

## 초등학교 3~4학년군 수학 교과서에 의도된 교과 역량 분석

방 정 숙 (한국교원대학교 교수)

황 지 남 (한국교원대학교 대학원 학생)<sup>†</sup>

2015 개정 수학과 교육과정에서 교과 역량의 필요성이 부각되고 그 하위 요소까지 명시되었지만, 교육과정을 구체적으로 반영한 교과서에서 정작 교과 역량을 얼마나 어느 정도로 다루고 있는지에 대한 분석은 별반 없다. 이에 본 논문은 초등학교 3~4학년군 수학 교과서에 의도된 교과 역량을 분석하였다. 그 결과, 의사소통과 추론 능력이 전체의 절반 정도로 가장 많이 나타났고, 그 다음으로 창의·융합, 정보 처리, 태도 및 실천, 문제 해결 능력 순서로 제시되어 있었다. 또한 각 교과 역량의 하위 요소별로 분석한 결과 그 편차가 큰 것을 알 수 있었다. 본 논문은 수학 교과 역량별로 하위 요소까지 분석하고 구체적인 사례를 제시함으로써 수학 교과서에 의도된 교과 역량의 특성을 파악하고 더불어 역량 기반의 교과서 개발과 관련하여 논의를 촉진할 것으로 기대된다.

### I. 서론

사회가 급변함에 따라 요구되는 수학적 소양이나 역량도 달라지고 있다. 단순히 지식을 습득하는 수준을 벗어나, 실제적인 상황이나 맥락에서 지식을 활용하여 창의적으로 문제를 해결하는 능력, 소통하고 협업하는 능력, 자신의 태도 및 가치를 성찰하는 능력 등이 강조되고 있다. 예를 들어, 경제협력개발기구(Organization for Economic Cooperation and Development[이하 OECD], 2019a)의 PISA(Programme for International Student Assessment)에서는 전통적으로 강조되어 온 문제해결력 영역에 협력을 강조하면서 '협력적 문제해결력'을 평가하였고, 보다 최근에는 '학습 나침반 2030(learning compass 2030)'을 제시하면서, 지식과 기능 이외에 태도와 가치를 각각 별도의

축으로 강조하였다(OECD, 2019b). 이처럼 학교 교육에서 전통적으로 강조되어 온 기초 능력을 넘어 미래 사회에 새롭게 필요한 지식, 기능, 태도와 가치 등을 갖추어야 할 필요성이 부각되고 있다. 실제로 나귀수 외(2018)는 미래 시대의 수학교육 방향에 대한 연구를 진행하면서 미래 시대에 필요한 수학적 역량으로 추론, 문제 해결, 의사소통, 모델링, 창의·융합을, 사회 정서적 역량으로 공감, 책임감, 수학 가치를 제시하였다.

한편, 역량 중심 교육과정을 표방한 2015 개정 교육과정의 취지에 부합하여(교육부, 2015a) 수학과 교육과정에서는 '문제 해결', '추론', '의사소통', '창의·융합', '정보 처리', '태도 및 실천'이라는 6가지 수학 교과 역량을 미래 사회에서 사회 구성원의 역할을 성공적으로 수행하는 데 필요한 역량으로 제시하였다(교육부, 2015b). 더 나아가 각 교과 역량별 하위 요소를 세분화하여 각 교과 역량의 구체적인 의미를 명시적으로 제시하였고 각 역량을 함양하기 위한 교수·학습상의 강조점을 구체화하였다(교육부, 2015b).

2015 개정 수학과 교육과정에서 명시한 대로 수학 교과 역량이 학생들에게 분명히 가르쳐야 할 성격의 것이라면, 이를 수학과 교육과정에서 선연적으로 강조하는 것에서 그치지 않고 구체화하여 수학 교과 역량을 함양하려는 노력이 필요할 것이다. 이와 같은 측면에서 수학과 교육과정을 구체화한 교과서의 개발 방향에 '수학 교과 역량의 충실한 구현'이라는 점이 포함되어 있는 것은 고무적이다(교육부, 2018e).

그러나 교과서에 교과 역량을 강조하는 것이 결코 쉬운 일은 아니다. 실제 미래 사회에 필요한 역량을 강조하고 있는 것이 세계적인 추세임에도 불구하고, 여러 나라에서 교육과정에서만 지향점 또는 교수·학습 방향 중의 일부로 제시되는 경우가 있다(권점례, 2020). 교과서에 수학 교과 역량을 함양하기 위한 구체적인 활동이 제시되어 있지 않다면, 교사가 수학 수업을 통

\* 접수일(2020년 12월 30일), 심사(수정)일(2021년 1월 15일), 게재확정일(2021년 1월 25일)

\* 주제어 : 수학 교과 역량, 교과서 분석, 문제 해결, 추론, 의사소통, 창의·융합, 정보 처리, 태도 및 실천

† 교신저자 : whiyoung10@naver.com

해 그러한 역량을 제대로 함양할 것이라고 기대하기 어렵다. 특히 우리나라 초등학교 교사의 경우 수학 교과서를 주된 수업 자료로 활용한다는 점을 감안할 때(황현미, 2013), 수학 교과서에 교과 역량을 함양하기 위한 활동을 제시하는 것이 중요하다.

이에 본 연구에서는 수학 교과 역량을 충실히 반영하고자 시도했던 수학 교과서를 면밀히 분석하고자 한다. 그동안 교과 역량을 중심으로 수학 교과서를 분석한 연구는 대부분 하나의 교과 역량에만 중점을 두어 분석하거나(예, 방정숙 외, 2016a; 황혜정, 2018), 특정 단원만을 분석 대상으로 하거나, 중·고등학교 수학 교과서를 분석하는 경우가 있었다(예, 윤상준 외, 2019; 이현수, 2020, 황혜정, 2018). 이에 반해, 본 논문에서는 3~4학년군 수학 교과서를 대상으로(교육부, 2018a, 2018b, 2018c, 2018d), 6가지 수학 교과 역량이 어떻게 반영되어 있는지 면밀히 살펴보았다. 특히 각 교과 역량별 하위 요소까지 구체적으로 분석하되 단순히 빈도만 분석하는 것이 아니라 각 역량에 대한 교과서의 활동을 예시로 제시하며 필요에 따라 구성 체제, 상황, 특징 등을 다양하게 분석하였다.

본 연구에서 수학 교과 역량을 분석할 때 지도서를 참조하였는데, 그 이유는 교사용 지도서에 교과서 내 교과 역량이 어떤 의도로 집필되었는지에 대한 안내와 해설이 제공되기 때문이다(교육부, 2018e, 2018f, 2018g, 2018h). 물론 지도서는 교과서를 어떻게 활용할지 안내를 해주는 지침서이기 때문에 절대적인 기준이 아니다. 다만 현행 교과서의 경우 처음으로 교과 역량을 명시적으로 반영한 교과서이고 특히 교과 역량에 중점을 두어 고안된 활동의 의도와 지도 방법을 알기 위해서는 지도서를 참조할 필요가 있었다. 교사별로 교과서의 활동을 어떤 방식으로 이해하고 어디에 중점을 두어 가르치느냐에 따라 부각되는 역량은 얼마든지 달라질 수 있다. 그러나 본 연구는 수업을 통해 구현된 교과 역량을 분석하는 것이 아니라 교과서에 의도된 교과 역량을 분석하고자 하였기 때문에, 교과서 집필진이 구현하고자 했던 점을 파악할 수 있는 지도서를 참조하였다.

현재 2015 개정 수학과 교육과정에 따른 검정 교과서의 개발이 진행 중에 있고, 2015 개정 수학과 교육과정의 현장 실태 분석을 토대로 후속 교육과정에 대한 논의가 진행 중에 있다(박진형, 탁병주, 2020). 분명

한 것은 교과 역량이 후속 교육과정 개발에도 중요한 이슈 중의 하나이기 때문에(이승미 외, 2019), 역량 기반 교육과정으로 개발된 2015 개정 교육과정의 의도가 수학 교과서에 어떻게 반영되었는지 면밀히 살펴보는 것이 중요하다는 것이다. 이에 본 논문이 부족하나마 수학 교과 역량의 함양에 대한 논의를 촉진하는 데 기여하기를 바란다.

## II. 이론적 배경

### 1. 수학 교과 역량

역량 기반 교육과정을 구성할 때 핵심적인 이슈 중의 하나는 역량을 교육과정 내로 어떻게 포함하여 운영하느냐의 문제이다(이화영, 2020; Voogt & Roblin, 2012). 우리나라의 경우 총론에서는 미래 사회에 필요한 핵심 역량으로 자기 관리 역량, 지식 정보 처리 역량, 창의적 사고 역량, 심미적 감성 역량, 의사소통 역량, 공동체 역량을 제시하였고, 각 교과 교육과정에서는 이 핵심 역량과 관련되면서 교과 학습을 통해 기를 수 있는 교과 역량을 선정하였다(교육부, 2015a). 그 결과 수학 교과 역량으로는 문제 해결 능력, 추론 능력, 창의·융합 능력, 의사소통 능력, 정보 처리 능력, 태도 및 실천 능력이 도출되었다(박경미 외, 2015).

그러나 2015 개정 수학과 교육과정에서 강조된 수학 교과 역량은 완전히 새로운 개념은 아니다. 예를 들어, 제7차 수학과 교육과정부터 문제 해결, 추론, 자신감과 흥미 등을 망라한 '수학적 힘의 신장'을 명시하였고, 2007 개정 수학과 교육과정에서는 '수학적 사고력과 의사소통 능력의 신장'과 '수학에 대한 가치 인식'을 목표로 분명하게 강조하였다. 또한 2009 개정 수학과 교육과정에서는 문제 해결, 추론, 의사소통을 '수학적 과정'으로 강조하였고, 상위의 개념으로 창의성을 강조하였다. 이와 같은 배경을 바탕으로 2015 개정 수학과 교육과정에서는 이전의 교육과정과 일관성을 유지하면서도 총론에서 강조한 역량을 수학 교과에서 구현하기 위하여 '수학 교과 역량'을 제시한 것이다(교육부, 2015b). 또한 각 교과 역량을 조작적으로 정의하고, 이를 하위 요소 및 기능으로 구체화하였는데([표 1] 참조), 각 역량을 간단히 정리하면 다음과 같다.

[표 1] 수학 교과 역량별 하위 요소 및 기능(박경미 외, 2015)

[Table 1] Sub-elements and functions of mathematical competencies

역량	하위 요소	주요 기능
문제 해결	문제 이해 및 전략 탐색, 계획 실행 및 반성, 협력적 문제 해결, 수학적 모델링, 문제 만들기	(문제) 이해하기, (다양한 전략) 구사하기, 설명하기, (상황) 모델링하기, (문제) 만들기
추론	관찰과 추측, 논리적 절차 수행, 수학적 사실 분석, 정당화, 추론 과정의 반성	탐구하기, 형식화하기, 계산하기, 어렵하기, 분석하기, 정당화하기, 반성하기
창의·융합	독창성, 유창성, 융통성, 정교성, 수학 내적 연결, 수학 외적 연결 및 융합	(새로운 관점, 많은 해결 방법, 다양한 관점) 찾아내기, 구체화하기, 관련짓기, 융합하기
의사소통	수학적 표현의 이해, 수학적 표현의 개발 및 변환, 자신의 생각 표현, 타인의 생각 이해	이해하기, 표현하기, 설명하기, 경청하기
정보처리	자료와 정보 수집, 자료와 정보 정리 및 분석, 정보 해석 및 활용, 공학적 도구 및 교구 활용	(자료들) 수집하기, 정리하기, 분석하기, 해석하기, 활용하기, 조작하기
태도 및 실천	가치 인식, 자주적 학습 태도, 시민 의식	관심과 흥미 가지기, 필요성과 유용성 인식하기, 배려하기, 존중하기, 협력하기

#### 가. 문제 해결 능력

문제 해결 능력은 “해결 방법을 알고 있지 않은 문제 상황에서 수학의 지식과 기능을 활용하여 해결 전략을 탐색하고 최적의 해결 방안을 선택하여 주어진 문제를 해결하는 능력”으로 제시되어 있다(교육부, 2015b, p. 4). 해결 방법을 알지 못한 채 문제를 해결하

는 것은 전통적인 의미의 문제라고 할 수 있다(English & Gainsburg, 2015). 2015 개정 수학과 교육과정에서 협력적 문제 해결과 수학적 모델링을 새롭게 언급한 것은 주목할 필요가 있다(최인영, 방정숙, 2018). 협력적 문제 해결은 참여자들이 문제를 해결하는 과정에서 자료와 아이디어를 함께 공유하는 것뿐만 아니라, 상호 간의 평가를 포함하는 개념이다(Care & Griffin, 2014). 또한 수학적 모델링은 실세계에서 문제를 발견하고 이를 수학적으로 표현, 분석, 예측하는 과정을 환원하는 방법으로(Bliss & Libertini, 2016), 미래 시대에 필요한 역량으로 강조되기도 하였다(나귀수 외, 2018). 이에 본 연구에서는 문제 해결 과정뿐만 아니라, 협력적 문제 해결과 수학적 모델링이 교과서에 어떻게 제시되었는지를 함께 분석한다.

#### 나. 추론 능력

추론 능력은 “수학적 사실을 추측하고 논리적으로 분석하고 정당화하며 그 과정을 반성하는 능력”으로 제시되어 있다(교육부, 2015b, p. 4). 추론은 수학적 활동의 기본이라고 할 수 있을 정도로 수학 교육에서 핵심적인 능력으로 다루어져 왔다(Conner et al, 2014). 관찰을 통해 수학적 사실을 추측하고, 근거를 바탕으로 논리적으로 설명하고, 개념과 원리를 도출하는 과정 등이 모두 추론 능력에 포함된다(교육부, 2015b). 교육과정에서도 추론 능력을 귀납, 유추, 연역 등의 다양한 사고 기능으로 설명하고 있다. 이에 본 연구에서는 추론 능력의 다양한 기능들이 교과서에 어떻게 제시되었는지를 분석한다.

#### 다. 창의·융합 능력

창의·융합 능력은 “수학의 지식과 기능을 토대로 새롭고 의미 있는 아이디어를 다양하고 풍부하게 산출하고 정교화하며, 여러 수학적 지식, 기능, 경험을 연결하거나 타 교과나 실생활의 지식, 기능, 경험을 수학과 연결·융합하여 새로운 지식, 기능, 경험을 생성하고 문제를 해결하는 능력”이다(교육부, 2015b, p. 4). 창의·융합 능력은 창의적 사고와 융합적 사고가 합쳐진 개념이다. 창의적 사고는 새로운 관점에서 해결 방법을 찾아내는 독창성, 많은 해결 방법을 찾아내는 유창성, 다양한 관점에서 해결 방법을 찾아내는 융통성 등으로 설명되고, 융합적 사고는 수학 내적 연결과 수학 외적

연결을 포괄하는 개념이다(박경미 외, 2015). 이는 Reys et al.(2014)이 말한 수학 내 지식 및 기능을 연결하는 능력과 수학과 실생활 혹은 수학과 타 교과를 연결하는 능력을 의미한다. 또한 융합적 사고는 이전 교육과정의 수학적 연결성을 역량화한 개념이라고 할 수 있다(김동희, 김민경, 2016). 이에 본 연구에서는 창의적 사고와 관련된 요소뿐만 아니라 융합적 사고와 관련된 요소가 교과서에 어떻게 제시되었는지를 분석한다.

#### 라. 의사소통 능력

의사소통 능력은 “수학 지식이나 아이디어, 수학적 활동의 결과, 문제 해결 과정, 신념과 태도 등을 말이나 글, 그림, 기호로 표현하고 다른 사람의 아이디어를 이해하는 능력”이다(교육부, 2015b, p. 4). 수학적 표현은 수학적 의사소통을 위한 수단으로, 수학적 언어를 능숙하게 표현한다는 것은 수학적 사고를 명확하게 하는 것이라고 할 수 있다(안병곤, 2011). 수학적 의사소통 방법으로는 자신의 아이디어를 말이나 글로 설명하는 능동적인 의사소통 능력을 강조하고 있다. 이는 우리나라의 대부분 수학 수업이 듣기와 읽기와 같은 수용적인 의사소통으로 이루어져 있다는 문제의식에서 비롯된 것으로 볼 수 있다(한혜숙, 2010). 더불어 현행 교육과정에서는 쓰기와 말하기와 같은 표현에만 국한된 것이 아니라, 상대방의 말을 주의 깊게 경청하는 것까지를 능력으로 포함하고 있다. 이에 본 연구에서는 의사소통 능력이 주로 어떤 상황에서 교과서에 제시되었는지를 분석한다.

#### 마. 정보 처리 능력

정보 처리 능력은 “다양한 자료와 정보를 수집, 정리, 분석, 활용하고 적절한 공학적 도구나 교구를 선택, 이용하여 자료와 정보를 효과적으로 처리하는 능력”이다(교육부, 2015b, p. 4). 정보 처리 능력은 수많은 정보 중에서 필요한 정보를 의미 있게 재조직하여 분석 및 활용하는 능력으로 미래 사회의 핵심적인 역량이라고 할 수 있다. 하지만 2009 개정 교과서의 경우 정보 처리 능력의 특성상 자료와 가능성 영역에 국한되어 제시되고 있다는 문제점이 있었다(방정숙 외, 2016a). 본 연구에서는 2015 개정 교과서에서 정보 처리 능력이 전 영역에서 어떻게 제시되었는지를 분석한다.

#### 바. 태도 및 실천 능력

태도 및 실천 능력은 “수학의 가치를 인식하고 자주적 수학 학습 태도와 민주 시민 의식을 갖추어 실천하는 능력(교육부, 2015b, p. 4)”이다. PISA와 TIMSS의 연구에서 우리나라 학생들이 수학에 대한 인지적 능력은 국제적으로 최상위에 속하지만, 정의적 영역이 매우 낮게 나타났다는 문제점과 함께 정의적 영역에 대한 변화가 지속적으로 강조되었다(상경아 외, 2016). 이러한 상황에서 2015 개정 수학과 교육과정에서는 태도 및 실천 능력을 하나의 역량으로 포함하였다. 그뿐만 아니라 수학에 대한 흥미와 관심을 넘어, 자주적 수학 학습 태도와 시민 의식을 함께 강조하였다(교육부, 2015b). 본 연구에서는 전반적인 과정에서 지도되어야 할 태도 및 실천 능력이 교과서에서는 실제로 어떻게 제시되었는지를 분석한다.

## 2. 수학 교과 역량을 분석한 선행 연구 고찰

문제 해결, 의사소통 등과 같은 수학 교과 역량은 이전 수학과 교육과정부터 꾸준히 강조되어 왔기 때문에, 각 역량에 대한 선행 연구가 어느 정도 이루어져 있다. 그러나 대부분의 선행 연구는 하나의 역량에만 초점을 두어 교육과정의 변천사를 다루거나 교과서를 분석하였다. 예를 들어, 방정숙 외(2016b)는 문제 해결에 관한 초등학교 수학과 교육과정 및 교과서를 분석하였고, 안병곤(2011)은 수학적 의사소통과 관련하여 초등학교 전 학년에 걸쳐서 수학 용어, 기호, 표, 그래프 등의 수학적 표현의 개수를 살펴보았다. 이러한 연구들은 특정 역량이 수학 교과서에 어떻게 구현되어 있는지를 구체적으로 분석할 수 있다는 장점이 있으나, 수학 교과 역량의 전반적인 구현 양상을 파악하는 데는 한계가 있다.

또한 기존 수학 교과서에서는 수학 교과 역량을 모든 차시에서 강조하기보다는 한 단원 내에서 특정한 차시나 활동을 통하여 강조하였기 때문에, 선행 연구에서는 그러한 차시나 코너를 분석하는 경향이 있었다. 예를 들어, 방정숙 외(2016b)는 수학 교과서에서 ‘문제’, ‘문제 해결 전략’, ‘문제 해결 과정’을 분석 요소로 하여 영역 및 단원별로 각 분석 요소가 적합한지 구체적으로 분석하였으나, 교과서의 문제 해결 차시로 한정하여 분석하였다. 이와 같이 특정 차시를 중심으로

역량을 분석하는 경향은 콰기우, 류현아(2020)의 연구에서도 찾아볼 수 있는데, 이 연구에서는 초등학교 수학 교과서의 ‘탐구수학’ 차시가 주로 어떤 수학 교과 역량을 함양하는 데 도움이 되는지 분석하였다. 물론 2015 개정 수학과 교육과정에 의한 초등학교 수학 교과서에서는 ‘놀이수학’, ‘생각수학’, ‘도전수학’, ‘탐구수학’과 같이 특정한 차시를 통해서 수학 교과 역량을 함양하고자 의도하고 있지만, 실제 교사용 지도서를 보면 수학 내용을 다루는 거의 모든 차시에서 수학 교과 역량을 염두에 두고 개발했음을 알 수 있다. 이에 전체 차시를 대상으로 수학 교과 역량을 분석할 필요가 있다.

한편, 앞서 진술한 바와 같이 2015 개정 수학과 교육과정에서는 각 교과 역량별로 하위 요소와 기능까지 제시하고 있기 때문에, 이후의 연구들은 대개 하위 요소와 기능을 분석하는 경향이 있다. 예를 들어, 방정숙 외(2016a)는 초등학교 수학 교과서를 대상으로 정보 처리 능력의 하위 요소와 기능을 분석하였다. 그러나 연구 시기상 2009 개정 교과서를 분석하였기 때문에, 2015 개정 수학과 교육과정에서 새롭게 강조된 정보 처리 역량이 2015 개정 교과서에서 어떻게 반영되어 있는지는 파악할 수 없다는 한계가 있다. 또한 황혜정(2018)은 2015 개정 교과서를 대상으로 창의·융합 능력의 하위 요소별로 반영 현황을 살펴보았는데, 중학교 1학년 그래프 단원만을 분석 대상으로 하였기 때문에, 해당 학년에서 전반적인 창의·융합 능력의 반영 정도를 파악하기 어려웠다.

이외에 최근 교과서에 반영된 수학 교과 역량을 분석한 선행 연구로 윤상준 외(2019), 이현수(2020), 김정원 외(2020) 등이 있다. 윤상준 외(2019)는 핵심 역량과 수학 교과 역량 간의 관계를 살펴보고 고등학교 1학년 교과서를 분석하였고, 이현수(2020)는 중학교 2학년 교과서를 대상으로 교과 역량과 그 하위 요소를 분석하였다. 김정원 외(2020)는 초등학교 5~6학년군 수학 교과서를 대상으로 교과 역량을 분석하였다. 본 연구는 이와 같은 선행 연구와 같은 맥락에서 3~4학년군 수학 교과서를 대상으로 모든 차시에 걸쳐 6가지 수학 교과 역량의 하위 요소별로 전반적인 구현 양상을 파악하고 필요에 따라 교과서의 해당 내용에 대한 예시를 제시함으로써 전체적인 교과 역량의 반영 현황을 파악하고자 하였다.

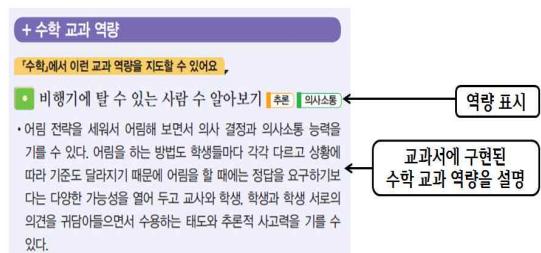
### III. 연구 방법 및 절차

#### 1. 분석 대상

이 연구는 2015 개정 3~4학년군 수학 교과서에서 교과 역량이 어떻게 제시되었는지를 알아보고자 하였다. 3~4학년군 수학 교과서의 모든 차시가 분석 대상이며, 이는 총 258차시(3학년 130차시, 4학년 128차시) 분량이다. 교과서 활동에서 의도된 교과 역량은 교사용 지도서에 자세히 제시되어 있기 때문에, 교사용 지도서의 내용 중 ‘수학」에서 이런 교과 역량을 지도할 수 있어요」를 참고하여 교과서의 교과 역량을 분석하였다.

#### 2. 분석 방법

교과 역량에 대한 분석은 우선 교과서에서 교과 역량이 각각 몇 차례 구현되었는지 그 횟수를 파악한 다음, 각 교과 역량별 하위 요소의 빈도를 파악하였다. 구체적으로, [그림 1]과 같이 지도서에는 매 차시마다 교과서에서 지도해야 할 교과 역량을 설명하고 있다. 더불어 교과서 활동을 통해 지도할 수 있는 교과 역량이 표시되어 있다. 역량 표시의 개수를 세면 교과서에서 어떤 교과 역량을 몇 차례 언급하는지를 정량적으로 확인할 수 있다. 이를 통해 교과서에서 어떤 역량이 주로 제시되었는지를 파악할 수 있다.



[그림 1] 교사용 지도서 「수학」에서 이런 교과 역량을 지도할 수 있어요」의 예(교육부, 2018e, p.129)

[Fig. 1] Example of mathematics competencies in “These Competencies May be Taught in Mathematics” of a guidebook for teachers

[표 2] 수학 교과 역량의 하위 요소에 대한 분석틀  
 [Table 2] Analysis framework for the sub-elements of mathematical competencies

문제 해결		추론		창의·융합	
코드	하위 요소	코드	하위 요소	코드	하위 요소
문1	문제 이해 및 전략 탐색	추1	관찰과 추측	창1	독창성
	계획 실행 및 반성	추2	논리적 절차 수행	창2	유창성
문2	협력적 문제 해결	추3	수학적 사실 분석	창3	융통성
문3	수학적 모델링	추4	정당화	창4	정교성
문4	문제 만들기	추5	추론 과정의 반성	창5	수학 내적 연결
				창6	수학 외적 연결 및 융합
의사소통		정보 처리		태도 및 실천	
코드	하위 요소	코드	하위 요소	코드	하위 요소
의1	수학적 표현의 이해	정1	자료와 정보 수집	태1	가치 인식
의2	수학적 표현의 개발 및 변환	정2	자료와 정보 정리 및 분석	태2	자주적 학습 태도
의3	자신의 생각 표현	정3	정보 해석 및 활용	태3	시민 의식
의4	타인의 생각 이해	정4	공학적 도구 및 도구 활용		

또한 교과 역량의 하위 요소에 대한 분석도 함께 진행하였다. 교과 역량의 하위 요소(박경미 외, 2015)는 [표 2]와 같이 코드화하여 분석하였다. 이때 문제 해결 능력의 하위 요소인 ‘문제 이해 및 전략 탐색’과 ‘계획 실행 및 반성’을 하나로 합쳐서 ‘문1’로 코드화하였다. ‘문제 이해 및 전략 탐색’과 ‘계획 실행 및 반성’은 Polya(1957)의 수학적 문제 해결 과정의 네 단계를 두 범주로 채차 묶은 것이다. 문제 해결은 각 단계가 독립적으로 진행되는 것이 아니라 일련의 과정으로써 진행되기 때문에 두 하위 요소를 분리하지 않고 일원화하였다.

교과 역량을 하위 요소로 코드화하기 위하여 교사용 지도서를 참고하였다. [그림 1]에서 살펴볼 수 있듯

이 지도서에는 수학 교과서에 반영된 교과 역량이 어떤 하위 요소를 강조하는지를 안내하는 설명이 있다. 이 내용을 바탕으로 해당 역량이 어떤 하위 요소로 분류되는지를 알 수 있다. [표 3]은 분석의 일관성 및 신뢰도를 높이기 위한 노력의 일환으로 지도서에서 여러 차례 언급되는 내용과 기능 등을 교과 역량의 하위 요소별로 재구성한 표이다. 교과서 설명 내용에 [표 3]과 같은 낱말이나 문구가 언급되면 해당 역량의 하위 요소로 코드화하였다. 다만 [표 3]을 통해서도 하위 요소로 명확하게 분류하기 어려웠던 일부 교과 역량들은 초등수학교육전공 박사과정 3인과 각각의 사례를 충분히 논의하면서 가장 적합하다고 생각되는 코드를 결정하였다.

교과 역량 및 하위 요소의 개수를 셀 때, 역량은 지도서에 표시된 대로 각 1회로 계산하였다. 그러나 교과 역량의 하위 요소는 경우에 따라 2가지 이상으로 분류되는 경우가 있었다. 예를 들어, [그림 2]에서 ‘추론’과 ‘창의·융합’의 역량 표시가 있으므로 각각 1회로 계산했다. 그러나 창의·융합의 하위 요소는 ‘유창성’과 ‘융통성’ 2가지에 해당된다. 이때 유창성 1회, 융통성 1회와 같은 방식으로 계산했다. 하위 요소가 2가지 이상에 해당된다고 해도 교과 역량을 1회만 세는 이유는 정확한 자료를 산출하기 위함이다. 예를 들어 정보 처리 능력의 경우, 다른 교과 역량에 비하여 2가지 이상의 하위 요소를 함께 언급하는 경우가 많았다. 이를 모두 세면 정보 처리 능력의 비중이 커져서 전체적인 교과 역량 비율에 대한 왜곡이 발생할 수 있다. 이에 교과 역량은 하위 요소와 상관없이 역량 표시를 기준으로 1회만 세었다. 그리고 역량별 하위 요소는 2개 이상이 기술된 경우에 각각 1회로 세었기 때문에 이는 별도의 표로 제시하였다.

한편, 본 연구에서는 교과 역량 및 하위 요소별 빈도 분석 이외에 각 역량이 교과서에 어떻게 반영되었는지를 보다 구체적으로 알아보기 위해 추가적인 분석을 병행하였다. 첫째, 문제 해결 능력의 경우 각 단원의 본 차시 외에 예를 들어 ‘생각 수학’과 같이 특정 차시에 집중적으로 반영하려고 의도되어 있기 때문에 본 차시와 구별하여 다른 차시에서 어떻게 문제 해결 능력이 분포되어 있는지 빈도를 분석하였다. 또한 ‘수학적 모델링’과 ‘협력적 문제 해결’의 경우는 2015 개정 교과서에서 새롭게 부각된 요소이기 때문에 교과서에

서 어떻게 제시되어 있는지 그 구체적인 사례를 살펴 보았다. 둘째, 추론 능력의 경우는 각 하위 요소별 특정 기능을 강조하는 방식으로 설명되는 경우가 많았기 때문에, 하위 요소 이외에 언급된 기능별로도 빈도를 분석하였다. 이때 각 하위 요소별로 많이 언급되는 기능의 경우는 어떤 맥락이나 활동에서 자주 관련되어 언급되는지 전형적인 사례를 탐색하였다. 셋째, 창의·

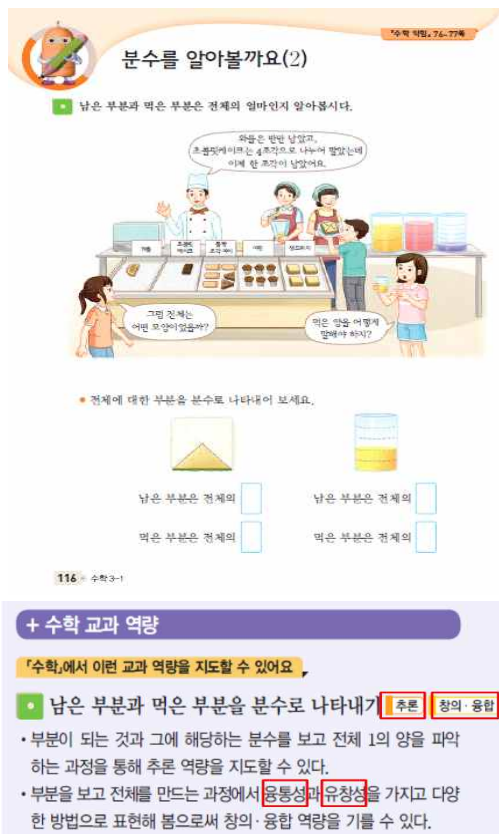
융합 능력의 경우 ‘창의’ 능력과 관련하여 가장 많이 언급된 유창성과 융통성, 그리고 ‘융합’ 능력과 관련하여 가장 많이 언급된 수학 외적 연결 및 융합과 관련하여 주로 어떤 활동과 연계되는지 구체적인 사례를 탐색하였다. 넷째, 의사소통 능력의 경우 그 하위 요소가 어떤 상황에서 가장 많이 언급되는지 구체적인 사례를 탐색하였다. 다섯째, 정보 처리 능력의 경우 특정

[표 3] 지도서 내용에 따른 교과 역량의 하위 요소 코드화

[Table 3] Coding sub-elements of mathematical competencies according to the contents of the guidebooks

역량	코드	지도서 내용의 예
문제 해결	문1	어떻게 문제를 해결
	문2	상호 협력하여 문제를 해결
	문3	실생활 문제 상황, 상황에 맞게 해석
	문4	비슷한 문제를 만들어 풀어보는 활동
추론	추1	비슷한 새로운 방법을 찾으며, 비슷한 상황과 변화된 상황을 파악하고, 기존에 배운 방법을 이용, 이전에 배웠던 내용에서 추론, 규칙성을 이해, 규칙 찾기, 추측하기, 관찰하기, 탐구하기
	추2	계산하기, 몫을 구하기, 수학적 절차, 절차를 논리적으로 수행, 수학적 사실 도출 과정, 형식화하는 과정
	추3	어렵하기, 개념, 원리, 법칙, 관계 짓기, 파악하기, 비교하기, 개수 세기, 변환하기, 조건과 정보 등을 파악하기, 분해하기, 합성하기, 정의하기
	추4	정의, 정당화, 이유를 설명
	추5	비판적으로 평가하고 되돌아보는, 계산이 맞는지 확인
창의 융합	창1	독창성, 새로운 관점, 상상하기
	창2	다양한 방법, 여러 가지 방법, 많은 방법, 다양한 수학적 표현
	창3	유연성, 다양한 관점, 다양한 가능성, 다양하게 생각
	창4	간략하게 표현, 간단히 나타내고, 정교하게 표현
	창5	(수학 지식 사이의) 관계 알아보기, 수학 내적 연결성
	창6	실생활, 생활 주변, 타 교과, 사회 및 자연 현상과 관련
의사 소통	의1	수학적 표현을 정확하게 이해, 정확하게 표현, 알맞게 표현, 수학적 표현을 사용
	의2	수학적 표현을 만들고, 변환, 나타내기, 자신만의 언어로 표현
	의3	이유를 설명, 과정을 설명, 방법을 설명, 결과를 설명, 친구들에게 말하는, 친구들에게 이야기, 과정과 결과를 친구들에게 발표, 과정과 결과를 다른 사람에게 표현, 글과 그림을 이용해 해결과정을 나타냄
	의4	서로 논의하며, 서로의 생각을 나누어 보며, 서로 의견을 주고받으며, 효과적인 방법을 토의·토론, 친구의 생각을 이해, 서로의 방법을 비교, 공유하는 과정, 함께 놀이를 하는 과정, 귀담아들으면서, 이야기를 들으며
정보 처리	정1	수집하기, 탐색하기, 정보를 찾아보고, 조사하기
	정2	분석하기, 분류하기, 정리하기, 표현하기
	정3	활용하기, 해석하기, 설명하기, 파악하기
	정4	교구, 계산 도구, 자, 컴퍼스, 각도기, 수직선, 모눈종이, 주사위
태도 및 실천	태1	수학의 유용성, 수학의 필요성, 수학에 흥미, 수학의 가치, 편리함, 실용적, 심미적, 문화적, 아름다움
	태2	자율적으로 학습, 스스로 탐구, 끈기, 자신감, 점검하기, 평가하기, ~하려는 태도
	태3	존중, 협력, 배려, 합리적 의사결정

영역에 집중되어 제시되는 경향이 있었기 때문에, 자료와 가능성 영역과 그 외 영역으로 구분하여 영역별로 하위 요소의 빈도를 추가로 분석하면서 교과서의 대표적인 사례를 탐색하였다. 마지막으로 태도 및 실천 능력의 경우 어떤 경우에 어느 하위 요소가 강조되는지 분석하였다. 이와 같은 추가적인 분석 과정에서 6가지 교과 역량의 하위 요소들이 서로 연관되어 동시에 언급되는 경향이 나타나, 이에 대한 분석도 구체적인 사례에서 보충하여 기술하였다.



[그림 2] 3학년 1학기 교과서 내용의 일부(위)와 관련한 지도서 내용(아래) (교육부, 2018a, p.116; 교육부, 2018e, p.305)

[Fig. 2] A part of the contents of the 3-1 textbook (above) & their related explanations of the guidebook (below)

## IV. 연구 결과

### 1. 수학 교과 역량의 전반적인 빈도 분석

3~4학년군 수학 교과서에 제시된 교과 역량의 횟수를 분석한 결과는 [표 4]와 같다. 의사소통 능력이 총 285회(24.8%)로 가장 많았고, 추론 능력이 266회(23.2%), 창의·융합 능력이 190회(16.6%), 정보 처리 능력이 179회(15.6%), 태도 및 실천 능력이 130회(11.3%), 문제 해결 능력이 98회(8.5%) 순으로 나타났다. 학기별로 교과서를 살펴보다라도 의사소통과 추론이 절반 정도의 비율을 차지하고 있음을 알 수 있으며 창의·융합, 정보 처리, 태도 및 실천, 문제 해결 순으로 비율이 낮아지는 경향성을 보였다.

[표 5]와 같이 영역별로 교과 역량의 비율을 살펴봐도 [표 4]와 유사한 경향성을 보였다. 자료와 가능성을 제외한 전 영역에서 의사소통 능력과 추론 능력이 가장 높은 비율을 차지하였고, 의사소통 능력과 추론 능력의 비율을 합하면 절반 정도를 차지하였다. 또한 대체적으로 창의·융합, 정보 처리, 태도 및 실천, 문제 해결 순으로 비율이 점차 낮아짐을 알 수 있었다. 자료와 가능성은 영역의 특성상 예외적으로 정보 처리 능력이 가장 강조되는 것으로 나타났다. 2015 개정 3~4학년군 교과서는 학기별 또는 영역별로 살펴봐도 의사소통 능력과 추론 능력이 가장 많이 제시되었음을 알 수 있었다. 그리고 문제 해결 능력이 가장 적게 제시되었음을 확인할 수 있었다. 따라서 3~4학년군 교과서에서는 특정 교과 역량을 한 영역이나 한 학년에 서만 집중적으로 다루는 것이 아니라, 전반적인 교과 내에서 비슷한 비율로 다루어진다는 것을 알 수 있었다. 교과 역량에 대한 하위 요소의 빈도를 분석한 결과는 [표 6]과 같다.

[표 6]과 같이 문제 해결 능력의 경우, '문제 해결 과정(문1)'이 66회(67.3%)로 가장 많이 의도되었다. 2015 개정 교육과정에서 신설된 '수학적 모델링(문3)'도 29회(29.6%) 언급되었으며, 이는 교과서에서 실생활 관련 문제 상황을 강조한다는 것을 의미한다. 하지만 새롭게 신설된 '협력적 문제 해결(문2)'은 단 한 차례만 언급되었고, '문제 만들기(문4)'는 2회만 나타났다. 이는 함께 문제를 해결하는 활동이나 새로운 문제를



[표 4] 교과 역량별 수학 교과서 분석

[Table 4] Analysis of mathematics textbooks by mathematical competencies

교과서 \ 역량	문제 해결	추론	창의·융합	의사소통	정보 처리	태도 및 실천
3-1	23	62	46	70	40	32
3-2	33	70	40	65	37	34
4-1	20	70	55	71	51	36
4-2	22	64	49	79	51	28
계(%)	98(8.5)	266(23.2)	190(16.6)	285(24.8)	179(15.6)	130(11.3)

\* 백분율은 소수 둘째 자리에서 반올림함.

[표 5] 영역별 교과 역량 분석

[Table 5] Analysis of mathematical competencies by content strands

역량 \ 영역	수와 연산	도형	측정	규칙성	자료와 가능성
문제 해결	59(11.1)	13(5.0)	10(6.4)	2(4.3)	14(9.2)
추론	131(24.6)	68(26.2)	38(24.4)	11(23.9)	18(11.8)
창의·융합	83(15.6)	48(18.5)	29(18.6)	8(17.4)	22(14.4)
의사소통	126(23.6)	66(25.4)	38(24.4)	13(28.3)	42(27.5)
정보 처리	73(13.7)	34(13.1)	23(14.7)	4(8.7)	45(29.4)
태도 및 실천	61(11.4)	31(11.9)	18(11.5)	8(17.4)	12(7.8)
계(%)	533(100.0)	260(100.0)	156(100.0)	46(100.0)	153(100.0)

\* 백분율은 소수 둘째 자리에서 반올림함.

\*\* ( )는 해당 내용 영역 전체에 대한 교과 역량의 비율을 의미함.

[표 6] 교과 역량의 하위 요소 분포

[Table 6] Distribution of sub-elements of mathematical competencies

코드 \ 역량	문제 해결	추론	창의·융합	의사소통	정보 처리	태도 및 실천
1	66(67.3)	82(29.2)	22(10.4)	26(8.6)	30(12.9)	77(55.0)
2	1(1.0)	46(16.4)	54(25.5)	27(8.9)	57(24.6)	16(11.4)
3	29(29.6)	126(44.8)	35(16.5)	175(57.8)	86(37.1)	47(33.6)
4	2(2.0)	20(7.1)	7(3.3)	75(24.8)	59(25.4)	
5		7(2.5)	11(5.2)			
6			83(39.2)			

\* 백분율은 소수 둘째 자리에서 반올림함. \*\* ( )는 해당 교과 역량 전체에 대한 하위 요소의 비율을 의미함.

\*\*\* 음영처리는 교과 역량별로 빈도가 가장 많은 하위 요소를 의미함.

만들어보는 활동이 교과서에 거의 전무하다는 것을 의미한다. 추론 능력의 경우, 하위 요소를 살펴보면 '수학적 사실 분석(추3)'이 126회(44.8%) 언급되었고, '관찰과 추측(추1)'이 82회(29.2%)로 뒤를 이었다. '수학적 사실 분석'과 '관찰과 추측'이 전체 추론 능력의 74%를 차지한다는 것은 현 교과서가 관찰과 추측을 바탕으로 수학적 사실을 분석하는 방식으로 내용이 구성되었고 상대적으로 논리적인 절차를 수행하는 과정이나 추론 과정의 반성 또는 정당화는 별반 강조되지 않았음

을 나타낸다.

창의·융합 능력은 '수학 외적 연결 및 융합(창6)'이 83회(39.2%)로 가장 많이 나타났는데, 이는 실생활과 연계된 내용이 교과서에 상당 부분 반영되었음을 의미한다. 실생활과 연계된 교과서를 구현한다는 점에서 문제 해결의 하위 요소인 '수학적 모델링'과도 관련이 있었다. 뒤이어 '유창성(창2)'과 '융통성(창3)'이 각각 54회(25.5%), 35회(16.5%)로 나타났다. 반면 '정교성(창4)'과 '수학 내적 연결(창5)'은 각각 7회(6.8%), 11회

(5.2%)로 교과서에서 비중 있게 다루어지지 않았다. '수학 내적 연결'이 자주 다루어지지 않은 이유는 교과서의 단원이 기본적으로 영역별로 분리되어 있고, 각 단원 내에서는 차시별로 특정한 성취기준을 염두에 두고 구성되었기 때문인 것으로 유추된다.

의사소통 능력은 교과서에서 가장 큰 비율을 차지하는 역량이었다. 특히 '자신의 생각 표현(의3)'이 175회(57.8%)로 전체 하위 요소 중 가장 많이 언급되었다. 이는 수학 학습 활동을 상대방에게 표현하는 능력을 교과서에서 매우 비중 있게 다루고 있다는 것을 의미한다. 뒤이어 '타인의 생각 이해(의4)'가 75회(24.8%)로 나타났다. 이는 본인의 아이디어를 수학적으로 표현하는 것뿐만 아니라, 상대방의 설명을 듣고 이해하는 능력 또한 중요하게 여긴다는 것으로 풀이된다.

정보 처리 능력의 경우, '정보 해석 및 활용(정3)'이 86회(37.1%)로 가장 많이 나타났다. 이는 교과서가 자료를 수집하고 정리하는 과정보다는 자료를 분석하고 해석하는 결과에 더 많은 부분을 할애했다는 것을 의미한다. 또한 '공학적 도구 및 교구 활용(정4)'이 59회(25.4%)로 뒤를 이었는데, 교구를 활용하여 수학적 개념 및 원리를 탐구하는 활동이 교과서에 여러 차례 있다는 것을 시사한다.

태도 및 실천 능력은 '가치 인식(태1)'이 77회(55.0%), '시민 의식(태3)'이 47회(33.6%), '자주적 학습 태도(태2)'가 16회(11.4%) 순으로 나타났다. 태도 및 실천 능력의 하위 요소 중에서도 수학에 대한 흥미, 수학의 필요성 및 유용성 등에 대한 '가치 인식'을 중요한 능력으로 다루고 있음을 알 수 있었다.

## 2. 수학 교과 역량별 세부 내용 분석

### 가. 문제 해결 능력

문제 해결 능력은 수학교육에서 가장 일찍부터 강조되어 온 역량이지만, 전반적인 빈도 분석 결과 교과 역량 중에서 가장 적게 나타났다. 또한 단원 내의 구성 체제별 분포를 분석한 결과 [표 7]과 같이 '생각수학', '얼마나 알고 있나요' 등에 편중되어 있었다. 3~4학년군 교과서에서 '생각수학', '얼마나 알고 있나요', '탐구수학'은 총 75차시로 전체 차시의 29.1%를 차지한다. 하지만 이 차시들에서 문제 해결 능력은 총 57회 언급되었고, 이는 전체 문제 해결 능력의 58.2%에 해

당하는 분량이었다.

3~4학년 교과서에서 '생각수학'은 문제 이해, 해결 계획의 수립, 계획의 실행, 반성, 유사 문제 해결의 흐름으로 활동을 구성한 차시이다. '얼마나 알고 있나요'는 해당 단원을 대표하는 5~6문제를 해결할 수 있도록 구성된 차시이다. '탐구수학'은 다양한 교과 역량을 함께 지도할 수 있도록 구성된 차시이다. 따라서 '생각수학', '얼마나 알고 있나요', '탐구수학'에서 문제 해결 능력이 강조되는 것은 당연하다. 반면에 본 차시의 경우에는 문제 해결 능력이 별반 다루어지고 있지 않다. 문제 해결은 제5차 교육과정부터 2015 개정 교육과정에 이르기까지 전 영역에 걸쳐 다룰 것을 교육과정에서 지속적으로 명시했다는 측면에서(교육부, 2015b), 본 차시에서 문제 해결 능력을 어떤 방식으로 보다 많이 다루어야 할 것인지 재고할 필요가 있다.

[표 7] 문제 해결 능력의 구성 체제별 분포

[Table 7] Distribution of problem solving ability across the sections in the textbooks

	본 차시	생각 수학	얼마나 알고 있나요	탐구 수학	계 (%)
총 차시	183 (70.9)	24 (9.3)	24 (9.3)	27 (10.5)	258 (100.0)
문제 해결	41 (41.8)	21 (21.4)	20 (20.4)	16 (16.3)	98 (100.0)

\* 백분율은 소수 둘째 자리에서 반올림함.

문제 해결 능력의 하위 요소인 '수학적 모델링'은 교과서에서 29회(29.6%) 제시되었다([표 6] 참조). 교과서에서는 주로 다양한 실생활 상황을 제공하여 이를 수학적으로 분석하고 해석할 수 있도록 안내하고 있다. 특히 측정 영역과 자료와 가능성 영역에서 수학적 모델링이 자주 제시되었다. [그림 3]과 [그림 4]는 수학적 모델링과 관련한 교과서 내용의 일부이다.

[그림 3]은 물건의 무게가 1kg에 가깝도록 어렵하는 문제이다. 물건의 무게를 실제로 느껴보고, 모은 물건의 무게가 1kg에 가깝도록 물건을 가감하는 활동을 통해 실생활 문제를 해결하는 경험을 할 수 있다. [그림 4]는 올림픽에 대해 궁금한 점을 직접 조사하고, 수집한 자료를 막대그래프로 만들어보는 문항이다. 올림픽이라는 사회 현상을 파악하고 이를 수학적으로 해석하는 과정에서 문제 해결 능력을 기를 수 있다. 이처럼

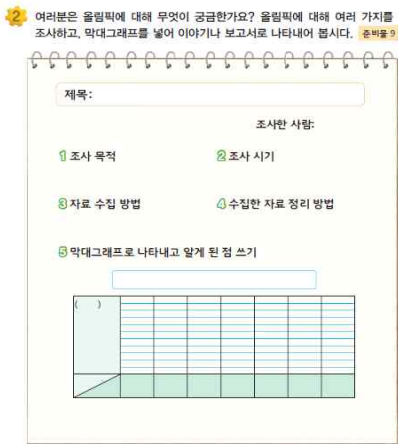
2015 개정 3~4학년 교과서에는 실생활 문제 상황을 수학적으로 나타내고 분석하여 결론을 도출하고 이를 상황에 맞게 해석하는 문항들이 반영되어 있다.

**5** 각자 약 1kg이 되도록 물건을 모아 무게를 재어 보세요.

모듬원	모은 물건	직접 잰 무게	1kg과의 차이
우리 모듬에서 1kg에 가장 가깝게 어림한 친구는 (                    )입니다.			

[그림 3] 측정 영역과 관련한 수학적 모델링의 예(교육부, 2018b, p.119)

[Fig. 3] Example of mathematical modeling related to measurement



[그림 4] 자료와 가능성 영역과 관련한 수학적 모델링의 예(교육부, 2018c, p.127)

[Fig. 4] Example of mathematical modeling related to data and probability

반면에 문제 해결 능력의 하위 요소인 ‘협력적 문제 해결’은 2015 개정 교육과정에서 신설되었지만, 교과서에서는 거의 나타나지 않았다. 3학년 1학기 5단원에서 단 한 차례 언급된 것이 전부였다. 또한 문제 해결 능력의 하위 요소인 ‘문제 만들기’의 경우에도 4학년 2학기 3단원에서 두 차례 언급되었을 뿐이다. 2015 개정

수학과 교육과정에서는 협력적 문제 해결과 문제 만들기 와 같은 최근의 경향을 반영하려는 노력이 있었지만 (교육부, 2015b), 교과서에서 실제로 반영된 부분은 적었다.

나. 추론 능력

추론 능력은 지도서에 두 가지 방식, 즉 하위 요소에 대한 전반적인 의미를 간단히 설명하거나, 추론 능력의 특정 기능을 강조하는 방식으로 기술되어있다. 여기서 주목할 점은 다른 교과 역량과는 다르게 추론 능력의 경우 하위 요소를 실제로 구현하기 위한 기능이 강조되어 서술되었다는 것이다. [표 8]은 3~4학년군 지도서에서 추론 능력의 하위 요소 및 그와 연관된 기능이 얼마나 기술되어있는지를 분석한 표이다.

[표 8] 추론 능력의 하위 요소별 ‘기능’의 빈도

[Table 8] Frequency of ‘skills’ associated with the sub-elements of the reasoning competence

하위 요소	기능	회
관찰과 추측	유추하기	18
	규칙 찾기	16
	일반화하기	8
	관찰하기	5
논리적 절차 수행	탐구하기	2
	형식화하기	12
	(해) 구하기	6
	계산하기	5
수학적 사실 분석	작도하기	3
	절차 따르기	3
	어림하기	32
	관계 짓기	18
	(조건, 정보) 파악하기	15
	비교하기	14
	분석하기	9
	이해하기	8
	정의하기	4
	구별하기	3
	측정하기	3
	(단위, 식) 변환하기	2
(수, 개수) 세기	1	
정당화	분해 및 합성하기	1
	정당화하기	5
추론 과정의 반성	규칙 정하기	1
	반성하기	7

추론 능력의 하위 요소 중에서 빈도가 높은 순서대로 분석 결과를 설명하면 다음과 같다. 첫째, ‘수학적 사실 분석’은 개념, 성질, 원리 등의 용어를 포함하여 서술된 경우가 많았다. ‘수학적 사실 분석’에서 가장 많이 언급된 기능은 어렵하기로 총 32회 제시되었다. 교과서에서 ‘~있을지 어렵해 보세요.’라는 문구가 차시 도입에서 자주 등장함을 확인할 수 있었다. 이러한 활동은 결과의 범위를 어렵해봄으로써 양감을 형성하려는 목적으로 풀이된다. 또한 다양한 전략으로 어렵게 하여 문제를 해결하는 유연한 사고를 기르기 위한 목적으로도 해석할 수 있다.

‘수학적 사실 분석’에서 18회 반영된 관계 짓기는 개념과 개념을 연결해주는 역할을 하였다. 예를 들어, 분수와 소수와의 관계, 제수와 피제수와의 관계, 1분과 60초 사이의 관계, cm와 mm의 관계 등을 추론하게 하였다. 또한 개념 사이의 관계를 이해한 다음 단위나 식을 변환하는 과정으로 나아가는 점에서 동 하위 요소 기능 중 하나인 변환하기와도 관련이 있었다.

둘째, ‘관찰과 추측’은 총 82회 나타났다. 주로 교구나 구체물을 조작하여 수학적 사실을 발견하고 추측하는 활동으로 제시되었다. 예를 들어, 바둑돌, 수모형, 모양 조각 등을 사용하여 수학적 사실을 관찰

및 탐구하였다. ‘관찰과 추측’은 교구나 구체물을 활용한다는 점에서 정보 처리 능력의 하위 요소인 ‘교구 활용’과 함께 표기된 경우가 많았다. 또한 실제 경험을 통해 지식을 생성한다는 점에서 창의·융합 능력의 하위 요소인 ‘수학 외적 연결 및 융합’과도 관련이 있었다.

‘관찰과 추측’에서 18회 반영된 유추하기는 이전에 배웠던 내용과 연결 지어 원리를 이해하는 기능으로 활용되었다. 예를 들어, 이전 차시에서 배웠던 소수 두 자리 수에 대한 내용을 바탕으로 소수 세 자리 수에 대한 이해를 하는 것이다. 혹은 전 학년에서 배웠던 자연수의 덧셈을 통해 소수의 덧셈을 이해하는 것이다. 이는 창의·융합 능력의 하위 요소인 ‘수학 내적 연결’과 공통점이 많다. 또한 규칙 찾기의 경우 총 16회 반영되었으며, 4학년 1학기 평면도형의 이동과 규칙 찾기 단원에서 자주 활용되었다.

셋째, ‘논리적 절차 수행’에서 계산하기, 절차 따르기, (해) 구하기 등의 기능들은 독립적으로 나타나는 것이 아니라 복합적으로 제시된다. 지도서에서도 각

기능에 초점을 맞추기보다는 전반적인 문제 해결 과정으로 설명을 하고 있다. 이는 ‘논리적 절차 수행’이 문제 해결 능력과도 관계가 있음을 암시한다.

넷째, ‘정당화’는 교과서에서 20회 반영되었다. 특히 도형 영역에서 정당화 과정이 많이 이루어졌음을 알 수 있었다. 다각형이 아닌 것을 찾고, 그 이유를 설명하는 활동 등이 대표적인 예이다. 또한 정당화는 수학적 근거를 바탕으로 현상을 설명을 해야 한다는 점에서 의사소통 능력과 밀접한 관련이 있다. 지도서에서도 정당화와 의사소통 능력을 함께 다루고 있다.

마지막으로 ‘추론 과정의 반성’은 교과서에서 7회 반영되었다. 3학년 2학기 2단원 10차시는 나머지가 있는 나눗셈의 계산이 맞는지 확인하는 방법을 학습하는 차시로 해당 하위 요소가 학습 목표로 설정된 경우였다. 또한 ‘추론 과정의 반성’은 문제 해결 능력의 하위 요소인 ‘계획 실행 및 반성’과 반성하기와 평가하기 등의 동일한 기능을 공유하였다.

#### 다. 창의·융합 능력

교과서에서 창의·융합 능력은 크게 3가지 특징으로 나타났다. 첫째, 다양한 방법이나 여러 가지 관점으로 문제를 해결하는 활동으로 여러 차례 제시되었다. 이는 창의적 사고와 관련한 부분으로 구체적으로는 창의·융합 능력의 하위 요소 중 유창성과 융통성이 해당되며 이에 대한 빈도가 많은 것과 관련된다.

[그림 5]는 창의·융합 능력의 하위 요소인 유창성을 필요로 하는 활동이다. 정사각형 모양의 색종이를 여러 가지 방법으로 4등분하는 활동으로 다양한 해결 방법이 존재한다. 이와 같이 교과서에서는 [그림 5]와 같이 다양한 해답이 존재하거나, 해답은 하나이지만 해결 방법이나 전략이 2개 이상인 활동을 통해 유창성을 드러내고자 하였다. [그림 6]은 창의·융합 능력의 하위 요소 중 융통성을 필요로 하는 활동이다. 올림픽 경기 종목별 금메달 수와 관련한 두 막대그래프를 보고 다양한 질문을 만드는 활동으로, 두 그래프를 통해 알 수 있는 내용을 다양한 관점에서 찾아야 한다는 점에서 융통성과 관련이 있다. 교과서에서는 융통성과 관련한 활동의 경우 학생들이마다 문제를 접근하는 방법이나 생각이 서로 다를 수 있으므로 다양한 가능성을 열어두어 지도하도록 안내하였다.

색종이를 여러 가지 방법으로 똑같이 냇으로 나누어 봅시다.



[그림 5] 유창성과 관련한 교과서 내용의 예(교육부, 2018a, p.119)

[Fig. 5] Example of the activities related to fluency

두 막대그래프에서 알 수 있는 내용으로 다양한 질문을 만들어 보고 친구들과 이야기해 봅시다.



[그림 6] 융통성과 관련한 교과서 내용의 예(교육부, 2018c, p.113)

[Fig. 6] Example of the activities related to flexibility

둘째, 생활 속에서 익숙하게 경험할 수 있는 문제 상황을 통해 창의·융합 능력을 기르고자 하였다. 이는 융합과 관련한 부분으로 창의·융합 능력의 하위 요소 중 ‘수학 외적 연결 및 융합’에 해당되는 것으로, 실제 창의·융합 능력의 하위 요소 중 가장 빈도가 높은 것과 관련되어 보인다([표 6] 참조).

‘수학 외적 연결 및 융합’은 문제 해결 능력의 하위 요소인 ‘수학적 모델링’, 태도 및 실천 능력의 하위 요소인 ‘가치 인식’과 연계하여 지도되는 경우가 많았다. 먼저 실생활 자료를 활용한다는 점에서 ‘수학적 모델링’과 연관성이 높았다. 그리고 실생활 문제를 수학적으로 해결함으로써 수학에 대한 유용성과 흥미를 느낄 수 있다는 점에서 태도 및 실천 능력의 ‘가치 인식’과도 연결되었다. 또한 앞서 언급했듯이 실제 경험을 통해 지식을 생성한다는 점에서 추론 능력의 하위 요소인 ‘관찰과 추측’과도 관련이 있었다.

셋째, 타 교과 역량에 비하여 창의·융합 능력은 지도 방법에 대한 안내가 부족하였다. 특히 창의·융합 능력의 하위 요소인 독창성, 유창성, 융통성이 개략적으로만 기술되어 있었다. 지도서에는 ‘~하는 과정에서 독창성, 유창성, 융통성 등의 창의·융합 능력을 기를 수 있다.’ 등의 방식으로 하위 요소를 간략하게 언급하는 내용이 총 22회에 걸쳐 반복하여 기술되고 있다. 이에 교과서나 지도서를 통해 교사가 학생들의 창의·융합 능력을 신장하기 위해 구체적인 지도 방법을 이해하는 데는 어려움이 있을 것으로 예상된다.

라. 의사소통 능력

의사소통 능력은 교과서에서 가장 많이 나타난 역량으로 하위 요소별로 살펴보면 ‘자신의 생각 표현’이 가장 많이 나타났으며, ‘타인의 생각 이해’가 다음으로 많이 나타났다([표 6] 참조). 이 두 하위 요소는 교과서에서 다음과 같은 3가지 상황으로 제시되었다.

첫째, 활동 과정에서 서로의 의견을 주고받는 상황이다. 주로 관찰이나 탐구 과정에서 알게 된 사실이나 떠오르는 생각을 서로 이야기하는 모습으로 제시된다. 혹은 다양한 방법이나 효과적인 전략을 공유하는 모습으로 제시되기도 한다. [그림 7]은 문제를 해결하기 위한 방법 및 전략을 토의·토론하는 상황이다. 학습자는 문제 해결을 위한 수학적 아이디어를 친구와 함께 공유하며 생각을 발전시킨다. 이와 같이 교과서에서는 활동 과정에서 필요한 아이디어나 해결 방법 등을 서로 이야기 나눌 것을 지속적으로 제안한다.

어떻게 구할지 이야기해 보세요.



[그림 7] 문제 해결 과정을 토의·토론하는 상황의 예(교육부, 2018a, p.70)

[Fig. 7] Example of contexts in which problem solving processes are discussed

둘째, 수학 활동의 결과를 발표하는 상황이다. 탐구 결과를 다른 사람에게 발표하기 위해서는 수학적 표현에 대한 정확한 이해와 이를 논리적으로 전달하는 능력이 필요하다. [그림 8]은 스스로 문제를 해결한 다음, 문제를 어떻게 해결했는지 친구들과 이야기하는 활동이다. 교과서에서는 문제 해결에 대한 결과를 대부분 말로 표현하도록 제시하였지만, 간혹 쓰기 활동으로 안내하기도 한다.

- 자신이 생각한 방법으로 문제를 해결해 보세요.



[그림 8] 활동 결과를 발표하는 상황의 예(교육부, 2018b, p.116)

[Fig. 8] Example of contexts in which the results of an activity are presented

셋째, 자신의 경험이나 느낀 점을 공유하기, 놀이 등의 다양한 상황에서 의사소통을 하는 경우이다. 자신의 경험과 연결 지어 이야기를 하는 활동이나, 수학 활동을 통해 느낀 점을 이야기하는 활동 등이 그 예이다. [그림 9]는 수학 일기를 짝과 바꾸어 읽어보는 활동이다. 이를 통해 다른 사람의 생각을 이해하고 평가할 수 있다. 또한 놀이는 짝과 함께 활동하는 것으로 제시된다. 상대방과 함께 놀이를 하는 과정에서 수학 용어를 자연스럽게 사용하게 되고, 서로의 이야기를 주의 깊게 들음으로써 의사소통 능력을 기를 수 있을 것으로 기대된다.

- 짝과 바꾸어 읽어 보며 서로의 느낀 점을 말해 보세요.



[그림 9] 기타 의사소통 상황(교육부, 2018c, p.31)

[Fig. 9] Other contexts related to the communication competence

의사소통 능력의 하위 요소인 ‘자신의 생각 표현’과 ‘타인의 생각 이해’는 태도 및 실천 능력의 ‘시민 의식’과 함께 언급되는 경우가 많았다. 수학적 의사소통 과정에서 타인을 배려하고 존중하며 협력하는 태도와 논리적 근거를 토대로 의견을 제시하고 합리적으로 의사결정하는 태도를 기를 수 있기 때문인 것으로 보인다. 또한 추론 능력의 하위 요소인 ‘정당화’는 수학적 사실이 참임을 보이기 위해 그 이유를 설명해야 한다는 점에서 의사소통 능력을 필요로 하였다.

의사소통 능력의 하위 요소인 ‘수학적 표현의 이해’는 교과서에서 26회(8.6%) 제시되었다. 또한 의사소통 능력의 하위 요소인 ‘수학적 표현의 개발 및 변환’은 교과서에서 27회(8.9%) 제시되었다. 이 두 요소는 자신의 생각을 수학적으로 표현하기 위해 기본적으로 갖추어야 할 역량이다. 하지만 이 두 요소는 전체 의사소통 능력에서 17.5%만을 차지하였다. 결국 수학적 표현을 이해하는 것보다는 수학적 표현을 나타낼 줄 아는 능력을 중점으로 교과서에서 제시하였다고 말할 수 있다.

마. 정보 처리 능력

타 역량의 경우 영역에 상관없이 고르게 분포되어 있는 것에 반해, 정보 처리 능력은 자료와 가능성 영역에서 집중적으로 다루어지고 있음을 알 수 있었다. 이에 정보 처리 능력은 자료와 가능성 영역과 그 외의 영역으로 분리하여 분석하였다.

자료와 가능성은 자료의 수집, 분류, 정리, 해석을 하여 정보 처리 능력을 기를 수 있는 영역이다. 3~4학년군 수학 교과서에서 자료와 가능성 영역은 총 26차시였으며, 정보 처리 능력의 하위 요소는 총 59회 반영되었다. [표 9]와 같이 하위 요소별로는 ‘자료 해석 및 활용’이 27회(45.8%)로 가장 많이 언급되었고, ‘자료와 정보 정리 및 분석’이 22회(37.3%), ‘자료와 정보 수집’이 10회(16.9%) 나타났다. ‘공학적 도구 및 교구 활용’은 한 차례도 언급되지 않았다. 반면에 자료와 가능성을 제외한 영역에서 정보 처리 능력의 하위 요소는 총 173회 반영되었다. ‘자료 해석 및 활용’과 ‘공학적 도구 및 교구 활용’이 59회(34.1%)로 가장 많이 나타났고, ‘자료와 정보 정리 및 분석’이 35회(20.2%), ‘자료와 정보 수집’이 20회(11.6%)로 나타났다.

[표 9] 정보 처리 능력의 영역별 분석  
 [Table 9] Analysis of the information processing competence by content strands

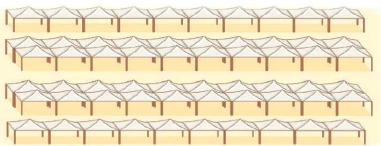
영역 \ 하위 요소	정1	정2	정3	정4	계
자료와 가능성	10 (16.9)	22 (37.3)	27 (45.8)	0 (0)	59 (100.0)
그 외 영역	20 (11.6)	35 (20.2)	59 (34.1)	59 (34.1)	173 (100.0)

\* 백분율은 소수 둘째 자리에서 반올림함.  
 \*\* ( )는 해당 영역 전체에 대한 하위 요소의 비율을 의미함.

‘자료 해석 및 활용’은 자료와 가능성 영역에서 막대 그래프, 꺾은선그래프 등을 통해 알 수 있는 내용을 해석하고 예측하는 활동으로 구현되었다. 하지만 그 외 영역에서 ‘정보 해석 및 활용’은 단순한 문제 상황을 파악하고 해결하는 수준에서 빈번히 다루어졌다. 예를 들어, [그림 10]은 곱셈식을 이용하여 문제를 해결하는 활동의 교과서 내용과 이를 통해 정보 처리 능력을 기를 수 있다고 설명하고 있는 지도서 내용이다. 본 문제는 60×10=600(명)의 간단한 곱셈식으로 해결할 수 있다. 다만 단순한 문제 해결 활동을 통해 정보 해석 및 활용 능력을 기를 수 있다고 연결하기에는 무리가 따를 것으로 보인다. 물론 주어진 문제를 해결하기 위해 주어진 정보를 이해하고 처리하는 과정은 반드시 필요하다. 하지만 이러한 과정을 모두 정보 해석 및 활용 능력과 연관짓는 것은 재고의 여지가 있다.

수업이네 학교에서 알뜰 장터를 열었습니다. 물품에 대해 봅시다.

- 알뜰 장터에는 판매 구역이 60개 있고, 각 구역마다 학생 10명이 물건을 팔 수 있습니다. 물건을 팔 수 있는 학생은 모두 몇 명인가?



알뜰 장터에서 물건을 팔 수 있는 학생 수와 준비해야 할 모자의 수 구하기 **문제 해결** **정보 처리**

- 주어진 정보를 해석하고 곱셈식을 세우면서 정보 처리 능력을 기를 수 있다.

[그림 10] 정보 처리 능력에 대한 교과서 활동(위)과 이를 설명한 지도서의 내용(아래) (교육부, 2018b, p.24; 교육부, 2018f, p.144)  
 [Fig. 10] Example of the activities about the information processing competence (above) & their related explanations of the guidebook (below)

‘공학적 도구 및 교구 활용’은 정보 처리 능력의 하위 요소 중 두 번째로 많이 제시되었다. 교과서에서는 자, 컴퍼스, 각도기, 수모형, 수직선, 모눈종이, 주사위 등을 조작하는 능력을 교구 활용 능력으로 해석한 것으로 보인다. 반면에 공학적 도구 활용 능력은 3~4학년군 교과서에서 한 차례만 언급되었을 뿐이었다. 공학적 도구의 활용이 미미하다는 점은 이전 교과서에서부터 제기되어왔던 문제로, 방정숙 외(2016a)는 교사들의 공학적 도구에 대한 이해도가 부족하다는 점과 공학적 도구에 대한 구체적인 활용 방안이 부재하다는 점을 들어 그 이유를 설명하였다. 이에 공학적 도구의 활용을 선언적으로만 강조할 것이 아니라, 학교 현장에서 공학적 도구를 효과적으로 사용할 수 있는 환경을 조성하여 추후 교과서에 점차 확대해나가야 할 것으로 보인다.

‘자료와 정보 정리 및 분석’과 ‘자료와 정보 수집’은 전체 영역에서 각각 30회, 57회 언급되었는데([표 6] 참조), 이 두 하위 요소가 함께 언급된 횟수가 총 22회로 높은 관련성을 드러냈다. 하지만 이 두 하위 요소는 다른 역량들에 비해 구체적인 지도 방법에 대한 안내가 부족하였다. 지도서에서는 ‘~하는 과정에서 주어진 정보를 수집, 분석, 활용하는 능력을 기를 수 있다.’라는 형식의 설명이 여러 차례 등장한다. 이에 교과서나 지도서를 통해 교사가 학생들의 해당 능력을 신장하게 하는 구체적인 지도 방법을 이해하기는 어려울 것으로 예상된다. 다만 예외적으로 도형 단원에서는 관련 능력을 기를 수 있다는 내용이 자주 등장한다. 그 이유는 도형을 기준에 알맞게 분류하는 활동이 ‘자료와 정보 정리 및 분석’ 능력을 필요로 하기 때문으로 분석된다.

바. 태도 및 실천 능력

3~4학년군 교과서에서 태도 및 실천 능력은 다음과 같은 4가지 특징으로 분석되었다. 첫째, 실생활과의 연계를 통해 수학에 대한 필요성과 흥미를 강조한다. 실생활과 관련한 소재는 앞서 문제 해결의 ‘수학적 모델링’과 창의·융합의 ‘수학 외적 연결 및 융합’에서도 확인을 했듯이 교과서에서 자주 구현되는 내용이다. 교과서에서는 다양한 실생활 맥락에서 수학이 활용될 수 있다는 사실을 경험하고, 이를 통해 수학의 유용성과 필요성을 인식하도록 안내하고 있다. 더 나아가 생

활 주변에서 익숙하게 경험할 수 있는 자료를 통해 수학에 대한 관심과 흥미가 유발되기를 기대하고 있다.

둘째, 수학 용어, 기호 등을 사용하여 간단명료하게 표현함으로써 수학에 대한 유용성과 편리성을 강조한다. 교과서에서는 수학적 사실을 그림, 표, 모델, 수학 용어, 기호 등을 사용하여 간단하게 표현함으로써 수학의 편리함과 유용성을 느낄 수 있도록 안내하고 있다. 이는 창의·융합의 정교성과도 관련이 있다. 하지만 교과서에서는 정교성을 창의·융합의 하위 요소로 풀어 내기보다는 수학에 대한 가치를 설명하는 근거로서 활용하고 있다. 또한 수식의 패턴, 도형의 배열 등을 관찰함으로써 수학의 심미적 가치를 느낄 수 있도록 지도하고 있다.

셋째, 의사소통 과정이나 협력적 문제 해결을 통해 배려와 존중에 대한 가치를 강조한다. 지도서에서는 협력적 활동 또는 놀이 과정을 통해 타인을 배려하고 존중하며 협력하는 태도를 기를 수 있다고 설명한다. 또한 교과서에서 의사소통 능력이 가장 많이 제시된 만큼 상대방을 배려하고 존중하는 의식 또한 함께 강조되고 있다. 이는 태도 및 실천의 하위 요소인 ‘시민 의식’과 의사소통 능력의 하위 요소인 ‘타인의 생각 이해’가 밀접한 관련이 있음을 나타낸다. 지도서에서는 친구들의 의견을 경청하며 서로의 아이디어를 존중하고 수용하고 배려하는 수학적 태도를 기르도록 지도하고 있다.

넷째, 논리적 근거를 토대로 의견을 제시하고 합리적으로 의사 결정하는 태도를 강조한다. 교과서에서는 문제를 해결한 방법이나 새롭게 알게 된 사실을 수학적으로 표현하는 활동이 많이 제시되었다. 하위 요소 중에서도 ‘자신의 생각 표현’이 가장 많이 반영되었다는 점이 이를 뒷받침한다. 따라서 지도서에서는 논리적 근거를 바탕으로 의견을 제시해야 하는 ‘시민 의식’도 함께 강조된다. 또한 다양한 의견을 조율하고 이를 통해 합리적으로 의사 결정을 해야 하는 태도 역시 강조된다.

## V. 결론 및 논의

본 연구는 2015 개정 교육과정에서 강조되고 있는 교과 역량이 실제 3~4학년군 수학 교과서에서 어떻게

제시되어 있는지 전체적인 경향 및 구체적인 사례를 분석하였다. 이러한 분석 결과를 바탕으로 결론 및 논의를 제시하면 다음과 같다.

첫째, 교과서 내 교과 역량의 반영 정도는 의사소통, 추론, 창의·융합, 정보 처리, 태도 및 실천, 문제 해결 능력 순으로 나타났다. 교과 역량의 비율을 살펴보면 의사소통 능력이 24.8%, 추론 능력이 23.2%, 창의·융합 능력이 16.6%, 정보 처리 능력이 15.6%, 태도 및 실천 능력이 11.3%, 문제 해결 능력이 8.5% 순이었다. 따라서 3~4학년군 교과서의 경우, 의사소통과 추론 능력을 비중 있게 다루는 한편, 문제 해결 능력을 상대적으로 강조하지 않는다는 것을 알 수 있다. 이러한 교과 역량의 비율은 학기 및 영역별로도 유사하게 나타났다. 이를 통해 교과 역량이 특정 학기나 일부 영역에서만 집중적으로 다루는 것이 아니라, 교과 내에서 비슷한 비율로 다루어진다는 것을 알 수 있다. 다만 예외적으로 정보 처리 능력은 역량의 특성상 자료와 가능성 영역에서 높은 비율로 나타났다.

수학 교과에서 6가지 역량을 강조한다고 해서, 모든 역량의 비율이 균등한 빈도로 반영될 필요는 없을 것이다. 그럼에도 불구하고 본 연구 결과 의사소통 능력과 추론 능력이 가장 비중 있게 다루어지고 있음에 유의할 필요가 있다. 이 두 가지 역량은 5~6학년군 수학 교과서에서도 가장 비중 있는 교과 역량이었다(김정원 외, 2020). 초등학교 수학 교과서에서 교과 역량 중 약 50% 정도의 내용이 의사소통과 추론 역량과 관련된다면, 각 학년군에 적합한 역량에 대한 논의가 필요해 보인다. 예를 들어, 3~4학년군에서 (마찬가지로 5~6학년군에서) 특별히 강조해야 할 의사소통 능력이나 하위 요소 또는 기능은 어떤 것인지 등에 대한 연구나 논의가 있어야 교과서의 활동을 통해 학생들이 해당 능력을 학년군에 따라 보다 체계적으로 신장하는데 도움을 얻을 수 있을 것으로 예상된다.

둘째, 각 교과 역량별로 두드러지게 나타나는 하위 요소들이 존재하였다. 문제 해결 능력에서는 ‘문제 해결 과정’이 67.3%를 차지하였다. 이를 통해 폴리아의 문제 해결 단계가 교과서 내 일반적인 흐름이라는 것을 확인하였다. ‘수학적 모델링’이 29.6% 반영된 점도 눈에 띄었다. 추론 능력에서는 ‘수학적 사실 분석’이 44.8%로 나타났다. 창의·융합 능력에서는 ‘수학 외적 연결 및 융합’이 39.2%를 차지하였다. 이는 앞선 ‘수학



적 모델링'과 마찬가지로 교과서 내 실생활과 연계된 내용이 많이 제시되었음을 나타내는 수치이다. 의사소통 능력에서는 '자신의 생각 표현'이 57.8%를 차지하였다. 교과서에서 학습 과정과 결과를 상대방에게 표현하는 활동이 매우 많다는 것을 나타낸다. 정보 처리 능력에서는 '정보 해석 및 활용'이 37.1%를 차지하였다. 하지만 자료와 가능성 영역을 제외한 영역에서의 해당 하위 요소는 단순한 문제를 해결하는 상황에서 확대 해석되어 표기된 경우도 있었다. 이런 측면에서 '정보 해석 및 활용'이 구체적으로 무엇을 의미하는지에 대한 설명이 필요해 보인다. 태도 및 실천에서는 '가치 인식'이 55.0%를 차지하였다. 이를 통해 교과서에서 수학에 대한 관심과 흥미를 중요시하고, 수학의 실용적 가치에 대하여 강조한다는 사실을 알 수 있었다.

한편, 교과 역량의 하위 요소들 사이에서 관련성이 높게 나타나는 능력들이 있었다. 예를 들어, 실생활과 관련한 소재를 다룬 내용에서는 문제 해결의 '수학적 모델링', 창의·융합의 '수학 외적 연결 및 융합', 태도 및 실천의 '가치 인식' 등이 필요한 능력으로 빈번히 다루어졌다. 또한 교구 및 구체물을 이용하여 문제를 해결하는 내용에서는 추론의 '관찰과 추측', 정보 처리의 '교구 활용' 등을 필요한 능력으로 제시하였다. 또 의견을 발표하는 활동에서는 의사소통의 '자신의 생각 표현'과 태도 및 실천의 '시민 의식' 등이 함께 언급되었다. 이와 같은 결과가 수학 교과 역량의 하위 요소별로 그 의미 자체가 서로 연결되어 있기 때문인지, 아니면 교과서에서 해당 역량을 나타내는 과정에서 주어진 맥락에 따라 자연스럽게 연결되어 있기 때문에 발생한 현상인지에 대한 논의가 필요해 보인다. 사실 수학 교과서에 제시된 활동마다 대부분 두 개 이상의 교과 역량이 관련된 것으로 제시되었기 때문에, 그만큼 하위 요소도 연결되어 나타난 것으로 보인다. 이러한 특징은 역량을 구현하기 위한 기능들이 여러 교과 역량에 중복되어 나타난다는 사실에서도 찾아볼 수 있다. 예를 들어, '설명하기'는 문제 해결의 '협력적 문제 해결', 추론의 '정당화', 의사소통의 '자신의 생각 표현', 정보 처리의 '정보 해석 및 활용', 태도 및 실천의 '시민 의식' 등의 전 교과 역량에서 제시되는 기능이었다. 이는 교과서에서 교과 역량이 개별적으로 구현되는 것이 아니라 통합적으로 나타난다는 점을 시사한다.

셋째, 교과서에 구현 정도가 미미한 하위 요소들이

있었다. 예를 들어, 문제 해결의 '협력적 문제 해결'은 1회, '문제 만들기'는 2회만 언급되었다. 교육과정 상에 두 하위 요소는 문제 해결 능력의 중요한 교수·학습 방법으로 명시되어 있으나, 3~4학년 교과서에서는 거의 반영되지 않았음을 알 수 있었다. '협력적 문제 해결'의 경우 2015 개정 수학과 교육과정에서 새롭게 강조된 하위 요소라는 점에서, 그리고 '협력'이나 '문제 만들기'의 경우 일회적으로 그 능력이 신장되는 것을 기대할 수 없기 때문에 이토록 낮은 빈도는 재고의 여지가 있다. 또한 정보 처리의 '공학적 도구 활용' 역시 1회만 언급되었다. 교육과정 상에 계산기, 컴퓨터, 교육용 소프트웨어 등을 활용하도록 권장하고 있으나, 실제 3~4학년 교과서에서는 거의 반영이 되지 않았다는 점을 알 수 있다. 이에 이러한 하위 요소들에 대해 추후 교과서에서 보다 적극적으로 반영할 필요가 있는지, 그리고 그렇다면 어떤 방식으로 도입할 수 있는지에 대한 구체적인 방안이 필요해 보인다.

마지막으로 수학 교과 역량별 세부 내용 분석 결과 해당 역량에 대한 지도 방안의 구체성 측면에서 차이가 있었다. 예를 들어, 창의·융합 능력의 하위 요소인 독창성, 유창성, 융통성은 구체적인 설명 없이 일괄적으로 제시되는 경우가 많았다. 비슷한 맥락에서 정보 처리 능력의 경우는 주사위를 사용하기 때문에 정보 처리 능력을 기를 수 있다거나, 단순한 문제를 해결하는 활동을 통해 정보 처리 능력을 기를 수 있다는 형식으로 제시되어 있어서 다른 역량에 비해 비교적 간단히 설명되어 있었다. 이러한 간략한 설명만으로는 교사가 해당 활동을 통해서 학생들의 창의·융합 능력이나 정보 처리 능력을 신장하게 하기 위한 지도 방안을 이해하기 어려울 것이다. 이에 교과서에서 의도한 수학 교과 역량을 수업에서 구현하기 위해서는 해당 활동을 해 보는 과정에서 어떤 역량의 어떤 하위 요소를 어떻게 신장할 수 있는지에 대해 보다 구체적인 안내가 필요하다. 현재 교과서가 역량 기반 교육과정을 반영한 교과서이기 때문에 수업 전반에 걸쳐서 교과 역량을 강조할 것을 지향하고 있지만(교육부, 2018e), 구체적인 안내가 없는 상황에서 교사가 해당 역량을 제대로 구현하는 방향으로 해당 활동을 지도할 가능성은 낮아 보인다. 후속 교육과정에 대한 논의에서 역량이 일관되게 강조되는 경향이 있다면, 어떤 역량이 강조되어야 할 것인지에 대한 논의뿐만 아니라(권점례,

2020; 이화영, 2020) 그런 역량을 교과서를 통해 어떻게 강조하여 그 구체적인 의도나 지도방안을 드러낼 것인지에 대한 연구가 필요하다.

본 논문은 초등학교 3~4학년의 수학 교과서에서 의도된 교과 역량을 전반적으로 분석하는 데 초점을 두었다. 각 교과 역량별로 단순한 빈도 분석에 그치지 않고 역량별로 구체적인 예시를 바탕으로 교과서에서 어떻게 의도되어 있는지, 그 특징은 무엇인지, 또는 특정한 기능은 어느 정도로 분포되어 있는지 등을 세부적으로 분석하였다. 교과서에서 의도되지 않은 교과 역량이 수업에서 자연스럽게 구현될 가능성은 높지 않다. 이에 본 연구 결과가 교과서의 활동을 통해 수학 교과 역량을 구체화하는 과정에서 타당하고 적절하게 제시되어 있는지 논의를 불러일으키는 데 작은 도움이 되기를 기대한다. 또한 의도된 내용이 실제 수업에서 어떤 방식으로 구현되는지 그 구체적인 구현 양상을 분석하는 후속 연구가 진행되기를 기대한다.

## 참 고 문 헌

- 곽기우, 류현아(2020). 초등학교 수학 교과서의 '탐구 수학'에 대한 교사들의 인식 및 지도 실태 분석. 한국초등수학교육학회지, 24(4), 371-394.
- Kwak, G. W., & Ryu, H. A. (2020). An analysis of teachers' perceptions and teaching practices on the 'Inquiry Mathematics' of mathematics textbook in the elementary school. *Journal of Elementary Mathematics Education in Korea*, 24(4), 371-394.
- 교육부(2015a). 초·중등학교 교육과정 총론. 교육부 고시 제 2015-80호 [별책 1].
- Ministry of Education (2015a). *Introduction to elementary and secondary school curriculum*. Ministry of Education Notice 2015-80 [supplement 1].
- 교육부(2015b). 수학과 교육과정. 교육부 고시 제 2015-74호 [별책 8].
- Ministry of Education (2015b). *Mathematics curriculum*. Ministry of Education Notice 2015-74 [supplement 8].
- 교육부(2018a). 수학 3-1. 서울: 천재교육.
- Ministry of Education (2018a). *Korean national elementary mathematics 3-1*. Seoul: Chunjae Education.
- 교육부(2018b). 수학 3-2. 서울: 천재교육.
- Ministry of Education (2018b). *Korean national elementary mathematics 3-2*. Seoul: Chunjae Education.
- 교육부(2018c). 수학 4-1. 서울: 천재교육.
- Ministry of Education (2018c). *Korean national elementary mathematics 4-1*. Seoul: Chunjae Education.
- 교육부(2018d). 수학 4-2. 서울: 천재교육.
- Ministry of Education (2018d). *Korean national elementary mathematics 4-2*. Seoul: Chunjae Education.
- 교육부(2018e). 수학 3-1 교사용 지도서. 서울: 천재교육.
- Ministry of Education (2018e). *Korean national elementary mathematics 3-1 teachers' guide*. Seoul: Chunjae Education.
- 교육부(2018f). 수학 3-2 교사용 지도서. 서울: 천재교육.
- Ministry of Education (2018f). *Korean national elementary mathematics 3-2 teachers' guide*. Seoul: Chunjae Education.
- 교육부(2018g). 수학 4-1 교사용 지도서. 서울: 천재교육.
- Ministry of Education (2018g). *Korean national elementary mathematics 4-1 teachers' guide*. Seoul: Chunjae Education.
- 교육부(2018h). 수학 4-2 교사용 지도서. 서울: 천재교육.
- Ministry of Education (2018h). *Korean national elementary mathematics 4-2 teachers' guide*. Seoul: Chunjae Education.
- 권점례(2020). 수학과 교육과정의 역량 반영 양상에 대한 국제 비교: 프랑스, 호주, 캐나다 브리티시 콜롬비아 주를 중심으로. 수학교육논문집, 34(2), 135-160.
- Kwon, J. R. (2020). International comparison of ways in which competencies is reflected in mathematics curriculum: focused on France, Australia and British Columbia in Canada. *Communications of Mathematical Education*, 34(2), 135-160.
- 김동희, 김민경(2016). 초등학생의 창의·융합적 사고 및 문제 해결력에 관한 연구. 학교수학, 18(3), 541-569.
- Kim, D. H., & Kim, M. K. (2016). A study on creativity-integrated thinking and problem solving of elementary school students in ill-structured mathematics problems. *School Mathematics*, 18(3), 541-569.
- 김정원, 방정숙, 황지남(2020). 초등학교 5-6학년군 수학 교과서에 제시된 교과 역량 분석. 수학교육, 59(2), 147-166.

- Kim, J. W., Pang, J. S., & Hwang, J. N. (2020). An analysis of mathematics competencies in elementary mathematics textbooks for fifth and sixth grade. *The Mathematical Education*, 59(2), 147-166.
- 나귀수, 박미미, 김동원, 김연, 이수진(2018). 미래 시대의 수학교육 방향에 대한 연구. *수학교육학연구*, 28(4), 437-478.
- Na, G. S., Park, M. M., Kim, D. W., Kim, Y., & Lee, S. J. (2018). Exploring the direction of mathematics education in the future age. *Journal of Educational Research in Mathematics*, 28(4), 437-478.
- 박경미 외(2015). 2015 개정 수학과 교육과정 시안 개발 연구Ⅱ. 연구보고 BD15120005, 한국과학창의재단.
- Park, K. M. et al. (2015). *A study on the development of the draft proposal for 2015 revised mathematics curriculumⅡ*. Research Report BD15120005, Korea Foundation for the Advancement of Science & Creativity.
- 박진형, 탁병주(2020). 2015 개정 수학과 교육과정 현장 실태 분석: 초등학교. *수학교육학논총*, 56, 21-22.
- Park, J. H., & Tak, B. J. (2020). 2015 revised mathematics curriculum field research: Elementary school. *Proceedings of Conference on Mathematics Education*, 56, 21-22.
- 방정숙, 유은서, 김유경(2016a). 통계내용에 관한 초등학교 수학과 교과용 도서 분석: 정보 처리 능력을 중심으로. *한국초등수학교육학회지*, 20(3), 499-519.
- Pang, J. S., Yoo, E. S., & Kim, Y. K. (2016a). An analysis of statistics strand in elementary mathematics instructional resources: Focused on the information-processing capacity. *Journal of Elementary Mathematics Education in Korea*, 20(3), 499-519.
- 방정숙, 이지영, 서은미(2016b). 문제 해결에 관한 초등학교 수학과 교육과정 및 교과용도서 분석. *수학교육학연구*, 26(3), 583-605.
- Pang, J. S., Lee, J. Y., & Seo, E. M. (2016b). An analysis of elementary mathematics curricula and instructional materials related to problem solving. *Journal of Educational Research in Mathematics*, 20(3), 583-605.
- 상경아, 광영순, 박지현, 박상욱(2016). *수학·과학 성취도 추이 변화 국제 비교 연구: TIMSS 2015 결과 분석*. 연구 보고 RRE 2016-15-1. 한국교육과정평가원.
- Sang, K. A., Kwak, Y. S., Park, J. H., & Park, S. W. (2016). *The trends in international mathematics and science study(TIMSS): Findings from TIMSS 2015 for Korea*. Research Report RRE 2016-15-1, Korea Institute for Curriculum and Evaluation.
- 안병곤(2011). 초등수학의 수학적 의사소통에 관한 분석. *한국초등수학교육학회지*, 15(1), 161-178.
- Ahn, B. G. (2011). An analysis of mathematical communication in elementary mathematics. *Journal of Elementary Mathematics Education in Korea*, 15(1), 161-178.
- 윤상준, 이아란, 권오남(2019). 핵심 역량과 수학 교과 역량의 관련성 및 교과서에 제시된 역량 과제 분석: 2015 개정 교육과정 고등학교 '수학'을 중심으로. *수학교육*, 58(1), 55-77.
- Yoon, S. J., Lee, A. R., & Kwon, O. N. (2019). Analysis on the relationship between core competencies and mathematical competencies and the tasks for mathematical competencies: A case of high school 'Mathematics' textbooks according to 2015 revised mathematics curriculum. *The Mathematical Education*, 58(1), 55-77.
- 이승미 외(2019). 2015 개정 교과 교육과정의 역량 및 기능 체계화 연구. 연구보고 CRC 2019-5, 한국교육과정평가원.
- Lee, S. M. et al. (2019). *Systemization of key competencies and skills in 2015 revised national subject curriculum*. Research Report CRC 2019-5, Korea Institute for Curriculum and Evaluation.
- 이현수(2020). 수학 교과 역량 과제 비교 분석: 2015 개정 중학교 2학년 수학 교과서 중심으로. *한국콘텐츠학회 논문지*, 20(6), 531-544.
- Lee, H. S. (2020). Analysis on the tasks for mathematical competencies: Focused on 8th grade mathematics textbooks according to 2015 revised curriculum. *The Journal of the Korea Contents Association*, 20(6), 531-544.
- 이화영(2020). 2015 개정 초등학교 수학과 교육과정 역량, 기능, 성취기준 연계성 분석을 통한 교육과정 개선 방안 탐색. *수학교육*, 59(4), 357-371.
- Lee, H. Y. (2020). Exploring improvement of curriculum on analysis of the connectivity between competencies, skills and achievement standards in 2015 revised mathematics curriculum for elementary school. *The Mathematical Education*, 59(4), 357-371.

- 최인영, 방정숙(2018). 초등학교 수업에서 수학 교과 역량으로서의 문제 해결 능력을 함양하기 위한 지도 방안 탐색. *초등수학교육*, 21(3), 351-374.
- Choi, I. Y., & Pang, J. S. (2018). Research on the instructional strategies to foster problem solving ability as mathematical subject competency in elementary classrooms. *Education of Primary School Mathematics*, 21(3), 351-374.
- 한혜숙(2010). 현행 중학교 수학 교과서와 MathThematics 교과서의 비교 분석: 수학적 의사소통 측면을 중심으로. *수학교육*, 49(4), 523-554.
- Han, H. S. (2010). A comparative analysis of the MathThematics textbooks with Korean middle school mathematics textbooks: Focused on mathematical communication. *The Mathematical Education*, 49(4), 523-554.
- 황현미(2013). 초등학교 교사들의 수학교과서 사용 실태 분석 및 수준 모델 개발. 한국교원대학교 박사학위논문.
- Hwang, H. M. (2013). *An analysis and level development of mathematics textbooks use by elementary teachers*. Doctoral thesis of Korea National University of Education.
- 황혜정(2018). 2015 개정 수학 교과서에 반영된 창의·융합 능력 요소 탐색: 중학교 1학년 그래프 단원을 중심으로. *수학교육논문집*, 32(4), 477-493.
- Hwang, H. J. (2018). A study on the creativity and convergence competency represented in the new seventh grade mathematics textbook. *Communications of Mathematical Education*, 32(4), 477-493.
- Bliss, K., & Libertini, J. (2016). What is mathematical modeling? In S. Garfunkel & M. Montgomery (Eds.), *Guidelines for assessment and instruction in mathematical modeling education* (pp.7-21). PA: COMAP.
- Care, E., & Griffin, P. (2014). An approach to assessment of collaborate problem solving. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 9(3), 367-388.
- Conner, A., Singletary, L., Smith, R., Wagner, P., & Francisco, R. (2014). Identifying kinds of reasoning in collective argumentation. *Mathematical Thinking and Learning*, 16(3), 181-200.
- English, L., & Gainsburg, J. (2015). Problem solving in a 21st-century mathematics curriculum. In L. English & D. Kirshner (Eds.), *Handbook of international research in mathematics education* (pp.313-315). New York: Routledge.
- OECD (2019a). *PISA 2018 Assessment and analytical framework*. OECD Publishing.
- OECD (2019b). *OECD future of education and skills 2030: Conceptual learning framework-Concept note: OECD Learning Compass 2030*. [http://www.oecd.org/education/2030-project/teaching-and-learning/learning/learning-compass-2030/OECD\\_Learning\\_Compass\\_2030\\_concept\\_note.pdf](http://www.oecd.org/education/2030-project/teaching-and-learning/learning/learning-compass-2030/OECD_Learning_Compass_2030_concept_note.pdf) (2020.12.29)
- Polya, G. (1957). *How to solve it*. New York: Doubleday & Company.
- Reys, R., Lindquist, M., Lambdin, D., & Smith, N. (2014). *Helping children learn mathematics (11th ed.)*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- Voogt, J., & Roblin, N. P. (2012). A comparative analysis of international frameworks for 21st century competences: Implications for national curriculum policies. *Journal of curriculum studies*, 44(3), 299-321.

## **An Analysis of Mathematical Competencies Intended in Elementary Mathematics Textbooks for Third and Fourth Grade**

**Pang, JeongSuk**

Korea National University of Education  
Cheongju, Chungbuk 28173, Korea  
E-mail : jeongsuk@knue.ac.kr

**Hwang, JiNam<sup>†</sup>**

Graduate School at Korea National University of Education  
Cheongju, Chungbuk 28173, Korea  
E-mail : whiyoung10@naver.com

Despite the necessity and significance of mathematical competencies in the 2015 revised mathematics curriculum, there has been lack of studies analyzing textbooks in which such competencies are intended in detail through various tasks. Given this background, this paper analyzed how mathematical competencies and their sub-elements have been represented in the mathematics textbooks for third and fourth grade. The findings of this study showed that ‘communication’ was the most prevalent mathematical competence, followed by ‘reasoning’, ‘creativity and integration’, ‘information processing’, ‘attitude and practice’, and ‘problem solving’ in order. This study also explored the characteristics of mathematical competencies in the textbooks by analyzing which sub-elements per competence were popular. With illustrative examples, this paper is expected to provide for textbook developers with implications on how to represent mathematical competencies throughout the textbooks.

---

\* Key Words : mathematical competencies, analyzing textbooks, problem solving, reasoning, creativity and integration, communication, information processing, attitude and practice

† Corresponding Author