

네트워크 텍스트 분석을 활용한 대학부설 과학영재교육원의 중등수학 강의교재 분석

김 성 연 (서울대학교)
이 선 영 (서울대학교)[†]
신 종 호 (서울대학교)
최 원 (인천대학교)

본 연구는 중등수학 강의교재를 대상으로 네트워크 텍스트 분석을 실시하여 향후 수학영재 교재개발 및 수정에 대한 시사점을 제안하였다. 분석대상은 2002년부터 2014년까지 한 대학부설 과학영재교육원에서 사용한 110개의 강의교재에 제시되어 있는 학습목표를 활용하였다. 주제어 빈도 분석은 KrKwic, 행렬화 작업은 KrTitle, 사회 네트워크 분석은 NetMiner4.0 프로그램을 활용하였으며, 네트워크의 기본정보, 중심성, 중앙성, 톱노드, 그리고 k-코어 분석을 수행하였다. 구체적인 연구결과는 다음과 같다. 첫째, 전체 주제어 네트워크에는 '다양성', '이해', '개념', '방법', '적용', '연결성', '문제해결', '기본', '실생활', 그리고 '사고력' 등을 포함하는 핵심 주제어 네트워크가 형성되어 있으며, 중심성 분석 결과 지식 측면이 강의교재에 잘 반영되어 있는 것으로 나타났다. 둘째, 영재교육진흥종합계획 시기별로 주제어 네트워크를 분석한 결과, 시기에 상관없이 '이해'를 중심으로 네트워크가 구성되고, '문제', '해결', 그리고 '문제해결' 사이의 연결강도가 높게 나타났다. 반면에 중앙성 분석 결과 제1차 영재교육진흥종합계획 시기에는 '의사소통', 제2차 시기에는 '발견', 그리고 제3차 시기에는 '증명'만이 나타났다 사라지는 특성을 보였다. 이러한 연구결과를 바탕으로 강의교재에 정의적 측면과 복잡한 인지과정 차원을 수반하는 활동이 포함되어져야 하며, 학습목표의 타성화와 무역사성이 발생하지 않도록 할 것을 제안하였다.

I. 서론

우리나라의 수학영재교육은 2000년에 영재교육법이 공포된 이후, 제1차 영재교육진흥종합계획 기간(2003-2007)과 제2차 영재교육진흥종합계획 기간(2008-2012)을 거쳐 공교육의 일환으로 영재학교, 각 교육청 산하의 영재교육원, 대학부설 과학영재교육원, 그리고 단위학교나 지역 공동으로 운영되는 영재학급에서 실시되고 있으며, 현재는 제3차 영재교육진흥종합계획(2013-2017)이 시행 중에 있다(서예원 외, 2012). 이와 같은 국가적 차원의 지원과 관심의 결과로 영재교육의 양적인 팽창과 함께 영재교육 전반에서 보다 나은 발전을 이룩하게 된 것은 부인할 수 없는 사실(한기순, 양태연, 2007)이지만, 수학영재에게 질 높은 수학을 제공해야한다는 수학교육이라는 측면의 접근, 즉 수학영재수업에서 실제로 어떻게 강의교재가 개발되며, 어떤 내용이 강의교재에 포함

* 접수일(2015년 6월 16일), 심사(수정)일(2015년 9월 1일), 게재 확정일(2015년 9월 5일)

* ZDM 분류 : B63, D93

* MSC2000 분류 : 97B60, 97D30

* 주제어 : 강의교재, 네트워크 텍스트 분석, 수학영재, 학습목표

* 본 연구는 2013년 교육부의 제원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구입니다(KRF-2013S1A3A2055007).

* 본 연구는 2015년 수학교육관련학회 연합학술대회에서 발표한 원고를 수정·보완한 것입니다.

* 본 연구의 자료정리에 도움을 준 서울대학교 교육학과 강미라, 김셋별 원생에게 고마움을 표합니다.

[†] 교신저자 : seonylee@snu.ac.kr

되었으며, 그리고 그 내용을 어떻게 제공하고 있는지에 대한 연구는 미흡한 편이다(김상미, 2013). 실제로 대부분의 영재교육기관들은 해당 교육기관의 교육영역 및 목적 등에 적합한 교육프로그램을 자체 개발하여 운영하고 있으며, 영재교육진흥법 개정 법률 제 13조에서도 당해 교육기관이 정한 별도의 교과용 도서를 제작하여 사용하거나 그 밖의 교재 및 자료를 사용하여 교육할 수 있다고 규정하고 있다. 따라서 영재교육현장에서 직접 사용하고 있는 강의교재에 대한 심층적인 이해가 필요하다.

교재란 교육을 위하여 교육과정에서 선정하고 배열한 내용에 따라 교과 지식과 경험의 세계를 학생들의 발달 단계나 학습 능력에 맞도록 편집하여 학생들이 학습의 기본 자료로 사용할 수 있도록 제작된 것을 말한다(교육법진, 1997). 또한 좋은 교재는 학생들의 학습 발달을 도와줄 뿐만 아니라 흥미를 높여 학습을 지속적으로 가능하게 하며, 교사에게는 그 구성과 내용이 의도한 수업의 구성과 내용에 부합하여 실제 수업에서 쉽게 적용할 수 있을 뿐만 아니라 다양한 방식으로 활용할 수 있는 가능성도 함께 제공해 준다(Neuner, 1995). 만일 적당한 교재가 준비되지 못할 경우엔 학생들은 스스로 학습의 방향을 정하기 어렵고, 교사 역시 수업 준비를 기초자료 수집에서부터 출발해야 하는 어려움을 겪게 된다(신형욱, 2008). 특히 수학교육에서 Krutetskii(1976)는 체계적으로 개발된 좋은 교재만으로도 학생들을 위한 교육이 충분하다고 할 만큼, 교재는 수업에서 교사가 사용할 수 있는 최고의 교육 도구(Blystone & Dettling, 1990)이며, 교사와 학생에게 가장 중요한 학습 자료로 간주되고 있다(정문호, 2008).

수학영재 강의교재와 관련한 국내의 대다수 연구들(강병련, 김희영, 2008; 권은정, 황우형, 2012; 방승진 외, 2004; 이윤경, 이종권, 2012; 정지연, 2010; 진세화, 2005)은 강의교재들의 제목 또는 목차를 연구대상으로 정하고, 미리 정해진 분류틀에 의거하여 내용의 구성이나 빈도를 분석하고 비교함으로써 강의교재를 개선할 수 있는 방안들을 제시해왔다. 이는 영재교육기관들이 실제 수업에서 사용하는 강의교재 선정과 관련한 기준이나 결정 과정은 문서로 밝히지 않고 있으며, 영재교육 담당자들도 강의교재가 사교육시장에 노출되는 것을 극도로 꺼려 이를 공개하지 않고 있는 현실상의 제한점으로 인한 것으로 사료된다. 따라서 이러한 연구들에는 두 가지 문제점이 제기 되어 왔으며, 본 연구에서는 이를 반영하여 연구를 수행하였다.

첫째, 강의교재 분석 대상의 적절성에 대한 문제이다. 일반적으로 제목이 강의교재의 내용을 가장 포괄적으로 함축한다는 전제를 기반으로 연구들이 수행되었지만, 수학영재학생들의 흥미와 호기심을 일으킬만한 단어들로 강의교재의 제목이 구성되는 경우를 비롯하여 일부 제목들은 강의교재의 내용을 명확히 제시하는데 한계가 있다(강병련, 김희영, 2008; 방승진 등, 2004; 이윤경, 이종권, 2012; 정지연, 2010; 진세화, 2005). 따라서 이 연구에서는 강의교재 뿐만 아니라 실제 강의 내용과 가장 가깝게 연결되어 있으며(한혜정, 박순경, 이근호, 이승미, 2012), 수업을 마친 후에 학생이 어떤 능력을 갖게 될 것인지를 구체적으로 밝히고 있는 학습목표(노선숙, 김민경, 유현주, 차인숙, 2001; 이영하, 최지안, 2008; 이종희, 김기연, 2007; 한혜승, 1996; Eisner, 1994)를 연구대상으로 정하였다. 이러한 학습목표를 대상으로 한 연구의 분석 결과는 전체적인 수업의 흐름을 파악하고 바람직한 수업 내용과 활동을 선정하고 조직하는데 기여함으로써(홍후조, 2002) 향후 수학영재 강의교재를 개발하고 수정하는데 시사점을 제공할 수 있다.

둘째, 객관적이며 정확성을 확보한 분석 방법을 사용했는지에 대한 문제이다. 연구자에 의해 미리 만들어진 분류틀에 의거하여 강의교재를 분석한다는 것은 범주에 지나치게 의존적이어서 외적타당성이 제한되었다는 지적이 제기되어왔다(Danowski, 1993). 일반적으로 이러한 문제점을 보완하기 위해서는 내용 분석 연구가 수행되어져 왔다(양수연, 2011; 이혜숙, 김영신, 2008; 하소현, 광대오, 2008; Berger, 2000). 그러나 내용 분석은 분석 범주와 단위가 주관적일 수 있고, 임의로 자료 입력 및 코딩이 시행될 수 있다는 단점을 가진다. 또한 컴퓨터에 비해 정보가 정확하지 않을 수 있고, 연역적인 방법을 쓰기 때문에 데이터 자체가 이야기하는 바를 놓칠 우려가 있다(Doerfel, 1998). 따라서 이 연구에서는 내용 분석과 사회 네트워크 분석을 연계하여 보다 객관적인 입장에서 교육과정 문서를 연구하기에 적합한 것으로 알려져 있는 네트워크 텍스트 분석 방법을 사용하였다(박선헌, 박은

해, 2014; 성열관, 2010). 이 방법은 텍스트에 출현하는 단어와 단어 사이의 관계를 연결선으로 표시함으로써 구축되는 네트워크를 기반으로 현상을 해석하는 분석 기법(Popping, 2000)으로 단어의 출현 빈도를 분석하는 대신 특정 단어와 동시에 출현하는 단어가 무엇인가에 보다 초점을 맞춘다(김방희, 김진수, 2014; 최영출, 박수정, 2011). 즉, 네트워크 텍스트 분석은 범주에 해당하는 강의교재의 수를 합산하는 양적인 방법이 아니라, 강의교재의 주제 혹은 특정 단어와 동시에 출현하는 단어가 어떤 것인가를 파악함으로써 강의교재에 드러난 내용과 내재된 의미를 단어 사이의 구조적 관계를 통해 파악할 수 있다는 점에서 적절한 방법이다(Roberts, 1997).

한편 제1, 2차 영재교육진흥종합계획 기간 동안 대학부설 과학영재교육원의 중등과정은 기초, 심화, 사사과정의 3단계로 구성되어 있던 것에 반해, 제3차 영재교육진흥종합계획이 시행 중인 현재는 심화과정, 사사준비과정, 사사과정의 3단계로 심화학습을 기본 방향으로 설정하고 있다. 이는 대학부설 과학영재교육원의 중등수학과정이 정규 학급에서 배우는 수학교과 내용보다 심화되고 폭넓게 배울 것을 지향하고 있음을 의미한다(김상미, 2013). 또한 수학영재들은 그들의 학습 속도가 보통 학생들보다 매우 빠르고 그들이 소화해내는 학습의 양도 많으며 동시에 그들이 요구하는 학습 수준도 매우 높다. 이처럼 일반 학교의 정규 교육과정은 수학영재들의 지적 특성이나 학습 특성에 적합하지 않지만(최용만, 2005), 실제 대부분의 영재교육 대상자들은 일반 학교에서 정규 수학교육을 받으면서 동시에 수학영재교육을 받고 있다. 따라서 수학영재 강의교재를 실제 수학영재교육 현장에서 사용되었던 시기의 정규 수학교과 교육과정과의 관련성을 살펴봄으로써 정규 교육과정과 차별화 되어 있는 부분을 구체적으로 파악하는 것은 중요한 부분이라고 할 수 있다.

이 연구에서는 고도의 영재학생을 대상으로 대학의 인적·물적 자원을 활용하여 수준 높은 영재교육을 실시하려는 목적을 지닌 한 대학부설 과학영재교육원에서 2002년부터 2014년까지 사용한 중등수학 강의교재의 학습 목표를 대상으로 네트워크 텍스트 분석을 실시함으로써 향후 수학영재 교재개발 및 수정에 대한 시사점을 도출하고자 한다. 또한 정규 수학교과 교육과정을 바탕으로 영재교육진흥종합계획 시기별로 수학영재 강의교재에 어떠한 변화가 있었는지를 함께 살펴본다. 구체적으로 연구문제는 다음과 같다.

첫째, 전체 중등수학 강의교재의 주제어 네트워크 구조는 어떠한가?

둘째, 영재교육진흥종합계획 시기별 중등수학 강의교재의 주제어 네트워크 구조는 어떠한가?

II. 이론적 배경

1. 네트워크 텍스트 분석

네트워크 텍스트 분석은 텍스트에 출현하는 단어와 단어 사이의 관계를 연결선으로 표시함으로써 구축되는 네트워크를 통해 텍스트에 드러나 있는 내용과 내재된 의미를 과학적인 엄격성을 적용하여 찾아내는 것을 목적으로 한다(Popping, 2000; Roberts, 1997). 네트워크 텍스트 분석은 텍스트를 구성하는 언어와 이러한 언어 간의 관계를 분석한다는 측면에서 언어 네트워크 분석(Diesner & Carley, 2005), 단어 네트워크(Danowski, 1993), 네트워크 텍스트 분석(Carley, 1997), 의미론적 그물(Reimer, 1997), 개념 네트워크(Popping, 2000), 단어중심 네트워크(Corman, Kuhn, Mcphee, & Dooley, 2002), 그리고 의미론적 네트워크(Ryan & Bernard, 2000)라는 용어로 학자들에 따라 다르게 불려왔으나, 현재는 네트워크 텍스트 분석(Paranyushkin, 2011, 2012)이 일반적인 용어로 사용되고 있다(박치성, 정지원, 2013).

구체적으로 네트워크 텍스트 분석에서의 개념이란 하나 또는 그 이상의 단어 합성체로 사회네트워크 분석에서의 결점(node)에 해당하며, 개념 사이의 연결은 선(link)에 해당한다. 즉, 분석 단위가 문장이라고 한다면, 한 문장 안에서 동시에 둘 이상의 개념이 논의된다는 것은 서로 관계가 밀접하다는 것을 의미하며, 이러한 관계들의 결합은 사회 네트워크 분석의 네트워크 지도를 형성하게 된다. 사회 네트워크 분석의 가장 큰 장점 중 하나

는 시각화된 네트워크 지도를 보면서 핵심 개념과 주변에 있는 단어들이 어떤 구조를 가지고 있는지 한 눈에 알아볼 수 있다는 것이다. 따라서 네트워크 텍스트 분석을 위해서는 상이한 텍스트 내 단어들의 빈도에 관한 정보를 담고 있는 단어 간 공출현 행렬(co-occurrence matrix)이 도출되어야 하며, 이 행렬을 사회 네트워크 분석에서의 인접 행렬(adjacent matrix)로 간주하여 분석하게 된다(심준섭, 2011).

사회네트워크 분석에서 네트워크 연결 구조의 특성을 파악하기 위해서는 일반적으로 네트워크의 기본정보, 중앙성(centrality), 중심화(centralization), 그리고 하위 네트워크 분석을 실시한다(조재인, 2011; Smith, 2009). 네트워크의 기본정보는 결점 수, 연결선 수, 밀도(density), 평균 최단거리, 지름으로 구성된다. 결점 수는 행렬화 작업에서 추출된 단어 가운데 중복되는 것을 제외한 숫자, 그리고 연결선 수는 각 결점을 연결하는 선의 총합을 의미한다. 밀도는 네트워크에서 결점들 사이의 연결정도를 의미하며, 연결선의 수가 많을수록 결점 사이의 관련이 높음을 나타낸다. 평균 최단거리는 네트워크 내에서 두 결점 간의 다양한 경로 거리 중에서 가장 짧은 경로에 대한 평균을 의미하며, 지름은 네트워크 내 가장 긴 최단거리를 의미한다. 이러한 평균 최단거리와 지름이 짧을수록 좁은 세상 네트워크의 구조를 지니고 있다고 할 수 있다(최일영, 이현수, 2014).

중앙성은 권력과 영향력이라는 개념과 연결되어 가장 많이 쓰이는 지표 가운데 하나로 본 연구에서는 연결 중앙성(degree centrality), 인접 중앙성(closeness centrality), 그리고 사이 중앙성(betweenness centrality)을 활용하여 분석하였다. 각각의 용어를 살펴보면 다음과 같다. 연결 중앙성은 한 결점이 다른 결점들과 얼마나 직접적으로 연계되었는지를 나타내는 정도로 연결 정도가 많을수록 값은 높아진다. 인접 중앙성은 한 결점이 다른 결점에 얼마나 가깝게 있는지를 나타내는 정도로 경로 거리의 합이 작은 결점이 네트워크 전체의 중심을 차지하게 된다. 사이 중앙성은 한 결점이 네트워크 내의 다른 결점들 사이에 위치하는 정도로 한 결점이 다른 결점들 사이의 최단거리를 연결하는 선에 위치할수록 값은 높아진다. 즉, 사이 중앙성은 다른 결점들 사이에서 다리(bridge) 또는 중재자(broker) 역할을 측정한다(김용학, 2013). 이러한 중앙성 지표들은 네트워크 텍스트 분석에서 핵심 주제어 탐색을 위해 적용할 수 있다. 즉, 직접적으로 다른 주제어와 빈번하게 상호작용을 하는 주제어는 연결 중앙성으로, 간접적인 관련성을 포함한 경우는 인접 중앙성으로, 그리고 한 주제어가 다른 주제어와 네트워크를 구성하는 데 다리 또는 중재자의 역할을 하는 정도는 사이 중앙성으로 해석할 수 있다.

중앙성 지표가 어떤 결점이 네트워크 내에서 얼마나 중심적인 위치를 차지하는가에 초점을 둔다면, 중심화 지표는 전체 네트워크의 형태가 어느 정도 중앙에 집중되었는지를 개념화한 것으로 한 네트워크가 전체적으로 얼마나 중앙 집중적인 구조를 가졌는지, 또는 네트워크가 얼마나 한 점을 중심으로 결속되었는지를 측정하며 퍼센트(%)로 표시한다. 100%는 하나의 주제어가 전체 네트워크를 장악하여 단일 네트워크로 집중화되어 있음을 의미하고, 0%에 가까울수록 집중화된 정도가 낮아 전체 네트워크가 상대적으로 분산되어 있음을 의미한다. 중심화(centralization) 지표를 측정하는 방법은 가장 중심적인 결점과 다른 모든 결점들의 중앙성 지표 값들 간의 차이를 각각 구하여 이를 모두 합한 다음, 이것을 논리적으로 가능한 최댓값으로 나누는 것이다. 본 연구에서는 연결 중심화(degree centralization)와 사이 중심화(betweenness centralization)를 활용하여 분석하였다. 연결 중심화는 전체 네트워크 중에서 일부분에 집중되어 있는 정도, 그리고 사이 중심화는 핵심 주제어를 중심으로 하는 하위 네트워크가 얼마나 서로 연결되어 있는지를 나타낸다(김용학, 2013; 이우형, 석영철, 박준철, 2012).

하위 네트워크 분석을 위해서는 컴포넌트(component)와 k-코어(k-core)를 활용하였다. 컴포넌트는 전체 네트워크 내의 결점들 중 하나의 연결체계로 구성된 결점들의 집합으로, 컴포넌트 내의 결점들은 서로 정보의 교환 및 확산이 빠르다는 것을 의미한다. 즉, 컴포넌트는 네트워크 내 정보의 흐름이 원활한지 또는 하위집단 파편화 가능성이 있는지의 여부를 측정한다. 또한 k-코어는 복잡한 네트워크를 모든 결점들이 k개 이상의 연결선을 포함하도록 하위 네트워크를 단순화함으로써 핵심적인 네트워크를 구축 하는데 사용한다(최일영, 이현수, 2014; Hanneman & Riddle, 2005).

2. 수학교과에서 학습목표에 관한 연구

학습목표는 수업을 마친 후에 학생이 어떤 능력을 갖게 될 것인지를 구체적으로 진술한 가장 구체적인 수준의 목표이다(Eisner, 1994). 즉, 학습목표는 학생들에게 무엇을 학습하면 되는가를 분명히 제시하여 학생 스스로 목표를 세우게 하고, 이 목표에 집중하게 함으로써 학습의 질을 높이게 한다(남한호, 2007). 또한 교사에게는 수업이 끝난 후에 평가의 근거가 되는 학생들의 행동변화에 대한 결과를 명확히 함으로써 바람직한 수업의 내용과 활동을 선정하고 조직할 수 있도록 의사결정의 방향을 제시하는 지도의 역할을 한다(강현석, 2005; 김인식, 최호성, 1990; 변영계, 1984). 이러한 학습목표는 실제 수업에서 가르칠 내용과 가장 가깝게 연결되어 있으며, 교사와 학생 모두 학습목표를 명확하게 의식하고 있는지의 여부에 따라 수업의 성패는 결정된다(한혜정 외, 2012). 특히 수학교과는 다른 과목보다 학습동기 유발 자체가 어렵고, 많은 학습내용 때문에 수업시간마다 학습목표를 설정하고 이를 명확하게 인식하는 과정이 중요하게 고려되어야 한다(권성룡, 2012).

수학교과에서 학습목표에 대한 연구들은 학습목표의 정의와 중요성에 대한 연구, 학습목표 자체를 분류하는 연구, 그리고 분류한 학습목표 체계를 수학교과에 적용하는 것으로 나누어 볼 수 있다. 각각을 살펴보면 다음과 같다. 학습목표의 정의와 중요성에 대한 연구로 한혜승(1996)은 6차 교육과정의 중학교 1학년 학습목표를 ‘수학적 대상’, ‘수학적 구조’, ‘수학적 사고’, ‘수학적 언어’, ‘수학적 기능’, 그리고 ‘응용’의 6가지로 분류하여 빈도 분석을 한 결과, ‘수학적 사고’의 비중이 매우 높게 나타났으며, 이를 바탕으로 ‘수학적 사고’는 수학교육에서 필수적이며 지도의 방향도 학생들의 사고력을 신장시킬 수 있는 방향으로 이루어져 있다고 밝혔다. 노선숙 외(2001)는 수학교과 교육과정의 일반목표를 분석한 결과 모든 학생들에게 가치 있으며 도달 가능한 목표설정이 있어야 하며, 이를 위해 ‘수학적 힘’의 신장과 밀접하게 관련된 목표를 구체적으로 제시하고, 창의력과 문제해결능력의 교수-학습을 통하여 수학적 원리, 개념, 그리고 법칙에 대한 진정한 이해가 가능하다는 사고 변화의 필요성을 제시하였다. 이영하, 정주연(2008), 그리고 이영하, 최지안(2008)은 각각 함수 단원과 통계 단원을 분석하여 실용성 목표와 행동 중심적 목표에 대한 중요성과 개선되어야 할 점을 제시하였다. 또한 이종희, 김기연(2007)은 수학영재를 대상으로 창의적 생산력 신장이라는 학습목표의 중요성을 강조하고 이에 따른 교수 및 평가활동에 대한 방향을 제시하고 창의적 산출물 평가에 대한 방안을 논의하였다.

수학교과에서 학습목표를 분류한 연구들은 다음과 같다. Bloom(1956)은 복잡성의 원칙을 도입하여 교육목표 분류체계를 크게 ‘지식’, ‘이해’, ‘적용’, ‘분석’, ‘종합’, 그리고 ‘평가’로 제시하였다. 그러나 Bloom(1956)이 사용한 교육목표라는 용어는 교사가 전개하는 수업과 직접적인 연관이 있으며(Anderson, 2002) 우리나라 교육과정의 내용 영역별 학습목표에 해당한다(양수연, 2011; 하소현, 광대오, 2008). 구체적으로 ‘지식’은 수학의 기호, 용어, 간단한 사실 및 원리 등을 기억해서 진술하는 행위, ‘이해’는 번역, 해석, 추정의 3가지, ‘적용’은 새로운 상황이나 문제에서 추상적 내용을 사용하는 시기와 방법을 아는 것, ‘분석’은 아이디어들 사이의 위계와 그들 사이의 관계를 명확히 할 수 있도록 정보들을 다루는 능력, ‘종합’은 새로운 수학적 구조를 만들어내기 위해 수학적 개념과 원리 등을 정리하고 합치는 것, 그리고 ‘평가’는 아이디어, 창의성, 도출된 전략 등을 비판하는 것을 의미한다. 이후 Avital, Shettleworth(1968)은 Bloom(1956)이 제시한 큰 분류 요목만을 고려하여 ‘지식’, ‘이해’와 ‘적용’, 그리고 ‘분석’과 ‘종합’을 각각 ‘회상’, ‘알고리즘적 사고’, 그리고 ‘자유탐구’의 3가지 수준의 수학적 사고로 분류하였다. 또한 Wilson(1971)은 수학의 특성을 고려하여 Bloom(1956)의 6가지 분류를 ‘계산’, ‘이해’, ‘적용’, 그리고 ‘분석’으로 수정한 NLSMA(National Longitudinal Study of Mathematical Abilities) 모형을 개발하였다. Winter(1978)는 인간과 수학의 기본적인 성격을 바탕으로 수학교육의 목표를 ‘추론하기’, ‘창조적으로 행동하기’, ‘수학화하기’, ‘분류하기’, ‘정제하기’, ‘일반화하기와 구체화하기’, ‘유추하기’, 그리고 ‘형식화하기’로 분류하였다. Anderson(2002)은 Bloom(1956)의 학습목표 분류체계를 학습, 수업, 평가에 대한 이해의 변화와 사회적 요구를 반영하여 인지과정과 지식으로 구분하여 이차원으로 제시하였다. 여기에서 동사는 일반적으로 의도된 인지과정

차원으로 '기억하다', '이해하다', '적용하다', '분석하다', '평가하다', '창안하다'의 6가지, 그리고 명사는 주로 학생들이 획득하거나 구성할 것으로 기대되는 지식 차원으로 '사실적 지식', '개념적 지식', '절차적 지식', '메타인지적 지식'의 4가지로 분류하였다. 구체적으로 인지과정 차원의 '기억하다'는 장기기억으로부터 관련된 지식을 인출하는 것, '이해하다'는 말이나 글, 그래픽 등을 통해 전달된 수업 메시지에서 의미를 구성하는 것, '적용하다'는 특정 상황에서 절차를 실행하거나 활용하는 것, '분석하다'는 자료를 구성 요소로 분할하고 요소들의 상호 관계는 물론 요소들이 전체 구조나 의도와 어떻게 관련되어 있는가를 결정하는 것, '평가하다'는 준거와 기준에 따라 판단하는 것, 그리고 '창안하다'는 부분들을 결합해서 새롭고 일관성이 있는 전체를 구성하거나 독창적인 산물을 만들어 내는 것을 의미한다. 또한 지식 차원의 '사실적 지식'은 별개의 분리된 내용 요소, 즉 정보 단위에 대한 지식, '개념적 지식'은 다소 복잡하고 조직화된 지식, '절차적 지식'은 어떤 것을 수행하는 방법에 대한 지식, 그리고 '메타인지적 지식'은 자신의 인지에 대한 인식 및 지식과 인지 전반에 대한 지식을 의미한다(강현석, 2005; 김옥남, 2006; 양수연, 2011). 우리나라에서는 황혜정, 최승현(1999)이 학습목표를 '수와 연산', '도형', '측정', '확률과 통계', '문자와 식', '규칙성과 함수'의 6가지 내용영역과 '계산', '이해', '추론', '문제해결', '의사소통'의 5가지 행동영역으로 분류하였다.

위에서 언급한 학습목표 분류체계를 우리나라의 수학교과에 적용한 연구들은 다음과 같다. Bloom(1956)의 학습목표 분류체계를 기반으로 수행평가 도구를 개발(고상숙, 백정환, 2004), 교과서(주익한, 1997), 교육과정(이지현, 2004), 평가문항(박수만, 2006)을 분석, 그리고 문제 풀이를 한 후 실패원인을 탐색(주익한, 김영국, 1997)하는 연구가 수행되었다. 하운숙(1999)은 Wilson(1971)의 학습목표 분류체계를 기반으로 6차 교육과정의 교과서 구성과 연습문제를 분석한 결과 전체적으로 '적용'과 '계산'은 높게 나타난 반면 '분석'이 가장 낮게 나타났다고 밝혔다. Anderson(2002)의 교육목표 분류체계를 기반으로 한 연구로 양수연(2011)은 2007개정 교육과정의 중학교 교과서와 고등학교 1학년 교과서를 분석하여 학습목표의 패턴을 밝혔으며, 김명혜(2013)는 2007개정 교육과정과 2009개정 교육과정의 중학교 3학년 교과서의 학습목표를 대상으로 교육과정 개정에 따른 차이를 분석하였다. 또한 김성은(2014)은 2009개정 수학교과 교육과정의 성취기준을 분석한 결과 다양한 수준의 지식 차원과 인지과정 차원을 반영한 성취기준을 진술해야 한다고 제안하였다.

이상에서 살펴본 바와 같이 대부분 수학교과에서의 학습목표에 대한 연구들은 그 진술 방식이나 목표설정에 관한 연구들이 주류를 이루고 있으며, 구체적인 목표가 어떻게 강의교재에 제시되어 있는지를 살펴본 연구들은 텍스트 분석을 바탕으로 미리 선정한 학습목표 분류체계를 활용한 최근의 연구들(김명혜, 2013; 김성은, 2014; 양수연, 2011)에 한정되어 있다. 또한 대학부설 과학영재교육원의 수학 강의교재를 분석한 연구들 역시 미리 정해 놓은 수학 영역의 분류체계를 활용한 경우가 대부분이며(강병련, 김희영, 2008; 김영주, 2012; 박종률, 김인수, 1999; 박종률, 장미라, 2006; 방승진 외 2004; 이윤경, 이종권, 2012; 정지연, 2010; 진세화, 2005), 제1차부터 3차 영재교육진흥종합계획 시행에 따른 수학영재 강의교재의 변화를 살펴본 연구는 전무한 실정이다. 한편 현재까지 수학교과와 관련하여 사회 네트워크 분석을 적용한 연구로는 고등학교 교육과정 중 확률·통계 단원의 학습목표를 다룬 연구(최경호, 2008)와 수학교육 연구자 간의 공동연구 형태를 다룬 연구(김성연, 2013)가 있을 뿐이다. 따라서 본 연구에서는 수학영재 교육현장에서 가장 구체적인 교육활동을 담고 있는 중등수학 강의교재의 학습목표를 대상으로 네트워크 텍스트 분석 절차를 소개하고, 이에 따라 분석을 수행하여 얻은 결과를 통해 강의교재에 드러난 내용뿐만 아니라 내재된 의미를 전체 영재교육진흥종합계획 시행 기간과 각 시기별로 나누어 파악하고자 한다.

III. 연구 방법

1. 분석대상

본 연구는 수도권에 소재하고 있는 한 대학부설 과학영재교육원에서 2002년부터 2014년까지 개발한 총 110개의 중등수학 강의교재에 제시되어 있는 학습목표를 분석대상으로 하였다. 이 중 제1차 영재교육진흥종합계획 기간(2002-2007)에는 88개, 제2차 영재교육진흥종합계획 기간(2008-2012)에는 79개, 그리고 제3차 영재교육진흥종합계획 기간(2013-2016) 중 2014년까지는 49개의 강의교재가 사용되었다. 본 연구에서는 제3차 영재교육진흥종합계획 기간 중 4개의 강의교재만 개발되어 있으므로 이를 대상으로 텍스트 네트워크 분석을 수행하여 전반적인 강의교재의 구조를 해석하기에는 한계가 있으므로(김방희, 김진수, 2014) 각 영재교육진흥종합계획 시기별로 개발된 강의교재가 아니라 실제 중등수학 영재수업에 사용된 강의교재를 분석대상으로 정하였다. 또한 제1차 영재교육진흥종합계획 기간은 2003년부터 2007년까지이지만, 영재교육이 공교육 체제하에서 보다 체계적이고 종합적으로 이루어질 수 있는 토대가 마련된 때는 영재교육진흥법시행령을 제정·공포한 2002년이므로(서예원 외, 2012), 본 연구에서도 이를 반영하여 2002년도에 개발한 강의교재를 제1차 영재교육진흥종합계획 기간에 포함시켜 분석하였다.

2. 분석방법

이 연구는 내용 분석과 사회 네트워크 분석을 연계하는 네트워크 텍스트 분석방법을 사용하였다. 즉 내용 분석을 통해 분석의 단위를 결정하고, 단어들의 빈도 순위에 따라 주제어를 추출하여 공출현 행렬 자료를 만든 후, 사회 네트워크 분석을 통해 텍스트에 함께 출현하는 단어들 사이의 연결구조와 특성을 파악하고자 하였다.(최영출, 박수정, 2011). 이 연구에서 수행한 구체적인 분석 절차는 다음과 같다.

1) 내용 분석

강의교재에 제시되어 있는 학습목표를 대상으로 내용 분석을 실시하였다. 내용 분석을 위해서는 먼저 분석의 단위를 결정해야 한다. 분석의 단위는 문서 전체, 핵심 단어가 포함된 문단과 단락, 문장 수준 등 연구의 목적에 따라 연구자가 판단하여 결정하는 것이 일반적이다(박치성, 정지원, 2013). 텍스트 전체를 분석 단위로 보면 핵심 단어 이외의 여러 가지 다른 개념들이 동시에 분석되어 핵심 개념이 두드러지게 나타나지 않는 단점이 있으므로, 이 연구에서는 실제 가르칠 내용과 가장 가깝게 연결되어 있는 학습목표(한혜정 외, 2012)를 분석 단위로 선정하였다.

2) 행렬화 작업

110개의 학습목표에 대해 다음과 같은 원칙에 따라 행렬화 작업을 실시하였다. 첫째, 텍스트의 주요 어휘 이외의 단어나 핵심 개념과 관련이 없는 어휘들을 제외시키는 데이터 정제 작업을 수행하였다(Paranyushkin, 2011, 2012). 이 때 사용하는 가장 일반적인 방법은 의미가 없는 동사, 대명사, 부사, 관형사 등의 어휘들을 제외하는 것이다(박한우, Leydesdorff, 2004). 예를 들어, “창의력의 원천이 되는 논리적이고 체계적이고 깊이 있는 사고를 할 수 있도록 규칙성 등 수학의 여러 분야에 대한 개념을 이해하고 이를 바탕으로 문제해결을 위한 능력을 키울 수 있다”의 경우 ‘창의성’, ‘기본’, ‘논리’, ‘체계’, ‘깊이’, ‘사고력’, ‘규칙’, ‘다양성’, ‘개념’, ‘이해’, ‘문제해결’, 그리고 ‘발달’이라는 명사만을 추출하고, 그 외의 조사나 연결어, 동사의 어미 등도 분석 대상에서 제외하였다. 또한 본 연구에서 사용하는 강의교재는 수학영재학생을 위한 것이므로 ‘수학’, ‘영재’, 그리고 ‘학생’은 제외하였다. 둘째, 유사한 맥락에서 사용된 어휘들은 하나의 단어로 통일하였다(성열관, 2010; Paranyushkin, 2011, 2012). 예를 들어, ‘창의력’, ‘창의적’, ‘창의성’은 ‘창의성’으로, 그리고 ‘발달’, ‘신장’, ‘키움’은 ‘발달’로 통일하였다. 셋째, 의미의 내용을 단어로 나타내기 위하여 구를 명사화하였다(박한우, Leydesdorff, 2004). 예를 들어 ‘여러 가지’와 ‘여러 분야’는 ‘다양성’으로, 그리고 ‘풀기 힘든’은 ‘어려움’으로 통일하였다. 넷째, 의미를 분명하게 하기 위

하여 띄어쓰기를 통해 단어를 구별하였다. 예를 들어, 틀에 박힌 기법과 방법을 활용하는 ‘문제’와 ‘해결’은 문제 해결능력을 강조하는 ‘문제해결’과 구분하여 코딩하였다. 다섯째, 분석 단위 내에서 반복되는 단어는 한번만 코딩하였다(이준기, 하민수, 2012). 예를 들어 “학생들은 자료를 잘 묘사하는 함수의 종류를 결정할 수 있으며, 엑셀을 사용하여 적합한 함수를 찾을 수 있다”에서 출현하는 ‘함수’는 한번만 코딩하였다.

타당한 주제어 선정에 대해 연구자들의 협의를 통한 5차례 정제화 작업을 수행한 자료를 한국어 텍스트 분석 소프트웨어인 KrKwic 프로그램에 입력하여 개별 학습목표에 등장하는 총 362개의 단어를 먼저 추출하였다. 일반적으로 주제어 선정은 연구 문제에 부합하는 단어를 연구자가 임의로 정하기도 하고, 일정 기준 이상의 빈도를 나타내는 단어를 발췌하여 정하기도 한다. 이 때 빈도의 기준은 몇 차례 모의실험을 거쳐 분석의 특성을 잘 드러낼 수 있는 기준을 연구자가 정성적으로 판단하여 정한다(최영출, 박수정, 2011). 본 연구에서는 출현 빈도가 5회 이상인 82개의 단어를 최종 주제어로 선정하였다. 또한 전체 시기에 걸쳐 강의교재를 분석할 뿐만 아니라 영재교육진흥종합계획 시기별로 강의교재를 나누어 분석할 때에도 주제어 네트워크의 변화를 용이하게 살펴보기 위해 동일한 82개의 주제어를 사용하였다. 이렇게 추출한 최종 주제어를 KrTitle 프로그램에 투입하여 분석 대상인 학습목표에서 주제어들이 공동으로 출현하는 빈도를 파악한 주제어×주제어의 공출현 행렬자료를 구성하였다(박한우, Leydesdorff, 2004).

3) 사회 네트워크 분석

사회 네트워크 분석을 위해서는 행렬화 작업을 거쳐 만들어진 공출현 행렬 자료를 NetMiner4.0 프로그램(Cyram, 2004)에 투입하여 시각화하고, 네트워크의 구조를 파악하기 위하여 네트워크의 기본 정보, 중앙성 지표, 중심성 지표, 그리고 하위 네트워크 분석 결과를 산출하였다. 네트워크의 기본 정보로는 네트워크의 결점 수, 연결선 수, 밀도, 평균 최단거리, 지름, 중앙성 지표로는 연결 중앙성, 근접 중앙성, 사이 중앙성, 그리고 중심성 지표로는 연결 중심성과 사이 중심성을 구하였다. 시각화된 네트워크 지도에서 결점의 크기는 주제어 별 연결 중앙성 값, 그리고 연결선의 굵기는 주제어들이 동시에 출현한 빈도에 비례하도록 표시하였다. 또한 하위 네트워크 분석은 컴포넌트와 k-코어를 사용하였다.

IV. 연구 결과

1. 주제어 빈도 분석

2002년부터 2014년까지 대학부설 과학영재교육원에서 사용한 중등수학 강의교재 110개의 학습목표에 대해 주제어 빈도 분석을 수행한 결과, 전체 주제어는 362개로 나타났다. 이 중 출현 빈도가 5회 이상인 82개의 주제어는 <표 IV-1>과 같다. 가장 많은 출현 빈도를 나타낸 주제어는 ‘이해’와 ‘다양성’으로 각각 58회와 40회이며, 다음으로 30회 이상 출현한 주제어로는 ‘적용’ 39회, ‘개념’ 35회, ‘문제해결’ 31회, 그리고 ‘방법’ 30회로 나타났다. 또한 ‘문제’ 25회, ‘발달’과 ‘사고력’ 20회, ‘의사소통’ 11회, ‘능력’ 10회, ‘규칙’과 ‘해결’ 8회, ‘현상’ 6회, 그리고 ‘원리’ 5회로 나타났다. 이러한 결과는 제1차 영재교육진흥종합계획 기간과 중복되는 제7차 교육과정, 제2차 영재교육진흥종합계획 기간과 중복되는 2007 개정 교육과정, 그리고 제3차 영재교육진흥종합계획 기간과 중복되는 2009 개정 교육과정에서 공동으로 제시하고 있는 “수학적 개념, 원리, 법칙을 이해하고, 수학적으로 사고하고 의사소통하는 능력을 길러, 여러 가지 현상과 문제를 수학적으로 고찰함으로써 합리적으로 해결하는 능력을 기른다”는 수학교과목의 목표(교육부, 1997; 교육인적자원부, 2007; 교육과학기술부, 2009)가 중등수학 강의교재의 학습목표에서도 반영되어 있다고 해석할 수 있다.

<표 IV-1> 주제어 빈도 분석 결과(5회 이상 출현)

순위	주제어	빈도	순위	주제어	빈도	순위	주제어	빈도
1	이해	58	24	이론	13	55	예시	6
2	다양성	40	30	그래프	11	55	유도	6
3	적용	39	30	의사소통	11	55	일차	6
4	개념	35	30	표현	11	55	자료	6
5	문제해결	31	30	활동	11	55	전략	6
6	방법	30	34	계산	10	55	조사	6
7	성질	29	34	능력	10	55	현상	6
8	기본	27	34	정의	10	64	게임	5
8	실생활	27	34	참신성	10	64	무한	5
10	연결성	26	38	삼각형	9	64	배수	5
11	문제	25	38	창의성	9	64	변수	5
12	수론	21	40	규칙	8	64	분석	5
13	발달	20	40	부등식	8	64	비례식	5
13	사고력	20	40	설명	8	64	약수	5
13	풀이	20	40	연구	8	64	연립	5
13	학습	20	40	정확성	8	64	원리	5
17	도형	18	40	해결	8	64	제시	5
17	합수	18	40	행렬	8	64	조건	5
19	과정	16	40	흥미	8	64	지식	5
19	논리	16	48	개발	7	64	체계	5
19	증명	16	48	변화	7	64	추론	5
22	발견	15	48	용이성	7	64	피타고라스	5
22	정리	15	48	집합	7	64	확인	5
24	기하	13	48	컴퓨터	7	64	확장	5
24	독자성	13	48	평면	7	64	황금비	5
24	방정식	13	48	필요성	7	64	효율성	5
24	역사	13	55	대수	6			
24	연산	13	55	대응	6			

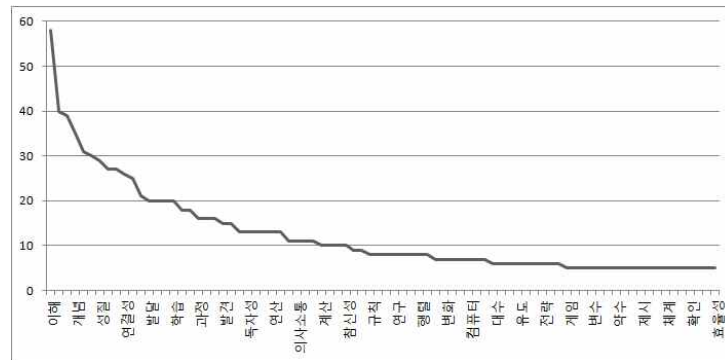
2. 네트워크 텍스트 분석

4.2.1 전체 중등수학 강의교재의 주제어 네트워크

주제어 빈도 분석 결과에서 5회 이상 등장한 주제어 82개를 대상으로 NetMiner4.0 프로그램(Cyram, 2004)을 활용하여 네트워크 텍스트 분석을 실시하였다. 분석결과, 주제어 사이의 네트워크는 82개의 결결과 3,890개의 연결선이 생성되었으며, 밀도는 0.586, 연결정도 중심화 값은 39.20%, 그리고 사이 중심화 값은 1.56%로 나타났다. 밀도는 주제어들이 긴밀하게 연결된 정도를 측정하므로 강의교재를 구성하고 있는 주제어들이 서로 깊은 연관을 맺고 있다고 해석할 수 있다. 또한 연결 중심화 값이 높을수록 전체 강의교재를 구성하고 있는 주제어 가운데 일부분의 범주에 네트워크가 몰려 그 부분을 조밀하게 설명하고 있다는 것을 의미하며, 사이 중심화 값이 높을수록 전체 네트워크가 서로 잘 연결되어 있다는 것을 의미한다. 그러나 연결 중심화 값은 상대적으로 높으면서 사이 중심화 값이 낮아 일부분을 집중하여 설명하고 있을 경우, 집중되는 부분이 강의교재에서 중요한 내용이라면 주제어의 분포 및 구조가 전체 강의교재를 잘 설명하고 있다고 해석할 수 있다(박선혜, 박은혜, 2014). 따라서 수학영재 강의교재는 몇 개의 주제어들을 중심으로 핵심 내용을 설명하고 있으며, 이러한 주제어들은 각각 다른 범주에서도 함께 기술되어 있다고 해석할 수 있다.

주제어 빈도 분석의 결과는 [그림 IV-1]에 제시되어 있는 것처럼 우하향하는 곡선의 특징을 보이는 멱함수

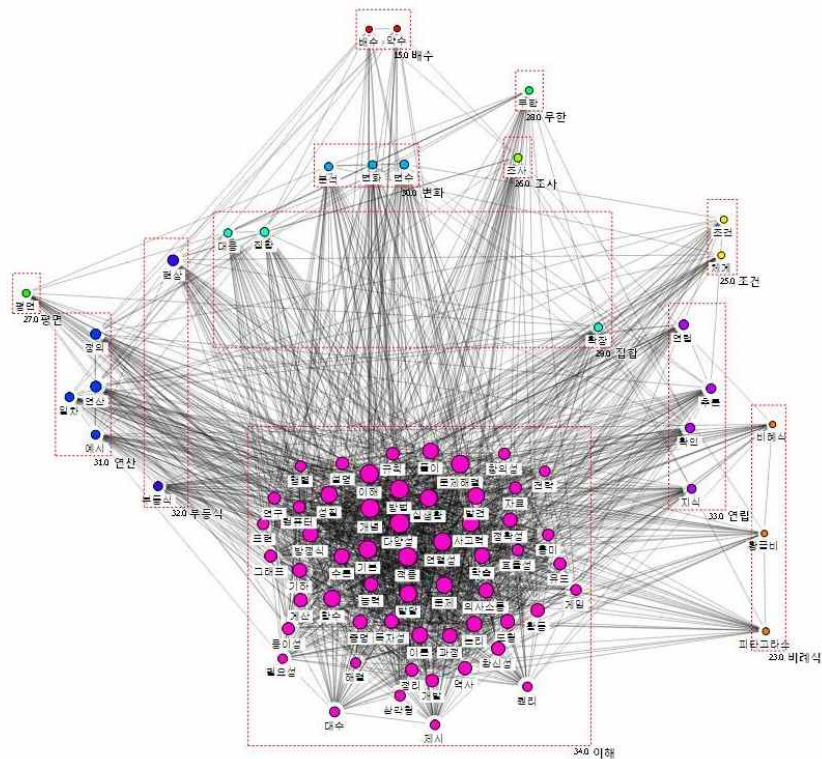
분포를 따르는 것으로 나타났다. 따라서 대부분의 좁은 세상(small world) 네트워크의 경우 연결선 수가 멱함수 분포를 따르므로, 이 네트워크가 커져도 여전히 네트워크 안의 결점들이 몇 단계만 건너면 서로 연결되는 좁은 세상 네트워크의 구조를 지니는지 살펴본 결과 $R^2 = 0.79$ 로서 log-log 선형관계를 나타내며, 이 때 기울기는 -1.20으로 독점화 경향이 강하다기 보다는 흔히 자연 세계에서 20%가 80%를 소유한다는 네트워크의 기울기와 일치(김용학 외, 2008)하게 나타났다. 따라서 한편으로는 핵심 역할을 담당하는 몇 개의 주제가 존재한다고 해석할 수 있으며, 다른 한편으로는 다양해 보이는 수학 영역을 다루고 있는 강의교재들이 별도로 존재하기 보다는 유기적으로 연관되어 강의교재가 구성되어 있다고 해석할 수 있다(이준기, 하민수, 2012). 또한 네트워크 텍스트 분석 결과에서도 평균 최단거리는 1.414이며 지름은 2로, 주제어 사이의 도달 거리가 가장 먼 경우에도 2단계를 거치면 모두 연관된다는 것을 확인할 수 있다.



[그림 IV-1] 주제어 대한 빈도 그래프

주제어 네트워크의 구조를 좀 더 명확하게 살펴보기 위해 컴포넌트 분석을 한 결과 네트워크 내에서 고립된 주제어가 없이 모두 연결되어 있어 한 개의 컴포넌트를 구성하고 있는 것으로 나타났다. 따라서 k-코어를 적용하여 하위 네트워크를 분석하였으며, 그 결과 12개로 분류된 네트워크 지도는 [그림 IV-2]와 같다. [그림 IV-2]에 제시된 바와 같이 주제어 네트워크는 고립된 주제어 없이 모두 연결되어 있는 하나의 네트워크로 구성되어 있음을 알 수 있다. 따라서 k-코어 하위 네트워크 지도는 k값 보다 작은 하위 네트워크들을 중첩적으로 포함하는 것으로 표시된다. 그러나 여기에서는 편의상 중첩되지 않는 주제어들만 따로 하위 네트워크로 표시하고, k값은 NetMiner4.0 프로그램(Cyram, 2004)이 제공하는 'kG' 형식에 하위 네트워크 이름을 첨가하여 [그림 IV-2]의 상자 아래에 제시한 것처럼 'kG하위 네트워크의 이름'과 함께 표시하였다. 이렇게 분류된 각 하위 네트워크를 표현할 수 있는 이름을 만드는 방법에는 두 가지가 있다. 먼저 각 하위 네트워크를 구성하는 주제어들을 보고 이들을 대표할 수 있는 주제어 이름을 새롭게 만드는 것이다. 다음으로 각 하위 네트워크를 구성하는 주제어들의 출현 빈도를 고려하여 가장 출현 빈도가 높은 주제어 중 중복되지 않는 주제어를 이름으로 사용하는 것이다. 본 연구에서는 후자의 방법을 통해 각 하위 네트워크의 이름을 명명하였다(이우형 외, 2012). 예를 들어 [그림 IV-2] 하단에 있는 k값이 가장 큰 '34G이해' 하위 네트워크에는 56개의 주제어가 포함되어 있으며, 이 결점들은 모두 34개 이상의 연결선을 가지고 있음을 표시한 것이다. 또한 56개의 결점 중 가장 빈도가 높은 주제어는 '이해'를 의미한다. 또한 [그림 IV-2] 상단에 있는 k값이 가장 작은 '15G배수'에는 모든 주제어를 나타내는 82개의 결점이 포함되어 있지만, '23G비례식'에 속하지 않는 '약수'와 '배수'만을 표시한 것이다. 또한 82개의 결점들은 모두 15개 이상의 연결선을 가지고 있으며, '배수'와 '약수' 중 출현 빈도가 높은 주제어는 '배수'를 의미한다. [그

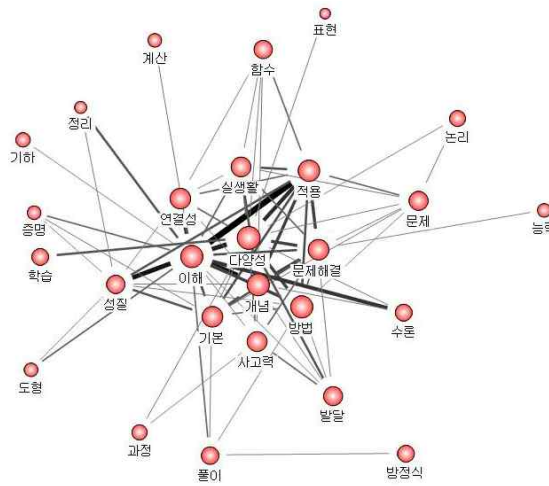
림 IV-2]에서 원의 크기는 연결 중앙성 값의 크기에 비례하게 표시한 것이다. ‘34G이해’는 각 주제어들이 가장 촘촘하게 연결되어 있는 핵심 하위 네트워크로 연결 중앙성 값이 가장 높게 나타난 ‘다양성’과 ‘이해’를 포함하고 있다. 또한 대부분 ‘34G이해’ 하위 네트워크에 속하는 주제어들은 원의 크기가 크게 표시됨으로써 연결 중앙성 값이 높음을 알 수 있으며, 이는 이러한 주제어들이 네트워크 지도에서 중심 위치를 차지하게 되므로 주제어 사이에서도 광범위한 관계를 맺고 있음을 보여준다.



[그림 IV-2] 주제어 대한 k-코어 지도

구체적으로 핵심 주제어가 무엇인지 알아보기 위해 핵심 하위 네트워크인 ‘34G이해’만 따로 분류하고, 복잡한 네트워크의 구조를 보다 간소화하기 위하여 연결선 기준을 8이상으로 설정하고, 8미만은 0으로 처리하여 160개의 연결선으로 단순화한 지도는 [그림 IV-3]에 제시하였다. [그림 IV-3]은 Kamada, Kawai(1989)의 Spring Embedded 알고리즘을 바탕으로 네트워크 지도를 작성하였으므로 다른 주제어와 동시에 출현하는 빈도가 높은 주제어는 네트워크 지도에서 중앙에 위치하게 되며, 두 주제어 사이의 간격이 가까울수록 상호 관계가 강하다고 해석할 수 있다(김동렬, 2013). 원은 주제어를 시각화한 것이며 이 때 연결 중앙성 값이 높을수록 주제어 결점의 지름은 크게 되며, 연결선은 동시에 주제어가 언급된 경우를 나타낸다. 이를 통해 핵심 주제어 네트워크는 ‘다양성’, ‘이해’, ‘개념’, ‘방법’, ‘적용’, ‘연결성’, ‘문제해결’, ‘기본’, ‘실생활’, 그리고 ‘사고력’을 중심으로 형성되어 있음을 확인할 수 있다. 또한 연결선의 굵기는 일종의 가중치로서 두 주제어 사이의 관계의 정도에 비례하여 굵게 표현하였다. 연결선이 굵다는 것은 강의교재의 학습목표에서 두 주제어가 함께 사용된 빈도가 높다는 것을 의미하며

이를 통해 내용 유추가 가능하다(손동원, 2008). 따라서 네트워크 지도의 의미론적 연관성을 통해 내용을 유추해 보면 첫째, 실생활의 문제를 수학의 기본 개념과 방법, 그리고 이들 사이의 관계로 이해하고 둘째, 수학적인 사고력을 바탕으로 실생활의 문제에 다양한 문제해결 방법을 적용하여 해결한다는 지식 영역이 중점을 이루고 있다는 것을 알 수 있다. 이러한 결과는 2009 개정 교육과정의 수학교과목의 목표가, 나와 부분적으로 일치하는 구조적 특성을 반영하고 있는 것을 확인할 수 있다.



[그림 IV-3] 핵심 하위 네트워크 '34G이해' 지도

다른 주제어들과의 거리로 측정되는 근접 중앙성과 전체 네트워크 내에서 주제어와 다른 주제어들 사이에서 다리 또는 중재자 역할의 정도를 측정하는 사이 중앙성 분석 결과도 연결 중앙성 결과와 유사하게 나타났다. 전체 주제어 네트워크의 연결 중앙성, 근접 중앙성, 그리고 사이 중앙성 값에서 각각 상위 10위 안에 드는 주제어들은 <표 IV-2>와 같다.

<표 IV-2> 중앙성 지표별 상위 10개의 주제어

지표 순위	주제어	연결 중앙성	지표 순위	주제어	근접 중앙성	지표 순위	주제어	사이 중앙성
1	다양성	.963	1	다양성	.964	1	이해	.021
2	이해	.951	2	이해	.953	2	방법	.020
2	개념	.951	2	개념	.953	3	개념	.019
2	방법	.951	2	방법	.953	4	다양성	.018
5	적용	.938	5	적용	.942	5	적용	.016
6	연결성	.901	6	연결성	.910	5	문제해결	.016
7	문제해결	.889	7	문제해결	.900	7	기본	.015
7	기본	.889	7	기본	.900	8	연결성	.014
9	실생활	.877	9	실생활	.890	9	사고력	.013
9	사고력	.877	9	사고력	.890	9	실생활	.013

<표 IV-2>에 제시되어 있는 것처럼 순위에 약간의 변동이 있을 뿐, 연결 중앙성 값이 높은 것으로 나타난 주제어들이 대체로 근접 중앙성 값과 사이 중앙성 값도 높게 나타났다. 따라서 이러한 주제어들은 전체 네트워크

크에서 주제어 자체적으로나 네트워크의 위치상으로나 중심이 되는 핵심 주제어로 볼 수 있으므로 강의교재는 지식 영역을 중심으로 핵심 내용이 구성되어 있다는 것을 확인할 수 있다.

4.2.2 영재교육진흥종합계획 시기별 중등수학 강의교재의 주제어 네트워크

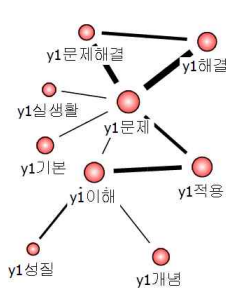
중등수학 강의교재의 변화를 살펴보기 위해 주제어 빈도 분석 결과 선정된 상위 82개의 주제어를 대상으로 영재교육진흥종합계획 시기별로 분석하였다. 주제어 네트워크의 구조적 특징을 살펴보기 위해 기본 정보를 분석한 결과는 <표 IV-3>과 같다. 각 시기별로 결점 수, 연결선 수, 밀도는 지속적으로 감소 추세를 보이는 것으로 나타났으며, 반면에 평균 최단거리, 지름, 그리고 중심화 지표는 증가하는 추세를 보이는 것으로 나타났다. 이러한 경향은 제3차에 비해, 제1차와 제2차 시기의 분석 대상 수가 상대적으로 훨씬 적었음에도 불구하고 일관된 패턴을 유지하고 있는 것으로 나타났다. 또한 컴포넌트의 수는 제1차와 제2차 시기에는 모든 주제어들이 연결되어 하나의 컴포넌트를 구성하는 것으로 나타났으며, 제3차 시기에는 ‘지식’이 학습목표에 제시되어 있지 않아 컴포넌트가 2개로 분리되는 것으로 나타났다. 주제어 네트워크의 특징은 전체 중등수학 강의교재를 대상으로 분석한 것과 동일한 방법으로 해석할 수 있다.

<표 IV-3> 영재교육진흥종합계획 시기별 주제어 네트워크의 구조

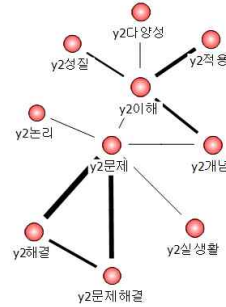
네트워크 구조	제1차 영재교육진흥종합계획	제2차 영재교육진흥종합계획	제3차 영재교육진흥종합계획
결점 수	82	82	82
연결선 수	3,482	3,382	2,566
밀도	0.524	0.509	0.386
컴포넌트 수	1	1	2
평균 최단거리	1.476	1.493	1.606
지름	2	3	3
연결정도 중심화	38.165%	42.189%	45.877%
사이 중심화	2.139%	4.223%	4.345%

영재교육진흥종합계획 시기별 변화를 핵심 네트워크 중심으로 살펴보기 위하여 네트워크 지도에서 삭제되는 연결 빈도의 기준을 다르게 하여 주제어 네트워크의 결점 수를 9~10개로 간소화하여 시각화한 결과는 [그림 IV-4]에 제시하였다. 영재교육진흥종합계획 시기와 상관없이 ‘문제’, ‘해결’, 그리고 ‘문제해결’ 사이의 연결강도가 높게 나타났으며, ‘이해’를 중심으로 네트워크가 구성되어 있다. 영재교육진흥종합계획 시기별 차이점에 초점을 맞추어서 살펴보면 제1차 시기에는 ‘기본’, 제2차 시기에는 ‘다양성’과 ‘논리’, 그리고 제3차 시기에는 ‘연결성’이 네트워크지도에 차별적으로 등장하였다.

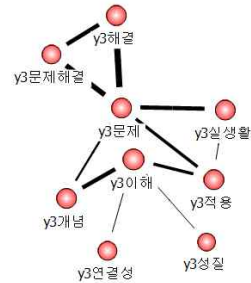
시기에 상관없이 공통적으로 네트워크 지도의 의미론적 연관성을 통해 학습목표의 내용을 유추해보면 “수학적 개념을 이해하고, 실생활의 문제를 수학적인 문제해결과정을 통해 해결하고 이를 적용시킬 수 있다”로 해석할 수 있다. 각 시기별 차이점을 나타내는 주제어를 중심으로 실제로 강의교재에 제시된 학습목표의 예를 들면 제1차 시기에는 “문제를 해결하는 과정을 통해 기본적인 수학적 지식이나 기능에 대한 이해를 공고히 하며 학생들의 지적 호기심을 자극시킨다”와 같이 기본적인 수학기념과 내용에 초점을 맞추고 있다. 제2차 시기에는 “실생활의 문제를 통해 학생들이 다양한 문제풀이 전략들을 개발시키고, 언어와 구술 능력을 발달시키며, 논리 전개 단계에서 서로의 생각이 맞는지 검증함으로써 정밀한 사고와 추론을 하도록 한다”와 같이 다양한 문제해결방법을 익히고, 수학적으로 논리적인 사고를 하도록 초점을 맞추고 있다. 제3차 시기에는 “피보나치 수열과 황금비와 관계를 알아본다”와 같이 수학적 개념 사이의 관계를 이해하는데 초점을 맞추고 있다.



제1차 영재교육진흥종합계획



제2차 영재교육진흥종합계획



제3차 영재교육진흥종합계획

[그림 IV-4] 영재교육진흥종합계획 시기별 네트워크 지도

영재교육진흥종합계획 시기별 변화를 좀 더 구체적으로 살펴보기 위하여 상위 20위에 드는 주제어들에 대한 빈도 분석, 연결 중앙성, 근접 중앙성, 그리고 사이 중앙성 결과를 제시하면 <표 IV-4>와 같다. <표 IV-4>에 제시된 바와 같이 주제어들에 대한 빈도 순위가 높다고 하여 중앙성 값이 항상 높아지는 것은 아니라는 것을 확인할 수 있다.

<표 IV-4> 주제어 빈도 분석과 중앙성 분석 결과(상위 20위)

차시 순위	제1차 영재교육진흥종합계획				제2차 영재교육진흥종합계획				제3차 영재교육진흥종합계획			
	빈도	연결 중앙성	근접 중앙성	사이 중앙성	빈도	연결 중앙성	근접 중앙성	사이 중앙성	빈도	연결 중앙성	근접 중앙성	사이 중앙성
1	이해	다양성	다양성	이해	이해	이해	이해	이해	이해	이해	이해	이해
2	적용	문제*	문제*	방법	적용	개념	개념	방법	적용	개념	개념	다양성
3	다양성	이해	이해	문제	개념	적용	적용	적용	개념	다양성	다양성	개념
4	성질	적용*	적용*	다양성	다양성*	연결성*	연결성*	개념	방법*	문제*	문제*	방법
5	개념	방법	방법	해결	연결성	문제*	문제*	연결성	다양성	실생활	실생활	문제
6	방법	해결*	해결*	적용	성질	다양성	다양성	다양성	실생활	적용	적용	해결
7	실생활*	개념	개념	문제해결	실생활*	해결*	해결*	문제*	문제해결	해결*	해결*	실생활
8	연결성*	기본*	기본*	성질	문제해결	실생활	실생활	수론	연결성*	방법	방법	적용
9	기본	문제해결	문제해결	기본	방법*	문제해결	문제해결	실생활	성질	문제해결	문제해결	문제해결
10	문제해결	연결성*	연결성*	수론	기본	기본*	기본*	해결	수론*	연결성	연결성	사고력
11	문제*	사고력*	사고력*	사고력	문제	방법	방법	기본	도형	수론	수론	연결성
12	수론	실생활	실생활	개념	학습*	사고력*	사고력*	문제해결	문제	사고력*	사고력*	수론
13	도형	성질	성질	실생활	사고력	함수	함수	성질	정리*	방정식*	방정식*	방정식
14	사고력	수론	수론	연결성	함수*	성질	성질	사고력	풀이*	풀이	풀이	도형
15	풀이	함수*	함수*	풀이	과정	발견	발견	풀이	기본	발견	발견	풀이
16	학습*	의사소통	의사소통	학습	도형*	과정	과정	함수	발견*	성질	성질	발견
17	증명	풀이*	풀이*	도형	수론*	논리*	논리*	발견	방정식*	도형	도형	성질
18	함수	학습*	학습*	의사소통	역사	수론	수론	학습	역사*	이론*	이론*	이론
19	정리	논리	논리	함수	정리*	학습*	학습*	논리	연산*	기본	기본	기본
20	기하	이론*	이론*	논리	풀이	이론*	이론*	과정	사고력	증명	증명	행렬

*는 표에서 직전의 순위와 동일한 경우를 나타냄.

제1차 영재교육진흥종합계획에서 볼 수 있는 바와 같이 ‘문제’의 경우, 빈도 분석 결과는 11번째 순위이지만,

연결 중앙성과 근접 중앙성 값은 2번째로 높은 순위를 보여주며, '해결'은 빈도 분석 결과에서는 20번째 순위 내에 들지 못하지만 연결 중앙성과 근접 중앙성 값은 6번째 순위를 보여준다. 이는 '문제'와 '해결'이 출현 빈도에 비해 다른 주제어와 직접 또는 간접적으로 연결되어 동시에 출현할 수 있는 정도가 높다는 것을 의미한다. '이해', '적용', 그리고 '다양성'은 빈도도 높을 뿐만 아니라, 높은 중앙성 값을 보여 핵심 내용을 구성하고 있다고 분석되었다. 또한 '방법'은 사이 중앙성 값에서 높은 순위를 보이고 있어, 임의의 다른 두 주제어를 연결하는 모든 연결선 상에 자주 등장하고 있다고 해석할 수 있다. 실제로 '방법'은 수학적 개념을 이해, 실생활에 적용, 그리고 다양한 문제해결과 관련하여 여러 주제의 연결고리로 활용되고 있었다. 주제어 빈도 분석 결과, 높은 순위에 있는 '성질'은 중앙성 지표 분석 결과, 상대적으로 순위가 낮게 나타났다. 이는 '성질'이라는 주제어가 '이해', '적용', 그리고 '다양성' 등의 주제어를 설명하기 위한 방편으로 존재하기 때문이라고 해석할 수 있다. 한편 주제어 사이에서 높은 연결 빈도를 나타낸 주제어는 '문제'와 '해결', 또는 '문제'와 '문제해결'로 나타났다. 또한 '문제'는 '적용'과 '실생활'과도 높은 연결 빈도를 보였다. 이는 문제 자체를 해결하는 것뿐만 아니라 문제를 실생활에 적용하는 것까지도 강의교재에 포함되었음을 의미한다. 또한 제1차 영재교육진흥종합계획 기간에는 '의사소통'이, 제2차 시에는 '발견'이, 그리고 제3차 시에는 '증명'이 각 기간 중에 출현 빈도를 기준으로 상위 20위 이내에 들지 못했지만 중앙성 지표 기준으로는 그 시기에 상위 20위 이내에 속했다 사라지는 특성을 보였다.

V. 결론 및 논의

본 연구는 한 대학부설 과학영재교육원에서 2002년부터 2014년까지 사용한 중등수학 강의교재의 학습목표를 대상으로 주제어 빈도 분석 결과에서 5회 이상 등장한 주제어에 대해 네트워크 텍스트 분석을 수행하였다. 이를 바탕으로 연구결과와 시사점을 요약하면 다음과 같다.

첫째, 전체 주제어 사이의 네트워크는 82개의 결점과 3,890개의 연결선이 생성되었으며, 밀도는 0.586, 평균 최단거리는 1.414, 그리고 주제어 사이의 거리가 가장 먼 경우에도 2단계를 거치면 서로 연결되는 좁은 세상 네트워크의 구조를 지니는 것으로 나타났다. 좁은 세상 네트워크 구조를 지닌다는 것은 한편으로는 다양해보는 수학 영역을 다루고 있는 강의교재들이 별도로 존재하기 보다는 유기적으로 연관되어 강의교재가 구성되어 있으며, 또 다른 한편으로는 주제어 가운데에서도 핵심 역할을 담당하는 주제어가 존재한다는 것을 의미한다. '다양성', '이해', '개념', '방법', '적용', '연결성', '문제해결', '기본', '실생활', 그리고 '사고력'이 출현 빈도, 연결 중앙성, 근접 중앙성, 그리고 사이 중앙성 측면에서 모두 높은 순위에 기록된 핵심 주제어로 지식 내용을 중심으로 하는 네트워크를 형성하는 것으로 확인되었다. 또한 중심화 지표 분석 결과, 연결 중심화 값은 상대적으로 높게, 그리고 사이 중심화 값은 낮게 나타났다. 따라서 핵심 주제어들을 중심으로 지식 내용을 집중적으로 설명하고 있으며, 이러한 주제어들은 각각 다른 범주에서도 함께 기술되어 있어 주제어의 분포 및 구조가 전체 강의교재를 잘 설명하고 있는 것으로 나타났다(박선혜, 박은혜, 2014). 또한 이처럼 지식 측면을 강조하고 있는 강의교재는 제1차와 제2차 영재교육진흥종합계획의 한계점을 분석한 결과에서 밝히고 있는 것처럼 영재교육을 위해 개발된 교육 프로그램이 대부분 지식 중심 프로그램이었다는 결과와 일치하였다(서예원 외, 2012). 그러나 동기 및 태도와 같은 정의적 특성은 영재성 발달에 결정적인 역할을 함(Lubinski & Benbow, 2000)과 동시에 지적 특성에 비하여 후천적이고, 학습에 의해서 변화될 가능성이 크기 때문에(Marsh, 1990) 교육적으로 중요한 의미가 있다. 따라서 수학영재 강의교재에 지식 측면뿐만 아니라 정의적 측면을 균형적으로 고려하여야 한다.

둘째, 네트워크 지도의 의미론적 연관성을 통해 중등수학 강의교재의 핵심 내용을 '실생활의 문제를 수학의 기본 개념과 방법, 그리고 이들 사이의 관계로 이해할 수 있다'와 '수학적인 사고력을 바탕으로 실생활의 문제에 다양한 문제해결 방법을 적용하여 해결한다'로 유추하였다. 수학영재 강의교재의 심화 정도를 살펴보기 위해 동

사 부분의 인지과정 차원과 명사 부분의 지식 차원으로 분류한 Anderson(2002)의 교육목표분류체계를 중앙성 지표 결과를 바탕으로 추론한 학습목표와 정규 수학교과 교육과정의 학습목표에 적용한 연구 결과를 비교하여 살펴보았다. 정규 수학교과 교육과정을 분석한 결과 4가지 영역의 지식 차원 중 높은 수준의 지식 영역은 거의 나타나지 않고, 6가지 영역의 인지과정 차원 중 가장 낮은 수준의 2가지 영역이 나타난 반면, 수학적 강의를 분석한 결과에서는 지식 차원의 경우 4가지 영역이 모두 나타났고, 인지과정 차원 중에서는 중간 수준의 3가지 영역이 나타났다. 구체적으로 2007개정과 2009개정 수학교육과정의 경우 '인지' 차원에서는 높은 수준의 '메타인지적 지식' 영역이 거의 나타나지 않았고, '인지과정' 차원에서는 단순히 관련된 지식을 인출하는 가장 낮은 수준의 '기억하다' 영역이 가장 많이 나타났다(김명혜, 2013; 양수연, 2011). 반면에 수학적 강의를 분석한 경우 지식 차원에서는 '사실적 지식', '개념적 지식', '절차적 지식', 그리고 '메타인지적 지식'을 모두 포함하는 것으로 나타났으나 인지과정 차원에서는 중간 수준의 '이해하기', '적용하기', 그리고 '분석하기' 영역만을 포함하는 것으로 나타났다. 2009개정교육과정에서 목표 부분을 보면 "복잡하고 전문화되어 가는 미래 사회에서 사회 구성원에게 필요한 핵심 역량은 창의적 사고 능력, 문제 해결 능력, 정보 처리 능력, 의사소통 능력 등으로, 이는 주로 수학적 추론, 수학적 문제 해결, 수학적 의사소통 능력과 같은 수학적 과정의 교수 학습을 통하여 증진된다"라고 제시되어 있다(교육과학기술부, 2009). 특히 창의성은 학교 교육과정에서 추구하는 인간상으로, 창조적인 사람(제5차 교육과정), 창의적인 사람(제6차 교육과정), 기초능력을 토대로 창의적인 능력을 발휘하는 사람(제7차 교육과정, 2007 개정 교육과정), 기초 능력의 바탕 위에 새로운 발상과 도전으로 창의성을 발휘하는 사람(2009 개정 교육과정) 등 꾸준히 강조되어 왔다(최병훈, 방정숙, 2012). 이와 함께 2000년 영재교육법이 공포된 이래로 현재까지 첨단 과학기술시대의 실제 활용과 지속적인 발전을 위해 창의성과 문제해결력을 신장시킬 수 있는 "영재교육 최적화를 통한 창조적 인재육성"과 함께 수학적 과정의 중요성이 계속 강조되고 있다. 이러한 수학적 과정의 향상을 목적으로 하는 학습목표들은 '사실적 지식'이나 '기억하다' 수준의 목표보다는 전략적 지식이나 적절한 맥락적 지식, 조건적 지식 등과 같은 '메타인지적 지식'과 같은 고차원적인 지식 차원의 목표 설정이 적합하다. 또한 인지과정 차원에서도 학생들로 하여금 그들이 소유한 지식의 요소 간에 점차 연결을 만들 수 있게 하는 '분석하기', '평가하기', '창안하기'와 같은 복잡한 인지과정을 수반하는 활동이 필요하다(Anderson, 2002). 따라서 수학적 강의를 분석한 결과에도 실생활과 관련하여 통합적이고 다양하며 창의성을 신장시킬 수 있는 '평가하기'와 '창안하기'와 같은 복잡한 인지과정 차원을 수반하는 활동이 포함되어야 한다.

셋째, 영재교육진흥종합계획 시기별 수학적 강의를 분석한 결과, 제1차 시기부터 제3차 시기까지 모두 '문제', '해결', 그리고 '문제해결' 사이의 연결강도가 높게 나타났으며, '이해'를 중심으로 네트워크가 구성되는 것으로 나타났다. 이는 긍정적인 측면과 부정적인 측면 모두로 해석할 수 있다. 긍정적인 면에서는 영재교육진흥종합계획이 시행된 이래 특정 교과인 수학교과 성격과 우리나라 교육과정에서 공통적으로 제시하고 있는 수학교과 목표가 수학적 강의를 분석한 결과에도 일관되게 반영되고 있다고 해석할 수 있다. 반면에 부정적인 면에서는 "학습목표(전영석 외, 2010)의 타성화"가 염려된다는 것이다. 이는 Lawton(1973)이 교육과정에 대한 충분한 학문적 논의와 검토 없이 과거의 지식을 그대로 모방하는 경향을 보이는 것을 "교육과정이 타성에 젖었다"고 표현(박선혜, 박은혜, 2014)한 것처럼, 학습목표를 교육과정의 협의의 의미로 제한하는 경우로 해석할 수 있다. 또한 중앙성 지표 상위 20위 기준으로 제1차 시기에는 '의사소통'이, 제2차 시기에는 '발견'이, 그리고 제3차 시기에는 '증명'이 각 기간 중에 나타났다 사라지는 특징이 나타났다. 이는 '무역사성(ahistoricism)'으로 해석(Kliebard, 1992; Tanner, 1983)할 수 있다. 즉 학습목표의 변천을 역사적으로 살펴볼 때 학습목표의 변천을 정당화할 근거를 찾기 어렵거나 특정 시점에만 등장했다 사라지는 유행이 있을 수 있다는 것이다. 따라서 2000년에 영재교육법이 공포된 이후, 세 차례의 영재교육진흥종합계획이 매년 전 시기의 계획을 수정하고 보완하는 방향으로 발전된 것처럼, 영재교육현장에서 사용되는 강의교재도 이러한 변화에 부합하여 과거의 내용 중에 계속 이어나가야 할 것이 무엇인지 확인하여 무역사성이 없도록 하고, 시대를 초월하여 지속적으로 포함시켜야 하는 내용이 무엇인지

를 파악하여 학습목표가 타성에 빠지지 않도록 구성하여야 한다.

마지막으로 본 연구의 한계점과 향후 연구를 위한 제언을 하면 다음과 같다. 첫째, 본 연구는 특정 대학부설 과학영재교육원에서 사용된 강의교재만을 대상으로 연구하였다는 것이다. 따라서 보다 많은 수의 대학부설 과학영재교육원 뿐만 아니라 영재학급과 교육청 부설 과학영재교육원 등 다양한 영재교육기관에서 사용된 강의교재에 대해 내용 요소와 추론 요소를 구분하거나 교육과정 상의 내용 영역을 반영한 분석 결과와 함께 교육기관의 위계적 특성에 대한 연구가 이루어진다면 국가 수준에서 과학영재교육과정 운영지침이 개발된 것처럼 수학영재교육과정을 개발하는데 기초 자료로 활용될 수 있을 것이다. 둘째, 본 연구에서는 양적 연구 방법인 네트워크 텍스트 분석을 통해 수학영재 강의교재를 분석하였기 때문에 강의교재에 높은 수준의 인지과정 차원이 제시되지 않았다 하더라도 실제 교사가 반성적, 비판적 사고를 통해 강의교재와 내용을 재구성함으로써 실제 교육현장에서 실시되는 상황과는 일치하지 않을 수 있다. 따라서 향후에 질적 연구 방법을 보완하여 강의교재에 대한 교사들의 인식을 분석함으로써 본 연구 결과를 보다 심층적으로 확인할 수 있을 것이다. 셋째, 네트워크 텍스트 분석은 분석의 단위와 주제어 선정의 기준에 따라 연구 결과가 달라질 수 있다. 본 연구에서는 연구자들의 합의와 몇 차례 모의실험을 거쳐 연구 문제에 가장 적합하다고 여겨지는 학습목표와 출현 빈도 5회 이상을 기준으로 정하였지만 주장한 기준의 타당성에 의문을 제기한다면 그 누구도 명쾌한 해답을 하지 못할 뿐만 아니라(이우형 외, 2012) 연구자들 역시 명쾌하게 답할 수 없음은 부인할 수 없는 현실이다. 따라서 텍스트 네트워크 분석에 대한 연구방법론의 타당성은 위에서 언급한 추가적인 후속 연구들을 수행하여 확보해 나가야 할 것이다.

참 고 문 헌

- 강병련 · 김희영 (2008). 대학부설 과학영재교육원 초등수학 교육과정 분석. 한국수학교육학회 시리즈 E <수학교육논문집>, **22(1)**, 13-26.
- Kang, P. L., & Kim, H. Y. (2008). The analysis of elementary mathematics curricula of university attached science education institutes for the gifted. *Communications of mathematical education*, **22(1)**, 13-26.
- 강현석 (2005). 합리주의적 교육과정 체제에서 배제된 내러티브 교육과정의 가능성과 교과목 개발의 방향 탐색. 교육과정연구, **23(2)**, 83-115.
- Kang, H. S. (2005). In search of the possibility and the development of narrative curriculum excluded in paradigmatic curriculum system. *The Journal of Curriculum Studies*, **23(2)**, 83-115.
- 고상숙 · 백정환 (2004). 삼각함수 단원의 수행평가 도구 개발 및 적용. 학교수학, **6(1)**, 21-35.
- Koh, S. S., & Baek, J. H. (2004). The development of a tool and its application to high schools for the assessment in trigonometry. *School Mathematics*, **6(1)**, 21-35.
- 권성룡 (2012). MKT 적용과제에 나타난 초등예비교사의 반응 고찰. 학교수학, **14(2)**, 255-274.
- Kwon, S. Y. (2012). Analysis of pre-service elementary school teachers' responses to MKT applying task-focused on Kite. *School Mathematics*, **14(2)**, 255-274.
- 권은정 · 황우형 (2012). 서울특별시교육청 초등수학 영재교육 프로그램 분석. 교과교육연구, **5(2)**, 119-139.
- Kwon, E. J., & Whang, W. H. (2012). An analysis of elementary mathematics gifted program developed by Seoul school district. *The Journal of Curriculum and Instruction Studies*, **5(2)**, 119-139.
- 교육법전편찬회 (1997). 교육법전. 교학사.
- Committee on the Progressive Codification of Education Law. (1997). *A code of education law*. Seoul: Kyohaksa.
- 교육부 (1997). 제7차 교육과정. 교육부 고시 제1997-15호.

- Ministry of Education. (1997). *The 7th curriculum for elementary and middle schools*. Notification No. 1997-15 of the Ministry of Education.
- 교육인적자원부 (2007). 중학교 교육과정. 교육인적자원부 고시 제2007-79호.
- Ministry of Education & Human Resources Development. (2007). *The curriculum for middle Schools*. Notification No. 2007-19 of the Ministry of Education & Human Resources Development.
- 교육과학기술부 (2009). 2009 개정 교육과정 총론. 교육과학기술부 고시 제2009-41호.
- Ministry of Education, Science, and Technology. (2009). *The 2009 curriculum revision*. Notification No. 2009-41 of the Ministry of Education, Science, and Technology.
- 김동렬 (2013). 의미 네트워크 분석법을 활용한 초등 예비교사들이 생각하는 과학에 대한 의미 분석. 초등과학교육, **32(3)**, 327-345.
- Kim, D. R. (2013). An analysis of scientific concepts pre-service elementary school teachers have through semantic network analysis. *Journal of Korean Elementary Science Education*, **32(3)**, 327-345.
- 김명혜 (2013). Anderson의 교육목표 분류체계에 따른 학습목표 비교 분석-2007 개정과 2009 개정 중학교 3학년 수학 교과서를 중심으로. 석사학위논문, 이화여자대학교.
- Kim, M. H. (2013). *Compare and analyze educational objects by using Anderson's taxonomy of educational objects-Revolved around revised 2007 and revised 2009 curriculum in Grade 3 mathematics textbooks of middle school*. (Unpublished master's thesis, Ewha Woman University, Seoul, Korea).
- 김방희 · 김진수 (2014). 네트워크 텍스트 분석법을 활용한 STEAM 교육의 연구 논문 분석. 초등과학교육, **33(4)**, 674-682.
- Kim, B. H., & Kim, J. S. (2014). Research articles : Analysis of articles related STEAM education using network text analysis method. *Journal of Korean Elementary Science Education*, **33(4)**, 674-682.
- 김상미 (2013). 초등수학분야 영재교육원의 교육내용 사례 비교 연구. 학교수학, **15(2)**, 429-442.
- Kim, S. M. (2013). A comparative study on curricula for the mathematically gifted in gifted education institutes attached metropolitan office of education. *School Mathematics*, **15(2)**, 429-442.
- 김성연 (2013). 수학교육 연구자의 공동출판 연결망. 수학교육, **52(4)**, 483-496.
- Kim, S. Y. (2013). A co-authorship network analysis on mathematics education scholars. *The Mathematical Education*, **52(4)**, 483-496.
- 김성은 (2014). 우리나라의 2009개정 수학과 교육과정과 미국의 CCSSM 비교 연구. 석사학위논문, 이화여자대학교.
- Kim, S. E. (2014). *A comparative study on 2009 revised mathematics curriculum in Korea and CCSSM in the United States*. (Unpublished master's thesis, Ewha Woman University, Seoul, Korea).
- 김영주 (2012). 대학 부설 과학영재교육원 교육과정 강의교재 비교, 분석: 수학과를 중심으로. 석사학위논문, 순천대학교.
- Kim, Y. J. (2012). *The contrast and analysis for the lecture subjects used in the mathematics courses of science-gifted education centers affiliated to the universities*. (Unpublished master's thesis, Suncheon University, Suncheon, Korea).
- 김옥남 (2006). 인지적 영역의 교육목표분류학 비교. 한국교육학연구, **12(2)**, 165-189.
- Kim, O. N. (2006). The comparative Analysis of educational taxonomies in cognitive domain. *The Korea Educational Review*, **12(2)**, 165-189.
- 김용학 (2013). 사회 연결망 분석. 서울: 박영사.
- Kim, Y. H. (2013). *The analysis of social networks*. Seoul: Parkyongsa.
- 김용학 · 김영진 · 김영석 (2008). 한국 언론학 분야 지식 생산과 확산의 구조. 한국언론학보, **52(1)**, 117-141.

- Kim, Y. H., Kim, Y. J., & Kim, Y. S. (2013). The structure of production and diffusion of knowledge in Korean communication studies. *Korean Journal of Journalism & Communication Studies*, **52(1)**, 117-141.
- 김인식 · 최호성 (1990). 교육과정 및 교육평가. 서울: 교육과학사.
- Kim, I. S., & Choi, H. S. (1990). *Curriculum and education evaluation*. Seoul: Kyouookbook.
- 남한호 (2007). 교육목표의 의미와 국사 학습목표의 제시 유형. 역사교육논집, **38**, 191-231.
- Nam, H. H. (2007). The meaning of educational objectives and forms offering the instructional objectives for national history. *History Education Review*, **38**, 191-231.
- 노선숙 · 김민경 · 유현주 · 차인숙 (2001). 창조적 지식 기반사회의 수학교육과정 개발을 위한 기초조사연구. 수학교육, **40(2)**, 161-177.
- Noh, S. S., Kim, M. K., Yu, H. J., & Cha, I. S. (2001). A foundational research for the development of mathematics curriculum model for a creative knowledge - based Society = students and teachers' perceptions on the goals of mathematics education. *The Mathematical Education*, **40(2)**, 161-177.
- 박선혜 · 박은혜 (2014). 국가수준 유치원 교육과정에 나타난 '놀이'의 텍스트 연결망 분석, 육아정책연구, **8(1)**, 181-210.
- Park, S. H., & Park, E. H. (2014). Text network analysis of national kindergarten curriculum focusing on play: From the 1st national kindergarten curriculum to Nuri curriculum. *International Journal of Child Care and Education Policy*, **8(1)**, 181-210.
- 박수만 (2006). Bloom의 인지적 영역에 기반한 대학수학능력시험 수리영역 문항 분석. 석사학위논문, 인제대학교.
- Park, S. M. (2006). *The analysis of mathematics items in the CSAT based on Bloom's cognitive domain*. (Unpublished master's thesis, Inje University, Seoul, Korea).
- 박종률 · 김인수 (1999). 수학영재교육 교재 분석-전남대학교 과학영재교육센터 수학반 교재를 중심으로. 한국수학교육학회 학술발표논문집, 173-199.
- Park, J. R., & Kim, I. S. (1999). An analysis of mathematically gifted education materials-Based on the mathematics class in CNU science education center for the gifted. *Studies in Mathematical Education*, 173-199.
- 박종률 · 장미라 (2006). 수학영재 프로그램 분석-전남대학교 과학영재교육원 2002~2005년 수학기초반 프로그램을 중심으로. 국제수학영재교육세미나프로시딩, 173-188.
- Park, J. R., & Jang, M. R. (2006). An analysis of mathematically gifted education programs-Based on the mathematics class in CNU science education center for the gifted from 2002 to 2005. *The International Seminar of Education of Gifted Students in Mathematics*, 173-188.
- 박치성 · 정지원 (2013). 텍스트 네트워크 분석: 사회적 인식 네트워크 분석을 통한 정책이해관계자 간 공유된 의미 파악 사례. 한국행정학회 하계학술대회, 828-849.
- Park, C. S., & Jung, J. W. (2013). Text network analysis: A case study of understanding the shared meaning between policy stakeholders through socio-cognitive network. *The Korean Association for Public Administration (KAPA) Conference*, 828-849.
- 박한우, Leydesdorff, L. (2004). 한국어의 내용분석을 위한 KrKwic 프로그램의 이해와 적용. Journal of the Korean Data Analysis Society, **6(5)**, 105-112.
- Park, H. W., & Leydesdorff, L. (2004). Understanding KrKwic: A computer program for the analysis of Korean text. *Journal of the Korean Data Analysis Society*, **6(5)**, 105-112.
- 방승진 · 김관수 · 류성림 · 박달원 · 송상현 · 이상원 · 황동주 (2004). 2003학년도 과학영재교육원 수학영재교재 분석 보고서. 수학교육논문집, **18(3)**, 233-241.

- Bang, S. J., Kim, P. S., Ryu, S. R., Park, D. W., Song, S. H., Lee, S. W., & Whang, D. J. (2004). The report of mathematically gifted education materials' analysis of science gifted education center in 2003. *Communications of mathematical education*, **18(3)**, 233-241.
- 변영계 (1984). 학습지도. 서울: 배영사.
- Byun, Y. K., & An, J. M. (1984). *Learning guide*. Seoul: Baeyoungsa.
- 서예원 · 이재분 · 유경재 · 정영옥 · 박지은 · 이경숙 (2012). 제3차 영재교육진흥종합계획 수립 연구. 서울: 한국과학창의재단.
- Seo, Y. W., Lee, J. B., Yu, K. J., Jung, Y. O., Park, J. E., & Lee, K. S. (2012). *A study for establishment of the 3rd master plan for the promotion of gifted and talented education*. Seoul: Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity.
- 성열관 (2010). 교육과정 문서에 나타난 국제교육의 관점과 개념 분석: 영국 국가교육과정 지침을 중심으로. 교육문제연구, **37**, 23-42.
- Sung, Y. K. (2010). An analysis on perspectives and concepts of global education in curriculum document: with reference to national curriculum in the UK. *Journal of Research in Education*, **37**, 23-42.
- 손동원 (2008). 사회 네트워크 분석. 서울: 경문사.
- Son, D. W. (2009). *Social network analysis*. Seoul: Kyoungmoonsa.
- 신형욱 (2008). 고등학교 독일어 교과서의 단원 구성 비교 분석. *Studies in Foreign Language Education*, **22(2)**, 39-63.
- Shin, H. U. (2008). An analysis of the Unit-structure of the Korean high school textbooks for german as a foreign language. *Studies in Foreign Language Education*, **22(2)**, 39-63.
- 심준섭 (2011). 언어네트워크분석 기법을 활용한 갈등 프레임의 분석. 한국행정연구, **20(2)**, 149-178.
- Shim, J. S. (2011). Analysis of conflict frames using semantic network analysis. *The Korea Public Administration Journal*, **20(2)**, 149-178.
- 양수연 (2011). Anderson의 교육목표 분류체계에 기초한 교과서 학습 목표 분석: 2007개정 중등 기본공통교육과정을 중심으로. 석사학위논문, 이화여자대학교.
- Yang, S. Y. (2011). Analysis of secondary mathematics textbooks based on Anderson's educational taxonomy: Focusing on 2007 revised curriculum. (Unpublished master's thesis, Ewha Woman University, Seoul, Korea).
- 이영하 · 정주연 (2008). 실용성 목표 관점에서의 중학교 함수 단원 분석과 그에 따른 개선 방안. 수학교육, **47(3)**, 239-259.
- Lee, Y. H., & Jeong, J. Y. (2008). An analysis on function chapters in the middle school for at alternative description in view of practical objectives. *The Mathematical Education*, **47(3)**, 239-259.
- 이영하 · 최지안 (2008). 중학교 1학년 통계단원에 나타난 분포개념에 관한 분석. 수학교육학연구, **18(3)**, 407-434.
- Lee, Y. H., & Choi, J. A. (2008). An Analysis of Statistics Chapter of the Grade 7's Current Textbook in View of the Distribution Concepts. *The Journal of Educational Research in Mathematics*, **18(3)**, 407-434.
- 이우형 · 석영철, 박준철 (2012). 소셜 네트워크 분석을 통한 유망기술 탐색에 관한 연구. 정보시스템연구, **21(4)**, 109-132.
- Lee, W. H., Seok, Y. C., & Park, J. C. (2012). Detecting Emerging Technology for Using Social Network Analysis: Focus on Mobile Telecommunication. *Journal of Information Systems*, **21(4)**, 109-132.
- 이윤경 · 이준권 (2012). 영재교육원 수학교육과정 분석연구. 교과교육연구, **5(1)**, 45-66.
- Lee, Y. K., & Lee, J. K. (2012). Analysis on curriculum for mathematically gifted students of educational institute for gifted in metropolitan office of education. *The Journal of Curriculum and Instruction Studies*, **5(1)**, 45-66.

- 이중희 · 김기연 (2007). 창의적 생산력의 하위 요소 탐색 및 수학영재의 창의적 문제해결 모델 개발. 학교수학, **10(4)**, 583-601.
- Lee, J. H., & Kim, K. Y. (2007). The research on developing model of creative problem solving for the mathematically gifted. *School Mathematics*, **10(4)**, 583-601.
- 이준기 · 하민수 (2012). 언어 네트워크 분석법을 통한 중학교 과학영재들의 사실, 가설, 이론, 법칙과 과학적인 것의 의미에 대한 인식 조사. 한국과학교육학회지, **32(5)**, 823-840.
- Lee, J. K., & Ha, M. S. (2012). Semantic network analysis of science gifted middle school students' understanding of fact, hypothesis, theory, law, and scientificness. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, **32(5)**, 823-840.
- 이지현 (2004). 한국과 미국의 초등 수학 교육과정에 대한 인지중심적 관점에서의 비교 분석: 초등학교 2~3학년 수준의 곱셈 단원 교육과정 사례를 중심으로. 석사학위논문, 이화여자대학교.
- Lee, J. H. (2004). *A comparative study of Korean and American elementary mathematics curricula from a cognitive viewpoint*. (Unpublished master's thesis, Ewha Woman University, Seoul, Korea).
- 이혜숙 · 김영신 (2008). 제7차 초, 중등 생물 교육과정의 수업 목표 분석-Bloom의 분류학에 기초하여. 한국생물교육학회지, **36(1)**, 52-62.
- Lee, H. S., & Kim, Y. S. (2008). Analysis of primary and secondary biology instructional objectives on 7th science curriculum: Based on Bloom's revised taxonomy. *Biology Education*, **36(1)**, 52-62.
- 전영석 · 김재영 · 강완 · 김갑수 · 박지숙 · 엄우섭 · 고효선 · 이운학 · 이정아 · 이수아 · 이연주 · 장진아 (2010). 영재학급 표준 기초교육과정 개발연구. 서울: 한국과학창의재단.
- Jeon, Y. S., Kim, J. Y., Kang, W., Kim, K. S., Park, J. S., Um, W. S., Koh, H. S., Lee, M. H., Lee, J. A., Lee, S. A., Lee, Y. J., & Jang, J. A. (2010). *A study of development of the national basic curriculum for gifted classes*. Seoul: Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity.
- 정문호 (2008). 과학영재교육원 교육프로그램 평가기준 개발. 박사학위논문, 단국대학교.
- Jung, M. H. (2008). *Development of a rubric for evaluation of science-gifted education centers' programs*. (Unpublished doctor's dissertation, Dankook University, Seoul, Korea).
- 정지연 (2010). 대학 부설 과학영재교육원에서 실시한 수학과 수업의 주제 분류. 석사학위논문, 경북대학교.
- Jung, J. Y. (2010). *The classification of mathematics classes conducted in university-affiliated science education institutes for the gifted*. (Unpublished master's thesis, Kyungpook National University, Daegu, Korea).
- 조재인 (2011). 네트워크 텍스트 분석을 통한 문헌정보학 최근 연구 경향 분석. 정보관리학회지, **28(4)**, 65-83.
- Cho, J. I. (2011). A study for research area of library and information science by network text analysis. *Journal of the Korean Society for Information Management*, **28(4)**, 65-83.
- 주익한 (1997). 문장제 문제 풀이의 실패 유형 분석과 그 지도 방안. 석사학위논문, 서원대학교.
- Joo, I. H. (1997). *Analysis of error patterns in word problems and a recommendation of relevant teaching methods*. (Unpublished master's thesis, Seowon University, Cheongju, Korea).
- 주익한 · 김영국 (1997). 문장제 풀이의 실패 유형 분류와 그 경향의 연구. 한국수학교육학회지 시리즈 A <수학교육>, **36(1)**, 161-169.
- Joo, I. H., & Kim, Y. K. (1997). Classification of error patterns in word problems and a study of research of trends. *The Mathematical Education*, **36(1)**, 161-169.
- 진세화 (2005). 대학부설 영재교육원의 교육과정 분석에 관한 소고-수학과 중심으로. 석사학위논문, 경북대학교.
- Jin, S. H. (2005). *Curriculum analysis of education center in university for the scientifically gifted*. (Unpublished master's thesis, Kyungpook National University, Daegu, Korea).
- 최경호 (2008). 고등학교 수학과 교육과정 중 확률 · 통계에 나타난 의미의 연결망 구조와 분석. Communications

- of the Korean Statistical Society, **15(2)**, 245-254.
- Choi, K. H. (2008). Network structure and analysis on the meaning of probability, statistics in the high school mathematics curriculum. *Communications for Statistical Applications and Methods*, **15(2)**, 245-254.
- 최병훈, · 방정숙 (2012). 수학적 창의성 교육에 관한 연구 동향 분석. *영재교육연구*, **22(1)**, 197-215.
- Choi, B. H., & Pang, J. S. (2012). Analysis of research trends in mathematical creativity education. *Journal of Gifted/Talented Education*, **22(1)**, 197-215.
- 최영출 · 박수정 (2011). 한국행정학의 연구경향 분석: 네트워크 텍스트 분석방법의 적용. *한국행정학보*, **45(1)**, 123-139.
- Choi, Y. C., & Park, S. J. (2011). Analysis of research trends in the field of public administration: An application of network text analysis methods. *Korean Public Administration Review*, **45(1)**, 123-139.
- 최일영 · 이현수 (2014). 기업경영연구에서의 공동연구 네트워크 분석. *기업경영연구*, **21(4)**, 103-123.
- Choi, I. Y., & Lee, H. S. (2014). Network analysis of research collaborations in "Korean corporation management review". *Korean corporation management review*, **21(4)**, 103-123.
- 최용만 (2005). 대학부설 과학영재교육원의 교육과정 분석. 박사학위논문, 경남대학교.
- Choi, Y. M. (2005). *Curriculum analysis of education center in university for the scientifically gifted*. (Unpublished doctor's dissertation, Kyungnam University, Masan, Korea).
- 하소현 · 광대오 (2008). Bloom의 신 교육목표 분류학에 의한 초등과학 영재 교육 자료의 수업목표 사례 분석. *영재교육연구*, **18(3)**, 591-612.
- Ha, S. H., & Kwack, D. O. (2008). Analysis of instructional objectives in a teaching-learning material for gifted elementary students in science by Bloom's taxonomy of educational objectives. *Journal of Gifted/Talented Education*, 591-612.
- 하윤숙 (1999). *중학교 수학과 교과서 연습문제 분석: 2학년을 중심으로*. 석사학위논문, 이화여자대학교.
- Ha, Y. S. (1999). *Analysis of textbook problems in middle school mathematics: Focused on the 2nd grade*. (Unpublished master's thesis, Ewha Woman University, Seoul, Korea).
- 한기순 · 양태연 (2007). 최근 국내 영재교육 연구의 흐름: 2000~2006년도 연구물 분석. *영재교육연구*, **17(2)**, 338-364.
- Han, K. S., & Yang, T. Y. (2007). Current trends and future directions of research in the area of gifted education in Korea. *Journal of Gifted/Talented Education*, **17(2)**, 338-364.
- 한혜승 (1996). *제6차 교육과정에 따른 중학교 수학교과서 분석: 1학년을 중심으로*. 석사학위논문, 이화여자대학교.
- Han, H. S. (1996). *Analysis of math textbooks according to the 6th curriculum in middle school: Focus on 1st-grade textbooks*. (Unpublished master's thesis, Ewha Woman University, Seoul, Korea).
- 한혜정 · 박순경 · 이근호 · 이승미 (2012). *시·도 교육청 수준 교육과정 지침 실태 분석 및 개선 방안*. 서울: 한국교육과정평가원.
- Han, H. J., Park, S. K., Lee, K. H., & Lee, S. M. (2012). *A study on the improvement of the MPOE curriculum organization & implementation guideline through analyzing its current situation*. Seoul: Korea Institute for Curriculum and Evaluation.
- 홍후조 (2002). *교육과정의 이해와 개발*. 서울: 문음사.
- Hong, H. J. (2002). *Understanding and developing of curriculum*. Seoul: Mooneumsa.
- 황혜정 · 최승현 (1999). 수학과 평가들에 관한 고찰. *수학교육학연구*, **9(2)**, 459-471.
- Hwang, H. J., & Choi, S. H. (1999). A study on assessment framework in mathematics education. *The Journal of Educational Research in Mathematics*, **9(2)**, 459-471.

- Anderson, L. W. (2002). A revised Bloom's taxonomy. *Theory into Practice, 41*, 210-261.
- Avital, S., & Shettleworth, S. (1968). *Objectives for mathematics learning: some ideas for the teacher* (No.3). Ontario Institute for Studies in Education.
- Berger, A. A. (2000). *Media and communication research methods*. London: SAGE.
- Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of educational objectives. I. Cognitive domain*. New York: David McKay.
- Blystone, R. V., & Dettling, B. C. (1990) Visual literacy in science textbook. *What research says to the science teacher: The Process of Knowing, 6*, 19-60.
- Carley, K. M. (1997). Extracting team mental models through textual analysis. *Journal of Organizational Behavior, 18*(1), 533-558.
- Corman, S. R., Kuhn, T., McPhee, R. D., & Dooley, K. J. (2002). Studying complex discursive systems: Centering resonance analysis of communication. *Human Communication, 28*(20), 157-206.
- Cyram, N. I. (2004). *Cyram*. Seoul: Cyram.
- Danowski, J. (1993). Network analysis of message content. *Progress in Communication Sciences, 12*, 198-221.
- Diesner, J., & Carley, K. M. (2005). Revealing social structure from texts. *Causal Mapping for Research in Information Technology, 81*.
- Doerfel, M. L. (1998). What constitutes semantic network analysis? A comparison of research and methodologies. *Connections, 2*(2), 16-26.
- Eisner, E. (1994). *The educational imagination: On the design and evaluation of school programs*. New York, NY: Macmillan.
- Hanneman, R. A., & Riddle, M. (2005). *Introduction to social network methods*. CA: University of California, Riverside.
- Kamada, T., & Kawai, S. (1989). An algorithm for drawing general undirected graph. *Information Letters, 13*(1), 7-15.
- Kliebard, H. M. (1992). Constructing a history of the American curriculum. *Handbook of research on curriculum, 157-184*.
- Krutetskii, V. A. (1976). *The psychology of mathematical abilities in school children*. Chicago: University of Chicago Press.
- Lawton, D. (1973). *Social change, educational theory and curriculum planning*. University of London Press/Hodder & Stoughton.
- Lubinski, D., & Benbow, C. P. (2000). States of excellence. *American Psychologist, 55*(1), 137-150.
- Marsh, H. W. (1990). *Self description questionnaire (SDQ) II : Manual*. New South Wales, Australia: University of Western Sydney.
- Neuner, G. (1995). Lehrwerke. In: Karl-Richard, Bausch, Christ, Herbert/Krumm, Hans-Jürgen (Hrsg.): *Handbuch Fremdsprachenunterricht, 3*. Tübingen: Francke. 292-295.
- Paranyushkin, D. (2011). *Identifying the pathways for meaning circulation using text network analysis*. Published in 11 December 2011, Nodus Labs. Germany, Berlin.
- Paranyushkin, D. (2012). *Visualization of text's polysingularity using network analysis*. Published in 15 January 2012, Nodus Labs. Germany, Berlin.
- Popping, R. (2000). *Computer-assisted text analysis*. Sage.

- Reimer, U. (1997). *Neue formen der wissensrepräsentation*. Univ., Informatoinswiss.
- Roberts, C. W. (1997). *Text analysis for the social sciences: Methods for drawing statistical inferences from texts and transcripts*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Ryan, G. W., & Bernard, H. R. (2000). *Data management and analysis methods*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Smith, T. E. (2009). Estimation bias in spatial models with strongly connected weight matrices. *Geographical Analysis*, 41(3), 307 - 332.
- Tanner, L. N. (1983). Curriculum history as usable knowledge. *Curriculum Inquiry*, 12(4), 405-411.
- Wilson, J. W. (1971). Evaluation of learning in secondary school mathematics. *Handbook on formative and summative evaluation of student learning*, 643-696.
- Winter, H. (1978). Geometrie vom hebelgesetz ausein beitrage zur integration von physik und mathematikunterricht der sekundarstufe I. *Der Mathematikunterricht*, 2(5), 88 - 125.

A Study of Secondary Mathematics Materials at a Gifted Education Center in Science Attached to a University Using Network Text Analysis

Sungyeun Kim

Seoul National University
E-mail : sykim0401@snu.ac.kr

Seonyoung Lee[†]

Seoul National University
E-mail : seonylee@snu.ac.kr

Jongho Shin

Seoul National University
E-mail : jshin21@snu.ac.kr

Won Choi

University of Incheon
E-mail : choiwon@inu.ac.kr

The purpose of this study is to suggest implications for the development and revision of future teaching materials for mathematically gifted students by using network text analysis of secondary mathematics materials. Subjects of the analysis were learning goals of 110 teaching materials in a gifted education center in science attached to a university from 2002 to 2014. In analysing the frequency of the texts that appeared in the learning goals, key words were selected. A co-occurrence matrix of the key words was established, and a basic information of network, centrality, centralization, component, and k-core were deducted. For the analysis, KrKwic, KrTitle, and NetMiner4.0 programs were used, respectively. The results of this study were as follows. First, there was a pivot of the network formed with core hubs including 'diversity', 'understanding' 'concept' 'method', 'application', 'connection' 'problem solving', 'basic', 'real life', and 'thinking ability' in the whole network from 2002 to 2014. In addition, knowledge aspects were well reflected in teaching materials based on the centralization analysis. Second, network text analysis based on the three periods of the Mater Plan for the promotion of gifted education was conducted. As a result, a network was built up with 'understanding', and there were strong ties among 'question', 'answer', and 'problem solving' regardless of the periods. On the contrary, the centrality analysis showed that 'communication', 'discovery', and 'proof' only appeared in the first, second, and third period of Master Plan, respectively. Therefore, the results of this study suggest that affective aspects and activities with high cognitive process should be accompanied, and learning goals' mannerism and ahistoricism be prevented in developing and revising teaching materials.

* ZDM Classification : B63, D93

* 2000 Mathematics Subject Classification : 97B60, 97D30

* Key Words : learning goals, mathematically gifted students, network text analysis, teaching materials

* This work was supported by the National Research Foundation of Korea Grant funded by the Korean Government (NRF-2013S1A3A2055007).

† corresponding author: seonylee@snu.ac.kr