

데이터마이닝을 활용한 북한 기상기후 연구 동향 분석: 1982~2022년 북한 학술지 논문을 중심으로*

허선훈(전북대학교 국제융합연구연구소 연구교수)

논문요약

본 연구의 목적은 북한에서 출판되는 학술지들에 발표된 논문들을 통하여 북한의 기상기후 분야 연구동향과 그 특징을 탐색하는 것이다. 체계적 분석을 위하여 본 연구는 우리나라 국가과학기술표준분류체계를 토대로 하여 기상기후 분야 키워드를 간추린 후 한국과학기술정보연구원 북한과학기술네트워크 소장 논문 중 키워드에 해당되는 논문 총 1,263편을 수집하였다. 이후 제목, 저자, 년도, 권호수, 초록의 서지정보를 데이터마이닝 기법 중 셀레니움을 활용한 크롤링을 통해 추출한 후 관련 연구 동향을 분석하였다.

분석 결과, 기상과학 분야에서는 기상관측 및 분석기술 관련 연구가 가장 활발하였다. 특히 김정은 집권 이후에는 식량생산성 향상을 위하여 농업부문과 기상관측부문의 협동을 강조하면서 농업기상과 수치예보 분야의 연구가 강조되고 있었다. 기후학 분야에서는 기후변화에 관한 파리협정 이행과 기후변화 대응 국가전략계획에 따라 기후변화영향평가 및 대응기술 분야 연구가 활발하게 진행되고 있었다. 마지막으로 대기과학분야에서는 2012년 대기오염방지법 제정을 기점으로 하여 대기질 감시 연구가 증가한 것으로 확인되었다.

이에 본 연구는 데이터마이닝을 통해 북한의 기상기후 분야 연구데이터를 축적했다는 점에서, 그리고 기상기후분야의 연구동향에 대한 이해를 높였다는 점에서 방법론적, 학술적 의의를 지닌다.

주제어 : 데이터마이닝, 크롤링, 기상기후 연구동향, 기상정책, 북한

* 이 논문은 2021년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2021S1A5B5A16077620).

I. 서론

북한은 열악한 기상관리 능력으로 인하여 자연재해 및 기상재해로 인한 피해에 취약한 상황이다. 북한 지역에서 자연재해로 인한 연평균 피해규모를 추정한 연구에 의하면, 인명 피해로 인한 손실액 규모가 346억 원, 농작물·농경지 피해로 인한 손실액 규모가 7천971억 원, 구조물 피해로 인한 손실액 규모가 238억 원 등 8천554억 원에 이르고 있는 것으로 집계되고 있다.¹⁾ 유엔 산하 재해경감 전략기구(UNDRR: United Nations Office for Disaster Risk Reduction)와 벨기에 루뱅대학 부설 재난역학연구센터(CRED: Centre for Research on the Epidemiology of Disasters)가 발표한 보고서에 의하면 2019년 북한에서 가뭄, 홍수, 태풍 등 자연재난으로 피해를 본 사람은 1천만 10만 명으로 인도 다음으로 많았고, 이는 전 세계 2위에 해당할²⁾ 정도로 기상재해로 인한 피해가 극심하다.

그러나 다행히도 북한은 기후변화 문제에 관하여 비교적 적극적인 모습을 보이고 있다. 대외적으로 북한은 지난 1994년 12월에 유엔기후변화협약(UNFCCC: United Nations Framework Convention on Climate Change) 가입을 시작으로, 2005년 4월 교토의정서, 2016년 8월 파리기후변화협정에 가입했고, 2019년 12월 스페인 마드리드에서 열린 제25차 UNFCCC 당사국총회(COP25: the 25th United Nations Climate Change Conference)에는 국토환경보호성 국장급이 대표로 참석하여 온실가스 감축목표(NDC: Nationally Determined Contribution)를 제출하기도 하였다. 그리고 그에 따른 실천으로 ‘2019~2030년 국가환경보호전략’을 수립하여 2030년까지 자체 노력으로 온실가스 배출량을 배출전망(BAU: Business As Usual) 대비 16.4% 감축을 추진하고 있다. 또한

1) 이우상·류민우, “남북기상협력의 경제적 파급효과에 관한연구.” 『통일문제연구』 제21권 2호, 2009, pp. 142~143.

2) Centre for Research on the Epidemiology of Disasters, *Natural Disasters 2019: Now is the Time to n or Give Up*. CRED, 2020, p.5.

온실가스 흡수원을 확대하기 위하여 산림조성을 위한 ‘산림건설 총 계획(2013~2042)’을 수립하여 진행하고 있다.

대내적으로는 지난 2014년에 김정은이 기상수문국을 첫 현지지도하여 “기상관측과 예보사업을 잘해야 이상기후현상에 의한 재해로부터 인민들의 생명 재산을 보호하고 농업과 수산을 비롯한 인민경제 여러 부문들에서 자연피해를 제때에 막을 수 있다”고 언급하며, 핵심 국정과제로 추진 중인 과학기술중시정책 기조와 맞물려 기상기후 분야에서 기상관측, 기상예보의 과학화, 현대화 수준 향상, 연구사업심화를 강조하고 있다. 이처럼 북한 기상기후 분야에서 연구사업의 중요성이 나날이 높아지고 있음에도 불구하고 연구동향 탐색에 있어서는 몇 가지 한계점이 발견된다.

첫째, 조사대상이 되는 북한 학술지가 제한되어 있었다. 북한 기상기후 분야 연구동향에 관한 선행연구로, 박순웅 외(2007)는³⁾ 북한에서 기상기후 분야 대표적인 학술지인 『기상과 수문』을 대상으로 1991년부터 2006년까지 발표된 논문을 통해 일기 및 수치예보, 수문, 해양, 농업, 관측기기 부문에서 성과와 목표를 정리했다. 박순웅 외(2012)에서는⁴⁾ 『기상과 수문』지의 연구 현황과 주요 연구들을 요약하여 제시했다. 이승욱 외(2017)⁵⁾는 『기상과 수문』 2007년~2016년까지 게재된 연구논문 중 884편을 선정하여 현황과 특성, 주제별 논문 투고 추세, 연구인력 및 기관현황, 연구 부문별 주요 성과를 기상, 기후 수치예보 부문, 농업기상, 의학기상 부문, 수문, 해양 부문, 관측장비 부문으로 나누어 연구동향을 분석하는 성과가 있었다.

그러나 선행연구들에서는 분석 대상이 되는 북한 학술지가 『기상과 수문』지에만 집중되어 있었기 때문에 『김일성종합대학학보』, 『기술혁신』, 『과학원통보』 등 다른 학술지에 실린 기상·기후 관련 논문의 동향은 파악할 수

3) 박순웅 외, 「남북 자연재해방지 공공협력 성과 도출을 위한 전략에 관한 정책 연구」, 서울: 기상청, 2007.

4) 박정규 외, 「북한의 기상기후 연구 동향」, 서울: 기상청, 2012.

5) 이승욱·이대근·임병환, “최근 10년(2007~2016년) 북한의 기상기후 연구 동향: 기상과 수문지를 중심으로,” 『대기』 제27권 4호, 2017, pp. 411~422.

없었다는 한계가 존재한다.

둘째, 연구내용 측면에서도 미비한 점이 발견된다. 주제별 연구 현황 파악에서 관련분야 전문가인 각 논문의 연구자가 분류한 대주제별 특성 파악이 이루어졌을 뿐, 보편적 분류체계에 기준한 과학기술분야 상세기준에 따른 주제 분석은 이루어지지 않았기 때문이다. 또한 기존 연구에서는 2016년 이후에 입수된 북한 학술지가 분석되지 않았기에 최근의 연구경향을 새로이 반영할 필요가 있다.

이러한 맥락에서 본 연구는 북한 학술지에 발표된 논문들에 나타난 북한의 기상기후 분야 관련 연구 동향과 그 특징을 탐색하는 것을 목적으로 한다. 구체적으로 본 연구는 북한 학술지에 나타난 기상기후 분야 연구를 수집하고 우리나라 과학기술표준분류체계에 따라 그 내용을 분류함으로써 관련 연구동향을 파악하고자 한다.

이상의 연구목적을 가지는 본 연구는 기존의 관련 연구들과 세 가지 점에서 차별성을 가진다.

첫째, 본 연구는 선행연구들과 달리 분석 대상이 되는 북한 학술지의 범주를 넓혔다. 북한과학기술네트워크(<http://www.nktech.net>) 웹 페이지에 수록된 북한 학술지 42종을 대상으로 하여 기상기후 관련 논문을 수집하였다.

둘째, 국가과학기술분류체계에 근거하여 기상기후 관련 키워드를 분류하였다. 보편적 기준으로 우리나라 과학기술분류체계에 따라 북한 기상기후 분야를 크게 3가지로 대분류하고, 26가지로 중분류하여 연구동향을 살펴보고 연구 특징을 분석하였다.

셋째, 본 연구는 데이터마이닝(data mining) 기법을 활용하여 과학적, 체계적 분석을 시도하였다. 특히 논문 분석 과정에서 본 연구는 기존 연구들에서 주로 활용되어 온 R 프로그램의 rvest를 활용하여 크롤링(crawling)했던 기존의 데이터마이닝 기법과는 다르게 셀레니움(selenium library)을 활용하여 수집한 자료의 특성을 분석한다는 점에서 자료수집 및 분석 방법론적으로 의의가 있다. 일반적인 크롤링 기법은 url을 통해서 웹페이지 데이터에 접근하지만 본

연구가 대상으로 하는 홈페이지는 url을 통해 원하는 데이터에 접근할 수 있는 형식이 아니고, 사용자 동작이 이루어질 때 데이터가 갱신되는 형식의 웹페이지이다. 따라서 사용자 동작을 지원하는 셀레니움의 기술적 측면에서 높은 유용성을 가진다.⁶⁾

본 연구는 공개 가능하며 접근 가능한 북한 학술지에 게재된 기상기후 관련 학술 논문을 대상으로 하여 연구 동향을 분석, 이해한다는 점에 있어서 의의가 있다. 더 나아가 북한의 과학기술연구가 당의 강력한 통제 하에 놓여 있음을 고려해 볼 때, 본 연구가 목적으로 하는 기상기후 분야에서의 연구동향 파악은 해당 분야 정책에 대한 이해를 높이는데 기여할 수 있다는 점에서 의의를 지닌다. 이 외에도 향후 기상기후 분야의 대북 협력안 마련 시에 북한의 기상기후 동향을 사전에 파악하는 기초자료가 될 수 있다는 점에서 가치가 있다.

본 연구는 다음과 같이 구성된다. 2장에서 연구의 내용적 범위와 분석방법 및 자료를 소개하고, 3장에서 연구의 결과로서 북한 학술지에 나타난 기상기후 분야 연구 동향을 주제별로 분류하여 분석한다. 마지막으로 4장에서 결론 및 함의를 도출한다.

II. 연구 방법 및 연구 자료

1. 연구 내용

북한의 과학기술 분야는, 북한의 다른 분야들과 마찬가지로, 체제의 특성상 당의 지도와 통제를 받는다. 이 점에서 기상기후분야 연구 내용의 시기별 추이를 본격적으로 분석하기에 앞서, 연구 배경에 대한 이해를 위하여 북한의 기상기후 정책의 흐름을 간략히 살펴볼 필요가 있다.

6) 자료추출 도구로서 셀레니움 프로그램이 가지는 장점에 관해서는 강성원 외, 『환경 빅데이터 분석 및 서비스 개발』, 한국환경연구원 사업보고서(2017-0), 2017, p. 336. 등을 참고.

우선 북한에서 기상이란 바람, 구름, 비, 눈, 서리, 이슬, 무지개, 번개, 우레 등 모든 대기의 물리적 현상을 말하고, 기후란 지구전체 혹은 일정한 지역에서 해마다 되풀이되는 날씨의 평균적인 상태를 말한다⁷⁾ 정의되어 있다.

이러한 기상을 관리하기 위한 국가적 차원에서의 노력은 해방 직후 북한 정권이 공식적으로 수립되기 이전부터 일찍이 발견된다. 1946년 7월 10일 김일성은 “자연환경에 대한 과학적 자료에 따라 리용할수 있는 온갖 조건들을 인민경제건설에 리용하며 자연부원개발사업을 널리 하여야만 우리의 인민경제를 비약적으로 발전시킬 수 있습니다.”라며 나라의 기상조건을 파악하고 활용하기 위해 기상기후를 관장하는 전문부서로 기상수문국을 창립하고 정책화하기 시작하였다. 기상수문국의 구체적 역할과 관련하여 1966년 로동신문의 보도 내용을 참고해 볼 수 있다. 이 보도에 의하면 기상수문국의 목표는 ‘나라의 재부와 인민의 생명재산을 자연재해로부터 막아내는 것’으로서 ‘나라의 자연지리적 특성에 맞게 관측을 조직하고 내용을 확대하며 예보봉사사업을 강화’, ‘관측방법을 부단히 개선하기 위한 연구사업 강화’, ‘기상수문사업의 원격화’, ‘자동화 체계 수립’, ‘남반부지역에 대한 예보사업을 더욱 강화’ 등이 국의 구체적 역할로 집약된다.⁸⁾

이 시기에 기상수문국 외에도 기상기후 관련 전문부서로 농업기상관측소와 수문관측소가 신설되었고, 기상, 수문, 해양, 농업기상예보소, 기상수문연구소도 설치되었다. 각 관련 조직들은 기상예보의 구체성과 정확성을 높이는 것을 목표로 삼고 현대적 계산 수단과 측정 수단을 마련하는 각종 사업을 진행하였다.

1980년대 들어서 기상수문국은 과거보다 기상 관측을 강조하는 모습을 보이게 되었다. 구체적으로 살펴보면, 관측망 증가 및 보충 완비, 관측과 자료계산체계 정비, 관측수단의 현대화, 기본관측과 간이관측의 배합, 예보 정확성 향상, 새로운 예보분야 개발, 인민경제 부문별 요구에 맞게 통보할 것 등이 제

7) “기상, 날씨, 기후란 무엇인가.” 『문학신문』 2012년 7월 7일.

8) “기상수문국창립 20주년을 기념.” 『로동신문』 1966년 7월 10일.

시되었다.⁹⁾ 이는 북한이 1975년에 세계기상기구에 가입한 이후 당과 국가차원에서 기상수문국의 기상관측과 예보의 현대화, 과학화, 정보화에 대하여 큰 관심을 갖게 되기 시작한 것과 맥락을 같이 한다.¹⁰⁾

이후 2000년대 들어서 기상수문국은 새로운 목표들을 추가하였다. 관측과 예보의 과학성, 정확성, 신속성 보장을 기본으로 하고 나아가 지구온난화에 따른 기후변동전망을 예측하기 위한 연구사업을 진행할 것이 추가되었다. 이외에도 자연자원의 효과적 개발이용 등 현실에서 제기되는 과학기술적문제 해결, 과학자 및 기술자의 실무적 자질 개선, 최신과학기술에 기초한 예보방법을 적극 연구도입하고 관측기구와 설비를 개선하는 것도 주요 목표로 제시되었다.¹¹⁾

김정은 집권 이후에는 과학기술중시정책기조가 보다 강화됨에 따라 기상관측, 기상예보의 과학화, 현대화 수준 향상, 연구사업심화에 대한 강조가 두드러지며, 기상정보봉사의 다양화, 신속화 등 대중인민의 접근성과 활용성을 높이려는 시도를 하고 있다. 이상의 내용을 정리하면 <표 1>과 같다.

9) “기상수문국창립 40돌기념보고회 진행.” 『로동신문』 1986년 7월 10일.

10) 김철룡, “세계기상의 날을 맞으며.” 『로동신문』 2009년 3월 23일.

11) “기상수문국창립 60돌 기념보고회 진행.” 『로동신문』 2006년 10월 29일.

〈표 1〉 북한 기상수문국 시기별 목표

시기	기상수문국의 목표
1960~70년대	- 예보봉사업 강화, 남반부지역 예보강화 - 관측방법 연구강화 - 기상사업 원격화, 자동화체계 수립
1980~90년대	- 관측망 증설, 관측수단 현대화 - 예보 정확성, 새로운 예보분야 개발 - 인민경제 부문별 요구에 맞게 통보
2000년대	- 예보의 과학성, 정확성, 신속성 보장, 기후변동전망 예측 연구, 최신예보방법 연구도입 - 관측기구, 설비 개선 - 인민경제 부문에서 자연피해 막고 생산과 건설 높이기 - 과학자, 기술자 실무자 자질개선
김정은 집권 이후	- 기상예보의 현대화, 과학화 수준 향상, 실정에 맞는 예보기술방법 개선, 단기, 중기, 장기예보의 정확성 보장을 위한 과학연구사업집화 - 기상관측설비의 개발 및 현대화, 관측망 배치 - 기상정보봉사 다양화, 신속화

출처: 북한 매체를 참고하여 필자 정리

이상에서 살펴 본 북한당국의 공식적인 기상기후 분야 정책 내용은 북한의 학자들이 연구를 실질적으로 진행하는데 있어서 핵심 가이드라인으로 작용한다. 따라서 본 연구는 이러한 배경지식에 대한 이해에서 출발하여 북한 기상기후 분야의 연구동향을 파악하기 위해서 북한 학술지에 발표된 논문을 면밀히 분석하였다.

우선 북한 학술지에 게재된 논문 자료를 확보하기 위하여 북한 과학기술네트워크 웹 페이지를 활용하였다. 해당 웹사이트에 등록되어 있는 42종의 북한 학술지를 대상으로 하여 논문 자료를 수집하였다. 그리고 본 연구의 주제와 관련된 논문은 1982년 이후 발간된 논문부터 2022년 발표된 논문까지 확인할 수 있었다.

대상이 되는 북한 학술지는 〈표 2〉와 같다. 이 중 『위생방역』, 『지리과학』의 경우 현재는 국내에 입수되지 않고 있어 극히 일부의 권호만 열람이 가능하지만 관련 논문을 싣고 있기 때문에 연구대상으로 포함하였다.

〈표 2〉 연구 대상

순번	학술지명	출판사
1	『과학원통보』	과학기술출판사
2	『김일성종합대학학보 자연과학』	김일성종합대학출판사
3	『김일성종합대학학보 생명과학』	김일성종합대학출판사
4	『김일성종합대학학보 화학』	김일성종합대학출판사
5	『김일성종합대학학보 지구환경 및 지질학』	김일성종합대학출판사
6	『김일성종합대학학보 정보과학』	김일성종합대학출판사
7	『김일성종합대학학보 수학』	김일성종합대학출판사
8	『김일성종합대학학보 물리학』	김일성종합대학출판사
9	『김일성종합대학학보 경제학』	김일성종합대학출판사
10	『기술혁신』	중앙과학기술통보사
11	『수학』	중앙과학기술통보사
12	『물리』	과학기술출판사
13	『천문학통보』	(확인불가)
14	『생물학』	과학기술출판사
15	『조선의학』	과학백과사전출판사, 1988년 2호부터 의학과학출판사
16	『기초의학』	의학과학출판사
17	『예방의학』	의학과학출판사
18	『조선약학』	의학과학출판사
19	『고려의학』	의학과학출판사
20	『내과』	의학과학출판사
21	『외과』	의학과학출판사
22	『소아, 산부인과』	의학과학출판사
23	『치과, 안과, 이비인후과』	의학과학출판사
24	『화학과 화학공학』	과학기술출판사
25	『분석』	과학기술출판사
26	『정보과학』	중앙과학기술통보사
27	『전자공학』	과학기술출판사
28	『정보과학과 기술』	중앙과학기술통보사
29	『컴퓨터와 프로그램기술』	중앙과학기술통보사
30	『전기, 자동차공학』	과학기술출판사
31	『기계공학』	과학기술출판사
32	『금속』	과학기술출판사
33	『조선건축』	공업출판사
34	『채굴공학』	과학기술출판사

35	『지질 및 지리과학』	과학기술출판사
36	『지리과학』	과학기술출판사
37	『기상과 수문』	농업출판사
38	『농업수리화』	농업출판사
39	『산림과학』	산림과학분원
40	『산림과학기술통보』	산림연구원 자료통보실
41	『위생방역』	(확인불가)
42	『지리과학』	중앙과학기술통보사

출처: 필자 작성

연구 내용으로는 첫째, 학술지별 기상기후 분야 연구논문의 분포와 각 비중을 파악하였다. 둘째, 지도자 집권시기별 기상기후 논문 발표 비중을 살펴보았다. 셋째, 주제별 연구 동향을 분석하였다. 나아가 김정은 집권 이전과 이후의 연구동향을 비교하여 김정은 시기 기상기후 연구 특징을 도출하였다.

2. 분석 방법

42종의 학술지에 실린 방대한 양의 논문 데이터를 수집하기 위한 방법으로 본 연구는 데이터마이닝 기법을 활용하였다. Aggarwal¹²⁾에 의하면 데이터마이닝은 데이터의 수집, 정리, 처리, 분석 및 데이터로부터 유용한 정보를 얻는 학문을 말한다. 최근에는 데이터기술(DT)을 다루는 데이터 과학(data science)이라는 개념이 사용되고 있는데, 정형, 비정형 형태를 포함한 다양한 데이터로부터 지식과 통찰력을 추출하는데 과학적 방법론, 프로세스, 알고리즘, 시스템을 동원하는 융합 분야를 말한다.¹³⁾

데이터마이닝 역시 이와 유사하게 대규모 데이터를 분석하여 의미 있고 가치 있는 정보를 발견하는 것이다. 데이터마이닝 기법 중에서 본 연구는 데이터 수집 방법으로 크롤링을 활용했다. 이는 자료를 수집하고 분류하는 것을 의미하는 것으로 주로 인터넷상의 웹페이지(html, 문서 등)를 수집해서 분류하고 저장하는 것을 말한다.¹⁴⁾

12) Aggarwal, Charu, *Data Mining The Text Book*, Switzerland: Springer International Publishing AG, 2015, pp. 1~75.

13) 이석민, 『빅데이터 분석방법론』, 서울: 윤성사, 2019, p. 32.

본 연구에서 해당 크롤링 작업은 java(11 version) 기반으로 개발되었으며 org.seleniumhq.selenium(4.3.0 version) 라이브러리를 사용하였고 Linux(ubuntu 22.04 version) 환경에서 실행하였다.

크롤링 작업 시에 기준이 되는 검색 키워드는 연구의 분야별 분석을 위하여 과학기술정보통신부에서 발표한 국가과학기술표준분류체계를 기준이 되는 분류방법으로 채택하였다. <표 3>에서 볼 수 있듯 기상기후 분야는 대분류에서 ‘지구과학’에서 다루어지고 있다. ‘지구과학’ 대분류 하에는 (1)기상과학, (2)기후학, (3)대기과학이 위치해 있다. 따라서 지구과학 대분류 하에 기상과학, 기후학, 대기과학의 중분류에 따른 26개의 소분류를 기준으로 하였고, 남북한 용어 차이와 띄어쓰기의 차이를 고려하여 작업을 시행하였다. 그리고 검색의 정확도를 높이기 위하여 키워드가 추출되는 대상은 웹사이트 상에서 논문의 제목과 요약문에만 적용되게끔 설정하였다. 왜냐하면 웹페이지 전체를 대상으로 키워드 검색 크롤링을 하게 되면 저자 이름, 저자의 소속 기관명에 키워드가 존재할 경우 유효한 데이터로 인식하여 자료가 수집되기 때문이다.

14) 이석민, 위의 책, p. 266.

〈표 3〉 국가과학기술분류체계 중 기상과 수문 관련 체계

대분류	중분류	소분류
지구과학	기상과학	기상관측/분석기술
		기상원격탐사기술
		기상예보기술
		기상조절
		수치예보
		농업기상
		해양기상
		보건기상
		산업기상
		항공기상
		생명기상
		달리 분류되지 않는 기상과학
	기후학	기후시스템 관측/분석기술
		기후역학
		기후모델링/예측기술
		기후변화영향평가/대응기술
		고기후학
		응용/환경 기후학
		자연지리학
		달리 분류되지 않는 기후학
	대기과학	대기 관측/분석기술
		대기물리
		대기역학
		대기화학
		대기 모델링/예보기술
		응용환경대기과학
		고층대기
		대기질감시
		달리 분류되지 않는 대기과학

출처: 법제처 국가과학기술표준분류체계

Ⅲ. 연구 결과

1. 학술지별 논문 분포 및 비중

크롤링 기법을 통하여 42종의 학술지를 대상으로 키워드에 해당하는 논문들의 제목, 저자, 발표년도, 권호수, 요약문 등의 서지정보를 추출하였다. 자동화시켜 서지정보를 추출한 결과, 30권의 학술지에서 총 1,556편의 논문이 키워드를 포함하는 것으로 수집되었다. 그 중에서 “간편하고 쓰기 좋은 살충탄을 만든 경험”¹⁵⁾, “묘향산의 태류상”¹⁶⁾, “진동관성기구의 기초리론”¹⁷⁾, “자철정광으로 만든 구단광의 산화운동학적특성(1)”¹⁸⁾ 등과 같이 연구주제에 직접적 관련성이 없는 논문은 제외면 최종적으로 23종의 학술지에서 1,263편의 논문이 연구대상으로 간추려졌다.

학술지 중에서 기상기후 관련 논문이 게재된 숫자로만 보면, <표 4>와 같이 『기상과 수문』지에서 920편으로 가장 많은 논문이 추출되었고, 이어서 『김일성종합대학학보 자연과학』 135편, 『과학원통보』 35편, 『지질 및 지리과학』 25편, 『농업수리화』 21편 순으로 기상기후 관련 논문이 많이 게재되었다. 학술지 당 발표된 전체 논문 대비 기상 기후 관련 논문이 많이 발표된 순서는 『기상과 수문』, 『김일성종합대학학보 지질 및 지리과학』, 『김일성종합대학학보 자연과학』, 『산림과학』, 『지질 및 지리과학』 등으로 나타났다.

15) 리재순, “간편하고 쓰기 좋은 살충탄을 만든 경험.” 『예방의학』 4호, 1983, p. 28.

16) 김영호, “묘향산의 태류상.” 『생물학』 4호, 2002, pp. 46~48.

17) 남석건, “진동관성기구의 기초리론.” 『물리』 4호, 1999, pp. 7~10.

18) 리일송 외, “자철정광으로 만든 구단광의 산화운동학적특성(1).” 『금속』 2호, 1994, pp.4~7.

〈표 4〉 북한 기상·기후 분야 학술지별 발표 논문 수 및 비중

순번	학술지명	전체 논문 수	검색된 논문수	관련 논문수	관련논문 비중(%)
1	『기상과 수문』	3859	927	920	23.84
2	『김일성종합대학학보 자연과학』	13106	180	135	1.03
3	『과학원통보』	7913	42	35	0.44
4	『지질 및 지리과학』	2661	47	25	0.94
5	『농업수리학』	3880	54	21	0.54
6	『예방의학』	4997	38	19	0.38
7	『김일성종합대학학보 지구환경과학 및 지질학』	444	14	14	3.15
8	『물리』	2947	22	14	0.48
9	『위생방역』	*	*	14	*
10	『기술혁신』	23238	91	12	0.05
11	『생물학』	4747	27	7	0.15
12	『지리과학』	*	*	7	*
13	『기계공학』	2646	11	6	0.23
14	『산림과학』	581	6	6	1.03
15	『화학과학 화학공학』	3962	23	6	0.15
16	『정보과학』	2954	5	4	0.14
17	『정보과학과 기술』	1292	4	4	0.31
18	『조선건축』	1086	4	4	0.37
19	『조선의학』	4596	9	4	0.09
20	『분석』	1932	12	3	0.16
21	『김일성종합대학학보 물리학』	481	1	1	0.21
22	『전자공학』	1957	17	1	0.05
23	『컴퓨터와 프로그램 기술』	736	1	1	0.14
24	『금속』	2730	10	0	0.00
25	『기초의학』	3248	1	0	0.00
26	『김일성종합대학학보 생명과학』	395	1	0	0.00
27	『수학』	2730	2	0	0.00
28	『전기, 자동차공학』	2913	7	0	0.00
29	『조선약학』	4907	2	0	0.00
30	『채굴공학』	2097	7	0	0.00
합계		102031	1556	1263	2.86

출처: 필자 작성

주: 『위생방역』은 1983~1993년, 『지리과학』의 경우 1990~1997년까지의 논문만 확인되고 그 이전, 이후의 논문은 확인과 접근이 불가능한 바, 전체 논문수와 비중을 공란으로 한다.

2. 지도자 집권 시기별 기상기후 논문 발표 비중

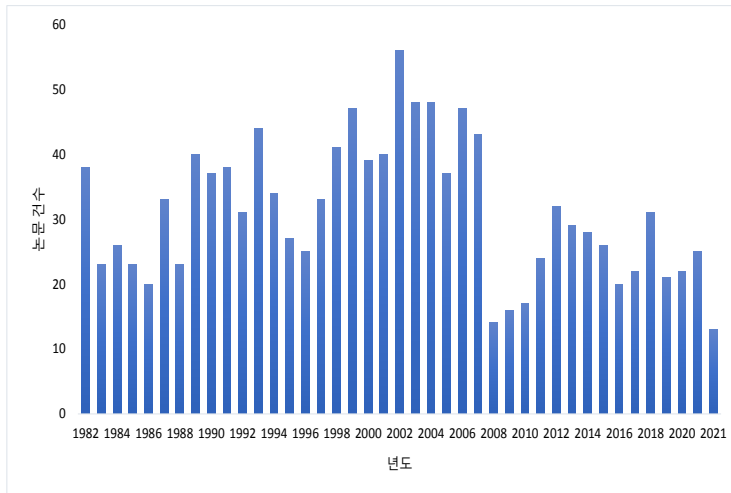
1982년부터 2022년까지 발표된 기상기후 논문의 연도별 발표 추이를 살펴보면 다음과 같다.

정권별로 기간을 나누어 연구논문 발표 추이를 살펴보면, 1982년부터 김일성 사망 해인 1994년까지는 총 400편(31.7%), 평균적으로 매년 30.7편의 논문이 발표되었다. 그리고 김일성 사망 후 유신통치기간과 김정일 집권기인 1995년부터 2011년에는 총 594편(47.0%), 매년 평균적으로 34.9편의 논문이 발표되었고, 2012년부터 현재까지 김정은 집권기에는 현재까지 총 269편(21.3%), 평균적으로 매년 24.4편의 논문이 발표되었다.

〈그림 1〉에서 볼 수 있듯이 김정일 시기, 특히 1990년대 후반부터 2000년대 초반의 시기에 기상기후 관련 논문이 가장 많이 발표되었다. 그 배경으로는 당시 1995년 홍수의 피해 규모가 약 150억 달러로 세계 50대 자연재해로 기록될 정도로¹⁹⁾ 자연재해와 기상이변으로 인한 피해가 가장 컸기에 관련 연구가 활발했던 것으로 유추해볼 수 있다.

19) 박소연·이영곤·김세원, “북한의 홍수 피해 현황 및 대응방안.” 『맑은 물, 건강한 세상』, 한국수자원학회 학술발표회 (2010년 5월 13일), p. 1869.

〈그림 1〉 연도별 기상기후 논문 발표 편수 (1982~2022년)



출처: 필자 작성

3. 주제별 논문 분석 및 특징

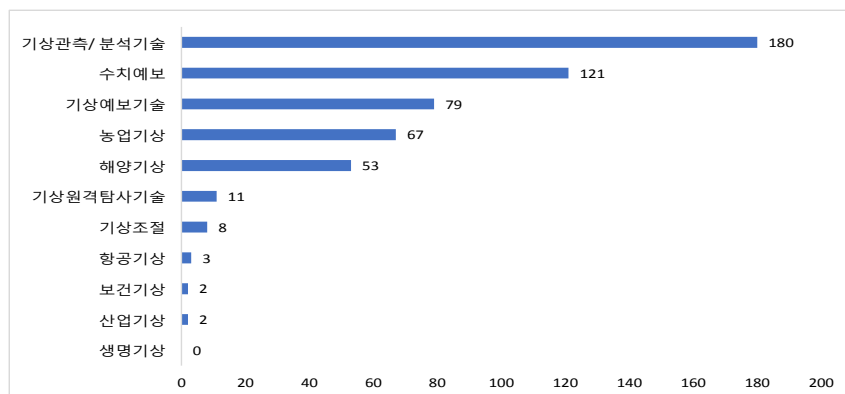
기상기후 관련 논문을 우리나라 국가과학기술표준분류체계에 따라 기상과학 분야, 기후학분야, 대기과학분야로 나누어 분석한 결과, 기상과학 분야는 총 526편(41.6%), 기후학 분야는 398편(31.5%), 대기과학 분야는 339편(26.8%) 이 게재되었다. 양적인 측면에서 판단해 보았을 때 기상과학분야에 연구역량이 가장 많이 집중되고 있고, 다음으로 기후학, 대기과학 분야가 연구되고 있음을 알 수 있었다. 각 주제별 연구동향을 (1)소주제별 빈도수, (2)연도별 빈도수, (3)김정은 집권 이전과 비교하여 김정은 시대 연구의 특징의 세 가지 측면으로 나누어서 살펴보면 다음과 같다.

(1) 기상과학 분야

기상과학 분야의 소주제별 연구 연구동향을 살펴보면, <그림 2>에서 볼 수 있듯, 생명기상 분야를 제외하고 각 세부 분야에서 다양한 연구가 진행되고 있다. 기상관측/분석기술 분야의 연구가 180편(34.2%)으로 가장 활발하게 진행되었고, 다음으로 수치예보 121편(23.0%), 기상예보기술 79편(15.0%), 농업기상 67편(12.7%), 해양기상 53편(10.1%), 기상원격탐사기술 11편(2%)의 순서로 연구논문이 발표되었다.

가장 많은 연구가 이루어진 기상관측/분석기술 분야에서는 1980년대에는 기상탐측기의 원리, 관측망 조직²⁰⁾ 등 관측체계 구축과 관련된 연구가 이루어졌다. 이후 1990년대에는 기상자료수집체계와 현대화와 기상위성자료 활용²¹⁾에 관한 연구가 진행되기 시작하였고, 2000년대 이후에는 재해성기상, 이상기상현상²²⁾ 등에 관한 연구도 진행되고 있다.

<그림 2> 기상과학분야 논문편수 (1982~2022년)



출처: 필자 작성

20) 조병길, “고층무선 기상탐측기의 구조와 작용원리.” 『기상과 수문』 2호, 1982, pp. 18~20; 최만식, “강수량관측망을 조직하는데서 나서는 몇가지 문제.” 『기상과 수문』 1호, 1986, p. 48. 등.

21) 량기철·김광남, “극소형전자계산기에 의한 기상자료수집체계.” 『전자공학』 6호, 1991, pp. 24~28; 김원준, “정지기상위성자료로부터 수직습기차름면의 평가방법.” 『기상과 수문』 4호, 1998, pp. 36~37 등.

22) 리영옥·최영숙, “지난해에 나타난 이상기상현상에 대하여.” 『기상과 수문』 1호, 2004, pp. 6~8; 박준옥·궁연희, “재해성해상기상과정에서 해상바람분석.” 『정보과학』 5호, 2003, pp. 150~153. 등.

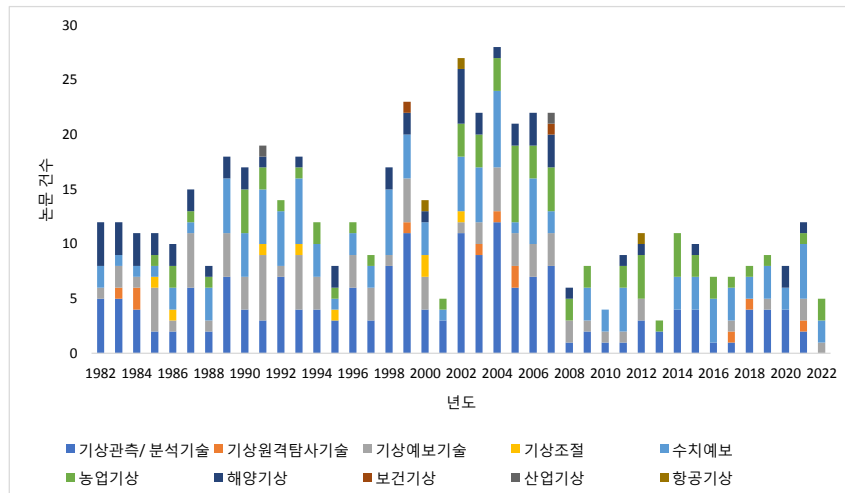
다음으로 <그림 3>에서 연도별 연구 빈도수 추이를 보면 1990년대 중반부터 2000년대 중반까지 가장 많은 논문이 발표되었다. 북한은 1995년부터 2007년까지만 해도 18번의 자연재해가 발생²³⁾할 만큼 자연재해로 인한 피해가 극심했다. 따라서 이 시기에 기상과학 분야에서 활발한 연구가 이루어진 것으로 생각해 볼 수 있다.

당시 북한 당국은 아시아태평양경제사회위원회/세계기상기구(ESCAP/WMO: Economic and Social Commission for Asia and the Pacific/ World Meteorological Organization) 태풍위원회 가입(1992), 기상수문국을 국가환경보호 위원회로부터 독립(1995)시켜서 독립부처로 격상, 선진기상관측기술을 도입하고 적용하기 위하여 국제사회에 지원을 요청하고 전문가를 파견하거나 초청하는 등 기상과학 분야 발전에 국가적 노력을 집중시키고 있었다. 이 외에도 북한은 고층기상탐측용 기구, 고해상 영상기, 기상 레이더 등 첨단 장비를 도입하여 기상예보체계의 현대화를 추진하기 시작했다. 이러한 노력에 따라 실제로 세계기상기구는 이 사업 전문가를 북한에 파견하여 기상시설을 시찰하고 시스템 구축에 따른 소요 장비 및 직원교육훈련 내역을 권고(1998)하기도 하였다.²⁴⁾

23) 이강봉, “북한, 세계 5위의 자연재해국가.” 『The Science Times』 2009년 9월 16일.

24) 오재호, 『통일 대비 남북한 기상업무 협력방안과 기상청 역할 모색』, 세종: 과학기술정책연구원, 1999, p. 38.

〈그림 3〉 기상과학분야 주제별 논문 추이(1982~2022년)



김정은 시대 기상과학 분야의 연구동향 특징을 살펴보면, 김정은 집권 이후에는 농업기상분야연구와 수치예보분야 연구가 증가하였다는 특징이 발견된다. 구체적으로 다음과 같다.

첫째, 전체 기상과학분야 연구 중에서 농업기상 연구가 차지하는 비중이 김정은 집권 이전에는 11.1%(48편)에서 김정은 집권 이후부터 현재까지는 20.9%(19편)로 눈에 띄게 증가하였다.(〈그림 4〉 참고)

기상과학분야 중에서 해양기상 연구가 김정은 집권 이전 11.1%(48편)에서 김정은 집권 이후 5.5%(5편)로 감소한 것, 보건기상, 산업기상 연구도 감소한 것과는 대비되는 현상이다. 타 분야와 달리 농업기상분야의 연구 증가추세는 김정은 집권 이후 식량증산과 과학영농에 대한 북한의 관심사가 더욱 증가한 것과 관련지어 생각해 볼 수 있다. 북한은 전통적으로 식량생산을 농업전투라고 표현하고, 자강력의 경제전선으로 여길만큼 중요하게 다루고 있다. 예를 들어 과거 김정일은 “영농방법과 영농기술을 발전시키고 적용하는 데서도 자연

기후조건을 고려하여야 합니다.”라며, 농업부문에서 당면한 가뭄피해와 함께 고온과 큰물, 벼락, 태풍에 의한 피해를 막기 위한 대책도 철저히 세울 것을²⁵⁾ 국가적으로 강조한 바 있다. 이러한 맥락에서 농업기상 분야 연구는 김정은 집권 이전인 2000년대 초반부터 증가하는 경향을 보이기 시작했다. 1990년대 중반에서 말까지 북한이 겪은 심각한 기아현상은 1990년대 초반부터 북한 전역을 괴롭혀 온 홍수나 가뭄, 해일, 태풍과 같은 자연재해에 뿌리를 두고 있는데 논쟁의 여지가 없다.²⁶⁾ 따라서 관련 연구의 증가 추세는 당시 북한의 식량안보 상황과 맞물려 대비책을 강구하기 위한 국가적 차원의 노력이 작용했던 것으로 판단된다.

이러한 경향은 김정은이 집권한 이후 더 강해졌다. 김정은은 “오늘 농업 부문 앞에 나서는 가장 중요한 과업은 농사를 잘하여 농업생산을 결정적으로 늘이는 것입니다.”라며 농업생산성 향상을 국가적 목표로 삼았다. 그리고 이를 실천하기 위하여 농업기상 분야의 중요성을 강조하고 있다. 농업기상의 중요성 대한 당의 의사는 수 차례 표현되고 있는데 관련 내용은 다음의 몇 가지 사례에서 확인이 가능하다. 내각사무국 국장 조준학은 “오늘의 현실은 이상기후 현상의 영향을 가장 많이 받는 농업부문에서 그에 대처할 수 있는 만반의 준비를 더욱 철저히 갖추 것”이라고 기고했다.²⁷⁾ 김덕훈 내각총리는 2021년 7월 6일, 기상수문국을 현지지도 하면서 ‘현 시기 당과 국가가 최우선시하는 농업 부문 사업의 중요성’에 따라 재해성 이상기후로 인한 농업의 피해를 최소화하기 위한 과학기술적 대책 마련, 농작물의 습해와 병충해, 홍수피해 대비를 위한 대책을 마련하였다. 더 나아가 그는 “기상예보에서 과학성과 정확성, 신속성을 보장하며 농업부문과 기상관측부문이 협동해 자연피해를 막기 위한 방안을 예견성 있게 세우고 각 부문에서 이를 강력히 지원할 것”을 지시하였다.²⁸⁾

25) 방순녀, “올해의 류다른 가뭄현상의 특징,” 『로동신문』 2014년 7월 13일.

26) 현인택 외, 『동아시아 환경안보』, 서울: 오름, 2005, p. 328.

27) 조준학, “이상기후현상과 농업생산을 늘이는데서 나서는 중요요구,” 『민주조선』 2018년 10월 14일.

28) 안윤석, “北 김덕훈 총리 농업성-기상수문국 등 인민경제 여러 부문 현지 료해,” 『SPN 서울평양뉴스』 2021년 7월 6일.

실천적 사례로 당의 정책에 맞추어 농업과학원은 농업성 및 기상수문국과 협동하여 당이 제시한 농업생산목표 달성을 위하여 농업부문 일꾼들과 근로자들에게 〈농작물생육예보〉를 제공하고 있다.²⁹⁾

특히 김정은 시기 과학기술 중시 정책에 맞추어 농업기상 분야에도 첨단과 학기술을 적용하고자 하는 모습이 발견된다. “농업부문에서는 주체농법의 요구대로 과학농사열풍을 일으켜 계획한 알곡 생산목표를 점령하여야 합니다.”라는 김정은의 지시에 따라 2018년에는 기상수문국은 휴대폰을 통해 확인할 수 있는 농업기상전문봉사프로그램 〈농업기상〉을 개발하였다. 이 프로그램은 농업기상전문자료들과 시기별기상조건과 관계되는 농업기술적대책, 기상예보와 기온, 강수량, 적산온도, 한계기온시작날자, 토양온도, 땅이 언 깊이, 서리추위시작날자 등에 대한 정보들을 열람할 수 있으며 사용자가 적산온도와 관련된 인수들을 직접 설정하고 적산온도를 계산할 수 있다. 농작물생육예보, 지방별단기예보, 중기예보, 15일경향예보통보문, 월예보, 계절예보통보문, 기상재해경보도 통보받아 농업생산현장에서 활용할 수 있다.³⁰⁾

예를 들어 기상수문국에서 며칠 후에 폭우가 쏟아질 것이라고 기상예보를 하면 농장에서는 양수기들에 대한 수리정비, 매수물길정리사업을³¹⁾ 진행하는 수준이다. 2019년에도 기상수문국의 예보원들은 농업전선을 사회주의경제건설의 주타격전방으로 정해준 당의 의도에 따라 농업기상재해감시체계, 농사철예보작성체계를 새롭게 구축하였고,³²⁾ 이에 따라 농업기상 연구도 활발해지게 되었다.

둘째, 기상과학 연구 중에서 수치예보 분야 연구가 차지하는 비중이 김정은 집권 이전에는 21.4%(93편)였는데, 김정은 집권 이후에는 29.7%(27편)로 증가하였다.(〈그림 4〉 참고)

수치예보 분야는 김정은 집권 이전에도 기상관측/분석기술 분야 다음으로

29) 농작물생육예보지휘부, “올해에 예견되는 농업기상조건.” 『로동신문』 2015년 3월 8일.

30) 려명희, “과학농사에 이바지하는 정보기술제품: 농업기상.” 『로동신문』 2018년 1월 3일.

31) 윤용호, “기상예보를 받은 후 선천군 삼성협동농장에서.” 『로동신문』 2015년 7월 26일.

32) “기상수문사업의 현대화, 정보화, 과학화실현에서 이룩된 연구성과.” 『민주조선』 2019년 6월 9일.

많이 연구되던 분야였다. 예를 들어 김정일은 “기상수문부문에서 현대적인 기상관측설비물을 갖추어놓고 큰물예보와 기상예보를 정확히 하도록 하며 기상수문자료의 신속정확성과 과학성을 높이도록 하여야 합니다.”라며 관련 분야를 강조한 바 있다.

그러던 중 김정은이 집권한 이후, 그의 기상수문국 현지도도를 계기로 하여 기상 수치예보에 대한 연구가 보다 본격적으로 활발해진 것으로 보인다. 김정은은 2014년 6월 10일에 황병서, 최태복, 최룡해, 한광상, 리재일과 함께 기상수문국을 현지시찰 하였다. 이 자리에서 김정은은 기상관측사업이 현재 오보가 많다고 질타하면서 이상기후현상으로 인한 재해로부터 생명재산 보호, 농업과 수산 등 경제부문 피해 예방을 위해 기상관측과 예보사업의 중요성을 강조하였다.³³⁾

이에 따라 북한당국은 수치예보 사업의 정보화, 현대화, 과학화를 적극적으로 추진하기 시작하였다. 정보화 수준 개선을 위하여 기상예보에 필요한 수치일기예보 계산자료들과 관측자료를 신속히 수집하고 실시간으로 처리하는 체계와 방대한 자료의 분석판단을 위한 프로그램을 도입하였다. 그리고 현대화 실현을 위하여 자동기상관측장치 제작도입, 수자식기압계, 하천류속계를 비롯한 관측기재 생산, 전자식일조계, 전자식수온계 연구개발 등의 움직임이 관찰되었다.

또한 과학성 제고를 위하여 자체의 예보공정체계를 확립하고 수십 건의 일기유형별, 계절별, 지역별예보방법을 수립하는 노력도 발견된다. 예를 들어 2015년에는 기상수문국 기상수문관측계기연구소에서는 바람속도, 방향, 강우량 등 6가지 지면기상관측지표들을 자동으로 관측하여 실시간으로 전송하는 종합관측체계인 자동기상관측장치와 고층기상탐측기를 개발하였다.³⁴⁾ 같은 해 7월에는 기상수문관측계기공장에 파견된 2.17과학자·기술자 돌격대는 고층기상관측설비를 개발하였다. 또한 국가과학원 정보과학기술연구소, 김책공업종합대학

33) “북 김정은, 기상수문국 방문...”기상관측·예보사업 잘해야” 『jtb 뉴스』 2014년 6월 10일.

34) 오철훈, “우리식의 관측장치들을 연구개발.” 『로동신문』 2015년 3월 17일.

반도체연구소, 기상수문국 기상수문관측계기연구소, 기상수문관측계기공장, 평양시 기상수문분국의 과학자, 기술자, 일꾼, 종업원 등 110여명으로 구성된 돌격대는 고층기상관측전파탐지기, 전자식무선탐측기를 연구개발하고 설비제작에서 국산화비중을 높이기 위한 연구를 하였다. 고층대기의 압력과 온도, 상대습도를 비롯한 측정자료들을 높은 감도로 수신하여 고도 3만m 이상의 고층기상관측을 보장할 수 있는 전자식무선탐측기, 고층기상관측전파탐지기도 개발되었다.³⁵⁾

이 외에도 수치예보의 과학화수준을 높이기 위한 노력이 계속되고 있는데, 관련 내용은 기상부문 과학기술발표회에서 확인해 볼 수 있다. 2016년 9월 13~14일에 열린 ‘전국기상수문부문 과학기술발표회’에서는 수치 예보의 과학화와 정보화 실현과 관련된 연구들을 포함하여 약 70여 건의 과학기술성과자료가 소개되었다. 대표적으로 ‘백두산영웅청년발전소 큰물예보공정체계’, ‘BMA방법에 의한 중기강수집성예보연구’, ‘일기과정고속검색체계개발’, ‘자동우량계지시부 설계제작’, ‘기상레이다를 리용한 구름관측현업공정’등이 소개되었다.³⁶⁾ 2018년 10월 22~23일 개최된 ‘전국기상수문 및 수리공학부문 과학기술발표회’에서도 기상관측과 예보의 과학화 실현을 위한 연구의 성과물로 약 130여 편의 논문이 제출되었다.³⁷⁾

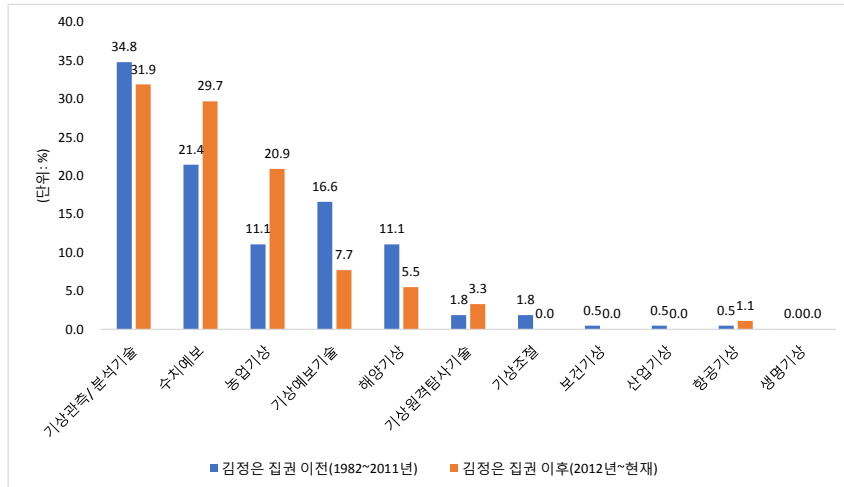
한편 기상예보기술의 경우 김정은 집권 이전에는 전체 기상과학 연구 중에서 차지하는 비중이 16.6%(72편)였는데, 김정은 집권 이후에는 7.7%(7편)로 감소했다. 이는 일기예보 자체보다는 기초과학의 중요성에 착안하여 정확성 높은 예보를 위한 기상관측/분석기술, 수치예보 분야에 노력이 집중되고 있는 것으로 사료되나 추가적인 분석이 필요하다.

35) 려명희, “고층기상관측설비들을 연구개발.” 『로동신문』 2015년 7월 16일.

36) “전국기상수문부문 과학기술발표회 진행.” 『민주조선』 2016년 9월 15일.

37) “전국기상수문 및 수리공학부문 과학기술발표회 진행.” 『로동신문』 2018년 10월 24일.

〈그림 4〉 김정은 이전, 이후 기상과학 분야 주제별 연구 비중



출처: 필자 작성

(2) 기후학

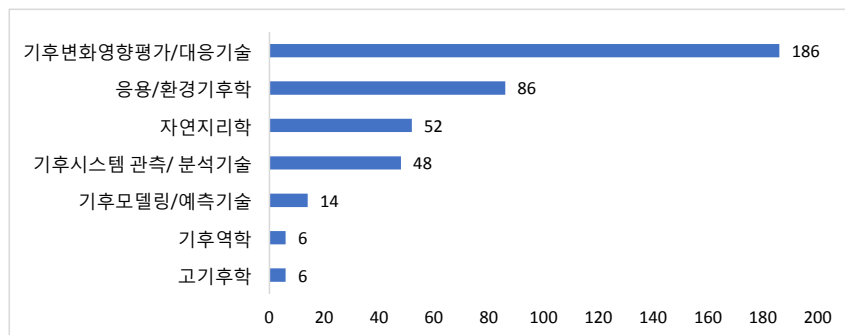
기후학에서는 기후변화영향평가/대응기술(186편, 46.7%)에 이어, 응용/환경 기후학(86편, 21.6%), 자연지리학(52편, 13.0%), 기후시스템관측/분석기술(48편, 12.0%)의 순으로 연구가 활발히 이루어져 왔다.(〈그림 5〉 참고) 가장 많은 연구가 수행된 기후변화영향평가/대응기술 분야에서의 연구동향을 살펴보면, 1980년대부터 여름철과 겨울철 기후, 지역별 기후, 이상기후현상 등에 관한 연구³⁸⁾가 이어지다가 1990년대에는 기후변동, 재해성일기현상 특징과 분석에 관한 연구³⁹⁾가 수행되어 왔다. 최근에는 지구적, 지역적 차원에서 기후변화의 영향에 관한 연구⁴⁰⁾가 다수 진행되었다.

38) 김금숙, “우리나라 여름철기후에 영향을 주는 공기떼들의 특성.” 『기상과 수문』 4호, 1983, pp. 25~27; “남포지구의 기후.” 『기상과 수문』 5호, 1984, pp. 15~16; “우리나라 겨울철기후의 일반적특징.” 『기상과 수문』 1호, 1990, p. 16. 등.

39) 김금숙·최영숙, “지난해에 나타난 이상기후현상들.” 『기상과 수문』 1호, 1996, pp. 15~16; 김원춘, “지난해에 있는 재해성일기현상.” 『기상과 수문』 2호, 2002, pp. 7~9 등.

40) 석준·한광남·김광철, “기후변화에 따르는 주요 산림수종들의 생산잠재력변화에 대한 연구.” 『지질 및 지

〈그림 5〉 기후학 분야 논문 편수(1982~2022년)



출처: 필자 작성

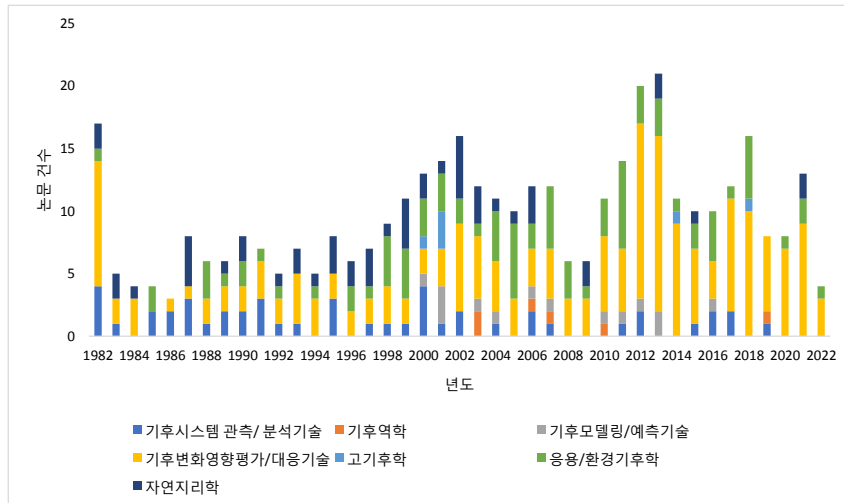
연도별 연구 발표 추이를 통해 시기적인 경향성을 살펴보면, 〈그림 6〉에서와 같이 1990년대 중반부터 연구발표가 증가하기 시작하여 2000년대 중반까지 비교적 많은 연구가 이루어진 것을 알 수 있다. 이후 김정은 집권기에 기후학 분야 연구는 절정을 이룬다.

특히, 기후변화와 관련된 연구는 한국에서도 2008년 이후부터 급증하고 있는데⁴¹⁾ 북한에서도 기후변화영향평가/대응기술 분야 연구가 2010년대에 눈에 띄게 증가하고 있는 것을 발견할 수 있다.

리」 2호, 2012, pp. 42~43; 한광혁·김광남, “지구기후체계와 그 변화에 대하여.” 『예방의학』 4호, 2013, pp. 51~52; 한광혁·조명호, “기후변화가 주는 부정적영향.” 『기상과 수문』 4호, 2018, pp. 31~32 등.

41) 이은걸·이경미·이승호, “최근 한국의 기후학 연구 동향.” 『대한지리학회지』 47권 4호, 2012, pp. 495~496.

〈그림 6〉 기후학 분야 주제별 논문 추이 (1982~2022년)



출처: 필자 작성

즉, 김정은 집권 이후 기후학 분야 연구동향의 주요 특징은 기후변화영향평가/대응기술 분야 연구에 대한 연구 집중도가 더 높아졌다는 사실이다. 김정은 집권 이전에는 기후변화영향평가/대응기술 연구가 차지하는 비중이 동시기에 진행된 전체 기후학 연구 중에서 35.7%(94편)였는데, 김정은 집권 이후에는 67.7%(90편)로 약 1.8배 증가하였다(〈그림 7〉 참고). 그 배경으로 생각해볼 수 있는 점은 크게 세 가지로 요약된다.

첫째, 실제 북한지역 기후변동상태의 변화이다. 기상수문국의 조사 결과에 따르면 2013년 기준으로 지난 5년간 북한은 지구온난화의 영향으로 1971년~2000년의 평균기온은 8.2℃인데 반하여, 8.5℃로 평균기온이 상승했고, 강수량이 많아지고 폭우현상이 자주 나타났다. 태풍의 세기도 높아졌고, 큰물, 강추위 등 재해성 이상기후 현상이 빈번하게 발생하여 여러 부문에 심각한 피해를 주게 되었다.⁴²⁾ 재해성 기후는 농작물 생산량 급감에도 큰 영향을 미쳤

다. 이를 계기로 김정은은 2013년 인민경제의 여러 부문에서 “폭우에 의한 큰 물, 태풍, 해일 등 재해성이상기후현상의 피해를 막기 위한 전망적인 계획을 세우고 철저한 대책을 세울 것”⁴³⁾을 더욱 강조하기 시작했다.

둘째, 기후변화에 대한 북한 당국의 관심사 증가이다. 이상기후 현상에 대해서는 과거 김정일도 “이상기후현상의 영향으로 가물다가도 무더기비가 내릴 수 있으므로 큰물피해를 막기 위한 대책도 미리 잘 세워야 합니다.”라며 인지하고 있었다. 2010년대 이전의 북한 당국은 재해성 기후는 매우 우발적이기 때문에 예측이 불가능하다고 인식하고 이에 순종할 수밖에 없다고 단정 지었던 것이다.⁴⁴⁾

그러나 점차 재해성기후의 원인이 밝혀지고 수개월 전에 이에 대한 예측이 가능해 지게 됨에 따라 북한 당국은 2011년 들어서는 재해성 기후에 대처하는 조기경보기술을 연구 개발할 정도로 많은 관심을 보이게 되었다.⁴⁵⁾ 즉 이상기후 문제가 심각한 현안으로서 현실화된 것은 김정은 시기에 접어들면서 부터였던 것이다.

노동신문에서 이와 같은 기사는 어렵지 않게 찾아볼 수 있다. 김정은은 2021년 9월 2일 노동당 정치국 확대회의에서 “세계적으로 재해성 기상 현상이 우심해지고 있다”며 북한에도 그 위험이 들이닥치고 있다고 말했다. 그리고 북한은 매체를 통하여 “기후변화로 인한 이상기후현상과 자연재해가 인류에게 미치는 영향은 매우 심각하여, 지구상의 자연생태환경을 파괴하고 인류의 생존을 위협하고 있으며, 경제에 미치는 영향도 점점 커져가고 있다”고 전하면서, “2014년의 최대위협은 기후변화, 식량 위기, 먹는 물 위기”⁴⁶⁾라고 일축할 정도로 기후변화에 관한 높은 관심을 표현하고 있다.

셋째, 북한이 기후변화와 관련된 대외적 행보를 넓히게 되었다는 점을 살펴

42) 려명희, “최근년간 우리 나라의 기후변동상태와 앞으로의 전망.” 『로동신문』 2013년 7월 15일.

43) 라국현, “최근년간 우리 나라의 기후변동상태와 앞으로의 기후변화전망.” 『민주조선』 2013년 7월 18일.

44) 강길용, “올해 예견되는 재해성기후.” 『로동신문』 2011년 4월 3일.

45) 강길용, 위의 기사.

46) “기후변화로 초래되는 이상기후 현상과 혹심한 자연재해.” 『로동신문』 2014년 7월 19일.

볼 수 있다. 북한의 리수용 외무상은 2015년 12월 7일에 프랑스 파리에서 진행된 유엔기후변화협약 당사국총회에 참석하여 온실가스 통제를 위한 보편적 성격의 파리협정초안이 마련되었음을 환영하는 연설을 하였다. 이어서 북한은 2016년 8월 1일에 기후변화에 관한 파리협정을 체결하였다. 이를 계기로 북한은 환경보호 및 기후변화대처를 위한 법적토대 강화, 자연에너지 이용정책을 중요구성요소로 하는 국가에너지전략 작성, 환경과 에너지의 지속적 개발을 결합시켜 나갈 계획을 수립했다. 또한 유엔기후변화협약과 교토의정서 당사국으로서 2020년까지 총 온실가스 방출량을 1990년 수준에 비해 37.4%로 줄이기 위하여 고효율 조명계획을 비롯한 추가적인 대책들을 세웠다.

같은 맥락에서 2019년 9월 23일에는 유엔에서 진행된 기후행동정상회의에서 북한 대표단 단장이 연설을 통해 기후변화 분야에 적극 관심을 표현했다. 이후 북한은 2019년~2030년 국가환경보호전략과 국가재해위험감소전략을 세워 2030년까지 매년 이산화탄소방출량을 16.4%씩 감축하는 것을 목표로 설정했고, 기후변화에 관한 파리협정에 의한 국제적 협조가 추진됨에 따라 36%의 온실가스를 추가적으로 감축할 계획을 세웠다.⁴⁷⁾ 즉 북한은 기후변화문제 해결과 지구환경보호를 위한 국제적인 노력에 적극적으로 동참할 것이라는 입장을 대외적으로 밝힌 것이다.⁴⁸⁾ 따라서 국가적 관심사 증대와 기후변화 대응 전략계획에 따라 기후변화 영향평가, 대응기술 분야 연구도 증가한 것으로 판단된다.

다만 북한이 기후변화 대응에 높은 관심을 가지게 된 이유에 관해서는 다소 논쟁적이기 때문에 해석에 주의를 요한다. 북한의 적극적 행보를 환경문제에 대한 북측의 높아진 관심의 표현으로 해석할 수도 있지만⁴⁹⁾ 포괄적 대북제재 상황과 코로나19로 인한 장기 국경봉쇄가 겹쳐 대북지원이 급격하게 축소된 어려움 속에서 북한이 기후변화 의제를 통해 외부 지원을 활용하려는 의도로

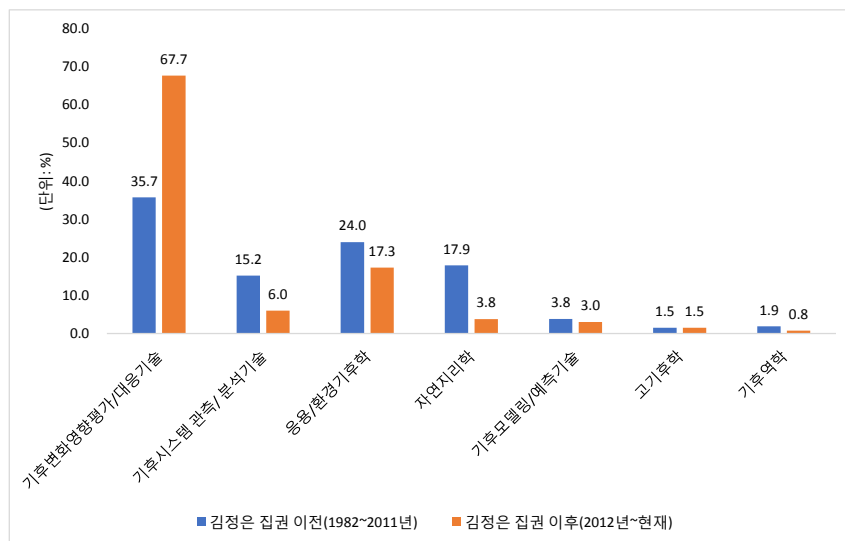
47) “유엔기후행동수뇌자회의에서 연설.” 『로동신문』 2019년 9월 27일.

48) “유엔기후변화대회 고위일군회의에서 우리나라 대표단 단장 연설.” 『로동신문』 2015년 12월 9일.

49) 배영경, “통일부 “북한 유엔 VNR 보고서, 대북지원 호소용 아냐.” 『연합뉴스』 2021년 7월 15일. 등 참고

해석하는 시각도 있다.⁵⁰⁾ 세계은행(IBRD: International Bank for Reconstruction and Development), 녹색기후기금(GCF: Green Climate Fund), 경제개발협력기구 개발원조위원회(OECD DAD: Organization for Economic Cooperation and Development Development Assistance Committee) 등 국제사회는 기후변화 대응을 위한 재정을 지속적으로 증가시키고 있으며 유엔도 기후변화 대응 관련 지원을 강조하고 있다. 따라서 북한이 국제개발협력에서 기후변화 대응 관련 재정을 증대시키고 중요성을 강조하고 있는 동향⁵¹⁾이 연구 추이에 반영되었을 가능성도 있으나 이에 관해서는 추후에 보다 상세한 분석이 필요하다.

〈그림 7〉 김정은 집권 이전, 이후 기후학 분야 주제별 연구 비중



출처: 필자 작성

50) 강찬수, “북한 ‘원전·풍력’ 지원해주면 온실가스 40% 감축하겠다.” 『중앙일보』 2018년 8월 11일. 등 참고.

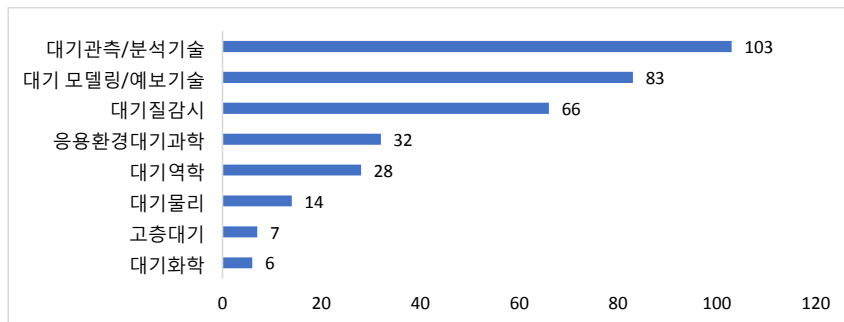
51) 북한은 2021년 유엔에 제출한 자발적 국가보고(VNR: Voluntary National Review)에서 2030년까지 2030년 온실가스 배출전망치 대비 15.63%를 감축하겠다는 계획을 밝힘과 동시에 국제적인 금융지원이 있을 경우 총 50.34%를 감축하겠다고 국제적 지원에 대한 적극적 수용입장을 강조했다. 관련 내용은 UN, *Democratic People's Republic of Korea Voluntary National Review*, 2021, p. 41. 을 참고.

(3) 대기과학

대기과학 분야에서는 대기관측/분석기술 분야가 103편(30.3%)으로 가장 활발히 연구되었고, 다음으로 대기모델링/예보기술이 83편(24.4%), 대기질감시가 66편(19.4%), 응용환경대기과학이 32편(9.4%)으로 뒤를 이었다(〈그림 8〉 참고).

가장 많은 연구가 이루어진 대기관측/분석기술 분야의 연구동향을 살펴보면, 1980년대에는 대기순환특성, 대기모형, 계산방법⁵²⁾ 등 일반적 대기관측, 분석 연구가 진행되다가 1990년대 후반부터는 오존, 온실효과, 대기오염 등의⁵³⁾ 연구주제로 확산되는 경향을 보였다.

〈그림 8〉 대기과학 분야 논문 편수 (1982~2022년)



출처: 필자 작성

연도별 추이를 보면 대기과학분야 연구는 1990년대 초반부터 2000년대 중반 시기에 높은 비중으로 연구가 진행되었다(〈그림 9〉 참고). 그 배경으로는 1990년대 북한에 자연재해가 연이어 발생하면서 북한당국이 관측, 분석 기술

52) 강영화, “겨울철 이상기온이 나타날 때의 대기순환특성.” 『기상과 수문』 6호, 1987, pp. 6~8; 정상일, “대기모형들에서 리용하는 구름량결정방법에 대한 평가.” 『기상과 수문』 6호, 1990, pp. 19~20; 방순녀, “대기오염농도마당계산방법.” 『기상과 수문』 3호, 1995, pp. 7~8 등.

53) 전영일·광혁철, “관측지점밀도가 대기오염농도마당보간에 주는 영향.” 『김일성종합대학학보 지구환경과학 및 지질학』 1호, 2020, pp. 43~46; 송형순, “대기중 온실효과가스분석용고체수감부에 대하여.” 『분석』 4호, 2010, pp. 35~36; 신순애, “태양관측에 의한 대기오존광결정방법.” 『기상과 수문』 2호, 2000, pp. 38~40 등.

력 향상을 위하여 국제기구를 통한 기상협력에 노력을 기울이기 시작했던 점을 생각해볼 수 있다.

이와 관련된 사례로 1995년에 북한은 세계기상기구에 100만 달러 상당의 첨단기상설비 지원을 요청하여 1만 달러를 지원받았고 기상자료처리시스템용 PC와 시스템 설치 및 운영에 관한 교육을⁵⁴⁾ 지원받았다. 1998년에는 세계기상기구 태풍위원회에 ‘국가폭풍해일정보시스템’ 구축사업에 대한 지원을 요청하였다. 이에 세계기상기구는 북한에 전문가를 파견하여 기상시설을 시찰하고 시스템 구축에 따른 소요 장비 및 직원교육훈련 내역을 권고하기도 하였다.⁵⁵⁾

또한 이 시기에 북한은 선진기상관측기술을 습득하고자 중국 및 세계기상기구 등에 기상전문가를 파견하기 시작하였고 고층기상탐측용 기구, 고해상 영상기, 기상 레이더 등 첨단 장비를 도입하였다. 이 시기 중국은 북한에 위성수신 및 컴퓨터 설비 기증(2000), 고층기상관측설비(2001)와 기상관련 위성설비를 지원하였다(2008).

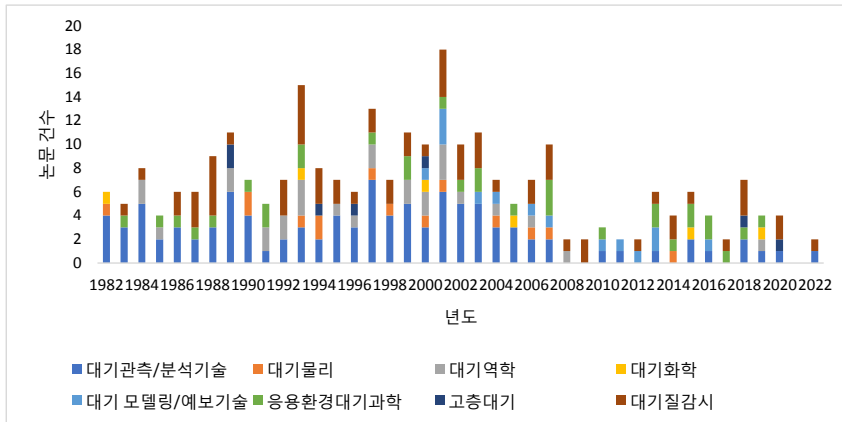
이상에서 볼 때, 1990년대 중반 북한은 극심한 자연재해를 겪으면서 기상관리의 중요성을 재인식하고 낙후된 기상관측 및 기상예보 시스템을 개선하기 위해 첨단기상설비 도입에 적극적인 관심과 노력을 기울였는데⁵⁶⁾ 그 과정에서 대기과학 분야의 교류, 설비 증설이 이루어졌고 연구도 집중되었던 것으로 보인다.

54) 오재호, 『통일 대비 남북한 기상업무 협력방안과 기상청 역할 모색』, p. 37.

55) 오재호, 위의 책, p. 38.

56) 최은식·황재준, 『북한의 기상관리 정책의 변화와 남북한 기상협력 방안 연구』, 서울: 통일연구원, 2008, p. 16.

〈그림 9〉 대기과학 분야 주제별 논문 추이 (1982~2022년)

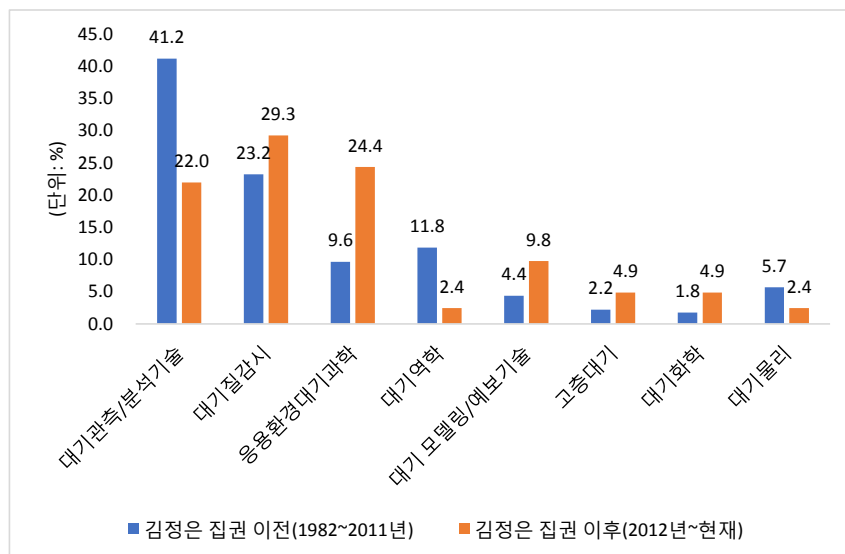


한편, 김정은 집권 이후 대기과학 분야에서 발견되는 주된 특징은 대기질 감시에 관한 연구가 이전과 비교해 눈에 띄게 증가하였다는 점이다. 대기질 연구가 차지하는 비중이 전체 대기과학 연구 대비 29.3%(12편)로 김정은 시기 이전인 23.2%(53편)보다 증가한 모습이 관찰된다. 김정은 집권 이전에는 대기과학에서 대기관측/분석기술 분야가 41.2%(94편)로 가장 많이 수행되었고, 그 다음으로 대기질 연구였다. 그러나 김정은 시기 대기질 연구는 12편(29.3%)으로 대기과학분야에서 대기관측/분석기술(9편, 22.0%), 응용대기환경과학(10편, 24.4%) 보다 높아 가장 많은 연구가 이뤄지고 있는 분야로 드러났다(〈그림 10〉 참고).

그 배경으로는 2012년에 북한당국이 대기오염과 관련된 최초의 단독법안인 대기오염방지법을 제정하여 대기오염을 예방하고 관리할 것을 정책으로 제시했던 점을 살펴볼 수 있다. 그 이전까지 대기오염과 대기질 관리정책은 1986년에 제정된 환경법에 기초하여 마련되었다. 그러나 김정은 집권 이후 대기오염규제를 위한 정책의지가 높아지면서 대기오염방지법 제정을 기점으로 하여 대기질 감시에 관한 연구가 활성화될 수 있는 환경이 마련되었다.

더욱이 북한당국은 최근 미세먼지를 북한의 심각한 대기오염원 중의 하나로 지목하는 등 대기오염 문제를 심각하게 다루고 있다.⁵⁷⁾ 조선중앙통신은 “중국으로부터 서풍 기류를 타고 대기오염물질이 우리나라로 이동해 오고 안개가 끼면서 서해안의 여러 지역에서 대기 중의 미세먼지 농도가 높아질 것”⁵⁸⁾, “서풍기류를 타고 미세먼지가 흘러들어서 전국의 여러 지역에서 보임거리(가시거리)가 짧고 대기질도 몹시 나빴다.”⁵⁹⁾ 라며 중국으로부터의 미세먼지 유입을 예의주시하는 등 대기질 감시에 북한 당국의 관심도가 높아졌음을 알 수 있다. 따라서 이 분야에서의 연구는 향후에도 활발하게 전개될 것으로 예상된다.

〈그림 10〉 김정은 집권 이전, 이후 대기과학 분야 주제별 연구 비중



출처: 필자 작성

57) 허선훈, “북한 대기오염방지정책과정의 영향요인 연구: 조직행태 모델의 적용,” 『통일정책연구』 제31권 1호, 2022, p. 91.

58) 『조선중앙통신』, 2018년 3월 25일.

59) 『조선중앙통신』, 2019년 3월 5일.

IV. 결론 및 함의

본 연구는 북한 기상기후 분야 연구 자료(1982~2022)를 데이터마이닝 기법 중 크롤링을 통해 총 1,263편을 수집하여 우리나라 국가과학기술표준분류체계를 기준으로 분류한 후 연구 동향을 분석하였다. 그 결과 기상과학분야는 총 526편, 기후학 분야는 총 398편, 대기과학분야는 총 339편이 발표되었다. 분야별, 내용별 구체적인 연구 결과는 다음과 같이 요약된다.

첫째, 기상과학분야의 발간율이 41.6%로 월등하게 많이 다뤄지고 있는 것을 파악해 볼 수 있다. 그러나 김정은 시기(2012~현재)에 들어서는 기후학 분야에서의 발표 논문 편수가 기상과학 분야보다 약 0.6배 넘게 많이 연구가 수행되고 있는 것으로 관찰되었다. 최근 들어 북한이 경험하고 있는 기후변화 및 이상기후 현상의 심각성에 대한 인지, 각종 피해의 발생, 기후변화 방지를 위한 국제협약에의 동참 등의 요인들이 기후학 연구의 중요도 향상과 관련 연구의 활성화에 영향을 준 것으로 판단된다.

둘째, 기상과학분야 세부분류별로 볼 때, 전체 대상 시기에서 기상관측/분석기술 분야의 연구가 34.2%, 수치예보 분야의 연구가 23%를 차지하였다. 이와 같이 기상관측/분석기술, 수치예보에 많은 연구 비중이 실려 있는 동시에 김정은 집권 이후에는 농업기상 분야 연구 빈도수가 11.1%에서 20.9%로 눈에 띄게 증가하고 있다. 따라서 북한이 기상관측/분석기술과 함께 농업생산을 높이기 위하여 농업기상 분야에 대한 연구를 중요하게 다루고 있음을 알 수 있었다.

셋째, 기후학분야 세부분류별로는, 전체 대상 시기에서 기후변화영향평가/대응기술 분야 연구가 46.7%를 차지하여, 기후변화 관련 연구에 집중되어 있음을 알 수 있었다. 더욱이 김정은 집권 이후에는 기후변화 관련 연구의 발간율이 35.7%에서 67.7%로 크게 증가하고 있는 추세인 것으로 미루어 보아, 기후변화영향평가와 대응기술에 북한당국의 관심사가 급증하였음이 확인된다.

넷째, 대기과학분야 세부분류별로는, 대기관측/분석기술 분야가 30.3%, 대기모델링/예보기술이 24.4%를 차지하여, 이 두 분야에 연구가 집중되고 있었다. 특징적으로 대기질 감시 분야의 연구가 김정은 시대 들어서서 23.2%에서 29.3%로 증가하는 추세를 나타내고 있다. 이러한 동향은 2012년 대기오염방지법 제정과 최근 북한 내 심각해진 미세먼지 피해의 영향으로 판단된다.

다섯째, 관련 연구들은 주로 기술적 연구에 집중되어 있다. 1,263편의 논문 중에 기후변화영향평가/대응기술(186편, 14.7%), 기상관측/분석기술(180편, 14.3%), 대기관측/분석기술(103편, 8.2%) 등 관측 및 분석기술, 평가 및 대응기술에 관한 연구에 역량이 많이 집중되어 있다. 기본적으로 이는 북한이 가지는 지리적, 환경적 조건들에 기인하는 기상기후특징과 환경파괴, 산림황폐화 등으로 자연재해 발생 시 대응할 내력이 부족한 생태적 조건으로 인하여 이상기후 문제가 반복적으로 발생하기 때문으로 판단된다. 세계기상기구 회원국과 중국 등으로부터 기술, 물자, 시스템 지원을 받았음에도 불구하고 여전히 기상관측, 분석, 예측 기술 수준이 낮은 수준이라는 점도 기술적 연구에 역량이 집중되고 있는 하나의 요인이라 할 수 있다.

이상의 결론을 토대로 하여 본 연구는 다음과 같은 학술적, 정책적, 그리고 방법론적 함의를 제공한다.

첫째, 본 연구는 북한의 대내외적 정치적 요인들이 북한 내 관련 연구내용 및 동향에 깊이 반영되어 있음을 보여준다. 구체적으로 김정은 집권 이후에는 특징적으로 농업기상, 수치예보, 기후변화영향평가/대응기술, 대기질 감시 연구가 활발하게 진행되고 있다. 이는 대내적으로는 과학기술중시정책기조로 인해 기초과학에 대한 강조가 더욱 강화되고 대기오염방지법이 제정되었다는 점, 그리고 대외적으로는 기후변화에 관한 파리협정을 이행으로써 세계적 추세에 발맞추고자 하는 의도가 간여된 것이라 할 수 있다.

둘째, 본 연구는 향후 남북 기상기후 과학기술교류협력 모색 시에 방향성을 제시하여 준다. 본 연구의 결과는 북한 내에서 활발하게 진행되고 있는 연구분야를 추출하였기에 북한 기상기후 정책의 흐름과 강조점, 동향을 파악하는

단서를 제공하여 향후 북한 기상기후 정책 기조와 우선순위를 분석하는 데 활용될 수 있다. 따라서 교류협력 사업 모색 시, 본 연구를 토대로 하여 북한의 연구 분야 관심사를 참고 및 반영하여 협력 의제를 수립할 수 있다면 우리의 교류, 협력 의제에 대한 북측의 수용력을 높일 수 있을 것으로 기대된다. 가령 북한에서 온난화, 기후변화, 이상기후 등에 관한 연구들이 진행되고 있으며 위성기상, 실시간 기상정보제공 등 현대화, 정보화 기술을 활용한 인프라 구축에 관한 연구도 주목하고 있다는 점에 착안하여 상기의 내용을 의제로 하여 향후 남북 기상협력 시에 제3국에서 기상관련 학술회의를 통한 지식기술교류협력, 전문가 역량강화교육 등을 고려해볼 수 있다. 나아가 대북제재 상황이 개선될 경우 한반도 내 인명과 재산피해를 최소화할 수 있도록 기상정보 교환, 첨단 기상 예측분석 기술 장비 지원 및 교육을 통해 한반도 기상정보체계를 구축하는 방안도 장기적으로 모색해볼 수 있다.

셋째, 본 연구가 채택한 연구방법은 다음과 같은 의의를 지닌다. 본 연구는 북한의 기상기후 분야 연구 특성을 『기상과 수문』 지를 포함하여 총 42종의 북한 학술지를 대상으로 분석하여 자료의 양적 확장에 이바지했다는 점, 보편적 기준에 따라 북한 기상기후 분야 연구를 세부 분야별로 분석하여 향후 대북 기상기후교류 협력 시 의제 설정에 활용 가능한 기초자료를 제시하였다는 점에서 학술적 의의가 있다. 이에 더하여 본 연구는 셀레니움을 활용한 크롤링 기법을 통해 방대한 데이터를 정리했다는 점에서도 의의를 지닌다.

마지막으로 후속연구로서 우리나라나 세계의 기상기후 연구 추이에서 북한의 연구동향이 가지는 의미를 분석한다면 전세계적 기상기후 연구 추세에 대한 북한의 태도나 인식, 북한 기상기후 연구 수준 등의 추가적 파악이 이루어질 수 있을 것으로 기대된다.

반면 남북 기상기후 전문 분야 용어의 차이로 인하여 키워드 및 검색어 선정과 대상 논문수집의 누락 가능성이 있다는 점은 본 연구의 한계라 할 수 있겠다. 향후 1차적으로 기상기후 분야 전문용어의 남북한 용어 차이를 해소하기 위한 용어집을 마련하고 2차적으로는 기상기후 분야 연구 DB를 구축한다

면 자료수집 시 발생하는 누락, 중복 등을 최소화할 수 있고, 데이터마이닝을 통하여 보다 정제된 양질의 데이터 구축이 가능할 것이다.

참고문헌

- 강성원 외, 『환경 빅데이터 분석 및 서비스 개발』, 세종: 한국환경연구원, 2017.
- 박소연 외, “북한의 홍수 피해 현황 및 대응방안.” 『맑은 물, 건강한 세상』, 한국수자원학회 학술발표회(2010년 5월 13일).
- 박순웅 외, 『남북 자연재해방지 공공협력 성과 도출을 위한 전략에 관한 정책 연구』, 서울: 기상청, 2007.
- 박정규 외, 『북한의 기상·기후 연구 동향』, 서울: 기상청, 2012.
- 오재호, 『통일대비 남북한 기상업무 협력방안과 기상청 역할 모색(99-04)』, 서울: 과학기술정책연구원, 1999.
- 이석민, 『빅데이터 분석방법론』, 서울: 윤성사, 2019.
- 이승욱 외, “최근 10년(2007~2016년) 북한의 기상기후 연구 동향: 기상과 수문지를 중심으로.” 『대기』 제27권 4호, 2017.
- 이우성·류민우, “남북기상협력의 경제적 파급효과에 관한연구.” 『통일문제연구』 제21권 2호, 2009.
- 이은결·이경마·이승호, “최근 한국의 기후학 연구 동향.” 『대한지리학회지』 47권 4호, 2012.
- 최은석·황재준, 『북한의 기상관리 정책의 변화와 남북한 기상협력 방안 연구(08-03)』, 서울: 통일연구원, 2008.
- 허선훈, “북한 대기오염방지정책과정의 영향요인 연구: 조직행태 모델의 적용.” 『통일정책연구』 제31권 1호, 2022.
- 현인택 외, 『동아시아 환경안보』, 서울: 오름, 2005.
- Aggarwal, Charu, *Data Mining The Text Book*, Switzerland: Springer International Publishing AG, 2015.
- Centre for Research on the Epidemiology of Disasters, *Natural disasters 2019: Now is the time to not give up*, CRED, 2020.
- UN, *Democratic People's Republic of Korea Voluntary National Review*, 2021.
- 강영화, “겨울철 이상기온이 나타날 때의 대기순환특성.” 『기상과 수문』 6호, 1987.
- 김금숙, “우리나라 여름철기후에 영향을 주는 공기떼들의 특성.” 『기상과 수문』 4호, 1983.
- 김금숙·최영숙, “지난해에 나타난 이상기후현상들.” 『기상과 수문』 1호, 1996.
- 김영호, “묘향산의 태류상.” 『생물학』 4호, 2002.
- 김원춘, “정지기상위성자료로부터 수직습기자름면의 평가방법.” 『기상과 수문』 4호, 1998.
- 김원춘, “지난해에 있는 재해성일기현상.” 『기상과 수문』 2호, 2002.
- 남석진, “진동관성기구의 기초리론.” 『물리』 4호, 1999.
- 량기철·김광남, “극소형전자계산기에 의한 기상자료수집체계.” 『전자공학』 6호, 1991.
- 리영옥·최영숙, “지난해에 나타난 이상기상현상에 대하여.” 『기상과 수문』 1호, 2004.

- 리일송 외, “자철정광으로 만든 구단광의 산화운동학적특성(1).” 『금속』 2호, 1994.
- 리재순, “간편하고 쓰기 좋은 살충탄을 만든 경험.” 『예방의학』 4호, 1983.
- 박춘옥·궁련희, “재해성해상기상과정에서 해상바람분석.” 『정보과학』 5호, 2003.
- 방순녀, “대기오염농도마당계산방법.” 『기상과 수문』 3호, 1995.
- 석준·한광남·김광철, “기후변화에 따르는 주요 산림수종들의 생산잠재력변화에 대한 연구.” 『지질 및 지리』 2호, 2012.
- 송형순, “대기중 온실효과가스분석용고체수감부에 대하여.” 『분석』 4호, 2010.
- 신순애, “태양관측에 의한 대기오존량결정방법.” 『기상과 수문』 2호, 2000.
- 전영일·량혁철, “관측지점밀도가 대기오염농도마당보간에 주는 영향.” 『김일성종합대학학보 지구환경과학 및 지질학』 1호, 2020.
- 정상일, “대기모형들에서 리용하는 구름량결정방법에 대한 평가.” 『기상과 수문』 6호, 1990.
- 조병길, “고층무선 기상탐측기의 구조와 작용원리.” 『기상과 수문』 2호, 1982.
- 최만식, “강수량관측망을 조직하는데서 나서는 몇가지 문제.” 『기상과 수문』 1호, 1986.
- 한광혁·김광남, “지구기후체계와 그 변화에 대하여.” 『예방의학』 4호, 2013.
- 한광혁·조명호, “기후변화가 주는 부정적영향.” 『기상과 수문』 4호, 2018.
- “남포지구의 기후.” 『기상과 수문』 5호, 1984.
- “우리나라 겨울철기후의 일반적특징.” 『기상과 수문』 1호, 1990.
- 강찬수, “북한 ‘원전-풍력’ 지원해주면 온실가스 40% 감축하겠다.” 『중앙일보』 2018년 8월 11일.
- 안윤석, “北 김덕훈 총리 농업성-기상수문국 등 인민경제 여러 부문 현지 료해.” 『SPN서울평양뉴스』 2021년 7월 6일.
- 이강봉, “북한, 세계 5위의 자연재해국가.” 『The Science Times』 2009년 9월 16일, <https://www.sciencetimes.co.kr/news/%EB%B6%81%ED%95%9C-%EC%84%B8%EA%B3%84-5%EC%9C%84%EC%9D%98-%EC%9E%90%EC%97%B0%EC%9E%AC%ED%95%B4%EA%B5%AD%EA%B0%80/?cat=29> (검색일:2022.7.28).
- “북 김정은, 기상수문국 방문...” 『기상관측예보사업 잘해야』. 『jtbc 뉴스』 2014년 6월 10일.
- 강길용, “올해 예견되는 재해성기후.” 『로동신문』 2011년 4월 3일.
- 김철룡, “세계기상의 날을 맞으며.” 『로동신문』 2009년 3월 23일.
- 농작물생육예보지휘부, “올해에 예견되는 농업기상조건.” 『로동신문』 2015년 3월 8일.
- 라국현, “최근년간 우리 나라의 기후변동상태와 앞으로의 기후변화전망.” 『민주조선』 2013년 7월 18일.
- 려명희, “고층기상관측설비들을 연구개발.” 『로동신문』 2015년 7월 16일.
- 려명희, “최근년간 우리 나라의 기후변동상태와 앞으로의 전망.” 『로동신문』 2013년 7월 15일.
- 려명희, “과학농사에 이바지하는 정보기술제품: 농업기상.” 『로동신문』 2018년 1월 3일.
- 방순녀, “올해의 류다른 가물현상의 특징.” 『로동신문』 2014년 7월 13일.

- 오철훈, “우리식의 관측장치들을 연구개발.” 『로동신문』 2015년 3월 17일.
- 윤용호, “기상예보를 받은 후 선천군 삼성협동농장에서.” 『로동신문』 2015년 7월 26일.
- 조준학, “이상기후현상과 농업생산을 늘이는데서 나서는 중요요구.” 『민주조선』 2018년 10월 14일.
- “기상, 날씨, 기후란 무엇인가.” 『문학신문』 2012년 7월 7일.
- “기상수문국창립 20주년을 기념.” 『로동신문』 1966년 7월 10일.
- “기상수문국창립 40돐기념보고회 진행.” 『로동신문』 1986년 7월 10일.
- “기상수문국창립 60돐 기념보고회 진행.” 『로동신문』 2006년 10월 29일.
- “기상수문사업의 현대화, 정보화, 과학화실현에서 이룩된 연구성과.” 『민주조선』 2019년 6월 9일.
- “기후변화로 초래되는 이상기후 현상과 혹심한 자연재해.” 『로동신문』 2014년 7월 19일.
- “유엔기후변화대회 고위일군회의에서 우리나라 대표단 단장 연설.” 『로동신문』 2015년 12월 9일.
- “유엔기후행동수뇌자회의에서 연설.” 『로동신문』 2019년 9월 27일.
- “전국기상수문 및 수리공학부문 과학기술발표회 진행.” 『로동신문』 2018년 10월 24일.
- “전국기상수문부문 과학기술발표회 진행.” 『민주조선』 2016년 9월 15일.
- 『조선중앙통신』, 2018년 3월 25일.
- 『조선중앙통신』, 2019년 3월 5일.
- 북한과학기술네트워크 <http://www.nktech.net/>
- 법제처 <https://www.law.go.kr/>

Abstract

Research Trends in Meteorology and Climatology in North Korea Using Data Mining – from 1982 to 2022 –

Sun Hye Heo(Research Professor, Jeonbuk National University)

This study aims to explore the research trends and characteristics of North Korea's weather and climate field by closely examining research papers in North Korean journals from 1982 to 2022. To this end, I summarized key words based on Korea's national science and technology standard classification system and collected 1,263 papers among papers owned by the NK-tech. Then I extracted bibliographic information through crawling techniques using selenium library.

Research results show that papers related to weather observation and analysis technology was the most active in the field of meteorological science. After Kim Jong-un took power, study on agricultural weather and numerical forecasting gained much attention, emphasizing cooperation between the agriculture and the weather observation to improve food productivity. In the field of climatology, research of climate change impact assessment and response technology was actively conducted in accordance with the Paris Agreement on Climate Change and the National Strategic Plan for Responding to Climate Change. Lastly, in the field of air science, it was notable that the research on air quality monitoring has increased since the enactment of the Air Pollution Prevention Act in 2012.

This study has methodological and academic significance in that it accumulated research data through data mining and improved understanding of research trends in the field.

Keywords : Data Mining, Crawling, Meteorological and Climatological Research Trend, Meteorological and Climatological Policy, North Korea

투고일: 2022년 11월 04일, 심사일: 2022년 11월 22일, 게재확정일: 2022년 12월 21일
--