

# KEI 북한 환경리뷰

KEI Environmental Review of North Korea

ISSN 2765-0316

2021-01호

[www.kei.re.kr](http://www.kei.re.kr)



## 현안진단

- 바이든 행정부 출범에 따른 북미와 남북관계 전망: 환경협력의 가능성을 중심으로

## 정책제언

- 북한의 산림생태계 현황과 대응
- 생태안보 개념과 비무장 그리고 생태환경 협력
- 백두산 화산: 남북 협력의 현황과 그 방향성에 대한 검토

## 연구동향

- 북한의 대기환경 현황 및 오염원의 추정과 남북 환경협력에의 시사점

## KEI 북한관련 연구과제 목록

## CONTENTS

### 현안진단 / 01

- 바이든 행정부 출범에 따른 북미와 남북관계 전망:  
환경협력의 가능성을 중심으로

### 정책제언 / 11

- 북한의 산림생태계 현황과 대응
- 생태안보 개념과 비무장 그리고 생태환경 협력
- 백두산 화산: 남북 협력의 현황과 그 방향성에 대한 검토

### 연구동향 / 55

- 북한의 대기환경 현황 및 오염원의 추정과 남북 환경협력에의 시사점

### KEI 북한관련 연구과제 목록 / 69



# 바이든 행정부 출범에 따른 북미와 남북관계 전망: 환경협력의 가능성을 중심으로

\* 이성우

## 1. 미국의 세계전략

미국의 대외정책에 대한 이해를 위해서는 우선 트럼프 행정부의 정책 전환에 대한 이해가 우선되어야 한다. 오바마(Barack Obama) 행정부가 공언했던 경제위기 극복을 통한 중산층 지위 회복 실패, 유색인종에 대한 백인주류의 반감, 오바마케어(Obamacare)로 알려진 의료보험개혁 반발 등 잇단 정책 실패에 실망한 미국 주류 유권자들의 반발을 정치적 자산으로 출범한 트럼프(Donald Trump) 행정부는 냉전시기 이후 초강대국으로 지켜온 전통적인 미국의 외교 노선과 다른 개입과 관여의 길을 버리고 고립주의와 유사한 미국 우선주의(America First)를 선택했다.

트럼프 행정부의 미국 우선주의는 세계의 평화, 자유무역 질서 그리고 환경규범과 같은 국제공공재의 공급에 미국의 국력을 소비하는 것보다 미국의 경제적 이익과 안보에 우선순위를 두겠다는 것이다. 정책 우선순위의 조정을 통해 “미국을 다시 위대하게(Make America Great Again)”라는 선거 구호를 임기 전체에 걸쳐 국내외 정책의 핵심 목표로 내세우면서 세계질서를 위해 미국의 이익을 희생하는 일은 절대 수용하지 않겠다는 의지를 분명히 했다. 자유무역(free trade)보다는 공정무역(fair trade)을 강조하면서 경제적으로 자국의 고용과 산업을 보호하기 위한 보호무역으로 돌아서고 힘을 통한 평화를 주장하면서 동맹국과 우방국을 상대로 미국이 제공하는 안보 우산에 더 큰 비용을 지급할 것을 요구했다. 이러한 미국 외교정책의 선회가 2017년에는 동아시아 환태평양경제동반자협정(TPP) 불참 선언, 2019년 11월 파리기후협약 공식탈퇴 결정, 그리고 한국과 방위비분담금협상에서 전년과 비교해 분담금 5배 인상을 요구하는 급격한 정책 전환으로 이어졌다.

바이든 대통령은 후보 시절 미국은 트럼프 행정부 4년간 미국 우선주의, 일방주의,

예외주의로 요약되는 외교정책으로 대외적 위상과 외교적 영향력에 심각한 손상을 입었다고 판단했다. 바이든 행정부는 출범과 함께 외교정책의 방향을 변화(transformation)가 아니라 회복(restoration)으로 설정했다. 이는 바이든 행정부가 트럼프의 외교정책을 탈선으로 판단하고 미국의 국격과 외교적 위상을 복구하는 것을 자신의 책무로 생각하고 다시 미국이 강대국으로서의 관여와 개입을 통한 적절한 역할과 임무를 수행하겠다는 의미다.

후보 시절부터 트럼프 행정부와 차별성에 중점을 둔 바이든의 외교정책은 동맹에 대한 존중을 출발점으로 다자주의의 복귀와 민주주의 및 인권과 같은 미국의 핵심 가치에 대한 존중을 포함한 도덕적 책임에 대한 강조를 의미한다. 바이든 행정부가 주장하는 미국 외교정책의 회복도 우방국과의 관계는 물론 중국과의 전략적 경쟁 관계에도 오바마 행정부 이전으로 돌아갈 수 없다는 것은 분명히 인식하고 있다. 하지만 “미국이 세계를 다시 지도할 준비가 된 나라”라는 것을 세계에 보여주고 국제사회의 존경과 지도력을 회복해서 미중 패권경쟁을 승리로 이끌어 가겠다는 것이다.

결과적으로 바이든과 트럼프 행정부의 외교정책 목표는 “미국의 패권 회복”으로 차이가 없다. 다만 행정부 교체에 따른 선거전략에 필요한 웅변술로서 “미국을 다시 위대하게”라는 일방적 자국 우선주의를 내세우지 않고 “동맹의 존중과 가치의 공유를 통한 지도력의 회복”이라는 호혜적 협력주의를 강조하는 외교전략의 변화에 불과하다.

실제로 바이든 행정부가 출범한 이후 중국을 포함한 국제사회에 대해서 미국의 국가적 위상 회복에 자신감을 보여왔다. 트럼프 행정부의 대(對) 중국 관세전쟁이나 이란 사령관 솔레이마니의 암살 사건은 물론 동맹국을 상대로 일방주의적 요구를, 미국의 힘을 어디까지 사용할 수 있는지에 대한 일종의 스트레스 테스트로 간주하고 그 결과를 향후 전략경쟁에 활용해야 한다고 주장하고 있다.<sup>1)</sup> 이러한 근저에는 미국은 세계를 더 안전하고 살기 좋은 곳으로 만들어야 하는 세계적 책임은 피할 수 없으며 이를 적극적으로 수용해야 한다는 인식을 공유하는 배경이 있다.

지난 5월 21일 한미정상회담을 통해 바이든 정부의 미중 패권경쟁의 세계질서 재편과정에 미국의 대중국 압박과 경제안보를 위한 동맹의 확대전략 차원에서 한국을 안보와 경제의 동맹으로 선택했다. 미국의 정책적 필요성에 따라서 바이든 행정부는 한반도 비핵화를 추진하는 과정에 실용주의 외교를 선택하고 남북협력에 대한 우리 정부의 유연한 대북협력에 대한 지지를 보여주었다. 향후 남북협력에 대하여 미국은 실무자 그룹을 통한 통제보다 유엔 제재의 원칙 내에서 유연한 입장에서 지원할 것으로

1) Stephen, Wertheim(2021), “Delusion of Dominance: Biden Cannot Restore American Primacy—and Shouldn’t Try.” Foreign Affairs. Jan. 25.

보인다. 남북협력은 체제안보와 경제발전을 동시에 추진해야 하는 북한이 남한과의 협력에 대해 어떤 태도를 가지고 대응할 것인가에 대한 전략적 선택이 핵심이다. 남북관계가 교착 상태에 빠져 있는 지금 새로운 협력의 국면을 위해서는 환경협력과 같은 비정치적 인간안보분야가 장점이 있다. 우리 정부가 새로운 한미관계의 형성에 따라 남북관계에서 환경협력의 역할을 전망하는 것은 시의적절한 대응이다.

## 2. 미국의 대북정책 전환

북한의 대북정책에서 북한의 비핵화는 필수 불가결한 전제조건이자 종전선언이나 평화선언과 북미관계 정상화와 같은 양자관계에서 외교적 정상화뿐 아니라 북한이 국제사회에서 정상적인 행위자가 되기 위해서 선행되어야 하는 신뢰의 지침으로 생각한다. 비핵화의 세부적 의미에 대해서 북한이 주장하는 한반도에서의 미군 철수와 미국의 핵 포기는 어불성설이며, 이보다는 수위가 낮지만 '선재 불사용'과 '비확산'의 원칙을 지키는 선에서 북·미가 비핵화 합의에 도달하는 것은 물론 북한이 요구하는 단계적 비핵화와 그에 상응하는 단계적 제재 완화도 사실상 불가능하다. 현실적으로 북한이 원하는 북미관계 개선과 정상적인 국제정치 행위자로 참여할 수 있는 수준의 비핵화에 대한 미국의 요구는 완전하고 검증 가능하고 돌이킬 수 없는 비핵화(CVID: Complete Verifiable Irreversible Dismantling) 또는 최종적이고 완전히 검증된 비핵화(FFVD: Final Fully Verified Denuclearization)를 의미한다.

북한은 체제생존을 위해서 핵 개발을 선택했고 지난 20년간 다양한 형태의 합의와 협상이 이루어졌지만, 북한의 핵 개발에 대한 일관성만큼 미국의 비핵화에 대한 일관된 목표에도 변화가 없다. 바이든 행정부가 출범하고 3개월이 지나면서 분명해지는 것은 미국의 세계전략과 마찬가지로 북한에 대한 비핵화 전략 역시 전임 트럼프 정부의 목표나 기본전략과 크게 다르지 않다는 점이다.

오바마 행정부는 아시아로 회귀(pivot to Asia)를 주장했지만, 전임자인 부시(George W. Bush) 대통령의 테러와의 전쟁을 마무리하기 위해서는 이라크에서 미군을 철수하고 이란 핵 개발 저지를 우선 처리해야 했다. 그리고 미국의 과도한 군사적 개입으로 미국의 국력이 소진되면서 국제적 위상에 타격을 경험한 데 대한 우려로 북한 핵 문제를 해결하는 데는 직접적인 개입을 주저하게 되었다. 이런 과정에 미국이 선택한 북한 비핵화 정책은 전략적 인내(strategic patience)로, 처음부터 북한이 양보하는 형식의 비핵화를 기대했다. 북한이 오바마가 취임한 2009년 4월과 5월 미사일 발사와 2차 핵실험을 계속하자 대북 압박정책으로 유엔 안보리 1874호 결의안을 통해 제재와 봉쇄를 강화하면서 스스로 붕괴할 것이라는 막연한 기대로 일관했다. 2012년에 오바마 행정부는 북한과 고위급 회담을 통해

북한의 핵 활동 중단과 미국의 대북 식량 지원을 교환하는 '2·29 합의'까지 도출했지만, 북한이 4월 13일 장거리 미사일 '광명성 3호'를 발사하자 오바마 대통령은 이후 북한 핵 문제를 무시하는 정책을 선택했다.

이러한 미국의 방관자적 접근에는 자국의 국력을 소진하지 않고 일본이라는 동맹을 활용하여 동아시아 안보촉진자 역할을 맡기려한 의도가 있다. 오바마 대통령의 2016년 5월 히로시마 평화공원 방문은 동아시아 평화와 안보에 있어 미국과 일본이 힘을 모으겠다는 신호로 받아들여진다. 결과적으로 미국의 전략적 인내는 북한의 핵 개발에 대해 아무것도 하지 않고 사실상 방치하면서 북한이 핵무기와 미사일을 고도화하는 시간을 벌어주었을 뿐 실패로 끝났지만, 비핵화에 대한 기준이나 정책목표가 변화한 것은 아니다.

트럼프 행정부는 출발부터 오바마 행정부가 북한 핵을 방치했기 때문에 실망스럽고 바람직하지 못한 상황을 물려받게 되었다고 비판했다. 트럼프 대통령이 2017년 취임하자 8월 단거리 발사체 발사와 중거리 탄도미사일(IRBM: Intermediate-Range Ballistic Missile)인 화성-12형을 2차례 발사하고 11월 29일에는 대륙간탄도미사일(ICBM: Inter-Continental Ballistic Missile)급 화성-15형을 발사하여 미국의 동부 연안까지 사거리에 들어 있음을 과시하고 6차 핵실험을 통해 수소탄 완성을 공언하면서 미국을 상대로 게임의 구조적 변화를 끌어냈다. 트럼프 행정부 초기, 북한의 계속되는 도발에 대해서 미국은 압도적 군사력에 의한 최대한의 압박을 통해 군사적 수단으로 북한을 제압하겠다는 참수작전을 언급했지만, 북한의 미사일과 핵 개발 능력에 대해서 미국은 압박전략에서 적극적 관여로 선화하면서 정상회담이라는 극적인 전환을 맞이하였다.

남북이 2018년 6월 12일 싱가포르에서 열린 트럼프-김정은의 북미정상회담 직전인 5월 26일 판문점 2차 정상회담에서 북·미의 엇박자를 정책 조율을 통해 추진하면서 북한의 비핵화에 대한 국제적인 기대가 고조되었다. 결과적으로 2019년 2월의 하노이 2차 북미정상회담까지 아무 성과 없는 노딜로 끝나면서 북미 양자간 직접 대화를 통한 비핵화는 경색국면에 접어들었다. 하노이에서 북한은 리용성 외무상을 통해 전면적 제재 해제가 아니라 2016~17년에 채택된 유엔 안보리 제재 5건 중에 민생경제와 인민의 생활에 장애가 되는 일부 제재 완화를 요구하면서 비핵화에서 절충안을 요청했지만, 미국은 제재효과를 약화시킬 수 있다는 우려를 내세워 전면적 선 비핵화를 요구했다.

2019년 7월 30일 우리 정부의 주선으로 판문점에서 극적인 3자 회동을 통해 비핵화 추진력을 살려 10월 스톡홀름에서 실무회담을 가졌지만 성과 없이 끝났다. 북한은 미국의 협상단이 새로운 보따리를 제시하지 않고 기존 태도를 고수했다고 비난했다. 결과적으로 미국과 북한의 비핵화 과정은 2차례의 정상회담과 추가 회동, 실무고위급 회담에도 불구하고 상호불신을 극복하지 못했다. 북한은 핵 포기

다른 체제생존의 불안감 때문에 그리고 미국은 제재 완화에 따른 북한의 핵무기 고수할 것이라는 우려 때문에 각자의 입장을 상대방에 반복해서 강요한다. 북한은 비핵화 입구 단계에서 제재 완화를 그리고 출구 단계에서 완전하고 돌이킬 수 없는 비핵화를 주장하는 반면, 미국은 입구 단계에서 완전한 비핵화를 확인하고 출구 단계에서 북한이 원하는 제재 완화와 외교관계 정상화를 고집하고 있다.

바이든 행정부는 원칙과 기본가치를 강조하면서 전임자인 트럼프가 독재정권의 지도자인 북한의 김정은과 정상회담을 통한 하향식(top-down)의 비핵화 접근 시도 자체를 부적절하다고 판단하고 북한의 비핵화를 위해서는 실무회담과 동맹국이 참여하는 다자주의의 상향식(bottom-up)으로 전략을 수정했다. 바이든 대통령은 트럼프 행정부에서 전환기 새로운 국가안보전략 지침을 통해서 북한이 게임 체인저로 이용하기 위해 증대되는 핵과 미사일의 위협을 해소하기 위해서 미국은 동맹국인 한국 및 일본과 함께 외교적 수단을 강화하는 방향에서 북핵문제를 처리하려는 의지를 밝혔다.<sup>2)</sup> 한국과 일본과 같은 동맹은 미국의 최대 전략자산이며 이들 동맹국과 협력관계를 다시 강화하고 현대화하겠다고 주장하는데, 이는 비핵화를 위한 미국의 결단이라고 보기 어려운 점이 있다.

북한의 위협에 대한 정책평가를 마친 미국의 바이든 행정부의 블링컨(Antony Blinken) 국무장관과 오스틴(Lloyd Austin) 국방장관이 한국을 방문해 2+2회의를 개최하고 합의 내용을 공개했다. 한미 양국의 외교와 국방 실무 최고책임자가 발표한 합의의 핵심 내용은 변화보다는 연속성이다.: (1) 북한 핵·탄도미사일이 한미동맹의 우선 관심사이며, 북핵 문제를 해결하기 위해 긴밀히 공조하기로 했다, (2) 북한을 포함한 국제사회가 관련 유엔 안보리 결의를 완전히 이행하는 것이 중요함을 확인했다. (3) 이러한 문제들은 한미 간 완전히 조율된 대북 전략 아래에 다뤄야한다는 데 의견을 같이했다.<sup>3)</sup> 다시 말하면 미국은 북한의 CVID 수준의 비핵화를 위해서 유엔 안보리가 주도하는 제재를 부분적으로도 먼저 완화할 생각이 전혀 없다는 것과 대북 전략에 있어 한미 양국이 협력을 강조하지만, 결과적으로 한국이 독자적으로 북한과 교류·협력을 추진하는 경우 미국과 합의가 필요하다.

이에 앞서 김여정 북한 노동당 제1부부장은 미국에 “잠 설치 일거리를 만들지 않는 것이 좋을 것”이라는 경고를 통해 한미 합동군사훈련에 대한 반대와 불쾌감과 함께 북한이 보유한 미사일과 핵 공격 능력을 간접적으로 시사하면서 미국에 제재 완화의 압박을 가한 것이다. 이에 앞서 1월 20일 출범한 바이든 행정부는 뉴욕에 상주하는 북한대표부를 통해 여러 차례 북한과 접촉을 시도했지만, 북한의

2) Biden, Joseph R.(2021), March. Interim National Security Strategic Guidance. White House: Washington D. C. pp.8~12.

3) “한미 첫 '2+2회담'...'북한 핵·탄도미사일 문제 우선 관심사” BBC News. 2021년 3월 17일 <https://www.bbc.com/korean/international-56439320>.

반응이 없다는 보도는 북한이 미국의 바이든 행정부를 상대로 CVID에서 유연한 대응으로 태도 변화를 의미하는 이른바 '새로운 보따리'를 요구하는 것으로 해석된다.<sup>4)</sup> 결과적으로 바이든 행정부의 출범으로 기대했던 북미관계는 하노이 노딜이나 스톡홀름 실무회담 직후와 다를 없는 상태에 머물게 되었다.

### 3. 한국의 대북정책

보수 정부에서 추진해온 '비핵 개방 3000'이나 박근혜 정부의 '한반도 신뢰 프로세스' 그리고 '통일대박' 논의는 북한의 입장에서 핵 포기를 우선하는 결단을 내리면 우리가 북한의 경제발전을 지원하여 국제사회에 정상적인 행위자로 참여하도록 하고 북한에 국제투자를 유치하도록 지원하겠다는 계획이었다. 북한은 이러한 남한의 대북정책을 북한의 체제생존에 대한 위협으로 간주하고 남한이 북한을 흡수통일의 대상으로 생각하고 있다고 판단하고 핵무기와 미사일 개발에 적극적으로 나서게 되었다. 김정일 국방위원장이 1993년 권력을 승계하여 2011년 사망할 때까지 20여 년 동안 2차례의 핵실험을 단행한 데 반해 김정은 위원장은 2013년 3차 핵실험을 시작으로 2017년 6차 핵실험까지 5년 동안 4차례의 핵실험을 통해 핵 무력 완성을 선언했다. 미사일 발사실험의 경우도 1984년부터 2019년 8월까지 총 128회 단행했는데, 이중 75%가 김정은 집권기에 이루어졌다.

북한의 군사적 도발로 북미관계와 남북관계는 경색국면으로 빠져들고 6차 핵실험 직후 미국 본토에 대한 군사적 위협으로 한반도는 전쟁 직전의 위기 상황에 직면하게 되었다. 2017년 9월에는 한국에 주재하던 미국인을 포함한 외국 국적 민간인의 소개령에 대한 문이가 빈발하면서 북한의 오판을 유발할 정도의 위기 상황이었다. 당시 맥매스터(Herbert McMaster) 백악관 안보보좌관도 북한에 대한 군사적 수단을 포함한 모든 가능한 조치를 들어 '예방전쟁'의 가능성을 언급하자, 북한의 총참모부는 남한은 물론 태평양 작전지역의 미군기지를 상대로 전면적 타격을 언급하는 위기 상황을 초래했다.<sup>5)</sup>

탄핵정국으로 2017년 5월에 조기 출범한 문재인 정부의 가장 시급한 과제는 한반도의 군사적 긴장 상태를 완화하고 미국과 북한이 정면충돌을 불사하겠다는 치킨게임을 협력의 게임으로 전환하는 것이었다. 같은 해 8월 5일 북한의 대륙간탄도탄 발사 직후에 트럼프 대통령은 "북한은 화염과 분노에 직면할 것"이라고 경고했고 북한은 미군기지가 있는 "괌 인근을 목표로 화성 12형 미사일을 발사하겠다"

4) Stewart, Phil(2021), "Exclusive: North Korea unresponsive to behind-the-scenes Biden administration outreach - U.S. official" Reuters. March 14, <https://www.reuters.com/article/us-usa-northkorea-idUSKBN2B50P1>.

5) Jason, Le Miere(2017), "U.S. Prepared to Launch 'Preventive War' Against North Korea, Says H.R. McMaster" Newsweek Aug. 5.

라고 응수했다. 문재인 대통령은 2017년 7월 7일 독일 코르버(Körber) 재단 초청 연설에서 북한을 흡수통일의 대상으로 생각하지 않으며 북한의 체제 안전을 보장받고 비핵화를 진전시켜 한반도 평화를 실현하는 “베를린 구상”을 발표함으로써 남북한 대결국면의 전환을 준비했다.

한반도 비핵화에 대한 대응으로 문재인 정부가 제시한 ‘한반도 신경제지도’는 비핵화의 진전에 따라 군사분계선을 가로축으로 동해 축과 서해 축 그리고 세로축으로 비무장지대를 H자 형태로 연결해 산업·교통·물류, 자원·에너지, 환경·관광 협력을 추진하는 계획을 제시했다. 우리 정부의 제안에 대한 화답의 형태로 북한의 김정은 위원장은 2018년 신년사를 통해 평창올림픽 성공 기원과 북측 대표단 파견 의사를 밝힘으로써 국면전환에 성공했다. 이후 4월 27일 판문점 정상회담과 북미정상회담 직전 파열음을 해소하기 위한 5월 26일의 2차 정상회담은 북한의 비핵화와 남북한 교류협력에 대한 기대를 고조시켰다.

하노이 노딜 이후 경색된 북미협상을 타개하기 위한 한반도 남북미 3자 회동의 성사로 다시 비핵화의 기대는 높아졌지만, 성과를 거두지 못했다. 김정일 집권 시기의 병진노선을 계승한 김정은 위원장은 6차 핵실험을 통해 군사적 강국의 위상은 달성했지만, 경제적으로 인민의 생활을 개선하는 데는 실패했음을 매년 신년사를 통해 인정하고 있다. 국가지도자로서 김정은의 책임은 이민위천을 앞세워 경제적 곤란을 해결하는 것이지만 핵을 포기하는 대가로 경제발전을 택하지 않겠다는 뜻을 분명히 했다.<sup>6)</sup>

우리 정부는 고착된 남북관계를 해소하고 북미협상의 재개를 위한 다양한 정책적 노력을 기울였지만, 미국과 북한 양쪽으로부터 거절당한 상황이다. 2020년 7월 우리 정부는 통일부 장관의 제안으로 인도적 교류영역에서 독자적 대북정책의 추진 의지를 밝혔다. 남측의 쌀과 의약품과 북한의 백두산 물과 대동강 맥주와 같은 술을 직접 교환하는 물물교환식 ‘작은 교역’을 통한 남북교류협력이 북한에 대량의 현금이 유입되는 것을 피하면서 남북관계 개선의 실마리를 풀어 상황과 조건이 개선되기를 기다리는 대안이다. 그리고 단체관광과 달리 개별관광을 통해 유엔 제재가 금지하는 대량의 현금 유입이 없는 인적교류를 추진하려고 했지만, 미국은 한미 워킹그룹을 통해 북한의 비핵화에 진전이 없고 유엔 제재가 작동하는 상황에서 현실성이 없으며 한미동맹에 미칠 부정적 영향에 대한 우려를 표했다.<sup>7)</sup>

우리 정부가 지속적으로 제안해 온 대북 방역 협력, 인도주의적 협력, 개별관광에 대해서 김정은

6) 채해성(2021), “이민위천의 숭고한 뜻 꽃피우시며” 『로동신문』 1월 14일.

7) Council on Foreign Relations. “The Future of U.S. Policy Toward North Korea” Sep. 22, 2020. <https://www.cfr.org/event/future-us-policy-toward-north-korea>. 손덕호. “통일부 “남북 물물교역, 한미워킹그룹 협의 사안 아니다”...美는 “심각”” 조선비즈. 2020년 8월 11일. [https://biz.chosun.com/site/data/html\\_dir/2020/08/11/2020081102013.html](https://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2020/08/11/2020081102013.html)

위원장은 8차 노동당 대회의 보고를 통해 “비본질적인 문제를 꺼내 들고 북남관계 개선에 관심이 있는 듯한 인상을 주고 있다”라고 규정했다.<sup>8)</sup> 북한은 남한이 미국으로부터 첨단군사장비를 들여오고 합동군사연습을 실시하는 것과 탄도미사일과 순항미사일 사거리 확장에 대해 반감을 표시하면서 북핵 스스로의 핵 개발과 미사일 개발은 언급하지 않는 인식의 괴리를 드러냈다. 미국의 바이든 행정부가 막 출범했지만 문재인 정부는 1년의 임기를 남긴 시점에서 우리 정부가 미국을 설득해서 북한이 원하는 부분적 제재 완화를 통한 단계적 비핵화 접근을 추진하는 것은 어렵다. 한편 2021년 3월에 실시한 한미합동군사훈련에 대한 북한의 반발을 해소하고 남북한 교류협력의 추진동력을 확보하기도 쉽지 않다.

#### 4. 남북관계 개선을 위한 환경협력의 역할

국제정치는 현실적으로 정치, 군사, 안보 분야가 교착상태에 빠지면 비정치적 의제가 주목받아 왔다. 남북관계도 예외가 아니어서 2018년 교착상태에 있던 남북관계를 개선하는 실마리가 된 것은 평창올림픽이었다. 이후 4·27 판문점 정상회담에서 비핵화에 대한 원칙에는 합의했으나 구체적 실천과정에는 합의하지 못했다. 남북 당사자는 민간교류와 협력에 합의하고 이를 위한 남북공동연락사무소를 개성에 설치하는 데 합의하고 군사적 긴장 상태의 완화와 평화 체제의 구축을 위해 신뢰를 바탕으로 단계적 군축에 합의했지만, 비핵화의 진전 없이 시간이 지나면서 제재 완화에 대한 불만으로 북한은 개성의 남북공동연락사무소를 폭파하는 극단적 조치로 불만을 표시했다.

미국은 바이든 행정부로 정권이 교체되었지만 ‘선 비핵화, 후 제재 완화’에 대한 비핵화 의지에는 변화가 없다. 우리의 입장에서도 미국을 설득하여 남북교류협력을 추진할 수 있는 정치적 능력과 의지를 발휘하기 쉽지 않으며 설사 미국을 움직일 수 있다고 하더라도 국내 정치적으로 북한의 비핵화 없이 현금과 기술이 북한으로 들어가는 경제협력을 추진하는 접근에는 정치적 부담이 따른다. 북한은 연성 의제 또는 비전통 안보 의제에 대한 남북한 협력을 비본질적이라 깎아내리지만 사실상 비핵화의 진전 없이 높은 수준의 경제협력이 불가능하다는 것은 북한도 잘 알고 있다. 북한의 지도부도 강성대국의 국가 목표를 달성하기 위해서 스스로 핵 무력은 완성했지만, 경제적 풍요는 가져오지 못했다는 점을 신년사 등을 통해 주민들에게 공개해왔다. 남북관계의 특성을 고려할 때, 비핵화와 상관없는 비본질적

8) 정치보도반(2021), “우리 식 사회주의건설을 새 승리로 인도하는 위대한 투쟁강령 조선로동당 제8차대회에서 하신 경애하는 김정은 동지의 보고에 대하여” 『로동신문』 1월 9일.

의제도 가능한 협력을 통해 주민의 생활을 개선하는 노력을 기울이는 것이 이성적인 대응이다.

현재 국제사회가 부과하는 유엔 제재의 예외에 해당하는 문화, 환경, 예술, 체육과 같은 비본질적 분야에서 상호협력을 중앙정부 차원보다는 지방정부 차원에서 추진하는 우회적 접근이 남북의 체면을 살리며 실익을 확보할 수 있는 방안이다. 이들 비전통 연성안보 이슈 중에서 환경과 관련한 의제에서 남북한이 지방정부 차원에서 축적한 성공 경험이 많다는 점에서 현재 남북관계의 교착 상태를 타개하기 위한 실마리로 활용하는 것이 적절하다. 1992년 2월에 발효된 남북기본합의서 2조 1항에도 “남과 북은 과학, 기술, 환경 분야에서 정보자료의 교환, 해당 기관과 단체, 인원들 사이의 공동연구 및 조사, 산업부문의 기술협력과 기술자, 전문가들의 교류를 실현하며 환경보호 대책을 공동으로 세운다”라고 합의했다. 남북이 공동으로 추진하는 환경협력은 다양한 분야에 걸쳐서 가능하다.

첫째, 노무현 정부는 2003년 5월과 2005년 7월에 남북경제협력추진위원회를 통해 북한강의 임남댐과 임진강에 건설한 북한의 댐이 홍수기 방류계획을 사전에 통보함으로써 사고를 예방하는 남북협력에 합의했지만, 이는 한시적인 것에 불과했다. 이를 우려한 노무현 정부는 홍수조절용으로 군남댐을 건설했지만, 이명박 정부 시기인 2009년 9월 임진강 황강댐 방류로 남측 주민 6명이 사망하는 사고가 발생했다. 이에 대한 대책으로 실무회담을 개최했지만 합의에 이르지 못하고 군남댐을 14개월 앞당겨 2010년 6월 완공했다. 피해 당사자인 경기도는 홍수기 수량조절을 위한 협력뿐 아니라 갈수기 수자원 공동활용을 위한 남북협력의 필요성을 절감하고 있다. 2006년부터 임진강 본류의 수량 감소에 따라 어획량이 감소하고 2014년 장단반도 일대 파주지역 유량 감소와 그에 따른 염도 증가로 농업용수의 공급 제한이 극심해짐에 따라서 경기 북부지역의 주민들이 계속 피해를 보고 있다.<sup>9)</sup>

남북관계가 경색되어도 임진강 수자원의 공동이용을 위한 유역관리위원회 설립 등을 통해 협력을 확대하는 상호신뢰의 모델로 발전시킬 수 있다. 임진강은 남북한의 공유하천으로 임진강 본류의 유량을 통제하기 위해 북한이 유역변경식 댐을 건설하여 하천관리를 하게 되면 한탄강의 유량에도 영향을 미치게 된다. 하천의 현실적 연계를 고려하여 상·하류에 분포하는 광역지자체와 기초지자체가 참여하는 이익공동체의 연계협의기구를 가동시키는 것이 현재의 남북관계를 타개하는 실마리가 될 것이다. 하천 관련 환경협력의 연계협의기구를 설치하는 과정에 중앙정부뿐 아니라 관련 지자체인 경기도와 강원도와 협력체계를 구축하고 북한과 수량조절과 식량지원을 연계하는 남북협력의 제도 설계가 필요하다.

둘째, 강원도가 주도한 솔잎혹파리 공동방제사업도 남북관계가 교착된 상황에서 다시 추진하기에 적합한 환경협력 프로그램이다. 솔잎혹파리는 1929년 일본에서 유입된 것으로 서울과 목포에서

9) 송미영(2016), “임진강 물 부족 해소의 대안” 『이슈&진단』 수원, 경기연구원, pp.4-6.

발견되었고, 북한 지역에서는 1950년대부터 발생이 확인된 이래 1986년부터 1990년까지 강원도와 평양에서 대량으로 발생했다. 강원도는 1988년 이후 지자체 최초로 조례를 제정하여 산림병해충에 대한 남북 공동방제를 추진하여 금강산·설악권 산림환경의 보전을 위해 북한과 성공적인 협력 모델을 구축했다. 특히 강원도는 남측 강원도와 북측 강원도의 지리적 정체성의 공통점을 활용하여 지방정부 차원에서 2000년부터 북측 강원도 피해 면적 1만ha에 대하여 매년 6월 중 100ha에 대해 연차적으로 방제를 시행했다. 일부 지역에는 남측 기술진이 직접 방제했으나 대부분의 피해지역에서는 남측에서 약품과 기자재를 제공하면서 기술을 전수하면 북측 인력이 방제하는 방식으로 추진했다.

2008년 금강산 관광객 피격 사망사건으로 금강산 관광이 중단되고 2010년 천안함 사건에 따른 5·24조치로 남북교류협력이 전면 중단되면서 솔잎혹파리 공동방제사업도 사실상 전면 중단되었다. 경기도는 2000년 이후 양묘장 공동조성 및 현대화사업과 종자지원사업을 추진하면서 2015년 금강산 일대에서 솔잎혹파리 방제작업을 공동으로 수행하고 2018년 판문점 선언 이후 개성 일대에서 남북이 산림병해충 공동 대응을 실시했다.<sup>10)</sup>

셋째, 바이든 행정부의 출범으로 개성공단의 재개와 같이 미국이 북한의 비핵화를 설득하기 위한 전향적인 선제조치를 취하고 북한의 비핵화 진전을 통한 남북협력의 가능성에 대한 기대는 현실적으로 거리가 멀어졌다. 우리 정부가 남북관계의 개선과 북한의 비핵화를 위해 취할 수 있는 조치는 비전통 안보분야인 환경협력의 성과를 활용하여 지속적으로 북한을 설득하는 것이 현실적 대안이다.



10) 국립산림과학원(2020), “한눈에 보는 한반도 산림병해충” 『산림과학속보』 제20-7호; 이성우 외(2020), “2020 북한의 정책 전환과 경기도의 대응” 『이슈&진단』 수원, 경기연구원, pp.15~17.



# 북한의 산림생태계 현황과 대응<sup>1)</sup>

## Forest Ecosystem of DPRK and Countermeasure

\* 공우석

### 1. 머리글

지금까지 남북 교류협력사업은 개성공단, 금강산 관광, 에너지 제공 등 경제적 사업, 이산가족 상봉, 의약품과 식량 공여 등 인도적 사업, 문화예술과 스포츠 교류 등 문화적 사업이 주를 이루었다. 그동안 남북 간의 대북 지원, 교류, 투자 과정에서 적지 않은 불협화음이 있었고, 남남갈등이 노출되기도 했다. 외교적으로도 북한에 대한 정책을 두고 이해 당사국들이나 국제기구와도 의견이 맞지 않기도 했고, 이런 상황은 현재도 진행 중이다. 우리의 관심은 북한의 군사, 경제, 문화 등 일부 분야에만 관심이 편중되었으며, 국내외 정세에 영향을 받아 남북 간의 교류협력이 독립적이거나 지속적이지 못하였다.

조선중앙통신에 따르면 2012년 4월 27일 김정은 위원장의 ‘사회주의 강성국가 건설의 요구에 맞게 국토관리사업에서 혁명적 전환을 가져올 데 대하여’라는 담화가 국토관리총동원운동 열성자대회 참가자들에게 전달됐다. 담화는 토지관리와 보호 사업, 산림조성과 보호관리 사업을 통한 산에 나무를 심는 수림화, 도시에 나무를 심는 원림화, 환경보호 및 자연보호 관리사업 등이 중요하다고 했다<sup>2)</sup>. 김정은 위원장은 국토의 80%에 이르는 산림은 나라의 가장 귀중한 자원이고 미래세대에 넘겨줄 재부이며 국토 보호를 위한 중요한 수단이라고 했다. 그러나 산림조성과 보호관리사업이 제대로 되지 못해 벌거숭이가 된 산들이 많다고 했다. 산림을 조성하고 가꾸어 10년 안으로 국토를 수림화하고 원림화<sup>3)</sup>하는 것이 당의 확고한 결심이며 의지라고 강조했다. 담화는 북한의 산림황폐화가 심각하다는 것을 공식화한 것이며, 산림녹화의 목표 연도를 2021년으로 정했다.

\* 경희대학교 이과대학 지리학과 · 교수 · wskong@khu.ac.kr

- 1) 본 원고는 필자가 참여한 산림청 연구사업인 ‘북한 산림생태 및 환경변화에 적합한 조림수종 선정 연구’ 연구보고서(한국과학기술한림원, 2015)의 일부 내용을 발췌 및 인용하였음.
- 2) “김정은, 3번째 노작 발표” 『헤럴드경제』, [http://biz.heraldcorp.com/view.php?ud=20120612000919&ACE\\_SEARCH=1](http://biz.heraldcorp.com/view.php?ud=20120612000919&ACE_SEARCH=1), 검색일: 2012. 06.12.
- 3) 수림화(樹林化)는 헐벗은 벌거숭이산들을 나무가 뒤덮인 산지로 만드는 것이고, 원림화(園林化)는 도시에 나무를 심어 아름답게 가꾸는 것을 뜻함.

2018년 9월 남북 정상회담 공동선언문에서는 “남과 북은 자연생태계의 보호 및 복원을 위한 남북 환경협력을 적극적으로 추진하기로 했고, 우선 현재 진행 중인 산림 분야 협력의 실천적 성과를 위해 노력하기로 하였다”라고 밝혔다. 2018년 10월에는 평양공동선언 이후 첫 남북 실무회담인 산림협력분과회담이 개성공단 내 남북공동연락사무소에서 개최되었다. 회담에서 남북은 9월 평양공동선언에서 논의한 북한의 병해충을 공동으로 방제하고, 양묘장을 현대화하고, 생태계를 보호하고 복원하기 위한 협력방안 등 산림협력을 추진하기로 했다. 이어 산림병해충을 방제하기 위한 약제 50톤을 경의선 육로로 북측 개성 지역에 전달하고 공동방제를 진행하기로 했다.

그러나 북한이 2020년 6월 16일 대북전단을 살포하는 등에 대한 남측의 대응을 빌미로 개성 남북공동연락사무소를 폭파하면서 남북관계가 다시 경색되었다. 그러나 산림청은 2020년에 북한의 기후와 환경에 적합한 묘목을 기르고 북한과의 기술협력을 수행할 목적으로 경기도 파주시에 남북산림협력센터를 개설하여 남북 간 산림 복구를 위한 교류와 협력에 대비하고 있다. 강원도 철원에도 소나무재선충 방제 등 기술협력을 추진할 남북산림협력센터가 설립된다.

북한의 황폐해진 산림을 복구하는 일은 UN 등 국제적인 제재의 부담이 적고, 오랜 기간의 투자와 노력이 필요한 사업으로 뒤로 미룰수록 복원이 어렵고 비용 부담도 증가할 뿐만 아니라 자연재해를 부추긴다는 것을 국제사회와 공유해야 한다. 조림 사업은 비군사적이고 인도적인 남북교류협력사업의 하나로 정치군사적인 긴장을 줄일 수 있으므로 지속적인 관심과 적극적인 투자가 필요하다. 훼손된 산림을 복구하고 자연생태계를 복원하여 기후변화, 자연재해 등에 대응하는 것은 북한만의 문제가 아닌 한반도 공동의 과제다. 산림이 회복되면 북한 내 식량, 땀감문제도 완화할 수 있고, 자연재해의 피해도 줄여 주민의 삶을 개선할 것이다. 동시에 백두대간과 DMZ 등 한반도 자연생태계의 건강성을 높이고 생태축과 생물의 이동통로를 복원하는 효과를 기대할 수 있다. 북한의 산림녹화가 성공하기 위해서는 종자, 묘목, 비료와 농약 제공, 양묘 시설 관련 장비와 병해충 방제 기술 지원을 위한 남북 협력이 필요하며, 남한의 성공적인 농어촌 개발과 치산녹화 경험을 공유하는 것도 중요하다.

북한의 황폐해진 산림을 복구하기 위해서는 북한 내 산지의 지형, 기후, 토양, 자연식생 등 자연환경을 체계적으로 알아야 한다. 동시에 북한 주민들의 먹을거리와 땀감 조달, 소득원 확보 등 사회경제적 현황을 종합적으로 고려하여 조림할 후보 수종을 선정해야 한다. 즉, 지역의 풍토와 지역에 최적화된 원식생(原植生)을 기본으로 하되 기후변화 추세를 고려하여 장소에 적합한 나무를 선택하여 심는 적지적수(適地適樹)의 원칙에 따라 조림수종을 선정하고 관리해야 생존율(북한에서는 사름률이라 함)을 높일 수 있다.

이 연구에서는 황폐해진 북한의 산림을 복구할 방안을 수립하고자 한다. 첫째, 북한의 산지 현황과

지역별 자연식생과 수종 구성을 파악하여 산림생태계 복구를 위한 기초정보를 파악한다. 둘째, 산지 환경 특성과 산림 면적의 증감 추세와 산림황폐화 배경을 밝혀 산림식생 복구를 위한 기초정보를 확보한다. 셋째, 기후변화가 산림생태계에 미칠 영향 등을 반영하여 북한 내 식생대별, 고도별, 행정구역별, 용도별 특성에 맞는 조림 후보 수종을 제안한다.

북한의 산림생태계를 연구할 때 겪는 한계는 첫째, 북한이 산림통계, 기후자료 등 관련 자료를 확보하기 어려워 실상을 알기 쉽지 않으며, 둘째, 알려진 정보가 신뢰할 수 있는 내용인지 검증이 어렵고, 셋째, 현지답사를 통해 산림 현황을 확인하는 것이 불가능하다는 것 등이다. 이 연구에서는 북한의 산림생태계 현황에 대한 다양한 문헌<sup>4)</sup>과 북한<sup>5)</sup>이 국제학회에서 발표한 자료를 활용하였다.

## 2. 북한의 산림 현황

### 1) 산지 환경과 산림 발달

북한의 산지는 약 6,500만 년 무렵인 중생대 말기까지 이어졌던 대보운동과 송림운동과 같은 두 차례에 걸친 조산운동으로 산줄기가 만들어져 오래되고 안정된 산지가 많다. 지질은 시생대부터 원생대에 걸쳐 형성된 변성암이 국토의 절반을 차지하고, 중생대부터 신생대 사이의 화강암이 30%

4) 中井猛之進(1919~1939), 『朝鮮森林植物編』, 1~7卷, 東京, 圖書刊行會; Nakai, T.A.(1952), Synoptical Sketch of Korean Flora, Tokyo: Bull. National Science Museum of Japan; 정태현, 이우철(1965), “한국삼림대 및 적지적수론” 『성대논문집』, 10, pp.329~435; 南寅鎬(1984), 『朝鮮植被概況』, 延邊農學院學報, 2(16), pp.15~26; 도봉섭, 임록재(1988), 『식물도감』, 평양, 사회과학출판사; Kolbek, J. and Kucera. M.(1989), A Brief Survey of Selected Woody Species on North Korea(DPRK), Pruhonice; Botanical Institute. Czechoslovak Academy of Sciences; 中華人民共和國 林業部(1991), 『北韓出張報告書』, 北京; Kong, W.S. and Watts, D.(1993), The Plant Geography of Korea, Hague; Kluwer Academic Publishers; 임록재 외(1996~2000), 『조선식물지』, 1~9권, 평양, 과학기술출판사; UNDP/FAO(1998), Agricultural Recovery and Environmental Protection in DPRK: a Document(draft) Prepared for the Round Table Follow-Up Meeting, Geneva; Palais des Nations; 박우일(1990), 『우리나라 생물종의 다양성』, 평양, 과학백과사전종합출판사; 공우석(2002), “북한 자연생태계의 생물지리적 특성” 『환경영향평가』, 11(3), pp.157~172; 공우석(2003), “북한의 자연환경” 『북한과학기술연구』, 1, pp.207~228; 조선과학백과사전출판사 · 한국 평화문제연구소(2003~2005), 『조선향토대백과』 1~20권, 서울 · 평양, 평화문제연구소; 공우석(2006a), 『북한의 자연생태계』, 서울, 집문당; 공우석(2006b), “북한 소나무과 나무의 생태와 자연사” 『환경영향평가』, 15(5), pp.323~337; 공우석, 이두표, 임종환(2011), “생태계” (김명기, 이등근 Eds.) 『한국 기후변화 평가 보고서 2010』, pp.401~447.

5) 중앙산림설계기술연구소(2014), “산림의 변화와 그 회복을 위한 능력 강화” International Workshop on the Long-Term Ecological Research and Sustainable Forest Management in Northeast Asia, 26~29, October, Yanji, China.

정도에 이르며, 고생대에서 신생대 동안 형성된 퇴적암이 20% 남짓이다. 토양은 강수, 사면의 기울기, 비탈의 길이, 산림의 특성에 따라 다르다<sup>6)</sup>.

지세는 백두대간을 이루는 낭림산맥과 백두산맥, 태백산맥, 북수백산맥, 아호비령산맥, 마식령산맥, 현화산맥 등이 남북으로 뻗고, 강남산맥, 적유령산맥, 부전령산맥, 묘향산맥, 멸악산맥, 언진산맥 등이 서쪽으로 펼쳐진다. 함경북도에서부터 함경남도까지 이어진 함경산맥, 부전령산맥 등이 낭림산맥과 이어지므로 북부와 동부가 상대적으로 고도가 높고 서부와 남부로 갈수록 고도는 낮아진다. 북한에는 한반도의 지붕으로 일컫는 백무고원(백두 및 무산고원)과 규모가 가장 큰 개마고원과 함께 장진고원, 낭림고원, 풍산고원 등 10여 개의 고원이 있다.

평안북도 묘향산과 함경남도 함흥을 잇는 선 북쪽에는 백두산(해발 2,750m), 관모봉(2,540m), 북수백산(2,521m) 등 2,500m 이상의 산들과 남포태산, 와갈봉, 차일봉, 두운봉, 백산, 운령, 대연자산, 낭림산 등 해발고도 2,000m 이상의 높은 산이 60여 개에 이른다. 해발고도 2,000m 이상 높은 산의 면적은 북한 면적의 0.26%를 차지한다. 해발고도별 산지 면적은 1,510~2,000m(3.43%), 1,001~1,500m(9.49%)이고, 평균 높이는 586m이다<sup>7)</sup>.

산림을 구성하는 식물상은 6,500만 년 전에 시작된 신생대 제3기(Tertiary) 초기에 살던 활엽수들이 빙하기를 거쳐 살아남은 유존종(遺存種)이 흔하다. 약 258만 년 전부터 시작된 제4기(Quaternary) 빙하기에는 한랭한 기후에서 경쟁력이 있는 분비나무, 가문비나무, 전나무 등 침엽수와 사시나무, 가래나무, 오리나무, 자작나무 등 활엽수가 널리 분포했다. 1만 2,000년 전부터 시작된 현세(Holocene)에는 현재의 식생이 자리 잡았다<sup>8)</sup>. 홀로세인 신석기시대에 사람들이 식생을 간섭하면서 인구밀도가 높은 곳에 농경지를 만들면서 자연식생이 재배작물로 바뀌었다. 벌목과 산불로 인해 숲이 사라지면서 전나무, 잣나무, 떡갈나무 등 산불에 약한 나무는 줄어들고 간섭을 받은 토지에서 경쟁력이 있는 소나무의 분포역이 넓어졌다<sup>9)</sup>.

## 2) 산림 분포와 구성 수종

북한의 산림 면적은 영토의 74%에 이르며, 83과 269속 1,023종의 수목이 자란다. 침엽수 비율은 54%로 소나무류, 전나무류, 낙엽송류, 가문비나무류가 흔하고, 낙엽활엽수는 참나무류, 자작나무류,

6) 박우일(1990), 앞의 책.

7) 홍순익(1989), 『조선자연지리』, 평양, 김일성종합대학 출판부.

8) 공우석(2019), 『우리 나무와 숲의 이력서』, 청아출판사.

9) 박태훈 외(1986), 『지리상식백과(1)』, 평양, 과학백과사전출판사.

단풍나무류 등이 있다. 식물은 고등식물(4,900여 종), 일반용재나무(450여 종), 약용 식물(900여 종), 염료용 식물(80여 종), 향료용 식물(60여 종), 산채용 식물(300여 종), 사료용 식물(160여 종), 북한에만 자라는 특산종(800여 종) 등 풍부하다<sup>10)</sup>.

수종별로는 상록침엽수인 소나무, 잣나무, 전나무, 가문비나무와 함께 낙엽침엽수인 창성이깔나무<sup>11)</sup> 등 침엽수의 비중이 높다. 낙엽활엽수는 신갈나무가 우점하고, 만주자작나무, 사시나무, 달피나무, 황철나무, 밤나무, 사스래나무, 아까시나무 등 낙엽활엽수가 같이 자란다. 수종별 나무축적량을 뜻하는 입목축적량은 낙엽침엽수인 일본잎갈나무(20%)가 가장 넓고, 상록침엽수인 소나무류(19%), 가문비나무와 전나무류(14%) 등도 많다. 낙엽활엽수는 참나무류(20%), 자작나무류(6%), 피나무류(5%), 사스래나무류(2%), 단풍나무류와 물푸레나무류(1%) 등이 많다. 임상별로는 천연림 6만 8,700 km<sup>2</sup> 가운데 침엽수림 3만 1,440km<sup>2</sup>(45.8%), 활엽수림 2만 8,060km<sup>2</sup>(40.8%), 혼합림<sup>12)</sup> 8,200km<sup>2</sup>(13.4%)로 침엽수의 비중이 높으며, 인공림은 2만 1,000km<sup>2</sup> 정도다.

산지의 식생은 수평적 및 수직적 분포대에 따라 한대성 식생(고산초원, 고산관목숲), 아한대성 식생(분비나무와 가문비나무숲, 잎갈나무숲, 낙엽침엽수의 혼합림), 온대성 식생(신갈나무와 떡갈나무숲, 졸참나무와 서어나무숲, 졸참나무와 개서어나무숲, 소나무와 낙엽활엽수림) 등이 자란다<sup>13)</sup>. Landsat 자료 분석<sup>14)</sup>에 따르면 산림은 고산초원, 삼송림, 잎갈나무림, 잎갈나무-삼송림, 사시나무-벗나무림, 참나무를 중심으로 활엽수숲, 참나무숲, 소나무-참나무숲, 소나무숲, 잣나무숲, 소나무-서어나무숲, 참나무-서어나무숲, 무림목지 등이 있다<sup>15)</sup>.

고도별로 고산지대에는 분비나무, 전나무, 소나무, 잎갈나무, 가문비나무, 종비나무 등 주로 한대성 침엽수가 자란다. 중간지대에는 냉대성 수종인 분비나무, 잣나무 등 상록침엽수와 참나무류, 단풍나무, 자작나무, 황철나무 등 낙엽활엽수가 분포한다. 저지대에는 온대성 상록침엽수인 소나무와 함께 신갈나무와 참나무류, 단풍나무, 느릅나무, 물푸레나무, 황벽나무(북한명 황경피나무) 등 낙엽활엽수가

10) 박태훈 외(1986), 『지리상식백과(1)』, 평양, 과학백과사전출판사.

11) 이진규, 이성연(1992), 『북한의 임업』, 서울, 임업연구원.

12) 북한에서 창성이깔나무라고 부르는 나무는 일본 원산의 외래종 낙엽침엽수인 일본잎갈나무(*Larix kaempferi*)로 남한에서는 낙엽송이라 한다. 북한에 자생하는 이깔나무(*Larix gmelinii* var. *olgensis*)를 산림청 국립수목원 국가표준식물목록에서는 잎갈나무로 부른다. 여기에서는 국립수목원 기준을 따름.

13) 혼합림(mixed forest)은 침엽수와 활엽수가 섞인 숲으로 산림청은 혼효림, 북한은 혼성림이라 부름

14) 공우석(2016), 『침엽수 사이언스 I』, 서울, 지오북.

15) 리기준 외(1988), “우주사진에 의한 축척 1:50만 조선산림 분포도 작성에 대한 연구” 『산림과학』, 1988(1), pp.1~7.

분포한다.

지역별 산림으로 동해안 가장 북쪽에는 아한대성 침엽수림인 삼송림에서 온대북부 낙엽활엽수림으로, 동해안 북부에는 아한대성 침활혼합림, 온대북부 낙엽활엽수림, 온대 침엽수림(소나무)으로 바뀐다. 동해안 중부에는 삼송류가 섞인 온대북부 낙엽활엽수림, 자작나무, 온대남부 낙엽활엽수림(참나무류, 너도밤나무), 온대 침엽수림(소나무)으로 바뀐다<sup>16)</sup>. 평안남북도, 평양, 남포, 황해남도 등 서부 낮은 산지의 산림식생은 소나무림(70%), 소나무-참나무혼합림(21%), 신갈나무 위주의 참나무림(9%) 등이다. 소나무림은 인간의 끊임없는 간섭을 받아 소나무-떡갈나무혼합림, 소나무-신갈나무 혼합림이 변화해 생긴 2차 군락이다<sup>17)</sup>.

### 3) 산림 면적 변화

북한의 산림 면적에 대해 중화인민공화국 임업부<sup>18)</sup>는 6만 3,500km<sup>2</sup>, 우리 통일부<sup>19)</sup>는 9만 4,800km<sup>2</sup>, 이진규·이성연<sup>20)</sup>은 9만 4,800~9만 8,500km<sup>2</sup>, 김운근<sup>21)</sup>은 약 9만 4,800km<sup>2</sup>로 추정하였다. 산림 면적이 1만km<sup>2</sup>를 넘는 곳은 함남, 함북, 양강도, 자강도 등이다<sup>22)</sup>.

조선임야분포도에 따르면 1910년 당시 북한의 임야 면적은 876만ha였다. 북한이 1970년에 발표한 산림 면적은 985만ha였고, 통일부에서는 숲의 면적을 1989년에 947만ha, 1991년에 940만ha라고 추정했다. 세계식량기구(FAO)나 유엔개발계획(UNDP) 등은 북한의 산림 자료를 바탕으로 북한의 산림 면적을 1997년 기준으로 755만ha로 보았고, FAO에서는 1987년에 897만ha에서 2000년 821만ha로 줄었다고 보았다. 2000년 국가별 산림자원평가(Forest Resources Assessment)에서는 북한의 1990년도 산림 넓이를 821만ha로 보았다(표 1 참조). 산림청 국립산림과학원 연구진은 위성영상 분석 결과를 바탕으로 2018년 기준 북한의 산림 면적을 824만 2,000ha로 추정했다. 그 가운데 28%인 262만ha가 황폐지이고, 우선 복구대상을 147만ha로 보았다<sup>23)</sup>.

16) 삼송림은 전나무, 가문비나무, 분비나무 등을 가리키며, 붓나무는 자작나무를 이룸.

17) 박재은, 류상권(1988), “동해안지방에서 마지막 빙하기 이후 산림의 역사적 변천과정에 대한 연구” 『산림과학』, 1988(1), pp.8~13.

18) 송일룡(1992), “서부저산지역의 주요 산림군락과 그의 구조에 관한 연구” 『지리과학』, 1992(3), pp.7~12.

19) 中華人民共和國 林業部(1991), 앞의 책.

20) 통일원(1991), 『북한개요』, 서울, 통일원.

21) 이진규, 이성연(1992), 앞의 책.

22) 김운근(1997), 『북한의 농·임업』, 서울, 공보처.

23) 석현덕, 정정길, 유병일(1998), 『통일대비 북한 산림관리 방안』, 서울, 산림청.

**표 1** 북한의 산림 면적 추정치

추정연도	산림면적 (천ha)	자료원	비고
1970	9,854	중국 '조선주요기상대점자료'(1976) 인용(김운근, 1997)	북한발표자료 인용
1978	9,075	북한의 농림축수산업(장원석, 1999)	북한문헌 인용
1984	9,032		북한발표자료
1986	9,007	한국과학기술단체총연합회(오봉국외, 1991)	정부
1987	8,965	FAO 한국협회(김운근, 1997)	FAO
1987	8,870	북한의 임업, 사회주의임업(sozialistische Forstwirtschaft), 1987 3월호(하연, 1993)	구 동독 발표
1990	8,201	DPRK(2006), DPRK CSB(1997), FAO(2000), UNEP(2004)	북한 중앙통계청 (CSB) 인용자료
1991	8,638	한국임학회지(이규성, 1994)	NOAA 위성자료
1996	8,446	임업연구원(1996년 임업연구원 연구보고서)	Landsat TM 위성자료(1991)
1996	8,960	UNEP(2004) Forest area(토지용도 분류)	
1996	8,183	UNEP(2004) Forest land(토지이용 분류)	북한중앙통계청
1997	7,552	FAO/UNDP(1998)	북한자료
1999	8,512	농림부(권태진 외, 2001)	Landsat TM 위성자료(1999)
2005	8,927	DPPK(2006)	북한 국토보호성

자료: 박경석(2013), "북한의 산림현황 및 산림정책" 『KREI 북한농업동향』, 15(3), pp.3~23.

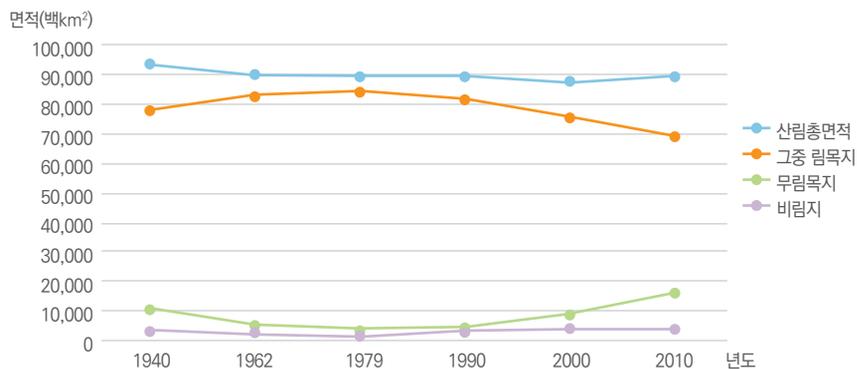
북한에서 산림은 임목지, 무림목지, 비림지로 구분한다<sup>24)</sup>. 임목지에 자라는 식생은 온대 침엽수림(소나무림), 온대 활엽수림(참나무림 위주), 온대 혼합림, 아한대 침엽수림(잎갈나무, 전나무, 가문비나무)이며, 잎갈나무, 잣나무, 소나무, 참나무, 이태리포플러, 오리나무, 아까시나무, 단풍나무, 자작나무, 버드나무 등은 널리 자란다.

24) 김경민 외(2020), 『위성영상과 시를 활용한 북한산림정보 구축 방법 개발』, 국립산림과학원, 연구보고 제20-1권호.

북한의 산림황폐지 면적을 UNDP<sup>25)</sup>는 2만 2,400km<sup>2</sup>, 석헌덕 외<sup>26)</sup>는 2만 8,880km<sup>2</sup>, 조민성<sup>27)</sup>은 1만 5,000~2만km<sup>2</sup> 정도로 추정하였다. 특히 1995~1997년에 걸쳐 홍수와 가뭄 등 자연재해로 약 170만ha가 파괴되었다<sup>28)</sup>. 북한 당국이 공식적으로 밝힌 산림과 황폐지 면적은 필자가 참가하여 발표한 중국에서 개최된 국제회의에서 공개되었다. 북한의 국토환경보호성 산림관리국 중앙산림설계기술연구소<sup>29)</sup>는 산림 면적을 8만 7,170km<sup>2</sup>로 발표했다. 임목지는 1948년(7만 8,490km<sup>2</sup>)에서 1979년(8만 4,350km<sup>2</sup>)에 7.8% 늘었다. 그러나 1990년대 중반에 경제난으로 식량난, 에너지를 겪은 ‘고난의 행군’ 시기를 거치면서 산림 면적은 2010년에 6만 9,120km<sup>2</sup>로 1979년에 비해 19.1%나 크게 줄었다.

2010년도 기준 북한의 산림 8만 7,170km<sup>2</sup> 가운데 임목지는 6만 9,120km<sup>2</sup>, 무림목지는 1만 4,530km<sup>2</sup>, 비림지는 3,520km<sup>2</sup>였다. 무림목지는 1948년(1만 70km<sup>2</sup>), 1979년(3,380km<sup>2</sup>)에는 66.5% 정도 감소했으나, 2010년(1만 4,530km<sup>2</sup>)에는 1979년보다 무림목지가 430% 늘어 1990년대에 산림의 황폐화가 심각했다. 비림지는 1948년에 3,576km<sup>2</sup>, 1979년에 1,970km<sup>2</sup>보다 55.8% 감소했다가, ‘고난의 행군’으로 알려진 1990년대 중반을 거치면서 2000년(4,046km<sup>2</sup>)에는 110.5%나 늘어나면서 숲이 크게 훼손되었고, 2010년에는 3,520km<sup>2</sup>까지 늘었다(그림 1 참조).

그림 1 북한의 산림 총면적과 황폐지 면적 변화(1948~2010년)



자료: 중앙산림설계기술연구소(2014).

25) UNDP/FAO(1998), 앞의 책.

26) 조민성(2000), “북한의 삼림 황폐화” 『교수신문』, 2000.08.28.

27) 강호상(2013), 『북한 산림복구를 위한 기반 시설 구축 방안』, 통일부 보고서.

28) 중앙산림설계기술연구소(2014), 앞의 글.

29) 중앙산림설계기술연구소(2014), 앞의 글.

단위 면적 내 목재축적량을 뜻하는 임목축적량은 1962년(4억 6,583만 5,000m<sup>3</sup>), 1979년(5억 145만 9,000m<sup>3</sup>), 1990년(5억 2,576만 4,000m<sup>3</sup>)까지 차츰 늘었다. 그러나 ‘고난의 행군’ 시기인 1990년대 중반을 거치면서 임목축적량은 1996년(4억 9,000m<sup>3</sup>), 2000년(4억 2,000m<sup>3</sup>), 2010년(3억 3,045만 3,000m<sup>3</sup>)로 빠르게 줄었다. 임목지의 80% 이상은 생산성이 낮은 자연림인 자연생 소나무와 참나무 아래 줄기에서 싹이 터 생긴 맹아림(萌芽林)으로 임목축적량은 낮다.

전 세계 산림의 벌목 현황을 조사하는 ‘Global Forest Watch(GFW)’에 따르면 2001~2019년 사이에 북한에서는 약 23만 3,000ha의 산림이 사라졌다. 양강도의 벌목 면적이 5만 3,900ha로 가장 넓었고, 자강도(4만 8,400ha)와 함경남도(4만 6,400ha) 등 3개 도의 벌목 면적은 약 14만 9,000ha로 전체 벌목 면적의 64%를 차지했다. 그 밖에도 함경북도(3만 6,700ha)와 함께 평안남도(2만 1,200ha)에서 벌채가 활발했다. 북한에서는 목재 생산과 경작지를 만들기 위한 벌목이 활발한 것으로 GFW는 보았다<sup>30)</sup>. 벌목은 식량 생산을 위한 다락밭 조성, 땔감을 위한 벌채와 함께 북한의 산림을 파괴하는 주요 요인이다. 그 뒤 2012년부터 10년 동안 60억 그루의 나무를 심어 산림을 조성하여 산지를 수림화하라는 김정은 위원장의 담화가 있었으나 실제 목표를 달성했는지는 확인되지 않는다.

#### 4) 산림황폐화 원인

북한의 산림 훼손은 1940년대 일제강점기, 1950년대 한국전쟁, 1990년대 ‘고난의 행군’ 시기를 거치면서 나타났다. 북한은 산림황폐화가 자연재해와 함께 외부의 압력에 따른 경제적 어려움 등이 겹쳐 발생한 것이라고 주장했다. 산지는 지속적인 벌채, 다락밭 건설, 산불 등으로 겉흙이 사라지고 토심이 얇아지고 토양 내 유기물의 함량이 줄어들면서 척박해졌다.

특히 1990년대 중반의 경제난과 함께 홍수와 가뭄으로 농업 생산이 감소하면서 작물 생산을 위해 일부 비탈진 산지에 다락밭을 만들고, 조그만 공간까지 개간하는 뚝배기밭까지 늘어났다. 석탄이 정상적으로 보급되지 않아 산에서 땔감을 구하면서 숲은 훼손되었고, 기후변화와 자연재해, 병해충 피해, 폭우에 의한 산사태도 산림황폐화를 부추겼다. 나무 심기와 관리 기술 부족 그리고 이어 심기 부작용으로 심은 묘목의 생존율이 60% 미만으로 조림 효과가 낮아 숲은 복구되지 못했다<sup>31)</sup>.

30) “북한, 19년간 축구장 33만개 면적 산림 사라져” 『매일경제』, <https://mk.co.kr/news/politics/view/2021/03/203136>, 검색일: 2021.03.03.

31) 중앙산림설계기술연구소(2014), 앞의 글.

환경부의 북한지역 대분류 토지피복 자료를 활용하여 북한의 토지피복 변화를 살펴본 결과<sup>32)</sup> 북한은 2000년대 말 기준으로 산림(68.4%), 농경지(24.9%), 시가지(1.6%)로 나타났다. 1980년대부터 2000년대에 걸친 북한의 토지피복 변화를 요약하면 산림 면적은 줄고 농지 면적은 늘었다. 이에 따라 1990년대 중반부터 북한에서는 공급에 해당하는 생태수용력이 수요를 뜻하는 생태발자국보다 낮아지면서 생태수용력과 생태발자국의 차이를 뜻하는 생태적자(ecological deficit)가 커졌다<sup>33)</sup>. 생태적자를 줄이기 위해서는 산림 면적을 복구하고 경작지의 생산성을 높여야 한다는 주장이다<sup>34)</sup>.

에너지경제연구원의 조사에 따르면 북한에서 전기를 큰 제한 없이 사용하는 인구는 26%에 불과하다. 석유와 천연가스 사용 인구는 9%에 그쳤고, 나머지 91%는 나무와 석탄, 동물의 배설물을 에너지원으로 이용한다<sup>35)</sup>. 이는 식량 부족을 극복하기 위한 다락밭에 작물을 경작하는 것과 함께 땀감으로 사용하는 나무를 대신할 연료 부족이 해결되지 않으면 산림황폐화를 막기 어렵다는 것을 뜻한다.

북한 산림황폐화의 가장 근본적인 원인은 경제난으로 인해 식량과 연료의 배급체계가 정상적으로 작동하지 않아 발생한 문제이다. 식량을 증산하기 위해서 추진된 자연개조사업의 하나인 다락밭 건설과 함께 에너지난으로 산에서 땀감 구하기, 외화벌이를 위한 중국과의 국경지대 원시림 벌목 등의 행위도 산림황폐화를 부추겼다. 산림이 황폐해지면서 비가 오면 산지에서 토사가 유출되어 하천의 바닥이 높아져 범람으로 이어졌다. 그 결과 주변 경작지가 침수되어 작물 생산이 어려워져 식량이 부족해지는 악순환이 되풀이 됐다<sup>36)</sup>(그림 2 참조). 따라서 산림황폐지의 복구는 식량난, 연료난 등 경제문제가 해결될 때 효과적으로 작동할 것이다. 산림녹화, 자연생태계와 환경을 개선하기 위해서는 국제사회와 남북이 함께 협력해야 한다.

32) 김익재 외(2019), 『북한의 산림복원과 기후변화가 물관리 취약성에 미치는 영향과 정책방향 연구』, KEI 기후환경정책연구 2019~2, 한국환경정책평가연구원.

33) Global Footprint Network(2016), National Footprint Accounts: Democratic People's Republic of Korea, Oakland: GFN.

34) 여민주, 김용표(2018), “북한의 생태적자 추이 및 영향요인 분석” 『환경영향평가』, 27(1), pp.56~72.

35) “남북 산림 협력: 북한 산림 훼손, 한반도 사막화로 이어져” 『BBC News 코리아』, <https://www.bbc.com/korean/news-46890752>, 검색일: 2019.01.16.

36) 공우석(2006a), 앞의 책.

**그림 2** 중국 연변 쪽에서 두만강에서 본 북한의 다락밭 경관



(2014. 7 공우석 촬영)

### 3. 기후변화에 대응한 조림수종

#### 1) 과거의 조림 현황

북한은 광복 이후 지속적으로 산에 나무를 심는 조림 정책을 펴왔다. 1946년부터 1960년 사이는 녹화조림단계로 황폐한 산지와 나무가 없는 곳에 나무를 심었다. 1961년부터는 수종을 갱신하며 나무를 심는 단계로 섬유용 원료숲, 보호림 조성, 일반 용재림, 기름용 식물, 유실수림 등을 조성했으나, 용재를 얻기 위한 숲의 약 70%가 일본잎갈나무였다. 지대별로 고도 700m 이상에는 일본잎갈나무, 종비나무, 분비나무 등 바늘잎나무와 황철나무, 박달나무 등 넓은잎나무를 심었고, 500m 이상에는 가문비나무, 음나무 등을 섞어 심었다<sup>37)</sup>.

북한의 산림 면적 가운데 천연림(6만 3,260km<sup>2</sup>)은 84%를 차지했고, 인공림(1만 2,070km<sup>2</sup>)은 16% 남짓이었다. 심은 나무는 주로 일본잎갈나무와 잣나무였고, 농촌 가정에서는 1년 동안 약 8m<sup>3</sup> 정도의

37) 김윤근(1997), 앞의 책.

떨감이 필요했으며 연료림으로 아까시나무를 심었다<sup>38)</sup>. 북한은 소나무림을 잣나무 등 경제수종으로 바꾸는 산림개조 사업을 추진했다. 낮은 산지에서 자라는 소나무는 생산성이 낮고 벌레가 많아 상수리나무, 아까시나무와 같은 활엽수를 심어 소나무림을 혼합림으로 바꿨다. 땅이 척박한 곳에는 아까시나무, 오리나무를 심어 땅을 기름지게 한 뒤 잣나무나 일본잎갈나무 등을 심어 경제림으로 바꾸어 나갔다<sup>39)</sup>.

김정은 위원장은 2012년 담화에서 산림조성사업은 산림의 현재 실태와 지대의 특성, 현실적 조건을 과학적으로 판단하여 연차별 계획을 세워 집행하라고 요구했다<sup>40)</sup>. 산림조성 방법으로 묘목을 잘 기르고, 조림지의 기후와 토양조건에 따라 침엽수와 활엽수를 섞어 적지적수를 심도록 했다. 나무를 심은 뒤에는 주민 모두가 참여하고 정성을 들여 관리하여 나무들의 생존율을 높이라고 강조했다. 아울러 산림의 피해를 가져오는 떨감 문제를 해결하고, 산불 방지와 병해충 방제를 지시했다. 김일성 주석과 김정일 위원장의 유훈에 따라 산림조성은 경제건설과 인민 생활 향상에 쓸모 있는 나무들로 목재림, 기름나무림, 산과실림, 밤나무림, 펄프 및 종이 원료림을 조성하고, 스트로브잣나무와 일본잎갈나무 등 빨리 자라고 경제적 이용 가치가 큰 묘목을 계단식으로 많이 심으라고 했다.

북한은 1998년에 국토환경보호성을 신설하면서 국가가 나서서 산림을 엄격하게 관리하는 시스템을 갖추었다<sup>41)</sup>. 북한 당국은 2013~2022년 사이에 168만 2,000ha의 산림을 조성하는 목표를 제시했다. 인공조림으로 149만 3,000ha, 자연갱신이 18만 9,000ha로 연간 14~17만ha의 새로운 숲을 만드는 것을 목표로 내세웠다. 그러나 이와 같은 목표를 달성하기 위한 종자, 양묘장, 묘목, 비료와 농약, 관련 기술 등 내부 역량이 갖추어졌는지는 불확실하다. 2017년 3월에는 김일성종합대학에 산림과학대학을 신설<sup>42)</sup>하는 등 산림황폐화를 극복하려는 국가적 의지를 나타냈다. 식량, 떨감, 목재 생산을 위한 산림황폐화와 더불어 기후변화가 산림생태계에 미칠 영향과 적응대책을 마련하기 위해서는 남북을 포함한 국제적인 공조가 필요하다.

38) 석현덕(1998), 앞의 책.

39) 『노동신문』, 1999. 6. 13.

40) “(김정은) 전당, 전군, 전민이 산림복구전투를 힘있게 벌려 조국의 산들에 푸른 숲이 우거지게 하자”  
<https://lib.uniedu.go.kr/library/material/view?mGubun=1&method=KEYWORD&fields=SUBJECT&keywords=%EA%B9%80%EC%A0%95%EC%9D%80&page=1&uid=CAT-20170600000000934>, 통일부 통일교육자료센터, 검색일: 2021.05.07.

41) 박경석(2013), 앞의 논문.

42) “남북 산림 협력: 북한 산림 훼손, 한반도 사막화로 이어져” 『BBC News 코리아』, <https://www.bbc.com/korean/news-46890752>, 검색일: 2019.01.16.

## 2) 기후변화

변화하는 기후에 알맞은 조림수종을 선별하기 위해서는 기온, 강수 등 기후요소의 분포와 지구온난화 등 북한 내 기후변화에 대한 정보가 필요하다. 한반도의 연평균기온은 10℃ 정도로 남부지방이 14~15℃, 중부지방이 10℃ 내외다. 그러나 북부지방의 연평균기온은 3~6℃이고, 지역에 따라 여름과 겨울의 기온 차이가 심하다. 압록강 주변 헤산의 연평균기온은 3.6℃이지만, 서해안의 해주와 동해안 원산은 11℃로 지역 간 차이가 크다. 1월 평균기온은 원산이 -2.5℃, 헤산은 -16.6℃로 약 14℃ 정도 낮다<sup>43)</sup>.

지난 100여 년 동안 남한의 연평균기온은 13.2℃이었고, 최근 30년 기온은 1912~1941년보다 1.4℃ 상승하였으며, 최저기온 상승폭이 두드러졌다<sup>44)</sup>. 북한의 기후는 지구적인 온난화 추세와 비슷하게 겨울철과 봄철 기온이 높아졌고 여름 강수량은 관측 이래 가장 적었다<sup>45)</sup>. 북한의 평균기온이 1.9℃ 상승하여 지구 평균기온 상승률인 0.7℃에 비하여 3배 정도로 가파르게 높아졌고, 중강 등 북부 고원지역에서는 3.1℃까지 기온이 올랐다. 특히 '고난의 행군' 시기인 1990년대의 기온 상승과 겨울철 기온 상승 추세는 두드러졌다. 기후변화는 산림황폐화와 함께 산림 분포와 생물종다양성에 위협적인 요인이다.

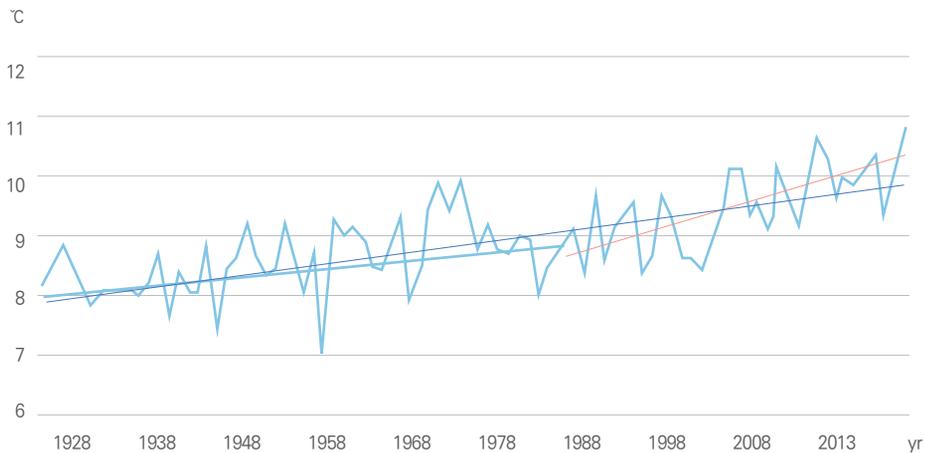
북한의 연평균기온은 1920년대부터 1960년대 초까지 오르다가 1960년대 말부터 1970년대 초까지 잠깐 낮아졌다가 1970년대 후반기부터 빠르게 올라 1990년대에 급격하게 상승했다. 1970년대부터는 지구적인 기후변동과 거의 일치하게 기온이 올랐으나, 1990년대 등온선은 1920년대에 비해 100km 북상했고, 겨울에 땅이 어는 깊이도 1970년대보다 13cm 얕아졌다<sup>46)</sup>. 1918~2013년 사이에 북한의 평균기온은 1.9℃ 상승하여 전지구 평균기온 상승률 0.75℃보다 두 배 이상 상승했다. 특히 1989, 1990, 1994, 1998, 1999, 2003, 2004, 2006, 2007, 2009년 등은 기온이 평년에 비해 높았던 해들이다(그림 3 참조).

43) 공우석(2006a), 앞의 책.

44) 국립기상과학원 기후연구과(2018), 『한반도 100년의 기후변화』, 국립기상과학원.

45) 리윤희(2004), “우리나라 철별 기후의 몇가지 변화” 『기상과 수문』, 345, pp.36~37.

46) 조성하, 채선숙(2004), “우리나라 기후의 온난화와 대기순환 배경” 『기상과 수문』, 345, pp.13~16.

**그림 3** 북한 연평균기온 변화(1928~2013년)


자료: 중앙산림설계기술연구소(2014).

지역별로는 중국과 국경을 맞대고 있는 내륙의 중강이 평양이나 원산보다 기온 상승폭이 커서, 북한 내에서는 내륙과 북쪽으로 갈수록 온난화가 심해졌다. 평양이 원산보다 기온이 높아진 것은 평양의 인구집중과 도시화 속도가 원산보다 더 빠르기 때문으로 본다. 계절별로는 겨울기온의 상승폭(4.9°C)에 비해 여름기온은 큰 변화가 없었고, 봄(2.4°C), 가을(0.8°C) 순으로 기온이 상승했다. 평양의 겨울은 20일 짧아졌으며, 봄과 여름은 각각 15일 길어졌다<sup>47)</sup>.

20세기에 연평균기온은 지구 평균은 0.7°C, 남한은 1°C 내외로 상승했으나, 북한은 1.9°C 기온이 상승해 온난화가 두드러졌다. 연평균기온은 1920~1960년대 초까지 상승하였고, 1960년대 말~1970년대 초에는 짧은 기간 동안 하강하였고, 1970년대 후반기부터는 크게 기온이 상승하였다. 특히 '고난의 행군'으로 식량과 연료 부족을 겪으면서 산림황폐화가 심했던 1990년대에 북한 내 온난화는 두드러졌다.

지구온난화에 따라 등온선은 북상하고, 땅이 어는 동결심도가 얕아지는 것은 산림 발달과 조림수종 선발에 중요한 조건이다. 특히 도시화, 산업화와는 직접 관련이 적은 압록강 주변 중강의 기온이 100년 동안 3.1°C 상승한 것은 온난화가 도시 밖에서도 나타나고 있음을 의미한다. 산간 지역에서 기온이 급상승한 것은 도시화나 산업화보다는 산림을 벌채하면서 지역의 기후시스템이 바뀌어 발생한

47) 중앙산림설계기술연구소(2014), 앞의 글.

것으로 본다.

기후변화 신시나리오8.5(RCP8.5)에 따르면 21세기말 한반도의 평균기온은 현재(1981~2010년)보다 5.9℃ 오르며, 기온상승률은 북한(+6.0℃)이 남한(+5.3℃)보다 더 클 것으로 예측되었다. 2013년 독일 저먼워치(Germanwatch)의 세계 기후 위험지수(Global Climate Risk Index 2013) 보고서에 따르면 북한의 기후 위험지수는 세계 7위였다<sup>48)</sup>.

### 3) 식생대별 조림수종

북한의 황폐해진 산림을 복구하기 위해 산지의 특성, 기존의 자연식생, 주민들의 생활, 산림 쇠퇴 추세, 토지이용, 기후변화 추세 등을 종합적으로 고려하여 식생대별, 고도별, 행정구역별, 용도별로 적지적수에 맞는 조림수종을 제안했다. 산지의 지형과 기후 특성 그리고 지역 주민들의 요구에 따라 지역의 특성에 맞는 수종을 선발하였는데, 조림수종은 외래도입종보다는 지역 특성과 자연식생을 고려하여 자생종 위주로 적지적수를 선발했다.

지금과 같은 기후변화 추세가 이어진다면 북한의 남쪽 온대기후대에 속하는 동해와 서해의 일부 도서와 해안지역에는 추위와 해풍에 견디는 해송(곰솔), 동백나무, 대나무류 등 남방계의 난온대성 상록수도 심을 수 있다. 지구온난화가 진행되는 정도에 따라 북한의 남쪽지방에는 남한의 낙엽활엽수림대 남부에 자라는 낙엽활엽수(개서어나무, 단풍나무, 사람주나무, 굴피나무, 팽나무, 산초나무 등), 상록활엽수(사철나무, 줄사철나무, 굴거리나무 등), 대나무류(왕대, 솜대 등), 상록침엽수(소나무, 곰솔 등)의 식재도 가능하다. 북한의 중부지방에는 한반도 낙엽활엽수대 중부에 자라는 낙엽활엽수(느티나무, 때죽나무, 신갈나무, 졸참나무, 갈참나무, 백동백나무, 생강나무, 물박달나무 등)와 상록침엽수(향나무, 전나무, 소나무 등)를 심을 만하다. 북한의 북쪽지방에는 현재 낙엽활엽수대 북부에 분포하는 낙엽활엽수(달피나무, 부계꽃나무, 산괴불나무, 참피나무, 박달나무, 신갈나무, 개암나무, 거제수나무 등)와 상록침엽수(전나무, 잣나무 등), 낙엽침엽수(잎갈나무)가 적합하다.

북한에서 조림할 때에는 침엽수 또는 낙엽활엽수로만 이루어진 단순림을 조성하기보다는 혼합림을 만드는 것이 생물종다양성을 유지하는 데 좋고, 각종 재해(기상, 산불, 환경오염)에 대한 저항성이 높을 뿐 아니라 경관과 환경보전 면에서도 우수하다. 혼합림은 지역에 따라 소나무~신갈나무림, 잣나무~자작나무~사시나무림, 분비나무~잣나무~피나무림, 잎갈나무~자작나무~사시나무림, 소나무~전나무~가문비나무~자작나무림 등이 적당하다.

48) 송민경(2017), “북한의 산림부문 기후변화 대응 동향 및 시사점” 『국제산림정책토포픽』, 50, pp.1~16.

침엽수림대가 나타나는 북한의 고원 및 아고산지대에는 상록침엽수(전나무, 가문비나무, 분비나무, 종비나무, 잣나무, 주목 등), 낙엽침엽수(잎갈나무 등), 낙엽활엽수(거제수나무, 만주자작나무 등)를 심는 것이 바람직하다. 일부 낙엽침엽수(잎갈나무 등)와 상록침엽수(풍산가문비나무, 무산가문비나무, 곱향나무 등)는 남한에는 자라지 않으므로 북한에서 자체적으로 종자를 확보하여 증식하거나 남측과 협력하여 묘목을 생산하는 것도 가능하다. 효율적인 조림을 위해서는 우량한 생김새를 가진 수형목(樹形木)을 찾아 종자를 확보하여 증식한 뒤 현지 적응 실험을 거쳐 조림수종으로 활용해야 한다.

외래도입종으로 낙엽침엽수(일본잎갈나무, 메타세쿼이아 등), 상록침엽수인 리기다소나무(북한명 세잎소나무), 스트로브잣나무(북한명 가는잎소나무), 방크스소나무(북한명 짧은잎소나무), 구주소나무 등과 낙엽활엽수(아까시나무, 가중나무 등)를 심기보다는 북한 내에 자생하는 상록침엽수, 낙엽활엽수, 초본류 등을 증식하여 심는 것이 바람직하다. 주민들의 땀감, 용재 등 수요를 피할 수 없는 곳에서는 일본잎갈나무, 이태리포플러, 아까시나무, 은단풍나무(북한명 평양단풍나무) 등과 함께 유실수, 용재용, 사방용 수종을 자생종이 안정된 숲을 이룰 때까지 한시적으로 식재할 수 있다. 외래도입종 식재지는 자연식생과 서식지가 겹치지 않도록 조림구역을 구분하여 나무를 심고 관리해야 한다.

북한 내에서 고산대와 아고산대처럼 기후가 한랭하고 토양이 척박한 곳에 자라는 북방계 상록활엽관목인 극지고산식물과 고산식물들은 산림황폐화와 지구온난화가 진행될수록 생존의 위기를 맞게 될 것이다<sup>49)</sup>. 북방계 한대성 식물들은 지구온난화에 취약하므로 현재의 서식지에서 유지 보전할 수 있는 현지 내 보전(in situ) 등 관리 대책이 필요하다.

#### 4) 고도별 조림수종

북한에서 위도 1° 높아질수록 기온체감률은 1월 평균기온(1.98℃), 8월 평균기온(0.46℃), 연평균기온(0.94℃)은 각각 낮아진다. 해발고도가 100m 높아지면 1월 평균기온(0.57℃), 8월 평균기온(0.76℃), 연평균기온(0.65℃)은 낮아진다<sup>50)</sup>. 따라서 북한 내 산지에 나무를 심을 때에는 현재 한반도 내 수종별 수직적 분포대와 고도에 따라 달라지는 산악 환경 그리고 다가올 미래 기후를 예측하여 알맞은 나무를 조림수종으로 정하는 것이 바람직하다.

고산대에는 높은 산지의 특이한 환경에 맞추어 새로운 수종을 심기보다는 기존의 식생을 유지하는

49) 공우석 외(2017), “설악산, 지리산, 한라산 산정부의 식생과 경관 특성” Jour. of Climate Change Research, 8(4), pp.401~414.

50) 손경희, 김남부(1995), “우리 나라 서북지역에서 기온 분포에 미치는 자연지리적 인자들의 영향에 관한 연구” 『지리과학』, 169, pp.7~9.

것이 바람직하다. 고산대에 자라는 상록침엽관목(눈향나무, 눈잣나무, 눈쭈백, 곱향나무, 화솔나무 등), 상록활엽관목(담자리꽃나무, 천도딸기, 각시석남, 화태석남, 진퍼리꽃나무, 산백산차, 왕백산차, 가는잎애기백산차, 애기백산차, 털백산차, 큰백산차, 린네폴, 애기월굴, 년출월굴, 큰잎월굴, 월굴, 황산차, 가솔송, 시로미, 담자리꽃나무, 노랑만병초, 시로미 등), 낙엽활엽관목(털진달래, 들쭈나무, 매자잎버들, 은산버들, 닥장버들, 콩버들, 난쟁이버들, 두메오리나무, 즙참꽃, 물싸리, 두메들쭈나무, 가시까치밤나무 등) 등으로 이루어진 극지고산식물과 고산식물 현존식생은 고산대와 아고산대 등 현지 내에 보전되는 것이 바람직하다.

아고산대 조림은 상록침엽교목(가문비나무, 분비나무, 소나무류 등), 낙엽침엽교목(잎갈나무 등), 한대성 낙엽활엽교목(사스래나무, 자작나무, 마가목 등)을 함께 심는다. 고원지대에는 상록침엽교목(분비나무, 가문비나무, 잣나무, 종비나무, 풍산가문비나무 등), 낙엽침엽교목(잎갈나무 등), 낙엽활엽교목(사스래나무, 자작나무, 달피나무, 사시나무 등)을 섞어 심는다.

북부지역 산록이나 습지가 많은 고원지대에는 낙엽침엽교목(잎갈나무), 상록침엽교목(소나무, 전나무, 분비나무, 가문비나무 등)이 알맞다. 북서부의 낮은 산악지대에는 상록침엽교목(소나무, 잣나무, 전나무류 등), 낙엽활엽교목(서어나무, 졸참나무, 박달나무, 피나무류, 단풍나무류 등)과 아교목이 좋다. 북동쪽의 높은 곳에는 침엽수를 조성하고, 낮은 곳에는 낙엽활엽교목(느릅나무, 물푸레나무, 박달나무, 피나무, 자작나무, 거제수나무, 단풍나무, 사시나무류 등)이 적합하다.

중부지역의 낮은 곳에는 낙엽활엽교목(참나무 무리, 사스래나무, 물푸레나무, 피나무, 자작나무, 사시나무 오리나무, 가래나무, 황벽나무 무리 등)을 심는다. 해발고도 500m까지는 소나무를 주로 심고, 500~800m에는 참나무류를 널리 심어 혼합림을 조성하고, 800~1,100m에는 참나무류와 여러 낙엽활엽수림이 섞인 혼합림을 만든다. 해발고도 1,000m 이상에는 낙엽침엽교목(잎갈나무 등), 상록침엽교목(전나무, 잣나무, 분비나무, 가문비나무, 주목 등), 낙엽활엽교목(자작나무, 사스래나무, 사시나무 등)이 적합하다.

##### 5) 행정구역별 조림수종

행정구역별로는 북한 내 도별 자연환경과 인문환경을 고려한 조림수종과 경제작물을 제안하였다 (표 2 참조). 북부지방인 함경북도, 함경남도, 자강도, 양강도에는 한대성 낙엽침엽교목(잎갈나무), 상록침엽교목(가문비나무, 분비나무, 잣나무 등), 상록침엽아교목(눈잣나무, 눈쭈백 등), 낙엽활엽교목(신갈나무, 사스래나무, 자작나무 등)이 식재 가능하다. 중부지방인 평안도와 강원도의 높은 산에는 낙엽침엽교목(잎갈나무 등), 상록침엽교목(분비나무, 전나무, 소나무 등), 상록침엽아교목(눈잣나무,

눈썹백 등)을 심고, 산록에는 낙엽활엽교목(참나무류, 단풍나무류, 자작나무류 등)과 관목을 심을 수 있다. 남부지방인 황해도와 개성에는 온대성 상록침엽교목(소나무, 전나무, 노간주나무 등)과 대부분의 낙엽활엽교목을 식재할 수 있다. 다만 외래도입종(스트로브잣나무, 일본잎갈나무, 아까시나무 등)은 식생의 유지관리가 가능한 장소를 중심으로 제한적으로 심는 것이 바람직하다.

표 2 북한의 지역별 식재 가능 주요 수종

지역	식재 가능 주요 수종
함경북도	가문비나무, 소나무, 잎갈나무, 느릅나무, 자작나무, 박달나무, 사스래나무, 사시나무 등
함경남도	소나무, 잎갈나무, 전나무, 분비나무, 자작나무, 박달나무, 음나무(북한명 엄나무), 단풍나무, 굴피나무, 느릅나무, 떡갈나무 등
자강도	소나무, 잣나무, 눈잣나무, 전나무, 분비나무, 가문비나무, 잎갈나무, 참나무류, 피나무, 가래나무, 고로쇠나무, 사스래나무, 자작나무, 음나무, 황철나무, 박달나무, 단풍나무, 물푸레나무 등
양강도	분비나무, 가문비나무, 잣나무, 잎갈나무, 사스래나무, 참나무류, 황철나무, 피나무 등
평안북도	잎갈나무, 가문비나무, 전나무, 노간주나무, 자작나무, 사스래나무, 박달나무, 피나무, 두릅나무, 물푸레나무, 황철나무, 고로쇠나무, 오갈피나무 등
평안남도	소나무, 눈잣나무, 분비나무, 가문비나무, 잎갈나무, 눈썹백, 떡갈나무, 아까시나무, 이태리포플러(북한명 평양보부라나무) 등
평양시	소나무, 참나무류, 신갈나무, 다릅나무, 사시나무, 물푸레나무, 박달나무, 싸리나무, 개암나무, 이태리포플러, 아까시나무 등
남포시	소나무, 잎갈나무, 분잎갈나무, 참나무류, 오리나무, 피나무, 아까시나무, 단풍나무, 물푸레나무, 소사나무, 때죽나무, 초피나무, 병아리나무, 자귀나무 등
황해북도	소나무, 잣나무, 일본잎갈나무, 메타세쿼이아(북한명 수삼나무), 노간주나무(북한명 노가지나무), 전나무, 분비나무, 가문비나무, 신갈나무, 떡갈나무, 상수리나무, 굴참나무, 갈참나무, 졸참나무, 밤나무, 단풍나무, 느릅나무, 물푸레나무, 버드나무, 피나무, 가래나무, 돌배나무, 오리나무, 이태리포플러, 아까시나무 등
황해남도	소나무, 참나무류, 팔배나무, 흑느릅나무, 개박달나무, 물앵두나무, 목란, 고로쇠나무, 단풍나무 등
개성시	소나무, 떡갈나무, 신갈나무, 졸참나무, 서어나무, 검팽나무, 탱자나무, 보리수나무, 조릿대, 누리장나무 등
강원도	소나무, 참나무류, 들쭉나무, 매저지나무, 두메자운, 큰만병초, 참대류, 모시풀, 사철나무, 탱자나무, 자귀나무, 감나무, 때죽나무 등

자료: 박용구 외(2015), 『북한 산림생태 및 환경변화에 적합한 조림수종 선정 연구』, 한국과학기술한림원.

북부지방과 높은 산을 제외한 북한 전역에서 널리 심을 수 있는 나무는 소나무와 함께 신갈나무를 위주로 한 참나무류 등이다. 자연식생으로 소나무림은 30여 종의 교목과 섞여 자라는데 대표적인 수종은 떡갈나무(72%), 신갈나무(70%), 노간주나무(50%), 상수리나무(21%), 아까시나무(20%), 물푸레나무(20%) 등이다. 소나무숲은 인간의 끊임없는 간섭 아래 소나무~떡갈나무혼합림, 소나무~신갈나무혼합림이 변화하여 발생한 2차적인 군락이다<sup>51)</sup>. 따라서 자연식생의 간섭이 있는 곳에는 소나무와 함께 떡갈나무, 신갈나무, 상수리나무, 노간주나무, 물푸레나무 등이 적합하다. 식생의 초기 정착이 필요하고 연료림 등 주민들의 수요를 충족시키기 위한 곳으로 관리가 가능한 지역에는 일본잎갈나무, 리기다소나무, 스트로브잣나무, 아까시나무 등 외래도입종을 제한적으로 심을 수도 있다.

## 6) 용도별 조림수종

북한은 식량난, 연료난, 생활물자 부족 등을 극복하기 위한 노력의 하나로 자생하는 식물자원을 적극적으로 발굴하였다. 북한에서 식물자원은 목재, 섬유, 종이, 기름, 식료품, 향료, 물감, 꿀, 당분 등 원료를 얻기 위한 것이다. 경제성 있는 수종은 목재용(100여 가지), 약용(900여 가지), 산나물(300여 가지), 산열매(30여 가지), 가축먹이(160여 가지), 향료(60여 가지), 기름(50여 가지), 섬유(100여 가지), 꿀(170여 가지), 조경(300여 가지) 등이 있다<sup>52)</sup>.

북한의 산림자원 가운데 용재를 생산하는 수종은 잎갈나무, 소나무, 참나무류, 피나무 등 100여 가지다. 목재 생산은 산림축적량이 많은 북부내륙의 산지에서 주로 생산되고, 주요 수종은 침엽수(잎갈나무, 가문비나무, 분비나무, 전나무 등)가 73.6%를 차지한다. 특히 분비나무와 가문비나무 등은 목재생산량의 절반을 차지한다.

북한 내 산림자원 축적량의 약 70% 정도는 양강도, 자강도, 함경북도, 함경남도에 집중되어 있고, 특히 압록강, 두만강 유역 양강도 지역에 삼림이 밀집되어 자란다. 침엽수림은 압록강 상류인 자강도와 두만강 상류인 양강도 그리고 함경북도에서 주로 자라며 활엽수림은 북한 전역에서 고루 자란다. 잎갈나무 등 낙엽침엽교목, 상록침엽교목(소나무, 분비나무, 가문비나무, 전나무 등), 낙엽활엽교목(참나무류, 피나무, 사스래나무, 물푸레나무, 자작나무, 박달나무, 들메나무, 황철나무, 이태리포플러, 오동나무 등)이 목재 생산에 적합하다. 통나무 생산의 80%는 주로 침엽수(잎갈나무, 가문비나무, 분비나무 등)이고, 활엽수는 20%에 이른다. 낭림산 줄기에는 침엽수보다 활엽수가 우점하고

51) 승일룡(1992), 앞의 논문.

52) 박태훈 외(1986), 앞의 책.

백무고원에도 낙엽활엽수(참나무류, 피나무, 사스래나무, 물푸레나무, 자작나무, 박달나무, 들메나무 등)가 많이 자란다.

섬유와 종이를 생산하는 나무로는 삼송류, 이태리포플러, 황철나무류 등 100여 종이 알맞다. 기름을 짤 수 있는 잣나무, 호두나무, 가래나무, 쪽가래나무, 기름밤나무, 산초나무(북한명 분지나무), 쉬나무(북한명 수유나무) 등 50여 종도 쓸모 있는 경제수종이다. 식품 원료인 전분을 추출할 수 있는 식물로는 참나무류, 칩, 열레지, 나리류 등이 있다.

약품 원료가 되는 식물은 900여 종이며, 산삼, 오미자, 단너삼, 만삼, 삼주, 삼지구엽초 등이 소득 작목으로 적당하다. 비타민을 얻는 식물로는 들쪽나무, 생열귀나무, 해당화, 마가목, 갈매보리수(북한명 비타민나무) 등이 있다. 약품용으로 쓰는 식물은 인삼, 오갈피나무, 가시오갈피나무, 두릅나무, 팔손이나마, 담장나무, 음나무, 땅두릅나무, 산삼, 황철나무 등이다. 향료로 이용되는 나무는 넓은잎정향나무, 백리향, 백산차 등 60여 가지다. 물감의 원료가 되는 나무는 붉나무, 갈매나무, 신나무, 참나무 등 80여 종으로 산업적 가치가 높다. 당분을 만드는 나무는 고로쇠나무, 자작나무, 사스래나무, 아로니아(북한명 단나무) 등 10여 종으로 자연식품 재료로 활용할 수 있다. 나무진을 채취할 수 있는 옻나무, 소나무, 가문비나무, 분비나무 등 10여 가지의 수종은 산업적으로 잠재성이 높다.

산과일을 얻는 나무는 밤나무류, 들쪽나무, 살구나무류, 돌배나무, 고욤나무, 머루나무, 다래나무, 대추나무 등 30여 가지다. 산나물을 얻는 식물은 300여 가지이고, 그 가운데 참나무, 고사리, 고비, 두릅나무, 도라지 등은 돈을 벌 수 있는 식물이다. 송이버섯, 참나무버섯, 검정버섯, 싸리버섯 등은 중요한 경제 작목이다. 가축의 먹이 식물은 160여 종이며, 칩, 싸리나무 등이 대표적이다. 꿀을 생산하는 식물은 피나무꽃, 아까시나무꽃, 밤나무꽃 등 190여 종이 있다<sup>53)</sup>.

#### 4. 맺음말

북한의 산림은 일제 강점기의 산림 수탈, 한국전쟁 동안의 전란 피해 그리고 1990년대 중반 ‘고난의 행군’ 시기에 경제난으로 황폐해졌다. 특히 ‘고난의 행군’ 때 식량 부족을 극복하기 위해 산비탈에 다락밭을 무리하게 조성하여 옥수수 등 작물을 재배하면서 산림이 사라지고 토양이 척박해졌다. 연료난으로 주민들이 땔감을 구하기 위해 나무를 베어내면서 산림황폐화는 더욱 심해졌다. 또한 외화벌이를 위해 중국과의 국경지대를 중심으로 무리한 벌목을 하면서 산림이 크게 훼손되었다. 산림이

53) 광종승(1986), “나라의 식물자원과 그 리용” 『식물학보』, 3, pp.66~70.

황폐해지고 토질이 나빠지면서 식생의 천이가 되지 않아 산사태, 토사 유출에 의한 하천의 범람 등이 연쇄적으로 발생하면서 재해의 악순환이 이어졌다. 아울러 기후변화로 기온이 빠르게 오르면서 산림의 건조화에 따른 수목의 생리적 스트레스로 나무들이 말라죽거나 산불로 인해 숲이 사라지는 피해가 이어졌다. 이에 더해 병해충으로 산림이 대규모로 말라죽는 현상도 발생하여 우리 정부에 긴급방제를 요청하기도 했다. 우리 정부도 북한의 산림황폐화 문제를 심각하게 인식하고 황폐해진 산림의 복구를 통일된 한반도라는 측면에서 하나의 생태계와 생태축으로 보고 미래 국토의 모습을 설계하기 위한 협력이 필요함을 인식하고 있다. 한반도의 미래지향적인 산림생태계의 이용과 보전을 위해서는 북한의 자연생태계 현황을 정확하게 파악하고 기후변화 아래서 지속가능한 산림생태계를 이룰 수 있는 대책을 세워야 한다.

이를 위해서는 북한에 대한 자연생태계와 산림 정보를 축적하여 현재 상황에서 남북이 서로 할 수 있는 일을 시작해야 한다. 남북이 협력할 분야는 비정치적이고, 비군사적이며, 남남갈등의 소지가 적으며 장기간의 투자와 관심이 필요한 산림과 생태계 분야부터 먼저 교류 협력을 시작하여야 한다. 북한의 식량, 연료, 기후변화와 재해 문제를 해결하기 위해서는 산지 내 표토 보호, 지력 회복, 종자 확보와 양묘, 심은 묘목의 생존율을 높이는 능력 배양, 병해충 극복, 임농복합 기술의 개발이 필요하다.

북한에서 환경파괴로 산림생태계가 교란되고 훼손되어 생물종이 사라지면 원상 복구는 불가능해진다. 지구온난화에 따라 생물다양성이 감소할 것으로 우려되며, 특히 고산, 아고산, 습원, 해안, 경작지와 도시 주변 등 취약 지역의 생태계 피해가 심각할 것으로 예상된다. 따라서 인공 조림과 함께 취약한 자연생태계를 유지 보전하기 위한 관심과 공동조사 등이 절실하다.

북한의 산림생태계를 보전하고 훼손된 산림을 복원하기 위해서는 북한의 산림녹화사업을 수행하는데 필요한 산림녹화, 자연재해 예방, 기후변화 등 기초 정보를 확보하고, 과학적인 정보와 기술에 기초하여 조림에 적합한 적지적수를 선별하여 적극적이고 장기적으로 투자하여 숲을 푸르게 가꾸는 것이 남북이 상생할 수 있는 길이다. 산림 복원의 첫 단계인 조림수종 선별, 묘목 생산을 위한 양묘 시설과 종자 확보, 묘목의 생존율을 높이기 위한 생육 기술 개발이 필요하다. 동시에 산림 병해충을 예방하고 구제할 수 있는 약품과 방제 방법 개발, 산림 복원과 관련된 지식과 정보 공유 등에서 남북이 협력할 수 있을 것이다.

앞으로 남북교류가 활성화되고 산림생태계 분야에서 협력이 현실이 되면 남북이 정보 공유, 교류와 협력사업 등에서 상호호혜의 합리적인 대북정책을 세우고 국토를 체계적으로 관리하는 데 활용이 가능할 것이다. 북한 황폐산림 복구지원 사업은 백두산에서 지리산에 이르는 백두대간을 중심으로 한 한반도의 산림생태계 축과 통로를 복원하고, 백령도에서 강원도 고성에 이르는 DMZ 그리고 한반도

해안선을 연결하는 생명띠를 연결하고 강화하는 미래지향적이고 국가적 차원의 자연생태기반사업이다.

이 연구에서는 북한의 산림황폐화 원인, 발생 과정, 관련 요인과 숲을 복구하기 위한 대응 방안을 논의하였다. 급변하는 기후변화 환경 아래서 북한내 지역별로 위도, 고도, 풍토, 기후변화 등 자연환경뿐만 아니라 사회적 수요, 산업 등 사회경제적 여건을 고려하여 지역별, 고도별, 용도별로 적합한 조림수종을 제시하였다. 이를 위해 한반도에 자생하는 침엽수와 활엽수를 섞어 혼합림을 조성하며 지역의 풍토에 맞는 적지적수 나무를 선정하고, 조림 방법을 개발해야 한다. 산림을 복원할 때는 자생종 위주로 식생을 복원해야 하지만, 불가피한 경우 한시적으로 외래도입종을 심는 지속가능한 산림 경영도 고려해야 한다.





## 생태안보 개념과 비무장 그리고 생태환경 협력

\* 김재한

대부분의 군사적 대립과 전쟁은 쌍방에게 나쁜 결과를 초래하기 때문에 국가 또는 개인은 전쟁이나 갈등을 피하려 한다. 분쟁 중인 사안에 대해 타결 방안을 찾을 수 없을 때 이슈 연계는 종종 성공적인 타결로 이어지기도 한다. 생태환경과 안보 간의 연계는 생태안보(ecological security), 인간안보(human security), 그린데탕트(green détente), 환경평화(environmental peacemaking), 환경안보(environmental security), 평화생태(peace ecology) 등의 개념으로 이미 오래전부터 제시되어 왔다.<sup>1)</sup> 남북한 간의 오래된 군사적 대치를 극복하는 분쟁해결 방안으로서의 생태환경 활용 역시 이미 제안되었고 구체적인 추진 계획이 제시되기도 하였다. 다만, 구체적인 추진계획이 마련되어도 실질적 진전이 전혀 없다면, 원점에서 이론적 근거를 재확인할 필요가 있다.

생태환경 증진의 긍정적 외부효과(externalities)로 호혜적 국가안보가 증진된다면 생태환경 정책은 갈등 해결에 중요한 역할을 수행할 수 있다. 그러나 생태환경 개선조치가 긍정적인 외부효과를 낳는다는 보장은 없다. 부정적인 외부효과도 있을 수 있다. 정책 입안자들이 국가안보와 평화를 촉진하기 위해 활용할 수 있는 생태환경 정책에 대한 정보는 불충분하다. 이 글에서는 국가안보와 생태환경 간의 정책효과적 연계를 이론적으로 제시한 뒤 남북한 간 비무장지대(DMZ: Demilitarized Zone) 등의 활용에 대한 함의를 제공하고자 한다.

\* 한림대학교 정치행정학과 교수 · chkim@hallym.ac.kr

1) 김재한(2014), “한반도 신뢰프로세스 및 그린데탕트의 이론적 조망” 『통일문제연구』 제26권 제1호 (통권 61호), pp.65~92; Chae-Han Kim and Bruce Bueno de Mesquita(2015), “Ecological Security and the Promotion of Peace” Korean Journal of Defense Analysis, Vol.27, No.4, December, pp.539~557.



## 1. 공공재로서의 생태환경과 안보

무엇 재화와 서비스는 <표 1>에서와 같이 각기 두 가지 속성을 갖는 두 가지 기준에 의해 네 가지로 분류될 수 있다. 그 두 가지 기준 가운데 하나는 배제성이다. 특정인만 소비하게 한다든지 또는 특정인을 소비에서 배제시킬 수 있다면, 그 재화는 배제적(excludable)이라고 말한다. 다른 기준은 경합성이다. 내가 소비할 때 다른 누군가는 그렇게 소비할 수 없다면 그 재화는 경합적(rival)이라고 부른다. 배제적이나 아니면 비(非)배제적이나는 기준 그리고 경합적이나 아니면 비(非)경합적이나는 기준에 따라 2 x 2의 네 가지 경우가 가능하다. 배제적이고 경합적인 재화는 사유재(private goods), 배제적이면서 비경합적인(nonrival) 재화는 클럽재(club goods), 경합적이면서 비배제적인(non-excludable) 재화는 공유재(common-pool resources)라고 불린다. 배제적이지도 않고 경합적이지도 않은 재화는 공공재(public goods)로 불린다.

표 1 배제성과 경합성 그리고 재화의 분류

	경합적(rival)	비(非)경합적
배제적(excludable)	사유재 (private goods)	클럽재 (club goods)
비(非)배제적	공유재 (common-pool resources)	공공재 (public goods)

안보와 생태환경은 모두 공공재로 취급되어 왔다. 국방과 안보는 대부분의 교과서에서 공공재의 예로 나온다. 그렇지만 특정 국가의 국방은 해당 국민에게 공공재이지만, 그 특정 국가의 국방을 향유할 수 없는 타국 국민에게는 공공재가 아니다. 특정 국가의 국방은 국경을 넘지 못하는, 매우 배제적인 서비스이다. 북한 핵무기가 북한 정권 내 사람들끼리는 공공재일 수 있겠지만, 남한의 일반인 등 다수의 사람들에게는 공공재가 아니다. 마찬가지로 안보 역시 특정 집단에게는 공공재로 받아들여지지만, 다른 집단에게는 그렇지 않을 수 있다. 일반적으로 안보라 하면, 글로벌 안보가 아닌 국가안보를 의미한다. 안전이 보장되고 보장되지 않는 범위는 국경, 국적, 동맹조약 등이 정하는 것이다. 한 국가의 안보 수준이 높아지면 다른 국가는 오히려 불안해질 수 있기 때문에, 안보는 특정 국가 또는 특정 동맹 내에서는 공공재일 수 있겠지만 다른 국가들에게는 공공재가 아닐 수 있다.

그에 비해 생태환경은 국경을 넘어 함께 향유될 수도 있다. 실제로 공기와 물과 같은 생태환경은 한 국가에 의해서만 통제되고 관리되는 경우가 적고 또 한 국가만 향유할 수 있는 경우도 적다. 물론 생태환경이라고 해서 모두 공공재인 것은 아니다. 예컨대, 물만 해도 공공재, 클럽재, 공유재, 사유재 각각으로 설명될 수 있다.

첫째, 공공재로서의 물은 공공수(公共水)이다. 수자원이 풍부한 곳에서의 “물로 보다”라는 표현은 상대를 하찮고 쉽게 생각함을 이르는 말이다. 여기서는 가치가 없다는 의미라기보다 너무 흔해서 거래 가격이 매우 낮게 형성된다는 의미이다. 거의 공짜인 물의 소비를 증진시키기 위해 수도(水道)가 설치되는 것이다. 즉 수도요금은 물 값이 아니라, 쓸 물을 관을 통해 받거나 쓴 물이 흘러가도록 만든 설비에 대한 요금이다.

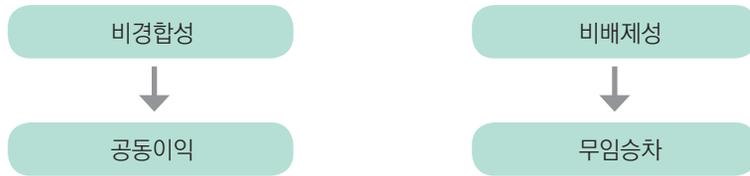
둘째, 클럽재로서의 물은 현실 세계에서 거의 존재하지 않는다. 구매한 사람에게만 소비를 허용하고 (배제적이고) 또 여러 구매자가 소비한다고 해서 다른 구매자의 소비를 방해하지 않는다면(비경합적이라면) 클럽재에 해당한다. 전형적인 클럽재의 예는 저작권으로 보호되는 컴퓨터 소프트웨어이다. 클럽재에 가장 가까운 물의 예는 김인홍(봉이 김선달)이 팔았다는 대동강 물이다. 당시 대동강 물은 모든 사람들이 소비할 수 있을 정도로 풍족했고(비경합적이었고) 또 김인홍에게 돈을 낸 사람만이 소비했기 때문이다.

셋째, 공유재로서의 물은 일반적인 수돗물이다. 공유수(共有水)의 수도요금은 소비 증진 목적의 공공수와 달리, 소비 억제 목적에서 부과된다. 끝으로, 사유재로서의 물은 사유수(私有水)이다. 생수병에 담아 판매되는 물은 비록 수원지(水源池)가 어디냐에 따라 논란이 되기도 하지만 사유재로 거래되고 있다.

이렇게 본다면 물은 더 이상 공공재가 아닌 공유재 또는 사유재일 수 있다. 물의 경합성 증대는 인구증가, 도시화, 산업화, 관개 등의 수요 증가에서 오기도 하고, 다른 한편으로는 강수량 감소 등의 기후변화 그리고 폐기물 증가 및 토양 오염 등의 수질 오염과 같은 공급 감소에서 오기도 한다.

이러한 예외적 상황을 제외하고 또 군사안보 가치와 대비되어서는 생태환경이 공공재적임은 분명한 사실이다. 한 국가가 누리는 생태환경 가치는 다른 국가도 자유롭게 누릴 수가 있고, 또 한 국가가 생태환경 가치를 누린다고 해서 다른 국가가 누릴 가치의 크기가 줄어드는 것은 아니다. 즉, 생태환경은 비배제적이면서 비경합적인 가치인 것이다. 실제로 타국에 대한 생태환경적 지원은 자국의 생태환경을 위협하기보다 오히려 증진시킬 때가 많다. 정치군사적으로 적대적인 국가 간에도 생태환경적 공공재의 생산 및 향유에 대해 묵시적으로 합의할 수도 있다. 즉, 생태환경의 비경합성이 생태환경의 협력 가능성을 증진시킨다.

**그림 1** 공공재의 협력 및 갈등 효과



자연 상태는 한편으로 낭만적인 시인에 의해 목가적 아르카디아(Arcadia)로 묘사되기도 하고, 다른 한편으로는 고통의 겐세마네(Gethsemane)로 묘사되기도 한다. 자연 상태에 대한 장-자크 루소의 견해만 해도 만인 대 만인의 투쟁으로 보는 토마스 홉스의 자연 상태와 다르다. 자연 상태로의 복원을 지향하는 생태환경 사업은 참여자의 협력을 무조건 유도한다고 주장되기도 했지만, 협력에 기여하는 생태환경 사업도 있고 또 반대로 상호 갈등을 일으키는 생태환경 사업도 있다.

대부분의 생태환경 사업은 협력이 필수적이다. 공동사업은 협력 없이 이뤄지기 어렵기 때문에 협력을 유도하기도 하지만, 반대로 추진 과정에서 상호 합의가 요구되기 때문에 갈등을 유발하기도 한다. 공공재를 둘러싼 갈등은 공유재와 마찬가지로 비배제성에서 나오기도 한다. 공공재는 생산 비용을 부담하지 않는 자도 그 공공재 소비에 아무런 제한을 받지 않기 때문에 생산 비용을 부담하지 않으려는, 이른바 무임승차의 경향이 있다. 이러한 무임승차 행위는 확산되기 쉽기 때문에 무임승차자를 배제할 수 없으면 공공재 생산에 어려움을 겪을 수 있다. 이러한 비배제성에서 연유하는 생산비용 분담 갈등은 생태환경적 공공재에서도 예외가 아니다. 예컨대, 지구 온난화가 인류 모두를 위협한다고 공동으로 인식하고 있어도 탄소배출 감축에 큰 진전이 없는 이유 가운데 하나는 비용분담 문제이다. 그래서 생태환경적 공공재 생산이 쉽지 않다.

**표 2** 군사안보 및 생태환경에서의 갈등과 협력

		군사안보	
		갈등	협력
생태 환경	갈등	군사안보 및 생태환경에서의 갈등	군사동맹국 간의 생태환경 갈등
	협력	군사 대치 속의 생태환경 협력	군사안보 및 생태환경에서의 협력

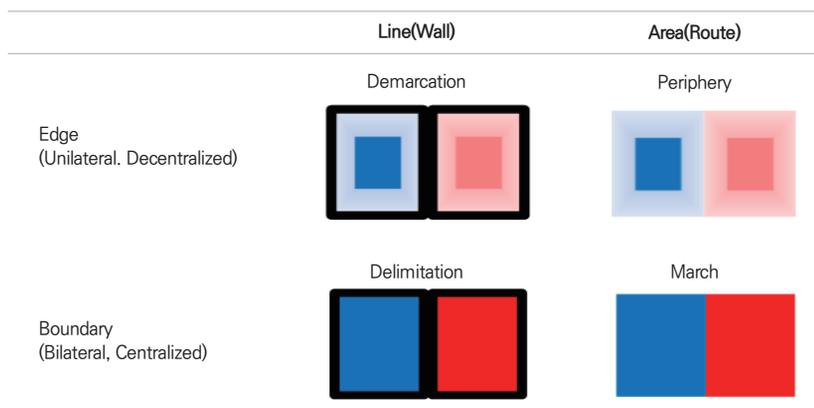
안보와 생태환경 모두에서 갈등 관계인 상황 그리고 안보와 생태환경 모두에서 협력 관계인 상황이 있다. 그렇지만 <표 2>에서 보듯이 국제관계에서 안보 협력과 생태환경 협력이 늘 함께 가지는 않는다.

군사대치 속에서도 생태환경 분야에서는 협력이 이루어지는 경우가 있고, 또 군사동맹국 간에 생태환경적 갈등이 있는 경우도 있다. 이 글에서는 생태안보 협력과 군사안보 협력 간의 관계에 주목하고자 한다.

생태환경 협력은 국경의 의미를 약화시킬 수 있다. 군사안보가 전통적 국제정치관에 따른 근대적 가치인 반면에, 생태환경은 탈(脫)근대적 가치로 볼 수 있다. 군사안보를 규정하는 지리적 범위와 생태환경을 규정하는 지리적 범위는 일치하지 않는다. 국경 속성은 각기 두 가지 속성으로 구분되는 두 가지 기준에 의해 총 네 가지로 분류될 수 있다.<sup>2)</sup> 첫 번째 기준은 접경이 한 정치체제의 중앙과는 다른 가장자리인 변(邊; edge)인지, 아니면 접경이 중앙과 매우 유사하고 두 정치체제 사이를 구분하는 경(境; boundary)인지이다. 두 번째 기준은 정치체제의 안과 밖을 구분하는 계(界; 담; line or wall)인지 아니면 한 정치체제와 다른 정치체제 사이의 완충지대인 방(方; 통로; area, route, path, route, or window)인지이다. ‘계’가 한 주권국가의 관할권이 미치는 지역과 미치지 않는 지역을 구분하는 것이라면, ‘방’에서는 법적·사실적 관할권이 그렇게 분명하지 않다. 특정 지역에서는 ‘계’ 개념의 근대적 국경 속성에 ‘방’ 개념의 전근대적 또는 탈근대적 국경 속성이 보충되어 있기도 한다.

두 가지 국경 속성의 기준에서 네 가지 국경 종류가 나온다. 즉 경계(境界; demarcations), 변계(邊界; delimitations), 경방(境方; marches), 변방(邊方; peripheries) 등이다. 네 가지 가운데 어떤 종류의 국경이냐에 따라 초국경(trans-border) 협력의 가능성과 전개방식도 달라진다.

그림 2    경계, 변계, 경방, 변방



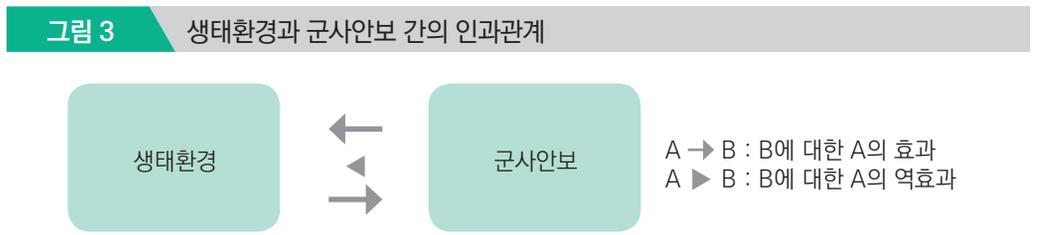
자료: Chae-Han Kim, “The Resurgence of Territorial and Maritime Issues in the Post-Modern Era,” *Journal of Territorial and Maritime Studies*, Vol.1, No.1, 2014, p.8.

2) 김재한(2009), “접경지역에서의 국제적 협력 사례연구” 『21세기정치학회보』 제19권 제3호, pp.305~328.

첫째, 군사적으로 또는 이념적으로 대결 중인 인접국 사이의 국경은 경계(demarcation)이다. 둘째, 배타적 소유권 대신에 인적·생태적 교류 루트로 기능하는 국경은 변방(periphery)으로 불릴 수 있다. 셋째, 국경선이 뚜렷하고 또 한 국가의 중심지와 뚜렷이 구분되는 국경 지역은 변계(delimitation)이다. 넷째, 가장자리 성격이 약한 접경 지역에 넓게 걸쳐 형성되어 있는 국경 지역은 경방(march)으로 불릴 수 있다. 이들 가운데 생태안보 가능성이 가장 큰 국경은 변방이고, 그 다음으로 큰 국경은 경방이다.

## 2. 생태환경과 군사안보 간의 인과관계

생태환경적 양국관계와 군사안보적 양국관계 간의 인과관계는 세 가지이다. <그림 3>과 <표 3>에서 보듯이, 양국 간의 생태환경 협력이 양국 간의 정치군사 관계를 악화시켰거나 반대로 양국 간의 생태환경 갈등이 양국 간의 정치군사 관계를 증진시킨 사례는 발견할 수 없다. 대신에 나머지 3개의 인과관계는 논리적으로 추론되고 또 현실 세계에서도 관찰된다.



**표 3** 환경 협력과 안보 협력 간의 인과관계

		안보 협력의 환경 효과	환경 협력의 안보 효과
안보 협력과 환경 협력 간 순효과	긍정	환경 협력을 가져다주는 데탕트	데탕트를 가져다주는 환경 협력
	부정	생태환경을 훼손하는 전쟁	군사 분쟁을 야기하는 환경 갈등
안보 협력과 환경 협력 간 역효과		인간 출입 금지로 생태계 복원을 가져다주는 군사적 대처	알려진 사례가 없음

### (1) 안보 협력의 환경 효과

양국 간의 정치군사 관계가 악화되면 양국의 생태환경은 훼손되기도 한다. 전쟁으로 훼손된 생태환경은 정치군사적 적대감이 생태환경에 미친 부정적 효과의 예이다. 두 차례의 세계대전은 유럽의

생태환경을 심각하게 훼손시켰다. 6.25전쟁도 한반도의 생태계를 파괴하였다.

반대로, 양국의 안정적인 정치군사적 유대는 생태환경 공동사업도 활성화시킬 수 있다. 이는 정치군사 협력의 긍정적인 환경 효과이다. 유럽의 경우, 데탕트 직후 생태환경 협력이 진행되었다. 1975년 유럽안보협력회의(Conference on Security and Cooperation in Europe) 35개 참가국은 헬싱키 최종의정서(Helsinki Final Act)를 채택하였다. 서명국에게 준수를 의무화하는 대신에 신뢰구축방안에 주력한 헬싱키 최종의정서에는 환경 협력을 규정한 바스켓(Basket) II가 포함되었다. 정치군사 협력이 환경 협력을 가져다준 다른 예는 냉전 종식이다. 냉전이 끝나면서 유럽 대륙을 정치군사적으로 둘러싼 철의 장막(iron Curtain)은 자연보전을 위한 유럽 그린벨트가 되었다. 정치군사 관계의 증진이 생태환경 협력을 가능하게 했던 것이다.

## (2) 안보 협력의 환경 역효과

안보 협력과 환경 협력은 양(+)의 관계뿐 아니라 음(-)의 관계일 수도 있다. 군사적으로 서로 대치 중인 두 국가는 상호교류가 드문 편이다. 국경 지역이 차단되어 인간의 출입을 제한하다 보니 의도치 않게 생태계가 복원되기도 한다. 예컨대, 한반도의 군사적 대치는 민간인의 남북한 접경지역 출입을 철저하게 제한하는 남북한 인적 교류의 장애물이었다. 동시에 한반도 비무장지대는 인간의 접근을 제한함으로써 결과적으로 자연 상태를 일부 복원하였다. 이러한 생태 보전은 비무장지대의 의도된 목적이 아니었으며 군사적 대치의 긍정적 외부효과일 뿐이다.

다수의 환경운동가들은 남북한 화해 또는 통일이 비무장지대를 관통하는 빈번한 교류를 가져다줄 것이고 이 빈번한 교류가 비무장지대 생태계를 훼손할까 우려한다. 이는 정치군사적 적대 관계가 오히려 생태환경에는 도움 되는 역효과의 드문 예이다.

## (3) 환경 협력의 안보 효과

생태환경의 문제에서 군사안보의 문제로 가는 경로 가운데 하나는 생태환경 갈등이 안보 수준을 악화시키는 상황이다. 양국 간의 환경 갈등은 안보 또는 정치에 위기를 가져다줄 수 있다. 때때로 수자원 및 대기의 사용과 오염 문제로 인한 갈등이 인접국 간 정치군사 관계를 악화시킨다. 이는 환경 이슈로 안보 관계가 악화되는 사례이다.

일반적으로 식량난과 에너지난을 겪는 국가의 정권은 식량 및 에너지 보급을 위해 인접국에 도발하는 경향이 있다. 물론 반드시 그렇지는 않다. 예컨대, 북한의 기근 자체는 한반도 안보에 미치는 영향이 매우 제한적일 수 있다. 부에노 데 메스퀴타(Bruce Bueno de Mesquita)의 선출인단(selectorate)

이론 연구에 따르면, 북한에는 수백만 명의 선출인단이 있어도 소수의 지배연합(winning coalition)에게만 개별적인 보상을 제공하면 정권이 유지된다.<sup>3)</sup> 일반 주민에게 큰 고통인 식량난과 에너지난이 북한 정권에는 큰 문제가 되지 않는다. 따라서 인구, 식량, 에너지, 물, 산불, 대기 등과 같은 전통적 환경 이슈는 한반도 안보에 직접 위협적이지 않을 수도 있는 것이다.

이제 생태환경이 가져다주는 평화적 효과를 살펴보자. 그린피스(Greenpeace)와 같은 환경단체 활동은 이 범주에 해당한다. 전쟁의 환경 파괴 효과는 환경론자에게 전쟁을 금지시키는 활동을 자연스럽게 유도한다. 물론 그러한 활동이 실제 전쟁을 억제시키는지에 대해서는 서로 다른 주장들이 제기된다.

오래 전부터 기능주의(functionalism) 또는 통합(integration) 이론에서는 비(非)군사적 교류가 정치군사적 협력을 이끈다고 주장해왔다. 생태환경 협력도 비군사적 교류이기 때문에 평화적 효과가 있다고 해석되기도 한다. 그러나 생태환경 협력이 정치군사 협력으로 전개된 실제 사례는 많지 않다. 오히려 데탕트와 같은 정치군사 협력이 생태환경 협력을 용이하게 하였다. 예컨대, 동서독 경계선 일대에 조성된 독일 그린벨트(Grünes Band Deutschland)는 동서독 통일 이전이 아니라 통일 이후에 설정된 것이다.<sup>4)</sup> 다시 말해서, 동서독 간의 그린벨트가 먼저 설정되어 동서독의 정치적 관계 개선 및 통일을 가져다준 것이 아니라, 동서독의 정치적 관계 개선 및 통일이 동서독 간의 군사적 대치선을 생태환경 협력의 장소로 바꾼 것이다.

이러한 사실은 불안한 안보를 증진시키기 위해 생태환경적 관심사를 활용해야 한다거나 또는 생태환경 협력이 불안정한 정치군사 관계를 안정적인 관계로 바꿀 수 있다고 믿는 사람들에게는 불편한 진실이다. 그렇지만 환경 협력이 곧 안보 협력으로 이어지지는 않더라도 안보 협력은 환경 협력이 함께 진행될 때 더 강화된다는 점 역시 사실이다.

동서 진영의 발트해 보호 협력은 동서 간 정치군사적 갈등을 완화하고 긴장이 고조된 시절에는 의사소통의 기능을 수행하였다. 발트해 환경보호 협력은 단순히 환경 문제를 관리하는 것 이상이라는 인식이 공유되었기 때문에 서유럽 국가들이 북해 환경보호보다 발트해 환경보호를 우선적으로 추진하였다.

아시아에서는 재조림과 같은 중국-일본 간 환경 협력이 비록 양국 간의 지속적 평화 기제로 작동하지는 못했더라도 신뢰구축방안이 부족한 상황에서 그런 역할을 일부 수행하였다. 상대국

3) 김재한(2018), “선출인단 이론과 북한 핵 문제” 『통일전략』 제18권 제4호, pp.183~209.

4) 김규현·김재한(2015), 『비무장지대를 넘는 길』 아마존의나비, p.225.

자연재해에 대한 구조지원 역시 양국 간 신뢰를 증진시킨 것으로 평가된다.

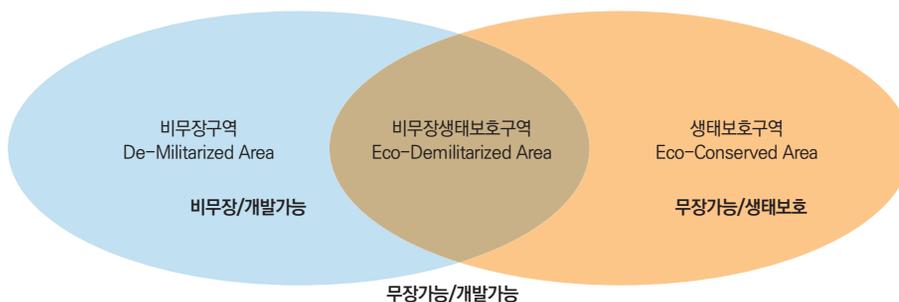
생태환경 협력이 정치군사적 긴장을 완화한다는 주장은 초국경 생물다양성 협력의 사례에서 더 설득적이다. 왜냐하면 생태환경 협력이 적대국 간의 접촉과 대화 기회를 가져다주기 때문이다. 남아프리카공화국과 보츠와나 간의 칼라가디(Kgalagadi) 초국경 평화공원 그리고 에콰도르와 페루 간의 콘도르산맥(Cordillera del Condor) 평화공원은 생태평화공원의 예로 자주 거론되고 있다.

발트해 보호를 위한 협력 사업과 초국경 평화공원은 정치군사 관계가 악화되었을 때에도 계속되었다. 1979년 소련의 아프가니스탄 침공으로 고조된 긴장 국면에서도 발트해 협력 사업은 철회되지 않았다. 인접국 사이에 설정된 초국경 평화공원은 정치군사적 긴장이 고조되었을 때에도 대부분 폐쇄되지 않았다. 왜냐하면 환경 협력을 중단해봤자 상대국에 큰 손실을 끼칠 수 있는 것이 아니기 때문이었다. 환경 협력이 정치군사 데탕트에 의해 시작되었더라도 이후에는 데탕트 없이도 지속하고 또 데탕트 복원에 기여하는 것이다. 이처럼 생태환경 협력은 장기적 효과를 지니기 때문에 장기적 관점에서 추진되어야 한다.

### 3. 비무장과 생태가치의 양립

한반도에서 어떻게 평화를 구축하면서 동시에 생물다양성을 보전할 수 있을까? 한반도 비무장지대의 생물다양성은 군사화에서 오는 것이 아니라 인간 출입의 제한에서 오는 것이다. 정전협정에서 규정한 기존 비무장지대와 별개로 비무장구역(DMA: De-Militarized Area)과 생태보호구역(ECA: Eco-Conserved Area)을 설정할 필요가 있다. 비무장구역과 생태보호구역이 중첩되는 곳은 비무장생태보호구역(EDA: Eco-Demilitarized Area)으로 불릴 수 있다.

그림 4 비무장구역과 생태보호구역



출처: 김재한 외(2002), 『DMZ III - 접경지역의 화해·협력』 소화, p.228.

남북한이 비무장구역과 생태보호구역의 설정 위치에 합의할 수 없다면, 구체적인 위치 대신에 각자가 설정해야 할 비무장구역 전체 면적과 생태보호구역 전체 면적만을 합의해도 큰 진전이다. 그 경우, 각자 자신의 관할지역 가운데 자신이 원하는 곳에 비무장구역과 생태보호구역을 합의된 면적만큼 설정하면 된다. 물론 상대국이 방문하거나 상주하여 감시하고 검증하는 것을 허용해야 한다. 아니면 일정 대가를 상대에게 지불하고 그 지역을 임대하여 생물다양성과 비무장을 추진할 수도 있을 것이다. 북한이 무력화시키려는 정전협정에서 규정한 비무장지대에 집착하는 것보다, 새로운 비무장구역과 생태보호구역을 설정하는 것이 더 쉬울 수도 있다.

물의 비무장지대뿐 아니라 수역에서도 생태안보적 활용이 필요하다. 왜냐하면 물이야말로 매우 공유적인 존재이기 때문이다. 교류 또는 협력은 당사자 의지에 따라 크게 좌우되는데, 만일 당사자 의지와 관계없이 항시 오고가는 것이 있다면 교류와 협력의 가능성은 증대된다고 볼 수 있다. 남북한 간에 이동하는 대표적인 존재는 물이다. 물을 매개로 하여 상호이익을 가져다주는 협력은 물이 갑자기 사라지는 것은 아니기 때문에 그 협력이 지속될 수도 있다.

예컨대, 한강은 공유 하천이다. 남한 내 광역자치단체만 봐도 강원도, 충청북도, 경기도, 서울특별시, 인천광역시(굴포천, 청천천, 계산천) 간에 공유되고 있다. 남북한 간의 공유 하천으로는 남강과 임진강 외에 한강(북한강)이 중요하게 자리 잡고 있다. 한강 하구(Han River Estuary)는 조선시대와 일제강점기 때에 여러 선박들로 변화했던 모습을 오늘날 관찰할 수 없고, 흐르는 강물 위에 분단선이 엄존하고 있다. 이러한 한강 하구에 생태안보 개념을 적용할 수 있다. 그럼에도 불구하고 한강 하구는 비무장지대가 아니라는 주장이 제기되고 있고, 기존 아이디어를 잘못 이해하여 걸만 번지르르한 정책이 제안되기도 하며, 공공재와 공유재를 혼용하여 논리적으로 모순된 정책이 제기되기도 하는 것이 현재의 상황이다. 1953년 10월 3일 군사정전위원회 제22차 회의에서 쌍방은 민간인 출입에 관한 일부 조항을 제외하고 비무장지대에 적용한 모든 정전협정 조항이 한강 하구 수역에도 적용된다고 명시하였다. 또 공유재와 공공재는 각각 경합적이고 비경합적이기 때문에 협력의 기제가 매우 다를 수밖에 없다.

쌍방 모두가 쌍방의 무장보다 쌍방의 비무장을 선호함에도 불구하고, 상대가 무장했을 때 자신만 비무장하면 안보의 위험이 매우 크다는 점에서 상호 비무장은 잘 진척되지 못한다. 반면에 환경 협력은 안보 협력에 비해 리스크가 작다. 한반도 접경지역이 글로벌 공공재로 기능하려면 생태안보의 재화적 속성을 면밀하게 파악하면서 추진해야 할 것이다.



## 백두산 화산 : 남북 협력의 현황과 그 방향성에 대한 검토

\* 정기용

### 1. 한반도의 자연재해와 백두산 화산

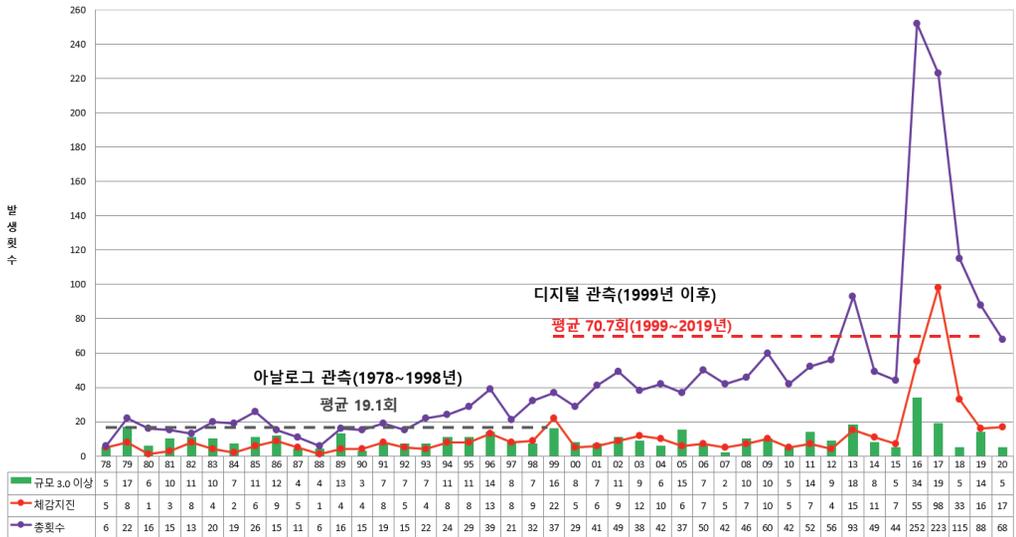
한반도에서 발생하는 자연재해의 종류는 매우 다양하다. 태풍과 홍수, 집중 강우와 강풍, 해일과 풍랑, 낙뢰와 지진, 가뭄과 황사, 화산활동 등 매우 다양한 자연현상이 우리의 일상을 위협할 수 있다. 이러한 자연재해 중 태풍과 홍수는 잦은 발생으로 인해 우리에게 매우 익숙할 뿐 아니라 대처 방안도 잘 마련되어 있는 반면, 지진과 화산활동은 경험하기 힘든 까닭에 익숙하지 않을 뿐더러 발생했을 경우의 대처 방안 또한 충분히 마련되어 있다고 보기 힘들다.

보통의 대한민국 국민들에게 지진과 화산이란 공감하기 힘든 먼 나라 이야기일 뿐, 그 피해가 우리에게 닥칠 것이라고 생각하는 사람은 많지 않은 것이 사실이다. 그러나 2016년 9월 12일 경주에서 규모(MI: Magnitude Index) 5.8의 지진이 발생하였고, 2017년 11월 15일에는 포항에서 규모 5.4의 지진이 발생함으로써 한반도 또한 지진으로부터 안전하지 않다는 경각심을 불러 일으켰으며<sup>1)</sup> 다른 자연재해의 가능성에 관해서도 관심을 갖는 계기가 되었다. 사실 그 규모가 크지 않을 뿐 한반도에서 지진은 꾸준히 관측되어 왔고, 근자에 이르러서는 횟수와 규모가 증가하고 있음을 확인할 수 있다(그림 1 참조).

\* 한국외국어대학교 국제지역연구센터 HK+국가전략사업단 HK교수 · jgw@hufs.ac.kr

1) 경주 지진은 1978년 대한민국에서 지진 관측이 시작된 이래 가장 강력한 지진이다.

**그림 1**      국내외 지진 발생 추이



자료: 기상청 [http://www.weather.go.kr/weather/earthquake\\_volcano/domestictrend.jsp](http://www.weather.go.kr/weather/earthquake_volcano/domestictrend.jsp) (검색일: 2021. 5. 15).

지진이 드물기는 하지만 가끔씩은 경험할 수 있는 자연재해라면, 한반도에서의 화산분화는 기록으로만 남아 있을 뿐 관찰하기 힘든 현상이다. 기록에 남아 있는 가장 최근의 화산분화는 1903년과 1925년, 백두산에서 발생하였다.<sup>2)</sup> 백두산 화산은 휴화산으로 알려져 있고, 우리나라 사람들도 대부분 백두산 화산분화를 심각한 위협으로 인식하지 않는다. 그러나 사실 백두산은 현재 활화산으로 분류되고 있으며,<sup>3)</sup> 언제든 분화할 수 있다.

한국의 보통 사람들이 백두산 화산분화 문제에 관심을 가지게 된 것은 2000년대에 들어서였으며, 이러한 대중적 관심 때문에 최근에는 백두산 화산분화를 소재로 한 영화 또한 개봉된 바 있다. 2019년 12월 19일 개봉한 영화 <백두산>은 한국사회에 백두산 화산이 분화할 것인가에 대한 대중적 관심을 크게 환기시키는 계기가 되었다.

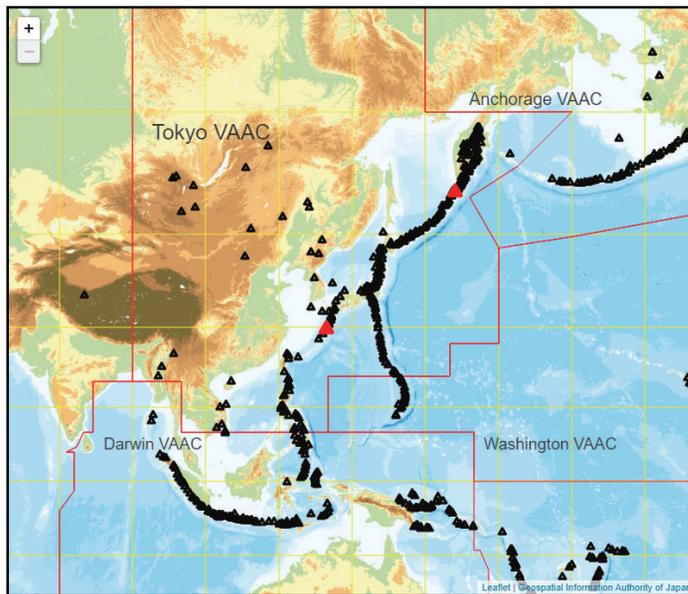
현재 기상청이 감시하고 있는 도쿄 화산재주의보센터(VAAC: Volcanic Ash Advisory Center)

2) 기상청 [한반도 화산현황 - 백두산 화산분화 현황] [http://www.weather.go.kr/weather/earthquake\\_volcano/volcano\\_02\\_1.jsp](http://www.weather.go.kr/weather/earthquake_volcano/volcano_02_1.jsp) (검색일: 2021. 5. 15).

3) 백두산은 1996년 국제지질대회(중국 북경) 이후 잠재적 분화위험이 있는 활화산으로 규정되었다. 강주화·유순영·윤성민·최기홍(2013), “화산재 양에 따른 피해와 사회·경제적 영향 분석” 『한국지구과학회지』, 34:6, p.537.

구역 내 화산은 우리나라에 영향을 미칠 가능성이 높지만(그림 2의 Tokyo VAAC 빨간 선 내부 영역), 백두산의 경우 이 구역 내에 위치해 있음에도 북한과의 협력 부족으로 직접적인 감시나 관찰을 하지 못하고 있다.

그림 2 도쿄 화산재주의보센터 감시구역



자료: 도쿄 화산재주의보센터 <http://ds.data.jma.go.jp/svd/vaac/data/> (검색일: 2021. 5. 15).

## 2. 백두산 화산 연구 현황

사실 백두산 화산은 10세기 이후 매 세기마다 분화하였다. 900년 이후 기록에 남아 있는 백두산 화산분화 횟수는 무려 31회에 달한다. 이는 백두산이 언제든지 다시 폭발할 수 있음을 의미한다. 특히 2012년 5월 일본 도호쿠(東北)대학 명예교수(화산학)인 다니구치 히로마쓰(谷口宏充)가 일본지구과학학회(日本地球惑星科学連合) 학술회의에서 연구발표(日本の巨大地震と白頭山噴火活動との時代的相関)를 통해 2011년 발생한 동일본 대지진의 지각판 운동 영향으로 백두산 화산이 분화할 가능성은 2019년 까지 68%, 2032년까지 99%의 가능성을 갖는다고 주장하고,<sup>4)</sup> 일부 국내 연구자들 또한 이러한 주장에

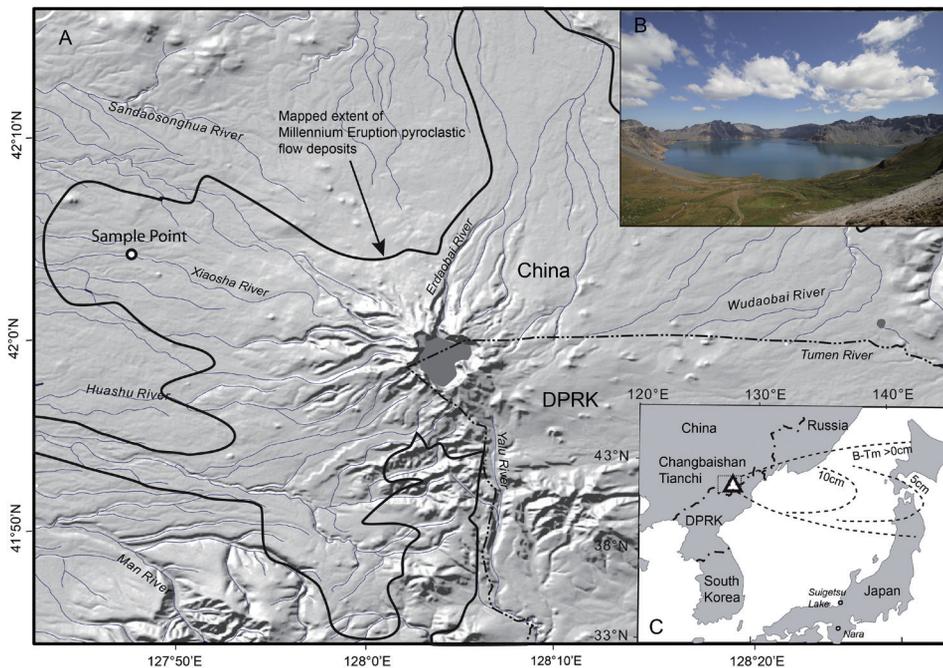
4) <https://confit.atlas.jp/guide/event/jpgu2016/subject/SCG62-P02/detail?lang=ja> (검색일: 2021. 5. 15).

동의하면서 백두산 화산분화 대비의 필요성을 강조하였다. 이 예측이 맞다고 전제한다면, 다음 분화까지 시간이 얼마 남지 않았으나, 현재 이에 대한 우리의 대비가 충분하다고 보기는 힘들다.

백두산은 과연 분화할 것인가, 또 분화한다면 언제 분화할 것이며, 그 규모는 어느 정도일까? 이 질문에 대한 여러 대답이 존재한다. 그러나 그중 어떤 것이 정답인가에 대해서는 알 수 없다. 다만 우리가 우려하는 것은 백두산 분화의 규모가 소위 역대급에 이르러 그로 인한 피해의 정도가 극심할 경우이다.

이러한 두려움은 ‘백두산 분화로 인한 발해 멸망 설(說)’과 무관하다고 할 수 없다. 10세기 경 분화하였던 백두산 화산 폭발이 엄청나서 그 화산재가 그린란드에서도 발견될 만큼 피해가 컸고,<sup>5)</sup> 그로 인해 발해가 멸망하였다는 것이다. 그러나 ‘백두산 분화로 인한 발해 멸망’은 사실이 아님이 과학적 조사를 통해 밝혀졌다.

그림 3 946년 백두산 화산분화에 대한 상황 정보



자료: Clive Oppenheimer et al.(2017), “Multi-proxy dating the ‘Millennium Eruption’ of Changbaishan to late946 CE”

5) Chunqing Sun et al.(2014), “Ash from Changbaishan Millennium eruption recorded in Greenland ice: implications for determining the eruption’s timing and impact” Geophysical Research Letters, 41:2, pp.694~701.

과거의 연구들은 백두산 폭발의 정확한 연도를 특정하지 못하고 920년대에서 950년대 사이에 발생하였다고 추정하였다. 하지만 영국 케임브리지대학의 오펜하이머(Clive Oppenheimer) 박사는 화산재와 나무의 나이테를 활용한 연구로 백두산 화산분화가 946년에 발생하였음을 밝혀냄으로써 926년에 멸망한 것으로 기록된 발해 멸망과 관련이 없음을 증명하였다(그림 3 참조).<sup>6)</sup>

한국에서 백두산 화산분화 연구와 관련하여 가장 활발히 활동하고 있을 뿐만 아니라 널리 알려진 학자는 부산대 지구과학교육과의 윤성호 교수다. 윤교수는 현재 ‘화산특화연구센터’를 운영하고 있는데, 이는 기상청으로부터 지원받는 연구의 일환이다. ‘화산특화연구센터’는 백두산 화산의 전조현상 및 분화 예측을 위해 중국과 협력하여 ‘한-중 백두산 공동 관측 장기연구’를 진행하고 있다.<sup>7)</sup>

윤교수는 연구활동은 물론 언론과의 인터뷰 등을 통해 백두산 화산분화 예측을 위한 연구의 필요성을 강조해왔는데, 윤교수를 비롯한 일단의 연구진이 발표한 백두산 화산분화 시나리오 및 예상 피해액 등은 사회의 비상한 관심을 끌었다. 사실 백두산 화산이 분화한다고 할지라도 언제 어떻게 분화하느냐에 따라 피해액은 달라질 수밖에 없는데, 어떠한 시나리오를 적용하느냐에 따라 3,000억 원<sup>8)</sup>에서 11조 1,895억 3,300만 원<sup>9)</sup>에 이르기까지 다양하다. 윤교수의 연구는 최악의 상황을 상정한 시나리오였는데, 11조라는 액수가 언론을 통해 보도되면서 대중의 관심이 급증하자 이에 놀란 국민안전처가 긴급하게 보도자료를 통해 추가 설명을 하는 사태까지 벌어진 적이 있다.<sup>10)</sup>

사실 위기에 대비하기 위한 연구를 진행함에 있어 최악의 상황을 상정해야 하는 것은 지극히 당연한 일인 까닭에 윤교수의 연구가 과장되었다고 비난할 이유는 없다. 보다 근본적인 문제는 최악의 상황을 상정하기 위해서라도 상황 발생 가능성을 예측하기 위한 데이터를 확보해야 하는데, 현재의 상태로서는

6) A는 화산의 위치와 나이테를 분석하는데 사용된 낙엽송 샘플을 얻은 장소를 나타내며, B는 중국 쪽에서 찍은 백두산 천지의 사진이고, C는 오펜하이머 박사의 연구에서 언급된 백두산 화산재 검출 지역을 보여준다. 발해 멸망과 관련하여 일부에서는 백두산이 분화한 것은 946년이지만, 그 이전에 발생한 잦은 분화가 발해 멸망의 원인이 되었을 것이라고 주장하기도 한다.

7) 이범수(2019), “백두산 화산 폭발시 피해액 11조” 『서울신문』 (4. 16).

8) 유순영·이윤정·윤성민·최기홍(2014), “백두산 화산분화 시나리오에 따른 경제적 손실 평가” 『자원환경지질』, 47:3, pp.205~217.

9) 윤교수는 2011년에서 2013년에 걸쳐 8개의 사례일을 선정하고 같은 조건 하에서 어떠한 피해가 발생하는지를 추산하였다. 이 중 최악의 피해가 발생할 것으로 예측되는 사례일은 2013년 6월 7일로 직·간접 피해액의 합계가 11조 1,895억 3,300만 원에 달하는 것으로 예측되었다. 윤성호(2015), “화산재해에 따른 사회·경제적 영향 예측 기술 개발” 『국민안전처 연구용역 보고서』, pp.170~171.

10) 국민안전처 설명자료 [https://www.mois.go.kr/mpss/safe/open/elucidation/%3Bjsessionid=YCYDqAqJ8PFTovLNo3zeBI47.node11?boardId=bbs\\_0000000000000048&mode=view&cntId=39&category=&pageldx=8&searchCondition=&searchKeyword=](https://www.mois.go.kr/mpss/safe/open/elucidation/%3Bjsessionid=YCYDqAqJ8PFTovLNo3zeBI47.node11?boardId=bbs_0000000000000048&mode=view&cntId=39&category=&pageldx=8&searchCondition=&searchKeyword=) (검색일: 2021. 5. 15).

백두산 화산분화와 관련한 데이터를 확보할 방법이 없다는 사실이다. 예측을 위한 원자료(raw data) 확보를 위해서는 무엇보다도 북한과의 협력이 중요한데, 현재 백두산 분화 관련 연구를 위한 남북협력은 전무하다시피 하다.

### 3. 남북 협력 현황

북한 또한 백두산 화산분화 가능성에 대하여 위협감을 느끼고 있다. 그리고 이러한 문제를 해결하기 위해 가장 좋은 방법은 한국과 협력하는 것이다. 그러나 익히 인지하고 있듯이 이 분야와 관련한 남북 협력은 전무한 수준이다. 사실 현재의 상황에서 남북 협력의 모든 분야가 마찬가지겠지만, 특히 환경분야에서의 협력은 미미한 수준이다. 그렇다면 현재 남북한 환경 협력은 어느 수준에 도달해 있는가?

표 1 남북 환경협력 사례들

제안자 및 제안시기	제안내용 및 성과
남 1992년 유엔환경개발회의	비무장지대 생태계 공동 조사 등 생태계 보전을 위한 남북협력 - 후속조치 없음
남 1994년 유엔 아시아태평양 경제사회위원회 & 세계기상기구 태풍위원회	서울-평양 간 기상통신회선 개설과 기후자료 및 연구보고서 정례 교환 제의 - 북한 거부
남 2000년 정상회담 후 개최된 2차 장관급회담	임진강 수해 방지 공동사업 합의 - 2004년까지 3회, 세 차례 남북 임진강 수해 방지 실무협의회를 열어 양측이 자기 지역에 대한 단독 조사를 거쳐 공동 조사를 실시하기로 결정. 단독 조사 결과는 2005년에 교환되었으나 북한이 군사적 보장조치 미비 등을 이유로 협의를 지연시켜 공동 조사는 실현되지 못하였음
남 2000년 정상회담 및 8·15 남북이산가족 상호방문 기간	김포, 순안, 서해 향로상의 기상정보 교환
남 2000년 정상회담 이후 장관급 회담	기상자료 공유와 상호 제공 - 후속조치 없음
남 2006년 4월 장관급 회담	자연재해 방지 등 협력 사업 추진에 대해 논의 - 2007년 10월 금강산 관광지구와 개성공단에 자동기상관측장비와 황사관측장비 설치
남북 2007년 12월 남북기상협력실무접촉	기상정보 교환, 기상설비 현대화, 기상인력 및 기술교류 등 합의
남북 2007년 12월 남북보건 의료·환경보호협력분과위원회 회의	백두산 화산 공동연구, 대기오염 측정설비 평양 설치, 양묘장 설치 등 산림녹화사업, 산림병충해 방지를 위한 공동 조사·구제 등에 합의

제안자 및 제안시기	제안내용 및 성과
남 2003년 5월, 2005년 7월 남북경제협력추진위원회	수해 방지를 위해 북한강 임남댐과 임진강에 위치한 댐들의 방류 계획 통보에 대한 북측의 약속 - 2003년과 2005년에만 작동
남북 2009년 10월 임진강 수해방지 실무회담	댐 방류 시 남측에 통보하기로 합의
남 박근혜 정부 대선 공약	남북환경공동체 구현 - 환경 기술 남북 공동연구 및 인력교류, 북한 나무심기 지원, 공적개발원조를 통한 환경 기초시설 건설 지원, 개성공단 내 재생에너지 단지 구축 - 이후 그린데탕트라는 이름으로 종합되어 국정과제로 내세워졌으나 후속조치 불발

자료: 김유철·이상근(2018), “남북한 환경협력의 전망과 이행전략: 내재적 특성과 구조 변동을 중심으로” 『통일정책연구』 27:1, pp.67~73의 내용을 바탕으로 저자 수정·보완 작성.

남북한 환경협력의 법적 근거는 1992년 2월에 발효된 남북기본합의서에서 찾을 수 있다. 기본합의서 제16조는 “남과 북은 과학·기술·교육·문화·예술·보건·체육·환경과 출판·보도 등 여러 분야에서 교류와 협력을 실시한다.”고 명시하고 있으며,<sup>11)</sup> 기본합의서의 제3장 교류·협력관련 부속합의서 제2조 1항에서도 “남과 북은 과학·기술·환경 분야에서 정보자료의 교환, 해당 기관과 단체, 인원들 사이의 공동연구 및 조사, 산업부문의 기술협력과 기술자, 전문가들의 교류를 실현하며 환경보호 대책을 공동으로 세운다.”고 규정하고 있다.<sup>12)</sup> <표 1>은 기본합의서 발효 이후 남북 환경협력의 시도들을 보여준다. <표 1>에서 볼 수 있듯이, 남측은 북측에 대하여 꾸준히 협력을 제안하였으나 그 성과는 미미하였다.

**표 2** 역대 정부의 남북 환경협력 구상

대통령	환경협력 구상의 내용	평가
노태우	정보자료의 교환, 해당 기관 및 인원들 사이의 공동연구 및 조사, 산업부문의 기술협력과 기술자, 전문가들의 교류, 공동 환경보호대책 수립	남북기본합의서 등을 통한 원칙적 수준의 합의
	남북기본합의서 제16조, 부속합의서 제2조 1항	
김영삼	유관 국제기구를 통한 기상 등 세부분야 협력시도	협력의 범위가 제한되어 있었으며, 북한의 협력을 이끌어 낼 정도의 유인 구조를 만들어 내지 못하였음

11) 남북기본합의서 전문 <http://www.peoplepower21.org/Peace/566909> (검색일: 2021. 5. 15).

12) 남북기본합의서의 부속합의서 전문 <http://www.peoplepower21.org/Peace/566913> (검색일: 2021. 5. 15).

대통령	환경협력 구상의 내용	평가
김대중	6·15 공동선언 등 원칙적 합의와 실무협의를 통한 공동조사 등 환경협력 추진	원칙적 합의와 더불어 협소한 의제나마 실제적 공동행동의 수준에 이름
	2000년, 6·15 공동선언 제4항 - 남과 북은 경제협력을 통하여 민족경제를 균형적으로 발전시키고, 사회·문화·체육·보건·환경 등 제반 분야의 협력과 교류를 활성화하고 서로의 신뢰를 다져 나가기로 하였다.	
노무현	실무자 수준에서 기상, 자연재해 방지, 산림녹화 사업 등 협의를 통해 실질적 공동이행 노력	공동대응의 측면에서 일부 성과도 있었으나 협력이 제도화 수준에는 이르지 못함
	2007년, 10·4 선언 제5조 - 남과 북은 농업, 보건의료, 환경보호 등 협력사업을 진행하기로 하였다.	
이명박	산림복구 등 산발적 정책구상 이외에 협의 수준에 이른 환경협력 구상의 범위는 제한됨	경색된 남북관계 구도 속에서 환경협력이 독자적 협력의제로서의 기능을 하지 못함
박근혜	그린데탕트 구상하에, 환경기술 남북 공동연구·인력 교류, 북한 나무심기 지원, 공적개발원조(Official Development Assistance)를 통한 환경기초시설 건설 지원, 개성공단 내 재생에너지 단지 구축	핵·미사일 위기의 고조로 환경협력은 단순히 정책구상 차원에서만 논의됨
문재인	2018년, 9·19 공동선언 제2조 - 남과 북은 자연생태계의 보호 및 복원을 위한 남북 환경협력을 적극 추진하기로 하였다.	

자료: 김유철·이상근(2018), “남북한 환경협력의 전망과 이행전략: 내재적 특성과 구조 변동을 중심으로” 『통일정책연구』 27:1, p.71의 표를 바탕으로 저자 수정.

〈표 2〉는 역대 정부가 추진한 남북 환경협력 구상의 큰 틀을 보여준다. 지속적인 노력에도 불구하고 남북 환경협력은 성공적이지 못했고, 그 결과는 북한 인민의 고통으로 귀결된다. 북한의 취약한 방재 시스템과 이로 인한 북한 인민들의 피해상황에 관해서는 이미 많은 보고가 이루어진 바 있다. 시간이 좀 흐른 보고서이긴 하지만, 독일환경단체인 Germanwatch가 발간한 세계기후위험지수 2013(Global Climate Risk Index 2013) 보고서에 따르면 북한은 장기 위험 지수에서 1992년부터 2011년까지의 합계 평균 26.00으로 세계 7위를 기록하고 있다.<sup>13)</sup> 국제적십자사(IFRC: International Federation of

13) Germanwatch, Global Climate Risk Index 2013. <https://germanwatch.org/sites/default/files/publication/7170.pdf> (검색일: 2021. 5. 15). 같은 보고서에서 북한은 1991년부터 2010년까지의 합계 평균으로는 세계 9위에 랭크되어 있다. 2014년부터는 no data로 분류되어 북한에 대한 순위가 더 이상 생산되지 않고 있다. 참고로 한국은 2018년 81위, 1999년부터 2018년까지의 합계 평균 87위를 기록하고 있다. Germanwatch, Global Climate Risk Index 2020. [https://germanwatch.org/sites/germanwatch.org/files/20-2-01e%20Global%20Climate%20Risk%20Index%202020\\_10.pdf](https://germanwatch.org/sites/germanwatch.org/files/20-2-01e%20Global%20Climate%20Risk%20Index%202020_10.pdf) (검색일: 2021. 5. 15).

Red Cross and Red Crescent Societies)의 통계에 따르면 지난 1995년에서 2014년에 이르는 기간 동안 자연재해로 인한 전세계의 사망자 수 총계는 2,126,856명이었으며, 이중 북한에서 발생한 사망자 수는 612,141명으로 전체의 28.8%를 차지하고 있다.<sup>14)</sup> 북한은 2019년에도 가뭄 피해로 인해 1,010만 명에 달하는 사람들이 피해를 입은 것으로 추산되며,<sup>15)</sup> 기후변화에 있어서도 매우 취약한 것으로 파악되고 있다.<sup>16)</sup>

이러한 북한의 취약성을 감안할 때 백두산 화산이 분화했을 경우 어느 정도의 피해를 입게 될 것인지 예측하기조차 힘들다. 이러한 위험성에 대해 북한도 인식하고 있는 듯하다. 북한은 백두산 화산 관찰을 위하여 2007년 12월 개성에서 개최된 남북보건환경회담에서 한국에 백두산 화산 공동연구 추진과 지진계 설치를 요청하였다. 당시 북한은 일본에도 도움을 요청한 것으로 알려졌다. 한국은 지진계 설치 요청을 수락하였으나 상황 변화로 인하여 협력은 진전되지 못하였다. 백두산과 관련한 남북 접촉은 2011년 3월에 다시 이루어지게 된다. 이때 남측은 북측에 공동연구의 과제로 백두산 내부 마그마 움직임 관찰을 제안하였고, 남과 북은 남북학술토론회 개최에 합의하였으나, 지진계를 설치할 경우 민감한 군사적 정보, 특히 핵실험 지진파에 관한 정보까지 남측에 넘어갈 것을 우려한 북측에 의해 무산되었다.<sup>17)</sup> 그러나 이후에 진전된 사항을 보면 이때 남북이 공동연구를 진행하였다고 할지라도 연구의 실행이 쉽지 않았을 것이라는 것을 예측할 수 있다. 그것은 다음에 서술할 지진계와 관련한 문제로부터 비롯된다.

남한과의 협력이 힘들어지자 북한은 중국의 비정부기구(NGO)에 도움을 요청하였고, 중국 측 NGO는 세계적 학술지 SCIENCE의 책임 편집자 스톤(Richard Stone)에게 연락을 했다. 그리고 스톤은 상기한 바 있는 영국 케임브리지대학의 오픈하이머 교수에게 연락을 취했다. 오픈하이머는 런던대학의 지구물리학자인 해먼드(James Hammond)에게 공동연구를 제안했고, 두 사람은 2011년 북한을 방문하게 된다. 그러나 이들은 북한에 대한 국제 제재 때문에 지진계를 북한에 반입할 수 없었고,

14) International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies, World Disasters Report 2015: Focus on local actors, the key to humanitarian effectiveness, pp.236~247.

15) International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies, World Disasters Report 2020: Come Heat or High Water, p.359.

16) 기후변화 취약성을 0점부터 100점까지로 평가했을 때 소말리아가 84점으로 세계 최고를 기록하고 있다. 그러나 소말리아를 제외하고는 69점을 넘어서는 국가가 없으며, 북한은 55점을 기록하여 '전반적 취약성 높음'에 해당하는 구간에 속해 있다. International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies, World Disasters Report 2020: Come Heat or High Water, pp.361~362.

17) 정기웅(2017), "백두산 화산분화에 대비한 남북 협력 체제 구축 필요성의 제기" 『국제학논총』, 26, p.168.

반입금지가 풀리기까지 2년을 기다려야 했다.<sup>18)</sup>

이러한 일련의 어려움 속에서 결성된 집단이 국제적 백두산 연구그룹인 ‘백두산 지구과학 집단 (MPGG: The Mount Paektu Geoscientific Group)’이다.<sup>19)</sup> MPGG는 현재 MPRC(Mount Paektu Research Center)로 이름을 바꿨으며, 런던대학에 연구센터를 두고 북한, 중국, 미국의 학자들이 파트너로 참여하는 백두산을 연구하는 유일한 국제적 연구집단으로 존재한다. 이들은 주기적인 세미나와 연구논문 발표를 통해 백두산 화산분화에 대한 국제적 관심을 환기시켜 왔는데, 2019년 5월 영국에서 개최된 제4회 한·영 리서치컨퍼런스에 참가한 북한 지진 당국자는 “2016~2018년 백두산 주변에서 총 10회의 지진이 발생했고, (백두산 주변) 지하의 민감도가 증가하고 있다.”라며 백두산 분화까지 시간이 얼마 남지 않았음을 주장했다.<sup>20)</sup> 2019년 6월에는 한국, 미국, 러시아의 학자들이 참여한 논문을 발표하기도 하였는데,<sup>21)</sup> 현재는 COVID-19 팬데믹으로 인하여 활동이 주춤한 상태이다.

#### 4. 향후 남북 협력을 위한 제언

상기한 바에서 확인할 수 있듯이, 현재 백두산 화산분화 관련 연구와 관련하여 남북한이 합의한다고 할지라도 유엔 안보리의 대북 제재가 문제가 될 수 있음을 확인할 수 있다. 특히 2017년 집중된 안보리 결의안 2356호(6월), 2371호(8월), 2375호(9월), 2397호(12월)의 제재 범위는 결코 작지 않다. 다행스럽게도 2017년 영국 유엔대표부가 유엔 안보리 대북제재위원회에 제출한 MPGG의 백두산 화산 국제 공동연구에 대해 위원회는 대북 제재 예외 조항에 해당한다며 공동연구를 허용했다.<sup>22)</sup> 이는 백두산 화산분화와 관련된 남북 간 합의가 이루어진다면, 한국이 주도하는 국제적 공동연구도 가능할 수 있음을 의미한다.

18) 소원주(2021), “일 대지진, 백두산 분화의 방아쇠를 당길 것인가: 화산학과 지진학” 『문화일보』 (8.10).

19) <https://themprc.org/about-2/> (검색일: 2021. 5. 15).

20) <https://peopleciety.com/archives/16129/%EB%B0%B1%EB%91%90%EC%82%B0%ED%99%94%EC%82%B0%EC%A7%80%EA%B5%AC%EA%B3%BC%ED%95%99%EC%97%B0%EA%B5%AC%EA%B7%B8%EB%A3%B9mpgg-mt-paektu-geoscientific-group-mpgg> (검색일: 2021. 5. 15).

21) Vladimir K. Popov, Yaroslav V. Kuzmin, Andrei V. Grebennikov, Michael D. Glascock, Jong-Chan Kim, Clive Oppenheimer, Sergei Y. Budnitskiy, Mi-Yong Hong and Ju-Yong Kim(2019), “The “puzzle” of the primary obsidian source in the region of Paektusan (China/DPR Korea)” *Quaternary International*, 519, pp.192~199.

22) 이범수(2019), “백두산 화산 폭발시 피해액 11조” 『서울신문』 (4. 16).

남북은 2018년 9월 19일 정상회담에서 '환경과 감염병 문제'에 대해 공동협력하기로 합의하였지만, 현재로서는 남북이 공동연구를 시작할 수 있을 것인가에 대해 회의적이다. 그러나 북한이 이 문제에 대해 신경을 곤두세우고 있는 것만은 확실하다. 2020년 신년사를 대체한 당 중앙위원회 제7기 제5차 전원회의(2019.12.28~31)에서 북한은 보건과 환경, 자연재해 문제에 대한 대책을 강조하였으며, 김정은 위원장은 2021년 1월의 8차 당 대회에서 '경제발전 5개년 계획' 기간 동안 국토건설과 생태환경보호에서 결정적 전진을 이룩할 것을 강조한 바 있다. 따라서 북한으로부터 '환경 분야', 특히 백두산 화산분화와 관련한 협력의 여지를 상당히 찾을 수 있다고 볼 수 있다.

다른 분야는 차치한 채, 백두산 분화 문제만을 놓고 남북이 협력한다고 하였을 때, 게임이론의 틀을 활용하여 협력(연구 C), 비협력(연구안함 D)의 구도하에서 남북한의 선호도를 추론해보자. 한국의 경우 북한의 협조 없이는 원자료 확보가 어려운 까닭에 큰 성과를 기대하기 힘들다. 따라서 혼자 하는 연구(CD)보다는 함께하는 연구가 낫고(CC), 북한의 경우도 장비와 기술적인 문제 때문에 한국과 함께하는 연구(CC)가 혼자 하는 연구(CD)보다 더 낫다. 그리고 둘 다 안하는 것(DD)보다는 남이든 북이든 연구를 혼자라도 진행하는 것(DC)이 낫다. 이 경우 한국은  $CC \succ CD \succ DC \succ DD$ 의 선호도를, 북한 또한  $CC \succ CD \succ DC \succ DD$ 의 선호도를 갖게 된다. 소위 조화(harmony) 구도이다. 이 경우에는 '협력', 즉 연구를 진행하는 것이 지배전략으로 남과 북은 어떠한 방식으로든 연구를 진행하게 될 것이다. 그러나 이를 공동연구로 이끌어 내기 위해서는 추가적인 노력이 필요하다.

공동연구를 성사시키기 위한 한국의 전략적 선택을 도출해 내기 위해 순차게임의 역진귀납법을 사용해 보자. 단독연구보다는 공동연구에서 상호효용이 높아진다고 가정하고, 한국이 게임을 시작한다고 전제했을 때, 한국은 북한의 행동에 조건부로 움직일 필요가 없으므로 한국의 행동 자체가 전략이 되며, 한국의 전략은 '공동연구를 제안한다'와 '제안하지 않는다'의 2가지로 구성되게 된다. 북한의 행동은 한국의 행동에 따라 조건부로 결정된다. 북한의 경우 '제안을 받아들인다'와 '거절한다' 중에서 '받아준다'를 선택하는 것이 내쉬균형이다. 한국의 경우 '공동연구를 제안한다'를 선택하는 것이 내쉬균형이 된다. 따라서 이 게임의 부분게임완전균형은 한국이 '공동연구를 제안한다'를 선택하고, 북한은 '제안을 받아들인다'를 선택하는 것이며, 이러한 균형에서 한국과 북한의 효용이 높아지게 된다. 따라서 한국은 어떤 방식으로든 북한에 백두산 분화를 위한 공동연구를 꾸준히 제안하는 것이 궁극적으로 양국의 효용을 높이는 방법이 된다.

그러나 현재 북한은 우리의 협력 제의에 대하여 지속적인 냉담 혹은 무시의 반응을 보이고 있다. 하노이 빅딜의 실패 이후 냉담하게 변한 북한의 태도를 이해하지 못할 바는 아니나, 백두산 화산분화 문제는 시간적 압력을 받을 수밖에 없는 위기적 상황임을 인지하고, 이를 북한에 지속적으로 환기시키는



동시에 협력 시도를 지속해야 한다. 그리고 이러한 시도는 비단 정부에 의해서만이 아니라 학계를 비롯한 비정부기구들을 통해서도 가능하다. 백두산 화산분화의 시급성과 위험성을 감안할 때, 가능한 모든 채널을 동원하여 협력의 필요성을 설득하고 타진할 필요가 있다. 이러한 지속적 협력 시도가 북한의 응답으로 성사될 때, 백두산 화산분화 대비를 위한 남북협력, 나아가 국제협력을 통한 연구와 대비책 마련이 가능해질 것이다. 남북한을 포함한 주변국, 그리고 국제사회 구성원 모두의 협력으로 백두산 화산분화에 대한 대비태세를 구축할 수 있기를 기대한다.





# 북한의 대기환경 현황 및 오염원의 추정과 남북 환경협력에의 시사점<sup>1)</sup>

\* 명수정

## 1. 서론

인간은 경제활동을 하면서 다양한 환경오염물질을 배출한다. 배출되는 대부분의 환경오염물질은 자연의 정화작용을 통해 저절로 처리되지만, 인구가 늘어나고 산업 활동이 크게 증가하면서 자연적으로 정화할 수 있는 수준 이상의 오염물질이 자연에 남아 생태계뿐 아니라 인간에게도 나쁜 영향을 미치고 있다. 환경오염물질 중에서도 인간이 직접 숨을 쉬는 공기의 질에 영향을 미치는 대기오염물질은 단시간에 넓은 지역으로 확산되는 특성이 있어 사전에 예방하지 않으면 많은 사람들에게 큰 피해가 초래될 수 있다. 따라서 대기오염물질의 발생을 줄이고 대기질을 개선하는 대기환경 관리는 그 중요성이 특히 높다.

우리나라의 대기환경 개선은 지리적 특성상 남한만의 노력으로는 부족하고 북한을 포함하는 동북아 차원의 협력이 필요하다. 북한의 경우 그간 주로 석탄 위주의 에너지 정책을 추진해왔으며, 에너지 부족으로 가정에서도 석탄이나 땔감처럼 오염물질을 많이 배출하는 저품질의 에너지원을 사용해왔다. 또한 발전시설의 전기 생산이나 산업 활동 과정에서도 대기오염을 충분히 저감하지 못하는 것으로 알려져 있다. 이는 북한 주민들의 대기오염 노출과 남한의 대기질에도 영향을 미칠 것이다.

세계보건기구(WHO: World Health Organization)는 2017년 전 세계 국가를 대상으로 실내외 대기오염으로 인한 인구 10만 명당 조기사망률을 발표한 바 있는데, 북한은 238.4명

\* 한국환경정책·평가연구원 물국토연구본부 선임연구위원, sjmyeong@kei.re.kr

1) 본 원고는 “북한 환경상태 조사 및 남북 환경협력사업 개발 연구”의 세부과제인 “북한지역 환경오염원 현황 분석 및 남북환경협력 방안 - 대기오염을 중심으로” (KEI, 2020) 보고서의 일부 내용을 발췌 및 인용하였음.



으로 전 세계에서 가장 높은 것으로 나타났다.<sup>2) 3)</sup> 이에 북한의 대기오염 수준도 가장 높을 것이라고 추측할 수 있는데, 동북아 지역 대기질에 대한 위성영상 자료 등을 참조할 때 북한의 대기질은 이와는 다른 양상을 나타내었다. 즉, 북한의 전반적인 대기질이 남한이나 중국에 비해 더 나쁘다고 하기 어려운 것이다. 위성영상으로 확인할 수 있는 북한의 대기질이 가장 나쁜 것이 아님에도 사망률이 높게 나타난 것은 무엇을 의미하는 것일까? 그것은 위성영상에 나타나지 않은 대기오염물질이 있을 수 있으며, 무엇보다도 북한 주민들이 많은 시간을 보내며 직접 노출되는 실내의 공기 질이 나쁘다는 것을 의미한다고 할 수 있다. 따라서 북한 주민들의 건강피해와 조기사망률을 낮추고, 나아가 남한의 대기환경 개선도 도모할 수 있는 환경협력방안을 모색하는 것이 필요하다. 이를 위해서는 먼저 북한의 대기오염원에 대한 이해가 필요하다. 이러한 배경에서 본 연구는 북한의 대기환경 현황 및 오염원을 추정하고 이를 바탕으로 남북환경협력에의 시사점을 도출하고자 하였다.

## 2. 북한의 대기환경 현황과 대기오염원 추정

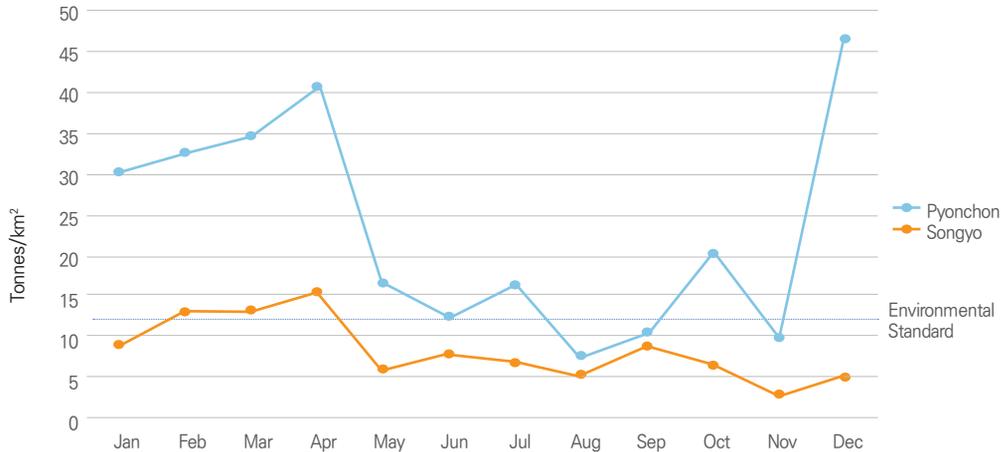
### 가. 북한의 대기환경 현황

특정 지역의 환경 질을 파악하기 위해서는 환경 모니터링이 필요하다. 그러나 북한의 경우 대기나 수질에 대한 체계적인 환경 모니터링 시스템이 구축되어 있지 않아 데이터에 기반한 북한의 대기환경 정보는 지극히 제한적이다. 북한이 유엔환경계획(UNEP: United Nations Environment Programme)과 함께 발간한 보고서 등에 평양 일대의 환경질에 대한 모니터링 자료가 포함되어 있어 일부지역 대기질 수준을 추측할 수 있을 정도이다.<sup>4)</sup> 본 보고서에 실린 평양 일대 공업단지의 월별 입자상 대기오염물질 자료에 따르면, 지역 간 차이가 있으나 겨울철과 이른 봄, 즉 강수량이 적은 기간 동안 입자상 물질의 농도가 높고, 강수량이 많은 하절기에 농도가 낮아짐을 알 수 있다(그림 1 참조).

2) WHO(2017), World Health Statistics 2017: Monitoring Health for the SDGs, Sustainable Development Goals.

3) 북한의 높은 사망률은 영양공급과 낙후된 보건체계와도 관련이 높아 대기오염 관련 사망률을 단순히 대기오염에만 기인한 것으로 이해하는 것은 곤란하며, 이를 위한 협력 또한 보건과 같은 관련 분야와 연계하여 포괄적으로 접근할 필요가 있다.

4) UNEP & DPRK(2012), Democratic People's Republic of Korea Environment and Climate Change Outlook, Pyongyang.

**그림 1** 평양 공업지역의 월별 입자상 먼지 침전량


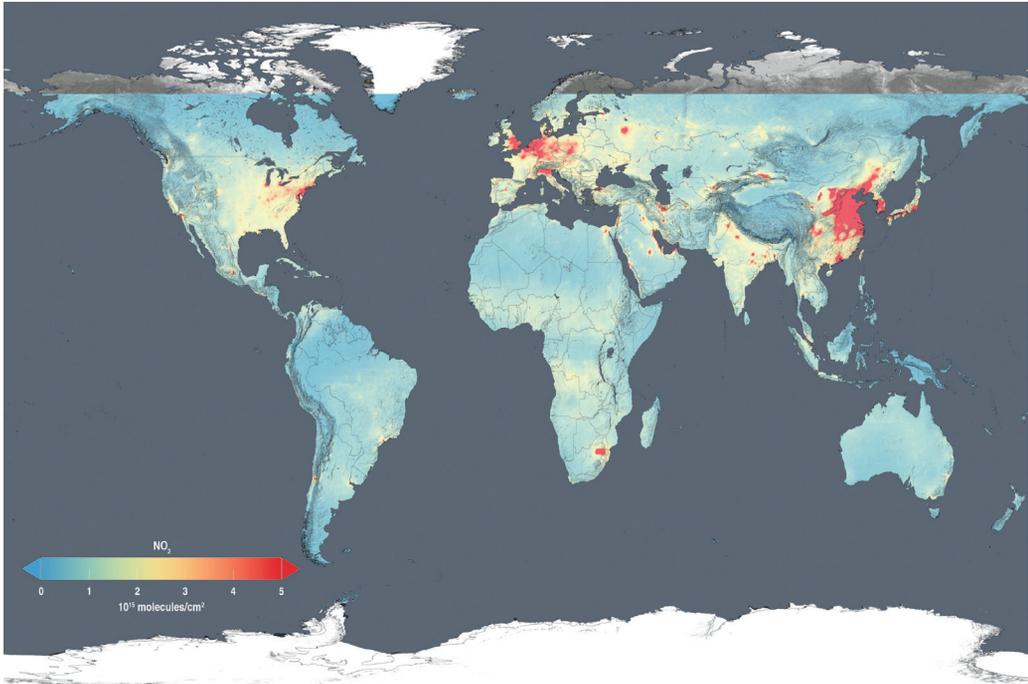
자료: UNEP & DPRK(2012).

위성영상은 간접적으로 넓은 지역의 정보를 한 번에 취득할 수 있어 북한과 같이 접근이 제한된 지역의 환경 상태를 파악하는 데 유용하다. 환경에 대한 자료 획득이 제한된 북한 지역의 대기질을 파악하는 데도 이러한 위성자료를 활용할 수 있다. 미국 항공우주국(NASA: National Aeronautics and Space Administration)은 2005년부터 2014년까지 전 세계를 대상으로 주요 대기오염물질인 이산화질소 농도를 위성영상으로 분석한 자료를 공개한 바 있는데, 이러한 자료를 바탕으로 세계의 다른 지역과 비교하여 북한의 상대적인 대기오염 수준을 파악할 수 있다. NASA의 자료에 의하면 남한과 중국 및 일본 그리고 유럽 일부 지역 등 인구밀도가 높고 에너지 사용량이 많은 지역의 경우 대기질이 낮은 수준을 보이는 반면, 북한은 상대적으로 깨끗한 대기 상태를 보이고 있다 (그림 2 참조).<sup>5)</sup> 이산화질소의 경우 주로 자동차에서 배출되므로 이는 북한에서는 교통량과 연료 소모량이 적기 때문으로 풀이된다<sup>6)</sup>.

5) NASA(2015.12.15), "New NASA Satellite Maps Show Human Fingerprint on Global Air Quality" <https://www.nasa.gov/press-release/new-nasa-satellite-maps-show-human-fingerprint-on-global-air-quality/>, 검색일: 2020.10.1.

6) 국립환경과학원의 수도권지역 오염물질배출원별 대기오염물질 배출량 자료에 따르면 NOx는 도로이용 오염원에서 가장 많이 배출된다. SOx의 경우 비산업 연소, 제조업 연소, 에너지산업 연소 등에서 가장 많이 배출된다. 환경부 수도권대기환경청, "오염원별배출량" <https://www.me.go.kr/mamo/web/index.do?menuId=590>

**그림 2** 북한을 포함한 전 세계 NO<sub>2</sub> 농도 분포(2005~2014년)

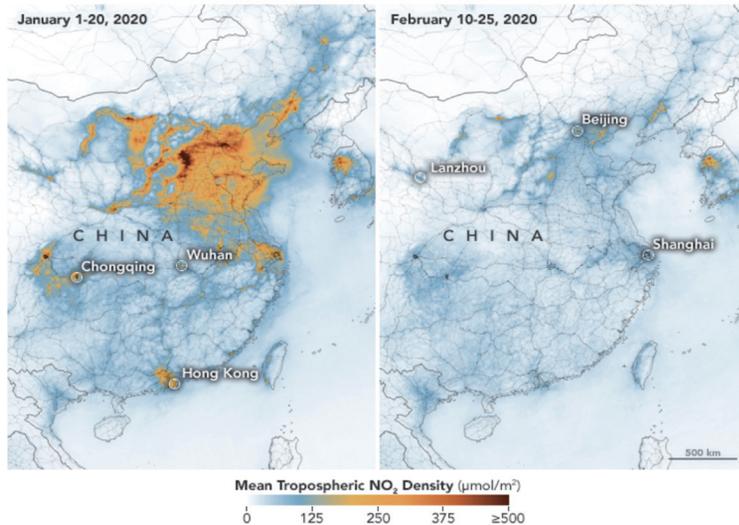


자료: NASA, “New NASA Satellite Maps Show Human Fingerprint on Global Air Quality” 검색일: 2020.10.1.

〈그림 3〉은 코로나-19 발생 전후의 북한을 포함한 동북아 지역에 대한 NASA의 이산화질소에 관한 위성영상 자료이다.<sup>7)</sup> 코로나-19 발생 이후 대기상태가 확연히 나아졌는데, 특히 중국에서의 대기오염이 현저히 사라진 것을 확인할 수 있다. 이는 한반도의 대기질에도 긍정적인 결과를 가져왔다. 북한지역의 경우 코로나 발생 이전에도 낮은 대기오염 농도 분포를 보였는데, 이러한 자료를 종합해 볼 때 북한의 대기질은 전반적으로 양호한 편임을 추측할 수 있다.

7) NASA Earth Observatory(2020.3.5), “How the Coronavirus Is (and Is Not) Affecting the Environment” <https://earthobservatory.nasa.gov/blogs/earthmatters/2020/03/05/how-the-coronavirus-is-and-is-not-affecting-the-environment/>, 검색일: 2020.7.15.

**그림 3** 북한을 포함한 동북아 지역의 대기질 위성영상



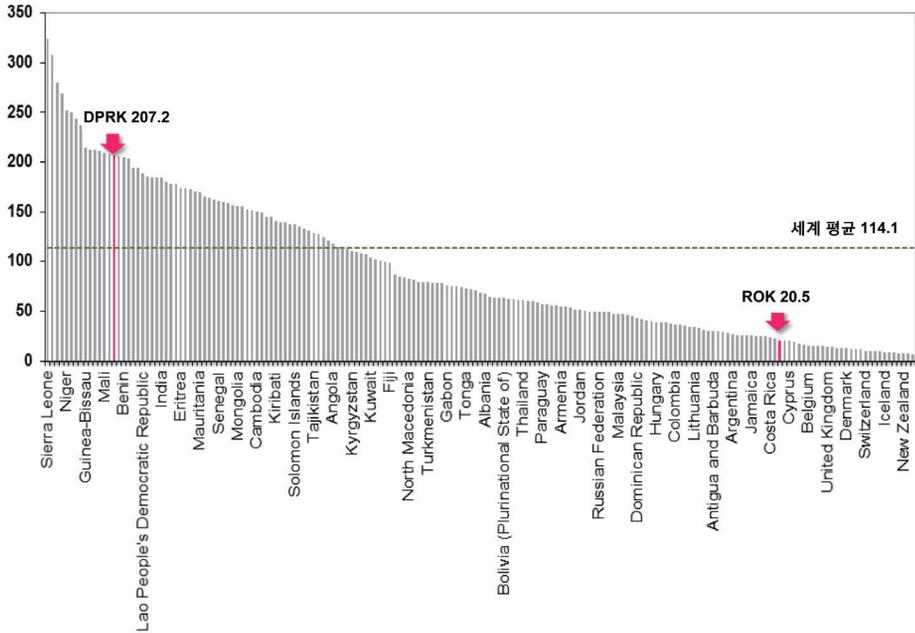
자료: NASA Earth Observatory(2020.3.5), “How the Coronavirus Is (and Is Not) Affecting the Environment”, 검색일: 2020.7.15.

〈그림 2〉 및 〈그림 3〉에서 확인한 바와 같이 위성영상으로 파악한 북한의 대기질은 양호한 수준이다. 두 그림의 자료는 대기오염물질 중에서도 자동차에서 주로 발생하는 이산화질소에 대한 것으로 북한의 주요 대기오염 발생은 자동차 운행보다는 산업활동이나 가정에서의 난방 및 취사연료의 연소 과정에서 발생할 것이라는 것을 시사한다. 북한에서 사용하는 주요 연료는 석탄과 나무인데 이러한 에너지원의 연소 과정에서는 주로  $SO_2$ , CO, 검댕 등의 오염물질이 배출된다. 따라서 북한에서 발생하는 스모그는 남한과 같은 LA형 스모그가 아니라 런던형 스모그일 것으로 보인다.

세계보건기구에 의하면 2012년 기준 북한은 실내외 대기오염으로 인한 조기사망률이 172개국 중 1위였다(WHO, 2017). 이러한 측면에서 세계보건기구(WHO, 2017)의 보고서에서 나타난 실내외 대기오염에 의한 인구 10만 명당 조기사망률의 상당 부분은 실내 대기오염에 기인할 것으로 추정된다. 2016년에는 실내외 대기오염으로 인한 인구 10만 명당 조기사망률이 이전 238.4명에서 다소 낮아져 약 207명으로 183개 대상국 중 상위 15위였는데, 이는 남한에 비해 약 10배 높은 수치이다(WHO, 2019)(그림 4 참조).<sup>8)</sup>

8) WHO(2019), World Health Statistics 2019: Monitoring Health for the SDGs, Sustainable Development Goals.

**그림 4** 실내의 대기오염에 의한 인구 10만 명당 사망률(2016년)



단위: 인구 100만 명당 사망자 수.  
 자료: WHO(2019)로부터 작성.

북한에서의 대기오염 관련 사망률이 높은 것은 그간 주로 석탄 위주의 에너지 정책 추진과 가정에서 저품질 난방과 취사용 연료 사용으로 인한 것일 것이다. 즉, 품질이 낮은 무연탄 및 땔감과 같은 연료 사용으로 인해 북한주민들의 일상생활 속 대기질이 악화되고 있는 것으로 추측된다. 이와 더불어 에너지 효율이 낮은 난방 및 취사기구를 사용하는 것도 주민들이 가정에서 대기오염물질에 많이 노출되는 원인이 될 것이다. 그 결과 심각한 실내 대기오염을 초래하여 주민건강에 위협이 되는 것으로 보인다. 이하에서는 북한의 대기오염원에 대해 좀 더 자세히 알아본다.

#### 나. 북한의 대기오염원 추정

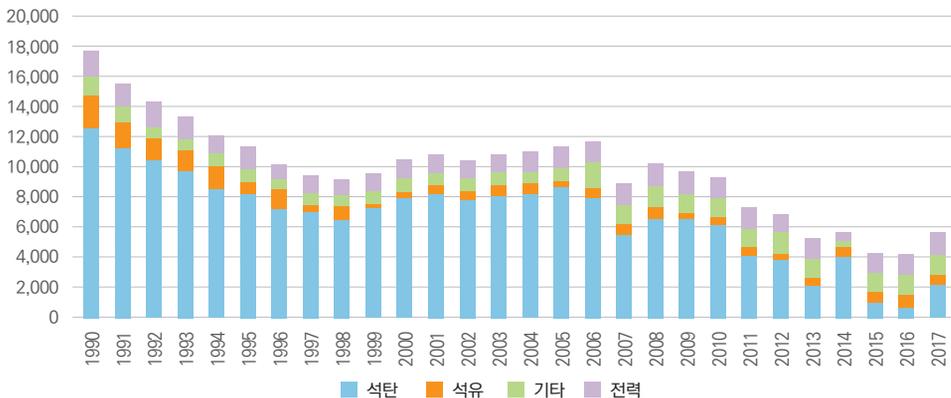
일반적으로 대기오염물질은 에너지 연소 과정에서 배출된다. 북한의 에너지 부족 문제는 널리 알려져 있는데, 이로 인해 북한에서는 에너지 사용량이 적어 대기질이 양호할 것이라고 생각하기 쉽다. 하지만 앞서 살펴본 바와 같이 세계보건기구의 자료에서 알 수 있듯이, 북한 주민들이 실제 노출되는 대기질은 그리 양호하지 못한 것으로 보인다. 에너지 부족은 마을 인근 산림을 땔감으로 활용하게 하여

심각한 산림 훼손 문제로 이어지고 있다.<sup>9)</sup>

북한에서는 자동차와 같은 이동성 대기오염 배출원이 많지 않으므로 주요 대기오염원은 산업활동과 가정에서의 연료 사용이 일차적인 오염원으로 추측되는데, 무엇보다도 산업시설과 같은 점오염원이 주요 대기오염원일 것이다. 즉, 북한지역 대기오염은 품질이 낮은 연료와 산업공정에서 대기오염물질을 오염저감 시설로 처리하지 않는 것이 주원인으로 보인다.

일반적으로 산업시설 중에서도 전력을 생산하는 에너지시설은 많은 양의 대기오염물질을 배출한다. 특히 석탄발전은 같은 양의 에너지를 생산할 때 다른 발전원에 비해 훨씬 많은 대기오염물질과 온실가스를 배출한다.<sup>10)</sup> 북한은 대기오염 제어설비가 충분하지 않고 부품과 전력이 부족하여, 있는 제어설비조차 가동이 어려운 실정으로 북한의 석탄발전소에서도 많은 양의 대기오염물질이 배출되는 것으로 알려져 있다. 따라서 연료 연소 중 발생하는 대기오염물질이 미처 처리되지 못하고 대기 중으로 배출되어 오염농도를 높이는 것으로 사료된다. 북한에서 주요 대기오염원이 되고 있는 발전시설과 직접적으로 관련된 북한의 에너지 현황을 살펴볼 필요가 있다. 북한은 주로 석탄, 석유 및 전력의 형태로 에너지를 공급한다. 북한의 에너지원별 최종에너지 공급 추이를 정리하면 <그림 5>와 같다.<sup>11) 12)</sup>

**그림 5** 북한의 에너지원별 최종에너지 공급 추이



자료: 김경술 외(2020).

9) 최근 산림복구가 강조되면서 산림훼손 문제가 개선되고 있는데, 지역 간에 차이가 있으나 전반적으로 인근 산의 나무를 베어 땔감으로 활용하는 관행이 여전히 지속되는 것으로 보인다.

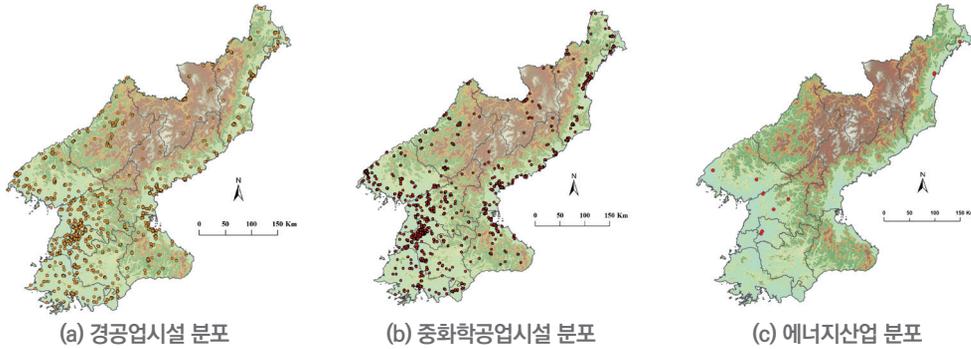
10) 이에 전 세계적으로 온실가스 감축과 대기오염 개선을 위해 석탄발전이 점차 퇴출되고 있다.

11) 김경술 외(2020), 『친환경·저탄소 남북 에너지협력 추진방안 연구』, 에너지경제연구원.

12) 북한은 양질의 석탄을 주로 수출하고 내수용은 주로 낮은 품질의 석탄을 사용하였으나 국제사회의 제재로 인해 석탄수출이 어려워지면서 최근 양질의 석탄사용량이 증가한 것으로 보인다.

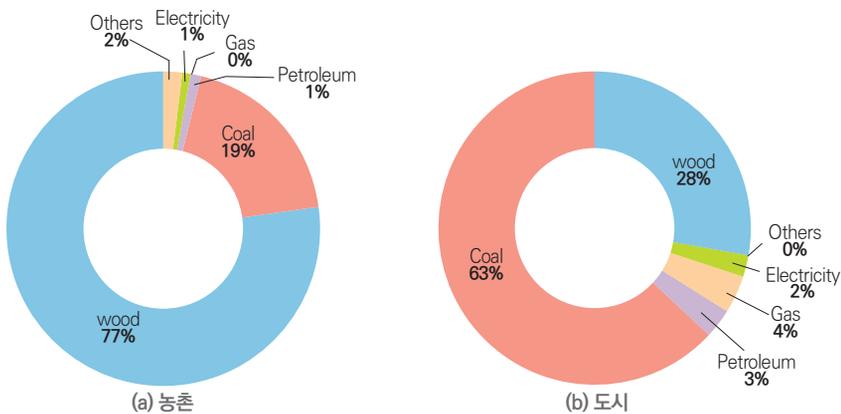


**그림 7** 산업시설에 의한 대기오염원의 분포



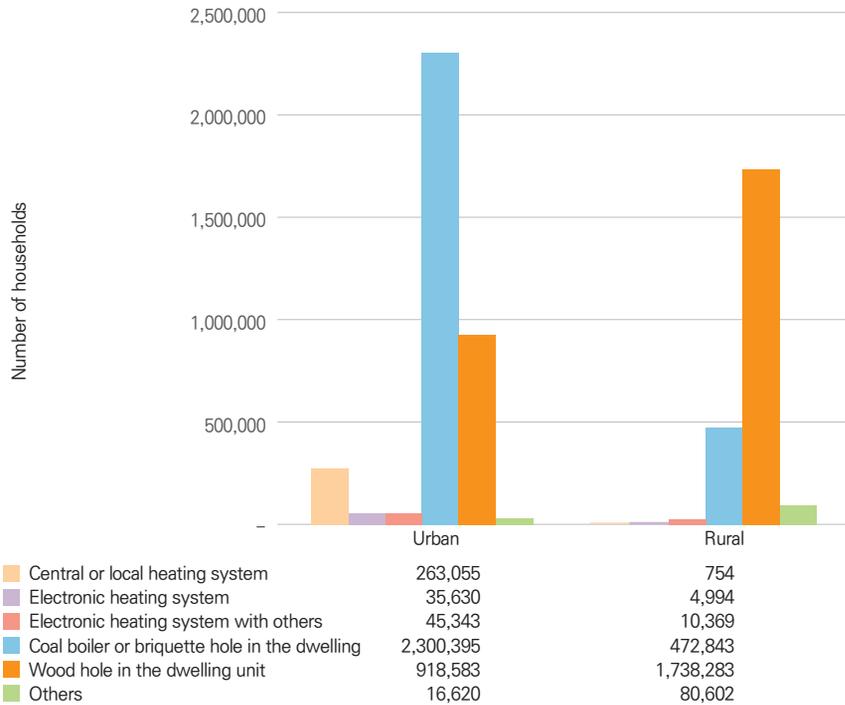
산업시설 다음으로 대기질에 영향을 주는 것은 가정이다. 가정에서 배출되는 대기오염은 넓은 면적에 걸쳐 작은 규모의 오염물질이 배출되는 일종의 비점오염원 및 면오염의 특성이 있다. 따라서 북한의 주민들이 밀집해서 살고 있는 시가화지역이 여기에 해당한다 할 것이다. 북한에서 인구밀집지역은 평양과 개성, 평안남북도와 함경남북도의 해안지역 등인데 이들 지역은 인구밀도가 높고 가구 수가 많아 가정의 난방 및 취사 과정에서 배출되는 오염물질도 많다. 가정에서 배출되는 대기오염물질은 사용하는 연료를 바탕으로 유추할 수 있다. 북한은 취사활동의 경우 농촌은 석탄도 쓰지만 주로 땔감을, 그리고 도시는 땔감을 쓰기도 하지만 주로 석탄을 쓴다. 난방의 경우도 마찬가지인데, 이러한 연료는 주로 이산화황과 일산화탄소, 검댕 등의 대기오염물질을 많이 배출한다(그림 8, 그림 9 참조).

**그림 8** 북한의 지역별 취사용 연료



자료: UNEP & DPRK(2012).

**그림 9** 북한의 지역별 난방용 연료



자료: UNEP & DPRK(2012).

이 밖에 앞서 언급한 황폐화된 산림지역도 대기오염원의 하나가 될 것이다. 산림 황폐지에서는 비산먼지가 많이 발생되는데 이 또한 대기오염원의 하나가 되는 것이다. 탈북자들에 의하면 봄철 중국에서 불어오는 황사뿐 아니라 마을 인근 황폐 산림지에서 불어오는 먼지도 생활 속 주요 대기오염원이라고 한다. 산업시설의 경우 점오염원으로, 가정에서의 대기오염원은 면오염원 및 비점오염원으로 분류할 수 있으며, 산림 황폐지도 비점오염으로 유형화할 수 있다. 식생이 덮여있지 않은 황폐산림지가 대기오염의 한 원인인 만큼 토지피복도를 바탕으로 식생이 없는 나지를 대리변수로 활용하여 북한의 산림황폐지역을 지도로 나타내면 <그림 10>과 같다.

**그림 10** 북한의 2010년대 말 산림 황폐화지역 분포


자료: 환경부의 토지피복 자료를 바탕으로 작성.

이상에서 고찰한 북한의 주요 대기오염원을 정리하면 다음과 같다(표 1 참조).

**표 1** 북한의 주요 대기오염원

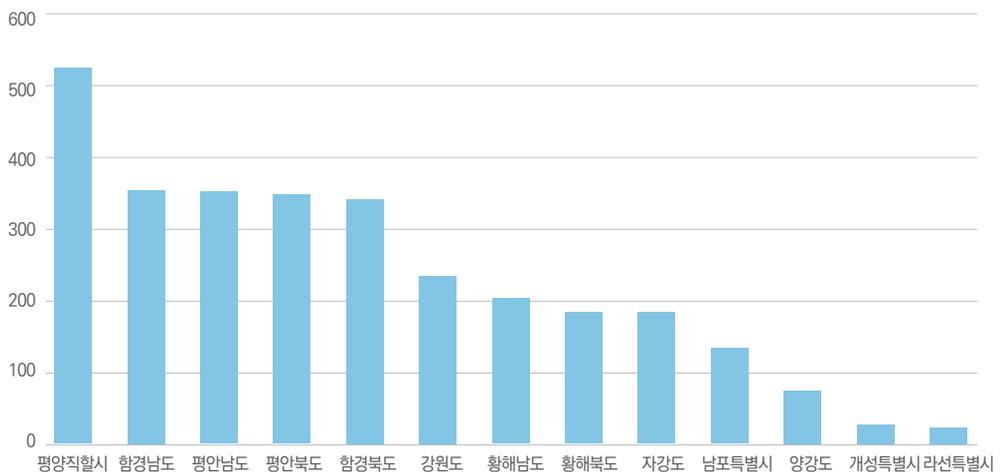
오염원	분류	내용
산업시설(발전소 포함)	점오염원	각종 산업활동 및 전력 생산 과정에서의 배기가스
가정	면오염원/비점오염원	취사 및 난방활동에서 배출되는 배기가스
산림자원 황폐화	비점오염원	바람에 의한 표토 날림과 비산먼지

## 4. 남북환경협력에의 시사점

이상에서 북한의 대기오염 현황과 주요 대기오염원을 살펴보았다. 북한에서 전반적으로 산업시설에서 배출되는 대기오염에 많이 노출되는 곳은 공업지역으로 이러한 지역을 집중적으로 관리할 필요가 있다. 산업시설과 같은 점오염원은 다량의 고농도 오염물질이 배출되는 경향이 있으며 비점오염원에 비해 오염 제어가 상대적으로 용이한 편이다. 따라서 산업시설이 많이 배출된 지역을 중심으로 우선 협력지역을 선정할 수 있다.

북한의 시도별 산업시설의 분포는 평양직할시 일대에 가장 많이 몰려 있으며, 다음으로 함경남도, 평안남도, 평안북도, 함경북도 순이다. 따라서 인구밀도가 높고 산업시설이 많은 평양 일대를 우선 협력지역으로 고려할 필요가 있다 (그림 11 참조). 우선협력 대상에 대한 후보 지역의 도출은 앞으로 북한의 대기오염 저감과 대기질 개선을 위한 남북협력사업의 구상과 추진에 유용하게 활용될 것으로 기대된다.

그림 11 북한지역 시도별 산업시설 수 분포



외부 대기질 뿐만 아니라 인간이 대부분의 시간을 보내는 실내의 공기질 또한 중요하다. 세계보건기구는 실내 공기오염의 위험성을 일깨우며 대기질 개선의 중요성을 알리고 있다. 세계보건기구(WHO, 2002)에 의하면 대기오염에 의한 사망자 수는 연간 600만 명에 달하며, 이 중 약 절반인 47%

가 실내공기오염에 의해 사망한다고 한다.<sup>13)</sup>

실내공기의 주요 오염원에는 담배 연기가 있다. 담배 연기에는 수백 종의 유해물질이 포함되어 있어서, 두통, 피로감, 기관지염, 폐렴, 기관지 천식, 폐암 등을 유발시킨다(대기환경학회, 2011).<sup>14)</sup> 흡연은 흡연자뿐만 아니라 피흡연자에게도 영향을 주어 건강에 직간접적으로 유해한 영향을 미치며 사망률에도 영향을 미친다. 미국의 소리(VOA, Voice of America) 에 의하면 30세 이상 북한 주민 사망원인의 12%가 흡연에 기인한다고 발표한 바 있다.<sup>15)</sup> 대기오염 관련 북한의 조기사망률은 높은 흡연율과도 무관하지 않은 것으로 보인다. 따라서 북한의 대기오염 관련 건강 피해를 줄이기 위해서는 기술 중심의 대기오염 저감 사업뿐 아니라 환경관리 차원에서 바라보아야 하며, 더 나아가 보건환경 개선 및 금연 활동까지 고려할 필요가 있음을 알 수 있다. 각 기관 또는 대상이 제시한 북한의 보건 분야 우선순위 사업에 대한 연구(황나미, 2004)에 따르면 금연사업은 상당한 우선순위를 차지하고 있다. 이 연구에서 북한 당국이 제시한 우선순위 사업 4위가 ‘금연사업’이었는데, ‘금연사업’은 세계보건기구가 제시한 우선순위 사업에서 9위, 평양 현지 방문을 통해 파악한 주요 우선순위 보건 분야 사업으로는 4위로 제시되었다.<sup>16)</sup>

이러한 점을 고려할 때 북한 대기질의 개선을 위해서는 먼저 북한 주민들이 노출된 대기오염원으로부터 건강을 보호하는 ‘대기오염원 관리’를 위한 환경협력이 우선적으로 필요하며, 대기오염으로 인한 북한 주민들의 피해를 줄이기 위해 여러 분야와 연계한 융합적 접근이 필요함을 알 수 있다. 그런데 북한의 높은 사망률은 영양공급 보건체계와도 관련이 높으므로 대기오염 관련 사망률을 낮추기 위한 협력은 환경과 보건과 영양 등 여러 분야를 연계하여 포괄적으로 접근할 필요가 있다.

대기환경 개선을 위한 협력은 여러 면에서 가능하다. 이를 제시하면, 첫째, 무엇보다도 에너지원을 개선하여 오염물질이 덜 배출되도록 해야 할 필요가 있다. 둘째, 가정에서의 난방과 조리기구를 보다 효율이 높은 것으로 개선해야 한다. 셋째, 배출원에서의 대기오염원 제어와 체계적인 대기오염 모니터링 및 대기오염 배출 자료를 데이터베이스화하여 관리 및 활용하는 것이 필요하다. 넷째, 남북 및 동북아 지역 공동 대기환경 개선과 관리를 위한 연구 및 개발, 대기환경 관리 역량 배양이 필요하다. 다섯째 온실가스 감축을 위한 남북한 배출권 거래제 또한 대기질 개선을 위한 환경협력이 될 수 있다. 여섯째,

13) WHO(2002), The World Health Report, Reducing Risks Promoting Healthy Life.

14) 대기환경학회(2011), 실내공기오염. pp.1~4.

15) VOA(2012.3.21.), ‘북한 30세 이상 사인, 12%는 흡연’ <https://www.voakorea.com/world/article-1who-12-143665896>.

16) 황나미(2004), 북한의 우선순위 보건문제와 향후 과제. 보건복지포럼 정책분석.

북한의 대기오염원을 고려할 때 훼손된 북한의 산림생태계 복원과 환경문제의 중요성에 대한 인식제고 또한 대기질 개선을 위한 협력사업이 된다. 일곱째, 앞으로 자동차 보급 증가에 대비하여 교통 부문의 대기오염 배출 저감을 위한 협력이 필요하다. 여덟째, 실내 대기오염의 경우 북한 주민들의 높은 흡연율과 무관하지 않으므로 흡연이 실내 공기질과 건강에 미치는 영향에 대한 홍보와 금연교육도 함께 추진할 필요가 있다. 마지막으로 대기오염 관련 질환으로부터 적절한 치료를 위해 보건체계 개선을 위한 협력 추진도 필요하다.

## 5. 결론

최근 전 세계적으로 환경의 중요성에 대한 인식이 높아지고 있다. 특히 미세먼지가 초래하는 건강 피해로 인해 대기오염 문제는 우리나라 뿐 아니라 국제적인 이슈가 되고 있다. 대기오염은 다른 환경 매체에 비해 주변으로 쉽게 확산될 수 있어 오염물질이 배출되지 않도록 예방하는 것이 중요하며, 오염물질이 배출될 경우 신속히 대응해야 한다.

북한의 대기질 개선은 북한 주민들의 보건환경을 개선할 수 있으며, 남한의 대기질에도 좋은 영향을 미칠 수 있다. 이에 본 연구는 대기오염을 중심으로 남북한 환경 질 개선을 위한 협력사업 도출의 기초자료를 제공하고자 문헌과 위성영상과 같은 간접적인 자료를 활용하여 북한의 대기환경 현황과 주요 대기오염원에 대해 살펴보았다. 북한의 전반적 대기질 수준은 주변 국가들보다 더 나쁘다고 하기는 어려우나 주민들이 실제 노출되는 생활 속의 대기질은 상당히 나쁜 것으로 추정되는데, 이를 위해서는 에너지원의 개선뿐 아니라 가정의 난방과 취사활동에서 배출되는 대기오염을 줄이는 노력이 필요함을 알 수 있었다.

국내 미세먼지의 발생 원인을 파악하기 위해 우리나라가 미국 항공우주국과 추진한 ‘한미 협력 국내 대기질 공동조사(KORUS-AQ)’는 2016년 서울에서 측정한 PM2.5 농도에 대한 북한의 기여도를 9%로 제시한 바 있다(국립환경과학원, 미국항공우주국, 2017).<sup>17)</sup> 이는 북한의 대기질 개선을 위한 협력은 남한의 대기질 개선에도 도움이 되는 것을 보여주는 것이다. 2018년 도출된 평양공동선언문에서는 남북은 우선적으로 환경과 산림협력을 위해 노력하기로 하여 환경협력에 대한 기대감이 고조되었으나 아직까지는 별다른 진전이 없다. 앞으로 여건이 허락하는 대로 남북환경협력을 추진하여 대기를 비롯하여 환경 전반의 개선을 도모해 나가야 할 것이다.

17) 국립환경과학원, 미국항공우주국(2017), 『KORUS-AQ 예비종합보고서』.



## KI 북한관련 연구과제 목록

연도	구분	과제명
1995	기본	북한의 환경문제와 남북환경협력의 추진방안
1996	기본	북한의 환경문제와 통일한국의 환경정책 방향
2001	기본	통일시대에 대비한 국토환경관리 방안
	수시	남북환경포럼
2002	기본	남북 환경 및 에너지협력 활성화 전략연구
	수시	남북환경포럼
2003	수시	남북환경포럼 2003
	기본	DMZ 일원의 환경보전 기본방안
	기본	환경친화적 남북 경협사업 추진방안에 관한 연구
2004	정책자료집	남북환경포럼 2004
	수탁	두만강유역 환경보전후속사업 활성화 방안연구
2005	정책자료집	남북환경포럼 2005
2006	수시	탄소흡수원으로서 북한 조림 CDM사업이 갖는 효과분석-얹면적지수를 이용한 원격탐사기법을 중심으로
	정책자료집	남북환경포럼 2006
2007	기초	남북한의 환경법제에 관한 비교 연구
	수탁	개성공간 환경시설 운영 및 비용분담규정 제정안 작성
2008	기본	북한의 자연재해 취약지 추정 및 남북협력방안 연구
	정책자료집	남북환경포럼 2007
2009	수탁	DMZ 생태/평화공원 조성을 위한 기본계획 수립 연구
	수시	남북한 공유하천의 관리 현황과 물안보 확보 방향
	사업	남북환경협력 기반구축 사업
	정책자료집	남북환경포럼 2008
2010	기초	북한의 탄소시장 잠재력 추정연구: 에너지부문을 중심으로
	사업	남북환경협력 기반구축 사업
	수탁	한반도 녹색성장 여건진단 기획연구

연도	구분	과제명
2011	수탁	DMZ 국립공원 지정 연구 용역
	수탁	DMZ 일원 보전 이용 가이드라인 마련 연구
	사업	남북환경협력 기반구축 사업
	사업	남북환경협력 기반구축 사업-부록1.대동강 주요 지류(재령강) 하천환경 실태분석 및 하천복원사업 개발
	사업	북·중 접경지역 개발현황 및 환경상태조사(1)
	수탁	한반도 녹색성장 추진전략 연구
	사업	KEI 북한환경동향 2011
	기본	한반도 기후변화 대응을 위한 남북협력기반 구축 연구(1)
2012	수탁	통일대비 환경법제 연구
	기본	한반도 기후변화 대응을 위한 남북협력기반 구축 연구(2)
	수탁	DMZ Ecosystem Management Council 구성 운영방안 수립
	사업	하천복원 및 유역관리 남북협력방안 연구
	사업	남북환경협력 기반구축 사업-대동강주요지류(곤양강) 하천환경 실태분석 및 하천복원사업 개발
	사업	KEI 북한환경동향 2012
2013	사업	북·중 접경지역 개발현황 및 환경상태조사(2차)
	수시	한반도 그린데탕트 추진방안에 관한 연구
	수탁	북한지역 표토침식 조사에 관한 연구
	기본	한반도 기후변화 대응을 위한 남북협력기반 구축 연구(3)
	사업	북·중 접경지역 개발현황 및 환경상태조사(3차)
	사업	대동강 하천복원 및 유역관리 남북협력방안 연구(4차)
2014	사업	KEI 북한환경동향 2013
	수시	한반도 통합철도네트워크 구축을 위한 (전략)환경영향평가 방안
	수탁	두만강 접경지역 월경성 환경영향평가 시범사업 추진방안 마련
2015	사업	북한지역 하천 실태조사 및 지속가능한 이용방안연구(1): 두만강 유역 하천보전 및 지속가능 개발 국제 협력방안
	사업	북한지역 하천 실태조사 및 지속가능한 이용방안 연구(2): 압록강유역 하천보전 및 지속가능 개발 국제 협력방안
	수탁	DMZ 세계생태평화공원 주요 쟁점별 대응전략
2016	기본	북한 환경정보 구축 및 활용 방안 연구(1)-토지피복 지도 구축을 중심으로
	수탁	통일대비 북한의 환경문제 진단 및 환경개선을 위한 남북환경협력방안 연구
	수탁	통일 대비 북한지역 자연재해 대응을 위한 자료 구축과 남북협력 방안 연구
	기본	북한 환경 정보구축 및 활용방안 연구(2)-원격탐사를 이용한 자연환경성 우수지역 평가

연도	구분	과제명
2017	수시	북한의 환경인프라 조성을 위한 환경협력 연구
	수탁	국제네트워크를 활용한 남북 환경협력 방안 연구
	사업	KEI 북한환경동향 2017
2018	수탁	서해지대 남북환경 협력방안 연구
	기본	한반도 신경제지도 녹색화 전략 연구
	수시	남북교류협력을 위한 재난안전 연구개발사업 기획연구
	기본	Construction of Historical Map Database as a Basis for Analyzing Land-Use and Land-Cover Change Exemplified at Korean Demilitarized Zone (DMZ) and Inner-German Green Belt (Part I)
	사업	KEI 북한환경동향 2018
2019	기본	Construction of Historical Map Database as a Basis for Analyzing Land-Use and Land-Cover Change Exemplified at Korean Demilitarized Zone (DMZ) and Inner-German Green Belt (Part II)
	수시	DMZ 토지이용의 지속가능성을 위한 연구방향
	수시	남북한 도로망 연결사업의 환경영향평가 방안
	기본	북한 토양·지하수 오염관리를 위한 남북협력 방안
	수탁	남북환경협력사업 로드맵 수립 연구
	수탁	남북 환경협력 의제개발 연구 - 북한 식수/위생 개선을 위한 남북 협력방안
	수탁	한반도 지속가능발전을 위한 북한환경 연구로드맵 수립
	기후	북한의 산림복원과 기후변화가 물관리취약성에 미치는영향과 정책방향 연구
사업	KEI 북한환경동향 2019	
2020	기본	지속가능한 한반도 자연생태계 보존을 위한 남북환경협력 연구
	기후	북한의 산림복원과 기후변화가 물관리 취약성에 미치는 영향과 정책방향 연구 (II)
	사업	북한 환경상태 조사 및 남북 환경협력사업 개발 연구(총괄보고서)
	사업	북한지역 환경오염원 현황 분석 및 남북환경협력 방안 : 대기오염을 중심으로
	사업	한강하구 상태평가 및 환경정보 공유 플랫폼 개발 연구
	사업	DMZ 일원 개발사업 환경영향평가 방안
	사업	북한 개발 투자사업의 환경사회 세이프가드 구축 방안
	사업	북한 환경법제 입법동향 및 DB 구축( I )
	사업	KEI 북한환경동향 2020년
	사업	위성영상기반 북한 주요지역토지피복 현황 및 토지피복도 구축
	수탁	위성영상을 활용한 북한의 농업환경 분석





30147 세종특별자치시 시청대로 370 세종국책연구단지 B동(과학·인프라동) 8~11층  
8~11F, Bldg B, 370 Sicheong-daero, Sejong, 30147, Republic of Korea  
[www.kei.re.kr](http://www.kei.re.kr) Tel 044-415-7777 Fax 044-415-7799