구글어스 기반의 공간영상을 통한 환경분야 협력을 위한 남북한 협력적 거버넌스 연구

기정훈^{1*} · 허근숙² · 남성우¹

¹명지대학교 행정학과, ²명지대학교 교육대학원

A Study of Collaborative Governance for Environmental Cooperation between South and North Korea Using Google Earth-based Spatial Image

Junghoon Ki^{1*}, Kunesook Hur², and Sungwoo Nam¹

¹Department of Public Administration, School of Social Science, Myongji University, Seoul 03674, South Korea

²Graduate School of Education, Myongji University, Seoul 03674, South Korea

Abstract

Scientific analysis and inter-Korean cooperation are needed to reduce North Korea's environmental pollution and deforestation. Many efforts to reduce North Korea's environmental issue have a fundamental weakness because they are generally influenced by internal and political conditions. To overcome such a weakness, two approaches may be effective; the first is to use new technology such as Google Earth and the second is to build collaborative governance that is invulnerable to political conditions. This study focuses on building collaborative governance models based on Google Earth data investigation, a previous research's release of Google Earth database, and literature review of North Korea's environmental issues. This research's results are as follows. First, North Korea's industrial regions suffer from environmental pollution and many other regions experience severe deforestation according to Google Earth-based spatial images. Second, we can discern environmental pollution such as air pollution, water pollution, soil pollution, and deforestation using Google Earth-based spatial image. In reality, we are able to identify deforestation and partially soil pollution with Google Earth-based spatial image. Third, there are different environmental problems among North Korea's local regions. South Korea has to prepare and plan various collaborative governance models depending on North Korea's local needs on environmental problems.

Key words: collaborative governace, environmental cooperation, google earth, North Korea, spatial image

I. 서론

북한의 환경오염의 실태는 지난 수십 년 간 악화되고 있다. 특히 공업지역을 중심으로 한 대기오염과 평양, 원산, 청진, 남포 등 대도시 주변의 강을 중심으로 한 공장폐수로 인한 수질오염, 그리고 중화학공장 산업폐기물과 광산폐기물에 의한 토양 중금속 등의 오염 문제가 심화되고 있다(Jung and Byun, 2011). 해양오염을 보면 두

만강, 압록강 등의 수질오염이 동해와 황해의 오염으로 이어지고 있고 원산 앞바다에는 해마다 적조현상이 나타나고 있으며 북한의 서해안 간척사업도 해양오염의 원인이 된다고 밝혀졌다(Ki, 2016).

동시에 북한의 자연환경, 즉 산림, 농업환경 및 국토의 파괴도 심화되어서 북한 전체 산림면적이 지난 20년 동안 30% 정도 줄어들었다(Song, 2012). 더욱이 무리한 '다락밭 개간'은 북한의 산림을 황폐화시켰다. 특히 무분별한 '다락밭 건설'과 '새땅찾기 사업'은 1990년대 중반경의 최악의 홍수피해 발생의 한 원인으로 지적되고 있다(Jung and Byun, 2011). 북한은 이러한 심각한 자연파괴에 대처할 수 있는 기술적 및 재정적 수준이 안된다는 것을 보이고 있다(Ki, 2016).

북한의 환경오염과 자연환경 파괴에 과학적인 분석과 과학기술 협력을 통한 환경관리가 필요한 이유는 무엇보다도 이 문제가 북

Received on February 2, 2017. Revised on February 9, 2017.

Accepted on February 21, 2017.

*Corresponding author: johnki@mju.ac.kr

이 논문은 2014년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(한국연구재단 과제번호: NRF-2014R1A1A2056499).

한 사회에 매우 심각한 영향을 주고 있기 때문에 시급하게 이루어져야 한다는 것이다. 산림, 농업환경 및 국토개발과 관계된 분야의 문제는 식량생산과 거주지 등 생활에 직접적인 영향을 주는 것이기 때문에 시급하게 개선해야 할 필요가 있는 것이다. 따라서 북한의 산림, 농업환경 및 국토개발 분야의 기술적인 분석과 과학기술 협력은 통일을 대비하여서 과학기술분야의 협력을 위한 시작점이 될 것이다.

최근까지의 환경오염이나 산림, 농업환경 및 국토개발 분야의 남북한 기술적 조사나 과학기술협력에서의 접근은 남북한 협력사업의 확대, 남한 자원 활용 사업, 맞춤형 지원방안, 그리고 국제협력을 통한 지원이 있다(Ki, 2016). 첫째는 남북한 협력사업의 확대(Lee et al., 2010)에 따른 남북 수자원경제협력 사업(Lee et al., 2008), 북한 농업 개발협력(Kwon, 2012, pp.102-103) 등이 있다. 둘째, 남한의 자원을 활용한 사업 확대가 있는데, 여기에는 남한의 개발 성공사례 적용, 남한의 잉여 농산물 지원, 농업기술 이전 및 북한농업이 전문화(Choi et al., 2000)가 있다. 셋째, 북한의 실정에 맞춤형으로 지원을 통해 협력하는 방안이 있는데, 북한 농업 맞춤형 농업개발협력(Kim Y.H. et al., 2012)이나 북한주민들과의 밀착형 사업의 개발(Lee et al., 2010)을 들 수 있다. 넷째, 국제협력을 통한 지원 및 협력의 경우는 국제기구의 개발지원 사업 경험 및 정보의 활용(Lee et al., 2010), 다국간 협력체제 구축(Kim, 2005), 국제협력을 통한 농업인력 개발(Kwon and Kim, 2012) 등이 있다.

기존에 소개된 대부분의 과학기술협력방안은 기본적인 약점을 안고 있는데, 이는 정치적 영향력을 받게 되고 무엇보다도 북한의 내부적인 상황에 따라 그 구체적인 조사와 실행력이 매우 불안정하다는 점이다. 따라서, 이러한 약점을 극복할 수 있는 새로운 차원에서의 접근이 필요하며 이는 두 가지 차원에서 가능하다. 그 하나는 기술적 차원에서 지속적인 환경현황조사를 하기 위한 구글어스(Google Earth)와 같은 도구를 활용하는 방안이고, 다른 하나는 행정적 차원에서 정치적인 상황변화에 관계없이 지속적으로 기술협력을 할 수 있는 협력적 거버넌스 모델을 구축하는 것이다. 최근 구글어스를 활용한 북한환경 지리정보구축에 관한 연구(Ki, 2016)가 이루어졌기 때문에 본 연구에서는 이러한 연구에서의 지리정보 자료 공유를 통해서 남북한 환경기술협력과 이를 기초로 한 협력적 거버넌스 모델 구축을 중심으로 연구를 진행하고자 한다.

II. 연구방법

본 연구의 연구방법은 구글어스 공간영상을 통해서 북한에서의 산림파괴와 환경오염에 대한 조사를 실시하고 이와 동시에 북한의 환경문제에 대한 문헌연구를 통해서 북한에서의 광역행정단위에

서의 환경오염이나 산림파괴와 같은 환경문제를 확인하였다. 구글어스 공간영상을 통한 환경오염과 산림파괴에 대한 선행연구의 몇 가지 사례는 Table 2와 Table 3에 정리되어 있으며 특별히 Table 3에서는 황해남도의 산림파괴 현상을 집중적으로 보여준다(Ki, 2016). 산림파괴에 대해서는 식생지수와 같은 방법을 활용하여 영상을 분석하면 보다 그 파괴정도를 수치화할 수 있으나 본 연구는 영상분석이나 통계분석이 아닌 협력적 거버넌스 모형 구축을 위한 연구이기 때문에 식생지수를 통한 분석은 하지 않았다. 북한의 환경문제에 대한 문헌연구의 결과와 이에 대한 구글어스 영상에서의 식별은 Table 5에서 보여주고 있는데 실제로 구글어스에서 제공하는 영상으로는 산림파괴 정도를 잘 드러내고 있고 그 외의 환경문제들, 예를 들면 대기오염이나 수질오염에 대해서는 명확한 모습을 식별하기가 어렵다. 다만 일부 토양오염이나 토양훼손에 대해서는 식별의 가능성을 보여준다. 본 연구의 과정은 아래의 Fig. 1을 통해서 보여주는데 구글어스 영상조사와 문헌연구, 그리고 협력적 거버넌스 구축으로 이어지게 된다.

1. 구글어스 공간영상과 북한 환경정보

구글어스 공간영상은 다국적 기업인 구글에서 제공하는 위성영상 기반의 공간정보서비스로서, 공간해상도 2.5m의 SPOT 영상을 기본 데이터로 제공하고 있다(Ki, 2016; Kim et al., 2012). 구글어스는 상당히 제한적인 북한의 환경지리정보를 대체할 수 있는 가장 유용한 자료라고 판단된다(Kim C.H. et al., 2012; Sakong et al., 2007). 북한의 공간정보를 살펴볼 수 있는 자료로는 Table 1에서 보여주는 바와 같이 각종 지형도(Topographical Map), 위성영상(Satellite Imagery), 주제도(Thematic Map) 등이 있으나, 지형도와 주제도는 제작된 지 최소 10년이 넘었거나 보안상의 이유로 공개되지 못하고 있으며, 위성영상은 전문적인 가공절차를 거쳐야 한다는 단점이 있다(Kim C.H. et al., 2012). 따라서 이러한 약점을 극복하고 높은 수준의 공간정보를 활용하여 북한의 환경과 자연현

Fig. 1. Research Process.

Table 1. Geographic Information of North Korea (Ki, 2016; Kim C.H. et al., 2012; Sakong et al., 2007).

Kind	Available Database	File Style	Scale/Resolution	Size/Width	Manufactured or Published Year	Institution
Topographical Map	Paper Topographical Map	Paper	1/50,000	All Korea	1980s	Korea Research Institute For Human Settlements ^z
	Digital Topographical Map	DWG	1/250,000	All North Korea	1990s, 2008	National Geographic Information Institute (NGII)
Satellite Imagery	High Resolution Satellite Imagery (OrbView-3, SPOT-5)	GeoTiff	1 m or 2.5 m	8 km or 60 km	After 2003, After 2005	The U.S. Geological Survey (USGS), The French space agency
	Low Resolution Satellite Imagery (KOMPSAT(-2), Landsat-7)	BIL	30 m	180 km	After 2004, 1980, 1990, 2001, 2014	Korea Aerospace Research Institute, NGII
Thematic Map	Road Map	DWG	1/250,000	All North Korea	2000s	The Korea Transport Institute
	Land Cover Map	GeoTiff	30 m	All Korea	1980s, Late 1990s	Korea Ministry of Environment
	Digital Elevation Map (DEM)	NDM	30 m or 100 m	All Korea	2000	Korea Research Institute For Human Settlements ^z

^zKorea Research Institute used geographic information to publish its research papers.

황을 분석할 수 있는 구글어스는 효과적이고 효율적인 방법이다 (Ki, 2016).

최근, 구글어스를 활용한 환경과 재난재해 및 경관과 관광자원에 관한 다양한 연구들이 나타나고 있고, 그 중에는 북한을 포함하는 연구들도 있다. 구글어스를 통한 제주도의 경관자원을 평가한 연구(Lee et al., 2011), 강원도의 경관자원을 평가한 연구(Bae, 2010) 등이 있다. 특히 김창환 외(2012)는 구글어스에서 제공하는 고해상도 위성영상을 활용하여 북한의 호수에 대한 공간정보를 구축하여 관련 학문분야에 기초적인 자료를 제공하였고(Kim C.H. et al., 2012), 김석주 외(2011)는 구글어스를 활용하여 연변지역의 문화, 역사유적을 지도화하여 분포의 특징을 밝혀내었다(Kim S.J. et al., 2011). 그러나 기존의 연구들은 북한의 환경문제에 대한 접근이 아니라 학문적 연구나 기초자료구축을 위한 접근이라는 점에서 한계를 가진다.

2. 남북한 환경협력을 위한 협력적 거버넌스 모델

본 연구에서 분석의 틀로 설정한 거버넌스 모델은 다음과 같은 내용으로 구성된다. 거버넌스는 일반적으로 정부의 역할, 운영체제, 또는 사회문제 해결방식 등의 변화를 의미 하지만, 그 범위나 의미에서 상당히 넓게 사용될 수 있어서 행정과정에서 거버넌스가 조직구조, 행정절차, 관리기법, 정책기조인지 잘 드러나지 않는 경우도 있다. 본 연구에서는 거버넌스를 국가 발전을 위한 경제적, 사회적 자원의 관리방식에 한정하여 정의하려고 한다(Koo et al., 2013).

관리방식은 정부조직을 관리하는 방법으로서 정부조직의 내부운영방식이나 행정서비스 전달방식을 포함하는 개념이다(Lee, 2002). 관리방식으로서 거버넌스에는 조직요인, 관계요인, 그리고 상황요인이 포함될 수 있다.

협력적 거버넌스 모델을 상황요인, 관계요인, 그리고 조직요인으로 나누어서 각 요인별로 어떠한 접근을 통해서 남북한 환경협력 관리기술에 적용할 수 있을지에 대해서 살펴본다. 이러한 협력적 거버넌스 모델은 Figure 2를 통하여 보여준다.

우선 상황요인에서는 일회성 및 홍보성 사업이 아닌 신뢰를 형성하고 지속성을 가질 수 있는 모형이 필요함을 강조하고자 한다. 이는 상호이익이 존재하고 외부효과가 지속적으로 발생할 수 있는 체계가 되어야 한다. 특별히 여기에서는 민간부문 기술협력의 확대를 통한 협력적 거버넌스 구축이 중요하다. 그러한 환경오염처리 및 자연환경 복구를 위한 민간부문 기술협력의 확대는 남북한 환경협력 관리기술 운영으로 연결될 수 있다.

상황요인을 위한 모형에서는 북한에 대한 지원에 관심을 가지는 국제민간기구, 북한의 환경문제와 자연환경 문제에 직접적인 영향을 주고 있는 중국이나 러시아의 정부기관, 그리고 북한 내에서 기업활동을 하고 있는 해외 기업체 등이 중요한 역할을 할 수 있다.

다음으로는 관계요인이다. 이는 앞에서 말한 상황요인과 밀접하게 연계되어 있는데, 민간부문 기술협력 확대를 통한 협력적 거버넌스를 구축하는 것이 중요하며, 이러한 거버넌스를 남북한 환경협력 관리기술 개발 및 활용과 운영에 어떻게 활용할 지에 대해서 기

Fig. 2. Collaborative Governance Determinant Factors (Koo et al., 2013: 31).

술하고자 한다.

보다 구체적으로 관계요인을 살펴보면 우선 남북한 환경협력 관리기술 개발 및 활용과 운영에 있어서 자원 및 권한의 균형이 있어야 한다. 이는 기존의 유사한 연구들에서 말하였던 남한의 자원을 주로 활용하는 협력보다는 어느 정도 수준에서 북한의 자원을 활용해야 하며 동시에 협력에 있어서 남한의 권한을 확대해야 한다는 것을 의미한다. 둘째로는 남북한 간의 신뢰가 형성되어야 한다는 것인데, 여기에는 단순한 정치적 신뢰를 넘어서는 남북한 환경협력 관리기술 개발 및 활용과 운영 실행과정에서의 신뢰를 확보할 수 있는 방안까지를 의미한다. 물론 정치적인 영향력이 가장 큰다는 것은 사실이지만 그럼에도 불구하고 행정적 측면과 실무적인 측면에서의 신뢰형성 역시 중장기적 관계형성에는 중요한 역할을 한다.

마지막으로 조직요인이다. 여기에서는 남북한 환경협력 관리기술 개발 및 활용과 운영을 위한 협의회 구성과 협의회의 조직과 활동을 기획한다. 이 협의회에 있어서 중요한 역할을 하는 단체나 기구는 다면적으로 구성되어야 한다. 첫째, 정치적 영향력의 측면에서 중국과 러시아의 역할은 북한의 환경문제에 있어서도 아직도 중요하기 때문에 중국과 러시아의 정부나 민간의 참여는 큰 의미를 가진

다. 둘째, 국제기구와 그 활동을 활용한 협력적 거버넌스 구축이다. 여기에서는 ‘유엔환경계획(UNEP)’이나 ‘국제부흥개발은행(IBRD: International Bank of Reconstruction and Development)’과 같은 국제기구의 활용이 있고 동시에 북한에서 기업활동을 하고 있거나 계획하고 있는 다양한 민간단체들의 참여가 있어야 한다. 셋째, 국내의 대학을 중심으로 한 학술교류를 통한 협력적 거버넌스 구축이다. 여기에서는 학술적 차원에서 남북한 환경협력 관리기술 개발 및 활용과 운영 방안을 제시하고자 한다. 마지막으로 북한이탈주민과 이들이 중심이 된 NGO들이다. 이들 중 환경 분야 전문인력들을 과학기술협력을 위한 매개체로써 활용하는 것은 그 효율성이 상대적으로 높다고 볼 수 있다. 왜냐하면 북한이탈주민의 경우는 아직도 북한의 과학기술체계에 익숙하기 때문에 이들을 활용하는 것은 상당히 효율적이기 때문이다.

III. 연구결과 및 고찰

다음의 Table 2와 Table 3은 최근 연구 중에서 북한의 공업지역들의 환경오염과 황해남도의 산림파괴에 대한 구글어스 영상을 보

Table 2. North Korea's Environmental Pollution and Natural Environment Destruction using Google Earth-based image (Ki, 2016).

Hamhung, Sariwon, Nampo		Google Earth Imagery	Evaluation
Environmental Pollution	Water Pollution (Hamhung)		Pollutant reaches the sea through the river, which causes water pollution
	Deforestation (Sariwon)		Deforestation takes place when the mountain turns into farmlands
Natural Environment Destruction	Wetlands Destruction (Nampo)		There is environmental destruction in the tide flat.

여주는 사례가 되는데 이를 통해 북한의 환경오염과 특별히 자연환경파괴가 심각한 수준임을 알 수 있다(Ki, 2016).

기정훈(2016)에 따르면 Table 2에서 보여주는 구글영상을 통해서 함흥시에서의 수질오염과 황해북도 사리원시의 산림파괴와 남포시의 습지파괴가 있음이 확인된다. 함흥시에서는 홍남비료공장과 홍남제철소로 말미암아서 대기 및 수질오염이 심각하며 황해북도 지역의 경우는 다락밭 개간 등으로 인한 산림파괴가 심각하다(Ki, 2005a). 구글어스 영상에서 보는 바와 같이 산림파괴와 환경오염은 북한의 공업도시들을 중심으로 하여 광범위하게 퍼져있는 것으로 보여진다. 산림파괴의 경우는 황해남도과 황해북도에 심하게 나타나고 있는데, 이는 그동안 북한에서 농업용 토지 확보를 위해서 시행해 왔던 다양한 정책들(예: 다락밭 건설, 새땅찾기 사업 등)이 다른 지역에 비해서 낮은 구릉이나 언덕이 많은 황해남도와 황해북도에 심각한 영향을 준 결과라고 볼 수 있다(Ki, 2016). 이러한 환경이나 산림파괴를 복구하고 회복하기 위해서 그동안 시도되었던 다른 정책수단들은 그 실효성이 적었다는 것을 간접적으로 보여준다. 이를 극복하기 위한 협력적 거버넌스 모형의 도입을 고려할 필요가 있다.

Table 3에서 제시된 구글어스 공간영상 비교는 황해남도와 황

해북도에 대한 산림파괴현상을 보여준다(Ki, 2016). 황해남도와 황해북도는 그동안 북한에서 농업용 토지 확보를 위해서 시행해 왔던 다양한 정책들(예: 다락밭 건설, 새땅찾기 사업 등)에 의해서 산지와 구릉, 언덕 등에 있던 산림 및 녹지가 집중적으로 피해를 입은 지역들이 많이 분포되어있다. 구글어스 영상을 통해서 2010년과 2015년의 이미지를 비교해 보면 녹지의 비율이 상당히 감소해 있는 것이 발견된다. 황해남도 과일군 북쪽지역의 경우 과거에 녹지였던 부분이 현재에는 녹지가 거의 없어진 것을 볼 수 있다. 그 외 지역에서도 산림파괴의 현상이 진행됨을 분명히 알 수 있다. 실제로 북한에서의 산림파괴는 황해남북도에만 국한된 현상은 아닐 것이며 산림을 가지고 있는 지역들에서 공통적으로 나타날 것이므로 이에 대한 해결책을 찾기 위한 남북한의 환경협력을 위한 협력적 거버넌스가 필요하다(Ki, 2016).

남북한 환경협력 관리기술 개발을 위한 분석의 결과는 Table 4를 통해서 보여주고 있다. 이를 통해서 본 연구결과로 나오게 된 북한에서의 환경문제를 범주화하고 각 영역별로 환경협력 관리기술과 협력적 거버넌스 방안을 찾아서 연결시키는 것이 중요하다. 이러한 이론적 틀이 실제의 조사 분석에서 모두 다 적용되지는 않을 수 있지만 그 범위를 넓혀간다면 의미있는 남북한 환경협력 거버넌

Table 3. Google Earth Image in North Korea Hwanghae-namdo deforestation (Ki, 2016).

Administration Area		Past Image (2010)	Current Image (2015)
Hwanghae-namdo	North Part of Kwail-goon
	West Part of Kwail-goon
	South West Part of Byuksung-goon
	North Part of Byuksung-goon
	South Part of Ayang-Ri
	North Part of Ayang-Ri

Table 4. Research Framework: Environment Management Technology and Collaborative Governance (Ki, 2015a, 2015b).

Category		Criteria & Urgency	Environmental Management Technology	Collaborative Governance
Environmental Pollution	Air	Pollution Level	<ul style="list-style-type: none"> • Fugitive Dust Management • China Dust Storm Management • National Air Pollution Screen 	<ul style="list-style-type: none"> • Private Sector Collaborative Governance • Korea-China Collaborative Governance • Korea Environment Corporation leading Governance
	Water	Pollution Level	<ul style="list-style-type: none"> • Water Quality Management • Water Ecology Conservation • Sewage Management • Underground Water Management 	<ul style="list-style-type: none"> • Government Sector Collaborative Governance • Environment NGO Collaborative Governance • Government Sector Collaborative Governance • Academic Research Collaborative Governance
	Soil	Polluted Area Clean Area	<ul style="list-style-type: none"> • Soil Pollution Test • Soil Environment Evaluation System 	<ul style="list-style-type: none"> • The Korea Environment Corporation leading Governance • Government Sector Collaborative Governance
Nature Destruction	Deforestation	Recovery Area	<ul style="list-style-type: none"> • Tree Planting Project • Alternative Energy Development • Forest Devastated Area Recovery 	<ul style="list-style-type: none"> • Private Sector Collaborative Governance • Government Sector Collaborative Governance • International Organization Collaborative Governance
	Wetlands Destruction	Recovery Area	<ul style="list-style-type: none"> • Wetlands Conservation • Wetlands 	<ul style="list-style-type: none"> • International Organization Collaborative Governance • Private & NGO Collaborative Governance

스가 구축될 것이다.

Table 5에서는 Table 4의 이론적 틀을 북한의 지역별로 환경분야의 협력방안과 협력적 거버넌스를 제시하였다. 이를 살펴보면 지역별로 환경오염의 종류가 차이가 나며 이에 따른 환경관리기술과 협력적 거버넌스의 양상도 차별적으로 적용됨을 알 수 있다. 그럼에도 불구하고 정부와 민간과 학계와 NGO, 그리고 국제기구를 활용한 다양한 협력적 거버넌스의 구축을 통해서 북한의 환경오염과 자연환경파괴를 도울 수 있는 그리고 이를 계기로 남북한의 관계를 개선해 나갈 수 있는 다양한 정책적 전략이 계획되고 이를 준비해야 한다. 이는 남북한의 통일 이후에도 북한의 국토와 환경을 회복하는데 직접적으로 활용될 수 있기 때문이다. 이를 위한 남한 정부의 관심과 전략적 지원이 이루어진다면 남북한의 통일을 준비하는 과정에서 큰 도움이 될 것이다.

IV. 적요

북한의 환경오염과 자연환경 파괴에 과학적인 분석과 과학기술 협력을 통한 환경관리가 시급하게 필요한 이유는 무엇보다도 이 문제가 북한 사회에 매우 심각한 영향을 주고 있기 때문이다. 북한 환경정보에 대한 제한된 접근성과 자료의 부족을 극복하기 위해서는 기술적 차원에서 구글어스(Google Earth)와 같은 도구를 활용하여 지속적인 환경현황조사를 수행하는 방안이 있고, 행정적 차원에서는 협력적 거버넌스 모델을 구축을 통하여 정치적인 상황변화에 관계없이 지속적으로 기술협력하는 것이다.

본 연구는 선행연구에서의 구축된 구글어스 지리정보자료의 공유와 구글어스 영상에 대한 조사분석에 기초로 하여 남북한 간의 협력적 거버넌스 모델 구축을 중심으로 연구를 수행하였으며, 연구 과정에서 북한의 환경오염이나 자연환경파괴를 파악하기 위한 문헌연구를 병행하였고, 그 결과는 다음과 같다. 첫째, 구글어스 영상을 통해서 알 수 있는 사실은 북한의 환경파괴가 문제가 되고 있으며, 특히 자연환경파괴가 심각한 수준이라는 것이다. 북한 공업지역들의 환경오염과 황해남도의 산림파괴에 대한 구글어스 영상은 이러한 현상을 적나라하게 보여주는 사례가 된다. 둘째, 구글어스 영상을 통해서 식별할 수 있는 환경오염은 대기오염, 수질오염, 토양오염이고 산림파괴와 같은 자연환경파괴 역시 식별이 가능하다고 본다. 그러나 실제적인 영상을 통해서 산림파괴나 일부 토양오염 수준만을 식별할 수 있음을 알 수 있다. 셋째, 북한 지역별로 환경오염 양상이 서로 다르게 나타남으로 환경관리기술과 협력적 거버넌스 모델도 지역의 상황에 따라서 차별적으로 적용되어야 함을 인식할 수 있었다. 우리나라 정부와 민간과 학계와 NGO, 그리고 국제기구를 활용한 다양한 협력적 거버넌스의 구축을 통해서 북한의 환경오염과 자연환경파괴를 도울 수 있는 다양한 정책들이 계획되고 준비되어야 한다.

V. References

- Bae, S.H. 2010. Landscape resource assessment using web 2.0-based geographic information. *J. Photo Geogr.* 20(3):1-12.
 Choi, S.Y., K.T. Lim, and S.R. Oh. 2000. South and North Korea

Table 5. North Korea's Environment Management Technology and Collaborative Governance.

Category	Local Government	Google Earth Imagery Sample (2006)	Google Earth Imagery Sample (2016)	Major Environment Damage (Reference)	Google Earth Identification	Environment Management Technology	Collaborative Governance
Municipalities	Pyung-Yang			Air, Water, Forest (The Herald, 2012)	Hard to Identify	Fugitive Dust Management	Korea-China Collaborative Governance
Special City	Ra-Sun			Forest (Freedom Asia Broadcasting, 2016)	Identified	Tree Planting Project & Recovery	International Organization Collaborative Governance
	Nampo			Water (The Hankook Ilbo, 2002)	Hard to Identify	Water Quality Management	Government Sector Collaborative Governance
	Pyung-An Namdo			Forest (VOA Korea, 2015)	Identified	Tree Planting Project	Government & NGO Collaborative Governance
Province	Pyung-An Bukdo			Soil, Water, Air (Chosun Ilbo, 2016)	Partially Identified	Comprehensive Project	Korea Environment Corporation leading Governance
	Jakangdo			Water (The Hankook Ilbo, 2002)	Hard to Identify	Water Quality Management	Government Sector Collaborative Governance
	Ryangkangdo			Soil (The Asia Economy, 2014)	Partially Identified	Soil Environment Evaluation System	Government Sector Collaborative Governance
	Hwanghae Namdo			Drinking Water (VOA Korea, 2016)	Hard to Identify	Water Quality Management	Government Sector Collaborative Governance
	Hwanghae Bukdo			Forest, Air (Ki, 2015b)	Identified	Tree Planting Project	Government Leading International Organization Collaborative Governance
	Hamkyung Namdo			Air, Soil, Ocean (Donga Ilbo, 2016)	Partially Identified	National Air Pollution Screen	Korea Environment Corporation leading Governance
	Hamkyung Bukdo			Water (Ki, 2015b)	Hard to Identify	Sewage Management	Government Sector Collaborative Governance
	Kang-wondo			Ecology (Freedom Asia Broadcasting, 2015)	Partially Identify	Forest Devastated Area Recovery	International Organization Collaborative Governance
	Shin-euju Special District			Water (Ki, 2015b)	Hard to Identify	Water Quality Management	Government- Private Sector Collaborative Governance
	Kumkangsan Tour Special District			Soil & Ocean (Ki, 2015b)	Hard to Identify	Tree Planting Project	Economic Cooperation Fund
District	Gaesung Industrial District			Water & Wetlands (The Hankyoreh, 2007)	Hard to Identify	Wetlands Conservation	Private & NGO Collaborative Governance

- agricultural cooperation strategy study. Korea Institute for National Unification.
- Chosun Ilbo. 2016. Poong-ge nuclear testing site rumor: headache, weight loss, ghost disease is killing many Poong-ge people. http://news.chosun.com/site/data/html_dir/2016/08/01/2016080100181.html.
- Donga Ilbo. 2016. Children camp is built in the dark land. <http://news.donga.com/3/all/20160721/79306263/1>.
- Freedom Asia Broadcasting. 2016. North Koreans say tha water disaster is human-made disaster. http://www.rfa.org/korean/weekly_program/nk_now/.
- Hankyoreh. 2007. Gaesung industrial district sewage pollutes DMZ marsh area. <http://www.hani.co.kr/arti/society/environment/225411.html>.
- Hankook Ilbo. 2002. [KDI] North Korea's Air Pollution is 12 times to that of South Korea. 2002.01.06. Hankook Ilbo.
- Jung, H.S. and B.S. Byun. 2011. Environmental policy, Park Young Sa, Seoul, Korea.
- Ki, J.H. 2015a. A spatial planning for South and North Korea's industrial cooperation to prepare the unification era: an alternative approach with the collaborative governance models. *J. Korea Plan. Assoc.* 17(1):25-46.
- Ki, J.H. 2015b. Building a collaborative governance for South and North Korea's cooperation in science and technology. *GRI Review* 50(1):41-56.
- Ki, J.H. 2016. Spatial photo analysis using Google Earth Images to measure urban environmental pollution and deforestation in North Korea. *J. Environ. Policy Adm.* 24(1):133-146.
- Kim, C.H., E.H. Lee, S.J. Kim, and S.H. Bae. 2012. The analysis of the lake in North Korea using Google earth. *J. Photo Geogr.* 22(2):29-38.
- Kim, K.R. 2005. South and North Korea agricultural gooperation's evaluation and direction. North Korea Rural Development and International Cooperation. Kyungnam Univ., Changwon, Korea.
- Kim, S.J. and N.S. Kim. 2011. Yanbian area's cultural-historic sites mapping and charicteristics using Google earth. *J. Korean Assoc. Regional Geogr.* 17(1):122-139.
- Kim, Y.H., M.J. Nam, and T.J. Kwon. 2012. A study on customized agricultural cooperation between two Koreas. Korea Rural Economic Institute.
- Koo, K.J., S.B. Kim, and J.H. Ki. 2013. Analysis of regional colaborations based on the colaborative governance model: a case of the Daejeon metropolitan area colaboration projects. *Korean J. Local Gov. Stud.* 17(3):23-46.
- Kwon, T.J. 2012. Inter-Korean cooperation strategy for agricultural development in North Korea. *J. Rural Dev.* 35(3):87-110.
- Kwon, T.J. and Y.H. Kim. 2012. International cooperation for agricultural human resource development in North Korea. Korea Rural Economic Institute.
- Lee, S.Y., K.S. Park, S.Y. Park, J.S. Oh, M.S. Cho, and H.B. Cho. 2010. Cooperation for forest rehabilitation programs of North Korea. National Forest Research Institute.
- Lee, Y.J., S.H. Bae, and S.S. Park. 2011. Natural landscape resource assessment using geographic information from Google earth: a focused on the ten scenic views of Yeongju on Jeju island. *J. Tour. Stud.* 23(2):41-56.
- Sakong, H.S., K.H. Seo, and S.H. Han. 2007. A study on building database for territorial use of the North Korea. *J. Korea Spat. Inf. Soc.* 15(3):323-333.
- The Asia Economy. 2014. North Koreans is Selling Stones from Moutain Baekdu. <http://www.asiae.co.kr/news/view.htm?idxno=2014061811414679465>.
- The Herald. 2012. North Korea's environmental destruction is more severe than South Korea by UN Environmental Program investigation. http://news.heraldcorp.com/view.php?ud=20121101000277&md=20121104003321_BL
- VOA Korea. 2015. North Korea's Natural Disasters Come from Weak Social Infrastructure. <http://www.voakorea.com/a/2917854.html>.
- VOA Korea. 2016. North Korea's Water Problem is Very Severe According to UN investigation. <http://www.voakorea.com/a/3250939.html>.