

## 중학교 1학년 수학교과서에 나타난 실세계 맥락 과제의 분석\*

- 융복합교육의 핵심역량을 중심으로 -

박미영\*\* · 문종은\*\*\* · 주미경\*\*\*\*\* · 정수용\*\*\*\*\* · 박모라\*\*\*\*\*

### ■ 요 약 ■

본 연구는 융복합교육의 개념과 교육의 목표를 수용함으로써 수학교과서의 실세계 맥락 기반 과제의 해결과 탐구 과정을 통해 학생들이 미래사회가 요구하는 융복합적 역량을 개발할 수 있다는 관점을 취하고 있다. 따라서 융복합교육 목표의 범주와 수학교과를 통해 함양할 수 있는 수학적 능력이 통합된 분석틀을 재구성하여 2009 개정 교육과정에 따라 개발된 중학교 1학년 수학 교과서 13종 교과서 880개 과제를 분석하였다. 분석 과정에서 융복합교육의 13가지 수학적 능력으로 구성된 3가지 핵심역량 범주를 중복코딩을 허용하여 적용한 결과, 총 1,269회의 핵심역량을 파악할 수 있었다. 이러한 분석을 통하여 도구의 상호작용적 활용 역량(TI)이 과제 중 대다수의 핵심역량을 차지하고 있음과 상대적으로 이질적 집단에서의 상호작용 역량(GI)과 자율적 실천 역량(AA)은 아주 낮은 비율을 나타내고 있음을 알 수 있었다. 이는 현 2009 개정 중학교 1학년 수학교과서의 학습과제들이 이질적 집단에서의 상호작용 역량(GI)에 해당하는 의사소통이나 자율적 실천 역량(AA)에 해당하는 문제해결전략, 반성, 비판적 사고력 보다는 도구의 상호작용적 활용 역량(TI)에 해당하는 핵심개념과 원리 등의 이해 및 습득 활용에 중점을 두는 특징을 보여주고 있음을 시사한다. 이러한 분석 결과를 통하여 다양한 핵심역량을 함양할 수 있는 과제의 특징을 탐구함으로써 미래사회에서 요구되는 역량을 제고할 수 있는 수학 과제 개발과 교과서의 과제를 기본으로 다양한 역량을 함양하는 과제로 재구성할 수 있는 교사의 역량 측면에서 시사점을 논의하였다.

주제어 : 융복합교육, 융복합 핵심역량, 교과서 분석, 수학적 능력

\* 이 논문은 2014년 정부재원(교육부 사회과학연구지원사업비)으로 한국연구재단의 지원을 받아 연구되었음(NRF-2014S1A3A2044609).

\*\* 한양대학교 자연과학대학 수학과 강사(제1저자, joel1108@hanyang.ac.kr)

\*\*\* 한양대학교 사범대학 수학교육과 박사 후 연구원(교신저자, mjel119@naver.com)

\*\*\*\* 한양대학교 사범대학 수학교육과 교수(mkjul1@hanyang.ac.kr)

\*\*\*\*\* 한양대학교 사범대학 수학교육과 석사과정(sy\_jung@naver.com)

\*\*\*\*\* 한양대학교 사범대학 수학교육과 석사졸업(bml6149@naver.com)

논문접수(15. 04. 27), 수정본접수(15. 06. 20), 게재승인(15. 06. 30)

## I. 서론

현대 지식기반 사회는 끊임없이 새로운 지식이 생산되고 있고 그에 따라 우리에게 제공되는 지식과 정보의 양도 기하급수적으로 증가하고 있어 학습자가 자신의 삶 및 환경과 유기적으로 연결되는 지식과 정보를 선별하고 활용하도록 하는 것이 새로운 교육적 과제가 되고 있다. 또한 급속하게 다원화되어 가는 복잡한 현대 사회에서 학생들이 직면하는 문제 현상의 해결 과정에는 다양한 관점에서의 접근으로 인한 이견과 갈등이 등장하게 되는데 이 때 합리적인 의사결정이 중요한 역할을 하게 된다. 이러한 맥락에서 학교 수학은 학생이 자율적이고 능동적으로 수학 지식을 구성하고 동료와의 협력과 갈등 조절 과정을 통해 결과물을 산출하는 경험을 바탕으로 미래 세계시민에게 필요한 자질과 역량을 함양하도록 요청받고 있다(교육과학기술부, 2011; 차운경 외, 2014; NCTM, 2000). 이러한 시대적 요청과 관련하여 교육부는 최근에 수학교육을 통해 지식정보화 시대를 선도할 창의적 인재와 합리적 시민을 양성한다는 비전과 함께 ‘수학 기반의 핵심역량 함양’, ‘수학의 가치와 유용성 인식 확산’, ‘선진 수학교육 기반 조성’을 목표로 발표하였다(교육부, 2015; 이미경 외 2014). 이러한 일련의 노력은 미래 사회를 살아갈 학생들에게 요구되는 핵심역량과 학교의 교육과정을 연계하려는 움직임으로 확대되었고, 그 결과 21세기를 살아갈 학생들에게 필요한 핵심역량이 제시되어 각 교과별로 학교 현장에서 이를 함양할 수 있는 방안이 논의되고 있다(이광우 외, 2009; 이근호 외, 2012; 2013, 최승현 외, 2011; 황선욱 외 2014).

한편 현대의 다원화 사회는 문제가 점차 복잡해지고 그 현상에 대한 관점들도 다양하여 이견이나 갈등이 형성되었을 때에 하나의 관점으로 조절하는 것은 현대 사회의 구성원들에게 매우 어려운 과제로 제기되고 있다. 따라서 사회 다원화로 인한 복잡계의 출현은 경계를 넘어 소통하고 사고할 수 있는 융복합적인 역량을 요구하게 되었다. 특히, 환경, 인권, 전쟁, 질병 등 복잡한 사회의 현상을 다루면서 실제로 필요한 인성, 의사결정, 의사소통 등의 역량 함양을 강조하는 지속가능발전교육에 대한 논의가 등장하게 되었다. 뿐만 아니라, 전 세계가 하나의 지구촌을 형성해가는 세계화 맥락 속에서 간학문적이고 총체적인 접근 방식으로 비판적 사고와 창의적 사고 능력을 증진하고 미래에 대한 비전을 가질 수 있게 하는 지속가능발전교육은 최근 유엔에서 제시하고 있는 교육의 패러다임으로 자리 잡고 있다. 이는 미래의 지속가능한 사회를 위해서 사회적, 경제적, 환경적으로 발생하는 다양한 도전 상황과 심각한 과제들을 전 지구적인 관점에서 인식하고 합리적이고 다양한 관점과 가치관을 갖출 수 있는 능력을 강조하는 교육으로서 학습자 개인, 평등하게 공존하는 사회, 인종의 다양성, 인류와 자연 사이의 호혜 관계의 가치에 대한 인식과 이해 능력을 갖춘 세계시민의 양성을 지향한다(김호석 외, 2011; 신동희 외, 2012; 유영의 외, 2013; 이선경 외, 2010). 이러한 측면에서 지속가능발전교육은 세계사회의 근원적인 문제를 다루는 융복합교육의 일환이며 세계의 교육과정은 핵심역량의 강화를 목표로 하고 있다. 따라서 학교교육은 학생들이 사회적 삶에서 필요한 역량을 개

발하는 데에 관심을 가지고 교과 지식에 더하여 세계시민사회의 구성원으로 살아갈 수 있는 태도와 기능을 강화하는 데에 관심을 가져야 하며 단일교과보다는 범교과적인 관점을 가지고 통합적으로 접근할 필요가 있다(이광우 외, 2009; 한국교육과정평가원, 2011).

이러한 필요성에 의하여 우리나라는 융합인재교육(STEAM)을 도입함으로써 창의적 설계, 감성적 체험, 다양한 교과내용의 유기적인 통합을 강조하였고(박현주 외, 2012), 미래의 융합인재시대에 대응하기 위해 2014년에는 소프트웨어(SW) 교육도 강조하고 있다. 이와 같이 미래 사회를 살아갈 학생들에게 필요한 다양한 핵심역량의 함양과 강화를 교육의 목표로 생각한다면 교과내용통합 이상의 유기적인 통합이 이루어지는 교육의 형태가 요구된다. 이러한 맥락에서 함승환 외(2013)는 다양한 교과 내용의 통합하고 학생들에게 의미 충실한 실세계 맥락에서의 과제를 제공하는 범위를 넘어서서 교수학습 과정에서 학습자의 능동성과 다양성, 개별성을 인정하고 학습자가 창의적이고 자주적으로 지식을 생산할 수 있는 교육적 실천을 통해 자신의 생각을 적극적으로 표현하고, 타인을 존중하고 배려하면서 모든 구성원들이 함께 살아가는 세계시민사회를 지향하는 교육의 형태를 융복합교육으로 개념화하고 현대 사회의 학교교육이 직면하고 있는 문제를 해소하기 위한 대안적 교육 모델로 제안하였다. 또한 이선경 외(2013)는 함승환 외(2013)이 제안한 융복합교육에 부합하는 프로그램 구성틀을 제시하였는데 여기에는 융복합교육의 시행을 통하여 함양되기를 바라는 3개 범주의 역량이 목표로 제시되어 있다.

본 연구는 이와 같은 논의가 제안하는 융복합교육의 개념과 교육의 목표를 수학교과에 도입함으로써 실세계 맥락 기반 과제의 해결과 탐구 과정을 통해 학생들이 미래사회가 요구하는 핵심역량을 개발할 수 있다는 관점을 가지고 진행되었다. 즉, 융복합교육을 통해 학생들은 전통적 교실에서 수학 지식을 전달받는 수동적 위치에서 탈피하여 자신을 둘러싼 실세계 맥락 기반의 과제를 탐구하며 기존의 지식체계에 의해 만들어진 경계를 넘나들며 창의적으로 지식을 생산하는 융합적 역량을 함양할 수 있다. 또한 인권, 정의, 평화 등 현대사회의 주요 쟁점과 관련된 문제 상황에 대한 수학적 탐구를 통해 실제적인 수학적 역량과 더불어 수학의 유용성에 대한 인식을 함양할 수 있으며 세계시민사회의 일원으로서 세계를 비판적 시각으로 바라보면서 더 나은 지역사회와 세계사회로의 변화를 도모하는 역량을 함양하는데 기여할 수 있을 것이다.

따라서 본 연구에서는 2009 개정 교육과정에 따른 중학교 1학년 수학교과서 13종에서 제시된 실세계 맥락 기반 과제들을 융복합교육의 목표 차원에서 분석하여 다양한 핵심역량을 함양할 수 있는 과제의 특징을 탐구함으로써 미래사회에서 요구되는 역량을 제고할 수 있는 수학 과제 개발을 위한 시사점을 논하고자 한다.

## II. 이론적 배경

### 1. 수학교과에서의 융복합교육

융복합교육은 모든 학생이 자신의 사회경제적·문화적 배경과 상관없이 의미 있는 학습을 경험하고 풍부한 방식으로 지적·정의적 성장을 이루어낼 수 있는 교수·학습 활동을 출발점으로 한다. 이러한 융복합교육은 학습자의 능동적인 참여를 지향하는 자율성(Autonomy), 교과내용의 연계, 학생과 교사의 대화적 관계, 학생들의 협력적 관계를 지향하는 연계성(Bridgeability), 학생들에게 의미 있고 구체적이며 실제적인 맥락 속에서 문제를 인식하고 해결하도록 하는 맥락성(Contextuality), 그리고 학습자와 학습 결과의 다양성, 학습 과정에서의 다양성과 평등성, 개별성을 인정하고자 하는 다양성(Diversity)을 특징으로 한다(차윤경 외, 2014). 이와 관련하여 이선경 외(2013)는 이 특징들이 구현될 수 있는 융복합교육에서의 목표를 융복합 역량을 기르는 것으로 간주하고 목표의 범주와 그 하위 역량을 제시하였다. 이는 OECD가 제시하였던 현대 사회인의 핵심역량(OECD, 2005)을 기반으로 하면서 융복합교육을 통하여 세계시민사회의 구성원으로서 갖추어야 할 역량을 추가, 보완하였다. 구체적으로 살펴보면 다음 <표 1>에서 제시하고 있는 것과 같이 언어, 상징, 텍스트, 핵심개념, 원리, 소양, 테크놀로지 등의 지식과 도구들을 학습자가 습득하고 이를 상호적으로 활용하는 역량, 이질적인 집단에서 타인과 관계를 형성하고 협력적으로 작업을 수행하며 갈등을 관리하고 해소하는 상호작용 역량, 그리고 자신의 정체성 및 자존감을 확립하고 자율적으로 계획을 수립, 실행할 수 있으며 개인 뿐 아니라 지역사회와 세계사회의 변화를 주도할 수 있는 자율적인 행동 역량을 포함하고 있다.

수학교과를 융복합교육의 관점에서 해석하기 위하여 수학을 살펴보면, 수학은 실세계에서 직면하는 문제를 해결하기 위해 인류가 노력하여 성취한 역사적 결과물로서 ‘실세계’, ‘활동’, ‘인간’ 사이의 대화적 관계 속에서 형성되어 온 지식임을 알 수 있다(Freudenthal, 2002; Lave, 1988). 이러한 관점에서 볼 때, 융복합교육은 수학교과의 정체성과 학습자로서의 인간이 가지고 있는 정체성을 반영하는 교육 모델이라고 할 수 있다(주미경 외, 2012).

<표 1> 융복합교육의 핵심역량 분석 기준

역량 범주	도구의 상호작용적 활용 역량			이질적인 집단에서의 상호작용 역량			자율적인 행동 역량		
	하위 역량	언어, 상징 및 텍스트 활용 역량	핵심개념, 원리, 소양 습득 및 활용 역량	테크놀로지 활용 역량	타인과의 관계 형성 및 유지 역량	협력적 작업 역량	갈등관리 및 해소 역량	정체성·자존감 확립 및 자율적 인생 계획 역량	개인의 행동 변화 역량

우리나라의 수학과 교육과정을 살펴보면 수학교과에서의 융복합적 관점을 찾아볼 수 있는데 실세계 맥락을 바탕으로 한 생활단원의 도입(1차), 대수와 기하 영역 간의 통합(3차), 학생의 능력과 적성, 진로를 고려한 교육내용의 다양화와 학생의 전인적 삶과 연결된 교육(6차), 주변 현상에 대한 학생의 능동적 탐구에 기반을 둔 수학 학습(7차) 등이 그 예이다. 2009 개정 수학과 교육과정은 생활주변 현상, 사회 현상, 자연 현상 등의 여러 가지 현상을 학습 소재로 하여 수학의 개념, 원리, 법칙을 도입하고 능동적 탐구 활동을 통하여 학생 스스로 개념, 원리, 법칙을 발견하고 이를 정당화하도록 지도할 것을 권함으로써 학습 소재의 맥락성, 능동적 탐구활동을 통한 자율성, 학생이 발견하는 개념, 원리, 법칙의 다양성, 이를 정당화하기 위한 지식 간의 연계성 등을 강조하는 융복합적 관점을 찾아볼 수 있다(문종은, 2014).

지금까지의 논의를 종합하면 수학교과 교육과정과 교수학습의 원리에는 융복합교육의 특징이 포함되어 있는 것을 알 수 있다. 융복합교육은 기존의 통합교육과정에서 이루어진 교과 간의 통합을 넘어서 교사와 학생, 학생과 학생 사이의 수학적 아이디어가 민주적인 의사소통 과정을 통해 협의되는 과정을 통하여 수학적 지식을 산출하는 실천방안을 제안하고 있다(주미경 외, 2012). 그리고 이러한 교육과정을 잘 반영하고 있는 것이 ‘구성된 교육과정’으로서의 교과서이다. 따라서 현재 우리나라에서 이루어지고 있는 융복합교육의 실태를 파악하기 위해서는 교과서에 제시되어 있는 과제와 내용을 융복합적 관점에서 살펴보는 것이 필요하다. 지금까지 융복합적 관점에서 교과서를 분석한 선행 연구를 살펴보면, 박모라 외(2014)가 중학교 1학년 수학교과서의 함수 단원에 제시되어 있는 학습과제를 융복합교육의 목표, 방식, 맥락 구성틀을 준거로 분석하였는데 분석 결과 도구의 상호작용적 활용 역량이 가장 많이 나타났고 방식 차원에서는 단학문적 방식이, 맥락 차원에서는 개인적 맥락이 가장 많이 나타났다. 이 연구는 교과서가 융복합교육적인 요소를 매우 제한적으로 포함하고 있음을 보여주었고 다양한 요소를 포함하는 과제 개발을 제안하였다. 정수용 외(2014)는 2009 개정 중학교 1학년 수학교과서에 나타난 수학자들을 수학적·외적맥락과 연결지어 서술하는 방식에서의 특징을 분석하였다. 이 연구는 분석한 자료를 통해 지금까지의 고정되고 획일화된 단순한 개념 지식의 학습이 아닌 그 개념에 대한 다양한 사회문화적 관점을 반영한 수학적 지식에 기초하여 교수-학습 자료의 개발을 제안하였다. 또한, 박형주(2012)가 STEAM 교육을 중심으로 Fogarty의 통합 모형을 준거로 수학교과서를 분석한 연구가 있다. 이상의 연구와 비교하였을 때, 본 연구는 함수 영역을 포함하여 모든 영역을 분석하였고 융복합교육의 목표에 수학적 능력을 추가하여 분석을 시도하였다는 점과 융복합교육의 관점으로 실세계 맥락 과제를 분석대상으로 했다는 점에서 차별화할 수 있다.

## 2. 미래핵심역량과 수학적 능력

현재 교육과정 연구 및 개발에서 화두가 되고 있는 것은 미래사회를 살아갈 학생들에게 필요한 핵심역량을 기반으로 하는 학교교육이다(이근호 외, 2013; 이미경 외, 2014; 주형미 외, 2013). 이광우

외(2009)는 핵심역량을 ‘다양한 현상이나 문제를 효율적이고 합리적으로 해결하기 위해 학습자에게 요구되는 지식, 기능, 태도의 총체’로 규정하고 학교 교육이 지향해야 할 미래핵심역량으로 창의력, 문제해결능력, 의사소통능력, 정보처리능력, 대인관계능력, 자기관리능력, 기초학습능력, 시민의식, 국제사회 문화이해, 진로개발능력 등의 10가지를 제시하였다. 그리고 이를 각 교과를 통해 실천하기 위한 방안들이 마련되고 있지만 아직은 좀 더 상세화 되어야 하는 실정이다.

현대사회에서 학생들이 일상에서 직면하는 문제의 양상이 다양하고 복잡해짐에 따라 수학교과는 문제를 해결하는 사고의 도구로서 그 중요성이 강조되고 있다. 이에 우리나라의 2009 개정 교육과정에서는 학생들의 역량을 개발하기 위해서 수학적 문제해결, 수학적 추론, 수학적 의사소통으로 구성되는 수학적 과정을 제시하고 있다. 수학적 문제해결력은 학생 스스로 생활 주변 현상, 사회 현상, 자연 현상 등의 여러 가지 현상에서 파악된 문제 상황을 탐색하고 수학적 지식과 사고 방법을 토대로 해결 방법을 적절히 활용하여 문제를 해결하면서 수학적 개념, 원리, 법칙을 탐구하고 이를 일반화하는 능력으로서 수학적 지식의 함양뿐 아니라 자율적으로 계획을 수립하고 수행하여 문제를 해결하는 자율적 실천역량의 함양에 기여할 수 있다. 수학적 추론 능력은 귀납, 유추 등을 통해 학생 스스로 수학적 사실을 추측하고 이를 정당화하는 능력으로서 학생 자신의 사고 과정을 반성하고 합리적으로 사고하는 능력을 키우며 일상생활에서 자신의 의견을 정당화할 때 적절한 근거에 기초하여 논지를 전개하는 능력과 관련된다. 수학적 의사소통 능력은 수학적 표현을 이해하고 사용하며 자신의 수학적 아이디어를 다른 사람과 효율적으로 의사소통하는 과정을 통해 소통의 중요성을 인식하는 능력으로서 이 능력의 개발을 통해 타인과의 관계 형성 역량도 함양할 수 있다.

수학교과에서의 특징적인 수학적 능력과 미래사회에 필요한 역량과의 관계는 OECD 학업성취도 국제비교 연구(Programme for International Student Assessment; 이하 PISA) 2012가 개발한 평가틀에서도 찾아볼 수 있다. PISA 2012는 학교 수학을 통해 학생들이 수학을 이해하고 실제 맥락에서 수학을 활용할 수 있는 능력을 개발해야 한다고 강조하면서 ‘맥락’, ‘수학적 내용’, ‘수학적 과정’의 세 가지 차원으로 구성된 평가틀을 개발하였다. 여기에서 수학적 과정은 맥락상의 문제를 수학적 문제로 형식화하기, 수학적 결과를 이끌어내기 위하여 수학적 개념, 절차, 사실, 도구를 이용하기, 그리고 수학적 결과를 맥락상의 문제에 적용하고 합리적인지 판단하기 위해 해석하고 평가하는 능력과 관련된다. 따라서 PISA 2012 평가틀은 수학적 과정에서 요구되는 기본 수학 능력으로 의사소통, 수학적 표현, 추론과 논증, 문제해결을 위한 전략 고안, 상징적·형식적·기법적 언어와 조작의 사용, 수학적 도구의 사용을 제시하고 있다(송미영 외, 2013).

또한 NCTM(2000)은 학생들이 습득하기를 기대하는 내용 기준으로 수와 연산, 대수, 기하, 측정 및 자료 분석, 그리고 확률을 제시하고, 방법적인 측면에서 문제해결, 추론과 증명, 의사소통, 연결성, 표현을 과정 기준으로 제시하고 있다. 먼저 내용 기준과 관련하여서는 다음과 같은 수학적 능력을 찾아볼 수 있다. 각 단원의 기본 개념, 원리를 이해하는 능력, 수학적 기호와 모델을 활용하여 수학적 상황과 관계를 표현하는 능력, 다양한 맥락에서 변화를 분석하는 능력, 결과를 산출하기 위해

적절한 기술 공학 및 도구를 활용하는 능력, 문제를 해결하기 위해 전략을 개발하는 능력, 수학적으로 논쟁할 수 있는 능력, 자료에 기초하여 추론과 예측을 시도하고 평가할 수 있는 능력 등이 그 예이다. 과정 기준도 그 하위요소들을 살펴보면 문제해결을 통해 새로운 수학지식을 만들어내는 능력인 문제해결력, 수학적 논쟁과 증명능력 개발과 다양한 유형의 추론과 증명방법을 사용하는 추론과 증명, 자신의 수학적 사고를 명확하게 의사소통하고 다른 사람의 수학적 사고와 전략을 분석하고 평가하는 의사소통, 수학 내적·외적 연결성, 그리고 의사소통을 위해 표현을 만들고 활용하고 물리·자사 회적·수학적 현상을 모델링하고 해석하기 위해 표현을 활용하는 표현을 제시하고 있다. 이는 NCTM(2000)에서 제시하고 있는 과정 기준이 학교 수학수업을 통해 개발할 수 있는 수학적 능력들을 함의하고 있음을 나타낸다.

지금까지 2009 개정 수학과 교육과정, NCTM의 내용기준과 과정기준, PISA 2012 평가틀이 함의하고 있는 수학적 능력에 대하여 논의하였다. 이들이 사용하고 있는 용어나 설명의 내용들을 다소 차이가 있지만 표현, 개념과 원리의 이해, 가역적인 해석과 번역, 추론, 정당화, 도구의 사용, 의사소통, 문제해결 전략, 반성 등이 공통적으로 나타나고 있음을 알 수 있다. 여기에서 의사소통은 이질적 집단에서의 상호작용을 위하여 중요한 도구이다. 또한 문제해결 전략은 단순히 수학적 문제를 해결하기 위해 계획을 세우고 풀고 반성하는 것이 아니라 능동적이고 적극적인 관점에서 해석한다면 학생이 자신의 삶 가운데서 직면하는 문제를 자율적으로 설계하고 구체적인 계획을 수립하며 실행하는 역량과 반성을 통해 개인의 행동을 변화시키는 역량으로 확장할 수 있다. 또한 학생이 속해 있는 지역사회와 세계사회의 바람직한 변화를 야기하기 위해서는 현상의 문제들을 비판적으로 바라볼 수 있는 시각이 필요한데 이는 수학에서의 비판적 사고력을 통해 개발될 수 있다. 또한 지속가능교육이나 세계시민교육, 비판적 수학교육의 가능성을 바라볼 때, 미래핵심역량과 연결 지을 수 있는 수학적 능력은 매우 광범위하고 2009개정 수학과 교육과정에서 언급하고 있는 문제해결력, 의사소통, 추론과 같은 수학적 과정은 미래핵심역량의 관점에서 재해석되고 재구성될 필요가 있다.

### III. 연구방법

#### 1. 연구대상

수학교사는 미래 사회의 변화에 요구에 맞춰 교육과정의 개정 방향과 내용을 인식하고 교육내용을 수업상황에 따라 재구성 할 수 있어야 한다(황혜정 외, 2013, p. 21). 특히, 교과서는 교사들이 구체적인 교실 상황에서 교육 내용을 선정, 수업을 기획하는 도구로써 교육과정의 기본적인 방향성과 특징을 드러내고 있기 때문에 융복합적 성향을 가지고 있는 2009 개정 교육과정의 목표와 의도를 어느 정도로 반영하고 있는지를 살펴볼 필요가 있다(박모라 외, 2014; 윤희정 외, 2011). 따라서 학생들에

게 수학의 가치와 유용성을 인식시키기 위해서 우리의 삶과 지식이 분리되지 않은 실세계 현상들로부터 문제의식을 가지고 자신만의 수학적 아이디어가 반영될 수 있는 과제가 요구된다(변희현 외, 2013; 이미경 외, 2014). 이러한 과제들은 학생들의 학습에 대한 동기를 유발시키고 이는 학생들의 능동적인 참여, 적극적인 의사소통을 유도하기 때문에 융복합적 역량을 함양하기에 적절한 과제라고 생각된다. 따라서 본 연구에서는 이선경 외(2013)가 융복합교육 프로그램 구성틀에서 제안한 융복합교육의 목표를 중심으로 중학교 1학년 수학교과서 전 단원을 분석하였는데 수학교과에서 필요로 하는 역량을 융복합목표의 관점에서 재해석하여 하위역량으로 분석 준거에 추가하였다.

구체적으로, 본 연구에서는 2009 개정 교육과정에 따라 개발된 중학교 1학년 수학 교과서 13종을 대상으로 실세계 맥락 기반 880개 과제(이하 '과제')들의 내용영역별 융복합교육의 핵심역량의 분포와 특징을 분석하였다. 교과서 단원의 시작부터 마무리까지의 전 영역에서 실세계 맥락을 포함하고 있는 과제라면 모두 분석 대상에 포함되었다.

교과서상 위치 측면에서는 단원 도입을 위한 실세계 맥락을 포함한 읽기자료와 연계된 과제, 개념의 도입을 위한 실생활 연계 과제, 단원의 전개에 있어서 필수적인 예제, 단원 평가에 제시된 맥락 과제, 단원 정리 부분에 제시된 읽기 과제와 마무리 활동과 함께 제시된 과제이다. 교과서의 코너명 측면에서는 '창의력 기르기', '탐구활동', '수행과제', '생각 나누기' 등의 부분으로 제시된 실세계 맥락을 포함한 과제이다. 또한, 수학교과서에는 2009 개정 교육과정에서 강조한 수학적 과정 즉, 수학적 문제해결력, 수학적 추론, 의사소통 능력을 확인하는 '비교해 보아라', '토론하여라', '증명하여라', '설명해 보아라' 등의 서술어를 포함하는 과제들 찾을 수 있었는데, 실세계 맥락이 포함된 경우 모두 분석대상이 되었다. 따라서 단일한 핵심역량이 드러난 도구의 상호작용적 활용 역량(TI) 과제에 대한 분석과 다양한 핵심역량이 드러난 과제를 중심으로 유형별로 특징을 분석하였다.

## 2. 분석틀

융복합교육의 목표인 핵심역량의 함양을 위해 중학교 1학년 수학교과서의 과제가 함의하고 있는 역량을 분석하기 위하여 본 연구에서는 먼저 각 핵심역량에 따른 세부능력을 구체화하고 수학교과서의 분석 대상 과제에 포함된 수학적 능력과 과제를 표현하고 있는 서술 형식을 중심으로 이해, 표현/설명, 의미·관계·원리 이해, 표현, 계산과 활용중심의 문제해결, 추론, 분석, 수학적 도구 사용, 설명, 다양한 문제해결을 일차적으로 추출하였다. 그러나 본 연구가 실세계 맥락 과제를 분석 대상으로 하고 있기 때문에 문제해결과 수학화는 모든 분석 과제들이 가지고 있는 공통적인 수학적 역량이라고 판단되어 핵심역량의 하위요소와의 직접적인 연결에서 제외하였다. 그리고 이질적인 집단에서의 상호작용 역량은 자신의 수학적 사고를 명확하고 일관성 있게 소통하거나 다른 사람의 수학적 사고와 전략을 분석, 평가하면서 소통하는 능력을 중심으로 한 의사소통능력과 연결하였다. 자율적 실천 역량과 관련하여서는 융복합교육에서 의미하는 자율적 실천역량은 DeSeCo가 제시했던 핵심역량을 재



〈표 2〉 융복합교육의 핵심역량과 수학적 능력 분석 기준

핵심역량	하위역량	수학적 능력	설 명
도구의 상호작용적 활용 역량 (TI) using tools interactively	언어, 상징, 텍스트 활용 역량 (TI1)	독해(TI11)	• 주어진 텍스트를 읽고 내용을 파악하는 능력
		표현(TI12)	• 수학적 아이디어를 발표, 글로 설명, 시각적으로 표현하는 능력
	핵심개념, 원리, 소양 습득 활용 역량 (TI2)	이해(TI21)	• 핵심개념이나 원리와 연결하여 문제를 해결하는 능력
		번역/해석 (TI22)	• 여러 상황에서 다양한 수학적 표현을 선택하여 번역하는 능력 • 주어진 수학적 표현을 해석하는 능력
		계산(단순적용) (TI23)	• 알고리즘을 사용하여 문제를 해결하는 능력
		추론/분석 (TI24)	• 문제의 요소들을 탐색하고 다양한 경우를 추측하는 능력 • 핵심개념, 원리 등을 사용하여 비교하고 판별하는 능력
		설명/정당화 (TI25)	• 문제 해결 과정을 수학적 언어로 표현하는 능력 • 문제 해결 결과나 명제를 정당화하는 능력
	테크놀로지 활용 역량 (TI3)	도구의 절차적 사용(TI31)	• 수학적 도구(각도기와 자, 계산기, 컴퓨터 기반 소프트웨어 등)을 주어진 절차에 따라 단순하게 사용하는 능력
		도구의 적용(TI32)	• 수학적 도구를 활용하여 문제를 해결하는 능력
이질적 집단에서의 상호작용 역량 (GI) interacting in heterogeneous groups	타인과의 관계 형성 및 유지 역량 (GI1)	의사소통	(GI11) • 다른 사람과 소통하면서 공감대를 형성하는 능력
	협동적 작업 역량 (GI2)		(GI21) • 모둠별로 토의하거나 협력하여 결과물을 산출하는 능력
	갈등 관리 및 해결 역량 (GI3)		(GI31) • 토론을 통하여 수학적 추론을 통해 추측하고 이를 정당화하며 적절하게 자신의 논지를 전개하여 다른 사람을 설득하는 능력
자율적 실천 역량 (AA) acting autonomously	정체성, 자존감 및 자율적 인생계획 역량 (AA1)	문제해결 전략(AA11)	• 문제 해결의 단계가 제시되지 않은 상태에서 자율적으로 문제를 해결하기 위해 계획하고 해결하는 경우
	개인의 행동 변화 역량 (AA2)	반성(AA21)	• 수학적 사고과정의 확인과 반성을 할 수 있는 경우, 문제해결과정을 통해 수학에 대한 인식이 변할 수 있는 경우
	지역/세계 사회의 바람직한 변화 야기 역량(AA3)	비판적 사고력 (AA31)	• 사회적인 쟁점(issue)을 비판적인 관점에서 접근하면서 대안을 제시하는 능력

구성한 것으로서, 세계시민사회의 일원으로 살아가기 위해 자율적으로 인생을 계획하며 문제를 해결하는 역량, 개인의 행동 변화 역량과 지역사회 및 세계사회의 변화를 야기하는 역량을 그 하위요소로 포함하고 있다. 따라서 학생들이 인생에서 직면하게 될 많은 문제를 해결하기 위해 해결 전략을 선정하여 시행하고 이에 대한 반성을 통해 검토, 변화를 지향하는 역량의 함양을 위해 문제해결력 중에서 전략과 반성을 연결하였고 한걸음 더 나아가 사회의 변화를 위해서는 비판적 시각이 필요한 점을 감안하여 비판적 사고력을 추가하였다. 도구의 상호작용적 활용 역량은 수학교과와 개념, 원리, 수학적 소양 등의 습득 및 상호작용적인 조작과 활용, 수학적 도구의 활용과 관련된다고 생각되어 PISA 2012 수학 평가틀의 ‘기본 수학적 능력’, Principles and Standards for School Mathematics(NCTM, 2000)와 2009 개정 수학과 교육과정에 나타난 수학적 능력을 참고하여 범주화하였다. 읽기자료 등 주어진 텍스트를 읽고 이해하는 능력은 독해, 문제해결을 위한 의사소통에서 사용하는 수학적 표현의 활용은 ‘표현’으로 범주화하였다. 그 이외의 수학적 능력은 세 가지 문서가 공통적으로 강조하고 있는 번역과 해석, 추론과 분석, 설명을 포함한 정당화로 분류하였고 그 이외에 교과서의 과제에 포함되어 있는 수학적 능력을 반영하여 이해와 알고리즘을 이용한 단순 적용을 추가하였다. 또한 파일럿 분석의 결과를 반영하여 수학적 도구의 활용을 주어진 절차에 따라 도구 사용을 익히는 ‘도구의 절차적 사용’과 주어진 문제에 창의적으로 도구를 사용하는 ‘도구의 적용’ 능력의 두 가지로 구분하였다.

지금까지의 서술을 토대로 완성된 융복합교육의 핵심역량과 수학적 능력에 관한 분석 기준의 구체적인 내용은 <표 2>와 같다.

### 가. 도구의 상호작용적 활용 역량(TI)

도구의 상호작용적 활용 역량(TI)에서 언어, 상징, 텍스트 활용 역량에 해당하는 수학적 능력을 ‘독해’와 ‘표현’으로 구분하였다. ‘독해’는 수학교과서에서 주어진 글을 읽고 내용을 파악하는 과제로 주로 문제의 제시 없이 읽기자료로 구분하였다. 특히, 수학자나 수학사를 소개하는 소재를 다루고 있으며, 단원의 도입부에서 나타났다. ‘표현’은 수학적 아이디어를 발표하고, 글로 설명, 시각적으로 나타내는 능력이다.

핵심개념, 원리, 소양 습득 활용 역량(TI2)에 해당하는 수학적 능력을 ‘이해’, ‘번역/해석’, ‘계산’, ‘추론/분석’, ‘설명/정당화’로 구분하였다.

‘이해’는 핵심개념이나 수학적 원리와 연결하여 문제를 해결하는 것에 해당하는 수학적 능력으로 예를 들면, 원반던지기 경기장이라는 상황을 제시해 주었으나 그 안에 나타나는 부채꼴 모양을 문제에서 표현해 줌으로써 단순히 호의 길이와 넓이를 구하는 개념이나 원리를 적용하여 문제를 해결하는 과제이다.

‘번역/해석’은 여러 가지 상황에서 다양한 수학적 표현을 선택하여 번역하는 능력과 주어진 수학적 표현을 해석하는 능력이다. 이는 유리수를 수직선에 나타내거나 도수분포표를 히스토그램으로 나타

내보게 하는 과제에 해당한다.

‘계산’은 알고리즘을 단순하게 적용하여 문제를 해결하는 능력으로 한 학생이 등산을 하는 과정에서 나타나는 시간-속력-거리 사이의 관계를 통해 문제를 해결하는 과제가 해당된다.

‘추론/분석’은 문제의 요소들을 탐색하고 다양한 경우를 추측하는 능력과 핵심개념, 원리 등을 사용하여 비교하고 판별하는 능력으로 코딩하였다. 예를 들면, 양팔 접시저울의 그림을 제시하여 특징을 살펴보고 주장의 옳고 그름을 판단하는 과제이다. 양팔 접시저울 그림과 텍스트에서 ‘등식의 성질’에 대한 핵심개념 및 원리 등에 해당하는 문제의 요소들을 탐색하고 추론·분석하여 주장의 옳고 그름을 추측하는 과제이다.

‘설명/정당화’는 문제해결 과정을 수학적 언어로 표현하고 문제해결 결과나 명제를 정당화하는 능력이다. 함수인 것을 찾는 것에 그쳤다면 ‘이해’능력으로 코딩되었지만 함수가 아닌 것을 찾고 이유를 말하게 함으로써 수학적으로 정당화하는 능력이 필요한 과제로 보았다. 예를 들면, 한 가족이 ‘세계 육상 선수권 대회’를 시청하면서 나타날 수 있는 실생활 사례를 제시한 학습과제에서 ‘부채꼴의 호의 길이와 넓이’에 대한 내용을 본문에서 학습한 후, 육상 경기 트랙에서 이를 활용하여 선수들의 출발점이 다른 이유를 말하게 함으로써 ‘설명/정당화’로 코딩하였다.

테크놀로지 활용 역량(TI3)에 해당하는 수학적 능력을 ‘도구의 절차적 사용’, ‘도구의 적용’으로 구분하였다. ‘도구의 절차적 사용’은 수학적 도구(각도기, 자, 계산기, 컴퓨터 기반 소프트웨어 등)를 주어진 절차에 따라 단순하게 사용하는 능력이다. ‘도구의 적용’은 앞의 수학적 도구를 활용하여 문제를 해결하는 능력이다. 예를 들면, 전자계산기라는 수학적 도구의 버튼 사용법을 설명해 준 후, 아래의 음수 계산에서 눌러야 할 버튼을 차례대로 제시하여 주어진 절차에 따라 단순하게 전자계산기를 사용해 보도록 하는 ‘도구의 절차적 사용’으로 코딩하였다. 컴퓨터를 활용하여 히스토그램 그리기 방법을 설명해 준 후, 다양한 상황에서 이를 활용하여 문제를 해결해보도록 하는 학습과제이다. ‘excel’ 프로그램이라는 수학적 도구를 단순히 사용하는 절차를 이해하고, 이를 활용하여 문제를 해결하는 ‘도구의 적용’으로 코딩하였다.

#### 나. 이질적 집단에서의 상호작용 역량(GI)

이질적 집단에서의 상호작용 역량(GI)은 의사소통 능력에 해당된다. 특히 수학적 의사소통은 다른 사람과 효율적으로 수학적 아이디어를 말과 글로 표현하고 공유하게 하는 방법이다. 의사소통은 반성, 소통, 전달, 토의, 토론, 협력, 설득을 통하여 수학적 아이디어의 상호작용이 이루어지도록 한다. 학생들은 수학적 아이디어에 대한 대화를 통해 자신의 생각을 다듬고 자신과 다른 관점에 대해서도 친구들을 설득하고 정당화하는 과정을 통해 지식을 정교화하는 기회도 갖게 된다. 즉, 학생들은 이질적 집단 속에서 수학을 배우는 과정에서 의사소통하고, 수학적으로 의사소통하는 것을 배우게 되는 것으로 판단하여 수학적 능력의 하위요소로 코딩하였다. 단, 타인과의 관계형성과 관련 없이 추론, 정당화,

설명이 드러나는 경우는 도구의 상호작용적 활용 역량(TI)의 하위역량으로 코딩하였다.

타인과의 관계 형성 및 유지 역량(GI1)은 다른 사람과 소통하면서 공감대를 형성하는 능력으로 ‘~을 친구들과 이야기해보자’나 ‘친구의 문제해결 결과와 바꾸어 비교해보자’는 과제에서 나타난다. 협동적 작업 역량(GI2)은 갈등 관리 및 해결 역량(GI3)에 해당하는 능력은 토의와 토론에 관한 어휘의 사전적 의미<sup>1)</sup>에 따라 구분하였다. 협동적 작업 역량(GI2)은 모듈별로 문제해결 전략을 ‘토의’하거나 협의하여 결과물을 산출하는 능력이다. 갈등 관리 및 해결 역량(GI3)은 토론을 통하여 수학적 추론을 통해 추측하고 이를 정당화하며 적절하게 자신의 논지를 전개함으로써 다른 사람을 설득하는 능력으로 코딩하였다.

#### 다. 자율적 실천 역량(AA)

자율적 실천 역량(AA)에 해당하는 수학적 능력을 ‘문제해결 전략’, ‘반성’, ‘비판적 사고력’으로 구분하였다.

정체성, 자존감 및 자율적 인생계획 역량(AA1)은 ‘문제해결력’으로 구분하였다. 다양한 문제해결 전략은 문제해결의 단계가 제시되지 않은 상태에서 자율적으로 문제를 해결하기 전략을 세우고 인생 계획과 연결하고 반성하는 경우이다. 이러한 과제는 풀이과정과 답을 적어보게 하거나 문제만들기(Problem Posing)를 통해 해결하는 경우이다.

개인의 행동 변화 역량(AA2)은 ‘반성’으로 구분하였다. ‘반성’은 수학적 사고의 과정을 확인하고 반성할 수 있는 경우와 문제해결 과정을 통하여 인식까지도 변할 수 있는 경우이다. 피아제는 수학적 지식의 구성과정을 반사와 반성으로 이루어 지난 반영적 추상화의 과정으로 보고 학생 스스로 자신의 조작 활동을 사고의 대상으로 삼아서 반성하는 활동을 강조했다. 이는 반성 과정을 통하여 개인의 행동과 인식의 변화와 함께 점진적으로 지식이 확장됨을 강조한 것이다.

지역/세계 사회의 바람직한 변화 야기 역량(AA3)은 ‘비판적 사고력’으로 구분하였다. NCTM(1999)에서 비판적 사고를 ‘조사하기, 관련짓기, 상황이나 문제의 모든 면을 평가하는 사고이며 이것은 정보를 수집, 조직, 기억, 분석하는 것을 포함한다’라고 정의하였고, KICE(2002)는 ‘어떤 견해를 받아들일지 또는 어떤 행위를 할지를 결정하기 위해서 주어진 언어적, 비언어적 자료의 논리적 구조와 의미에 대한 파악을 토대로 개념, 증거, 준거, 방법, 맥락 등을 고려하여 최선의 판단을 내리고자 하는 사고’라고 정의하였다. 본 연구에서는 ‘비판적 사고력’은 사회적 쟁점(issue)을 비판적인 관점에서 접근하면서 정보를 수집하고, 문제점을 인식하고, 수학적 추론을 통한 자료분석과 문제를 해결하는 능력이다. 예를 들면, 환경오염에 대한 사회적 쟁점을 찾아 환경오염의 문제점을 찾아내고, 해결

1) 토의는 여러 사람이 함께 모여 공동의 주제를 가지고 각자 다른 자신의 의견을 나누는 것이다. 즉, 공동의 주제에 대해 검토하고 협의하는 것이다. 토의를 하기 위해서는 주제를 정해야 한다. 토론은 공통된 주제와 여러 사람이라는 점은 토의와 같지만 협동하여 의견을 나누고 검토하는 것이 아니라, 의견을 나누어 각자의 의견을 말하고 상대방의 의견을 반박하면서 자기의 주장이 옳음을 밝혀 나가는 형식을 말한다(구인환, 2006).

책의 한 방안으로 이산화탄소 배출량을 줄이는 방법을 수학적 추론을 통하여 분석하는 경우이다.

위에서 설명한 분석 기준을 중학교 1학년 수학교과서의 실생활 맥락 기반 과제에 적용하여 과제에 반영된 핵심역량을 13종의 교과서를 먼저 출판사별로 분류하여 중복(TI역량, GI역량, AA역량 간)을 허용하여 코딩하였다. 본 논문의 연구자 5인은 각자 <표 2>의 융복합교육의 핵심역량과 수학적 능력 분석 기준을 적용하여 1개의 교과서를 단원별로 1차 분석을 실행하여 연구자간 결과를 비교 분석하여 코딩결과를 수정 및 검토하는 과정을 거쳤고, 2차 분석에서는 2인이 함께 분석 후 교차검토를 하였다. 이러한 과정을 반복적으로 수행한 후 13종의 교과서에서 선정된 880개의 과제의 코딩결과를 연구자 5인이 모두 한자리에서 재검토함으로써 최종코딩을 완성하였다.

## IV. 연구 결과

본 연구에서는 2009 개정 교육과정에 따라 개발된 중학교 1학년 수학 교과서 13종을 대상으로 실세계 맥락 880개 과제들의 내용영역별 융복합교육의 핵심역량 분포를 살펴보고, 그 유형별 형태를 분석하였다. 그 결과 본 연구는 융복합교육의 3가지 핵심역량으로부터 13가지 수학적 능력을 분석 기준으로 총 1,269회의 핵심역량을 파악할 수 있었다. 본 절에서는 내용영역에 따른 핵심역량의 특징과 단일 핵심역량, 다양한 핵심역량 사례를 분석하고자 한다.

### 1. 내용영역에 따른 핵심역량의 특징

다음 <표 3>은 내용영역별 핵심역량 분석결과이다. 도구의 상호작용적 활용 역량(TI)이 1195회(94.2%)로 과제 중 대다수의 핵심역량을 차지하고 있었고, 상대적으로 이질적 집단에서의 상호작용 역량(GI)과 23회(1.8%), 자율적 실천 역량(AA)은 51회(4.0%)의 아주 낮은 비율을 보여주고 있었다. 이는 현 2009 개정 중학교 1학년 수학교과서의 과제들이 이질적 집단에서의 상호작용 역량(GI) 핵심역량에 해당하는 의사소통이나 자율적 실천 역량(AA) 핵심역량에 해당하는 문제해결전략, 반성, 비판적 사고력 보다는 도구의 상호작용적 활용 역량(TI) 핵심역량에 해당하는 핵심개념과 원리 등의 이해 및 습득 활용에 중점을 가지는 특징을 보여주고 있는데 개별화 위주의 수학 내적인 능력을 강조하고 보여주는 것으로 해석된다.

〈표 3〉 내용영역별 핵심역량 분석결과(단위: 빈도(%))

핵심역량	내용영역					합계
	수와 연산	문자와 식	함수	통계	기하	
도구의 상호작용적 활용 역량 (TI)	173 (13.6)	198 (15.6)	215 (16.9)	362 (28.5)	247 (19.5)	1195 (94.2)
이질적 집단에서의 상호작용 역량 (GI)	5 (0.4)	4 (0.3)	2 (0.2)	8 (0.6)	4 (0.3)	23 (1.8)
자율적 실천 역량 (AA)	12 (0.9)	9 (0.7)	9 (0.7)	12 (0.9)	9 (0.7)	51 (4.0)
합계	190 (15.0)	211 (16.6)	226 (17.8)	382 (30.1)	260 (20.5)	1269 (100.0)

〈표 4〉 내용영역별 도구의 상호작용적 활용 역량(TI) 분석결과(단위: 빈도(%))

하위역량	코드	영역					합계	
		수와 연산	문자와 식	함수	통계	기하		
언어, 상징, 텍스트 활용 역량(TI1)	독해	TI11	42 (3.5)	38 (3.2)	32 (2.7)	29 (2.4)	86 (7.2)	227 (19.0)
	표현	TI12	23 (1.9)	22 (1.8)	13 (1.1)	30 (2.5)	65 (5.4)	153 (12.8)
핵심개념, 원리, 소양 습득 활용 역량(TI2)	이해	TI21	51 (4.3)	79 (6.6)	87 (7.3)	161 (13.5)	41 (3.4)	419 (35.1)
	번역/해석	TI22	10 (0.8)	5 (0.4)	27 (2.3)	62 (5.2)	17 (1.4)	121 (10.1)
	계산 (단순적용)	TI23	11 (0.9)	24 (2.0)	23 (1.9)	4 (0.3)	5 (0.4)	67 (5.6)
	추론/분석	TI24	22 (1.8)	19 (1.6)	20 (1.7)	27 (2.3)	6 (0.5)	94 (7.9)
	설명/정당화	TI25	5 (0.4)	5 (0.4)	8 (0.7)	15 (1.3)	16 (1.3)	49 (4.1)
테크놀로지 활용 역량(TI3)	도구의 절차적 사용	TI31	8 (0.7)	4 (0.3)	3 (0.3)	27 (2.3)	5 (0.4)	47 (3.9)
	도구의 적용	TI32	1 (0.1)	2 (0.2)	2 (0.2)	7 (0.6)	6 (0.5)	18 (1.5)
합계			173 (14.5)	198 (16.6)	215 (18.0)	362 (30.3)	247 (20.7)	1195 (100.0)

### 가. 도구의 상호작용적 활용 역량(TI)

〈표 4〉는 도구의 상호작용적 활용 역량(TI)의 분포현황이다. 핵심개념, 원리, 소양 습득 활용 역량(TI2)에 해당하는 이해(TI21)는 419회(35.1%)로 가장 많았으며 그 다음으로 언어, 상징, 텍스트 활용 역량(TI1)에 해당하는 독해(TI11)가 227회(19.0%), 표현(TI12)이 153회(12.8%) 순으로 나타났다. 이해 능력이 높은 비율을 차지하는 이유는 과제의 맥락이 문제해결 과정에서 학생 자신의 삶과 연결짓

기는 어려우며, 이때 사용되는 맥락은 단순히 수학교과와 핵심개념, 원리를 발견하는데 그치게 되고 추론/분석, 설명/정당화 능력 수준까지는 나타나기 어려운 것으로 추정할 수 있다.

특히, 전체 도구의 상호작용적 활용 역량(TI)에 해당하는 과제 중 이해(TI21) 중 통계 영역에 해당하는 과제에서 161회(13.5%)로 나타났으며 다른 영역에 비해 높은 비중을 차지하는 것을 볼 수 있었다. 이는 통계 영역에서의 학습과제 유형이 줄기와 잎 그림, 도수분포표, 히스토그램, 도수분포다각형, 상대도수 등의 핵심개념을 주어진 자료들을 통해 얼마나 잘 이해하고 활용할 수 있는 지에 중점을 두고 있음을 보여주고 있는 것이다. 하지만 개념 습득과정에서 이해의 차원에만 머무르지 말고 자료분석에 적절한 통계적 방법을 학생 스스로 선택하고 자신의 선택에 대한 정당화할 수 있는 과제로의 확장이 필요한 것으로 해석된다.

#### 나. 이질적 집단에서의 상호작용 역량(GI)

〈표 5〉는 이질적 집단에서의 상호작용적 활용 역량의 분포현황이다. 이질적 집단에서의 상호작용적 활용의 하위역량에서는 타인과의 관계 형성 및 유지 역량(GI2)이 43.5%로 가장 높게 나타났다. 협동적 작업 역량(GI3)은 13종 교과서에서 단 10회(34.8%)로 코딩되었다. 특히, 교과서의 의사소통 코너에서 이질적 집단에서의 상호작용 역량(GI) 과제가 나와야 한다고 기대하였지만 실제 분석 결과는 도구의 상호작용적 활용 역량(TI) 중심의 과제가 많이 등장하였다. 또한 의사소통 코너에 사용된 주어나 서술어에 따라 도구의 상호작용적 활용 역량(TI)와 이질적 집단에서의 상호작용 역량(GI)로 코딩이 구분됨에 따라 교과서의 저자들이 해석하는 의사소통의 개념이 다양함으로 해석된다.

#### 다. 자율적 실천 역량(AA)

〈표 6〉은 내용영역별 자율적 실천 역량(AA) 분포현황을 나타낸 것이다. 정체성, 자존감 및 자율적 인생 계획 역량(AA1)은 39회(76.5%), 개인의 행동 변화 역량(AA2)은 9회(17.6%), 지역/세계 사회의 바람직한 변화 야기 역량(AA3)은 3회(5.9%)로 나타났다. 문제해결전략을 수학적 능력으로 하는 과제의 비율이 가장 높게 나타났으며, 비판적 사고력을 통해 ‘지역/세계 사회의 바람직한 변화 야기’를 위한 역량은 880개 과제 중에서 수와연산 1개, 함수영역 1개, 통계 1개로 총 1269회 역량 중 3개밖에 나타나지 않았다. 이렇게 자율적 실천 역량(AA)의 분포가 낮은 것은 과제를 통하여 학생이 자율적이고 능동적인 주체로 참여할 기회가 매우 적음을 시사한다.

#### 라. 교과서간 역량분포 현황

〈표 7〉은 13종 교과서의 핵심역량 분포현황을 나타낸 것이다. 도구의 상호작용적 활용 역량의 분포 현황(TI)은 A교과서가 122회(99.2%)로 가장 높은 비율을 나타냈으며, 이질적 집단에서의 상호작용 역량(GI) M교과서가 10회(8.6%)로 타 교과서에 비해 높은 비율로 나타났다. 또한 자율적 실천 역량(AA)은

〈표 5〉 내용영역별 이질적 집단에서의 상호작용 역량(GI) 분석결과(단위: 빈도(%))

하위역량		코드	영역					합계
			수와 연산	문자와 식	함수	통계	기하	
타인과의 관계 형성 및 유지 역량(GI1)	의사소통	GI11	0 (0.0)	2 (8.7)	1 (4.3)	1 (4.3)	1 (4.3)	5 (21.7)
		GI21	2 (8.7)	1 (4.3)	1 (4.3)	4 (17.4)	2 (8.7)	10 (43.5)
		GI31	3 (13.0)	1 (4.3)	0 (0.0)	3 (13.0)	1 (4.3)	8 (34.8)
합계			5 (21.7)	4 (17.4)	2 (8.7)	8 (34.8)	4 (17.4)	23 (100.0)

〈표 6〉 내용영역별 자율적 실천 역량(AA) 분석결과(단위: 빈도(%))

하위역량		코드	내용영역					합계
			수와 연산	문자와 식	함수	통계	기하	
정체성, 자존감 및 자율적 인생 계획 역량(AA1)	문제해결전략	AA11	10 (19.6)	5 (9.8)	7 (13.7)	10 (19.6)	7 (13.7)	39 (76.5)
		AA21	1 (2.0)	4 (7.8)	1 (2.0)	1 (2.0)	2 (3.9)	9 (17.6)
		AA31	1 (2.0)	0 (0.0)	1 (2.0)	1 (2.0)	0 (0.0)	3 (5.9)
합계			12 (23.5)	9 (17.6)	9 (17.6)	12 (23.5)	9 (17.6)	51 (100.0)

〈표 7〉 교과서간 역량 분석결과(단위: 빈도(%))

핵심역량	교과서												
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
TI	122 (99.2)	84 (92.3)	93 (93.9)	92 (94.8)	100 (94.3)	96 (88.1)	72 (96.0)	90 (91.8)	87 (96.7)	104 (99.0)	83 (95.4)	75 (98.7)	97 (83.6)
GI	1 (0.8)	3 (3.3)	1 (1.0)	1 (1.0)	0 (0.0)	1 (0.9)	3 (4.0)	3 (3.1)	0 (0.0)	1 (1.0)	1 (1.1)	1 (1.3)	10 (8.6)
AA	0 (0.0)	4 (4.4)	5 (5.1)	4 (4.1)	6 (5.7)	12 (11.0)	0 (0.0)	5 (5.1)	3 (3.3)	0 (0.0)	3 (3.4)	0 (0.0)	9 (7.8)
합계	123 (100.0)	91 (100.0)	99 (100.0)	97 (100.0)	106 (100.0)	109 (100.0)	75 (100.0)	98 (100.0)	90 (100.0)	105 (100.0)	87 (100.0)	76 (100.0)	116 (100.0)

F교과서가 12회(11%)로 타 교과서에 비해 높은 비율임을 알 수 있었다. 이는 교과서간 과제의 융복합 핵심역량 분포가 차이가 있는 것으로 해석된다. 융복합 핵심역량이 적게 나타난 교과서는 G교과서, L교과서이고, 많이 나타난 교과서는 A교과서이다. 이는 과제 속에 실세계 맥락이 반영된 정도가 교



과서에 마다 다르며, 과제가 드러내는 핵심역량의 함양 정도가 교과서마다 차이를 보여주고 있다. 이러한 분석 결과는 현재 교육과정 개정이 핵심역량을 기반으로 이루어지고 있다는 점을 고려할 때 핵심역량 함양을 위한 교과서 개발 지침을 제공함으로써 교과서 간 격차를 줄일 수 있는 방안을 고려할 필요가 있음을 시사한다.

## 2. 과제에 따른 핵심역량 특징

〈표 8〉은 중복코딩에 따라 과제가 단일 핵심역량인지 복수 핵심역량으로 코딩되었는지에 대하여 나타난 것이다. 단일 핵심역량은 584회(66.1%), 복수 핵심역량은 296회(33.9%)이며 통계영역에서 28.2%로 가장 높은 비율로 나타났다.

단일 핵심역량으로 코딩된 과제의 비율이 66.1%나 되고, 복수 핵심역량으로 코딩된 과제는 통계 영역에서 28.2%로 가장 높은 비율을 나타냈다. 이러한 결과는 수학교과서의 실제 사용되고 있는 맥락 과제가 단편적 도입에 그치고 있고, 수학교과 내적인 연결만 강조되고 있고, 학생들의 삶과 유리된 대상으로 지도되고 있음으로 해석된다. 또한, 실세계 맥락 과제는 학생들의 실세계 경험과 밀접한 연관성을 가지며 그들의 삶과 학습을 연결시키는 것이 필요하다. 그러므로 단일 핵심역량으로 이루어진 과제와 복수 핵심역량으로 이루어진 과제의 특징은 다음과 같이 자세히 분석하였다.

### 가. 단일 핵심역량이 나타난 과제의 특징

〈표 9〉는 단일 핵심역량 584회로 코딩된 과제의 내용영역과 하위역량과의 분포를 나타낸 것이다. 특히, 단일 핵심역량 과제는 도구의 상호작용적 활용 역량(TI), 이질적 집단에서의 상호작용 역량(GI), 자율적 실천 역량(AA)중 도구의 상호작용적 활용 역량(TI)에만 분포되어있었다. 핵심개념, 원리, 소양 습득 활용 역량(TI2)은 이해에서 40.4%, 독해에서 27.4%, 표현에서 13.2%, 번역/해석에서 7.0%, 추론/분석에서 5.5%순의 비율로 나타났다. 단일 핵심역량 과제에서는 ‘이해’가 가장 비율이 높은 것을 알 수 있었다.

〈표 8〉 중복코딩에 따른 과제의 핵심역량 분석결과(단위: 빈도(%))

핵심역량	내용영역					합계
	수와 연산	문자와 식	함수	통계	기하	
단일 핵심역량	92 (10.6)	106 (12.2)	91 (10.4)	140 (16.1)	147 (16.9)	584 (66.1)
복수 핵심역량	40 (4.6)	45 (5.2)	56 (6.4)	106 (12.2)	49 (5.6)	296 (33.9)
합 계	132 (15.1)	151 (17.3)	147 (16.9)	246 (28.2)	196 (22.5)	880 (100.0)

(표 9) 단일 핵심역량으로 코딩된 과제의 내용영역과 하위역량 분석결과(단위: 빈도(%))

하위역량		코드	내용영역					합계
			수와 연산	문자와 식	함수	통계	기하	
언어, 상징, 텍스트 활용 역량(TI1)	독해	TI11	31 (5.3)	27 (4.6)	27 (4.6)	17 (2.9)	58 (9.9)	160 (27.4)
	표현	TI12	11 (1.9)	15 (2.6)	8 (1.4)	7 (1.2)	36 (6.2)	77 (13.2)
핵심개념, 원리, 소양 습득 활용 역량(TI2)	이해	TI21	32 (5.5)	49 (8.4)	43 (7.4)	84 (14.4)	28 (4.8)	236 (40.4)
	번역/해석	TI22	4 (0.7)	0 (0.0)	5 (0.9)	20 (3.4)	12 (2.1)	41 (7.0)
	계산(단순적용)	TI23	2 (0.3)	4 (0.7)	5 (0.9)	0 (0.0)	2 (0.3)	13 (2.2)
	추론/분석	TI24	11 (1.9)	10 (1.7)	4 (0.7)	7 (1.2)	0 (0.0)	32 (5.5)
	설명/정당화	TI25	0 (0.0)	1 (0.2)	0 (0.0)	4 (0.7)	9 (1.5)	14 (2.4)
테크놀로지 활용 역량(TI3)	도구의 절차적 사용	TI31	4 (0.7)	1 (0.2)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	5 (0.9)
	도구의 적용	TI32	1 (0.2)	1 (0.2)	1 (0.2)	1 (0.2)	2 (0.3)	6 (1.0)
합 계			96 (16.4)	108 (18.5)	93 (15.9)	140 (24.0)	147 (25.2)	584 (100.0)

도구의 상호작용적 활용 역량(TI)의 단일 핵심역량으로 코딩된 교과서 사례의 특징을 분석하면 다음과 같다.

먼저 TI11 사례는 고대 그리스의 수학자 아르키메데스나 남긴 말을 통해 지렛대의 원리 속에는 두 양 사이의 함수 관계가 있다고 소개한 글을 예로 들 수 있다. 이러한 사례는 주로 단원 도입부에 나타나는 과제로서 단원의 제목, 학습목표와 연결하여 그 단원에서 학습할 내용을 미리 예상해 볼 수 있는 특징을 가진다. 수학사나 실생활과 관련된 읽기자료의 구성을 가지기 때문에 수학학습이 특수한 수식이나 기호를 사용·해석하여 문제를 해결하는 것이 아닌 일상에서 쉽게 활용하는 글말형식으로 이해하는 경험을 제공하며, 수학수업에서 학습동기와 의욕 상승시켜 학습에서 흥미 유발과 학습효과 상승을 촉진할 수 있다. TI12 사례는 지도 그림에서 건물의 위치를 나타내는 것으로 평면위의 점을 나타내는 방법을 알려주기 위해 제시된 과제를 예로 들 수 있다. 수학적 아이디어를 시각적으로 표현하게 하는 능력으로 문제의 상황에서 수학 개념을 이용하여 수학적으로 표현하는 것으로 볼 수 있다.

다음 TI21 사례는 부채꼴의 호의 길이와 넓이에 대한 학습을 한 후 위 과제와 같이 학습한 핵심개념과 원리가 적용되는 다양한 상황을 제시하여 학습한 내용을 이해시키는 특징을 가진다. 핵심개념과 원리가 다양하게 나타나는 문제들을 통해 단원의 중요한 내용들을 이해하고 활용하는 경험을 제공한다. TI22 사례는 현혈한 사람들의 나이를 조사하여 도수분포표로 나타낸 것을 도수분포다각형으로 나타내는 과제이다. 이러한 사례는 통계영역에서 가장 많이 나타난 다양한 수학적 표현간의 번역

능력을 파악할 수 있는 과제이다. TI23 사례는 주로 학생들이 인지적으로 어려운 수준에 해당하는 학습내용의 활용이나 응용 문제들로서 유사한 문제의 해결과정을 제시해주는 특징을 가진다. 알고리즘을 통해 풀이과정을 모방하는 경험은 학생들에게 문제해결의 실마리를 제공해줌은 물론 수학학습에 대한 자신감을 심어줄 수 있다. TI24 사례는 양팔 저울이 평형을 이룰 때 양 접시의 무게와 거리를 추측해 가면서 함수개념을 파악하게 하는 과제이다. 이 과제는 함수의 의미가 어떤 의미인지 써보도록 요구하는데 타인과의 소통이 포함되었다면 이질적 집단에서의 상호작용 역량(GI)역량까지도 드러나게 할 수 있다. TI25 사례는 평행의 개념과 원리를 습득해야지만 요트의 항로가 서로 만나지 않음을 설명할 수 있는 과제이다. 단, 설명의 대상이 부재하고, 반성이나 인식의 변화는 확인 할 수 없으므로 이질적 집단에서의 상호작용 역량(GI)나 자율적 실천 역량(AA)역량까지는 나타내지 못함을 알 수 있다.

마지막으로 TI31 사례는 전자계산기를 이용하여 복잡한 계산을 손쉽게 하는 방법을 소개하는데 활용 능력이나 적용까지는 한계가 있었고, TI32 사례는 스프레드시트 프로그램을 이용하여 최대공약수와 최소공배수를 구하여 문제를 해결하는 능력까지 보여주고 있다.

#### 나. 다양한 핵심역량이 나타난 과제의 특징

수학교육의 목표를 학생들의 핵심역량 함양이라고 생각할 때 학생이 하나의 과제를 해결하면서 동시에 두 가지 이상의 다양한 핵심역량을 함양할 수 있는 과제는 목표의 측면에서 좋은 과제라고 할 수 있다. 융복합교육 목표의 범주를 살펴보면 도구의 상호작용적 활용 역량(TI)은 주로 수학적 지식을 습득하고 문제 해결을 위해 그 지식을 상호작용적으로 활용하는 역량을 의미함으로써 학습내용과 관련성이 깊다. 반면에 이질적 집단에서의 상호작용 역량(GI)과 자율적 실천 역량(AA)은 학생들의 아이디어에 대한 공감대 형성, 토의 및 협의를 통한 협력, 갈등 해결, 문제 해결을 위한 계획의 수립과 실행, 반성을 통한 학생 개인의 행동 변화, 지역과 세계 사회의 문제를 비판적인 시각으로 접근하여 대안을 제시하는 역량을 의미하는데 이는 교수-학습법의 측면에서 관계가 깊다. 따라서 교과서에 제시된 과제들은 기본적으로 수학적 지식을 직접 활용하는 도구의 상호작용적 활용 역량(TI)을 드러내고 있다. 그러나 어떤 교수-학습 방법으로 접근하느냐에 따라 두 가지 이상의 핵심역량이 나타날 수도 있는데 이와 관련하여 본 절에서는 다양한 핵심역량이 나타나는 과제의 사례와 특징을 살펴보고자 한다.

##### (1) 도구의 상호작용적 활용 역량(TI) & 도구의 상호작용적 활용 역량(TI) 사례

도구의 상호작용적 활용 역량을 구성하는 하위 역량을 복수로 반영하는 과제의 사례로는 전체 학생 수가 다른 두 학교 학생들의 몸무게를 조사한 도수분포표를 보고 학생들의 몸무게를 비교하는 과제를 들 수 있다. 이 과제를 해결하기 위해서는 상대도수의 개념 및 원리를 이해(TI21)하고 상대도수 분포표와 상대도수분포다각형으로 나타내는 번역/해석(TI22)을 할 수 있어야 한다. 또한 도수분포

표, 상대도수분포표, 상대도수분포다각형에서 나타나는 특징들을 살펴보고 어느 학교 학생들의 몸무게가 더 가벼운지를 예상하여 비교·분석하는 추론/분석(TI24)을 요구한다. 그리고 문제 해결 과정에서 계산기를 사용하여 복잡한 계산을 쉽게 할 수 있도록 도구의 절차적 사용(TI31)도 요구하고 있다. 이 과제는 하나의 수학적 능력을 강조하기 보다는 하위문항을 통해 수학적 지식을 다각적으로 활용할 수 있도록 구성되어 있다. 이 과제를 통해 학생들은 기본적인 개념 이해부터 추론하고 분석하는 고등사고력을 개발할 수 있고 NCTM(2000)에서도 권장하고 있는 테크놀로지의 활용 지식을 더 확실하게 습득할 수 있다.

### (2) 도구의 상호작용적 활용 역량(TI) & 이질적 집단에서의 상호작용 역량(GI) 사례

도구의 상호작용적 활용 역량과 이질적 집단에서의 상호작용 역량을 동시에 반영하는 과제의 사례로는 나트륨의 섭취가 인체에 미칠 수 있는 피해를 짧게 소개한 후에 학생들이 실생활에서 쉽게 접할 수 있는 라면과 과자에 함유된 나트륨 양을 모듈별로 조사하고 발표하는 과제를 들 수 있다. 이 과제는 먼저 조사한 나트륨 양을 표와 그래프로 표현하고 그 결과를 비교, 분석(TI24)하는 수학적 능력을 요구하고 있다. 특히 이 과제는 수학적 능력과 함께 이질적 집단에서의 상호작용 역량(GI)을 나타내고 있는 점이 특징이다. 이와 관련하여 첫째, 완성된 표와 그래프를 바탕으로 분포 상황을 토론하게 함으로써 갈등 상황까지 해결하는 의사소통(GI31)을 요구하고 있다. 둘째, 과자와 라면의 종류에 따른 열량과 나트륨 양을 모듈별로 조사함으로써 협력적인 의사소통(GI21)을 통해 결과물을 산출하도록 요구하고 있다. 또한 모듈별 결과를 발표하고 서로 비교하게 함으로써 공감대 형성(GI11)도 이루어질 수 있도록 하고 있다. 따라서 이 과제는 다양한 하위 문항을 통하여 수학적 지식의 전달과 활용 뿐 아니라 의사소통 역량을 동시에 효과적으로 개발할 수 있는 과제라고 볼 수 있다.

하지만 이 과제에서는 자율적 실천 역량(AA)이 나타나지 않았다. 만약 이 과제를 학생들이 직접 나트륨이 인체에 미치는 긍정적 영향과 부정적 영향을 조사하고, 나트륨 과다 섭취로 인해 발생하는 문제점과 그 해결 대안을 본인의 수준과 사회의 수준에서 제시해보도록 구성한다면 자율적 실천 역량이 나타나는 과제로 확장될 수 있다. 이러한 맥락에서 과제의 구성에 따라 학생들에게 요구되는 수학적 능력과 핵심역량의 다양성이 매우 달라질 수 있음을 알 수 있다.

### (3) 도구의 상호작용적 활용 역량(TI) & 자율적 실천 역량(AA) 사례

도구의 상호작용적 활용 역량과 자율적 실천 역량이 동시에 반영된 과제의 사례로는 최근 환경오염과 관련하여 쟁점이 되고 있는 ‘음식물 쓰레기와 수질오염’을 주제로, 먹다버린 음식물로 인한 오염수의 정화를 위해 필요한 물의 양을 구하고 수질오염을 해결할 수 있는 대안을 간략하게 제시하는 과제를 들 수 있다. 이 과제는 도구의 상호작용적 활용 역량(TI)과 관련하여 세 가지의 수학적 능력이 나타나는 것으로 분석되었다. 첫째, 음식물 쓰레기로 인한 오염수를 정화하는데 필요한 물의 양을 ‘생화학적 산소 요구량(BOD)의 개념을 통해 설명함으로써 텍스트를 읽고 내용을 파악하는 독해

(TI11)가 나타났다. 둘째, 우유 1ml로 인해 오염된 물을 정화하는데 필요한 물의 양을 제시하고 오염수와 정화에 필요한 물의 양 사이의 관계식을 구하는 과제 구성을 통해 함수개념 및 원리를 연결하는 이해(TI21)가 나타났다. 셋째, 여러 가지 음식물로 오염된 물을 정화하는 데 필요한 물의 양을 탐구한 후 각 가정에서 발생한 음식물로 인한 오염수의 정화에 필요한 물의 양을 구하도록 하여 다양한 경우를 추측, 비교, 판별하는 추론/분석(TI24)이 나타났다. 그리고 음식물 쓰레기라는 사회적 쟁점을 우리 집이라는 맥락에서 살펴보고 반성하게 함으로써 함께 사는 지역사회와 세계사회를 위한 변화를 야기하는 비판적 사고력(AA31)이 나타났다. 따라서 이 과제는 다양한 수학적 능력과 함께 비판적 시각으로 문제를 통찰함으로써 지역사회와 세계사회의 변화를 도모하는 역량을 함양할 수 있도록 구성된 좋은 과제라고 볼 수 있다. 또한 실생활과 밀접한 음식물 쓰레기와 수질오염의 심각성을 표와 설명문 형식으로 제시하여 학생들이 개인과 지역의 차원을 넘어서 세계사회의 공익과 행복을 위한 환경보존을 생각하는 기회를 제공하였다.

하지만 과제에서 해결방안을 미리 제시하는 대신 학생들이 직접 수질오염의 심각성을 조사하고 그 대안을 제시하도록 구성한다면 학생들의 자율적 실천 역량(AA31)을 제고하는 과제가 될 것으로 생각된다. 또한 과제는 우리 집의 음식물 쓰레기로 인한 오염수를 정화하는 데 필요한 물의 양을 구하는 것으로 마무리하고 있는데 만약 결과를 학생들이 공유하고 생활에서 실천할 수 있는 대안을 모듬에서의 협력과 토론의 맥락을 통해 제시하도록 구성한다면 이질적 집단에서의 상호작용 역량(GI)이 나타나는 과제로 확장될 수 있다.

#### (4) 도구의 상호작용적 활용 역량(TI) & 이질적 집단에서의 상호작용 역량(GI) & 자율적 실천 역량(AA) 사례

본 연구의 분석 기준에 포함된 세 핵심역량 영역의 하위역량을 모두 포함하는 과제의 사례로는 학생들이 실생활에서 인터넷을 사용하면서 접하는 암호를 소재로 함으로써 정보화 사회에서 강조되고 있는 암호의 안전성을 맥락으로 하는 과제를 들 수 있다. 이 과제는 융복합교육의 목표인 모든 핵심역량을 나타내고 있는데 먼저 도구의 상호작용적 활용 역량(TI)과 관련된 수학적 능력을 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 과제는 소수라는 핵심개념을 이해한 후 문제와 연결하는 이해(TI21)를 필요로 하고, 둘째, 과제에 제시된 핵심개념과 원리 등을 다른 상황에서 활용하고 비교 및 추측해보는 추론/분석(TI24)을 필요로 한다. 이질적 집단에서의 상호작용 역량(GI)과 관련해서는 모듬별로 암호를 만드는 협력적 의사소통(GI21)과 암호의 문제점 및 보완책을 토론하여 좀 더 안전한 암호를 만들어내는 의사소통(GI31)을 요구한다. 또한 자율적 실천 역량(AA)과 관련하여 학생들이 암호를 구성하기 위해 계획, 실행하는 능력(AA11)과 최종 결과물로 산출된 암호에 문제점은 없는지 자신들의 수학적 사고 과정을 점검하고 반성하면서 결과를 수정하는 반성(AA21)을 요구한다. 그리고 안전한 암호를 만드는 방법을 생각해봄으로써 실천 가능한 대안 제시 능력(AA31)을 필요로 하는 과제이다.

이 과제는 다른 과제와 비교했을 때, 매우 다양한 역량이 드러나고 있는데 이는 학생들의 활동이

다양하고 능동적으로 참여할 수 있는 형태로 구성되었기 때문으로 생각된다. 하지만 학생들에게 좀 더 맥락적인 과제가 되기 위해서는 개인정보의 유출로 인한 개인의 피해 상황과 사회적 문제점을 직접 조사해 보도록 하는 과제의 구성을 생각해볼 수 있다. 또한 발표를 통하여 각 모듈에서의 결과를 전체 학급에서 공유한다면 공감대 형성(GI11)을 필요로 하는 과제로 구성할 수 있다.

### 3. 종합논의

지금까지 수학교과와 각 내용영역에 따른 핵심역량의 분포현황과 단일 핵심역량 및 다양한 핵심역량이 나타난 과제들의 사례와 그 특징을 살펴보았다. 이 연구의 분석대상은 실세계 맥락을 기반으로 한 과제들이었기에 주로 교과서의 정리 부분에 제시된 과제들과 수학적 과정을 위해 제시된 과제들을 대상으로 하였다. 특히 수학적 과정을 반영하기 위해 “수학적 추론, 문제해결, 의사소통”이라는 이름으로 제시된 과제들은 이 연구의 분석틀에 나타난 “추론/분석, 문제해결 전략, 의사소통”이라는 수학적 능력과 개념적 수준에서 일치한다고 생각하였기 때문에 각 과제들에서 해당 능력과 역량이 나타나야 한다고 기대하였지만 실제 분석 결과는 도구의 상호작용적 활용 역량(TI) 중심의 과제가 편향적으로 많았다. 이는 우리나라의 수학교육이 협력학습을 강조한다고 하지만 여전히 개별학습을 중심으로 과제가 구성되고 있음을 보여준다. 또한 과제가 의사소통코너에 있다 할지라도 사용된 주어나 서술어에 따라 의사소통(GI)이 아닌 도구의 상호작용적 활용 역량(TI)으로만 코딩되는 경우가 나타나며 따라 교과서의 저자들이 해석하는 의사소통의 개념이 다양하다는 것을 알 수 있었다.

“수학적 추론”과 관련하여서는 결과를 비교, 분석하는 과제의 유형은 있었지만 여러 가지 요소들을 탐색하고 다양한 경우를 추측하는 추론능력을 필요로 하는 과제는 많지 않았다.

“문제해결”이라는 이름으로 제시된 과제들은 주로 폴리야의 문제해결 4단계에 따라 구성되어 있었는데 문제해결과정의 단계를 제시함으로써 학생들이 안내에 따라 문제를 해결하도록 하는 과제가 있는 반면에 어떤 과제는 풀이까지 제시함으로써 문제해결력의 신장에 도움이 되지 않는 경우도 있었다. 수학에서의 문제해결력은 자율적으로 인생계획을 세우는 역량과 관계가 있다. 학생들에게는 다원화된 사회에서 발생하는 복잡하고 다양한 문제를 자율적으로 해결할 수 있는 역량이 요구되고 있는데 문제해결 과정을 너무 자세하게 안내하고 풀이까지 제시하는 것은 학생들의 시행착오를 통한 깨달음, 반성을 통한 변화 등의 중요성을 간과하는 것이다. 이러한 과제의 구성과 관련하여 어떤 과제는 [문제 만들기]를 제시하여 본래의 과제가 가질 수 있는 약점을 보강하고자 하였다. 하지만 [문제 만들기]의 유형도 단순히 본 과제의 유형과 동일한 문제를 만드는 것에 그치는 경우와 문제를 만든 후에 문제해결 단계가 제시되지 않은 상태에서 문제를 해결하도록 하는 경우가 있어서 과제에서 드러나는 수학적 능력과 역량의 종류에 차이를 보였다.

또한 각 단원의 정리 부분에서는 문제를 비판적인 관점에서 해결하도록 하거나 일상생활에서의 문제점을 인식하도록 함으로써 비판적인 사고력 향상에 도움이 되는 과제들을 볼 수 있었다. 이러한

과제들은 문제 상황을 파악하고 이로 인해 야기될 수 있는 문제점을 인식하며 이를 해결하기 위한 대안을 제시하는 활동으로 구성되어 있었다. 이에 대하여 연구팀은 개인의 범위를 넘어서 지역사회와 세계사회의 바람직한 변화를 야기하고 긍정적인 영향력을 줄 수 있는 자율적인 행동 역량에 도움이 되는 과제들이라고 해석하였다.

“의사소통”과 관련해서는 저자들이 생각하는 의사소통이 수학 내적 수준을 강조하면서 표상간의 번역활동, 내면적인 사고과정 등을 포함하고 있음이 나타났다. 이와 같이 교과 중심으로 수학적 의사소통을 강조하는 것은 융복합교육의 핵심역량에서 의미하고 있는 이질적 집단에서의 의사소통 역량과 큰 차이가 있다. 따라서 모듈별로 토의하고 협력하여 결과물을 산출하는 협동적 작업 역량을 필요로 하는 과제들은 나타났지만 수학적 추론 과정을 거친 자신의 추측을 정당화하고 토론과정에서 나타나는 갈등을 관리하며 타인을 설득함으로써 갈등을 해결하는 역량이 필요한 과제는 거의 찾아볼 수 없었다. 하지만 의사소통 과제를 해결하는 과정에서 교사가 어떻게 접근하느냐에 따라 학생들은 좀 더 다양한 수준의 의사소통 역량을 함양할 수 있을 것으로 기대된다. 협력을 통해 하나의 산출물을 제시하는 것도 좋지만 그 과정에서 나타나는 다양한 의견을 인정하고 서로 이견을 좁혀 나가는 경험을 통해 학생들은 사회경제문화적으로 다른 많은 사람들과 협력하고 갈등을 원만하게 해결하며 살아가는 역량을 함양할 수 있을 것이다.

## V. 결론 및 시사점

본 연구는 2009 개정 교육과정에 따라 편찬된 중학교 1학년 수학교과서에 제시된 실세계 맥락기반의 과제를 통하여 함양될 수 있는 핵심역량의 분포현황과 단일 핵심역량 및 다양한 핵심역량을 필요로 하는 과제의 특징을 양적, 질적으로 분석하였다. 분석 결과 대부분의 과제들이 수학적 지식을 습득하고 수학적 아이디어를 언어, 상징 등 다양한 방법으로 표현하거나 핵심개념, 원리를 이해하고 활용하는 도구의 상호적인 활용 역량(TI)을 요구하였다. 수학교과의 측면에서 지속적인 학습을 위하여 기본적인 도구를 상호적으로 활용할 수 있는 역량을 교육의 목표로 하는 것은 당연한 일이다. 하지만 도구의 상호작용만을 너무 강조한다면 과제가 실세계 맥락으로 구성되어 있다 할지라도 학생들에게는 의미 충실한 학습이 되기 어렵다. 따라서 학생들은 자신이 속해있는 사회에서의 삶과 수학의 관련성을 생각하기 힘들고 결과적으로 수학의 유용성을 깨닫지 못하게 될 것이다.

본 연구에서는 특히 수학적 과정의 하위요소로 등장한 “수학적 추론, 문제해결, 의사소통”을 분석틀과 개념적 수준에서 일치한다고 생각하였기 때문에 각 과제들이 수학적 지식의 도구적 활용뿐 아니라 다양한 수학적 능력을 필요로 함으로써 결과적으로 다양한 핵심역량의 함양에 영향을 줄 것으로 기대하였다. 그러나 도구의 상호작용적 활용 역량(TI)이 과제의 94.2%에서 나타났고 이질적 집단

에서의 상호작용 역량(GI)과 자율적 실천 역량(AA)은 각각 1.8%와 4.0%에 불과했다. 이는 현 2009 개정 중학교 1학년 수학교과서의 학습과제들이 이질적 집단에서의 상호작용 역량(GI) 핵심역량에 해당하는 의사소통이나 자율적 실천 역량(AA) 핵심역량에 해당하는 문제해결전략, 반성, 비판적 사고력 보다는 도구의 상호작용적 활용 역량(TI) 핵심역량에 해당하는 핵심개념과 원리 등의 이해 및 습득 활용에 중점을 가지는 특징을 보여주고 있는데 개별화 위주의 수학 내적인 능력을 강조하고 보여주는 것으로 해석된다. 또한 880개의 분석 대상 과제 중에서 66.1%에 해당하는 584개의 과제가 도구의 상호작용적 활용 역량(TI)과 관련된 수학적 능력 중 오직 한 가지의 능력만을 위한 것으로 나타났다. 그리고 전체 과제 중 33.9%인 296개의 과제에서 도구의 상호작용적 활용 역량(TI)에 해당하는 수학적 능력 중 2회 이상의 능력이 나타나거나 이질적 집단에서의 상호작용 역량(GI)과 자율적 실천 역량(AA)과 관련된 수학적 능력이 동시에 나타났다. 이러한 결과를 바탕으로 다양한 핵심역량을 나타내는 과제를 개발하는 측면과 교과서의 과제를 다양한 핵심역량을 함양하는 과제로 바꿀 수 있는 교사의 역량 측면에서 시사점을 제시하고자 한다.

첫째, 2009 개정 수학과 교육과정 문서에서 수학교과서의 성격과 교수-학습 방법을 규정하는 부분에는 수학과 실세계 현상과의 관계를 강조하고 있고 실제로 학교 현장에서 이루어지고 있는 수학교과서의 융복합교육 프로그램은 주로 실세계 현상을 수학적 개념을 통해 분석하고 모델링하는 과제 중심으로 이루어지고 있다. 실세계 현상은 생산과 소비, 인권, 평화, 에너지, 환경 등 현 시대의 중요한 쟁점들과 관련이 깊기 때문에 수학교과에서 이들을 다룬다는 것은 단순히 수학적 지식의 습득을 넘어서서 문제현상을 비판적으로 바라보고 실천 가능한 대안의 제시를 통해 변화를 야기하는 역량의 함양과 연결될 수 있다. 그럼에도 과제의 대부분이 도구의 상호작용적 활용 역량(TI)으로 코딩되었다는 것은 과제가 수학교과에서 중요하게 다루어지는 지식과 기능 중심으로 구성되었다는 한계를 가졌다고 볼 수 있다. 따라서 삶과 지식이 분리되지 않은 융합적 인재를 양성하고, 창의적인 지식을 창출하기 위해서는 실생활 기반의 다양한 현상들로부터 문제의식을 가지고 자신만의 수학적 아이디어를 통해 시행착오를 거치며 대안과 해결책에 근사적으로 접근해 가는 이질적인 집단에서의 상호작용 역량(GI)과 자율적 실천 역량(AA)이 드러나는 과제개발이 이루어져야 할 것이다.

둘째, 연구 결과를 통해 과제를 제시하는 형식과 과제의 진술에서 사용하는 서술어가 수학적 능력과 이를 통한 역량의 함양에 영향을 주고 있음을 알 수 있다. 예를 들어 “문제해결” 코너에는 문제해결과정만 제시한 경우, 과정에 따른 풀이까지 제시한 경우, 본 과제와 동형인 문제를 만들어보는 경우, 새로운 문제를 만들고 해결까지 하는 경우 등 과제가 다양한 형태로 제시되어 있다. 이들은 모두 유사한 소재를 사용하여 제시되고 있음에도 구성 형태에 따라 함양되는 역량의 종류와 다양성이 매우 다름을 보여주고 있다. 따라서 단일 핵심역량이 나타나는 과제일지라도 그 하위역량들이 다양하게 개발될 수 있는 형식으로 과제를 구성하거나 하나의 과제를 통해 다양한 핵심역량이 함양될 수 있도록 과제개발이 이루어져야 할 것이다.

셋째, 본 연구의 분석에 따르면 내용영역 및 교과서 종류에 대하여 핵심역량의 반영 수준에서 차



이가 나타나는 것을 볼 수 있었다. 이러한 결과는 현재 진행 중인 교육과정 개정이 핵심역량 중심으로 이루어진다는 점을 고려할 때 다양한 핵심역량이 학습 단계에 따라 적절히 조합되어 학생들의 핵심역량 함양에 효과적으로 기여할 수 있도록 안내하기 위한 교과서 개발 지침이 필요하다는 것을 시사한다.

넷째, 학생들의 의사소통 역량을 함양하기 위해서는 교사의 역량이 중요하다. 학생들에게 단답형으로 간단한 발표를 시키거나 모둠을 구성하여 학생들끼리 의견 교환과 정당화, 동료의 의견 경청과 자신의 생각에 대한 반성, 서로 다른 의견을 조율하도록 하는 다양한 수업 환경이 교사에 의해 만들어지기 때문이다. 교사는 과제 해결 후 장·오답을 체크하거나 교사의 설명만으로 이루어지는 수업이 아니라 모든 학생들이 자유롭게 논쟁, 추측, 설명할 수 있는 편안한 수업환경을 만들 수 있어야 한다. 또한 학생들이 타인과 관계를 형성하고 공감대를 유지하는 기본적인 소통부터 시작하여 아이디어 공유, 협력적 작업, 갈등 해결을 경험하면서 수학학습을 할 수 있도록 지원할 수 있어야 한다. 마찬가지로 계획을 수립하고 구체적인 전략을 세워 실행하고 시행착오와 반성을 통해 변화를 도모하는 자율적이고 능동적이며 세계시민의 자질을 가진 학생들의 역량을 함양하기 위해서도 교사의 전문적인 접근이 필요하다. 따라서 미래사회의 변화와 학생들에게 요구되는 핵심역량 그리고 그에 따른 학교교육의 변화 동향에 대한 이해와 더불어 이를 함양하기 위한 실천 가능하고 전문성 있는 교수법 등을 내용으로 현장 수학교사들을 위한 교사연수가 이루어져야 할 것이다.

## ■ 참고문헌

- 교육과학기술부(2011). **수학과 교육과정**. 서울: 교육과학기술부.
- 교육부(2015). **제 2차 수학교육 종합 계획(2015~2019)**. 교육부.
- 구인환(2006). **Basic 고교생을 위한 국어 용어사전**. 서울: 신원문화사.
- 김호석, 최석진, 강상규(2011). **학교 교육과정 ESD 강화 방안 연구**. ESD 연구과제 2011-2.
- 문중은(2014). **융복합 수학교육에서 나타난 변화율 개념의 이해에 관한 연구**. 박사학위논문. 이화여자대학교.
- 박모라, 주미경, 문중은(2014). 2009년 개정 교육과정에 따른 중학교 1학년 수학교과서의 함수 단원 학습과제 분석: 융복합목표·방식·맥락에서의 접근. **학교수학**, 16(1), 135-155.
- 박현주, 김영민, 노석구, 이주연, 정진수, 최유현, 한혜숙, 백운수(2012). STEAM 교육의 구성 요소와 수업 설계를 위한 준거틀의 개발. **학습자중심교과교육연구**, 12(4), 533-557.
- 박형주(2012). **통한 교육에 근거한 중학교 수학 교과서 분석-STEAM 교육을 중심으로**. 석사학위논문. 이화여자대학교.
- 변희현, 권점례, 박선화, 박지현, 이광상, 임해미, 조운동, 최승현, 도종훈, 조영미, 채정림(2013). **미래 사회 대비 국가 수준 교육과정 방향 탐색-수학**. 연구보고 CRC 2013-22.
- 송미영, 최혁준, 임해미, 박혜영(2013). OECD 국제 학업성취도 평가 연구 : PISA 2012 결과 분석 및 PISA 2015 예비검사 시행 기반 구축. **교육과정평가연구**, 16(1), 51-66.
- 신동희, 김정우, 김래영, 이종원, 이현주, 이정민(2012). 융합형 교사 교육 프로그램 개발 연구. **교과교육학연구**, 16(1), 371-398.
- 유영의, 김은정, 신은수, 박은혜(2013). 지속가능발전교육에 관한 한국의 교육정책 및 현 국가수준 교육과정의 분석. **유아교육학논집**, 17(3), 319-341.
- 윤희정, 윤원정, 우애자(2011). 2009 개정 교육과정과 융합형 과학 교과서에 대한 고등학교 과학 교사들의 인식. **교과교육학연구**, 15(3), 757-776.
- 이광우, 전제철, 홍원표, 허경철, 김문숙(2009). **핵심역량 기반 초·중등학교 교육과정 설계방안 탐색을 위한 세미나**. 한국교육과정평가원. 연구자료 ORM 2009-20.
- 이근호, 곽영순, 이승미, 최정순(2012). **미래 사회 대비 핵심역량 함양을 위한 국가 교육과정 구상**. 한국교육과정평가원. 연구보고 RRC 2012-4.
- 이근호, 김기철, 김사훈, 김현미, 이명진, 이상하, 이인제(2013). **미래 핵심역량 계발을 위한 교과 교육과정 탐색: 교육과정, 교수·학습 및 교육평가 연계를 중심으로**. 한국교육과정평가원. 연구보고 RRC 2013-2.
- 이미경, 양정실, 서영진, 변희현, 최정순, 이영아(2014). **교과 교육과정 개선 방향 탐색-국어, 수학, 영어, 사회, 과학 교과를 중심으로-**. 한국교육과정평가원. 연구보고 RRC 2014-6.

- 이선경, 김남수, 김찬국, 장미정, 주형선, 권혜선(2010). **유엔 지속가능발전교육 10년(DESDE) 중간 평가를 위한 실태 조사 연구**. 유네스코한국위원회. ESD 연구과제 2010-2.
- 이선경, 구하라, 김선아, 김시정, 문종은, 박영석, 신혜원, 안성호, 유병규, 이삼형, 이승희, 이은연, 주미경, 차윤경, 함승환, 황세영(2013). **융복합교육 프로그램 구성을 위한 기초 연구: 현장 사례 분석을 통한 구성틀 적용 가능성 탐색**. **학습자중심교과교육연구**, 13(3), 483-513.
- 정수용, 주미경, 송륜진(2014). **수학교과서 속 수학자들에 대한 비판적 분석**. **교과교육학연구**, 18(2), 441-470.
- 주미경, 문종은, 송륜진(2012). **수학교과와 융복합교육: 담론과 과제**. **학교수학**, 14(1), 165-190.
- 주형미, 윤현진, 곽영순, 변희현, 문영주, 이영아, 김명정, 안종욱, 가은아(2013). **핵심역량(성취 기준) 중심의 교과서 모형 개발**. 한국교육과정평가원. 연구보고 CRT 2013-4.
- 차윤경, 김선아, 김시정, 문종은, 송륜진, 박영석, 박주호, 안성호, 이삼형, 이선경, 이은연, 주미경, 함승환, 황세영(2014). **융복합교육의 이론과 실제**. 서울: 학지사.
- 최승현, 곽영순, 노은희(2011). **학습자의 핵심역량 제고를 위한 교수학습 및 교사교육 방안 연구: 중학교 국어, 수학, 과학교과를 중심으로**. 한국교육과정평가원. 연구보고 RRI 2011-1.
- 한국교육과정평가원(2011). **교과별 핵심역량 제고를 위한 정책 토론회**. 한국교육과정평가원. 연구자료 ORM 2011-54.
- 함승환, 구하라, 김선아, 김시정, 문종은, 박영석, 박주호, 안성호, 유병규, 이삼형, 이선경, 주미경, 차윤경, 황세영(2013). **“융복합교육”의 개념화: 융(복)합적 교육 관련 담론과 현장 교사 포커스 그룹 면담을 중심으로**. **교육과정평가연구**, 16(1), 107-136.
- 황선욱, 박혜숙, 이광연, 고희경, 이종규, 한준희, 박문환, 박상의, 이상민(2014). **주제 중심의 고등학교 수학 교과서 모형 개발**. 한국수학교육학회 학술발표논문집, 2014(2).
- 황혜정, 최승현, 조성민, 박지현(2013). **수학 수업의 실제**. 서울: 문음사.
- Freudenthal, H. (2002). *Didactical Phenomenology of mathematical Structures*. Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Lave, J. (1988). *Cognition in practice Mind, mathematics, and culture in everyday life* Cambridge: Cambridge University Press.
- National Council of Teachers of Mathematics. (1999). *Developing Mathematics Reasoning in grades k-12* Yearbook. Reston, VA: Author.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.
- KICE(2002). **사고력 검사 개발 연구**. 한국교육과정평가원. 연구보고 RRE 2002-3.
- OECD(2005). *The definition and selection of key competencies: Executive summary*. Paris, France: OECD.

Abstract

## Mathematics Textbook Analysis: From the Perspective of Yungbokhap education

Park, Mi-Yeong (Lecturer, Hanyang University)

Moon, Jong-Eun (Post-doc. Hanyang University)

Ju, Mi-kyung (Professor, Hanyang University)

Jeong, SooYong (Hanyang University)

Park, Mora (Hanyang University)

This study is based on the perspective that real world tasks can facilitate students' integrative capacities. To investigate the extent to which real world tasks found in the Korean mathematics textbooks for the 7th graders integrate key competencies, a framework of mathematical competences was developed by adopting the goal dimension of Yungbokhap education. The analysis suggests that most of the textbooks adopt the competence to use tools interactively, and that the frequencies of the other two types of competences, i.e., interacting in heterogeneous groups and acting autonomously, were very low. The results of this research showed that Korean mathematics textbooks still focus on the competence to use mathematical knowledge, concept and principle. Only a limited number of tasks in the textbooks integrated two or more competences. Based on the results, implications were presented for the development of mathematics textbook tasks to promote diverse competencies.

Key Words: Yungbokhap Education, Mathematics Textbook Analysis, Mathematical Competencies