

ORIGINAL ARTICLE

# 키워드 네트워크 분석을 활용한 기후변화 교육 관련 연구동향 분석

김순식<sup>1\*</sup> · 이상균<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>부산교육대학교 교수, <sup>2</sup>경상남도교육청 장학사)

## Keyword Network Analysis of Trends in Research on Climate Change Education

Kim Soon Shik<sup>1\*</sup> · Lee Sang Gyun<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>Busan National University of Education, <sup>2</sup>Gyeongsangnamdo office of education)

### ABSTRACT

The purpose of the research is to analyze research trends related to climate change education by network analysis based on keywords extracted from the research title. For this purpose, 62 papers were selected from Korean Citation Index(KCI) journals published from 2011 to 2020 using such keywords as "climate change" and "climate change education" in the Research Information Sharing Service. The analysis procedure consisted of selection of analysis papers, keyword extraction and purification, and keyword network analysis and visualization. Textom, Ucinet 6.0, and NetDraw were used to analyze the frequency, degree centrality, and betweenness centrality. The results of the research showed that, first, Early 'Energy and Climate Change Education' had the highest frequency of papers examining climate change education. Second, the keywords/phrases that appeared most frequently in research on climate change education were "program" "energy," "analysis," "elementary school," "elementary school," "elementary school students," "development," and "impact." Third, the analysis of the centrality of betweenness centrality showed that the index of 'program', 'primary students' and 'primary schools' were the highest, and the largest group was 'development and effect of teaching and learning programs'. Based on these results, it was concluded that future research on climate change education needs to be examined in further detail and expanded into more specific areas.

**Key words** : climate change education, research trends, keyword network analysis

## I. 서론

기후변화 문제는 국제적으로 커다란 관심사이며, 인류가 당면한 주요 과제로 인식되고 있다(길지현과 송신철, 2013). 기후변화 문제가 인류 생존을 위협하는 요소로 자리매김하게 됨에 따라 국제사회는 범지구적

차원의 국제협약을 체결하고 온실가스 감축 등 기후변화 문제를 해결하기 위한 노력을 하고 있다. 기후변화에 효과적 대응하기 위해서는 시민의식 고취와 실천이 매우 중요하다(길지현과 심규철; 2013, 장서연과 신동훈, 2013; 차주영과 이희찬, 2017). 따라서 시민 의식 고취와 실천을 강조하기 위해서는 초·중등 교육에서의

Received 29 November 2020; Revised 15 December, 2020; Accepted 26 December, 2020

\*Corresponding author: Kim Soon Shik, Busan National University of Education 24, Gyodae-ro, Yeonje-gu, Busan, 47503, Korea.

E-mail : kim640@bnue.ac.kr

This work was supported by a research grant from Busan National University of Education in 2020.

© The Korean Society of Earth Sciences Education. All rights reserved.

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

기후변화에 대한 이해와 소양을 갖추도록 하는 것이 필요하다(이봉우 외, 2020). 즉, 기후변화 문제 해결을 위한 대책으로 교육적 접근이 가장 효과적이다(이지숙 외, 2011). 이러한 기후변화 교육의 필요성에 따라 다양한 교육적 접근을 시도하고 있다. 2007 개정 교육과정부터 기후변화 관련 내용의 비중을 높였으며, 2009 개정 교육과정에서는 기존 환경 문제 영역에서 지구적 환경 문제의 하나로 다루어졌던 기후변화 관련 내용을 기후 변화의 이해와 대응이라는 대영역 수준으로 다루게 하였으며(교육과학기술부, 2010), 관련 교과에 따라 부분적으로 기후변화의 원인, 현상, 대응에 관한 내용을 반영하도록 하였다(교육과학기술부, 2011). 이러한 기후변화 교육에 대한 교육과정의 반영과 함께 학술적 연구도 이 시기부터 시작되었다.

기후변화 교육과 관련된 국내연구를 살펴보면, 교수-학습 프로그램 개발과 효과가 가장 많고(이경화 외, 2015; 김장환 외, 2015; 정채은과 배진호, 2020; 윤마병, 2019; 안정민과 소금현, 2020), 교육과정 및 교과서 분석(이봉우 외, 2011; 조은별과 신동훈, 2014; 한승철 외, 2017; 신영준, 2017; 신원섭 외, 2020), 기후변화 교육에 대한 교사와 학생의 인식(정혜련, 2013; 길영재 외, 2014; 임희준 외, 2019) 등이 이루어지고 있다. 또한 최근에는 STEAM(김덕호 외, 2016), 지역 체험시설 활용(이미나, 2016; 전연화와 이석희, 2018), 신문활용(방가은과 신동훈, 2016; 최예람 외, 2017), 역할극과 토론(강지원과 한신, 2010) 학생활동중심 수업(최혜숙 외, 2011) 등 다양한 교수학습 방법을 적용한 연구들이 이루어지고 있다.

기후변화 교육에 대한 연구 성과를 분석하고, 앞으로의 연구방향을 모색하기 위해서는 그동안 이루어진 연구들에 대한 경향성을 분석하는 것이 필요하다. 이러한 기후변화 교육에 대한 연구동향을 분석한 연구들은 다수 이루어져 왔으나, 이 분야에서 키워드 네트워크 분석을 활용한 연구들은 거의 이루어지지 않았다. 기존 기후변화 교육 분야에 대한 연구 동향을 분석한 논문으로는 우리나라 에너지 기후변화 교육 연구의 실태 및 동향 분석(장서현과 신동훈, 2013)과 상세 서지 분석을 이용한 기후변화 교육 관련 연구 동향 분석(이봉우와 조현국, 2020)연구가 대표적이라고 할 수 있다.

최근에는 연구동향 연구 방법으로 키워드 네트워크 분석(Keyword network analysis) 방법이 많이 활용되고 있다(감정기 외, 2016; 김경식, 2015; 이상균 외, 2017). 키워드 네트워크 분석은 수집된 키워드로부터 특정 개

념들 간의 관계를 파악하고, 네트워크를 구성하여, 계략적인 특성을 분석하는 방법이다(이수상, 2014). 특히, 연구 논문에서 중심 역할을 하는 키워드와 동시에 출현하는 키워드들 간의 연결 중심성을 분석함으로써(최영출과 박수정, 2011), 특정 학문 분야의 연구동향을 파악할 수 있는 새로운 연구방법이다(김경식, 2015). 일반적으로 연구자는 연구의 목적이나 아이디어를 농축하여 주제를 잘 나타낼 수 있는 키워드를 신중하게 결정하여 논문에 제시하며 이러한 키워드는 지식의 구조를 파악하기 위한 수단이 되고 다양한 연구논문을 분석 및 요약할 수 있는 좋은 분류 단위이다(김용학과 유소영, 2013). 특히, 키워드와 키워드의 조합인 연구 제목은 연구의 내용과 핵심주제를 가장 집약적으로 나타내고 있어 키워드 네트워크 분석에 효과적으로 활용할 수 있다.

이에 본 연구는 2011년부터 최근 2020년 10월까지 국내 등재(후보)지에 게재된 ‘기후변화 교육’ 관련 학술지 논문 제목에 나타난 키워드를 중심으로 키워드 네트워크 분석을 활용하여 연구동향을 분석하고자 한다. 이를 통해 향후 과학교육 분야의 기후변화 교육 관련 연구에 대한 시사점을 제공하고자 한다. 본 연구의 결과는 우리나라의 과학교육과 환경교육 분야의 기후변화 교육 관련 연구의 흐름을 탐색하고, 향후 연구 방향에 대한 정보를 제공할 수 있을 것이다. 본 연구에서 설정한 연구문제는 다음과 같다.

- 연구문제 1. 기후변화 교육 관련 연구동향은 어떠한가?
- 연구문제 2. 기후변화 교육 관련 연구 키워드 네트워크는 어떠한가?
- 연구문제 3. 기후변화 교육 관련 연구 키워드의 의미연결은 어떠한가?

## II. 연구방법

### 1. 분석대상

본 연구에서는 한국교육학술정보원에서 제공하는 학술연구정보서비스(Research Information Sharing Service, RISS)를 활용하여 학술지 선정 및 분석 대상 논문을 선정하였다. 먼저, 상세검색을 통해 2011년부터 2020년 10월까지 발행된 학술지 논문 중에서 연구 제목에 ‘기

후변화'와 '기후변화 교육'을 포함한 자료를 검색하였다. 검색된 논문 중에서 환경교육과 과학교육 관련 학술지 논문을 중심으로 분석하였다. 이러한 과정으로 한국연구재단 등재(후보)학술지 9종에 게재된 총 62편의 논문을 최종 분석대상으로 선정하였다.

## 2. 분석 절차

분석 절차는 관련 학술지 및 관련 논문 선정, 연구 제목에 나타난 키워드 추출과 정제 작업, 키워드 네트워크 분석, 시각화 과정으로 진행되었다. 최종 선정된 62편의 논문 제목에서 추출된 키워드는 총 398개로 분석되었다. 초기 추출된 키워드에 대해 정제와 형태소 분석을 실시하였고, 이는 선행연구들(이상균 외, 2017; 이수상, 2014)에서 제시한 교정 작업, 통제작업, 제거 작업 과정의 단계로 진행되었다. 정제 과정에서 연구자의 주관성 개입을 최소화하기 위해 저자가 제시한 키워드를 참고하였다. 모든 키워드는 띄어쓰기 없이 수정하였으며, 조사나 접속사 등은 삭제하였다. 동의적 의미를 나타내는 경우는 유사의미로 통합하였다. 예를 들면, '융합과학교육'을 'STEAM'으로, '초등'을 '초등학교'로 등으로 수정하였다. 본 연구에서 학술지 선정, 분석 기준, 연구 절차의 신뢰도와 타당성 확보를 위하여 과학교육 전문가 3인과 협의하고 검토를 받았다.

## 3. 자료분석

기후변화 교육 관련 연구 제목에서 추출한 398개의 키워드 중 정제과정을 거쳐 144개의 키워드를 선정하였

다. 선정된 키워드의 분석과정은 다음과 같다. 첫째, 연구 제목에서 정제된 키워드의 추출과 빈도를 산출하기 위해 Textom(<http://www.textom.co.kr>)의 데이터 전처리 기능을 활용하였으며, 워드클라우드(<http://wordcloud.kr/>)를 사용하여 키워드의 빈도를 시각화하였다. 둘째, Textom 분석프로그램을 활용하여 텍스트마이닝으로 단어빈도, N-gram 분석, 연결중심성 분석을 실시하였다. 텍스트 마이닝은 비정형 데이터인 텍스트에서 유의미한 정보를 추출하는 분석 및 처리 과정을 의미한다. 본 연구의 검색어인 '기후변화 교육'과 '기후변화', '교육'을 제외하고, 출현빈도 2이상인 키워드로 1-mode matrix를 생성하였다. 셋째, Ucinet 6.0, NetDraw를 활용하여, 키워드 밀도(keyword-density)를 산출하고, NetDraw를 이용하여 의미연결망 분석(symantic network analysis) 등으로 시각화하였다. 마지막으로 연결중심성(the centrality of degree)분석과 CONCOR 분석을 실시하였다.

## Ⅲ. 연구결과

### 1. 기후변화 교육 관련 학술지의 연도별, 학술지별 현황

본 연구에서는 2011년부터 2020년 10월까지 국내에서 이루어진 기후변화 교육 관련 학술지 게재 논문 62편의 논문 제목에서 키워드를 추출하여 네트워크 분석을 실시하였다. 연도별, 학술지별 연구 동향을 살펴보면 다음과 같다.

Table 1. The number of papers and keywords by year

연도별	게재 논문 수	%	키워드 수	%
2011	9	14.5	47	11.8
2012	7	11.3	37	9.3
2013	11	17.7	60	15.1
2014	8	12.9	55	13.8
2015	6	9.7	44	11.1
2016	8	12.9	57	14.3
2017	4	6.5	33	8.3
2018	3	4.8	21	5.3
2019	2	3.2	11	2.8
2020	4	6.5	33	8.3
total	62	100.0	398	100



Table 3. The results of a simple appearance frequency analysis of keywords in papers related to climate change education

순	키워드	빈도	%	순	키워드	빈도	%
1	프로그램	19	4.26%	21	지식	3	0.67%
2	에너지	17	3.81%	22	고등학교	3	0.67%
3	분석	16	3.59%	23	적용	3	0.67%
4	초등학교	15	3.36%	24	우리나라	3	0.67%
5	초등학생	13	2.91%	25	교사연구회	3	0.67%
6	개발	11	2.47%	26	STEAM	3	0.67%
7	영향	10	2.24%	27	2015	3	0.67%
8	내용	8	1.79%	28	수업	3	0.67%
9	활용	8	1.79%	29	2009	2	0.45%
10	방안	7	1.57%	30	사례연구	2	0.45%
11	과학교과서	6	1.35%	31	5학년	2	0.45%
12	개정교육과정	6	1.35%	32	창의적체험활동	2	0.45%
13	중학교	6	1.35%	33	연구실태	2	0.45%
14	인식	6	1.35%	34	연구동향	2	0.45%
15	태도	6	1.35%	35	효과	2	0.45%
16	환경태도	4	0.90%	36	결과	2	0.45%
17	탐색	4	0.90%	37	자료	2	0.45%
18	미국	4	0.90%	38	개선	2	0.45%
19	대응	4	0.90%	39	초등교사	2	0.45%
20	환경교육	3	0.67%	40	신문기사	2	0.45%

\* Only present conditions with a frequency of 2 or more are presented

Fig.1를 살펴보면, 검색어 ‘기후변화’, ‘교육’을 제외하고 큰 글씨로 클라우드 중심부에 위치한 주요 키워드는 ‘프로그램’이었다. 그 다음은 ‘에너지’, ‘초등학생’, ‘분석’, ‘개발’, ‘활용’ 등의 순으로 나타났다. 이러한 결과를 통해, ‘프로그램’과 ‘에너지’가 기후변화 교육 관련 논문의 주요 키워드 중 가장 출현 빈도가 높은 핵심어임을 알 수 있었다. 워드 클라우드 시각화에 대한 해석을 보다 구체적으로 제시한 수치화된 키워드 단순 출현 빈도분석 결과는 Table 3과 같다.

Table 5에 의하면, ‘프로그램’(19회)은 전체의 4.26%를 차지하여 가장 높은 출현 빈도를 보였으며, ‘에너지’(17회) 또한 3.81%를 차지하여, ‘프로그램’ 다음으로 높은 출현 빈도를 나타냈다. 다음으로 ‘분석’(16회) 3.59%, ‘초등학교’(15회) 3.36%, ‘초등학생’(13회) 2.91%, ‘개발’(11회) 2.47%, ‘영향’(10회) 2.24% 순으로 출현 빈도가 높게 나타났다. 출현 빈도를 중심으로 기후변화 교육 관련 논문의 키워드 네트워크 시각화 작업의 결과는 Fig.2와 같다.

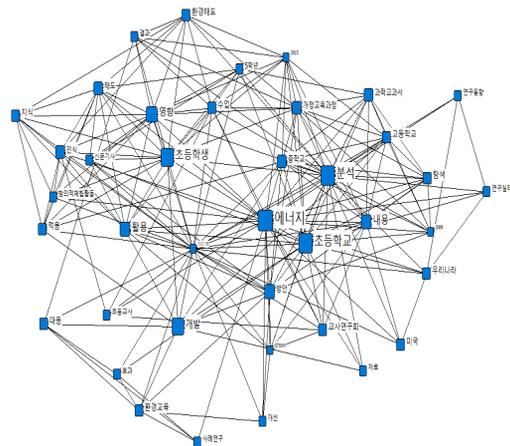


Fig. 2. The keyword network of papers related to climate change education

네트워크 시각화 결과 단순 출현 빈도와 달리 ‘에너지’, ‘분석’, ‘초등학교’, ‘초등학생’의 키워드가 네트워크의 중심에 위치하고 있음을 알 수 있다.

### 나. 기후변화 교육 관련 논문의 키워드 간 네트워크 분석

144개 키워드 간 공출현 빈도를 알아보기 위하여 실시한 N-gram 분석 결과는 Table 4와 같다. N-gram 분석은 키워드와 키워드 간 밀집 정도를 통해 동시 입력 빈도를 파악할 수 있는 분석 방법이다.

Table 4에 의하면, 기후변화 교육과 관련된 키워드 중 ‘기후변화’ 키워드와 연관성이 높은 키워드는 ‘에너지’로 16번 동시 출현하였으며, 다음으로 ‘교육’ 키워드와 연관성이 높은 키워드는 ‘프로그램’이 14번, ‘프로그램’ 키워드는 ‘개발’ 키워드와 함께 9번 동시에 출현되는 것으로 나타났다.

구체적으로 살펴보면, N-gram 분석에서 1위로 출현한 ‘에너지’ 키워드가 출현할 때에는 ‘기후변화’ 키워드 뿐만 아니라, ‘초등학생’, ‘활용’, ‘초등학교’, ‘인식’, ‘대응’, ‘중학교’, ‘과학교과서’, ‘고등학교’ 등의 키워드가 연관성이 높게 나타났다. 또한 2위로 출현한 ‘교육’ 키워드와 연관성이 높은 키워드는 ‘프로그램’, ‘내용’, ‘초등학생’, ‘방안’ 등의 키워드가 동시 출현하였고, 단순 출현빈도 분석에서 1위였던 ‘프로그램’ 키워드는

N-gram 분석에서는 3위로 나타났으며, 연관성이 높은 키워드는 ‘개발’, ‘초등학생’, ‘환경교육’ 등의 순으로 나타났다. 즉, 에너지 기후변화에 관한 초등학교 학생들을 대상으로 한 프로그램 활용 연구와 인식, 중·고등학교 과학교과서 분석에 관한 연구가 많이 이루어졌음을 알 수 있다. 위 내용을 구체적으로 살펴보기 위해 시각화한 기후변화 교육 관련 논문의 키워드 네트워크 워드트리는 Fig. 3과 같다.

이와 같은 분석결과에 의하면, 기후변화 교육 관련 논문의 주요 키워드는 크게 기후변화 교육; 초등학생 프로그램 개발; 기후변화 교육 내용분석; 기후변화 대응 교육, 기후변화에 대한 인식 등에 대한 키워드가 중심이 되고 있는 것으로 나타났다. 초등학생을 대상으로 교육프로그램을 개발하여 적용하거나 교육프로그램을 활용 효과를 분석한 연구의 비중이 높게 나타났으며, 기후변화 교육 내용이나 인식 관한 연구, 기후변화 대응에 관한 연구 등이 이루어지고 있음을 알 수 있었다.

Table 4. The results of N-gram analysis of keywords related to climate change education

순	키워드1	키워드2	빈도	순	키워드1	키워드2	빈도
1	에너지	기후변화	16	18	환경태도	영향	3
2	교육	프로그램	14	19	개발	적용	2
3	프로그램	개발	9	20	개선	방안	2
4	내용	분석	6	21	환경교육	프로그램	2
5	초등학교	기후변화	5	22	신문기사	활용	2
6	교육	내용	5	23	2009	개정교육과정	2
7	기후변화	인식	4	24	초등학교	과학교과서	2
8	기후변화	대응	4	25	초등학생	환경태도	2
9	활용	기후변화	4	26	중학교	기후변화	2
10	초등학생	기후변화	4	27	초등학생	에너지	2
11	교육	초등학생	4	28	인식	지식	2
12	2015	개정교육과정	3	29	지식	태도	2
13	태도	영향	3	30	연구동향	분석	2
14	개정교육과정	초등학교	3	31	과학교과서	기후변화	2
15	인식	태도	3	32	초등학교	에너지	2
16	프로그램	초등학생	3	33	고등학교	기후변화	2
17	교육	방안	3	34	교사연구회	에너지	2

\* Only present conditions with a frequency of 2 or more are presented



Fig. 3. The keyword network word-tree of papers related to climate change education

### 3. 기후변화 교육 관련 논문의 키워드 의미연결망 분석

본 연구에서는 기후변화 교육 관련 논문의 키워드 의미연결망 분석을 위하여 연결정도 중심성 분석과 주요 키워드들의 군집 간 관계를 파악하는 CONCOR 분석을 실시하였다.

#### 가. 기후변화 교육 관련 논문의 키워드 연결정도 중심성 분석

본 연구에서는 기후변화 교육 관련 논문제목에서 추출한 키워드를 기반으로 연결중심성을 산출하여 키워드가 네트워크 내에서 얼마나 많은 연결을 가지고 있는지를 분석하였다. 이를 위해 본 연구의 분석대상인 총 62편의 논문에서 제시된 144개의 키워드 중 출현 빈도 2이상인 키워드를 대상으로 의미연결망 분석을 실시하였다. 연결중심성 분석결과는 Table 5와 같다.

분석 결과, 키워드간의 연결중심성은 ‘프로그램(0.103)’, ‘초등학교(0.103)’, ‘초등학생(0.103)’, ‘분석(0.096)’, ‘활용(0.074)’, ‘에너지(0.074)’ 등의 순으로 나타났다.

#### 나. 기후변화 교육 관련 논문의 키워드에 대한 CONCOR 분석

본 연구에서는 기후변화 교육 관련 주요 키워드들의 군집을 식별하고, 군집 간 관계를 파악하기 위하여 CONCOR 분석을 실시하였다. 이러한 CONCOR 분석 결과는 Fig. 4와 같다.

기후변화 교육 관련 논문의 키워드 CONCOR분석 결과인 Fig. 4를 살펴보면, 가장 큰 군집을 이루고 있는 클러스터(cluster)는 빈도와 연결중심성 지수가 높게 나타난 ‘초등학생’, ‘초등학교’, ‘에너지’ 등의 키워드를 중심으로 군집을 형성하는 것으로 나타났다. 가장 큰 군집을 이루는 ‘초등학생’ 키워드는 ‘프로그램’, ‘영향’, ‘활용’ 등의 키워드로 군집을 이루고 있고, 프로그램의 적용과 영향이 함께 중심 키워드를 이루고 있기에 ‘교수-학습 프로그램 개발과 효과’로 명명하였다. 두 번째로 큰 군집은, ‘초등학교’, ‘중학교’, ‘고등학교’, ‘과학교과서’, ‘개정교육과정’ 등의 키워드를 중심으로 형성되어있다. 즉, 학교급별 개정교육과정, 과학교과서와 연관이 있는 키워드들을 중심으로 군집을 이루고 있으므로 ‘교육과정과 교과서 분석’로 명명하였다. 셋째, ‘에너지’, ‘미국’, ‘STEAM’, ‘교사연구회’, ‘연구실태’ 등의 키

Table 5. The results of analysis of the linking centrality of keywords related to climate change education

순	키워드	중심성 지수	순	키워드	중심성 지수
1	프로그램	0.103	19	미국	0.037
2	초등학생	0.103	20	개정교육과정	0.029
3	초등학교	0.103	21	지속가능발전	0.029
4	분석	0.096	22	5학년	0.029
5	활용	0.074	23	고등학교	0.029
6	에너지	0.074	24	초등교사	0.029
7	과학교과서	0.066	25	자료	0.029
8	영향	0.051	26	인식	0.029
9	중학교	0.051	27	우리나라	0.022
10	내용	0.051	28	효과	0.022
11	태도	0.051	29	적용	0.022
12	방안	0.044	30	지식	0.022
13	탐색	0.044	31	창의적체험활동	0.022
14	대응	0.037	32	연구실태	0.022
15	환경교육	0.037	33	개선	0.022
16	수업	0.037	34	교사연구회	0.022
17	개발	0.037	35	연구동향	0.022
18	환경태도	0.037			

\* Only present conditions with a frequency of 2 or more are presented

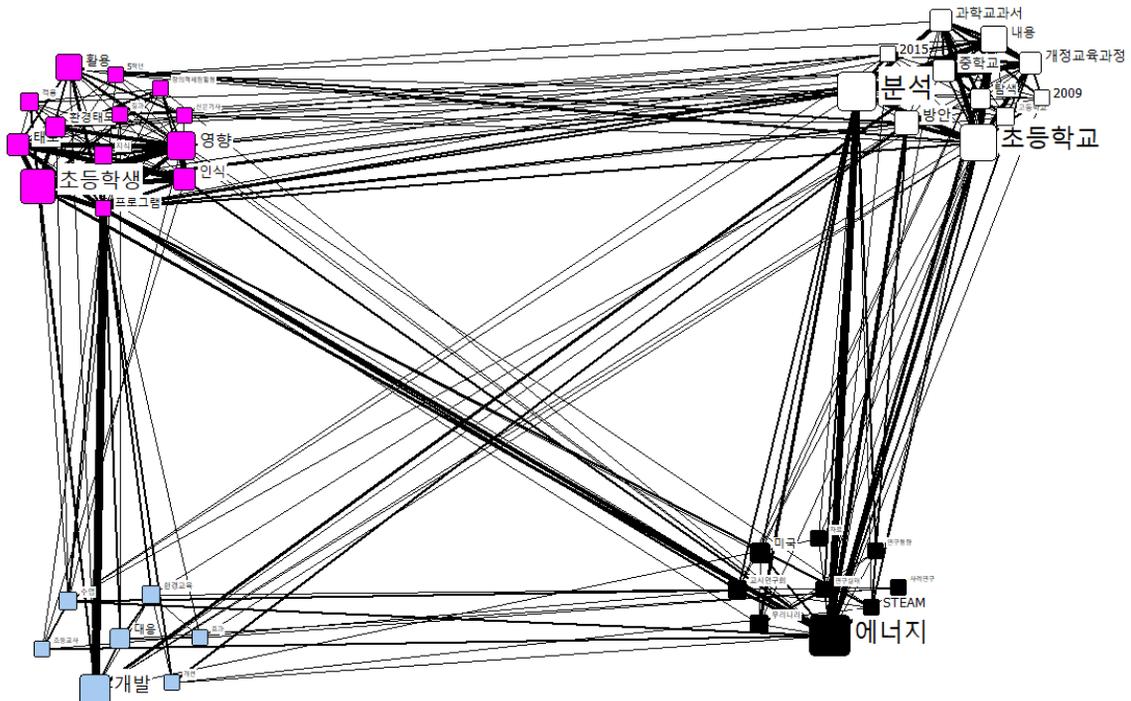


Fig. 4. The meaning network of keywords related to 'climate change education', focusing on the degree of connection

워드들로 이루어져 있는 군집은 우리나라와 미국의 에너지와 기후변화 교육의 연구를 의미하는 키워드들로 형성되어 있으므로, ‘연구실태 분석’로 명명하였다. 마지막으로 네 번째 군집은 ‘개발’, ‘대응’, ‘환경교육’, ‘수업’ 등의 키워드들로 이루어져 있으며, 이는 기후변화 대응 수업 프로그램 개발과 관련이 있으므로 ‘기후변화 대응 수업의 효과’로 명명하였다.

4개 군집의 주요 키워드 분석 결과, ‘교수·학습 프로그램 개발과 효과’ 군집은 기후변화 교육 프로그램 개발 뿐만 아니라, 이를 적용한 수업이 학생들의 지식, 인식, 태도 등에 미치는 효과에 관한 키워드의 중심성이 높게 나타났다. 즉, 연결망에서 ‘초등학생’, ‘프로그램’, ‘영향’, ‘인식’ 등이 의미있는 위치를 점하고 있으며, 네 번째 군집의 ‘기후변화 대응 수업의 효과’와도 밀접한 위치에 있는 것으로 나타났다. 두번째 군집인 ‘교육과정과 교과서 분석’은 개정교육과정에 따른 과학교과서에 기후변화 교육 관련 내용이 어떻게 포함되어 있는지 분석한 것으로 ‘초등학교’, ‘개정교육과정’, ‘내용’, ‘방안’, ‘과학교과서’ 등의 키워드의 중심성이 높게 나타났으며, ‘에너지’와 밀접한 관련이 있음을 알 수 있다. 세 번째 군집인 ‘연구실태 분석’은 ‘에너지’, ‘미국’, ‘STEAM’, ‘우리나라’ 등의 키워드 중심성이 높게 나타났으며, 이는 ‘미국과 우리나라의 기후변화 교육 연구동향을 비교 분석하거나 교사연구회 사례연구 등을 분석하는 것으로 ‘기후변화 교육 프로그램 활용 효과’, ‘교육과정과 과학교과서 내용 분석’ 군집과 밀접한 위치에 있음을 알 수 있었다. 마지막으로, ‘기후변화 대응 수업의 효과’ 군집은 ‘개발’, ‘대응’, ‘환경교육’, ‘수업’ 등의 키워드의 중심성이 높게 나타났고, 이는 키워드 ‘프로그램’과 밀접한 연관을 보였다.

#### IV. 논의 및 결론

본 연구는 2011년부터 2020년 10월 최근까지 한국연구재단(KCI) 등재(후보)지에 게재된 기후변화 교육 관련 연구들에 대한 동향을 살펴보기 위해 키워드 네트워크 분석을 활용하였다. 먼저, 기후변화 교육 관련 논문의 일반 현황 파악을 위해 연도별 논문 발표 수와 키워드 수를 분석하고, 학술지별 논문 게재 현황을 분석하였다. 다음으로, 기후변화 교육 관련 논문의 연구

제목에서 연구제목에서 키워드 추출과 정제과정 및 키워드 네트워크 분석을 통하여 전체적인 경향을 파악하였으며, 연결중심성 분석 및 CONCOR 분석으로 의미 연결망을 분석하였다. 본 연구 결과를 바탕으로 논의 및 결론을 제시하면 다음과 같다.

첫째, 2011년부터 2020년까지 연도별로 한국연구재단 등재(후보)지에 게재된 기후변화 교육 관련 논문의 수와 학술지별 게재현황을 살펴보면, 2013년에 논문 11편으로 가장 많은 것으로 나타났고, 2011년부터 2016년까지는 연평균 8편의 기후변화 교육 관련 논문이 발표되고 있으며, 2017년부터는 다소 줄어들었지만 꾸준히 증가하고 있음을 알 수 있다. 이러한 결과는 기후변화 교육관련 논문은 이러한 동향은 상세 서지분석을 통해 기후변화 교육 동향을 분석한 이봉우 등(2016)의 연구결과와 유사하다. 우리나라의 기후변화 교육에 대한 연구는 본격적으로 이루어지고 있으며(김상숙, 2011), 2011년 에너지기후변화 교육학회 설립 이후 증가하는 추세가 뚜렷하게 나타나고 있음을 알 수 있다. 다만 출판 논문의 수가 10년 동안 62편으로 다른 주제에 비해 연구가 활발하게 이루어지고 있지 않고 있다. 학술지별 게재 현황은 ‘에너지기후변화교육’이 49편로 가장 높은 게재율을 보였으며, 다음으로 ‘환경교육’ 9편, ‘한국기후변화학회지’와 ‘대한지구과학교육학회지’ 각 2편순으로 게재율이 높게 나타났다. 이러한 결과는 또한 기후변화 교육은 환경교육과 과학교육, 현장교육 연구의 학술지에서 출판되고 있으며, ‘에너지기후변화교육’에 대부분 집중되어 있고, 과학교육 연구 학술지의 게재 수가 1-2편으로 매우 적음을 알 수 있었다. 또한, 기후변화 교육에 대한 관심이 환경교육, 과학교육 분야 뿐 아니라 사회과학, 예술교육 분야까지 확대되고 있어 향후 기후변화 교육 관련 연구 동향 분석 시 환경교육과 과학교육 분야로 범위를 한정하기보다 확대하여 분석할 필요성을 시사한다.

둘째, 관련 논문 연구 제목에서 추출한 키워드를 토대로 네트워크 분석한 결과, 가장 높은 빈도를 보인 키워드는 ‘프로그램’이었으며, 그 다음으로 ‘에너지’, ‘분석’, ‘초등학교’, ‘초등학생’, ‘개발’, ‘영향’ 등이 높은 빈도를 보였다. 이러한 빈도 분석을 통해서, 기후변화 교육 관련 논문은 프로그램 효과 분석 혹은 초등학교 기후변화 교육 관련 내용 분석과 관련된 연구 주제가 많은 범위를 차지하는 것을 알 수 있었다. 결과와 관련

하여, 398개 키워드의 동시 출현 빈도분석을 실시한 결과, ‘기후변화’ 키워드가 출현할 때 ‘에너지’ 키워드가 16개가 동시 출현되었으며, 다음으로 ‘교육’ 키워드는 ‘프로그램’ 키워드 14개, ‘프로그램’ 키워드는 ‘개발’ 키워드 9개가 동시에 출현되는 것으로 나타났다. 이는 단순 빈도분석 결과와 일치하며, 이는 ‘기후변화’ 키워드가 ‘에너지’, ‘교육 프로그램’, ‘개발’ 키워드와 밀접한 관련이 있다는 것을 의미한다. 이러한 연구 결과는 조현국 등(2019)이 주제어 및 논문의 제목에서 가장 많이 이용된 단어를 분석한 연구 결과와 유사하며, 기후변화 교육 과학교육 및 환경교육 범주에서 연구되고 있음을 알 수 있었다.

셋째, 기후변화 교육 관련 키워드를 CONCOR 분석한 결과, 4개의 군집을 형성하였으며, 이들을 각각 ‘교수·학습 프로그램 개발과 효과’, ‘교육과정과 교과서 분석’, ‘연구실태 분석’, ‘기후변화 대응 수업의 효과’로 명명하였다. 그들의 상호연결망을 분석한 결과, 가장 큰 군집을 이루고 있는 ‘교수·학습 프로그램 개발과 효과’ 군집은 ‘프로그램’, ‘개발’, ‘지식’, ‘인식’, ‘태도’ 등에 미치는 효과에 관한 키워드의 중심성이 높게 나타나, 기후변화 교육 프로그램 개발 뿐 아니라 프로그램 적용의 효과 분석을 중요하게 생각하고 있으나, 프로그램 주제와 관련된 ‘STEAM’, ‘대응’ 키워드를 제외한 다른 키워드의 중심성이 높게 나타나지 않은 것을 볼 때 기후변화 교육을 위한 다양한 주제와 프로그램 방법이 마련되어야 함을 시사한다. 또한, ‘교육과정과 교과서 분석’, ‘연구실태 분석’ 군집은 대부분의 연구가 교육과정과 교과서의 내용이나 연구실태, 연구동향을 분석하고 있는 연구에 국한되어 이루어지고 있다.

신원섭 외(2020)의 연구에서 기후변화교육 교육과정 분석틀로 지식분야에서는 기후현상, 기후변화 원인, 기후변화 영향, 기후변화 대응, 탐구분야에서 기후현상, 기후변화, 기후변화 대응, 태도분야에서 기후변화 감수성, 기후변화 대응의지, 기후변화 대응 실천을 제시하고 있다. 이 분석틀과 관련지어 살펴보면 지금까지 연구는 기후변화 현상 및 대응에 대한 지식, 인식, 태도 등의 분석과 교육과정과 교과서에 반영된 내용, 연구실태 분석 등 지식분야와 태도분야에 관련된 내용이 많은 부분을 차지하고 있다. 그리고, 기후변화교육은 정규교육과정의 교과목이 아니기 때문에 단위학교에 따라 학습내용과 범위, 방법에 있어서 차이가 크며 교육

과정에서 비중있게 다루어지지 않고 있는 실정이다.

기후변화와 관련된 주제는 인류가 당면한 범지구적인 문제이며, 학생들의 실생활과 관련된 중요한 탐구주제이다. 따라서 기후변화교육이 내실있게 운영되기 위해서는 기후변화, 기후현상 등을 주로 다루는 과학교육 분야에서 체계적으로 다루어야 하며, 특히, 기후현상, 기후변화, 기후변화 대응과 관련된 주제를 관찰, 측정, 실험, 의사소통, 자료해석 등 다양한 탐구방법을 활용하여 탐구를 진행하는 교수학습 방법에 관한 연구들이 활발히 이루어져야 할 것으로 보인다. 또한, 기후변화 관련 연구 주제를 이봉우 등(2020)이 제시한 것과 같이 우리나라에서 일어나는 기후변화와 관련된 사회적 쟁점을 주제로 의사결정과정을 경험하고 실천할 수 있는 주제를 활용하는 것도 좋은 방법이 될 수 있을 것이다. 예를 들면 기후변화로 인한 국지적 집중폭우 문제나 미세먼지, 탄소발생 증가의 문제 등 학생들이 직접 관련되고 접할 수 있는 문제를 통해 기후변화에 대한 심각성과 복잡성을 깨닫고 실천할 수 있도록 할 수 있을 것이다.

끝으로, 후속 연구를 위한 제언을 제시하면 다음과 같다. 첫째, 본 연구는 한국연구재단 등재(후보)지에 게재된 과학교육과 환경교육 관련 학술지의 기후변화 교육 관련 논문을 대상으로 하였다. 따라서 국외 연구를 포함하여 기후변화 교육 관련 국내외 학술 연구 동향을 비교하는 연구가 이루어질 수 있기를 기대한다. 둘째, 본 연구에서는 과학교육과 환경교육 분야 학술지에 한정하여 연구대상을 추출하였다. 따라서 후속 연구에서는 기후변화 교육에 대한 연구가 점차 확대되고 있는 사회교육, 예술교육 분야 등의 학술지까지 연구대상을 확대하여 동향을 분석할 필요가 있다. 마지막으로 본 연구에서는 키워드 네트워크 분석을 통하여 연구동향을 파악하기 위해 네트워크의 기본적 속성과 연결중심성, 그리고 클러스터 분석을 중심으로 제시하였다. 보다 심층적인 연구동향 분석을 위해서, 앞으로 연구에서는 다양한 네트워크 분석 방법을 활용하여 다각적으로 살펴볼 필요가 있다.

## 국문요약

본 연구의 목적은 연구제목에서 추출한 키워드를 중심으로 네트워크 분석을 활용하여 기후변화 교육 관

런 연구동향을 분석하는 것이다. 이를 위하여 2015년부터 2020년 11월까지 한국연구재단(KCI) 등재(후보)지에 게재된 기후변화 교육 관련 논문의 연도별, 학습지별 동향을 파악하고, 논문에 제시된 키워드에 대한 네트워크 분석을 실시하였다. 분석절차는 분석 대상 선정, 키워드 추출과 정제, 키워드 네트워크 분석 및 시각화의 과정으로 진행되었다. 자료처리는 Textom 분석 프로그램, Ucinet 6.0, NetDraw 프로그램을 활용하였다. 연구결과는 다음과 같다. 첫째, 2011년부터 2020년 사이 총 62편의 기후변화 교육 관련 논문이 게재되었으며, 학술지는 ‘에너지기후변화 교육’에서 가장 많은 기후변화 교육 관련 논문이 게재된 것으로 나타났다. 둘째, 키워드 ‘프로그램’ 키워드가 가장 높은 빈도를 보였으며, 그 다음으로 ‘에너지’, ‘분석’, ‘초등학교’, ‘초등학생’, ‘개발’, ‘영향’ 등이 높은 빈도를 보였다. 셋째, 연결정도 중심성 분석결과 ‘프로그램’, ‘초등학생’, ‘초등학교’ 지수가 가장 높게 나타났으며, 가장 큰 군집은 ‘교수·학습 프로그램 개발과 효과’가 형성되었다. 본 연구는 전반적인 기후변화 교육 관련 연구동향을 탐색하고, 향후 연구주제에 대한 방향성을 파악하였다는 데 의의가 있다.

주제어: 기후변화, 교육, 연구동향, 키워드 네트워크 분석

## References

- 김정기, 감미아, 박미희(2016). 사회복지학 연구동향에 관한 주제어 네트워크 분석: 한국사회복지학 게재논문(1979-2015)을 중심으로. 한국사회복지학, 68(2), 185-211.
- 강지원, 한신(2010). 역할극과 토론을 통한 모의 교토의정서 수업이 중학교 영재학급 학생들의 지구적 소양에 미치는 영향. 대한지구과학교육학회지, 3(3), 228-238.
- 교육과학기술부(2010). 고교 환경과 녹색성장 교육과정 해설서.
- 교육과학기술부(2011). 2009 개정 교육과정에 따른 과학과 교육과정.
- 길영재, 송현진, 박재경, 유동현(2014). 초등학생의 기후변화에 대한 인식 및 태도 분석. 에너지기후변화 교육, 4(2), 81-89.
- 길지현, 송신철(2012). 지구온난화에 대한 초등학교 학생들의 개념 이해 조사 연구. 생물교육, 40(4), 421-428.
- 길지현, 심규철(2013). 기후변화 교육 관련 해외 논문에 대한 메타 분석 결과. 에너지기후변화 교육, 3(2), 95-101.
- 김경식(2015). 주제어 연결망 분석을 통한 스포츠 사회학의 지적구조 규명: 22년간 한국스포츠사회학회지 분석. 한국스포츠사회학회지, 28(3), 1-25.
- 김상숙(2011). RISS 검색을 통한 한국에서의 지구온난화 교육에 관한 메타 연구. 에너지기후변화 교육, 1(1), 81-88.
- 김예람, 최선미, 신동훈(2017). 신문기사를 활용한 기후변화 교육 프로그램이 초등학교 5학년의 과학에 대한 인식 및 태도에 미치는 영향. 에너지기후변화 교육, 7(1), 71-78.
- 김용학, 유소영(2013). 한일 비교 연구의 비교: 인문사회 분야 논문주제어 연결망 분석을 중심으로. 사회과학논집, 44(1), 25-45.
- 김장환, 신원섭, 신동훈(2015). 창의적 체험활동 프로그램을 활용한 에너지 교육이 초등학생의 에너지·기후변화 인식 및 태도에 미치는 영향. 에너지기후변화 교육, 5(2), 185-191.
- 박경인, 신동훈(2011). 에너지 기후 변화 교육과 STEAM 교육에 대한 초등 교사의 인식. 에너지기후변화 교육, 1(2), 169-182.
- 방강인, 신동훈(2016). 신문기사를 활용한 초등학교 기후변화 교육 방안 탐색. 에너지기후변화 교육, 6(1), 65-80.
- 신영준(2017). 2015 개정 교육과정에 제시된 적정기술, 지속 가능 발전, 기후변화, 에너지 교육 내용 분석. 에너지기후변화 교육, 7(1), 15-23.
- 신원섭, 전예름, 신동훈(2020). 2015 개정 초·중등 교육과정에서 기후변화 교육내용 분석. 에너지기후변화 교육, 10(2), 121-129.
- 안정민, 소금현(2020). 스마트기기를 활용한 기후변화 교육 프로그램이 초등학생의 기후변화에 대한 지식, 인식 및 태도에 미치는 영향. 에너지기후변화 교육, 10(1), 51-60.
- 윤마병(2019). 일화석의 CLAMP 탐구를 통한 고등학교 기후변화 교육 프로그램 개발. 대한지구과학교육학회지, 12(1), 27-39.
- 이경하, 박진, 윤화영, 이경선, 이선경(2015). 초등학생을 위한 체험중심 기후변화 교육 프로그램의 개발 및 적용. 에너지기후변화 교육, 5(2), 211-226.

- 이미나(2016). 내러티브를 활용한 기후변화 교육 프로그램 개발: 국립낙동강생물자원관 가족대상 프로그램. *에너지기후변화 교육*, 6(1), 1-12.
- 이봉우, 김희경, 손정우(2011). 고등학교 과학 교과서에 제시된 에너지 및 기후변화 관련 내용 분석. *에너지기후변화 교육*, 1(1), 13-21.
- 이봉우, 조현국(2020). 상세 서지분석을 이용한 기후변화 교육 관련 연구 동향 분석. *에너지기후변화 교육* 10(2), 99-109.
- 이상균, 김순식, 채동현(2017). 네트워크 분석을 통한 국내 과학교육 질적 연구동향 분석. *대한지구과학교육학회지*, 10(3), 290-307.
- 이수상(2012). 네트워크 분석 방법론. 서울: 논형.
- 이지숙, 박혜경, 정철(2011). 초·중학생의 지구온난화와 기후변화에 대한 인식. *과학교육연구지*, 35(2), 274-282.
- 장서연, 신동훈(2013). 우리나라 에너지 기후변화 교육 연구의 실태 및 동향 분석. *에너지기후변화 교육*, 3(2), 115-125.
- 정연화, 이석희(2018). 부산기후변화체험교육관을 활용한 기후변화 교육이 초등학교생의 기후변화에 대한 인식·지식·태도, 환경민감도, 환경태도에 미치는 영향. *에너지기후변화 교육*, 8(2), 113-127.
- 정채은, 배진호(2020). 시각적 사고를 적용한 기후변화 교육 관련 창의적 체험활동 수업이 초등학교 고학년 학생들의 기후변화에 대한 인식·지식·태도와 환경소양에 미치는 영향. *에너지기후변화 교육*, 10(2), 131-141.
- 정해련(2013). 기후변화에 대한 중학생들의 인식, 태도 및 실천 의지 조사. *에너지기후변화 교육*, 3(2), 171-179.
- 조은별, 신동훈(2013). 2007 개정 교육과정에 의한 초등학교 과학 교과서의 기후변화 관련 내용 및 탐구활동 분석. *에너지기후변화 교육*, 3(1), 11-21.
- 조현국, 이봉우(2019). 상세 서지분석을 이용한 에너지 교육 관련 연구 동향 분석. *에너지기후변화 교육*, 9(3), 241-251.
- 차주영, 이희찬(2017). 기후변화에 대한 인식이 기후변화 대응 수요에 미치는 영향. *환경정책*, 25(4), 63-77.
- 최영출, 박수정(2011). 한국행정학의 연구경향 분석. *한국행정학보*, 45(1), 123-139.
- 최혜숙, 김용표, 조경숙, 여성희, 박기영, 배미숙, 이미형, 장미화(2011). 학습자 활동 중심 기후변화 교육 프로그램 개발. *한국기후변화학회지*, 2(3), 161-174.
- 한승철, 이성희, 전영석(2017). 2009 개정 초등 과학 교과서 영역별 분석을 통한 에너지 및 기후변화 교육 교과서 방안 연구. *에너지기후변화 교육*, 7(1), 79-91.
- 한신(2020). 기후변화 문제와 관련된 논증적 글쓰기에 나타난 중등 과학 예비교사들의 논증 구조 유형 분석. *에너지기후변화 교육*, 10(1), 61-71.
- 황현정(2014). 통합적 관점으로 중학교 기후변화 교육 프로그램 개발. *에너지기후변화 교육*, 4(2), 169-176.
- Borgatti, S. P., Everett, M. G., & Freeman, L. C. (2002). *Ucinet for Windows: Software for social network analysis*. Harvard, MA: Analytic Technologies.