

## 최근 10년(2007~2016년) 북한의 기상기후 연구 동향 - 기상과 수문지를 중심으로 -

이승욱\* · 이대근 · 임병환  
국립기상과학원 연구기획운영과

(접수일: 2017년 8월 31일, 수정일: 2017년 10월 16일, 게재확정일: 2017년 11월 5일)

## Recent Trends of Meteorological Research in North Korea (2007-2016) - Focusing on Journal of Weather and Hydrology -

Seung-Wook Lee\*, Dae-Geun Lee, and Byunghwan Lim

Research Planning and Management Division, National Institute of Meteorological Sciences, Jeju, Korea

(Manuscript received 31 August 2017; revised 16 October 2017; accepted 5 November 2017)

**Abstract** The aim of this research is to review recent trends in weather and climate research in North Korea. We selected North Korean journal 'Weather and Hydrology' for the last 10 years (2007-2016), and identified trends in research subject, researchers, and affiliations. Furthermore, we analyzed the major achievements and trends by research sector. Our main results are same as follows. The largest number of researches on 'modernization and informatization on prediction' have been carried out in North Korea's recent meteorological and climatological research. This could be implicated that the scope of national science policy directly affected the promotion of specific research field. Especially, North Korea was evaluated to be concentrating its efforts on numerical model research and development. The numerical model which enables very short-term (6 hours) rainfall forecast which using ensemble Kalman filter data assimilation method (4D EnKF) was developed. In addition, development of automatic weather system and improvement of the data transfer system were promoted. However, the result reveals that the automated real-time data transfer system was not fully equipped yet. These results could be used as a basic data for meteorological cooperation between South and North Korea.

**Key words:** North Korea, journal of weather and hydrology, meteorological cooperation between South and North Korea

### 1. 서 론

기상기후 분야의 남북 간 협력은 한반도의 화해 · 협력 분위기와 평화 환경의 토대가 될 수 있으며(Oh et al., 1999), 향후 통일 이후의 기상인력 공백과 혼란을 최소화하여 안정적인 기상서비스를 제공할 수

있게 한다(Choi and Hwang, 2008). 또한, 남북 기상기후 정보 공유는 한반도 권역을 대상으로 하는 예보를 가능하게 하며 북한을 거쳐오는 위험기상 현상에 대한 신속한 파악과 사전 대응을 할 수 있게 한다(Park et al., 2007). 이로 인한 자연재해 피해규모 감소의 경제적 파급효과는 남북 모두에서 2,000억 원 이상으로 추정되고 있다(Lee and Ryu, 2009). 따라서 통일 대비 측면뿐만 아니라 한반도 기상 재해로 인한 인적 · 물적 피해를 저감하기 위해 남북 간 기상협력과 기상기후 정보의 상호 교환이 절실하다.

그러나 남북 간 기상협력은 노무현 대통령 정권에서

\*Corresponding Author: Seung-Wook Lee, Research Planning and Management Division, National Institute of Meteorological Sciences, 33, Seohobuk-ro, Seogwipo-si, Jeju 63568, Korea.  
Phone: +82-64-780-6539, Fax: +82-64-738-9071  
E-mail: antcraft@korea.kr

의 2007년 ‘제1차 남북기상협력 실무접촉(12.17.~12.18., 개성)’ 이후 여전히 답보 상태에 머물러 있다(Kim et al., 2010; Myeong et al., 2013; Kang et al., 2016). 당시 남북 기상당국은 기상장비 현대화, 기상정보 교환, 남북 간 기상인력 및 기술교류를 적극 추진하는데 인식을 같이하고, 협의를 지속해 나가기로 하였다(Ministry of Justice, 2010). 그러나 핵실험 문제, 장거리 미사일 발사, 천안함 등 여러 사건에 기인한 남북관계의 경색으로 남북 간 기상협력은 원활하게 이행되지 못하고 있다(Kim et al., 2010; Kang et al., 2016). 현재 북한은 세계기상기구(World Meteorological Organization, WMO) 등의 국제기구를 통한 남한과의 간접적 교류마저 거부하고 있는 실정이다(Kim et al., 2010).

그 동안 남북 간 기상협력 추진을 위해 정부의 지속적인 접촉 노력뿐만 아니라, 협력의 필요성과 그 방안에 관한 연구들이 지속적으로 수행되어 왔다(Oh et al., 1999; Bae et al., 2007; Park et al., 2007; Choi and Hwang, 2008; Myeong et al., 2013; Kang et al., 2016). 각 연구들에서는 인도적 대북 지원을 토대로 국제기구, 국제회의, 학술회의, 민간단체 등 다각적 방면의 기상협력 방안을 제시하였다. 그러나 현재 북한이 중점적으로 수행하고 있는 최근의 기상기후 연구 동향에 대한 분석은 미진한 것으로 파악된다. 따라서 기상협력 방향 설정과 북한이 실질적으로 필요로 하는 기상 정보 및 기술력 제공을 사전 검토하기 위해서 현재 북한의 기상기후 연구 동향 파악과 기술력 수준의 평가가 이루어져야 할 필요가 있다.

현재 김정은 정권에서는 ‘지식경제’를 천명하며 과학기술의 중요성 강조, 과학기술자 사기 진작, 첨단산업 육성 등을 적극 추진하고 있다(Lee and Kim, 2015; Park et al., 2015; Kang, 2016). 이는 1998년부터 연이어 시행되고 있는 과학기술 발전 5개년 계획(2017년 현재 제4차 과학기술발전 5개년 계획 진행 중)의 일환이다(Kim and Lee, 2009; Lee and Kim, 2015; Park, 2015; Kang, 2016; Lee et al., 2016). 통제된 여건에서 외부 연구정보에 대한 접근이 어렵고 국가의 정책이 연구목표가 되는 환경(Kim, 2002; Lee, 2002; Kim et al., 2010; Seong, 2015)을 고려할 때, 그에 따른 기상기후 분야의 연구목표, 투입인력 등의 변화가 예상된다.

그러나 북한의 기상기후 관련 세부 연구과제와 성과, 관측장비, 기술력 수준에 대한 자료는 구체적으로 공개되어 있지 않다. 이는 북한 사회 전반의 폐쇄성 뿐만 아니라 기상정보를 군사정보로 인식하고 있기 때문이다(Park et al., 2007; Kim et al., 2010). 2011년 WMO의 ‘기상수문국(북한 기상청)’에 대한 실사 보고서(Avinash et al., 2011)를 통해 기상수문국의 현황과 기술력 등의 정보를 확인 할 수 있으나 최근의 연구

동향과 기술력을 파악하기에는 시의성이 낮다.

이런 이유로 선행 연구에서는 북한의 기상기후 연구 동향과 기술력 수준 파악을 위해 북한 유일의 기상기후 관련 학술지인 ‘기상과 수문’에 주목하였다(Jung, 1992, 1994; Oh et al., 1999; Park et al., 2007; Park et al., 2012). 해당 학술지는 연구 동향뿐만 아니라 북한의 기상관련 인력과 기술력을 가늠할 수 있는 것으로 평가되었다(Oh et al., 1999). 그러나 기상과 수문지의 성과와 목표를 분석한 연구(Park et al., 2007)는 2006년까지의 분석이 이루어졌으며, 최근 수행된 연구(Park et al., 2012)에서는 기상과 수문지의 연구 현황과 주요 연구들의 요약 제시에 그쳤다. 따라서 각 시기별 연관성이나 최근 북한 기상기후 연구와 기술력 수준의 전반을 이해하기에는 제한이 따른다.

본 연구의 목적은 최근 북한의 기상기후 연구 동향 및 기술력 수준을 파악하는 것이다. 이를 위해 최근 10년간(2007~2016년) 북한의 학술지 ‘기상과 수문’(The Agricultural Publishing House, 2007-2016)의 현황과 특성, 주제별 논문 투고 추세, 연구인력 및 기관 현황을 살펴본 후, 연구 부문별 주요 성과와 연구 동향을 분석하였다.

## 2. 연구자료 및 방법

북한의 기상기후 연구 동향을 파악하기 위해 최근 10년간(2007~2016년) 발간된 기상과 수문지 총 40권을 분석하였다. 분석은 기상청 국가기후데이터센터와 국립기상과학원에서 보유중인 자료를 이용하였다. 연구논문 선정 과정에서 ‘상식’, ‘토막지식’, ‘참고자료’, ‘추세자료’, ‘사설’, ‘소식’ 등의 문헌 278건은 분석에서 제외하였다. 그 결과, 총 884편의 연구논문이 선정되었다.

분석에는 먼저 기상과 수문지의 현황 파악을 위해 학술지의 구성 특성과 연구 주제를 파악하였다. 다음으로 주제별 투고 건수 추이를 제시하고 북한 과학기술 발전 계획과의 관련성을 제시하였다. 그 후 연구인력 및 연구기관의 특성 분석을 위해 논문 저자의 학력과 소속을 추출하여 그 특성을 분석하였다. 마지막으로 연구 동향과 기술력 수준 파악을 위해 기상과 수문지 신년사에 제시된 주요 성과 및 연구논문들의 내용분석을 수행하고 이를 기존 연구 동향(Jung, 1992, 1994; Oh et al., 1999; Park et al., 2007; Park et al., 2012)과 다각적으로 비교·분석하였다.

연구자의 소속기관은 115개의 독립적 기관이 조사되었으나 상위기관과 산하기관 등이 구분되지 않고 표기되어 있었다. 분석을 위해 상위 연구기관(기상수문국, 국가과학원, 국토환경보호성, 농업과학원)과 대학(총 34개 대학)으로 재분류 하였다. 그 과정에서 연

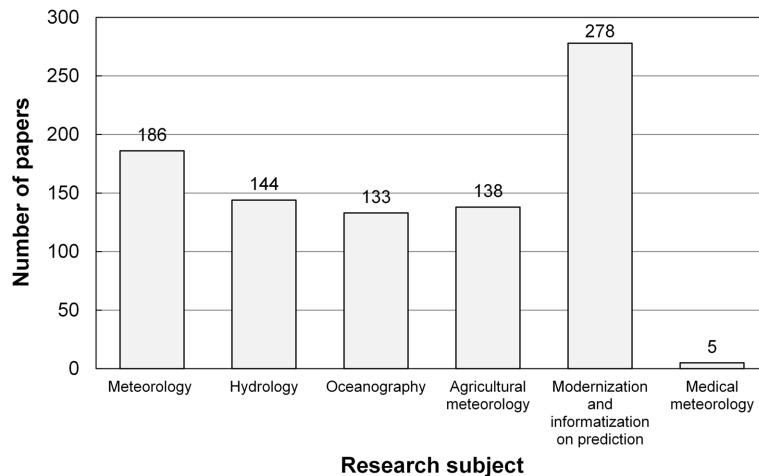


Fig. 1. Number of papers by subject in the Journal of Weather and Hydrology (2007-2016).

구 수행 빈도가 월등히 높은 김일성종합대학은 별도로 분류하였고 연구 수행이 3회 미만인 연구기관(20개)은 기타로 분류하였다. 북한의 특성상 연구기관 현황은 공개되어 있지 않는 것이 많다. 본 재분류를 위해 기관의 정보가 제시된 연구(Lee and Kim, 2015; KISTI, 2015; Choi and Kang, 2017)와 관련 웹사이트(북한지역정보넷: North Korea human geography, <http://www.cybernk.net>; 북한과학기술네트워크: NKTECK, <http://www.nktech.net>; 북한정보포털: North Korea information, <http://nkinfo.unikorea.go.kr>) 자료를 참고하였다.

### 3. 결과 및 분석

#### 3.1 기상과 수문지 현황

북한의 학술지 ‘기상과 수문’은 1946년 창간되었으며 2004년까지 1년에 6회, 2005년부터는 1년에 4회 발간되고 있다. 현재 발간 월은 1월, 4월, 7월, 10월이며 2016년 제4호 기준, 총 397권이 발간되었다. 학술지는 ‘신년사’, ‘결의문’, ‘위인 흠모’ 등으로 시작하며 ‘기상’, ‘수문’, ‘농업기상’, ‘예측의 현대화, 정보화’의 주제로 분류되어 있다. 일부 권에서는 ‘의학기상’과 ‘천문지식’ 주제도 제시된다. 논문 사이의 여백 공간에는 ‘상식’, ‘토막지식’, ‘참고자료’ 등이 위치하여 40면의 고정된 틀을 유지하였다. 표지 안쪽의 앞면에는 북한 지도자의 교시문이, 뒷면에는 기상기후 자료(주요지점의 땅깊이별 온도, 평균기온, 강수량, 첫 눈이 내리는 날짜 등) 혹은 공동구호가 제시되어 있었다.

최근 10년간(2007~2016년) 총 1,162개의 문헌이 집계되었으며, 매 호 평균 29개의 문헌이 게재되었다.

그 중 비학술 문헌을 제외한 연구논문은 884편으로 조사되었다. 대다수의 논문들은 연구자료 및 방법을 생략하는 등 남한과 상이한 논문체계를 보였다. 논문은 평균 1.6페이지를 차지하였으며 전반적으로 김일성 교시 또는 김정일 지적문과 1~2문장의 서론으로 시작하여 본론, 결론으로 끝나는 형태를 보였다.

선행연구(Jung, 1992, 1994; Oh et al., 1999; Lee, 2002)의 지적과 같이, 최근에도 대다수의 북한 연구자들의 외국문헌에 대한 접근이 제한적인 것으로 판단된다. 특히, 외국과의 공동연구는 없었으며, 외국 참고문헌을 인용한 논문은 총 26편(전체의 2.9%)의 극소수로, SCI 국제학술지를 인용한 논문들(총 18편)은 5~10년(평균 8년) 이전의 연구들을 인용하였다. 2014년 이후 참고문헌을 인용한 논문은 매년 평균 6편 정도로 증가하였으나 그 사례 수 역시 적어 특정 시기 이후의 증가로 판단하기 어려운 수준이다.

#### 3.2 연구주제별 게재 현황

기상과 수문지에서 지난 1991~2006년간 가장 많이 발표되었던 주제는 ‘기상’이었으나(Park et al., 2012) 최근 연구 주제별 발표건수 및 연도별 변화를 살펴본 결과 예측의 현대화, 정보화가 278건으로 가장 많이 조사되었다. 다음으로는 기상(186건), 수문(144건), 농업기상(138건), 해양(133건), 의학기상(5건)의 순이었다(Fig. 1).

예측의 현대화, 정보화 주제의 높은 비중은 북한 정부가 첨단과학기술 및 정보화의 중요성과 역할을 지속적으로 강조하였기 때문인 것으로 판단된다. 해당 주제는 기초과학, 첨단기술의 발전을 목표로 하는 북한의 ‘제2차 과학기술발전 5개년 계획(2003~2007년)’ 시행 이후 2004년에 신규 등장하였으며, 보다 현대화

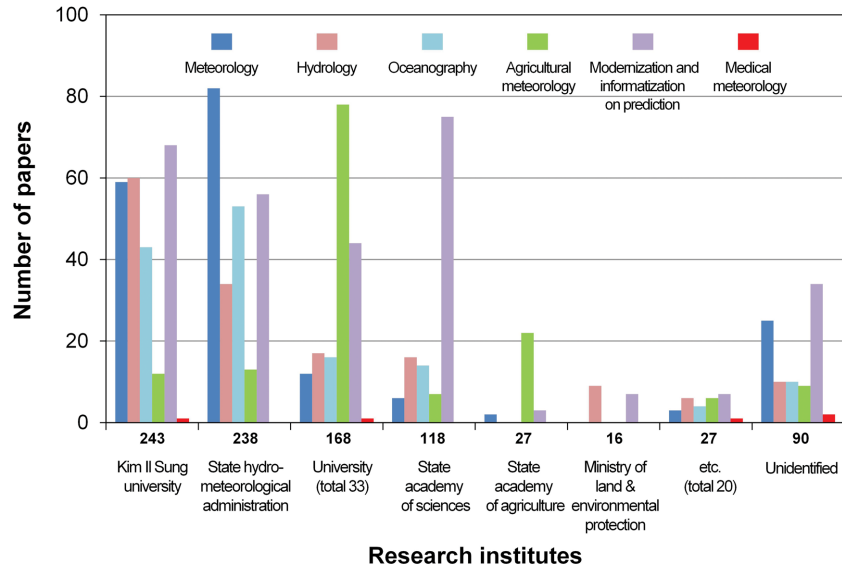


Fig. 2. Number of papers by research institute in the Journal of Weather and Hydrology (2007-2016).

된 분석기법, 관측장비, 프로그램 개발 및 정보화 등과 관련된 내용들을 다루기에 북한의 과학기술 발전 정책 기조에 부합한다. 북한이 2022년까지 5차 과학기술 발전 5개년 계획을 수립한 것을 볼 때(Kim and Lee, 2009; Lee, 2015), 예측의 현대화, 정보화 주제의 중요성은 지속적으로 유지될 것으로 판단된다.

### 3.3 연구인력 및 기관 현황

논문 저자들의 정보를 토대로 연구자와 소속기관의 특성을 파악하였다. 총 658명의 저자가 조사되었으며 그 중 박사는 55명, 학사(남한의 석사와 유사)는 42명이었다. 그러나 2008년 2호부터 저자 정보에 별도의 학사 표기가 나타나지 않는 것을 고려하였을 때 실제 학사 연구인력은 더 많을 것으로 추산된다. 그 외 학력이 제시되지 않은 연구자는 561명으로 조사되었다. 북한의 과학기술인력 양성 체계를 분석한 연구(Choi, 2008; Lee et al., 2016)에 근거했을 때 박사 및 학사 이외의 연구자들은 대부분 대학을 졸업한 직후 연구소에 배치되거나 혹은 박사원(대학원)에 입학한 것으로 판단된다.

학술지를 통한 직접적인 연구인력 현황 파악에는 한계가 있으나 박사 연구인력이 과거에 비해 증가한 것으로 판단된다. 기상과 수문지를 분석한 Jung (1992)의 연구에서는 박사 연구자의 논문이 126편 중 3편(2.4%)에 불과하였다. 또한, Oh et al. (1999)의 연구에서도 박사 연구자가 극히 일부였음이 보고된 바 있다. 그러나 최근 기상과 수문지의 박사 연구인력의 비중은 8.4%로 증가하였다. 이와 같은 결과는 북한의

연구는 과학기술인 육성 강조로 인해 최근 학위 취득자가 늘고 있다는 연구 결과(Park, 2015; Lee et al., 2016)와 일치한다.

다음으로 연구 기관별 논문 게재 건수를 살펴보면 Fig. 2와 같다. 가장 많은 문헌을 발표한 기관은 김일성종합대학으로 243편의 논문을 발표하였으며 기상수문국이 238편으로 유사한 비중을 보였다. 또한, 김일성종합대학 이외의 33개 대학(원산농업대학, 강계농림대학, 함흥수리동력대학 등)에서 168편, 국가과학원 118편, 농업과학원 27편, 국토환경보호성 16편의 순이었다. 연구 수행이 3회 미만인 연구기관(기타, 20개)에서는 27편이었다. 이외에 연구자의 소속기관이 밝혀지지 않은 논문은 90편이었다. 조사된 사례 중 서로 다른 두 기관의 공동 투고 논문은 43건이었다.

연구 기관의 논문 게재 건수 비중을 통해 국가기관 뿐만 아니라 대학에서도 활발한 연구활동을 수행하고 있음을 확인할 수 있다. 그동안 북한의 대학은 상대적으로 교육에 집중되어 있으며 세계적 추세를 따라가는 연구보다는 북한 내 생산현장을 지원하는 연구에 중점을 두어 왔다(Lee, 2002; Lee et al., 2016). Jung (1992)과 Oh et al. (1999)의 연구에서도 약 97%의 연구가 국가기관에서 수행된 것으로 조사되었다. 그러나 최근 약 50%의 연구가 대학에서 수행되었으며 특히, 김일성종합대학은 국가과학원과 더불어 ‘예측의 현대화, 정보화’ 주제 연구의 주축을 이루고 있었다(Fig. 2). 다만, 김일성종합대학 이외의 대학(33개 대학)은 생산현장 지원과 밀접한 연관이 있는 ‘농업기상’ 주제 연구를 중점적으로 수행하고 있었다.

**Table 1.** Major achievements and related researches on meteorology and numerical model sectors.

Year	Source	Major achievements (Editorial) / Title of paper (Issue)
2007	Issue 2	- How to use land surface characteristics data in MM5
	Issue 4	- Precipitation forecast using ensemble scenario by MM5
2009	Issue 1 Editorial	- Implementation of weather forecasting support system using numerical prediction data - Implementation of a scientific basis to improve the accuracy to high-impact precipitation forecasts
	Issue 1	- Concept and future prospect on four-dimensional variational data assimilation
	Issue 4	- The improvement of numerical computations of turbulence on operational mesoscale model - Short-range forecast and international best practices in numerical weather prediction system
2010	Issue 1 Editorial	- Implementation of more accurate non-hydrostatic mesoscale phenomena
2011	Issue 1 Editorial	- Experiment for dynamic model of non-hydrostatic mesoscale model
	Issue 1	- Method for setting precipitation parameter of mesoscale model
2012	Issue 1 Editorial	- Method of 6 hour precipitation forecast and development of precipitation indicators during winter
	Issue 3	- Dynamics calculation of non-hydrostatic mesoscale model
2013	Issue 1 Editorial	- Development of 21st century climate change scenario by dynamics in global circulation model
		- Development and introduction of numerical weather prediction system composed of ensemble Kalman filter data assimilation and non-hydrostatic model
2014	Issue 1 Editorial	- Model performance evaluation after development and introduction of global prediction system - Development of optimal forecasting model after experiment in short-term precipitation forecasting and establishment of thermodynamic indicators for typhoon rainfall
2015	Issue 3	- East Asia summer monsoon rainfall forecasting using analogue method of numerical weather prediction
2016	Issue 1 Editorial	- Development of very short-range (1-3 h) forecasts model - Establishment of 6 hour precipitation forecast supporting system based on analysis and forecast data
	Issue 1	- Development of numerical weather prediction error analysis system and its applications
	Issue 2	- Asia summer monsoon rainfall forecasting using ensemble model - Evaluation of short-range forecasting performance using numerical prediction data

**3.4 북한의 기상기후 연구 동향**

**3.4.1 기상, 기후, 수치예보 부문**

최근 10년간 북한의 기상부문 연구는 수치예보 관련 연구가 주를 이루었으며 특히, 수치모델을 통한 예보의 지원과 초단기 예보연구에 깊은 관심을 보였다. 현재 북한은 독자적 수치모델의 예측결과를 활용한 일기예보 지원 체계를 수립하였으며 6시간 강수예보 서비스와 1~3시간 이내의 초단기 예보도 가능한 것으로 분석되었다. 과거 10년간(1997~2006년)에도 북한은 3~6시간 초단기 예보 방법을 수립 하였으며 독자적인 초단기, 단기, 중기 수치예보 모델을 개발하기 위한 노력을 경주한 바 있다(Park et al., 2007). 즉, 열

악한 전산환경과 선진기술 도입에 제한이 따르는 폐쇄적 사회 여건임에도 불구하고 수치모델 관련 연구 개발과 인력 충원이 지속적인 것으로 판단된다.

기상과 수문지에서 수치모델 개발과 관련된 성과들의 연혁을 살펴보면(Table 1), 2007년에는 2006년 이후 도입(Park et al., 2007)된 ‘비정역학중규모모형(Fifth-Generation PSU/NCAR Mesoscale Mode, MM5)’을 활용한 연구가 소개되었고(2007년 2호, 4호), 2008년에는 MM5 기반의 기온 및 강수예측을 통한 일기예보 지원체계를 확립하였다(2009년 1호 신년사). 2009년 이후에는 독자적인 ‘중규모모형(MSM, Short-range Mesoscale Model)’의 도입 및 관련 연구들이 소개되

**Table 2.** Major achievements and related researches on data assimilation sector.

Year	Source	Major achievements (Editorial) / Title of paper (Issue)
2007	Issue 4	- Application of three-dimensional variational data assimilation method to mesoscale numerical weather prediction system
2009	Issue 1	- Conception and future prospect on four-dimensional variational data assimilation
	Issue 4	- Data assimilation using ensemble Kalman filter
2010	Issue 1 Editorial	- Inclusion of NOAA satellite data in data assimilation
	Issue 4	- Data assimilation: the ensemble Kalman filter
2011	Issue 1 Editorial	- Development of data assimilation method using four-dimensional local ensemble transform Kalman filter
	Issue 1	- Data assimilation process of numerical weather prediction by local ensemble transform Kalman filter
2012	Issue 1 Editorial	- Data assimilation using ensemble Kalman filter in unified weather prediction system and regional numerical weather prediction
2013	Issue 1 Editorial	- Development and Introduction of numerical weather prediction system for North Korea which composed of ensemble Kalman filter data assimilation and non-hydrostatic model.
2014	Issue 1	- Method of four-dimensional global data assimilation using LETKF

었다. 해당 모델은 하루 2회 수행(9시, 21시)되며 36시간 예측 자료를 3시간 간격으로 분석 가능하다. 또한, 수평해상도 30 km, 연직층수 25층, 격자 개수 136 × 132개 등의 특성을 가지고 있다(2009년 1호, 4호, 2011년 1호). 그 외 2011년 WMO 보고서(Avinash et al., 2011)에서 MSM에 초기장을 제공하는 NHM (northern Hemispherical Spectral Model)과 황사 예측이 가능한 ADM (Asian Dust Model)이 언급되었으나 기상과 수문지에서는 확인되지 않았다.

수치모델 개발 연구는 그 이후로도 지속되어 2012년에 개발 중인 '비정력학적중규모모형(NMSM, 세부 모델명 미상)'의 역학 부분 개발 방법이 소개되었고(2012년 3호) 2013년에 4차원 변분법과 앙상블 칼만 필터가 접목된 북한의 독자적 수치예보체계('우리 식 수치모형')를 개발 하였음을 발표하였다(2013년 1호 신년사). 신년사에서 구체적인 모델명과 성능이 소개되지는 않았으나 기상과 수문지 논문에서 '우리나라의 개선된 현업중규모 수치 예보체계'로 MSM 1.1, NMSM, 준정규마디점수치예보산물(RJTD, 세부 모델명 미상, 6시간 간격의 48시간 예측 자료 생산), EDZW (세부 모델명 미상) 등이 소개 되었다. 그 중 RJTD와 EDZW는 2개 멤버의 앙상블 모형을 구성하여 수치예보자료 생산에 활용되고 있었다. 해당 모델들의 구체적인 해상도는 확인되지 않으나 WMO (Avinash et al., 2011)에서 2011년 기상수문국에서 개발중인 모델의 수평해상도가 5 km, 연직 층수는 50개인 것으로 조사되었기에 이와 유사할 것으로 추정된다. 그 외 전

지구예보 현업 프로그램의 개발과 시험도입이 수행되었으며(2014년 1호 신년사), 초단기 강수 예측실험, 태풍-호우 예보모형을 개발하였음을 발표하였다. 2016년에는 수치예보에 따른 단기 강수예보의 오차분석 및 성적평가 연구를 수행하였다(2016년 1호, 2호).

또한, 북한은 초단기 예보를 위한 자료동화기법 향상 연구를 지속적으로 진행하였다. 최근 10년간 자료동화 연구성과를 Table 2에 제시하였다. 2004년에 30 km 분해능 모델에 3차원 변분동화기법을 적용(Park et al., 2007)한 이후 2007년부터 3차원 변분동화기법을 적용한 연구결과가 제시되었으며(2007년 4호), 2009년에는 4차원 변분동화기법으로 확장하여 하루 4회 수행하는 예보순환체계를 계획하고 있음이 언급되었다(2009년 1호). 2011년 이후에는 변분법과 앙상블 칼만 필터를 접목한 하이브리드 자료동화 관련 연구가 소개되었으며(2011년 1호), 2014년에는 전지구 4차원 연속 자료동화 체계가 개발되었다(2014년 1호).

기후부문 연구에서는 북한의 지역별 장기 관측자료(약 30~80년) 기반의 연구들이 지속적으로 수행되었다. 또한, 농업, 도시환경, 기후변화에 따른 영향평가, 기후전자지도, 관광기후 등의 주제에도 관심을 보였다. 그러나 선행연구(Oh et al., 1999)에서 지적한 바와 같이 대부분 통계 기반의 연구에 머물러 있었다. 때문에 기후변화 연구에서 회귀식을 활용한 가까운 미래(2010~2020년 등) 예측이 주를 이루었다. 최근, 2100년에 대한 미래 기후변화 예측(2010년 3호, 'SDSM에 의한 21세기 우리 나라 기온변동예측') 연구가 수

**Table 3.** Major achievements, goals and related researches on agricultural meteorology sector.

Year	Source	Major achievements and goals (Editorial) / Title of paper (Issue)
2007	Issue 1 Editorial	- Implementation of a agricultural forecast system and applied to seasonal crop forecast
2009	Issue 1 Editorial	- Evaluation of agroclimatic resources based on agroclimatic information - Improvement of prediction period for crop forecast
2010	Issue 1 Editorial	- Scientific agriculture using agriculture forecast on time
2011	Issue 1 Editorial	- Evaluation of secondary production of rice and corn using satellite data and statistical models
2012	Issue 1 Editorial	- Goal: Update of climate data and agroclimatic indexes for 1981-2010 and completion of 'High resolution map of agroclimate in North Korea'
	Issue 4	- How to make a basis of 'High resolution map of agroclimate in North Korea' - The impact of climate change on the agricultural environment
2013	Issue 2	- The purpose and designing method of 'High resolution map of agroclimate in North Korea'
2014	Issue 1 Editorial	- Establishment of drought monitoring system to assess the impact of climate change on the agricultural sector
	Issue 1	- Mapping the agricultural field: combining topographical and meteorological data
	Issue 4	- Evaluation of drought characteristics based on satellite data
2015	Issue 2	- Digital mapping for establishment of agrometeorological information system - Agricultural production technology based on GIS
2016	Issue 3	- Analysis and evaluation support program for agrometeorology

행되었으나 이 역시 통계적 다운스케일링(Statistical Downscaling Model, SDSM) 기법이 활용되었으며, 수치모델 기반의 미래 기후변화 연구는 전무한 것으로 나타났다.

한편, 북한의 기후 평년값은 독자적인 기간(60년)의 평균을 사용하는 것으로 알려져 있었다(NKchosun, 2001). 그러나 기상과 수문지 2012년 1호 신년사에서 1981~2010년간 기후자료에 의한 기준값을 갱신하였다고 언급하여 최근 북한에서도 기후 평년값의 기준 기간이 30년임이 확인되었다.

**3.4.2 농업기상, 의학기상 부문**

과거(1991~2006년) 농업기상 부문에서 수행된 연구의 대부분은 식량 증산, 농작물의 생육·소출과 기상 요소와의 관계를 연구(Oh et al., 1999; Park et al., 2007)한 것에 비해 최근 농업기상 부문에서는 보다 과학적 영농을 위한 연구 양상을 보였다. 농업기상정보 시스템, 농업세부기후도, 농업기상분석 프로그램 개발 및 개선 연구가 수행되었으며, 그 외 매해 지난 해의 농업기상 조건을 평가하였다. 연도별 주요 연구성과를 살펴보면(Table 3), 2007년에는 ‘농작물 생육예보 시스템’을 개발하여 계절별 예보에 적용하였으며(2007년 1호 신년사) 2012년에는 ‘조선농업세부기후도’를

완성하여 농작물 생육예보에 활용하였음을 발표하였다. 해당 기후도는 리 단위 농업기후자원 평가(2009년)의 기초 위에 기후자료(1981~2010년)와 700여 개의 농업기후지표들을 반영하였다(20012년 1호 신년사, 4호). 또한, 기후변화에 따른 농업분야 영향평가의 일환으로 가뭄감시체계를 수립하였으며(2014년 1호 신년사), MODIS 자료와 GIS 기술을 활용하여 가뭄감시뿐만 아니라 벼와 강냉이 등 농작물의 생육 상황을 평가하였다. 최근에는 GIS 기술을 활용한 포전(논, 야외)자료 데이터 베이스 관리, 농업기상정보체계의 개선에 초점을 맞추고 있다.

의학기상 부문에서는 기상기후 현상이 고혈압, 뇌출혈, 위염, 기관지염, 신경통, 관절염 등의 질병에 미치는 영향을 분석하였다. 분석 방법은 주로 중회귀분석을 사용하였으며 일부 연구에서는 유의성 검정, 혹은 단순 빈도분석을 통해 질병발생 위험 구간을 설정하기도 하였다. 의학기상과 관련된 연구는 기상과 수문지의 ‘의학기상’ 주제 외의 다른 주제에서도 수행되고 있었다(총 14편). 기상과 수문지 사설(2014년 4호)에 제시한 목표에서 “기상, 보건, 농업부문의 상식들을 널리 보급하기 위한 사업도 실속있게 진행하여야 한다.”라고 언급한 만큼 북한 당국에서도 의학기상 분야에 관심을 가지고 있는 것으로 파악된다. 그

**Table 4.** Major achievements, goals, and related researches on hydrology (flood forecast) sector.

Year	Source	Major achievements and goals (Editorial) / Title of paper (Issue)
2007	Issue 1 Editorial	- Applying the of motion equation to flood forecasting and control system of the Daedong River Basin
2008	Issue 1 Editorial	- Establish real-time flood forecasting and ten days runoff forecasting system - Development of comprehensive hydrological information service system
2010	Issue 1 Editorial	- Designing standard of hydraulic structure and establishment
2011	Issue 1 Editorial	- Establishment of flood forecasting method and flood control system at Huichon power plant construction site - Improvement of flood forecasting program for rainy season forecast
2012	Issue 1 Editorial	- Water management system and flood forecasting system in 'Red Star' linux system - Establishment of flood control method for Yongwon power plant using computer simulation - Development of flood control system for Daedong River reservoirs
2013	Issue 1 Editorial	- Recalculation of designed flood for Huichon power plant and introduction of flood control system - Development of flood prevention program: 10 major rivers in North Korea
	Issue 4	- Concept of hydrological information service system - Analysis for runoff of river basin using GIS - Monthly inflow prediction model of Huichon power plant
2014	Issue 1 Editorial	- Establishment of flood forecasting method and development of new flood warning program
	Issue 4 Editorial	- Goal: Development of radar precipitation assessment on river basin
2016	Issue 1 Editorial	- Goal: Development of flood forecasting system for major rivers to reduce flood damage during Monsoon season
	Issue 3	- Desing and application of flood management system

러나 연구는 주로 의학대학을 중심으로 이루어졌으며 국가기관(기상수문국 중앙기상예보소)에서의 연구는 의학대학과의 공동연구 형태로 단 1건만 발견되었다. 또한, 개별 사례 위주의 연구가 이루어지고 있어 기상수문국의 의학기상 예보체계 수립까지는 이어지지 않고 있는 실정이다.

### 3.4.3 수문, 해양 부문

북한의 자연재해 피해액 중 홍수가 가장 큰 비중을 차지하기에(Park et al., 2007; Myeong et al., 2008; Kim and Ryu, 2009; Kang et al., 2016) 수문 부문의 연구에서는 큰물(홍수) 예보의 중요성이 지속적으로 강조되었다. 선행연구(Park et al., 2007)에서도 1998년 홍수예보 시스템 개발, 2005년 수문 정보 데이터 베이스관리 체계 프로그램 완성 등 보다 현대화된 연구가 수행되었음을 확인할 수 있다.

최근 수문 연구 관련 주요 성과를 살펴보면(Table 4), 2007년에 실시간 홍수예보 시스템이 개발되었고(2008년 1호 신년사), 그 후 지속적 개선을 거쳐 대동

강, 희천발전소, 청천강, 압록강 등 북한의 주요 10개 하천에 적용하였다(2013년 1호 신년사). 또한, 수자원 관리와 현업 홍수예보 시스템을 프로그램화하여 북한의 '붉은별' 운영체제(Operating System)에서 운영할 수 있게 하였다(2012년 1호 신년사). 향후 수문분야에서는 대동강 홍수예보시스템의 실시간 구축경험을 토대로 하천유역의 실시간 홍수예보체계 수립 및 레이더자료를 활용한 유역별 강수량 평가방법 수립을 목표로 하고 있다(2014년, 2016년 1호 신년사).

해양 부문 연구에서도 수치모델 개발, 관측장비 개선, 해양관측망 구축 등의 노력이 지속되었다. 또한, 위성자료를 활용하여 해양기상 감시, 해류 분석, 어장 탐색 연구가 수행 되었다. 그동안 북한의 해양 부문 연구는 연근해역에 치중되었으며 고전적 관측 장비에 의존하는 것으로 추정되어왔다(Oh et al., 1999). 그 후 북한은 2001년이 되어서야 컴퓨터를 활용하여 해양 부문의 문제를 해결하였음을 발표한 바 있다(Park et al., 2007).

해양 연구 관련 주요 성과를 Table 5에 제시하였다.



**Table 5.** Major achievements and related researches on oceanography sector.

Year	Source	Major achievements (Editorial) / Title of paper (Issue)
2007	Issue 1 Editorial	- Development of 3D numerical forecasting model for long-term sea surface temperature forecasting
2008	Issue 1 Editorial	- Development of ten-days forecasting system on fishery environment - Development of real-time spatial analysis method for ocean parameters
	Issue 3	- Development of sea surface temperature initialization technique for East Sea of North Korea
	Issue 4	- Forecasting of sea surface temperature over East Sea of North Korea
2009	Issue 1 Editorial	- Development of mid / long-term ocean forecast model
	Issue 4	- Exploration of fishery resources of migratory fish through meteorological satellite data
2010	Issue 1 Editorial	- Data construction for development of mid / long-term ocean forecasting system
2011	Issue 1 Editorial	- Enhance marine observation equipment using modern equipment - Numerical simulation of mid / long-term ocean forecasting
	Issue 1 Editorial	- Development of mid / long-term ocean forecasting system for North Korea - Establishment of analytical method for chlorophyll based on MODIS satellite
2012	Issue 3	- Spatio-temporal zonation of chlorophyll in East Sea of North Korea
2013	Issue 3	- Spatio-temporal pattern of wave energy in West Sea of North Korea
2015	Issue 1 Editorial	- Development of wave prediction system for coastal regions and off the coast of North Korea
	Issue 2	- Analysis of ice characteristics of Eastern Sea of North Korea using NOAA / AVHRR data
	Issue 4	- Tidal energy resource assessment: using hydrodynamic method

2007년에 해양표층수온예보를 위한 3차원 수치예측모형을(2007년 1호 신년사), 2008년에는 동해 해수온 예보기법을 개발하였다(2008년 4호). 동해 해수온 예보 모형의 자료동화에는 NOAA 위성의 SST 자료(위경도 12' 간격)와 두 가지 유형의 연직수온 분포자료를 사용하여 4' 간격의 초기입력 자료(69 × 77 × 16개의 격자로 구성)를 생성하며, 자료동화에 약 1시간 30분의 시간이 소요된다(2008년 3호). 2011년에는 해양관측장비들을 현대적인 장비들로 개선하였고(2011년 1호 신년사), 2012년에는 2009년부터 매해 강조해온 해양수치예보체계 개발 및 위성자료에 기초한 해양염분소 분석 연구가 수행되었다(2012년 1호 신년사). 2016년에는 북한형 물결수치예보체계(파랑예측 시스템)를 개발하였다(2016년 1호 신년사). 그 외에 바다양식장, 바다안개 예보, 조선서해얼음(서해안 얼음), 해일, 조력발전, 파력발전 등에 대한 연구도 수행되었다.

### 3.4.4 관측장비 부문

관측장비 부문에서는 관측자가 직접 관측하는 방식에서 벗어나 디지털화된 장비들을 개발하고 그 결과를 소개하는 연구들이 지속적으로 발표되었다. 특히,

자동기상관측장비의 개발 및 도입, 위성자료 활용 등 관측장비의 자동화, 현대화를 위한 노력이 강조되었다. 기상과 수문지에서 확인된 장비들은 네펠로미터, 일조계, 풍향풍속계, 초음파 강수량 관측장비, 아황산가스측정기, 심층수온계, 기압계, 온습도계, 고층기상 관측 장비 등이 있었다.

기상관측자료의 전송방법에서도 발전이 있었다. 그동안 관측자료는 평양과 같은 일부 지역을 제외하고 전화 통화 혹은 진공관의 무선송수신기를 이용하여 기상수문국에 전송하는 형태였다(Park et al., 2007; Kim and Ryu, 2009). 더욱이 통신망 구축이 이루어지지 않은 관측소도 있는 것으로 분석되어 신속한 자료 전송에 제한이 따랐다. 하지만 2014년 IP전화 통신기술을 이용하여 보다 신속한 기상관측자료 전송체계가 구축되었음이 보고되었다(2014년 4호).

관측장비 부문 연구에서는 기존 장비의 개선과 새로운 장비 개발 과정에서 발생하는 현실적 문제점을 자유로운 형식으로 제시하기도 하였다. 논문의 이러한 형식은 북한이 기상장비 개발을 위해 당면하게 되는 문제점과 그 해결 과정을 구체적으로 확인할 수 있게 한다. 대표적인 예로 북한의 자동기상관측장비

**Table 6.** Major achievements, goals, and related researches on observation device sector.

Year	Source	Major achievements and goals (Editorial) / Title of paper (Issue)
2007	Issue 1 Editorial	- Research and development of automatic / remote weather and hydrological equipments
2008	Issue 1 Editorial	- Producing observation equipments in automatic weather system
	Issue 2	- Characteristics of display device for weather data
2010	Issue 1 Editorial	- Goal: Production of signal processing equipment for automatic weather system
2014	Issue 2	- Configuration and classification standard of automatic weather system
	Issue 4	- Meteorological data transmission using IP-telephone technology
2015	Issue 1 Editorial	- Goal: Increase the number of observation elements - Operational real-time information system of weather / hydrological forecasting
	Issue 1	- A study on flecibility of automatic weather system
	Issue 2	- Composition of modular automatic weather system <Cheon Ki>
	Issue 3	- Method of releasing a telecommunication system centering on the 'State Hydrometeorological Administration'
2016	Issue 3	- Agrometeorological observation system

개발과 현업화 과정을 들 수 있다.

그동안 북한의 자동기상관측 장비의 사용여부는 정확한 정보의 수집 제한으로 인해 파악이 불확실한 상태였거나(Oh et al., 1999; Park et al., 2007), 2005년과 2006년에 자동기상관측장비의 개발이 보고되었으나 현업화에는 이르지 못한 것으로 추정되고 있었다(Park et al., 2007). 그리고 가장 최근인 2011년 북한 기상수문국을 실사한 WMO의 보고서(Avinash et al., 2011)에서도 모든 지상관측 장비들이 재래식으로 운영되고 있음이 언급되었다. 그러나 최근 10년간 기상과 수문지의 주요 성과와 연구에 따르면(Table 6), 2007~2008년에 자동관측장비의 연구 및 제작이 이루어졌으며(2007년, 2008년 1호 신년사) 2014년에는 자동기상관측장비가 전국 관측지점에 도입되었다(2015년 1호 신년사). 또한, 관측장비의 개발에 따라 추가적 결합이 가능하도록 모듈화된 북한형 자동기상관측장비의 개발도 이루어진 것이 확인되었다(2015년, 2호). 2016년에는 농업부문에서 야외 기상관측을 위해 단거리(100~200 m) 자료전송이 가능한 자동기상관측장비를 제작하고 현장도입을 위한 시험을 완료하였다(2016년 3호). 다만 이러한 성과들의 배경에는 2007년 남한 기상청의 금강산 자동기상관측장비 설치 지원과 2011년 WMO의 '자발적 협력사업(Voluntary Cooperation Program)'에 따른 중국 측의 자동기상관측장비 지원 등이 있어 왔음을 고려할 필요가 있다.

한편, 위성기상과 관련된 연구는 총 44건이 조사되

었다. 해당 연구들은 위성영상을 활용하여 대기오염, 서해안 얼음, 해수면온도, 해류흐름, 지표온도 추정, 열섬현상, 가뭄 등과 같은 기상현상을 분석 하거나 농업에 응용하였다. 그 외에 위성영상의 기하보정, 북한형 수신기 개발 및 자료 처리 등을 다루었다. 분석에는 미국, 일본, 중국의 위성에서 획득한 자료(NOAA/AVHRR, NOAA/ATOVS, NOAA/APT, NOAA-18, MTSAT-1R, FY-2C, FY-3A, Landsat-TM, Landsat/ETM+, Landsat-8 (OLI/TIRS), Aqua/Terra (MODIS), AIRS, CrIS 등)를 사용한 것으로 확인되었다. 연구를 수행한 기관은 국가과학원(13건), 김일성종합대학(11건), 기상수문국(8건), 대학(2건), 국토환경보호성(1건)으로 조사되었으며, 소속 미상은 9건이 있었다. 지난 기간(1991~1998년) 위성기상과 관련된 연구는 단 1개의 연구소에서만 발간(Oh et al., 1999)되었던 것을 고려하면 기상기후 연구분야에서 위성자료의 접근성과 활용이 보다 용이해진 것을 파악할 수 있다.

#### 4. 요약 및 결론

본 연구에서는 최근 북한의 기상기후 관련 분야의 연구 동향 파악을 위해 최근 10년간(2007~2016년) 발간된 '기상과 수문' 학술지 총 40권을 분석대상으로 선정하였다. 그 후 해당 학술지의 연구논문 884편을 대상으로 연구 주제별 발표건수 추이, 연구인력 및 기관, 주요 성과 및 목표, 연구 주제별 동향 등을 분석

하였다. 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 기상기후 연구분야에서 국가기관 중심의 연구와 소수 엘리트 중심인 과학기술 인력의 변화가 나타났다. 김일성종합대학을 중심으로 한 대학들의 연구가 국가 연구기관에서 수행한 연구와 유사한 비중을 보였다. 또한, 기상과 수문지 저자 658명 중 박사 학위자는 55명으로 조사되어 선행연구에서 보고된 박사학위자의 수를 상회하였다.

둘째, 북한 기상기후 연구에서 선진화된 분석기술의 적용, 현대화된 관측장비 개발 및 이를 활용한 연구들이 다수 조사되었다. 기상과 수문지 주제 중 ‘예측의 현대화, 정보화’가 가장 높은 비중을 차지하였으며 관측장비 부문에서는 디지털화된 장비의 개발, 자동기상관측장비의 현업화, 위성자료 활용 연구 등이 수행되었다. 이는 과학기술발전을 강조하는 국가의 정책 방향이 실제 연구분야의 진흥에 직접적으로 반영된 것으로 판단된다.

셋째, 최근 북한의 수치모델과 관련된 연구개발과 인력 충원이 지속적인 것으로 판단된다. 수치모델의 향상 및 응용과 관련된 연구들이 지속적으로 수행되고 있으며 2013년 6시간 예보가 가능한 고분해능(5 km 추정)의 북한형 수치모델이 개발된 것이 확인되었다. 해당 모델에는 최신의 기법인 4차원 변분법과 앙상블 칼만필터를 접목한 하이브리드 자료동화 기법이 적용되었다. 이는 북한의 열악한 컴퓨터 환경과 선진 기술 도입에 제한이 따르는 다소 폐쇄적인 사회 여건에 비추어 봤을 때 괄목할 만한 성장으로 판단된다.

본 연구에서는 최근 북한의 ‘기상과 수문’ 학술지 분석을 통해 북한의 기상기후 관련 연구 동향과 기술력 수준을 파악하였다. 본 연구 결과는 향후 남북 간 기상협력 증진을 위한 기초자료로 활용 될 수 있을 것이다. 그러나 학술지에 언급되지 않은 연구들과 기술력들을 정확하게 파악하기에는 한계가 있다. 향후 북한의 대외적 개방 시 기상협력을 위해 지속적인 북한의 연구 동향 및 기술력 파악이 필요하다.

## 감사의 글

이 연구는 국립기상과학원의 주요사업 ‘기상업무지원기술개발연구(NIMS-2016-3100)’에 의하여 수행되었습니다. 분석 자료를 제공해 주신 기상청 국가기후데이터센터, 운영지원과, 국제협력담당관, 세계기상기구 Development and Regional Activities Department에 감사 드립니다.

## REFERENCES

Avinash, T., S. Yizhuo, and L. Hongliang, 2011: Report of

the Fact-finding Mission to The State Hydrometeorological Administration (SHMA) Democratic People's Republic of Korea. World Meteorological Organization, 48 pp.

Bae, J.-H., S.-B. Ryu, G.-S. Park, and E.-J. Lee, 2007: A Study on Development of NGO Channel for Meteorological Technology Cooperation Between South and North Korea. Korea Meteorological Administration, 109 pp (in Korean).

Choi, E.-S., and J.-J. Hwang, 2008: A Study on the Change of Meteorological Management Policy in North Korea and the South-North Korea Meteorological Cooperation Plan. Korea Institute for National Unification, 89 pp (in Korean).

Choi, H.-G., 2008: Changes and potential of science and technology education and human resources training system in North Korea. *North Korea Sci. Tec.*, **6**, 25-33 (in Korean).

\_\_\_\_\_, and Y.-S. Kang, 2017: The Current Status of the Institute of Science and Technology in North Korea. Korea Institute of Science and Technology Information, 120 pp (in Korean).

Jung, Y.-S., 1992: On Meteorology and Atmospheric Sciences in North Korea. Korean Federation of Science and Technology Societies, 59 pp (in Korean with English abstract).

\_\_\_\_\_, 1994: Comparison study of meteorology and atmospheric environmental science in South and North Korea. *Sci. Tec.*, **27**, 49-52 (in Korean).

Kang, T.-G., H. Jang, J.-S. Lee, Y.-H. Park, J.-M. Chu, S.-H. Ham, and G.-W. Jung, 2016: Data Collection for Natural Disaster Management in the Democratic People's Republic of Korea and Cooperation Between the Two Koreas (I). Korea Institute of Policy Evaluations, 179 pp (in Korean with English abstract).

Kang, Y.-S., 2016: Development trends and prospects of science and technology under regime of Kim Jeong-un in North Korea. *KDI Rev. North Korean Eco.*, **18**, 17-33 (in Korean).

Kim, G.-B., 2002: Juche ideology scientist of North Korea. *Sci. Phil. Cul.*, **40**, 89-102 (in Korean).

Kim, J.-H., and J.-H. Lee, 2009: Trend analysis of North Korean science and technology policy: Focused on the Rodong Daily (2006-2008). *North Korea Sci. Tec.*, **7**, 1-26 (in Korean).

Kim, J.-S., and M.-W. Ryu, 2009: Analysis of weather forecast and relevant technologies to deal with natural disaster in North Korea. *North Korean Stud. Rev.*, **13**, 97-122 (in Korean with English abstract).

- \_\_\_\_\_, C.-G. Lee, and M.-W. Ryu, 2010: A Study on the Cost Evaluation of Meteorological Equalization for North Korea and South Korea. Korea Meteorological Administration, 129 pp (in Korean).
- KISTI (Korea Institute of Science and Technology Information), 2015: Research Institutes in National Academy of Sciences of North Korea. *North Korea Sci. Tec.*, **10**, 187-265 (in Korean).
- Lee, C.-G., 2002: Trend of North Korean S&T Research in 1990s through Literature Research. *Rev. North Korean Stud.*, **5**, 173-198 (in Korean with English abstract).
- \_\_\_\_\_, 2015: Development path and implications of science and technology in North Korea. *Sci. Tec. Poli.*, **25**, 50-57 (in Korean).
- \_\_\_\_\_, and J.-S. Kim, 2015: Science and Technology Policy Under Regime of Kim Jeong-un in North Korea: Trends and Implications. Science and Technology Policy Institute, **173**, 22 pp (in Korean).
- \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, and D.-R. Nam, 2016: Current Status of S&T Human Resources in North Korea and Future Cooperation. Science and Technology Policy Institute, 112 pp (in Korean with English abstract).
- Lee, U.-S., and M.-U. Ryu, 2009: Research on the estimation of economic effects by South-North Korean meteorological cooperation. *The Korean J. Unification Aff.*, **21**, 117-155 (in Korean with English abstract).
- Ministry of Justice, 2010: Basic Data of Unification Law (Relation Between South and North Korea). 1367 pp (in Korean).
- Myeong, S.-J., H.-J. Hong, H.-I. Choi, and J.-C. Jung, 2008: Estimation of Flood Vulnerable Areas in North Korea and Collaboration Strategies between South Korea and North Korea. Korea Institute of Policy Evaluations, 180 pp (in Korean with English abstract).
- \_\_\_\_\_, and Coauthors, 2013: A Study on Constructing a Cooperative System for South and North Korea to Counteract Climate Change in the Korean Peninsula (III). Korea Institute of Policy Evaluations, 508 pp (in Korean with English abstract).
- NKchosun, 2001: North Korea climate normals are 60-year averages used. [Available online at <http://nk.chosun.com/news/articleView.html?idxno=11984>, 2001.10.30] (in Korean).
- NKTECK, 2017 cited: North Korea Scientists & Engineers. [Available online at [http://www.nktech.net/per\\_org/scientist/scientist\\_1.jsp](http://www.nktech.net/per_org/scientist/scientist_1.jsp)]
- North Korea human geography, 2017 cited: North Korea Human Geography Information Center: Education, Academic, Research. [Available online at <http://www.cybernk.net/infoText/InfoHumanCultureList.aspx>.]
- North Korea information, 2017 cited: Science and Technology Administration and Research System. [Available online at <http://nkinfo.unikorea.go.kr/nkp/overview/nkOverview.do?sumryMenuId=EC222>.]
- Oh, J.-H., and Coauthors, 1999: Study on the Preparation of Meteorological Service for the Unified Korea and the Role of KMA. Science and Technology Policy Institute, 263 pp (in Korean with English abstract).
- Park, J.-G., B.-J. Kim, O.-R. Park, R.-N. Jo, and A.-R. Jo, 2012: Research Trends in Weather and Climate of North Korea. Korea Meteorological Administration, 48 pp (in Korean).
- Park, J.-H., 2015: Proposal on development of science and technology human resource in North Korea before and after the unification. *KISTEP Inside and Insight*, **7**, 33-47 (in Korean).
- \_\_\_\_\_, E.-J. Park, and D.-J. Jo, 2015: Automated Text Analysis of North Korean New Year Addresses, 1946-2015. *Korean Poli. Sci. Rev.*, **49**, 27-61 (in Korean with English abstract).
- Park, S.-U., M.-S. Park, K.-S. Oh, and E.-H. Lee, 2007: A Study on the Strategies for Achievement of the Collaboration of Natural Disasters prevention in between the Two Korea. Korea Meteorological Administration, 151 pp (in Korean).
- Seong, J.-E., 2015: Trends and prospects of administrative system for science and technology in North Korea. *Sci. Tec. Poli.*, **25**, 30-35 (in Korean).
- The Agricultural Publishing House, 2007-2016: *Weather and Hydrology*. DPR Korea, **359-397** (in Korean).