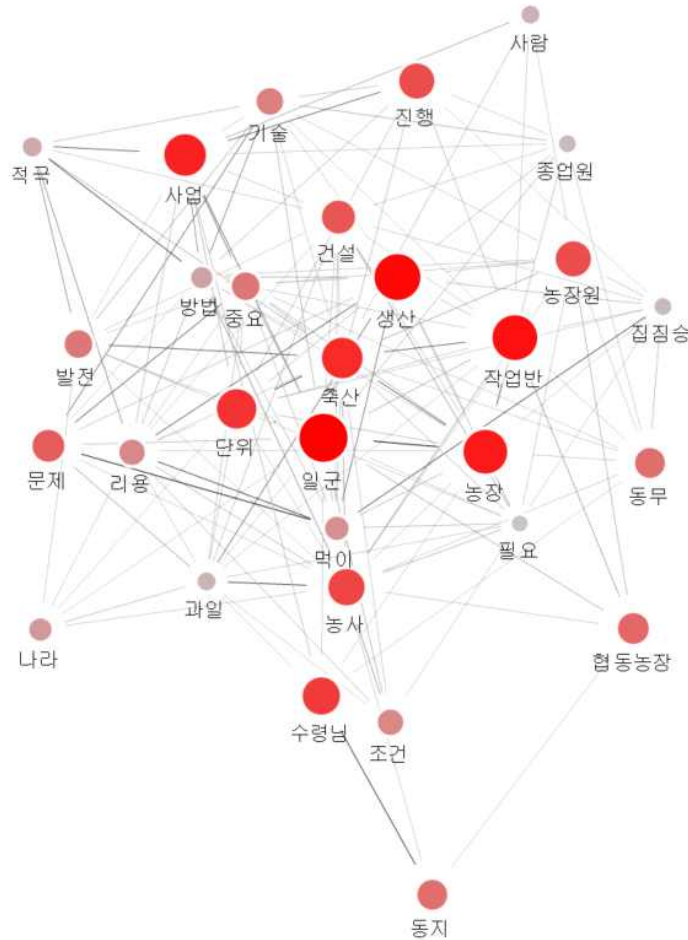
<그림 16> 연결중심성 기준 워드 클라우드 분석 (2020-2022년)

* 상위 500개 단어로 구성

<표 10> 출현빈도수 및 연결중심성 기준 상위 10개 단어 (2020-2022년)

순위	단어	빈도수	순위	단어	연결중심성
1	일군	472	1	일군	193
2	생산	438	2	생산	176
3	축산	400	3	작업반	172
4	사업	358	4	농장	151
5	수령님	346	5	사업	136
6	농장	315	6	축산	115
7	작업반	294	7	단위	94
8	문제	253	8	수령님	88
9	기술	192	9	농사	85
10	단위/농사	189	10	진행/농장원	84

연결중심성 기준 상위 30개 단어에 대한 키워드 네트워크 분석 결과 축산-농장, 축산-작업반 등의 단어가 등장하여 축산에 강조가 확연히 증가한 것을 확인하였다. 이에 더해 농장-생산, 농장-일군, 생산-농장원 등 인력을 중심으로 문제를 해결하려는 모습을 보였다. 돼지가 주요 단어였던 전 시기에 비해 집짐승 뿐만 아니라 과일에 대한 언급도 증가하여 다양한 방식으로 농업생산의 종류를 다양화하려는 경향이 드러났다고 볼 수 있다.



<그림 17> 키워드 네트워크 분석 (2020-2022년)
* 연결중심성 기준 상위 30개 단어를 분석

나. 토픽모델링(LDA)을 활용한 시기별 기사 분석 결과

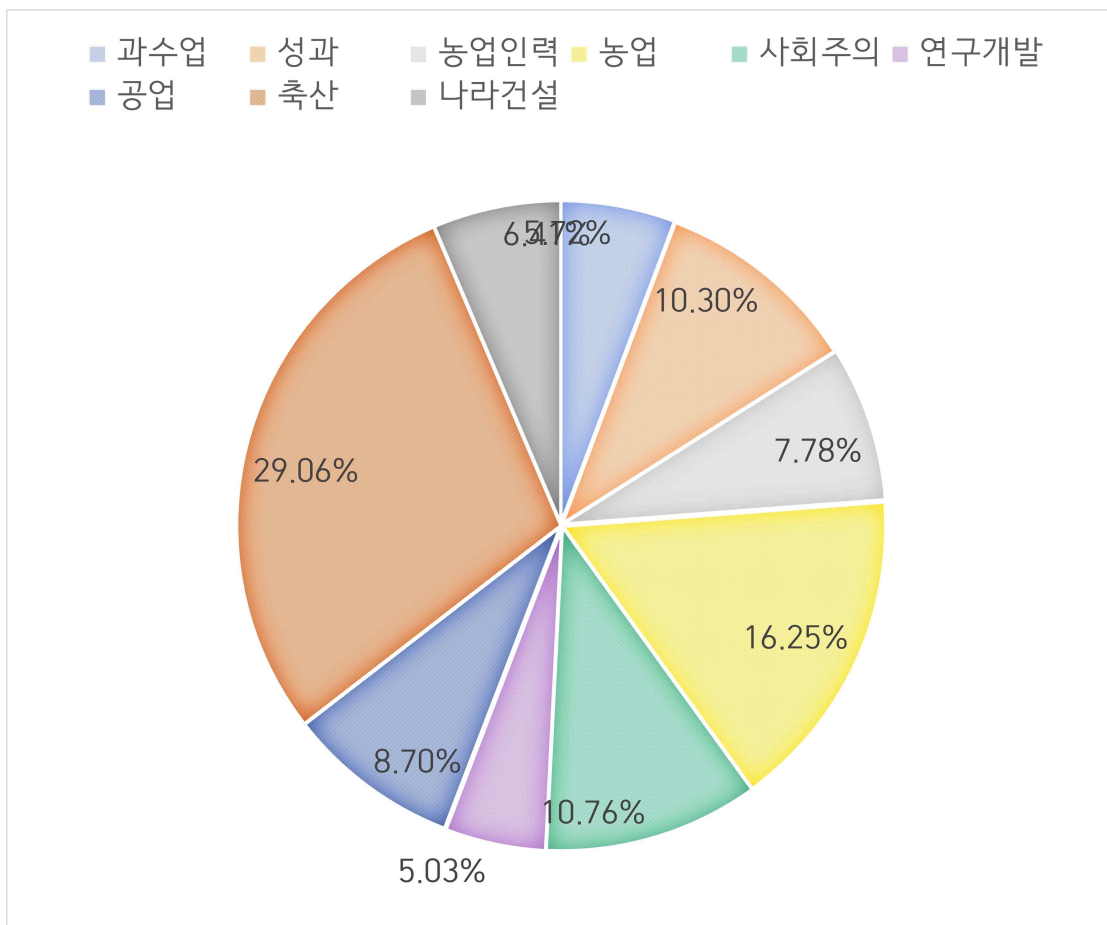
LDA를 활용하여 분석 대상 기간에 다뤄진 주요 주제가 무엇이고 다루고 있는 주제가 어떻게 변화했는지를 추적함으로써 앞서 살펴본 시기별 분석 결과의 내용을 좀 더 자세히 이해할 수 있다. LDA의 경우 주제 수를 임의로 산정하나 이 연구에서는 Netminer에서 제공하고 있는 분석 프로그램을 통해 분석 주제 수를 선정하였다. 프로그램 내에 있는 CV와 Umass 방식을 적용하여 토픽 일관성을 계산하였으며 두 검사 결과에 따라 주제 수는 9개로, Alpha는 0.02, Beta는 0.001로 선택하였다. 분석대상 단어의 경우 2010-2022년 전기간 기사 내용으로 하였으며 연결중심성은 3이상으로 1, 2개 기사에만 등장한 단어는 분석 대상에서 제외하였다.

분석 결과는 <표 11>과 같다. 각 주제를 가시적으로 비교하기 위해 확인된 핵심 단어들 간의 연관성을 고려하여 주제명을 기입하였다. 주제를 보면 과수, 축산, 농업에 대한 강조뿐만 아니라, 공장에 대한 언급(지방공업), 사회주의의 발전과 인민생활, 나라 건설 등의 내용이 주로 다뤄지고 있음을 확인할 수 있다.

<표 11> 주제별 핵심 단어

Topic 1	Topic 2	Topic 3	Topic 4	Topic 5	Topic 6	Topic 7	Topic 8	Topic 9
과수업	성과	농업인력	농업	사회주의	연구개발	공업	축산	나라건설
동지	사업	동무	농사	수령님	기술	생산	축산	수령님
과일	일군	작업반	알곡생산	인민	연구	공장	생산	건설
강조	단위	사람	영농	혁명	부문	종업원	먹이	나라
언급	성과	농장원	방법	발전	나라	건설	돼지	인민
보고	조직	농장	농촌	사회주의	적극	인민	집짐승	일군

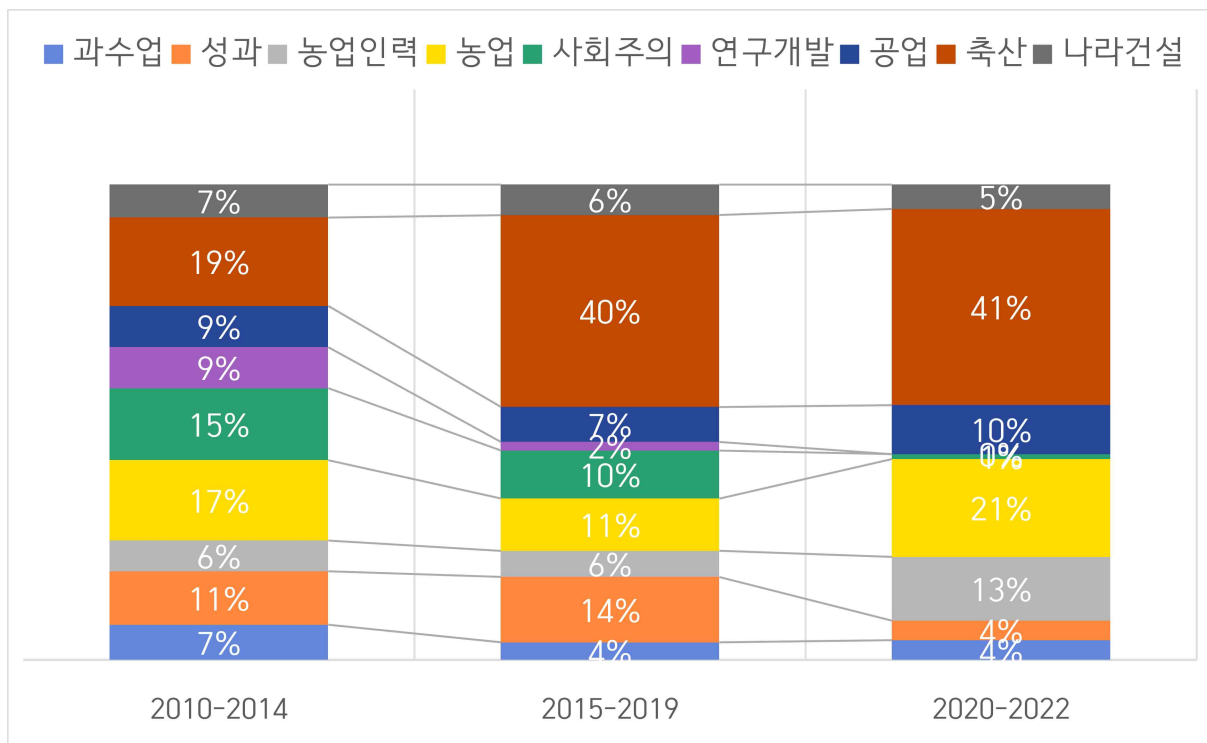
주제별 기사 비율을 보면 고리형순환생산체제와 관련하여 가장 많이 차지하는 주제는 축산(29.06%)이며, 생산에 집중한 농업(16.25%)에 대한 언급이 그 다음 순이다. 3번째, 4번째로 사회주의 강조(10.76%), 성과 강조(10.30%)가 이어져 농업과 축산뿐만 아니라 이에 대한 성과를 강조하면서도 사회주의 체제 유지를 중요하게 다뤘다는 것을 알 수 있다.



<그림 18> 주제별 기사 비율

기간별 주제 변화는 <그림 20>을 통해 확인할 수 있다. 정책 도입 초반인 2010-2014년에는 축산과 농업에 대한 언급과 함께 사회주의, 성과 등의 주제가 함께 다뤄졌다. 2015-2019년 기간에는 축산에 대한 기사가 2배로 증가하였으며 성과를 강조하는 기사 또한 증가하였으나 사회주의, 농업에 대한 기사는 상대적으로 감소하였다. 2020-2022년 기간에는 축산뿐만 아니라 농업에 대한 기사가 다시 증가하였으며, 농업인력에 대한 기사 또한 증가하였다.

코로나 시기에는 사회주의에 대한 언급이 1%로 줄어들었고, 연구개발을 다룬 기사는 0% 확인되었다. 사회주의를 언급한 기사의 경우 김정은 정권 초반에는 9%였다가 그 후 2%, 1%로 지속적으로 줄어들고 있는 것으로 나타났다.



<그림 20> 기간별 기사 주제 변화

<표 12> 기간별 주제 순위

순위	2010-2014	2015-2019	2020-2022
1	축산(19%)	축산(40%)	축산(41%)
2	농업(17%)	성과(14%)	농업(21%)
3	사회주의(15%)	농업(11%)	농업인력(13%)

북한에서 축산을 다룬 기사가 2015년 증가한 것과 더불어 과학축산을 언급하게 된 시기 또한 2015년이라는 점에 주목할만하다. 김정은 위원장은 2015년 세포지구 축산기지 건설을 다 그치며 한 담화에서 “축산도 과학입니다. 농사를 잘하자면 과학농사를 하여야 하는것처럼 축산도 과학축산을 하여야 합니다. 그래야 축산물생산을 늘이고 경제적실리를 보장할수 있습니다”라고 강조하며 다음의 사항을 추진할 것을 언급하고 있다. 첫째, 가축(집짐승) 특성에 맞게

사양관리를 할 것, 둘째, 지대 특성에 맞게 알맞은 가축을 기를 것, 셋째, 축산과학연구기관들이 축산물 생산 공정을 과학화하고 합리적인 사양관리방법을 위한 연구를 수행할 것 등을 통해 축산 부문에서의 과학기술지도체계를 세워야 한다고 강조하였다(「로동신문」, 2015). 과거 농작물 중심의 전략에서 축산을 포함한 다양화를 시도하며 축산 또한 과학적으로 수행할 것을 강조하기 시작하고, 이로 인해 축산에 대한 언급이 증가한 것으로 볼 수 있다. 이처럼 과거 농업 중심의 영농에서 축산을 동시에 강조하는 방향으로 정책이 변화하고 있음을 확인하였으나, 기후변화 대응과 관련해서는 두드러진 정책 시행 동향은 나타나지 않았다.

4장 기후변화 대응 전략 평가

기후변화 대응 전략으로 순환농업에는 자원의 재사용과 유기농업 등 여러 전략이 포함된다. 이를 통해 환경을 보전하며 자원 사용을 줄이고 탄소발자국을 줄이는 것이 순환농업이 가진 기후변화 대응 전략으로의 가능성이다(Alex Julca 외, 2021).

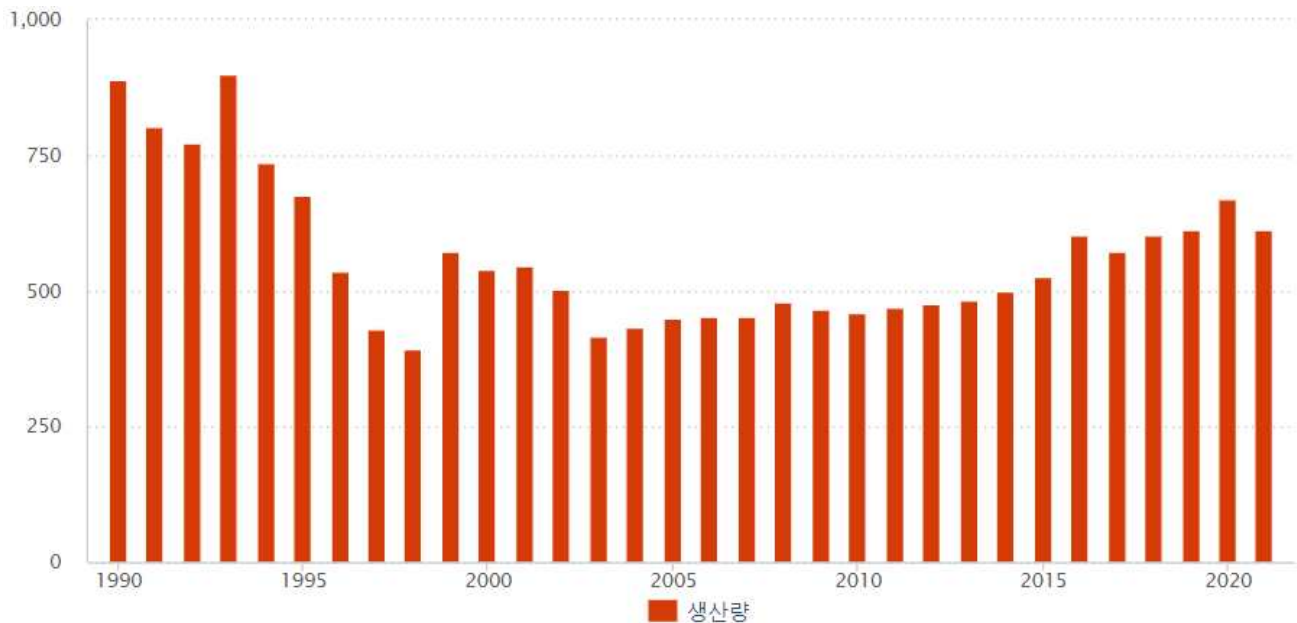
북한의 고리형순환생산체계는 자원의 재사용을 강조한다는 측면에서 탄소발자국을 줄이고 자원 사용량을 줄이는 순환농업의 장점과 유사한 측면을 가지고 있다. 물론 이 방법은 2010년도 이전의 농업 관행, 즉 자원 부족과 비료 부족 문제를 해결하기 위한 방도로 민간 부분에 추진된 것이 2010년도에 북한 당국에 의해 공식화된 측면이 있다. 과거에는 비료 부족을 대처하기 위한 방도로 이 정책이 시행되었다면 2010년도 이후부터는 땅의 지력 개선과 동시에 지역 환경 개선을 추구하는 내용, 즉 환경적 측면을 고려하는 측면에서 정책을 시행해야한다는 내용이 꾸준히 등장했다는 점에 고무적이다. 이에 더해 우리 식 유기농법을 강조하면서 우렁이농법 등을 활용할 것을 강조하는 점에서 순환농업의 환경적 고려와 큰 차이를 보이지 않는다.

북한이 SDGs에 대한 자발적 국가 검토 보고서(Voluntary National Review; VNR)에서 밝힌 농업 부문 개선 사항은 지력 개선 및 우수한 종자 재배, 목축, 채소, 과일 재배, 어업 발전 등을 포함하고 있다. 향후 농업 전략으로 식량 자급자족 추진 및 농업과학과 기술 발전을 강조하였으며 종자개량 뿐만 아니라 유기농법 장려, 선진 농업기법 소개, 농업정보시스템 구축 등을 포함하였다(DPRK, 2021). 2016년 제출한 NDC에서는 농업 부문에 대해 지속가능한 농업을 위한 방법과 기술을 개발할 것을 강조하면서 농업과 가축 사육에 있어 온실가스 배출 감소 연구를 추진하고 바이오가스과 유기질비료 생산을 위해 농업 잔여물을 재활용하는 기술을 도입할 것이라고 언급하였다(DPRK, 2016). 북한의 농업 분야에 대한 기후변화 대응 전략은 북한 내부적으로 고리형순환생산체계를 통한 물질 재사용으로 구현되었다고 평가할 수 있다.

유기질비료의 경우 미생물 비료와 같은 대체비료를 개발하면서 화학비료 사용을 지양해야 한다는 내용을 꾸준히 언급하고 있다. 「로동신문」은 화학비료 시비량을 줄이면서 유기질비료 사용을 확대해야한다는 점을 강조한다.

“농업부문에서는 당의 의도대로 고리형순환생산체계를 철저히 세우고 정보기술, 생물기술 등 첨단기술에 기초한 생태농업생산방식을 확립해나가야 한다. 유기질비료의 생산과 그 효과성을 높여 농사에 널리 리용하면서 화학비료의 시비량을 점차적으로 줄이도록 하기 위한 투쟁을 힘있게 벌려나가야한다.” (『로동신문』, 2013)

북한 당국의 의지에도 불구하고 북한의 화학비료 생산량은 1990년대에 감소한 이후 2000년대 수준에서 꾸준히 유지되고 있다. 북한 농업 분야에서 농산-축산 연계를 통해 축분과 인분을 활용하여 유기질비료를 생산한다고 하더라도 비료의 절대량이 부족한 만큼 화학비료 사용을 줄이지 않고 있는 것으로 추정해볼 수 있다. 화학비료 생산량은 2000년대 중반부터 소폭이나마 증가 추세에 있다.



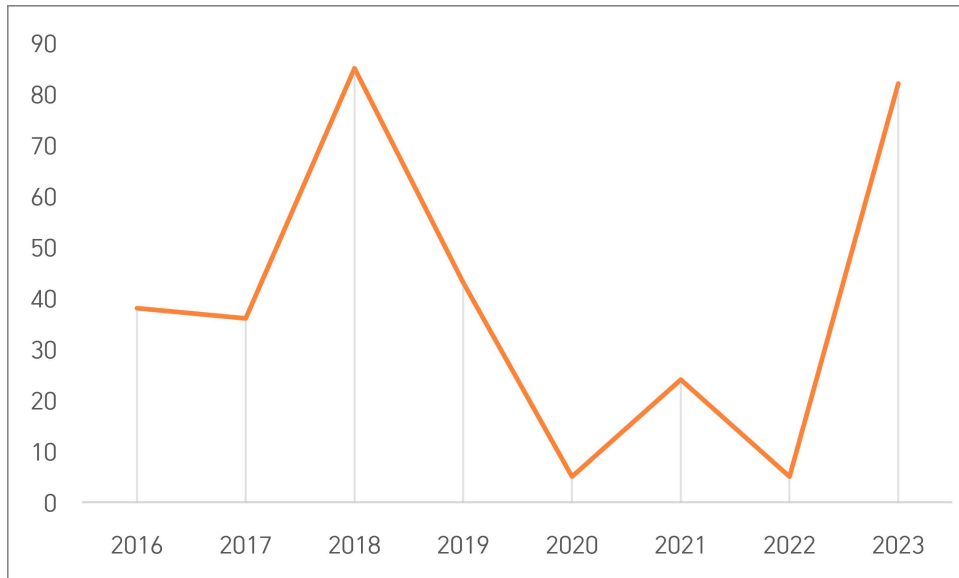
<그림 21> 북한 비료 생산량

* 단위: 1,000톤 * 출처: 대북지원정보시스템.

북한은 화학비료를 1931년 준공된 흥남비료연합기업소에서 생산하고 있으며 이 기업소에서 비료생산이 전체 비료 생산의 54%를 차지하여 시설이 상당히 노후화되어 있는 것으로 알려져 있다. 질소, 인산질 비료만 생산하여 비료 자체는 여전히 부족한 실정이다. 2010년대 화학비료 수입은 코로나19 확산 전까지 지속적으로 증가하였으며 이후 수입량이 감소하였으나 2023년 다시 수입량이 급증하는 모습을 보이고 있다. 북중 무역을 통한 비료 수입량 증가는 봉쇄와 같은 극단적인 상황이 발생하지 않는 한 줄어들지 않을 것으로 전망된다.

북한의 화학비료 활용은 일제 강점기인 1931년에 준공된 흥남비료연합기업소에서 생산된 비료가 전체 비료 생산능력의 54%를 차지하고 있는 상황으로 비료 생산 시설 자체는 노후화되어 있는 것이 사실이다. 또한 질소, 인산질 비료만 생산하는 등 비료 자체가 부족한 것은 여전히 유지되고 있다. 2010년대에 화학비료 수입은 코로나 시기 전까지는 지속적으로 증가한

것으로 나타나고 있다. 북한은 비료 수입을 위해 중국 무역에 의존하여 비료를 수입하였으나 이 또한 코로나 이후 비료 수입량이 감소하였으나 2023년 다시 수입량이 급증하여 비료 사용이 줄어들 것으로 전망되지는 않는다.



<그림 22> 북한의 비료 수입 추세 (북중 무역)

* 단위: 백만달러 *출처: 홍제환(2024), 4쪽.

북한에서도 비료 확보를 위해 자체적으로 유기질비료를 개발하고 있으며 미생물비료인 아미노산미량원소복합비료, 흙보산비료를 개발하고 이용하려고 노력하고 있는 것으로 나타났다. 1990년대부터 관련 연구를 수행해왔던 것으로 확인된다. 아미노산미량원소복합비료는 닭털, 오리털 등에서 추출한 복합아미노산을 금강약돌에서 추출한 미량원소와 희토류원소들에 화학적으로 결합시켜 만든 비료이다. 흙보산비료는 갈탄이나 이탄에 암모니아를 혼합해서 만드는 비료로 설명하고 있다(Sanghun Lee 외, 2022). 미량원소복합비료와 흙보산비료, 유기질비료에 대한 북한연구는 <표 13>에서 확인할 수 있다. 미량원소복합비료 연구는 1997년부터 확인되고 있으며 흙보산비료 연구는 1993년부터, 유기질비료 연구는 2004년부터 수행된 것으로 확인되었다.³⁾ 관련 연구를 주로 수행하는 학술지는 『기술혁신』과 『생물학』이다. 연구 내용은 주로 유기질비료 생산과 활용 방법을 분석한 것으로 나타났다.

3) 각 연구는 북한과학기술네트워크에 등록된 연구 목록 중 제목 검색을 통해 확인한 것으로 제목에 해당 단어를 활용하지는 않았으나 내용에서 다루고 있는 연구는 확인되지 않았다. 비료 연구는 그 이전부터 수행되었을 가능성이 있다.

<표 13> 북한 유기질비료 연구 목록

학술지명	발행년도	논문 제목
▶ 미량원소복합비료 연구		
과학원통보	2008	카리-미량원소복합비료의 제조조건에 대한 연구
기술혁신	1997	논벼에서 미량원소복합비료의 효과
		환상덱스트린-미량원소복합비료
	2004	《미량원소복합비료-81》을 2모작 작물재배에 리용
	2005	《미량원소복합비료-81》을 감자재배에 리용
	2005	미량원소복합비료를 남새종자처리에 리용
	2016	미량원소복합비료 《수성천1》호의 적용효과
	2017	바다물전기분해에 의한 원소분리추출과 미량원소복합비료 생산
김일성종합대학 학보-자연과학	2009	카리-미량원소복합비료의 물성에 대한 연구
▶ 흙보산비료 연구		
경제연구	2001	흙보산비료의 생산과 리용은 농업생산을 늘이기 위한 확고한 담보
기술혁신	1993	흙보산비료뿌림기계
	1997	풍화탄흙보산비료만들기
	2004	밭작물재배에 흙보산생화학알비료를 리용
	2005	건직파재배에서 흙보산비료를 밀비료로 리용
	2008	니탄흙보산복합비료생산방법
	2009	가성소다폐액에 의한 흙보산비료생산방법 새로운 흙보산복합비료의 생산과 리용
생물학	2002	흙보산생화학복합비료에서 미생물의 역할(제1보) -뇨소태질소의 지속성과 균그루와의 관계-
	2003	논토양의 흙보산함량이 논벼의 뿌리발육에 미치는 영향
	2021	잔디의 초기생육에 주는 흙보산복합비료의 영향 잔디 《펜A-1》의 초기생육에 미치는 흙보산복합비료의 영향
화학공학과 화학공학	2009	자연산화흙보산비료의 비료적가치를 높이기 위한 새로운 방법에 대한 연구
▶ 유기질비료 연구		
기술혁신	2004	유기질비료집중시비에 의한 밭3모작 재배방법
		토양의 영양원소함량을 높이기 위한 유기질비료시비방법
	2006	현무암질암색토양논에 유기질비료를 시비하여 지력을 높이는 방법
	2007	생물유기질비료를 김일성화재배에 리용
	2008	루멕스재배에서 몇가지 유기질비료들의 시비효과
		유기질복합비료생산방법
	2009	콩단작재배에서 여러가지 유기질비료들의 합리적리용
2021	유기질복합비료생산용 성구기	

		천연유기질영양액비료의 제조와 적용효과
	2022	논벼에서 천연유기질영양액비료의 적용방법
김일성종합대학 학보-자연과학	2008	몇가지 유기질비료의 질소흡착량변화특성
		유기질복합비료 《대양》의 생산에 관한 연구
		유기질복합비료 《대양》의 효과성에 관한 연구
김일성종합대학 학보-지구환경 과학 및 지질학	2022	유기질비료제조에 의한 질석의 결정구조변화특성
농업연구원학보	2017	토양과 유기질비료에서 미생물성-C의 신속정량법
생물학	2008	속성복합균에 의한 유기질발효비료생산조건의 최적화에 관한 연구
	2009	화학비료를 쓰지 않고 벼농사하는 방법에 관한 연구(제1보) - 논벼 품종들의 유기질비료의존성에 대한 고찰 -
	2010	유기질복합비료제조를 위한 몇가지 발효균그루들의 생물학적특성에 대한 연구
	2018	과일나무밭에서 몇가지 유기질비료시비에 의한 토양의 주요성질변화
	2021	토양부식질변화특성과 유기질비료의 시비량결정방법(제1보) - 토양속에서 부식질의 변화과정에 대한 수학적분석과 유기질비료의 부식화

* 북한과학기술네트워크에 등록되어 있는 논문 중 ‘미량원소복합비료’, ‘흙보산’, ‘유기질비료’로 검색하여 나온 결과를 정리함.

북한이탈주민의 보고에 의하면 이미 2010년대 이전부터 흙보산비료공장이 건설되었으며 주로 이탄이 나오는 지역에 공장이 설치되었다. 또한 각 군마다 흙보산비료공장을 하나씩 건설하고 이 비료를 활용할 것을 강조했다고 보고하였다.

“흙보산 비료는 그건 이제 내가 있을 때도 흙보산비료공장 건설도 참여하고 거기에 이제 운영과 관련해서도 이제 그 경영위원회 산하 기업소니까 흙보산비료공장이, 그랬는데, 흙보산비료는 니탄(이탄), 니탄하고 기타, 가축배설물 뭐 이런 것들이 70% 들어가고 요소하고 카리가 30% 들어가는 거거든. 인은 안 들어가고, 인은 따로 있고. 그게 이제 흙보산비료인데 이게 흙보산비료가 전국에 다 있지 않고 평안 그러니까 니탄이 나오는 지역이 있어요. 북한이 니탄이 나오는 지역이 강원도, 황해도 그다음에 평안도, 그러니까 황해도는 황해남북도, 강원도 일부 지역, 그다음에 함경남도도 함흥이나 이쪽 정평, 이쪽 지역, 그래서 옛날에 석탄이 되다가 그만둔 게 니탄이거든, 불 잘 붙어. 근데 이 니탄이 사실은 친환경적인 거지. 그러니까 이제 좀 화학비료는 아닌거야. 천연 이렇게 썩어서 나무나 나뭇잎 이런 것들이 이제 층으로 되어 있어서 거기 땅 밑에서 썩은 거라서 꽤 이게 좋은 그건데 이것도 기계로 했으면 좀 잘 되겠지. 사람이 삽으로 퍼서 달구지를 실어다가 이렇게 하는데, 이게 그 각 군의 흙보산비료공장을 한 개씩 다 건설을 해요.” (E)

북한은 농업에서의 과학농사를 강조하며 그 내용에 재배기술 개발, 토지개량, 종자개발, 농기계개발 등을 포함시키고 있다. 미생물비료를 포함한 유기질비료 개발 또한 과학농사의 내용으

로 다루고 있으며 「로동신문」에서는 이를 활용하기 위해 여러 노력을 수행하고 있다고 보고한다. 2010년대 이후 북한에서 현장에 적용한 유기질비료 개발 및 적용 현황은 아래와 같다.

<표 14> 유기질비료 개발 및 적용 현황

구분	적용 지역	적용 내용
미생물 비료 개발	문덕군 립석협동농장(2011)	닭, 오리, 돼지 배설물로 비료 개발(린비료문제 해결)
유기질복합비료 생산	강원도(2012)	유기질복합비료기지 건설
아미노산원소복합비 료 생산	안변군 비산협동농장(2012)	후민산염생산기지, 아미노산원소복합기지 건설
	대관군(2014)	아미노산미량원소복합비료 기술자료 공부
흙보산 비료 생산	안변군 비산리(2013)	흙보산비료 생산
	금강군 현리협동농장(2018)	고농도흙보산비료 생산

* 「로동신문」 기사에서 과학농사를 다룬 내용 중 유기질비료 개발을 포함한 기사 내용에서 발췌 및 저자 정리

** 괄호 안의 숫자는 해당 기사가 보도된 년도를 의미함.

2010년대 이후 농업 현장에서 유기질비료를 얼마나 사용하고 있는지는 「로동신문」 기사를 제외하고는 확인하기 어렵다. 2010년대 이전의 경험을 토대로 볼 때 농민들이 직접 삽으로 퍼서 작업을 해야하는 상황은 크게 개선되지 않았을 것이라고 추정되며, 따라서 북한 내에서 개발된 유기질비료 또한 「로동신문」 보도와 다르게 실제 활용에는 한계가 있을 것을 유추해볼 수 있다.

“니탄 농장에서 캐다가 트랙터를 실어다 넣으면 이것을 이제 약간 분쇄를 해가지고 거기다 화학비료 섞어서 이제 흙보산비료라고 해서 내다가 다시 실어가고 하는데, 이게 그러니까 그거잖아. 유통 인프라가 안 좋은데 농장에서 사람이 삽으로 퍼서 트랙터나 달구지에다 싣고 공장까지 가져다주면 공장에서 화학비료 가져다가 섞어서 다시 또 싣고 가야 되니까, 그렇게 안 하려고 한단 말이야. 농민들이.” … “그러니까 농민들이 이걸 뭐 하나하면 그냥 흙보산비료 그걸 꺼내가지고 비료나 오줌 뭐 이런 것, 가축 뭐 이런 거 섞어가지고 대충 쓰는데 일단은 이것은 땅에서 파내기가 힘들어서 안 하려 그래. 정말 그때도 우리도 정책 간섭을 한다고 그러면서 흙보산비료 그러니까 니탄 캐기 총동원시키고 이렇게 하면, 내려와서 시키면 하고 그렇지 않으면 안 해, 농민들이. 그러니까 이게 기계 설비나 장비가 이게 좋은 것들이 있으면 뭐 어떻게 될지, 그래서 흙보산비료는 잘 안 하고.” (E)

북한은 과학농사, 과학축산을 강조하면서 농업 분야의 기후변화 대응 또한 과학적으로 해결하고자 하는 의지를 보여주고 있다. 이상기후를 과학적으로 해결하고자 하는 북한의 의지는 아래의 기사를 통해서도 확인된다.

“현시대는 과학농사의 시대이며 농업생산은 자연기후조건이 아니라 농업과학기술에 의하여 담보된다. 현대과학기술에 의거하여 우량품종의 종자를 육종하고 과학적인 영농방법과 비배관리체계를 세울 때 이상기후현상에 의한 불리한 조건을 이겨내고 농업생산에서 통장훈을 부를수 있다. 이로부터 우리 당은 농업혁명이자 농업과학기술혁명이라는 사상을 제시하고 선진적인 영농방법과 기술을 확립하는것을 감자농사에서 가장 중요한 문제의 하나로 내세우고있다.” (『로동신문』, 2018)

기후변화로 인한 재난, 재해, 그리고 농업에의 영향 또한 과학적으로 해결할 것을 강조하나 실제로는 자원 제약으로 인해 그 한계가 분명히 드러나고 있다. 『로동신문』 기사 분석에서 살펴보았던 것처럼 농업 정책을 실행하는 방식이 결국 인력을 동원하여 해결하고자 하는 경향이 여전히 나타나고 있다. 그러한 방식은 한계를 내포할 수밖에 없다.

기후변화 대응 측면에서 북한의 농업 정책의 방향성은 적절하다고 평가할 수 있다. 그러나 연구개발의 효과와 이에 대한 현장 검증이 불가하며, 코로나 시기 연구개발에 대한 언급이 감소하고 인력 동원 방식으로 정책을 추진하고 있다는 점에서 한계가 분명하다. 북한 농축산 분야의 환경 개선 및 기후변화 대응에 대한 전반적인 노력이 필요한 것으로 평가할 수 있다.

5장 결론

이 연구는 북한의 고리형순환생산체계 정책이 시행된 배경을 검토하고 정책의 내용과 시행 방식을 살펴보고자 하였다. 이를 토대로 기후변화 대응 정책으로 순환농업과 고리형순환생산체계와의 유사점을 검토하였으며, 농업 분야 기후변화 대응에 있어 고리형순환생산체계가 가지는 시사점이 무엇인지를 점검하고자 하였다.

연구 결과 고리형순환생산체계는 1980년대 후반 농업생산량 저하 및 1990년대 경제위기를 경험하면서 민간 수준에서 비료 부족 문제에 대처하기 위해 시행되었던 관행이 2010년대에 공식화된 것으로 확인되었다. 1990년대에 인분 수집 및 제출을 의무화하는 정책이 광범위하게 시행되었으며 농촌에서는 자체적으로, 도시에서는 도시거름으로 농촌에 보내주는 형태가 유지되고 있는 것이 확인되었다(『로동신문』, 2018).

2010년대 비료정책에서 중요한 것은 고리형순환생산체계를 통해 구현된 자원의 재사용 및 우리 식 유기농법을 강조했다라는 점이다. 부족한 화학비료를 대체하는 측면에서 추진되었던 이 정책은 이후 지력 개선 및 환경적 측면에서 수행한다고 강조한 점이 주목할만하다.

고리형순환생산체계 정책시행기에는 사회주의 체제를 강조하면서 고리형순환생산체계를 도입하는 데 중점을 두었으나 여전히 농업에 대해 강조하였다면, 2015년부터는 축산을 강조하면서 정책 성과를 가시적으로 보고자 했다는 점을 확인하였다. 코로나19 확산 시기에는 성과 미달성 등으로 기술개발 등에 집중하기보다는 인력을 통해 문제를 해결하려는 모습을 보였다.

농업 분야 기후변화 대응 측면에서 고리형순환생산체계는 순환농업과의 유사하며 기후변화 대응에 적합한 정책이라 볼 수 있다. 이미 민간 수준에 만연하게 시행되었던 방식이지만 정책 확산을 위해 구체적인 기술 도입 및 적용이 현장 수준에서 얼마나 반영되었는지는 확인하기 어렵다. 코로나 시기를 제외하고 증가추세에 있었으며 2023년 재개된 비료 수입을 볼 때 화학 비료는 여전히 주요한 비료로 북한 내에서 활용되고 있는 것으로 추정할 수 있다. 이에 더해 인력 동원을 통해 문제를 해결하고자 하는 북한 당국의 의지는 북한이 가지고 있는 시스템의 내재적 한계를 보여주고 있다고 평가할 수 있다. 따라서 관련 정책이 농장 및 농업 부문에 광범위하게 적용되는 것이 쉽지 않을 것으로 보인다.

기후변화는 한반도 지역에 광범위하게 영향을 미치며 농업 분야에 치명적일 수 있다. 따라서 농업 분야에서의 협력은 장기적으로 필요하다. 이러한 상황에서 북한의 환경 문제 및 유기농업에 대한 관심은 농업 분야의 탄소발자국을 줄이기 위한 협력을 추진하는 발판이 될 수 있다. 기후변화 공동 대응을 위한 남북 농업 협력은 순환농업을 중심으로 북한의 고리형순환생산체계에 대한 이해와 더불어 협력 가능성을 넓히는 계기로 주목할 필요가 있다.

참고문헌

- 「로동신문」 2010-2022년 기사.
- 고민규·김태종. 2023. “LDA 기반 ESG 이슈 분석: 2009-2022년 뉴스 빅데이터를 중심으로.” 『디지털콘텐츠학회논문지』 24 (3): 517-530.
- 김갑식·전영선·김일한·이무철·장철운. 2021. 『북한지식사전』. 통일부 국립통일교육원.
- 김영주. 2003. “북한 언론매체, 어떻게 이해할 것인가.” 『북한연구방법론』. 한울아카데미. 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 유행시기를 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 전

망.” Online Series CO 24-12.

- 홍철훈. 2012. “농업부문에서 고리형순환생산체계를 확립하기 위하여 나서는 몇가지 문제.” 『경제연구』. 2012년 제1호.
- 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/EachDtIPageDetail.do?idx_cd=1694
(검색일: 2024년 8월 11일).

본 연구보고서의 내용은 연구자의 의견이며,
(재)숲과나눔의 공식적인 견해와는 다를 수 있습니다.