


총설

## 북한의 사방공학 분야 연구동향 분석

김기대<sup>1</sup> · 강민정<sup>1</sup> · 김동엽<sup>1</sup> <sup>2\*</sup> · 이창우<sup>1</sup> · 우충식<sup>1</sup> · 서준표<sup>1</sup>

<sup>1</sup>국립산림과학원 산림방재연구과, <sup>2</sup>국립산림과학원 연구기획과

## Research Trends on Soil Erosion Control Engineering in North Korea

Kidae Kim<sup>1</sup>, Minjeng Kang<sup>1</sup>, Dongyeob Kim<sup>1</sup> <sup>2\*</sup>, Changwoo Lee<sup>1</sup>,  
Choongshik Woo<sup>1</sup> and Junpyo Seo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Division of Forest Disaster Management, National Institute of Forest Science, Seoul 02455, Korea


<sup>2</sup>Division of Research Planning and Coordination, National Institute of Forest Science, Seoul 02455, Korea

**요약:** 북한은 1970년대부터 이어진 산림황폐화로 인해 매년 홍수와 산지토사재해가 발생하고 있다. 북한의 산지토사재해 피해저감과 통일 이후의 국토관리를 위해서는 북한 내 산림복구와 사방사업 관련 기술 및 동향을 파악하는 것이 무엇보다 우선적이다. 이 연구에서는 북한에서 발행된 사방공학 관련 논문 146편을 분석대상으로 하였으며, 문헌학적 특성과 논문의 통계적 분석을 실시하였다. 이후 VOSviewer 프로그램을 이용하여 연구영역을 구분하였으며, 이상의 연구결과를 토대로 시간적 변화에 따라 연구동향을 파악하였다. 그 결과, 1990년대부터 관련 논문이 꾸준히 증가하였다. 관련 연구주제는 (i) 토양침식 및 유실, 산지토사재해 위험지 평가, (ii) 산림의 수리·수문학적 이해, (iii) 사방구조물의 합리적인 시공, (iv) 사방사업 효과 및 관리방안으로 구분되었다. 특히, 김일성 집권시기에는 (ii) 산림의 수리·수문학적 이해에 관한 연구영역의 점유비율이 높았으나, 김정일과 김정은 집권시기에는 (i) 토양침식 및 유실, 산지토사재해 위험지 평가에 관한 연구영역의 점유비율이 증가하였다. 이러한 결과를 통해 사방공학에 대한 북한의 관심과 필요성이 꾸준히 증가하고 있는 것을 유추할 수 있었다. 이 연구의 결과가 북한의 사방공학 분야를 올바르게 이해하는 기초자료로써 본격적인 남북 산림협력을 대비하기 위한 발판이 될 수 있을 것으로 판단된다.

**Abstract:** North Korea has experienced floods and sediment-related disasters annually since the 1970s due to deforestation. It is of paramount importance that technologies and trends related to forest restoration and soil erosion control engineering be properly understood in a bid to reduce damage from sediment-related disasters in North Korea, and to effect national territorial management following unification. This paper presents a literature review and bibliometric analysis including 146 related articles published in North Korea. First, we analyzed the textual characteristics of the articles. We then employed the VOSviewer software package to classify the research topic and analyzed this topic based on the time change. The results showed that articles on the topic have consistently increased since the 1990s. In addition, research related to soil erosion control engineering has been classified into four subjects in North Korea: (i) assessment of hazard area on soil erosion and soil loss, sediment related-disasters; (ii) hydraulic and hydrologic understanding of forests; (iii) reasonable construction of soil erosion control structures; and (iv) effects and management plan of soil erosion control works. The proportion of research related to the (ii) hydraulic and hydrologic understanding of forests had been significant during the reign of Kim Il-sung. However, the proportion of research related to the (i) assessment of hazard area on soil erosion and soil loss, sediment-related disasters, increased during the reign of Kim Jong-il and Kim Jong-un. Using these results, our analysis indicated that an interest in and need for soil erosion control engineering in North Korea has continually increased. The results of this study are expected to serve as a basis for preparing forestry cooperation between North and South Korea, and to serve as essential data for better understanding soil erosion control engineering in North Korea.

**Key words:** text-mining, research trends, Democratic People's Republic of Korea, flood, sediment-related disaster, soil erosion control

\* Corresponding author  
E-mail: dykim.forest@korea.kr

ORCID  
Dongyeob Kim  <https://orcid.org/0000-0001-5243-0780>

## 서론

북한의 산림황폐화는 1980년대 중반부터 가속화되어 현재까지 진행되고 있으며, 나이지리아, 인도네시아와 함께 산림황폐화가 심각한 나라로 손꼽히고 있다(Maplecroft, 2011; Song et al., 2012). 이러한 산림황폐화의 주요 원인으로서는 1990년대 중후반 ‘고난의 행군’ 시기 동안 식량난을 극복하기 위한 다락밭, 비탈밭 건설과 무분별한 남벌 등이 제기되었다(Hwang, 1997). 일반적으로 비탈밭은 경작지가 부족한 지역에서 다른 용도로 이용되던 토지를 무분별하게 개간하여 자연재해의 악순환을 야기하는 것으로 알려져 있는데, 그 대표적인 예가 바로 북한이라고 할 수 있다(Okou et al., 2014; Monsieurs et al., 2015; Yu et al., 2016).

북한은 1990년대부터 2016년까지 연이은 홍수와 산지토사재해가 발생하여 인명뿐만 아니라 막대한 재산 피해를 초래하였으며(MOU, 2018), 북한의 재해위험도는 191개 국가 중 39위를 기록할 만큼 높은 수준으로 지난 20년 동안 자연재해가 지속적으로 발생한 것을 알 수 있다(Index for Risk Management, 2017).

산림이 훼손되면 적은 양의 강우에도 지표침식이 발생하고 계곡과 하천에 퇴적되어 강바닥을 높이게 되면서 홍수와 산지토사재해 등의 자연재해를 야기할 수 있다(Lee and Jin, 2008). 이와 같은 피해를 예방할 수 있는 효과적인 방법은 사방사업이다. 사방사업은 산지 및 계류에 식생을 조성하거나, 구조물을 시공하여 임지를 보전하고 토양의 생산·이동을 조절하여 산지토사재해로부터 발생하는 피해를 최소화하기 위해 실시한다. 사방사업의 효과는 1970년대 산림녹화를 통해 과거로부터 경험적으로 인식되었으며(Lee et al., 2017), 최근에는 실측, 또는 다양한 실내실험 및 모델(Chun, 1990; Cho, 2005; Seo et al., 2016)을 통해 그 효과를 인정받고 있다.

북한에서도 홍수와 산지토사재해로부터 안전한 생활공간을 확보하기 위한 사방공학 분야의 연구가 수행되고 있다. 북한 치산치수 분야의 대표적인 학술지인 ‘농업수리화(격월간지)’에는 홍수 피해저감을 위한 산림관리법과 공법, 시공 및 유지보수 방법, 산지토사재해의 요인과 위험지 판정 등 사방공학 분야에 대한 논문이 다수 발행되었다(Ahn et al., 2010). 이와 같이 북한에서도 홍수와 산지토사재해의 심각성, 예방과 복구에 대한 사회적 공감대는 형성되어 있는 것으로 보인다. 그러나 대내외적인 정치·사회·경제적 문제로 인해 현실적인 대응책과 복구방안이 제대로 마련되지 않고, 그 피해도 정확히 집계하지 못하는 실정이다.

북한의 산지토사재해 피해저감과 통일 이후의 국토관

리를 위해서는 산림복구와 사방사업 관련 기술 및 동향을 파악하는 것이 시급하다. 그러나 1950년 한국전쟁으로 적대적, 체제경쟁 관계로 분단된 후 반세기 이상 인적·물적 교류뿐만 아니라 학문적인 교류 또한 거의 이루어지지 않았다(Kim, 2007). 더욱이 북한에서 발행되는 문헌이 국내에 제공되고 있음에도 불구하고 용어와 문헌의 체계 등이 서로 상이하여 각 분야에서 적극 활용되지 못하고 있다.

본 연구에서는 북한의 산림복구와 사방공학 분야 연구기술의 기초자료로서 북한의 사방공학 분야 연구동향을 분석하였다. 이를 위해 북한에서 발행된 사방공학 분야의 논문을 수집·선별하였고, 문헌학적 분석과 텍스트마이닝 기법을 통한 정량적 분석을 실시하였다. 세부적으로 선별된 논문의 발행시기와 각 연구분야별 특성을 비교하였고, 북한 사방공학 분야의 연구영역과 연구동향의 시간적 변화 특성을 분석하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 사방의 개념과 범위 검토

북한에서 ‘사방’의 개념과 범위를 검토하기 위한 대상은 북한 내 치산치수 분야의 대표적인 학술지인 농업수리화에 게재된 Ju and Seo(1999)의 논문과 립업기술문답집(산림편)이다. Ju and Seo(1999)의 논문은 북한 내에서 시행되는 사방사업의 명칭과 정의, 대표적인 사방공법을 소개하고 있다. 립업기술문답집(산림편)의 경우 남한의 사방기술교본과 유사하게 대표적인 사방공법과 더불어 시공방법을 제시하고 있다. 이 연구에서는 전술한 2편의 문헌검토를 통해 북한에서 ‘사방’의 개념과 범위를 제시하였고, 남한의 「사방사업법」과 「사방기술교본」의 수록 내용과 비교하였다.

### 2. 논문 자료 수집

북한의 사방공학 분야 자료수집을 위해서 북한과학기술네트워크(<http://www.nkscholar.com>)를 검색기반으로 활용하였다. 북한과학기술네트워크는 북한 산림분야의 대표적인 학술지인 ‘산림과학’을 비롯한 32개 학술지, 86,000여 편의 논문을 제공하고 있다.

검색기간은 학술지의 최초 원문제공시기인 1960년부터 2016년까지이다. 검색 키워드는 북한에서 발행된 사방공학 관련 문헌의 사방공종명과 북한과학기술네트워크의 남북과학기술용어사전 내 임학 분야 용어를 토대로 선정하였다(Appendix Table 1). 먼저 키워드로 검색하여 관련 논문 총 899편의 목록을 수집하였다. 1차적으로 검색된 논문 중 제목 및 내용 검토를 통하여 사방공학 분야

논문을 선별하였고, 특히 연구대상지가 산림(또는 해안림)지역인 논문만을 대상으로 하였다. 이러한 과정을 통하여 최종적으로 걸러진 총 146편의 논문을 본 연구의 분석대상으로 선정하였다(Appendix Table 2).

### 3. 논문의 문헌학적 특성

북한에서 발행된 사방공학 분야 논문의 문헌학적 특성을 파악하기 위해 분석 대상 논문의 발행연도를 기준으로 집권시기별, 연구분야별 발행특성을 검토하였다. 먼저 일부 논문에서 지도자 혹은 당의 교시를 명시하여 해당 연구의 목적과 당위성을 제시하고 있었다. 특히, 북한에서의 학술연구는 철저히 지도자의 교시 및 당의 정책에 부합되어야 한다는 원칙에 따라 수행됨으로서(Jeon, 2010) 대부분의 문헌에 정치·사회적 통치이념이 반영되어 당시의 시대적 상황을 유추할 수 있었다. 따라서 집권시기별 발행특성은 북한의 지도자인 김일성(1948~1994년), 김정일(1994~2011년), 김정은(2011년~현재) 집권시기로 구분하여 비교하였다. 연구분야의 경우 국내 「사방사업법」의 사방사업 구분 기준인 산지사방사업, 야계사방사업, 해안사방사업 분야로 분류하였으며, 이상의 통계 분석은 SPSS(Ver. 22)를 이용하였다.

### 4. 논문의 연구영역 분석

북한에서 발행된 사방공학 분야 논문의 연구주제와 특성을 파악하기 위해 텍스트마이닝 분석을 실시하였다. 텍스트마이닝 분석은 논문 내 핵심어들의 관계파악을 위한 집약체인 논문의 개요, 목적 등을 정량적, 객관적으로 분석할 수 있어 기존의 정성적 문헌분석 방법의 단점을 보완할 수 있다고 알려져 있다(Kim and Lee, 2018). 텍스트마이닝 분석 연구 중 Lee et al.(2017)이 텍스트마이닝과 동시출현단어 분석을 통해 국외 지진 유발 산지토사 재해 분야의 연구동향을 파악한 바가 있으며, 이외에도 다양한 분야의 연구동향(Go and Eo, 2017; Jin and Eo, 2018; Lee et al., 2019)을 파악하는데 활용되고 있다.

일반적으로 텍스트마이닝 분석은 논문의 집약체인 제목과 초록, 키워드에 출현한 주요단어를 활용한다. 하지만 수집된 북한 논문의 대부분은 초록과 키워드가 기술되어 있지 않고, 연구내용 또한 1~2쪽 내외로 제한적이었다. 따라서 논문의 제목을 대상으로 연구주제와 특성을 간접적으로 파악하였다. 이를 위해 형태소 분석기인 Knowledge Matrix Plus(Ver 0.80)를 이용하여 논문 제목 내 유사어, 약어, 접속부사 등을 정제한 단어를 추출하였다(KISTI, 2016). 이때, 총 3편이상의 논문에서 출현한 단어만을 이용하여 동시출현단어 분석의 기초자료를 구축하였다. 추출된 단어는 VOSviewer(Ver 1.6.10)를 이용하

여 동시출현단어 분석과 네트워크 지도 시각화를 실시하였고, 연구영역과 각 연구영역별 주요단어를 구분하였다(Van Eck and Waltman, 2010; Lee et al., 2017).

시각화된 네트워크 지도는 네 가지 속성을 활용하여 분석 결과를 나타낸다. 각 주요단어가 표시되고, 각 주요 단어가 포함된 원의 색깔은 연구영역을 구분한다. 이때, 원의 크기는 주요단어의 출현빈도를 나타내고, 각 원과 원의 거리와 실선은 주요단어의 상호 연관성이 높음을 나타낸다. 여기서 원과 원 사이의 거리가 가까울수록 연관성이 높고, 실선은 연관성이 높은 주요단어의 연관성을 나타낸다(Van Eck and Waltman, 2010; Lee et al., 2018).

### 5. 논문의 세부연구영역별 비교

각 논문의 제목에서 출현하는 연구영역별 단어비율을 파악하여 각 연구영역에 있어서 집권시기별 점유비율을 산출하였다. 이때, 각 논문에서 출현한 연구영역별 단어(구)의 수를 연구영역 전체 단어(구)의 수로 나누어 연구영역별 단어출현빈도를 표준화하였으며, 이후 표준화된 각 논문의 연구영역별 단어출현빈도를 각 논문 내 표준화된 연구영역별 단어출현빈도의 총합으로 나누어 논문별 단어출현빈도를 표준화하였다(Van Eck and Waltman, 2010; 2014).

이와 같은 방법으로 산출된 각 논문의 연구영역별 점유비율을 동일 발행연대별로 합하여 각 연구영역의 발행연대별 점유비율을 산출하였다. 이를 통해 전술한 바와 같이 집권시기에 따른 연구영역별 점유비율을 비교하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 사방의 개념과 범위

전술한 2편의 문헌을 대상으로 ‘사방’의 개념과 범위를 검토한 결과, Ju and Seo(1999)에 따르면 북한에서는 사방사업을 사방야계공사로 명명하였으며, ‘산과 개울에서 산사태를 비롯하여 흙모래흐름과 그 피해를 막기 위한 자연개조사업’으로 정의하였다. 사방야계공사는 대상지에 따라 크게 사방공사와 야계공사로 구분하였다. 사방공사에는 비물흐름길 바로잡기 공사, 산비탈물길 및 계단 건설, 녹화, 물빼기대책공사, 바람막이, 모래막이담 등의 기술, 야계공사에는 물길파기 및 물기퍼기 공사, 제방 및 수계 건설, 낙차공 또는 골막이 등의 기술로 분류하였다. 이외에도 립업기술문답집(산림편)에서는 사방사업을 산지보호공사로 명명하였다. 이때, 산지보호란 ‘자연지리적요인을 비롯한 여러 가지 요인에 의하여 산비탈면과 산개울, 산골짜기에서 일어나는 침식을 막으며 메마른 산에 나무가 울창하게 들어서게 함으로써 산림자원을 늘리고 국토를 보호하기 위한 대자연개조사업’으로 정의하

였다. 산지보호공사는 대상지에 따라 크게 산허리보호공사, 산개울보호공사, 모래막이공사로 구분하였으며, 산허리보호공사에는 산허리계단, 산허리물길, 흙막이, 옹벽, 산허리돌쌓기 등의 기술, 산개울보호공사에는 골막이, 기슭막이, 물길정리, 바닥다짐, 제방, 호안림 조성 등의 기술, 모래막이공사는 바람막이담, 나뭇가지보호담, 풀심기 등의 기술로 분류하였다.

전술한 두 문헌에 제시된 사방공종을 남한의 사방기술 교본(Korea Forest Service, 2014) 내 사방공종과 비교한 결과는 Appendix Table 3과 같다. 북한에서의 사방사업을 남한의 사방사업과 비교하였을 때 사방공사 또는 산허리보호공사(남한의 산지사방사업), 야계공사 또는 산개울보호공사(남한의 야계사방사업), 야계공사 또는 모래막이공사(남한의 해안사방사업)로 구분할 수 있었다. 이는 남한에서 산지사방, 야계사방, 해안사방, 생활권사방으로 구분하고 있는 것과 같이 세부 분야의 구분에서는 조금 상이하지만, 사방공종을 중심으로 살펴보면 기술구성이 유사한 것으로 판단된다.

한편, 북한에서는 임업 분야뿐만 아니라 농업 분야에서도 사방사업이 이루어지고 있으며, 그 차이점도 확인할 수 있었다. 농업 분야에서 사방사업은 ‘자연개조사업’의 일부라 할 수 있으며, 이는 북한의 사회주의 건설과 인민의 풍요로운 삶을 위해 추진하는 ‘사회개조’, ‘인간개조’와 함께 3대 개조사업에 포함되었다. 즉, 북한은 자연을 개조의 대상으로 판단하며, 사방사업을 수원고갈과 홍수를 방지하여 농토를 기름지게 하고, 더 나아가 국토운영의 효율성과 생산성을 높이기 위한 목적으로 활용하고 있다(Seo, 2008; Park et al., 2009). 임업 분야에서는 남북한의 사방사업이 기본적으로 크게 다르지 않다고 사료되나, 남한의 경우 1980년대 녹화사업 완료 이후 국토보전보다는 토사재

해예방 및 피해방지에 초점을 두고 있으며, 북한은 여전히 국토보전에 초점을 두고 있다고 판단된다.

## 2. 논문의 문헌학적 특성

북한에서 사방공학 분야를 대상으로 한 논문 발행은 1962년을 시작으로 약 30년 후인 1990년대부터 점차 활성화되어 최근까지 꾸준히 증가추세를 나타내었다[Figure 1(a)]. 집권시기별 논문 발행경향을 분석한 결과, 김일성 집권시기 연평균 0.7편, 김정일 집권시기 4.9편, 김정은 집권시기 7.2편으로 과거로부터 최근까지 집권자가 변화하면서 관련논문 발행편수가 증가한 것으로 나타났다[Figure 1(b)]. 이와 같이 집권자에 따른 논문 발행편수 변화는 (1970년대 이전 DB 구축이 미흡한 상황을 고려하여도) 당시 정책기조와 시대적 상황을 반영한 것으로 사료된다.

1950년대 남북한 모두 일제강점기와 한국전쟁으로 산림이 황폐화되었으나, 남북을 비교하였을 때 북한은 남한에 비해 풍부한 산림자원을 보유하고 있었다. 하지만 북한은 1950년대 말부터 산림을 적극 개발·이용하는 정책을 시행함에 따라 산림보호가 상대적으로 약화되기 시작했다. 더욱이 1970년대 식량부족으로 농경지를 확대하기 위해 다락밭 건설을 국가정책으로 시행하였고, 1990년대 이후 경제난과 함께 식량난이 지속되자 다락밭 건설은 더욱 광범위하게 진행되었다(Park et al., 2011; Park and Park, 2017). 이와 같이 인민의 생존을 위한 산림의 개발·이용 관련 정책을 시행했던 김일성 집권시기는 사방공학 분야뿐만 아니라 크게는 산림 보호에 대한 관심과 필요성이 저조했던 것으로 사료된다.

이후 1990년대 중반 북한은 유래 없는 자연재해와 경제난으로 고난의 행군에 접어들었으며, 지속적인 다락밭의 증가는 곧 산림황폐화로 이어져 홍수로 인한 주변 도

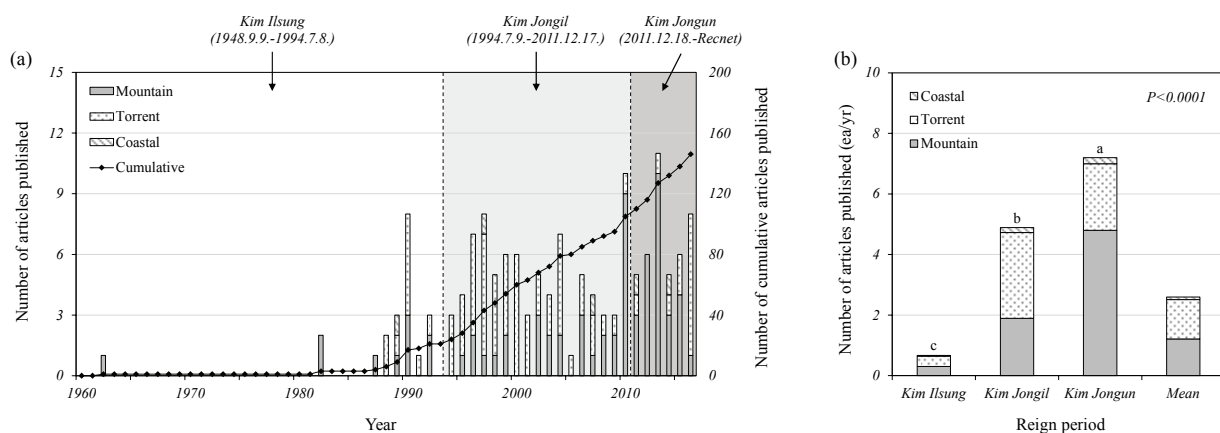


Figure 1. (a) Number of articles related to the soil erosion control engineering classified by years in North Korea. (b) Number of articles related to the soil erosion control engineering classified by reign period in North Korea.

시의 침수 및 산지토사재해의 원인이 되었다(Park et al., 2011; Park and Park, 2017). 이에 김정일 집권시기에는 산지토사재해 발생원의 관리보다는 하류에 위치한 가옥 및 농경지의 피해를 줄이기 위한 대책 마련의 일환으로 야계사방사업에 관한 연구를 수행하였던 것으로 사료된다. 이처럼 북한에서도 야계사방사업은 하천의 물매를 조절하고 물의 흐름속도를 낮추어 침식과 홍수를 줄인다는 점에서 중요한 재해방지 대책으로 인정받고 있었다(Ahn et al., 2010). 하지만 이 시기의 사방공학 분야 연구는 홍수나 산지토사재해의 예방뿐만 아니라 다락밭의 토양침식 방지와 같은 유사 분야에 적용되어 김정일 집권시기는 산림의 개발·이용과 보호·관리적 측면이 상충하는 시기라 할 수 있었다.

김정은 집권 이후 ‘산림복구전투’라는 용어를 사용하여 지속적으로 국토관리 사업에 대한 중요성을 강조하였으며, ‘산림건설총계획(2013-2042)’을 선언하는 등 과거보다 적극적인 양묘, 식수 등의 산림복구사업을 진행하였다. 특히, 지금까지의 산림관리정책과는 차별되는 비탈밭에 수목을 식재함으로써 토양침식을 방지하는 임농복합경영 계획, 김일성종합대학 내 산림과학대학을 창설 등 직접적으로 산림을 관리하는 방법과 인력을 양성하는 노력을 보였다(Kim et al., 2016; Oh et al., 2018). 이와 같이 강력한 산림복구 정책에 따라 김정은 집권시기의 산지사방사업에 관한 논문이 증가한 것으로 사료된다.

한편, 해안사방사업의 경우 타 연구분야에 비해 논문이 미진하였는데, 이는 간석지를 조성하여 농경지를 확대하는 정책의 영향으로 해안을 대상으로 하는 연구는 대부분 간석지에 국한된 것으로 사료된다.

### 3. 논문의 연구영역

북한의 사방공학 분야 논문 146편의 제목을 대상으로 단어(구)를 추출하였으며, 이 중 3편이상의 논문에서 출현한 단어(구)는 총 103개로 나타났다. 추출된 단어(구)를 대상으로 동시출현단어 분석을 실시한 결과, 북한의 사방공학 분야 연구는 네 개의 연구영역으로 구분되었다(Figure 2). 각 연구영역별로 출현한 주요단어(구)를 살펴본 결과, 제 1 연구영역에서는 ‘침식’, ‘연구’, ‘평가’, ‘토양’, ‘[유]류역’, ‘영향’, ‘지형’, ‘지대’, ‘모형’, ‘조성’ 등의 단어가 높은 빈도로 출현하였다. 제 2 연구영역에서는 ‘특성’, ‘물’, ‘계산’, ‘강’, ‘모래’, ‘흐름’, ‘속도’, ‘정리’, ‘결수’, ‘높이’ 등의 단어가, 제 3 연구영역에서는 ‘산림’, ‘하천’, ‘결정’, ‘고려’, ‘합리적’, ‘급류’, ‘문제’, ‘체계’, ‘기초’, ‘구간’ 등의 단어가 높은 빈도로 출현하였다. 제 4 연구영역의 경우 ‘방법’, ‘큰물’, ‘지역’, ‘관리’, ‘토지’,

‘[이]리용’, ‘조절’, ‘건설’, ‘계획’, ‘선정’ 등의 단어가 높은 빈도로 출현하였다(Appendix Table 4).

이와 같이 분류된 주요단어(구)를 토대로 각 연구영역의 주제를 의미론적으로 파악한 결과, 제 1 연구영역은 ‘토양침식 및 유실, 산지토사재해 위험지 평가’에 관한 연구영역으로 판단하였으며, 제 2 연구영역은 ‘산림의 수리·수문학적 이해’에 관한 연구영역, 제 3 연구영역은 ‘사방구조물의 합리적인 시공’에 관한 연구영역으로 판단하였다. 아울러 제 4 연구영역은 ‘사방사업 효과 및 관리방안’에 관한 연구영역으로 판단하였다.

각 연구영역별로 대표할 수 있는 논문과 국내 유사 논문을 살펴보면 다음과 같다. 제 1 연구영역(토양침식 및 유실, 산지토사재해 위험지 평가)과 관련해서 Park(2015)은 리기다소나무림에서 회귀분석을 통해 토양침식량을 분석하였으며, Hyeon(2004)은 기상 및 지리적 인자의 수량화 II류 분석을 통해 비탈면 침식구역을 평가하였다. Yeo and Lee(1996)는 강우인자 및 지형·지질인자의 회귀분석을 통해 산사태 위험지 예측 모형을 개발하였으며, Jo and Song(2014), Park and Kim(2014)은 사면안정해석을 통해 산사태 위험지를 예측하였다. 특히, Yeo and Lee(1996)의 연구는 국내에서 수행된 Woo et al.(2014)의 산사태 위험지도와 관련된 연구와 유사하였는데, 이들의 연구는 지형·지질인자를 이용하여 산사태 위험도 예측 모형을 개발한데에 공통점이 있다. 이로서 북한의 사방공학 분야에서 통계적, 물리적 접근을 통한 연구도 일부 수행되었던 것을 확인할 수 있었다.

제 2 연구영역(산림의 수리·수문학적 이해)과 관련해서 Han(1998)은 호안림에서 포플러나무의 간격과 높이에 따른 유속을 산정하였고, 이를 기초로 적절한 식재 간격을 제시하였다. Jeong and Hong(2006)은 소나무림의 강우량과 강우강도, 풍속에 따른 차단손실을 분석하였고, Lee(2010a, 2010b)는 낙엽송의 강우분배와 증산특성을 분석하였다. 이들의 연구는 산림의 물 조절 능력 평가가 홍수나 산지토사재해를 막기 위한 기초라고 하였으며, ‘치산치수’와 같이 북한에서도 물 관리를 통해 재해를 예방하고자 한 것으로 사료된다. 아울러 국내에서도 비슷한 시기에 수행된 Kim et al.(2005)의 침엽수림과 활엽수림, 혼효림의 강우분배 분석 연구와 유사한 것으로 보여지며, 남북한 모두 수리·수문학적 연구가 산지토사재해 메커니즘 이해 및 사방구조물의 설계와 배치에 있어 주요한 부분임을 확인할 수 있었다.

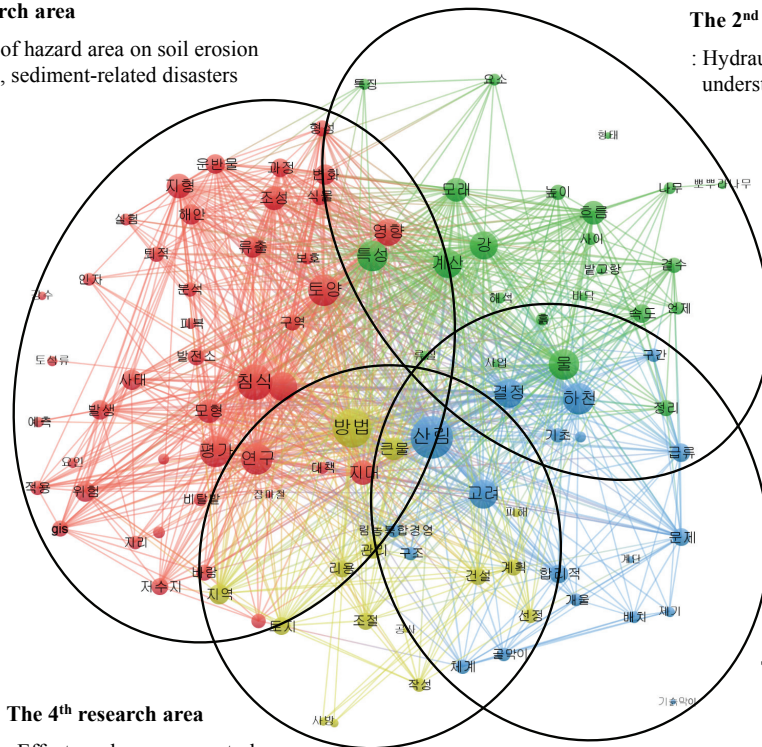
제 3 연구영역(사방구조물의 합리적인 시공)과 관련해서 Cha(1996; 1998)가 계류의 곡선반경, 유속, 경사에 따라 적합한 기슭막이 종류를 제시하였고, 기초의 동결을 고려한 구조물의 기초깊이를 결정하였다. Kim and Hyeon(2001)의

**The 1<sup>st</sup> research area**

: Assessment of hazard area on soil erosion and soil loss, sediment-related disasters

**The 2<sup>nd</sup> research area**

: Hydraulic and hydrological understanding of forests



**The 4<sup>th</sup> research area**

: Effects and management plan of soil erosion control works

**The 3<sup>rd</sup> research area**

: Reasonable construction of soil erosion control structures

**Figure 2. Research areas and thematic map based on text-mining and co-word analysis.**

경우 골막이 간의 거리, 골막이의 높이, 시공비용을 고려하여 골막이의 합리적인 시공위치를 선정하였다. 이러한 연구는 국내에서 Jeong and Ma(2007a; 2007b)가 기상인자 및 하천형태학적 인자, 입지특성의 수량화 I류 분석을 통해 사방댐 시공위치를 예측한 연구, Song and Chae(2013)가 습윤지수와 무한사면안정해석을 통해 사방댐의 위치와 규모를 산정할 수 있는 설계 프로그램을 개발한 연구와 유사한 것으로 보여진다. 한편, 최근 국내에서는 기존의 구조물 대책뿐만 아니라 산사태 예보체계 구축 및 운영(Lee et al., 2015), 산사태 조기경보를 위한 센서의 반응분석(Kim et al., 2016) 등의 비구조물 대책에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있는데 반해 북한에서는 산사태 위험지 평가를 제외한 비구조물 대책에 대한 연구는 다소 미진하였다.

제 4 연구영역(사방사업 효과 및 관리방안)과 관련해서 Baek and Jeon(2003), Moon and Baek(2004)이 비탈밭의 토양침식을 막기 위한 식재방법과 토양 관리방법을 제시하였고, Choi and Kang(2003)은 경과년수에 따른 산림의 홍수조절능력을 평가하였다. Kim(1999)의 경우 산림의 홍수조절기능과 동시에 가축의 초본수요와 주민의 연료(땃감) 수요를 고려하여 산림토지이용계획 방안을 제시

하였다. 특히, 이 연구영역은 국내에서 Choi(2011)가 임분성장 및 숲가꾸기가 장기 물수지에 미치는 영향과 숲가꾸기의 합리적인 주기를 분석한 연구, Youn et al. (2011)이 숲가꾸기가 산사태 예방에 효과적이라는 것을 분석한 연구와 유사한 것으로 보여진다.

한편, 제 2 연구영역(산림의 수리·수문학적 이해)에 관련된 현상과 자료의 축적을 전제로 제 1 연구영역(토양 침식 및 유실, 산지토사재해 위험지 평가)의 관련 연구가 수행될 수 있는 점, 그리고 제 2 연구영역(산림의 수리·수문학적 이해)과 제 1 연구영역(토양침식 및 유실, 산지토사재해 위험지 평가)의 연구결과를 기반으로 제 3 연구영역(사방구조물의 합리적인 시공)이 현지에 적용될 수 있다는 점에서 세 연구영역이 상호 연관성을 가진다. 아울러 제 4 연구영역(사방사업 효과 및 관리방안)의 경우 모든 연구영역의 연구가 충분히 이루어져야 실현가능한 연구영역으로서 나머지 세 연구영역을 아우르는 연구영역이라 할 수 있다.

**4. 논문의 세부연구영역별 비교**

집권시기별 각 연구분야의 점유비율을 비교한 결과 (Figure 3), 김일성 집권시기에는 제 2 연구영역(산림의

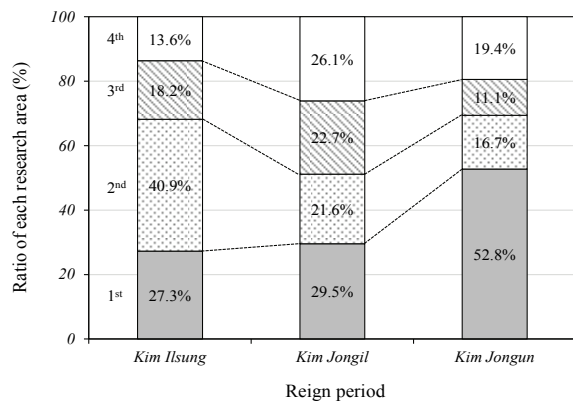


Figure 3. Ratio changes of each research area related to the soil erosion control engineering classified by reign period in North Korea.

수리·수문학적 이해)의 점유비율이 타 연구영역에 비해 높게 나타났다. 이러한 결과로 볼 때 김일성 집권시기는 사방공학 연구의 시발점으로서 수문학적 현상과 더불어 토양침식 및 유실, 산지토사재해의 메커니즘을 이해하기 위한 연구가 주를 이루었다고 할 수 있다.

이후 김정일 집권시기에는 제 1 연구영역(토양침식 및 유실, 산지토사재해 위험지 평가)의 점유비율이 가장 높게 나타났으나, 타 연구영역과 크게 차이를 나타내지 않았다. 반면에 제 3 연구영역(사방구조물의 합리적인 시공)과 제 4 연구영역(사방사업 효과 및 관리방안)의 점유비율이 김일성 집권시기에 비해 증가하였다. 이 시기는 토양침식 및 유실, 산지토사재해 피해를 저감하기 위한 구조물 대책 연구가 증가하였고, 이를 통해 사방사업이 본격적으로 시행되었음을 유추할 수 있다. 더불어 사방사업이 시행됨에 따라 그 효과와 관리방안에 대한 연구도 함께 수행되었던 것으로 판단된다.

한편, 제 1 연구영역(토양침식 및 유실, 산지토사재해 위험지 평가)의 경우 과거로부터 꾸준히 증가추세를 보였고, 김정일은 집권시기에는 절반이상의 점유비율을 차지하였다. 특히, 김일성, 김정일 집권시기에는 단순히 경험적 모델을 활용하여 토사유출량을 산정하는데 그쳤다면, 김정일은 집권시기에는 다양한 통계적, 물리적 모델을 활용하여 토사생산부터 토사의 이동 및 붕괴까지 전 과정을 고려하였다. 따라서 김정일은 집권시기는 구조물 대책 뿐만 아니라 비구조물 대책에 관한 연구를 수행함으로써 산지토사재해 피해저감을 위한 종합적인 대책 연구가 수행되었다고 할 수 있다.

아울러 최근에 수행된 산지토사재해(Xu et al., 2015; Yang et al., 2019) 및 토양침식(Zhuang et al., 2015) 분야 연구의 주요단어를 분석한 결과, ‘Landslide’, ‘Slope stability’, ‘Soil erosion’, ‘GIS’, ‘Remote sensing’, ‘Hazard’, ‘Logistic

regression’, ‘Numerical modeling’, ‘RUSLE’ 등의 단어가 높은 빈도로 출현하였는데, 이는 제 1 연구영역(토양침식 및 유실, 산지토사재해 위험지 평가)과 관련된 단어로서 최근 북한에서 수행되었던 사방공학 분야 연구가 국제적인 연구동향과 크게 다르지 않음을 확인할 수 있었다.

## 결론

이 연구는 북한의 산림복구와 사방공학 분야 연구기술의 기초자료로서 북한의 사방공학 분야 연구동향을 분석하였다. 발행 논문편수를 분석한 결과, 북한 사방공학 분야 논문의 발행은 1990년대부터 최근까지 꾸준히 증가하였다. 텍스트마이닝 분석 결과, 북한의 사방공학 관련 연구는 ‘토양침식 및 유실, 산지토사재해 위험지 평가’, ‘산림의 수리·수문학적 이해’, ‘사방구조물의 합리적인 시공’, ‘사방사업 효과 및 관리방안’ 등 네 개의 연구영역으로 구분되었다. 이들을 시간적으로 구분하였을 때 김일성 집권시기에는 ‘산림의 수리·수문학적 이해’에 관한 연구영역이 주를 이루었으나, 김정일과 김정은 집권시기에는 ‘토양침식 및 유실, 산지토사재해 위험지 평가’에 관한 연구영역이 주를 이루는 것으로 나타났다.

이 연구를 통해서 북한에서 사방공학 분야 연구가 지속적으로 수행되고 있음을 확인할 수 있었으며, 북한 사방공학 분야의 전반적인 연구동향을 파악하였다. 즉, 북한도 남한과 동일하게 산지토사재해 피해저감에 대한 공감대가 형성되어있으며, 연구적 측면에서 유사성도 확인할 수 있었다.

그러나 이 연구에서는 사방공학 분야와 직간접적으로 관련 있는 논문에 한해서만 분석되었으며, 남북한의 용어차이로 인해 내용파악이 어려워 제외된 문헌도 있었다. 아울러 한글의 복합명사, 동의어에 대한 프로그램의 분해능력 또한 연구결과를 보다 객관적으로 해석하는데 있어 한계점이 되었다.

그럼에도 불구하고 산림과학기술 교류와 적정기술의 현장적용을 위해서는 이질성을 극복하는 것이 중요하다. 이러한 이질성을 극복하기 위해서는 과학적인 기초자료를 통한 공통분모를 모색해야한다. 이 연구는 북한에서 수행된 사방공학 분야의 전반적인 연구동향 파악을 처음으로 시도했다는 것과 연구자의 주관적 해석에 의존하지 않고 정량적, 객관적 분석을 통한 연구해석이 이루어졌다는 점에 의의가 있다. 또한, 문헌 고찰에 그쳤던 대북 연구의 한계점을 극복하고 북한의 사방공학 분야 연구동향을 명료하게 하여 기존의 정성적인 연구결과들을 구체화시켰다.

추후 이 연구결과를 토대로 북한이 지향하고자 하는 사방공학 분야의 특성을 면밀히 파악하고, 그와 유사한 국

내 연구사례 및 기술 검토가 필요하다. 이후 관련 사례를 대상으로 북한에 적용 가능한 연구·과학기술이 정립되어야 하며, 이를 토대로 체계적인 대북 연구와 정책수립이 필요할 것이다. 이 연구결과가 북한의 사방공학 분야를 올바르게 이해하는 기초자료로써 본격적인 남북 산림협력력을 대비하기 위한 발판이 될 수 있을 것으로 판단된다.

## References

- Ahn, S.J., Lim, S.J., Hong, J.Y. and Kim, D.Y. 2010. Research of erosion control technique and Erosion control works propulsion performance in North Korea. *Journal of Korea Society of Forest Engineering and Technology* 8(1): 71-82.
- Baek, S.S. and Jeon, S.Y. 2003. Planting methods of reducing soil erosion in terrace fields. *Technological Innovation* 5: 35-36 (North Korea).
- Cha, Y.S. 1996. Where should the revetment be placed at the stream?. *Agriculture Hydrographization* 4: 25-26 (North Korea).
- Cha, Y.S. 1998. Determination of foundation depth of torrent structure considering freezing effect. *Agriculture Hydrographization* 1: 11-12 (North Korea).
- Cho, H.J. 2005. Forest vegetation structures and successional trends in Young-il soil erosion control district. *Journal of Korean Society of Forest Science* 94(6): 453-461.
- Choi, H.T. 2011. Effect of forest growth and thinning on the long-term water balance in a coniferous forest. *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology* 13(4): 157-164.
- Choi, K.H. and Kang, Y.E. 2003. Evaluation of control capability of nature on watershed. *Weather and Hydrophyle* 5: 18-19 (North Korea).
- Chun, K.W. 1990. Studies on effects of channel bed fixation by erosion control dams in torrential streams. *Journal of Korean Society of Forest Science* 79(3): 269-277.
- Go, B.J. and Eo, H.S. 2017. Mammalian research topics and trends in Korea. *Korean Journal of Environment and Ecology* 31(1): 30-41.
- Han, Y.C. 1998. Affects of water velocity by tree height and plant intervals of poplar tree. *Agriculture Hydrographization* 6: 30-32 (North Korea).
- Hwang, S.U. 1997. Land cover monitoring for the extraction of agricultural area in North Korea using NOAA/AVHRR Data. Master, Thesis. Seoul National University. Seoul, Republic of Korea.
- Hyeon, J.Y. 2004. Evaluation model of mountain slope erosion by weather and topographical factors. *Weather and Hydrophyle* 6: 15-17 (North Korea).
- Index for Risk Management. 2017. JRC science for policy report. pp. 85.
- Jeon, M.Y. 2010. Current status and characteristics of South Korean studies in North Korea: focusing on North Korea and unification policy. *Kookmin Social Science Reviews* 18(2): 242-280.
- Jeong, D.G. and Hong, E.S. 2006. Some experimental results of interception loss of precipitation by vegetation. *Agriculture Hydrographization* 1: 18-19 (North Korea).
- Jeong, W.O. and Ma, H.S. 2007a. Influences of environmental factors on the sedimentation of soil erosion control dams in forest watershed. *Journal of Agriculture & Life Science* 41(1): 7-12.
- Jeong, W.O. and Ma, H.S. 2007b. Influences of meteorological and river morphological factors on the sedimentation of debris control dams in forest watershed. *Journal of Agriculture & Life Science* 42(3): 17-22.
- Jin, C.Y. and Eo, S.H. 2018. Avian research trends in Korea analyzed by text-mining and co-word analysis: based on articles of the Korea Journal of Ornithology. *Korean Journal of Ornithology* 25(2): 126-132.
- Jo, S.B. and Song, H.C. 2014. Evaluation of landslide hazard in mountains in west coast. *Agriculture Hydrographization* 1: 18 (North Korea).
- Ju, S.J. and Seo, J.Y. 1999. What is the erosion control works?. *Agricultural Hydrographization* 5: 10 (North Korea).
- Kim, B.M. and Lee, D.K. 2018. Social network analysis on the research trend of Korean ecological restoration technology. *Journal of the Korea Society of Environmental Restoration Technology* 21(3): 67-81.
- Kim, C.H. 2007. A review of GIS research trends in North Korea. *Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies* 10(4): 189-197.
- Kim, C.W. and Hyeon, J.Y. 2001. Some problems raised from the rational arrangement of the check dam in forest watershed. *Bulletin of KIMILSUNG Univ.-Natural Science* 9: 111-113 (North Korea).
- Kim, D.Y., Seo, J.P., Lee, C.W. and Woo, C.S. 2016. Analysis on the behaviors of soil water characteristic sensors through rainfall-induced landslide flume experiments. *Journal of The Korean Society of Hazard Mitigation* 16(6): 209-218.
- Kim, K.H., Jun, J.H., Yoo, J.Y. and Jeong, Y.H. 2005. Throughfall, streamflow and interception loss of the natural old-growth deciduous and planted young coniferous in gwangneung and the rehabilitated young mixed forest in Yangju, Gyeonggi-do(I): with a special reference on the results of measurement. *Journal of Korean Society of Forest Science* 94(6): 488-495.



- Kim, S.J. 1999. Study on the land use plan method considering water control in forest. *Bulletin of KIMILSUNG Univ.- Natural Science* 2: 75-78 (North Korea).
- Kim, S.Y., Park, S.Y. and Park, K.S. 2016. A study on new change of forest management in DPRK by introducing agroforestry of sloping land management. *The Korean Journal of Unification Affairs* 28(2): 127-157.
- KISTI (Korea Institute of Science and Technology Information). 2016. Knowledge Matrix Plus(Ver. 0.80) for supporting scientometric network analysis, department of scientometric research. Korea Institute of Science and Technology Information. Republic of Korea.
- Korea Forest Service. 2014. Textbook of soil erosion control technique. pp. 432.
- Lee, C.W., Kim, D.Y., Woo, C.S., Kim, Y.S. and Kwon, H.J. 2015. Construction and operation of the national landslide forecast system using soil water index in Republic of Korea. *Journal of The Korean Society of Hazard Mitigation* 15(6): 213-221.
- Lee, D.K., Kwon, K.C. and Kang, K.S. 2017. Contribution of tree plantation, tree breeding and soil erosion control techniques development during saemaul undong periods to the successful forest rehabilitation in the Republic of Korea. *Journal of Korean Society of Forest Science* 106(4): 371-379.
- Lee, I.N. 2010a. Study of the characteristics of rainfall distribution in the *Larix Kaemferi* stand. *Agriculture Hydrographization* 2: 18-21 (North Korea).
- Lee, I.N. 2010b. Study of the transpiration characteristics in the *Larix Kaemferi* stand. *Agriculture Hydrographization* 4: 26-29 (North Korea).
- Lee, M.B. and Jin, S. 2008. A study on characteristics of the spatial distribution of the cropland and forest by the cultivation expansion in North Korea. *Journal of the Korean Geomorphological Association* 15(4): 29-37.
- Lee, S.I., Seo, J.I., Kim, J.H., Ryu, D.S., Seo, J.P., Kim, D.Y. and Lee, C.W. 2017. International research trend on mountainous sediment-related disaster induced by earthquakes. *Journal of Korean Society of Forest Science* 106(4): 431-440.
- Lee, S.I., Seo, J.I., Kim, S.W. and Chun, K.W. 2019. Analysis of research trends on mountain streams in the Republic of Korea: comparison to international research trends. *Korean Journal of Environment and Ecology* 33(2): 216-227.
- Maplecroft. 2011. Deforestation index 2012. <http://maplecroft.com/about/news/deforestation.html> (2019.06.30.).
- MOU (Ministry of Unification). 2018. Natural disaster in North Korea information portal. <http://nkinfo.unikorea.go.kr/nkp/overview/nkOverview.do?sumryMenuId=SO322> (2019.06.30.)
- Monsieurs, E., Dessie, M., Adgo, E., Poesen, J., Deckers, J., Verhoest, N. and Nyssen, J. 2015. Seasonal surface drainage of sloping farmland: a review of its hydrogeomorphic impacts. *Land degradation & development* 26(1): 35-44.
- Moon, Y.K. and Baek, S.S. 2004. Effective methods to soil erosion prevent in terrace fields. *Technological Innovation* 3: 41-42 (North Korea).
- Oh, S.U., Kim, E.H. and Kim, K.M. 2018. Characteristics of forest policy in the Kim Jong-Un era. *North Korean Studies* 14(2): 101-133.
- Okou, F.A., Assogbadjo, A.E., Bachmann, Y. and Sinsin, B. 2014. Ecological factors influencing physical soil degradation in the Atacora Mountain Chain in Benin, West Africa. *Mountain Research and Development* 34(2): 157-167.
- Park, J.I. and Kim, C.I. 2014. Study of the evaluation on landslide hazard area. *Bulletin of Institute of Science* 3: 45-46 (North Korea).
- Park, K.S., Lee, S.Y. and Park, S.Y. 2009. A study on the North Korea's change of forest policy since the economic crisis in 1990's. *The Korean Journal of Unification Affairs* 21(1): 459-492.
- Park, K.S., Lee, S.Y. and Park, S.Y. 2011. A study on the basic directions for forest rehabilitation programs considering to economic and social conditions of North Korea. *Journal of Korean Society of Forest Science* 100(3): 423-431.
- Park, M.S. and Youn, Y.C. 2010. Korean forest governance: an inter-Korea forestry cooperation approach. *The International Forestry Review* 12(5): 214.
- Park, S.Y. and Park, K.Y. 2017. A study on the experience of the returning land for farming to forestry policy in China for North Korean rehabilitation forests. *Research of China and Soviet Union* 41(3): 149-180.
- Seo, J.I., Chun K.W. and Song, D.G. 2016. Estimation of sediment discharge controlled by sediment-filled check-dam in a forested catchment. *Journal of Korean Society of Forest Science* 105(3): 321-329.
- Seo, Y.S. 2008. An outcome of nature-reorganization policy in North Korea. *North Korean Studies* 4(2): 103-128.
- Song, M.K., Park, S.M. and Youn, Y.C. 2012. Forest policy of Democratic People's Republic of Korea represented in rodongshinmun. *Journal of Environmental Policy* 11(3): 123-148.
- Song, Y.S. and Chae, B.G. 2013. Development of a GIS-based computer program to design countermeasures against debris flows. *The Journal of Engineering Geology* 23(1): 57-65.
- Van Eck, N.J. and Waltman, L. 2010. Software survey:

- VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics* 84(2): 523-538.
- Van Eck, N.J. and Waltman, L. 2014. Visualizing bibliometric networks. pp. 285-320. In: Ding, Y., Rousseau, R. and Wolfram, D. (Eds.). *Measuring Scholarly Impact: Methods and Practice*. Springer. New York, U.S.A.
- Woo, C.S., Kwon, H.J., Lee, C.W. and Kim, K.H. 2014. Landslide hazard prediction map based on logistic regression model for applying in the whole country of South Korea. *Journal of the Korean Society of Hazard Mitigation* 14(6): 117-123.
- Xu, X., Chen, X., Benjamin, F. and Hong, S. 2015. Global research trends in landslides during 1991-2004: A bibliometric analysis. *Landslides* 12(6): 1215-1226.
- Yang, J., Cheng, C., Song, C., Shen, S. and Ning, L. 2019. Visual analysis of the evolution and focus in landslide research field. *Journal of Mountain Science* 16(5): 991-1004.
- Yeo, S.H. and Lee, S.K. 1996. Landslide factors and evaluation of hazard area. *Agriculture Hydrographization* 1: 33-35 (North Korea).
- Youn, H.J., Woo, C.S. and Lee, C.W. 2011. Effects of forest tending on landslide. *Journal of Korean Society of Forest Science* 100(3): 417-422.
- Yu, J.S., Park, H., Lee, S.H. and Kim, K.M. 2016. Review of slope criteria and forestland restoration plan in North Korea. *Journal of the Korea Society of Environmental Restoration Technology* 19(4): 19-28.
- Zhuang, Y., Du, C., Zhang, L. and Du, Y. 2015. Research trends and hotspots in soil erosion from 1932 to 2013: A literature review. *Scientometrics* 105(2): 743-758.

---

Manuscript Received : August 13, 2019

First Revision : September 24, 2019

Accepted : September 25, 2019

Appendix

Appendix Table 1. Keywords used in this study.

Classification	Keywords (North Korean)
Location	산림, 산림지역, 산지, 산간, 산허리, 비탈, 사면, 기슭, [유]류역, 야계, 계류, 계곡, 개울, 골짜기, 해안
Cause	강우[수], 장마, 무더기비, 폭우, 태풍, 큰물, 바람, 화산, 지진
Effect	[산]사태, 붕괴, 토석류, 땅미끄러짐, 풍화, 침식, 삭박, 패임, [유]류실, [유]류출
Countermeasure	사방, 복구, 구조물, 산허리보호공사, 산개울보호공사, 모래막이공사, 지형정리, 흙막이, 비물흐름길 바로잡기 공사, 산비탈(계단)물길, 사방계단, 바람막이, 모래막이담, 돌림물길, 물기퍼(파)기, 수제, 제방, 언제, 모래잡이, [낙]락차공, 흙층 지지구조물(흙막이), 골막이, 기슭막이, 바닥다짐, 압거, 돌주머니, 떼, 파중, 녹화, 식수, 조림
etc.	소류력, 안정성, 토질

Appendix Table 2. Articles related to the soil erosion control engineering in North Korea (1960-2016).

No.	Author	Year	Title	Journal
1	강진조, 길정환	1962	초산 지역의 산지 침식과 그 방지를 위한 연구	과학원통보
2	리창연	1982	비탈밭의 침식량계산에서 수학적방법의 응용을 위한 연구(1)	지질과지리
3	리창연	1982	비탈밭의 침식량계산에서 수학적방법을 적용하기 위한 연구(2)	지질과지리
4	허창국	1987	큰물에 대한 비탈면조절의 동력학적비선형특성	기상과수문
5	허성근	1988	산지하천의 관측자름면에서 걸면흐름속도결수를 계산해 본 경험	기상과수문
6	박찬영, 최정조	1988	확장부를 가진 일체식안장기초	기술혁신
7	장태호	1989	식물피복에 의한 강수의 차단손실모형	기상과수문
8	송재수	1989	모래불해안에서 지형요소특성값에 따르는 알굼기조성의 변화특징에 대하여	김일성종합대학학보-자연과학
9	김성근	1989	급류하천의 흐름특성과 물길정리	농업수리화
10	허창국	1990	류역이 매우 작은 비탈면에서 막흐름방정식계	기상과수문
11	김최일	1990	산지비탈면에서 무더기비 류출과정모형에 대한 연구	김일성종합대학학보-자연과학
12	리수길	1990	모래잡이언제의 기술관리	농업수리화
13	조순희	1990	산간지대 중소하천 개수리론에서 제기되는 몇가지 문제	농업수리화
14	주상진	1990	산비탈 계단과 단쌓이를 어떻게 하는가	농업수리화
15	김치룡	1990	산지하천정리설계에서 조도결수선정	농업수리화
16	주상진, 서재록	1990	침식과 그 특성	농업수리화
17	리상근	1990	산경사면침식에 대한 동력학적연구	지리과학
18	전광일	1991	급류하천의 계산구간결정에서 고려할 문제	농업수리화
19	리선득	1992	물침식과정이 토양의 지력변화에 미치는 영향에 대하여	김일성종합대학학보-자연과학
20	김창길	1992	빨굴개다짐기에 의한 사석언제의 중심속벽다짐	농업수리화
21	최지묵	1992	토양의 건설지질학적구획화	농업수리화
22	남하련, 김호봉	1994	국토건설계획작성에서 사방야계구조물 건설위치의 선정방법에 대한 연구	김일성종합대학학보-자연과학
23	남창근	1994	중소하천에 흙, 모래가 쌓이는 현상을 막기 위한 대책	농업수리화
24	리희봉	1994	패임과 쌓임을 막기 위한 산간지대 중소하천정리경험	농업수리화
25	장춘일, 정명성	1995	《〇-ㅈ》강사이지대의 신기삭박량결정에 대하여	김일성종합대학학보-자연과학
26	한영천	1995	뽕뿌라나무그루에 의한 강하천물길정리	농업수리화
27	최영일	1995	산지소하천류역에서 기초흐름량을 고려한 큰물류출량계산모형	농업수리화
28	유영권	1995	산허리 돌뚝계단쌓이에서 지켜야 할 몇가지 기술적 문제	농업수리화
29	남창근	1996	강기슭보호에 좋은 버들	농업수리화

Appendix Table 2. (Continued)

No.	Author	Year	Title	Journal
30	차운선	1996	개울의 기슭막이는 어떤곳에 배치하는가	농업수리화
31	리수길, 최윤심	1996	나무심기에 의한 사태와 흙모래씻김 막기	농업수리화
32	려성화, 리수길	1996	사태발생의 요인과 위험지판정	농업수리화
33	조순희, 황학건	1996	산간지대 중소하천 건설과 관리에서 나서는 몇가지 문제	농업수리화
34	박창이	1996	산지하천에서의 수위계산방법	농업수리화
35	박일추	1996	강기슭보호림 설계에서 고려하여야 할 수리학적저항	농업수리화
36	김현철	1997	사태지역에서 물폐임막기대책	기술혁신
37	라문역, 꺾일환	1997	바다물높이와 지각변동에 의한 해안지형의 장기변화에 대한 연구	김일성종합대학학보-자연과학
38	조순희	1997	강둑의 호안구조선정에서 고려해야 할 문제	농업수리화
39	미상	1997	개울침식을 막기 위한 바닥다짐이공사	농업수리화
40	차운선	1997	공적기슭막이의 구조치수	농업수리화
41	차운선	1997	돌기슭막이의 시공	농업수리화
42	미상	1997	사방야계공사와 큰물	농업수리화
43	김현철, 오성찬, 박련보	1997	화강암지대에 발생한 사태지에서 침식방지대책	농업수리화
44	윤영식	1998	강하천물길을 규모있게 정리하는데서 나서는 몇가지 문제	농업수리화
45	권오성	1998	공적모래잡이연체의 마루에서 물흐름량결수 m값 결정	농업수리화
46	차운선	1998	동결의 영향을 고려한 개울구조물의 기초깊이 결정	농업수리화
47	한영천	1998	뽕뿌라나무그루 간격과 높이가 강물흐름속도에 미치는 영향	농업수리화
48	리수길	1998	사태와 침식을 미리 막자면	농업수리화
49	김순철, 리명근	1999	토석류의 형성인자들에 대한 고찰	김일성종합대학학보-자연과학
50	김성준	1999	물조절가능을 고려한 산림토지이용계획작성방법에 관한 연구	김일성종합대학학보-자연과학
51	리경일	1999	버들호안과 뽕뿌라나무호안림	농업수리화
52	주상진, 서재룡	1999	사방야계공사란 무엇인가	농업수리화
53	오기풍	1999	산비탈면에서 장마철침식막이대책	농업수리화
54	리경일	1999	호안림조성과 강기슭보호	농업수리화
55	김철우	2000	산지하천에서 골막이체계배치의 한가지 방법	김일성종합대학학보-자연과학
56	조명봉, 김철우	2000	지역사방야계건설최량화계획작성의 한가지 방법	김일성종합대학학보-자연과학
57	박성열, 정재석	2000	불스밈층지반에 놓인 열린 콘크리트물길벽뒤 비탈면에서 땅속물의 스밈해석	농업수리화
58	리수길, 김광주	2000	산림상태에 따르는 류출변화특성	농업수리화
59	김광주, 김학연	2000	산비탈면침식에서 흙모래와 영양원소류실량	농업수리화
60	량윤근	2000	산허리물길계획을 위한 흙, 모래 흐름의 속도와 량 해석	농업수리화
61	김철우, 현종열	2001	산지성개울골막이체계의 합리적인 배치에서 제기되는 몇가지 문제	김일성종합대학학보-자연과학
62	한경철, 김영일	2001	강골지형상관측 분석방법에 대한 연구	김일성종합대학학보-자연과학
63	최봉환	2001	장마철산기슭보호	농업수리화
64	강용룡	2002	토양환경의 물리적파괴에 대한 정량적평가방법	김일성종합대학학보-자연과학
65	조순희	2002	급류하천의 정리에서 제기되는 몇가지문제	농업수리화
66	오광일	2002	토양류실을 막기 위한 발고랑의 합리적인 방향결정	농업수리화
67	김순금	2002	토양류실을 막기 위한 합리적인 발고랑길이결정	농업수리화
68	최광일	2002	발과 비탈지에서의 비물흐름과정 계산	농업수리화
69	김재석, 김영일	2003	강바닥의 형태학적특징에 대하여	기상과수문
70	최기학, 강성애	2003	하천류역의 자연조절능력에 대한 평가	기상과수문
71	백선식	2003	비탈밭에서 토양침식을 줄이는 띠식간작방법	기술혁신
72	김희성, 박창일	2003	사태위험지평가를 위한 수값지형모형과 그 적용에 대한 연구	지질및지리과학
73	현종열	2004	기상 및 지리적요인에 의한 산지비탈면침식평가모형	기상과수문
74	김재석, 김영일	2004	물흐름의 수리학적요소와 강바닥의 형태학적요소들사이의 관계	기상과수문

Appendix Table 2. (Continued)

No.	Author	Year	Title	Journal
75	김효창, 홍은삼	2004	소류역에서 강수-류출특성에 대한 실험	기상과수문
76	문윤국, 백선식	2004	비탈밭의 토양침식을 막는 효과적인 토양관리방법	기술혁신
77	리동식, 김정철, 한경철	2004	하상침적물의 알갱이분석에 의한 강골구분방법에 대한 연구	김일성종합대학학보-자연과학
78	로동용	2004	강하천에 건설하는 나무방틀언제의 계산	농업수리화
79	리주남	2004	식물호안에 대한 요구와 리용되는 식물들의 특성	농업수리화
80	김룡균, 박경식	2005	식물구역을 형성한 강하천구간에서 거칠음결수결정	농업수리화
81	신정심, 김수근, 정영성	2006	울림협곡의 발달과정에 대한 고찰	김일성종합대학학보-자연과학
82	미상	2006	산골짜기의 물굽과 큰물피해	농업수리화
83	채규철, 김도철	2006	산비탈면에서 물스뮴량정하기	농업수리화
84	정대근, 홍은삼	2006	식물에 의한 강수의 차단손실의 몇가지 실험결과	농업수리화
85	박봉주	2006	식물호안조성방법	농업수리화
86	림영일, 도원일	2007	가루모래질해안의 운반물운동특성과 퇴적계산방법	김일성종합대학학보-자연과학
87	권정남	2007	물흐름상태를 고려한 중소하천정리방법	농업수리화
88	송기웅, 김현도	2007	산간지대 급류하천의 굽은 구간에 더 쌓을 제방여유높이계산	농업수리화
89	리수길, 김혁	2007	큰물피해와 가물피해를 막기 위한 류역의 합리적인 산림관리기준	농업수리화
90	현종열, 박은정	2008	모호수학적방법에 의한 산지비탈면침식구역평가	김일성종합대학학보-자연과학
91	현종열, 박은정	2008	인공신경망방법에 의한 산지비탈면의 사태저항성평가	김일성종합대학학보-자연과학
92	백은정, 최광수	2008	산림생태계 물조절기능의 정량적평가방법	농업수리화
93	장춘일, 길정철, 조동명	2009	골침식특성량에 의한 토석류발생구역예측방법	김일성종합대학학보-자연과학
94	김영호	2009	무더기비에 의한 사태발생모형	농업수리화
95	김광철, 강진조, 한창남	2009	바람침식위험성평가에 대한 연구	지질및지리과학
96	리정옥, 백현성	2010	《ㄷ》강발전소류역에서 침식세기에 영향을 주는 지형기후학적인자 평가	기상과수문
97	한광혁, 리향근, 김창련	2010	수문지질학적요인에 의한 암반사태발생위험성예측	김일성종합대학학보-자연과학
98	한광혁, 리향근, 김창련	2010	암반사태발생위험성예측에 대한 연구	김일성종합대학학보-자연과학
99	강동철, 최광수	2010	GIS기술을 적용한 저수지류역의 침식량평가방법	농업수리화
100	리영철	2010	사행하천에서 합리적인 수제배치방법	농업수리화
101	리인남	2010	창성이깔나무림의 강우분배에 대한 연구	농업수리화
102	리인남	2010	창성이깔나무림의 증산특성에 대한 연구	농업수리화
103	김경준	2010	BP인공신경망모형에 의한 《ㄱ》지구 산림토지 면침식위험성평가	자연과학
104	장춘일, 길정철, 최명렬	2010	잔류지형에 의한 사면침식과정연구	지질및지리과학
105	송학철, 김만성	2010	토양침식위험지평가에 대한 연구	지질및지리과학
106	량영철	2011	비선형완구배방정식에 의한 해안지형변화계산방법	기상과수문
107	송학철, 지충혁	2011	류출 및 하천운반물형성에 영향을 주는 토양알갱이조성평가방법	기상과수문
108	박은정	2011	비탈면침식구역평가의 한가지 방법	김일성종합대학학보-자연과학
109	강동철, 리원일	2011	저수지류역의 침식을 막기 위한 골막이방안	농업수리화
110	김승오	2011	경사지에서 토양침식의 영향에 대한 평가방법	지질및지리과학
111	홍영일	2012	지리정보체계기술에 의한 바람침식세기평가방법	기상과수문
112	전동진	2012	산간지대 비탈밭에서 강녕이짚피복에 의한 보호농법	기술혁신

Appendix Table 2. (Continued)

No.	Author	Year	Title	Journal
113	박은정	2012	신경망모형에 의한 사태지역등급화	김일성종합대학학보-자연과학
114	김성준, 김철만	2012	산림토지의 합리적리용에 의한 소류역의 큰물조절기능제고방법	김일성종합대학학보-자연과학
115	장의준, 김성남	2012	위성사진해석에 의한 사태위험성평가	농업수리화
116	남승철	2012	비탈면침식에 대한 지형학적연구방향에 대하여	지질및지리과학
117	채규철, 조경준	2013	바람속도특성과 합리적인 방풍림사이거리결정방법	기상과수문
118	한경철	2013	산지비탈면에서 운반물의 침퇴적과정에 대한 지형실험분석	김일성종합대학학보-자연과학
119	미상	2013	강하천정리사업을 더욱 적극적으로 벌리자	농업수리화
120	미상	2013	사태의 형태	농업수리화
121	정재석, 김향희	2013	스밋성재료에 의한 산기습물길경사면의 보강두께결정	농업수리화
122	조성빈, 송학철	2013	자연지리적조건이 사태발생에 미치는 영향	농업수리화
123	최광수, 리동철	2013	저수지류역에서 바람침식위험지대 평가	농업수리화
124	리영진, 리철민	2013	사태의 발생에 미치는 주요인자들의 영향평가에 대한 연구	산림과학
125	윤철호, 윤남혁	2013	창성이깔나무림농복합경영림에서 토양침식량평가와 침식에 안정한 구조모형결정에 대한 연구	산림과학
126	정명철, 박창일	2013	사태발생위험성평가를 위한 공간자료기지구축에 대한 연구	지질및지리과학
127	송학철	2013	수력발전소저수지류역에서 토양침식을 고려한 산림조성우선권지역평가방법	지질및지리과학
128	박정일, 김천일	2014	사태발생위험지평가에 대한 연구	과학원정보
129	송학철, 조성민	2014	산간지대에서 큰물발생위험성을 평가하기 위한 방법	기상과수문
130	김경홍	2014	산사태발생에 대한 일반적평가	기상과수문
131	리동철	2014	RS, GIS를 리용한 해안변화특성연구	김일성종합대학학보-자연과학
132	조성빈, 송학철	2014	서해안 내륙산간지대에서 사태발생위험성평가	농업수리화
133	최운재, 김광진	2015	림농복합경영대상지에서 산허리물길계단의 배치간격	농업수리화
134	김성철	2015	지방재료연제의 산경사면기초속벽접촉부시공	농업수리화
135	박영주	2015	세잎소나무림농복합경영림에서 토양침식량평가에 대한 연구	산림과학
136	허정범, 최림	2015	아한대북부내륙고원지대에서의 침식지등급설정에 대한 연구	산림과학
137	장용철, 리천호, 강형기, 리소하	2015	온 나라를 수림화, 원림화하기 위한 산림복구전투를 힘있게 벌리는데서 과학기술적으로 해결할 문제	산림과학
138	리진혁, 박세운, 김성호	2015	토양침식보호에 미치는 식물피복의 영향	생물학
139	최영일	2016	화산분출때 큰물의 형성 및 변형과정에 대한 모의분석	김일성종합대학학보-자연과학
140	김영일, 정수남	2016	화산분출때 토석류의 변형과정에 대한 연구	김일성종합대학학보-자연과학
141	미상	2016	강하천정리사업을 더욱 적극적으로 벌리자	농업수리화
142	미상	2016	관개관리사업을 산간지역의 특성에 맞게	농업수리화
143	김명환	2016	저수지에서 류역침식과 퇴적막기	농업수리화
144	송학철	2016	큰물발생특징과 그 원인	농업수리화
145	리혜련	2016	큰물피해막이대책을 철저히 세우는것은 농업생산과 인민생활향상의 중요담보	농업수리화
146	김영남, 윤철호	2016	밤나무림농복합경영림에서 토양침식량평가에 대한 연구	산림과학

Appendix Table 3. Comparison of soil erosion control techniques between North and South Korea.

Classification	North Korea	South Korea
Hillside erosion control works (사방공사, 산허리보호공사)	녹화(초본, 목본) 사방계단 비물흐름길 바로잡기 공사, 산비탈물길 산비탈물길 및 계단 건설 물빼기대책공사 지형정리 흙층 지지구조물 설치 (산흙 방지용)산비탈구조물 설치 흙막이	녹화공사 단쌓기, 조공, 등고선구공법 산복수로공 산복수로공 및 단끊기 속도랑배수구 비탈다듬기(뭉기기) 산비탈흙막이 누구막이 땅속흙막이 및 누구막이
Torrent erosion control works (야계공사, 산개울보호공사)	물기파기 및 물기퍼기 공사 제방 및 수제 건설 흙모래잡이구조물 건설(모래잡이언제 등) 낙차공 또는 골막이 기슭막이 바닥다지기	야계(계간)수로공 둑쌓기, 수제 골막이, 사방덤 골막이 기슭막이 바닥막이
Coastal erosion control works (야계공사, 모래막이공사)	(바다가, 강기슭)바람막이담, 모래막이담 나무가지보호조담 풀심기	방풍책 퇴사울세우기 및 정사울세우기 사초심기

Appendix Table 4. Top 20 most frequent words in each research area classified by text-mining and co-word analysis.

Research area	Top 20 most frequent words (North Korean)
1 <sup>st</sup>	침식, 연구, 평가, 토양, [유]류역, 영향, 지형, 지대, 모형, 조성, [유]류출, 위험, 사태, 해안, 운반물, 발생, 과정, 변화, 저수지, 식물
2 <sup>nd</sup>	특성, 물, 계산, 강, 모래, 흐름, 속도, 정리, 결수, 높이, 언제, 흙, 사이, 요소, 나무, 특징, 해석, 밭고랑
3 <sup>rd</sup>	산림, 하천, 결정, 고려, 합리적, 급류, 문제, 체계, 기초, 구간, 골막이, [임]림농복합경영, 구조, 개울, 배치, 호안, 제기, 계단, 기슭막이
4 <sup>th</sup>	방법, 큰물, 지역, 관리, 토지, [이]리용, 조절, 건설, 계획, 선정, 작성, 사방, 야계, 피해, 공사