

# 키워드 네트워크 분석을 통한 『한국초등수학교육학회지』 연구의 동향 분석<sup>1)</sup>

문소영<sup>2)</sup> · 조진석<sup>3)</sup>

본 연구에서는 키워드 네트워크를 통해 국내 초등수학교육 분야의 대표적인 학술지인 『한국초등수학교육학회지』에 수록된 논문의 키워드를 대상으로 본 학술지의 연구 동향을 살펴보았다. 자료수집은 창간호부터 2018년까지 총 378편의 논문을 대상으로 하였으며, 논문에 포함된 총 1140개의 키워드들에 대하여 Krcwic 프로그램과 NodeXL 프로그램을 활용하여 빈도 분석 및 키워드 네트워크 분석을 실시하였다. 연구 결과 첫째, 빈도분석 결과 최소 5회 이상 출현하여 나타난 키워드는 48개로 수학교육과정, 수학교과서, 학교수학, 수학문제해결, 수학영재 등이 있었다. 둘째, 키워드 네트워크 분석 결과에서 중요성이 높게 나타난 키워드는 수학교과서, 학교수학, 수학교육과정, 수학문제해결, 수학적의사소통 등이 나타났다. 이러한 연구 결과를 바탕으로 본 학술지의 연구의 주요한 연구 주제어를 파악하고 연구 동향을 논의하였으며 연구의 제한점을 바탕으로 제언을 할 수 있었다.

주제어: 네트워크 텍스트 분석, 중심성, 초등수학교육, 키워드 동향분석

## I. 서 론

수학교과는 수학의 개념, 원리, 법칙을 이해하고 기능을 습득하여 삶에서 경험하는 여러 가지 현상을 수학적으로 관찰하고 해석하는 과정에서 논리적으로 사고하고 합리적으로 문제를 해결하는 능력과 태도를 기를 수 있게 한다(교육부, 2015). 수학학습을 통해 학생들이 수학의 규칙성과 아름다움을 음미할 수 있고 수학의 지식과 기능을 활용하여 창의적으로 문제를 해결할 수 있으며 합리적 의사결정 능력과 민주적 소통 능력을 함양할 수 있다.

초등학교와 중학교에서 학습한 수학은 이후 진로 및 진학과정에 있어 각종 분야를 학습하는 데 기초가 될 뿐만 아니라 창의적 역량을 가진 인재로 성장할 수 있는 기반을 제공한다. 초등수학교육은 초등학생들에게 중등수학으로 이행할 수 있도록 하는 수학의 관문의 역할을 하는 것으로 여겨진다. 우리나라의 초등학교에서는 수학적 개념에 대한 이해와 그와 동시에 수학적 기능 습득 또한 중요시하고 있으며 수학을 통해 학생들이 논리적 사고 및 추론을 할 수 있는 학문적 재미를 느낄 수 있도록 수학문제해결 중에 어려움을 느끼더라도 끝까지 포기하지 않고 해결해 보도록 하는 것을 중요시하고 있다(강은경, 2018).

1) 본 연구는 2019년도 부산교육대학교 학술연구과제로 지원을 받아 수행되었음.

2) [제1저자] 부산대학교, 박사과정

3) [교신저자] 부산교육대학교, 교수

이러한 초등수학교육의 특성과 중요성에 따라 초등수학교육에 대한 관심이 증가되고 있다(김유경, 방정숙, 2017).

한국초등수학교육학회는 초등수학교육의 이론을 기반으로 하는 실천 연구를 통해 그 정체성을 지키고 발전시키기 위해 모인 단체로서 우리나라 초등수학교육 발전에 기여함을 목적으로 한다. 현재 본 학회는 전국의 모든 교육대학교, 한국교원대학교, 제주대학교, 이화여자대학교 초등수학교육 전공 교수 및 이들 대학교의 대학원에 재직 중인 초등수학교육 전공 대학원생이 회원으로 활동하고 있는 국내 초등수학교육 연구 분야에 있어 대표적인 학회로 자리 잡고 있다. 학회에서 발간하고 있는 학술지 『한국초등수학교육학회지』는 우리나라의 대표적인 초등수학교육 전문 학술지로서 1997년 1월 창간호가 발간된 이래로, 지금까지 20여 년 간 초등수학교육에 대한 다양한 연구들을 발간해왔다.

어떠한 학문분야에서 해당 학문의 발전 양상을 성찰하고자 연구 동향을 분석하는 것은 궁극적으로 해당 학문의 정체성 수립과 경향성을 파악할 수 있어 이후에 보다 체계적인 연구를 실시할 수 있다(조남옥, 조규락, 2017). 실제로 다양한 분야에서 대표적인 학술지를 대상으로 하여 특정 전문 분야에 대한 연구 동향을 파악하여 향후 연구 방향을 제시하는 연구가 수행된 바 있다(김종훈 외, 2017; 연준모, 2018; 조남옥, 조규락, 2017). 예를 들면, 김종훈 외(2017)는 국내의 대표적인 유아교육 연구 동향을 파악하기 위하여 대표적인 유아교육 학회지인 유아교육연구에 수록된 논문을 분석하였고, 연준모(2018)는 유아특수교육 연구 동향을 파악하기 위하여 대표적인 유아특수교육 학회지인 유아특수교육연구에 수록된 연구를 분석하였으며 조남옥과 조규락(2017)은 국내의 대표적인 상담학 관련 학술지인 상담학연구내의 논문들을 분석하였다. 따라서 초등수학교육에 대한 대표적인 학술지로서 22년의 기간 동안 축적되어 온 본 학술지의 연구들의 연구 주제를 살펴보는 것은 지금까지 초등수학교육 분야의 전반적인 연구 동향을 파악할 수 있는 하나의 방법이 될 수 있을 것이다. 앞서 언급한 바와 같이 『한국초등수학교육학회지』는 초등수학교육을 전문적으로 다루는 학술지로서 우리나라에서 초등수학교육 연구의 발전의 중심이 되어온 특별한 정체성을 지니며 아직까지 본 학술지를 대상으로 하여 이루어진 연구 동향 분석 연구는 실시된 적이 없었기 때문이다.

한편 연구 동향의 분석에서 활용되는 새로운 분석방법으로 키워드 네트워크 분석방법이 있다. 키워드 네트워크 분석은 내용분석(content analysis) 방법과 소셜 네트워크 분석(social network analysis)방법을 결합하여 연구하는 분석방법이다. 키워드 네트워크 분석방법을 이용하여 네트워크의 구성요소들이 맺고 있는 관계를 파악하여 연결 관계를 검토할 수 있다(남인용, 박한우, 2007). 일반적으로 연구의 주제에는 키워드가 포함되게 되며 이들은 주제를 내포하게 되는데 이러한 키워드 간의 관계를 분석하는 것이 키워드 네트워크 분석방법이다. 최근 키워드 네트워크 분석을 활용하여 해당 학문분야의 연구 동향의 연구를 실행하는 연구가 다양한 분야에서 발표되고 있다(연준모, 2019, 김상아 외, 2015, 이성용, 김진호, 2017)

이에 본 연구에서는 한국초등수학교육학회지에 수록된 논문들에 대하여 키워드 네트워크 분석을 통해 본 학술지의 연구 동향을 살펴봄으로써 초등수학교육 연구에 관한 시사점을 도출하고자 하였다.

구체적인 연구문제를 제시하면 다음과 같다. 첫째, 한국초등수학교육학회지의 연구들의 연구 주제에는 어떠한 키워드가 존재하는가? 둘째, 한국초등수학교육학회지에서 도출된 키워드들의 관계는 어떠한가?

## II. 선행 연구 고찰

### 1. 초등수학교육 연구 동향 연구

본 연구에서 초등수학교육 동향연구의 키워드 분석과 결과 해석에 기준을 마련하기 위해 초등수학교육 연구 분야를 포함한 선행연구를 살펴보았다. 이를 위하여 한국교육학술정보원의 ‘학술정보연구서비스(RISS)’ 검색 사이트에서 초등수학교육 동향에 관련된 연구를 수집하여 선행연구를 파악하였으며, 본 학술지뿐만 아니라 다수의 학술지에서 최근까지 이루어진 초등수학교육 동향연구에 대한 연구들을 찾아볼 수 있었다.

본 학술지에서 이루어진 초등수학교육 동향에 대한 연구로는 우리나라 초등수학교육 연구의 동향 분석 연구(권정은, 최재호, 2008), 국내 초기 대수 교육연구의 동향과 과제 연구(한채린, 권오남, 2018), 일본의 초등수학교육 연구 동향연구(진영수, 강홍재, 2014)를 살펴볼 수 있었다. 권정은과 최재호(2008)는 1998년부터 2006년까지 국내 수학교육 전문 학술지인 대한수학교육학회, 한국수학교육학회, 각 교육대학교 논문집에 게재된 논문 175편과 한국초등수학교육학회 학술지 논문 60편을 수집하여 내용분석을 실시하여 우리나라 초등수학교육 연구의 동향분석을 실시하였다. 연구 결과 초등수학교육에 관한 연구는 지속적으로 이루어지고 있으나 수업설계와 방법 및 수와 연산 등 특정 연구 주제나 내용 영역에 편중되어 연구가 이루어지고 있었고, 연구 방법에 있어 이론정립 및 내용분석과 관련된 교수학적 분석연구가 높은 빈도를 나타내고 있음을 제시하였다. 한채린과 권오남(2018)은 2000년부터 2017년까지 6개의 국내 대표적인 수학교육 학회지에서 초기 대수 교육 관련 연구 89편을 선정하여 연구 동향을 분석하였다. 연구 결과, 2000년부터 관련 논문 편수가 전반적으로 증가하였으며 초등수학교육 학회지보다는 타 학회지에 게재되는 비중이 높았다. 대부분의 연구가 대수적 사고의 비례 추론 내용 영역 연구였으며 학생 또는 교과서 대상 연구가 가장 많은 것으로 나타났다. 진영수와 강홍재(2014)는 2004년부터 2013년까지 일본수학교육학회 발행의 학술지 ‘산수교육’에 게재된 논문 196편을 대상으로 일본의 초등수학교육 연구 동향을 분석하였다. 연구 결과, 연구 주제로는 수업설계 및 방법, 내용영역으로는 수와 연산이, 학년으로는 고학년이 활발하게 연구되고 있는 것으로 나타났다.

한편, 초등학생을 대상으로 이루어지는 수학교육 연구는 『한국초등수학교육학회지』 이외에도 『수학교육』과 같은 수학교육 전문학술지 및 『학습자중심교과교육연구』와 같은 교육 분야의 전문 학술지에서도 다루어지고 있었다. 이들 타 학술지에서 살펴본 선행연구로는, 국내 수학교사교육 연구의 동향 분석연구(선우진, 방정숙, 2019), 국내 초등수학교육 연구 동향 문헌연구(김유경, 방정숙, 2017), 수학학습에서 정의적 영역에 관한 국내 동향 분석연구(조혜정, 김인수, 2016), 초중등 수학과 교육과정 연구 동향 분석연구(권나영 외, 2011) 등이 있었다. 선우진과 방정숙(2019)은 1992년도부터 2013년까지 2개의 국내의 대표적인 수학교육 관련 학회지를 대상으로 하여 수학 교사교육 관련 논문 111편을 분석 대상으로 수학 교사교육에 관한 연구의 동향을 분석하였다. 연구 결과, 2000년대 후반 이후로 관련 논문의 편수가 급격히 증가하였으며, ‘교사 전문성 신장 관련 연구’ 관련 주제가 가장 높은 비중을 차지하였으나, 2010년대에 이르러서는 ‘교사지식/지향 신장에 대한 연구’가 가장 많은 것으로 나타났다. 김유경과 방정숙(2017)은 8개 학술지를 대상으로 초등수학교육 관련 연구 동향을 분석하였다. 초등수학교육 관련 연구는 596편이었으며 연구

결과, 연구 주제 측면에서 학습자의 인지적·정의적 특성 및 능력, 교육과정 및 교과서 분석, 수업 및 지도방안과 관련한 연구가 비중 있게 다뤄졌고, 평가, 교육공학 및 교구 관련 연구는 그 수가 매우 적었다. 수학 내용영역 측면에서는 수와 연산 관련 연구가 월등히 많았고 교과역량 측면에서는 비교적 고르게 나타났으나 문제해결과 관련된 연구가 많이 행해진 것으로 나타났다. 조혜정과 김인수(2016)는 2005년부터 2015년까지 한국학술지인용색인(KCI: Korea Citation Index) 등재(후보) 학술지에 실린 수학 학습에서의 정의적 영역 관련 논문 103편을 분석하였다. 연구 결과, 수학 학습에서의 정의적 영역 관련 연구 편수가 특별히 증가하고 있는 것으로 나타나지 않았고, 수학 학습에서의 정의적 영역 요인 분석, 정의적 영역 인식 변화, 정의적 영역 측정 및 분석의 주제에 대한 연구가 고르게 이루어진 것으로 나타났다. 권나영 외(2011)는 2000년부터 10년간 학술지에 게재된 초·중·등 수학과 교육과정 연구의 동향을 분석하였다. Stein et al. (2007)의 교육과정 분석틀을 이용하여 5가지 범주-문서화된 교육과정, 의도된 교육과정, 실행된 교육과정, 학습된 교육과정, 국제 비교-로 구분하였다. 연구 결과, 수학과 교육과정 논문들의 주제가 의도된 교육과정, 특히 교과서나 교육과정 해설서에 편중되어 수행되고 있었으며 초등학교 급에서 연구들이 많이 나타났으며, 교사·학습자가 포함된 수업에 대한 연구에서 한계점이 있다는 것을 나타내었다.

## 2. 키워드 네트워크 분석 연구

본 연구에서는 키워드 네트워크 분석법을 통해 본 학술지의 연구 동향과 지식 구조를 살펴보고자 하였다. 이에, 본 학술지의 연구에서 키워드 분석방법의 절차에 관한 유용한 정보를 탐색하기 위해 선행연구를 살펴보았다.

전통적인 연구 동향 분석 연구에서 활용된 분석 방법에는 주로 내용분석을 기반으로 수행하는 범주에 의한 분류법이 이루어졌다(권나영 외, 2011; 박선영, 김원경, 2011; 선우진, 방정숙, 2019; 한채린, 권오남, 2018). 이러한 범주 분석에 따른 연구 동향 분석법은 연구자가 범주들을 설정해 놓고 논문들의 내용을 분석한 후 해당 범주에 각각 할당시킨 후 결과를 근거로 하여 연구 동향을 분석하는 방법을 의미한다(연준모, 2019). 이에 대해 몇 가지 한계점들을 언급하는 연구들이 등장하면서(조남욱, 조규락, 2017) 전통적으로 연구자가 직접 문서를 읽고 코딩하고 분석하는 과정을 통해 이루어지는 범주 분류 기반의 분석 방법은 연구자가 임의로 만든 분석 범주(category)에 의존적이며, 개념적으로 조잡하고, 노동비용 등이 비교적 많이 들며, 외적(external) 타당성이 제한되어 있다는 점 등이 지적되었다(Danowski, 1993; 박한우, Leydesdorff, 2004에서 재인용). 이러한 한계점을 극복하기 위해, 컴퓨터 소프트웨어를 이용한 내용분석 방법이 연구되고 있으며 이들 중 한 가지로 소셜 네트워크 분석 기반의 연구 분석 방법을 들 수 있다. 소셜 네트워크 분석에서는 어떤 사회적 시스템의 구조를 구성요소들이 맺고 있는 “관계”의 형태를 살펴봄으로써 구조를 파악하게 된다. 관계의 유형은 또래학생, 휴대폰 사용시간과 같은 가시적인 것에서부터 정서적 지지 등과 같은 눈에 보이지 않는 것까지 광범위하게 이루어진다. 사회적 시스템은 메시지, 텍스트 등으로 확장될 수 있다. 메시지 또한 하나의 상징(symbol) 혹은 인지(cognitive) 시스템으로서 단어로 구성된 독자적인 사회적 시스템으로 간주되기 때문이다. 소셜 네트워크 관점에서 메시지의 내용분석을 함에 있어서 중요한 요소는 단어 간 의미론적 연관(semantic association)이다. 예를 들면 “수학”과 “영재”라는 두 단어는 함께 사용됨으로 “수학영재”라는 개념을 창조하게 된다. 즉, 단어들이 동시에 발생하는 빈도는

의미론적 연관이 높은 관계임을 의미하게 된다. 이러한 동시발생빈도에 기초한 네트워크 내용분석은 분석을 위한 범주가 데이터로부터 자연스럽게 생성되게 만든다.

키워드 네트워크 분석이란 내용분석과 소셜 네트워크 분석을 결합한 분석방법으로, 텍스트로부터 특정 분야에 관련된 개념들 간의 관계를 파악하고 네트워크를 구성하여, 계략적인 특성을 분석하는 방법이다(이수상, 2012) 이를 위하여 연구 본문, 초록, 주제어 등 텍스트에서 중심 단어들을 추출하고 이들 간의 관계를 측정함으로써 특정 분야의 연구 동향이나 지식구조를 파악하게 된다. 이때 연구 논문에서 핵심 키워드와 동시에 출현하는 키워드들 간의 연결 정도를 분석하기 위하여 중심성을 수학적 이론을 이용하여 구하는 새로운 연구방법이다(최지은, 2019). 일반적으로 연구자는 키워드를 통하여 연구의 목적이나 주제를 함축적으로 제시하게 되므로 키워드를 이용하면 각종 학문 분야의 주제에 따른 논문을 분석하고 동향을 파악할 수 있다. 최근 다양한 분야에서 키워드 네트워크 분석법을 활용하여 연구의 내용과 흐름을 분석하는 키워드 네트워크 연구가 발표되고 있다(박지순, 2017; 임수진, 박형신, 2019; 연준모, 2019, 김상아 외, 2015, 이성용, 김진호, 2017; 최지은, 2019)

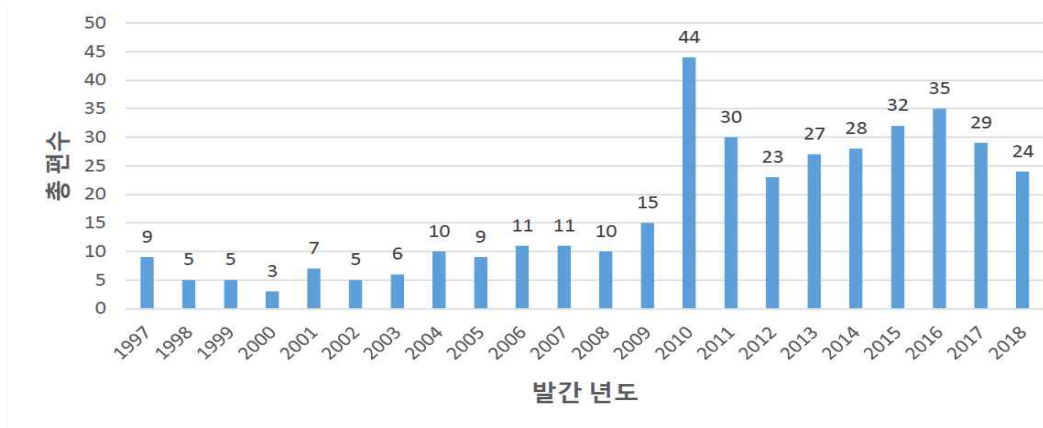
박지순(2017)은 장애인 교육과 관련된 연구 동향을 살펴보고자 학술연구정보서비스 사이트의 10년간의 데이터베이스를 이용하여 연구 목록을 수집하여 해당 결과물을 연구대상으로 선정하였고 키워드 네트워크 분석을 위하여 키워드 클렌징 작업 후 주요 키워드를 추출하였다. 분석 방법으로는 키워드 클렌징과 중심성 분석 및 시각화를 한 후 네트워크 분석의 유목화 과정을 통해 집단을 발견하였다. 임수진과 박형신(2019)는 1998년부터 2018년 8월까지 유아교육관련 7개의 학회지에 게재된 유아 놀이 관련 학술지 논문 406편을 대상으로 언어 네트워크 분석을 실시하는 새로운 접근을 시도하였다. 분석방법으로는 중심성, 예고 네트워크 연결정도 분석 등의 방법을 활용하였다. 연준모(2019)는 유아특수교육분야의 대표적인 학술지인 유아특수교육연구에 의미연결망분석을 적용함으로써 이 학술지의 연구 동향과 지식구조를 탐색했다. 이를 위하여 총 508편의 논문을 대상으로 키워드를 추출하여 총 1911개의 키워드들에 대하여 출현 빈도 및 의미연결망 분석을 실시하였다. 분석 방법으로는 중심성을 지닌 키워드를 도출하고 키워드들 간의 출현 빈도에 대한 비교를 실시하였으며 시각화과정을 통하여 분석결과를 제시하였다. 최지은(2019)은 키워드 네트워크 분석을 활용하여 영유아 놀이 관련 연구 동향을 분석하였다. 이를 위하여 2015년부터 2019년 5월까지 학술지에 게재된 관련 논문을 연도별 학술지별로 파악하였으며 논문에 제시된 키워드에 대한 네트워크 분석을 실시하였다. 분석절차는 분석대상 선정, 키워드 추출과 코딩, 키워드 네트워크 구축, 그리고 키워드 네트워크 분석 및 시각화 과정으로 진행되었다.

### Ⅲ. 연구방법

#### 1. 연구 대상

본 연구에서는 『한국초등수학교육학회지』에 수록된 연구들을 분석대상으로 하였다. 각 연구에 포함된 키워드들이 키워드 네트워크 분석에 활용되었다. 분석대상 수집은 본 학회 홈페이지의 원문서비스를 통해 이루어졌다(<https://kseme.jams.or.kr>). 분석대상 수집범위는 2019년 9월 기준으로 학회 홈페이지 원문서비스에서 1997년 발간호(1권1호)부터 2018

년 22권 4호까지 총 378건을 대상으로 수집하였다. 학회 수집과정 중, 논문에 키워드가 포함되지 않은 2건(4권1호 내 1건, 1권1호 내 1건)을 제외하고 본 연구에 수집된 키워드들은 총 376편의 연구물에 포함된 총 1140개의 키워드들이었다. 분석대상 정리는 Microsoft Excel 프로그램을 활용하여 제목, 저자명, 발간연도, 키워드를 정리하며 이루어졌다. 이러한 과정에 따라 선정된 분석대상에 해당하는 한국초등수학교육학회지의 분석 자료의 연도별 발간 현황은 [그림 1]과 같다.



[그림 1] 『한국초등수학교육학회지』 발간 현황

## 2. 연구 절차

본 연구에서는 연구 동향 분석 방법으로 키워드 네트워크 분석을 실시한 연구들을 근거로 하여 전반적인 연구 절차를 수립하였다(박지순, 2017; 연준모, 2019). 연구 절차는 사전 준비단계에 해당하는 분석대상 선정, 키워드 수집과 정제를 실시한 후 1차 분석으로 키워드 빈도 분석을 수행한 후 2차 분석으로 네트워크망을 파악할 수 있는 시각화 과정을 거쳤다. 구체적으로는 <표 1>과 같이 진행하였다.

<표 1> 연구 절차

단계	주요내용	분석내용
사전 준비단계	데이터수집	-1997년~2018년 학술논문 원문자료 수집
	키워드추출	-초록에 수록되어 있는 키워드 정리 -띄어쓰기 및 기호, 맞춤법 등을 정리하여 키워드를 변인별로 구분 -연도별 키워드를 텍스트파일로 저장
	키워드 중복제거	-Kword프로그램을 실행 -Excel파일로 전환
	키워드 클렌징	-추출된 키워드에 대한 반복적인 클렌징 작업 실행
1차 분석단계	빈도분석	-모든 키워드 빈도분석 -연도별(1997년~2018년) 키워드 빈도분석
2차 분석단계	네트워크 행렬생성	-KTitle프로그램을 실행 -엑셀파일로 전환 -네트워크 행렬에 공백행렬 수작업으로 생성

네트워크 분석	-중심성 분석, 매개중심성 분석, 근접중심성 분석, 아이젠벡 터중심성 분석 -NodeXL을 활용한 네트워크 시각화
------------	---

### 3. 연구 도구

본 연구에서 이용한 연구 도구는 키워드를 산출하기 위해 가장 널리 사용되고 있는 Krkwic(Korean key word in context)프로그램(박한우, Leydesdorff, 2004)을 활용하였다. 산출된 키워드의 네트워크 분석을 위해서는 NodeXL을 활용하였다.

Krkwic은 네덜란드 암스테르담 대학교의 Loet Leydesdorff교수가 개발한 Full Text 소프트웨어를 한국어 분석을 위해 변형한 것이다. 본 연구에서는 Krkwic의 하위 프로그램 중 Krword, Krtitle을 사용하여 텍스트 파일의 빈도를 분석하였다. 이들 하위 프로그램은 텍스트 파일의 빈도분석을 가능하게 해주는 도스 명령어 프로그램으로 각각 수행 가능한 작업은 다음과 같다. Krword 프로그램은 네트워크에 공통적으로 수록된 키워드의 빈도를 계산할 수 있는 프로그램이다. 다음으로 Krtitle 프로그램은 Krword 프로그램과 정해진 키워드 간의 관계를 행렬 매트릭스로 나타내주는 엑셀파일로 출력해주는 프로그램이다.

NodeXL은 Social Media Research Foundation에서 개발한 프로그램으로 Microsoft Excel 프로그램에 template 형태로 결합하여 구동되는 프로그램이다. 이를 이용하여 여러 데이터 베이스에서 온라인 데이터를 수집할 수 있어 최근에 트위터, 페이스북, 유튜브 등의 빅데이터 분석에 활용되고 있는 네트워크 분석도구이다(NodeXL Korea, 2015).

### 4. 자료 분석

본 연구의 자료 분석 방법은 키워드 정제를 위해 분석대상 연구 주제를 취합하는 텍스트 마이닝 과정을 통해 원자료를 생성하였다. 연구 동향을 파악하고자 설정한 연구 문제에 따라 키워드 네트워크 분석을 실시하였으며 이를 위한 구체적인 자료 분석 방법은 다음과 같다.

첫째, 한국초등수학교육학회지 연구에 나타난 키워드 클렌징을 위해 전체 분석대상 연구 논문에서 키워드를 취합하는 과정을 통해 최초 자료를 수집하였다. 최초 자료에는 키워드와 함께 연구제목, 연구자명, 연구년도에 대한 정보를 수집하였다. 수집된 최초 자료에 대한 키워드 클렌징을 위해 키워드에 활용된 단어의 특수기호나 영문을 수정하고 분석에 용이할 수 있도록 맞춤법, 조사, 띄어쓰기를 통일시켰으며 오타나 한자, 영문약자와 혼용되는 연구명을 검토하여 수정하는 과정을 거쳤다. 예를 들면, 지수귀문도(地數龜文圖)의 한자를 삭제, 오류(유형)의 경우 ‘( )’기호를 삭제하고 오류유형으로 수정, 현실적수학교육의 약어인 RME는 현실적수학교육으로 변형하였다. 2차 키워드 클렌징을 위해 수학교육 교수 전문가 1인과 수학교사 1인이 논의과정을 통하여 키워드에서 일반화된 단어와 특정용어를 삭제하고 대체하는 과정을 실시하였다. 예를 들면, 영향, 분석, 연구 등과 같은 단어는 삭제하고 초등수학영재나 수학영재 등은 수학영재로 통일하여 수정하였다. 3차 키워드 클렌징 작업을 통해 수학교육 교수 전문가 1인과 저자 간 논의과정을 통하여 2차 클렌징과 동일한 작업을 반복하여 실시하였다.

둘째, 키워드 빈도 분석을 위해 키워드의 출현 빈도를 분석하였다. 키워드의 출현 빈도 분석은 Krword 프로그램을 활용하여 전체 원자료에 대한 빈도분석을 먼저 시행하고 연도별 빈도를 나누어 분석하였다.

셋째, 한국초등수학교육학회 학술지 연구에 나타난 키워드 간의 관계를 알아보기 위해 Krtitle 프로그램을 활용하여 연구 주제에 나타난 키워드 간의 관계를 Excel파일로 전환한 후 1-mode matrix을 구축하였다. 구축된 행렬을 Excel프로그램에서 NodeXL 프로그램으로 불러들여서 키워드 간의 연결 정도와 중심성을 알아보고 시각화 하여 네트워크 분석을 실시하였다.

넷째, 키워드 간의 집단 특성을 알아보기 위해 NodeXL 프로그램의 클러스터링 분석방법을 활용하여 집단 간 특성을 시각화하여 네트워크 분석을 실시하였다. NodeXL은 네트워크 행렬을 계산하기 위해 Stanford Network Analysis Platform (SNAP) (<http://snap.stanford.edu>)에서 제공한 3개의 클러스터링 알고리즘을 이용하는데, Wakita and Tsurumi 알고리즘과 Girvan-Newman 또는 Clauset-Newman-Moore 알고리즘이다. 각 그룹 클러스터링 알고리즘이 실행되면 키워드는 의사결정 규칙에 따라 집단 중 하나에 할당된다(Conneted Action, 2019). 본 연구에서는 저자 간 협의를 통하여 그룹 분석을 위해 Clauset-Newman-Moore 알고리즘과 Wakita-Tsurumi 알고리즘을 각각 이용하여 집단을 유목화하여 분석을 실시하였다.

## IV. 연구 결과

### 1. 키워드 클렌징 및 빈도분석

#### 가. 키워드 클렌징

학술지 378편의 연구를 분석방법에 따라 키워드 클렌징을 실시한 결과 1차 키워드 클렌징에서 총 1140개의 키워드가 나타났다. 1차 키워드 클렌징에서는 프로그램에서 키워드가 통일되게 인식될 수 있도록 특수기호와 영문을 수정하거나 삭제하고 띄어쓰기를 통일시켰다. 또한 오타나 중복된 단어를 확인하여 삭제하는 과정을 함께 실시하였다.

1차 키워드 클렌징에서 나타난 1140개의 키워드에 대한 2차 키워드 클렌징에서는 수학교육 분야 전문가와 수학교사 및 저자 간 논의를 통하여 일반화된 용어나 의미가 불분명한 특정 용어들을 삭제하여 연구 목적에 맞는 분석이 될 수 있도록 자료를 정제하는 과정을 거쳤다. 3차 키워드 클렌징 과정을 통해 정제과정을 확인하였으며 이상의 과정을 통하여 최종적으로 794개의 유의미한 키워드를 추출하였다.

#### 나. 키워드 빈도 분석

3차 키워드 클렌징 결과 나타난 794개의 유의미한 키워드를 활용하여 Kword 프로그램으로 연구 주제에서 키워드가 출현한 빈도를 분석하였다. 그 중 최소 5회 이상의 빈도로 연구 주제에 나타난 키워드 48개를 주요 단어로 선정하였다. (<표 2> 참고)

표 내용을 살펴보면, 초등수학교육학회지 연구의 연구 주제에서 수학교육과정과 수학교과서가 총 42회의 빈도로 가장 높은 빈도로 추출되었고 그 다음으로 학교수학 31회, 수학기초론 28회, 수학기초론 26회, 수학기초론 26회, 수학교육 21회, 수학기초론 20회로 나타났다. 그 뒤를 이어 수학기초론, 해외, 넓이, 스토리텔링 등 다양한 키워드가 본 학술지 연구에서 제시되고 있음을 알 수 있다.



<표 2> 주요 출현 키워드와 빈도 분석

순위	빈도	키워드	순위	빈도	키워드
1	42	수학과교육과정	25	7	문장제
2	42	수학교과서	26	7	수학교과서분석
3	31	학교수학	27	7	수학영재교육프로그램
4	28	수학문제해결	28	7	수학적추론
5	26	수학영재	29	6	곱셈
6	26	수학적의사소통	30	6	국제비교
7	21	수학교육	31	6	나눗셈
8	20	수학적태도	32	6	분수
9	17	수학학업성취도	33	6	비
10	14	해외	34	6	비례추론
11	12	넓이	35	6	수학수업
12	12	스토리텔링	36	6	수학적사고
13	11	문제만들기교수학습	37	6	연산
14	11	예비교사	38	6	예비교사교육
15	10	소수	39	6	일반교사
16	10	수학적성향	40	6	측정
17	8	개방형문제	41	6	해외수학교과서
18	8	교사연수	42	5	교사의역할
19	8	교수학적내용지식	43	5	교육실습
20	8	수학적창의성	44	5	분수이나눗셈
21	8	오류	45	5	수학교수효능감
22	8	오류유형	46	5	수학에대한흥미
23	7	공간감각	47	5	수학용어
24	7	교수학적변환	48	5	수학평가

## 2. 키워드 네트워크 분석

### 가. 중심성 분석

본 연구에서 키워드 네트워크 중심성 분석 결과는 <표 3>과 같다. 이 표에서 키워드들은 출현빈도 대신 연결 정도 중심성(Degree centrality), 매개중심성(Betweenness centrality), 근접중심성(Closeness centrality), 아이겐벡터 중심성(Eigenvector centrality)을 기준으로 중심성 순위대로 나열하였다. 중심성(Centrality)은 키워드 네트워크 분석 지표 중 일반적으로 가장 많이 사용되는 지표로 한 노드가 전체 네트워크 상에서 얼마나 중심에 위치하는지 정도를 표현하는 지표이다. 중심성 분석을 통해서 전체 네트워크에서 노드가 얼마나 중요한 역할을 하는 노드인지 파악할 수 있다(NodeXL Korea, 2015). 즉, 중심성 분석을 이용하여 전체 네트워크에서 핵심 역할을 하는 키워드가 무엇인지 파악할 수 있으며(박지순, 2017; 이수상, 2012) 키워드 간의 관계에서 어떠한 키워드를 중심으로 연구 동향이 나타나고 있는지 분석할 수 있어 핵심 키워드를 파악할 수 있다(박지순, 2017). 연결 정도 중심성이란 해당 키워드가 얼마나 많은 다른 키워드들과 연결관계를 맺고 있는지를 측정하는 지표이며 노드의 연결된 링크의 수가 많아질수록 해당 노드의 연결 정도 중심성은 높아지게

된다. 매개중심성이란 해당 키워드가 전체 연결망에 얼마나 중재자 및 매개자의 역할을 하는지를 측정하는 지표이다. 근접중심성은 노드들 간의 근접도를 기준으로 정의하며 해당 키워드가 전체 네트워크상에서 얼마나 중앙에 위치하고 있는지를 측정한다. 아이겐벡터 중심성은 직접 연결된 다른 노드들의 개수뿐만 아니라 연결된 다른 키워드의 중요도를 함께 반영한 수치로서 중심성이 높은 노드들과 많이 연결된 노드일수록 아이겐벡터 중심성은 커지게 되어 해당 노드가 영향력 높은 노드와 연결되었는지를 파악할 수 있다.

주요 키워드들의 연결 정도 중심성 수치를 비교한 결과, 연결 정도가 가장 높은 키워드는 수학교과서였으며, 다음으로는 학교수학, 수학교육과정, 수학문제해결, 수학적의사소통, 수학적태도, 수학교육 등이 높게 나타났다. 이러한 키워드들은 매개중심성, 근접중심성, 아이겐벡터 중심성에도 모두 높은 수치를 보여서 다른 키워드들과의 직접적으로 연결된 회수가 높다는 것을 알 수 있어 초등수학교육학회지 연구에 있어서 가장 주요하게 다루어진 키워드로 볼 수 있다.

또한 연결 정도에 비해 확연히 매개중심성이 높은 키워드도 있는데 여기에는 수학교육, 오류, 교사의 역할, 넓이, 수학영재, 예비교사라는 키워드가 있었다. 연구 동향 키워드 네트워크 분석에서 매개 중심성이 높다는 것은 키워드 간의 관계의 흐름에서 높은 통제력을 가지고 있다는 의미이며(박지순, 2017) 다른 키워드들과의 연결을 매개하는 회수가 높게 나타났음을 의미한다.

<표 3> 키워드 네트워크 중심성 분석

키워드	D.C.	B.C..	C.C	E.C.	키워드	D.C.	B.C..	C.C	E.C.
수학교과서	19	202.768	0.013	0.058	곱셈	6	14.305	0.010	0.018
학교수학	18	219.272	0.013	0.060	일반교사	5	27.729	0.009	0.012
수학교육 과정	15	101.528	0.012	0.050	측정	5	7.632	0.008	0.011
수학문제해 결	14	93.618	0.012	0.052	비	5	9.136	0.009	0.014
수학적의사 소통	13	99.109	0.011	0.041	수학에대한 흥미	5	1.942	0.008	0.015
수학적태도	11	46.717	0.010	0.034	수학적성향	5	1.927	0.009	0.023
수학교육	11	64.934	0.011	0.041	수학수업	5	14.194	0.009	0.012
넓이	9	58.204	0.010	0.030	교수학적변 환	5	7.341	0.009	0.019
수학영재	9	64.795	0.010	0.023	국제비교	5	5.524	0.009	0.022
오류	8	48.335	0.009	0.016	교사의역할	4	47.552	0.008	0.008
수학평가	8	27.440	0.011	0.035	수학용어	4	17.118	0.009	0.019
수학학업성 취도	8	12.509	0.009	0.022	오류유형	4	10.309	0.008	0.006
개방형문제	8	22.452	0.010	0.031	연산	4	13.663	0.009	0.013
분수	8	13.365	0.009	0.025	교수학적내 용지식	4	3.167	0.008	0.010

소수	7	26.953	0.009	0.020	교육실습	4	12.158	0.009	0.011
예비교사	7	45.678	0.009	0.018	수학적창의성	4	0.733	0.008	0.013
스토리텔링	7	29.820	0.010	0.024	수학적추론	4	0.234	0.008	0.019
문장제	6	28.135	0.009	0.014	해외수학교과서	4	0	0.008	0.017
비례추론	6	22.995	0.009	0.018	분수의나눗셈	3	3.501	0.007	0.005
교사연수	6	16.250	0.009	0.015	수학교수효능감	3	2.258	0.007	0.005
나눗셈	6	8.324	0.009	0.016	수학교과서분석	3	2.327	0.008	0.006
문제만들기 교수학습	6	19.908	0.009	0.018	수학영재교육프로그램	2	1.536	0.008	0.006
예비교사교육	6	27.849	0.009	0.017	공간감각	2	1.063	0.009	0.009
해외	6	26.693	0.010	0.027	수학적사고	1	0	0.006	0.001

D.C.=연결 정도 중심성(Degree centrality), B.C.=매개 중심성(Betweenness Centrality), C.C.=근접 중심성(Closeness Centrality), E.C.=아이겐벡터 중심성(Eigenvector Centrality)

나. 키워드 네트워크 시각화

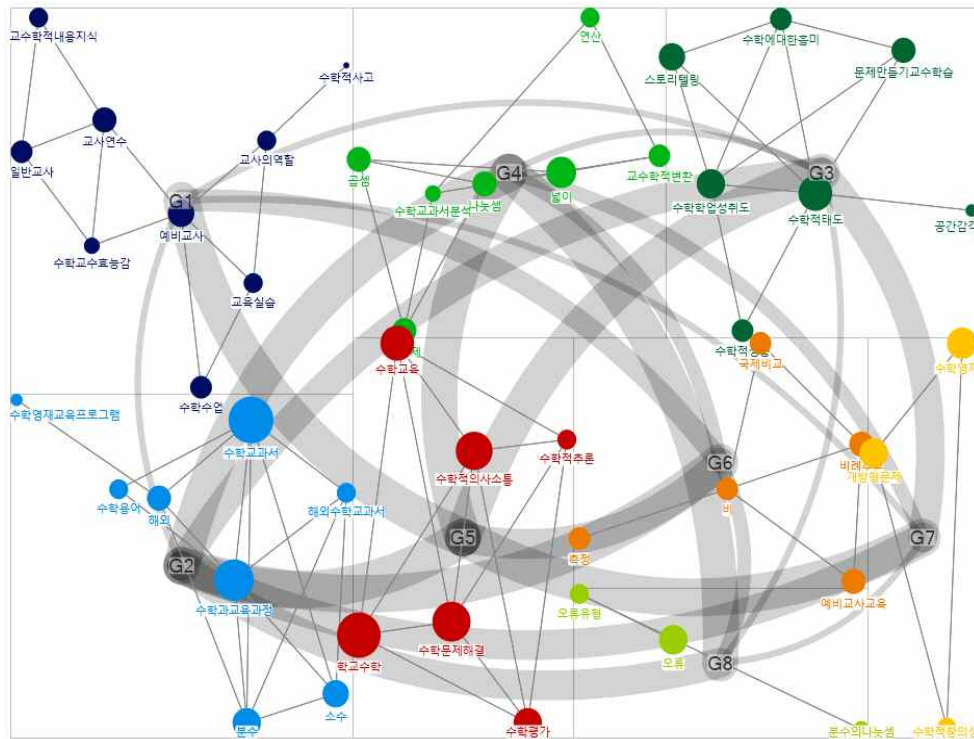
1) 전체 키워드 네트워크 분석

22년간의 본 학술지에서 5회 이상 빈도를 나타낸 연구 주제 키워드 간의 키워드 네트워크를 Fruchterman-Reingold 알고리즘을 사용하여 시각화하면 [그림 2]와 같다. 그림에서 노드의 크기는 연결 정도를 나타내며 모양은 중심성에 따라 분류(매개 중심성의 값에 따라 디스크의 최소 크기는 2.5 최대 크기는 100으로 표시)하였다.

분석결과를 살펴보면, 전체 노드의 수는 48개였고, 이러한 키워드는 총 318개의 연결로 네트워크를 이루고 있었으며, 그래프 밀도(Graph Density)는 0.14로 나타났다. 노드간의 최대 연결거리(Maximum Geodesic Distance)는 6이었고 평균 연결거리(Average Geodesic Distance)는 2.3번으로 나타났다. 그래프 밀도는 실제로 연결된 링크의 수를 이론적으로 가능한 최대 링크 수로 나눈 값으로 계산하며, 이를 통하여 네트워크를 구성하고 있는 노드들 간의 연결된 정도를 나타내게 된다. 노드 간의 연결거리는 두 개의 특정 노드들 사이에 존재하는 다양한 연결경로 중에서 가장 적은 수의 링크단계를 거치는 경로, 즉 가장 짧은 연결경로를 나타낸다. 이러한 노드 간의 연결 거리는 두 노드 간 연결 거리가 짧을수록 노드간의 연결성이 높음을 나타내게 된다. 네트워크상의 모든 연결거리 중에서 가장 긴 연결거리는 네트워크상에서 가장 멀리 떨어져 있는 두 개의 노드의 연결거리를 나타내며 최대 연결거리가 작을수록 신속한 정보 전달이 가능해지고 정보전달의 효율성이 높음을 나타낸다. 평균 연결거리는 네트워크 내 모든 노드 쌍의 연결거리를 산출하여 평균값을 계산한 것으로 네트워크 상 임의의 두 노드가 평균적으로 몇 단계의 링크를 걸쳐서 연결이 가능한지를 보여준다.







[그림 4] Wakita-Tsurumi 알고리즘에 따른 집단 유목화

### 3) Wakita-Tsurumi 알고리즘을 이용한 집단 유목화 분석

Wakita-Tsurumi 알고리즘에 따른 클러스터링 방식을 통해 집단을 유목화 한 키워드 네트워크 결과를 시각화하면 [그림 4]와 같다. 그림에서 총 8개의 집단이 구성되었다. 첫 번째 집단([그림 4]에서 G1)은 교사연수와 예비교사를 중심으로 교육실습, 교사의역할, 교육실습, 교수학적 내용지식 등의 키워드를 공유하고 있어 '예비교사'로 명명하였다. 두 번째 집단([그림 4]에서 G2)은 수학교과서를 중심으로 수학과교육과정, 수학용어, 해외, 소수, 분수 등과 같은 키워드를 공유하고 있어 '수학교과서'로 명명하였으며, 세 번째 집단([그림 4]에서 G3)은 수학적 태도를 중심으로 수학적업성취도, 스토리텔링, 수학적성향, 문제만들기과 같은 키워드를 공유하고 있어 '수학적태도'로 명명하였다. 네 번째 집단([그림 4]에서 G4)은 넓이를 중심으로 수학교과서분석, 연산, 교수학적변화, 문장제와 같은 키워드를 공유하고 있어 '넓이'로 명명하였다. 다섯 번째 집단([그림 4]에서 G5)은 학교수학을 중심으로 수학문제해결, 수학적의사소통, 수학교육 및 수학평가, 수학적추론과 같은 가장 광범위한 키워드를 공유하고 있어 '학교수학'으로 명명하였다. 여섯 번째 집단([그림 4]에서 G6)은 비례추론과 예비교사교육을 중심으로 비, 측정, 국제비교와 같은 키워드를 공유하고 있어 '비와 측정'으로 명명하였으며, 일곱 번째 집단([그림 4]에서 G7)은 수학영재를 중심으로 수학적창의성, 개방형문제 주제를 공유하고 있어 '수학영재'로 명명하였다. 마지막으로 여덟 번째 집단([그림 4]에서 G8)은 오류를 중심으로 오류유형, 분수유형의 키워드를 공유하는 것으로 나타나 '오류'로 명명하여 세부적인 연구 동향 별로 주요하게 다루는 키워드를 유목화 할 수 있었다.

집단 분석 결과는 <표 5>와 같다. 각 집단별 노드수가 '예비교사'는 9, '수학교과서'는 8, '수학적태도'와 '넓이'은 7, '학교수학'은 6, '비'는 5, '수학영재'와 '오류'는 3이었다. 또한 각 집단 엣지값을 비교한 결과 '수학교과서', '예비교사', '학교수학', '수학적태도', '넓이', '비', '수학영재', '오류'순으로 32, 26, 26, 24, 20, 12, 6, 4등으로 나타났다. 또한, 각 집단별 최대연결거리는 '예비교사'가 4로 가장 높았으며, '수학교과서'와 '넓이'는 3, '수학적태도'와 '학교수학', '비'와 '오류'는 2, '수학영재'는 1로 나타났다. 각 집단별 밀도는 '예비교사'가 0.361로 가장 낮았으며, '수학영재'는 1로 나타나 모든 키워드가 연결된 것으로 나타났다. 집단 간 상호연결성의 정도를 알 수 있는 집단 간 엣지값은 '수학교과서'와 '학교수학' 그리고 '수학적태도'와 '학교수학'은 22로 나타나 상호연결정도가 가장 높게 나타났다. 한편, 집단 간 엣지값이 나타나지 않은 경우로 '예비교사'와 '오류', '예비교사'와 '넓이', '수학적태도'와 '비', '학교수학'과 '수학영재'와 같이 나타났으며 이는 집단 상호 간 연결이 없다는 것을 의미한다.

<표 5> Wakita-Tsurumi의 알고리즘을 이용한 집단 분석

집단	키워드노드수	엣지값	최대연결거리	평균연결거리	밀도
예비교사	9	26	4	1.778	0.361
수학교과서	8	32	3	1.344	0.571
수학적태도	7	24	2	1.224	0.571
넓이	7	20	3	1.347	0.476
학교수학	6	26	2	0.944	0.867
비	5	12	2	1.120	0.600
수학영재	3	6	1	0.667	1.000
오류	3	4	2	0.889	0.667

## V. 논의 및 결론

본 연구는 국내 초등수학교육 분야의 대표적인 학술지인 『한국초등수학교육학회지』에 포함된 연구물들을 창간호부터 2018년도까지 분석하여 초등수학교육 분야의 연구 동향과 지식 구조를 살펴보고자 하였다. 연구 결과에서 초등수학교육 분야에서 주요하게 다루어지고 있는 키워드가 추출되었으며, 연구 결과를 토대로 한 논의 및 결론은 다음과 같다.

첫째, 키워드 클렌징과 빈도 분석결과, 전체 기간에서 가장 높은 빈도를 나타낸 키워드는 수학과교육과정과 수학교과서로 나타났으며 다음으로는 학교수학, 수학문제해결, 수학영재, 수학적의사소통 등이 높은 빈도를 보였다. 이를 통해 본 학술지는 수학과교육과정과 수학교과서가 가장 빈번한 주요한 과제로 다루어져 왔음을 알 수 있다. 이는 우리나라 초등수학교육 연구에서 수학교육과정과 수학교과서의 관련 연구가 갖는 비중을 그대로 보여주는 것이라 할 수 있다. 특히, 최근 수학교육동향 연구에서 수학과교육과정 연구가 이루어지는 학교급은 초등학교가 가장 비중이 높은 것으로 볼 때 초등수학교육 연구 분야에서 수학교육과정과 수학교과서 관련 주제가 중요한 키워드임을 알 수 있다. 이와 비교하여

연구 방법에 있어 범주별 분석을 실시한 김유경과 방정숙(2017)의 연구에서는 학습자의 인지적 정의적 특성 및 능력에 이어 교육과정 및 교과서 연구 주제가 두 번째로 높게 나타났으며 하수현 외(2010)의 연구에서는 ‘수업설계 및 방법’ 과 ‘학습자의 인지적정의적 특성 및 능력’ 에 이어 교육과정 및 교과서분석 주제가 세 번째로 높게 나타난바 있다. 이러한 연구 주제의 동향에 있어 본 연구 결과와 차이가 나는 것은 자료 수집 대상의 차이, 분석 대상의 학술지 범위의 차이와 함께 연구 동향을 연구하는 데 있어 연구 방법상의 특성에 따른 것으로 연구 결과의 비교에 있어 해석에 주의가 필요하다.

둘째, 키워드 네트워크 분석에서 중심성 분석결과, 수학교과서 키워드가 가장 높은 중심성 순위를 나타내었으며, 그 다음으로 학교수학, 수학과교육과정, 수학기초해결, 수학적의사소통 순으로 중요한 키워드가 도출되었다. 높은 연결정도와 높은 매개중심성, 근접중심성, 아이겐벡터 중심성을 보이는 키워드들은 초등교육연구에서 핵심적인 주제로 활용되는 키워드로 분석할 수 있으며, 대부분의 초등수학교육 연구와 관련된 연구 주제들이 직접적 또는 간접적으로 해당 키워드와 연결될 수 있음을 의미한다. 특히, 수학교과서는 초등수학교육연구 분야의 키워드 네트워크 중심성 분석결과에서 가장 높은 순위를 나타내는 키워드로 나타나 초등수학교육 분야 연구흐름에 있어 가장 중앙에 위치하고 있으며 영향력 높은 주제들과 연결된 정도가 가장 높은 주제임을 파악할 수 있었다.

또한, 분석된 전체 키워드 네트워크 내의 구조적 특성에 따르면, 키워드 간의 최대연결거리가 6이었고 평균연결거리는 2.3으로 나타났으며 이는 연구 변인들 간의 연관성이 높지 않다는 점을 알 수 있었다. 이는 연구 주제들 간의 연결성이나 맥락이 긴밀하여 특정분야에 밀집되지 않고 다양하며 새롭게 개척되는 주제가 있다는 뜻으로 해석할 수 있다. 최근 4차 산업혁명 시기에 들어 정부차원에서 창의융합형 인재양성을 위한 방법으로 다학제적 융복합을 강조하고 있으며 『한국초등수학교육학회지』의 연구 동향에 있어서도 특정 연구 주제에 편중되지 않고 새로운 주제들이 나타나 긍정적인 방향으로 발전하고 있는 것으로 사료된다.

셋째, 키워드 네트워크 분석의 유목화 과정에 있어서 노드엑셀에서 제공하는 자동화된 그룹 할당 알고리즘을 이용하여 집단 유목화 과정을 통해 분석을 실시하였다.

먼저 Clauset-Newman-Moore 알고리즘 방식으로 키워드 집단을 유목화 분석한 결과, 총 3개의 집단으로 발견되었으며, 각 집단은 ‘수학교과서’, ‘수학수업’, ‘수학적태도’ 로 명명하였다. 3개 집단의 주요 키워드를 구체적으로 분석한 결과, ‘수학교과서’ 집단은 수학교과서 키워드의 중심성 지표가 가장 높게 나타나 초등수학교육 분야에서 수학교과서에 주제에 대한 높은 중요성을 나타내었다. 뿐만 아니라 수학과교육과정의 키워드 중심성 지표 또한 높게 나타나 수학교과서에 이어 높은 중요성을 나타내었다. 수학교과서와 수학과교육과정과 관련된 수학 내용 측면에 대한 키워드로 넓이, 분수, 소수, 비에 대한 것과 오류나 오류유형을 파악하는 키워드가 중심성이 높게 나타났을 뿐만 아니라 해외 수학교과서를 소개, 비교, 분석하는 키워드의 중심성 또한 높게 나타났다. ‘수학수업’ 집단은 학교수학 키워드의 중심성 지표가 가장 높았으며 집단 내 수학적의사소통과 수학기초해결 키워드의 중심성 지표가 높게 나타나 학교수학에 있어 과정적인 측면이 연구되고 있음을 나타내었다. 또한 교사의역할, 예비교사, 예비교사교육, 교사연수, 수학평가 등의 중심성이 높게 나타나 교사전문성과 관련된 주제와의 밀접한 연관을 보였다. ‘수학적태도’ 집단은 집단 내 수학적태도 키워드의 중심성 지표가 가장 높게 나타났으며 이어서 수학기초, 스토리텔링, 개방형문제, 수학학업성취도의 키워드가 높은 것으로 나타난 것으로 보아 수학적으로 사고하는 태도와 관련된 주제들이 밀접한 연관을 보이는 것으로 나타났다.



다음으로, Wakita-Tsurumi 알고리즘을 방식으로 집단을 분석한 결과로는 총 8개의 집단이 발견되었는데, 이들은 각각 연구 주제를 포괄하는 주제어를 활용하여 ‘예비교사’, ‘수학교과서’, ‘수학적태도’, ‘넓이’, ‘학교수학’, ‘비’, ‘수학영재’, ‘오류’로 명명하였다. 이들은 각 집단은 집단 내 키워드 간의 유사한 특성을 보이며 하위 세부 주제가 보다 상세히 관련된 연구 흐름을 나타내고 있었다. ‘예비교사’ 집단은 예비교사와 교사의 역할 키워드의 중심성이 가장 높게 나타났으며, 일반교사, 교사연수, 수학수업과 관련된 주제가 나타났다. ‘수학교과서’ 집단은 수학교과서 키워드의 중심성 지표가 가장 높았으며 집단 내 수학과교육과정, 분수, 소수, 해외, 측정 해외수학교과서, 수학용어 등의 중심성이 높게 나타났다. ‘수학적태도’ 집단은 수학학업성취도, 스토리텔링, 문제만들기교수학습, 수학에대한흥미, 수학적성향 등이 중심성이 높게 나타났다. ‘넓이’ 집단은 문장제, 나눗셈, 곱셈, 교수학적변환 등이 중심성 높았다. ‘학교수학’ 집단에서는 가장 광범위한 주제들을 공유하고 있었는데, 수학문제해결, 수학적의사소통, 수학교육, 수학평가 등이 중심성이 높았다. ‘비’ 집단에서는 예비교사교육, 측정, 국제비교가 중심성이 높게 나타났다. ‘수학영재’ 집단에서는 수학적창의성, 수학영재가 중심성이 높게 나타났으며 ‘오류’ 집단에서는 오류유형, 분수의나눗셈이 나타났다.

키워드 집단 간 유목화 분석을 종합해보면, 초등수학교육연구는 수학교과서를 중심으로 하여 수학교육과정 연구 주제가 가장 활발히 이루어져 왔으며, 학교수학과 연관되어 수학 내용적인 측면으로 넓이, 비에 대한 연구 주제가 이루어져 왔음을 알 수 있었다. 이에 비해 수학 과정적 측면인 수학적 태도에 대한 연구 주제나 수학영재에 대한 연구 주제 부류가 있으나 빈도나 연결 특성에 있어 상대적으로 중요성이 낮게 이루어지거나 부차적인 요소로 간주되고 있음을 알 수 있었다. 또한, 오류에 대한 연구 주제가 다른 주제들과의 연관성도 적고 수도 적음을 알 수 있었다. 이와 관련하여 최근 초등수학교육에 있어 학습자의 다양성을 고려하여 수학학습에 어려움이 있는 학습부진 및 학습장애 학생에 대한 연구가 관심이 증가되고 있으며(조은혜, 홍성두, 2018) 이들을 지도하는데 있어 수학정의적인 부분의 지원 및 이들을 지도하는데 요구되는 교수학습 지표로서 오류에 대한 연구가 부족함이 언급되고 있다(정은주, 2017).

따라서, 지금까지 초등수학교육연구에서 수학교과서와 수학과교육과정의 연구가 일차적으로 연구되는 현재에서 나아가 앞으로는 모든 학생을 위한 수학교육으로 수학영재 주제 뿐만 아니라 학습부진 및 학습장애 학생을 대상으로 하는 수학교육 연구가 활발히 실시될 필요성이 있다.

마지막으로 본 연구가 가지고 있는 제한점과 더불어 향후 연구 동향 분석에 관련된 연구와 관련하여 제언을 제시하면 다음과 같다.

첫째, 본 연구는 한국초등수학교육 분야에 대하여 키워드네트워크 분석을 실시함에 있어 특정 학술지만을 대상으로 하였기 때문에 다른 학술지에 속한 초등수학교육 관련 연구들을 대상 논문으로 포함시키지 못했다. 본 연구 결과 연구물에 키워드를 중심으로 연구 주제를 분석하는 것은 연구 내용의 핵심주제를 파악할 수 있고 가장 일반적인 키워드를 선정하여 연구 흐름을 분석할 수 있었다. 따라서 연구 동향 분석에 관련된 후속 연구에서는 다수의 전문 학술지에서 초등수학교육연구들을 대상 논문으로 포함시킨다면 초등수학교육 분야의 연구 동향을 보다 폭넓게 파악할 수 있을 것이다.

둘째, 본 연구에서는 키워드 네트워크 분석방법을 통한 연구 동향을 파악하고자 노드엑셀이라는 도구를 활용하였다. 분석과정에서 주로 해당프로그램에서 구현 가능한 직관적인 방식으로 그 관계를 분석하였다. 최근 소셜 네트워크 분석을 위한 연구가 각광을 받으며

이를 접목한 연구 동향의 연구 방법에 있어서도 새로운 분석 방법이 지속적으로 제시되고 있다. 본 연구에서 사용한 노드엑셀에서 제공하는 집단 유목화과정의 의사결정 알고리즘 또한 지속적인 연구가 이루어지고 있으며 알고리즘에 따라 집단 유목화 결과에 차이가 있었다. 본 연구에서 이용한 프로그램 외에도 UCINET, Pajek, NetMiner, Gephi 등의 분석도구들이 있어 이들 도구들의 장점을 활용하거나 미처 탐색하지 못한 알고리즘을 이용한 분석을 실시한다면 보다 새로운 관점을 발견하여 연구의 의의를 찾을 수 있을 것이다.

셋째, 본 연구에서는 연구 동향을 파악하는데 연구물의 키워드를 대상으로 분석을 실시하였다. 네트워크 분석에 있어서 분석의 대상으로는 키워드 외에도 저자간의 관계, 기관간의 관계, 각종 학문 분야 간의 관계를 대상으로 분석을 수행할 수 있다. 이러한 다양한 분석 대상에 따라 네트워크 분석을 하는 것은 기존의 연구와의 연결성과 더불어 새로운 동향을 파악할 수 있게 할 것이다. 따라서 후속 연구에서는 기존에 실시된 연구와 더불어 분석 대상을 다양하게 시도하여 보다 거시적인 초등수학교육연구 동향을 파악하여 창의적인 해석을 제시할 수 있을 것이다.

## 참 고 문 헌

- 강은경 (2018). 초등교사의 수학수업전문성. **대한수학교육학회 2017 연보 초등수학수업전문성** (pp. 7-18). 서울: 경문사.
- 교육부 (2015). **초·중학교 교육과정 총론**. 교육부 고시 제2015-80호.
- 권나영, 김래영, 김구연 (2011). 초,중등 수학과 교육과정 연구의 주제별 동향 분석. **A-수학교육**, 50(4), 507-520
- 김상아, 강정배, 변찬석 (2015). 언어 네트워크 분석(Semantic Network Analysis)을 이용한 국내 학습장애 연구 동향 분석. **특수교육재활과학연구**, 54(2), 449-471.
- 김유경, 방정숙 (2017). 초등수학교육 연구동향: 최근 7년간 게재된 국내 학술지 논문을 중심으로. **C-초등수학교육**, 20(1), 19-36.
- 김종훈, 최우식, 정미라 (2017). 키워드 네트워크 분석을 통한 유아교육연구의 연구동향 및 지적구조. **유아교육연구**, 37(3), 269-288.
- 남인용, 박한우 (2007). 대권 예비후보자 관련 신문기사의 네트워크 분석과 홍보전략. **한국정당학회보**, 6(1), 79-107.
- 박선영, 김원경 (2011). 국내외 수학교육 연구 동향 비교 분석, **수학교육**, 50(3), 289-310
- 박지순 (2017). 키워드 네트워크 분석을 통한 장애인 교육 관련 연구 동향 분석. **특수교육재활과학연구**, 56(2), 107-126
- 박한우, Leydesdorff (2004). 한국어의 내용분석을 위한 KrKwic 프로그램의 이해와 적용. **한국자료분석학회지**, 6(5), 1377-1387
- 선우진, 방정숙 (2019). 국내 수학 교사교육 연구의 동향 분석: 2000년 이후 게재된 한국수학교육학회의 학술지 논문을 중심으로. **A-수학교육**, 58(1), 121-138
- 연준모 (2019). 『유아특수교육연구』의 연구동향 및 지식구조. **유아특수교육연구**, 19(2), 173-204.
- 이성용, 김진호 (2017). 키워드 네트워크 분석을 통한 지적장애연구학술지의 최근 연구 동향 분석. **지적장애연구**, 19(1), 1-19.
- 이수상 (2012). **네트워크 분석 방법론**. 서울: 논형.
- 임수진, 박형신 (2019). 언어 네트워크 분석에 기초한 ‘놀이’의 의미구조 탐색: 유아교육 분야 학술지 게재 논문을 중심으로. **유아교육연구**, 39(2), 385-407
- 정은주 (2017). 2015 개정 초등학교 1~2학년군 수학과 교과용 도서의 적합성 분석: 학습부진 학생 지도 관점에서. **특수교육교과교육연구**, 10(3), 135-153.
- 조남욱, 조규락 (2017). 키워드 네트워크 분석을 통한 『상담학연구』의 연구동향과 지식구조 탐색. **상담학연구**, 18(2), 1-19.
- 조은혜, 홍성두 (2018). 초등 학습부진 및 학습장애 학생의 수학중재연구 동향분석. **교육연구**, 71, 133-154.

- 조혜정, 김인수 (2016). 수학 학습에서의 정의적 영역에 관한 국내 연구 동향 분석. **E-수학 교육 논문집**, 30(1). 67-83
- 진영수, 강홍재 (2014). 일본의 초등수학교육 연구 동향 - 최근 10년간을 중심으로 -. **한국 초등수학교육학회지**, 18(2), 341-355.
- 최지은 (2019). 키워드 네트워크 분석을 활용한 영유아 놀이 관련 연구동향 분석, **학습자중심교과교육연구**, 19(14), 605-626.
- 하수현, 방정숙, 주미경 (2010). 초등수학교육 연구동향 -최근 5년간 게재된 국내 학술지 논문을 중심으로-. **A-수학교육**, 49(1). 67-83
- 한채린, 권오남 (2018). 국내 초기 대수 교육 연구의 동향과 과제 : 초등 수학을 중심으로 . **한국초등수학교육학회지**, 22(2), 115-142.
- Conneted Action (2019).  
<https://www.connectedaction.net/nodexl-clusters-components-and-groups-creating-and-managing-collections-of-vertices/> 에서 2019년 10월 인출.
- Danowski, J. (1993). Network analysis of message content. *Prog Commun Sci.* 12. 198-221.  
[https://www.researchgate.net/publication/312411253\\_Network\\_analysis\\_of\\_message\\_content/link/5cd8be16458515712ea67b4b/download](https://www.researchgate.net/publication/312411253_Network_analysis_of_message_content/link/5cd8be16458515712ea67b4b/download) 에서 2019년 10월 인출.
- NodeXL Korea (2015). **노드엑셀따라잡기**. 서울: 페러다임북
- Stein, M. K., Remillard, J. T., & Smith, M. S. (2007). How curriculum influences student learning. In F. K. Lester (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp.319-370). Charlotte, NC: Information Age.

<Abstract>

A Study on the Research Trends of  
『Journal of Elementary Mathematics Education in Korea』  
through a Keyword Network Analysis

Moon, So Young<sup>4)</sup>; & Cho, Jinseok<sup>5)</sup>

The purpose of this study is to explore the research trends and knowledge structures of 『Journal of Elementary Mathematics Education in Korea』 by applying the keyword network analysis. To do this, we analyzed the frequency of the occurrence of keywords in the journal and conducted keyword network analysis using the Krkwic program and NodeXL program. The results of the analysis are as follows. Firstly, 749 keywords were extracted from keyword cleansing process and 48 keywords, including mathematics curriculum, mathematics textbooks, school mathematics, mathematical problem solving, mathematically gifted student, etc. appeared more than five times. Secondly, the keyword network analysis showed that the keywords—mathematics textbooks, school mathematics, mathematical problem solving, mathematical communications—have high connection centrality. Finally, we provided the limitations of this study and suggested future research.

Key words: keyword network analysis, centrality, elementary mathematics education, research trends

논문접수: 2019. 10. 17

논문심사: 2019. 11. 04

게재확정: 2019. 11. 14

---

4) bawi2002@hotmail.com

5) dol0425@bnue.ac.kr