

예비교사들의 수학교수지식(MKT) 측정 및 분석 연구1)

전 미 현* · 김 구 연**

이 연구에서는 중등 예비교사들의 교수를 위한 수학적 지식(Mathematical Knowledge for Teaching, 이하 MKT) 수준을 검증할 수 있는 문항 개발을 확장하여서 이를 적용한 측정을 통해 중등 예비수학교사들의 MKT 수준이 어떠한지 알아보고자 한다. 이를 위해 중학교 수준의 수학 영역에 대한 검사 문항을 개발하여 예비교사 54명을 상대로 검사를 실시하여 자료를 수집하여 분석하였다. 자료 분석 결과 예비교사들이 얻은 점수를 백점 만점으로 환산 시 검사지 총점의 평균은 30.2점으로 나타났는데, 예비교사들은 대체로 문항에서 나타내는 학습 내용에 관한 지식을 정확히 이해하지 못하는 것으로 나타났으며 중등학생들이 어려워하는 부분과 이에 대한 정확한 설명 방법을 구체적으로 도입하지 못하는 것으로 나타났다. 교수 방법을 제시하고 설명하는 과정에서도 내용의 본질을 충분히 담지 못하며 학습자에 대해서도 일반적으로 관찰할 수 있는 특성을 기술하는 것으로 나타났다.

1. 서론

현대 사회에서 요구하는 교사의 역할은 다양하다. 교사가 수행해야 하는 역할 외에 ‘수학교사’로서 가져야 하는 특별한 역할이 있다면 단연 수학 수업에 대한 전문성을 꼽을 수 있다. 교사의 전문성은 교사가 교수·학습에 대한 확실한 지식으로 설명된다(Cooney, Wittman, Schrage, Dossey & Brawn, 1996). 특히, 교사의 전문성을 통해 구현되는 수업에서는 학교 교실에서 이루어지는 교수·학습 활동을 위한 과제를 제시하여 학생들의 학습을 돕는 과정이 포함된다. 교사는 수학 과제를 선별하여 제공하며 학생들과 함께 수업시간에 실행하며 이 때 교사의 경험이나 지식, 수업의 목표, 교육과정에 대한 이해, 교과

및 학생들에 대한 이해 등이 중요하게 작용한다(Copur-Gencturk, 2015; Stein, Grover & Henningsen, 1996; Stein & Smith, 2010). 학생들은 실제로 교사가 제공하는 경험을 통해 수학을 배우게 되며 학생들이 새로운 문제를 해결하거나 실생활과 연관된 사고를 할 수 있기 위해서는 이해를 바탕으로 한 수학 학습이 필수적이다(National Council of Teachers of Mathematics ([NCTM], 2000). 이러한 맥락에서 교사가 어떤 과제를 선별하여 제시하며 교과를 어떻게 이해하고 있는가에 따라 학생들의 학업 성취가 다르게 나타날 수 있다. 교사의 수학 내용과 교육학적 지식, 교사의 인식과 학생들의 성취와의 관계를 알아본 연구에서 교사의 지식은 학생들의 성취에 영향을 미치며(Hill, Rowan & Ball, 2005), 교사의 전문적인 배경이나 경험 등도 학생들의

* 서강대학교 교육대학원 졸업, junmi7638@naver.com (제1 저자)

** 서강대학교, gokim@sogang.ac.kr (교신저자)

1) 이 연구는 2012년도 서강대학교 교내연구비 지원에 의한 연구임(201210067).

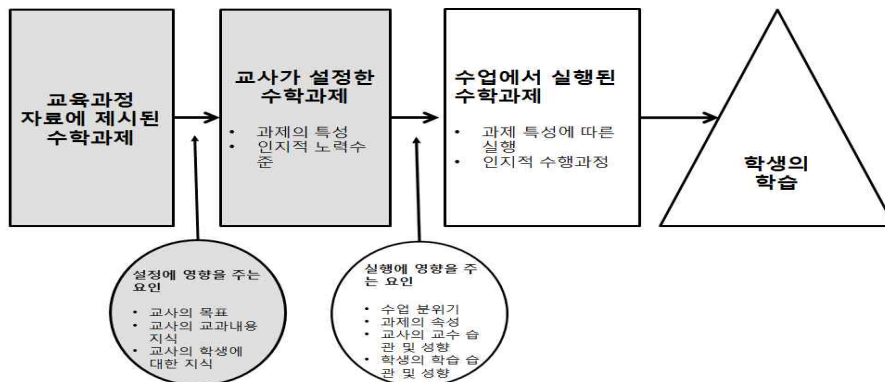
성취에 영향을 미치는 것으로 나타났다(Campbell, Rust, Nishio, DePiper, Smith, Frank, Clark, Griffin, Conant & Choi, 2014). 그러므로 교사들이 수학을 효과적으로 가르치기 위해서는 수학을 잘 아는 것은 물론 얼마나 깊이 이해하며 학습자로서의 학생들에 대한 이해와 더불어 교수학적 전략을 갖추고 있는지(NCTM, 2000) 이를 근거로 교사들의 지식의 수준 및 정도가 어떠한지 측정하려는 시도들이 이루어져왔다(Hill, 2007; Hill, Ball & Schilling, 2008; Hill, Schilling & Ball, 2004; Hill, Sleep, Lewis & Ball, 2007; Izsak, Jacobson, Araujo & Orrill, 2012).

우리나라에서도 교사들의 지식수준에 대한 탐색이 시도되고 있는데 주로 수학 내용 지식이나 특정 지식에 초점을 두고 있다. 예를 들면, 교사의 이차곡선에 대한 지식(이승훈·조완영, 2013), 미적분학에 대한 전문화된 지식(고희정·고상숙, 2013), 분수에 대한 지식(방정숙·Yeping Li, 2008; 서관석·전경순, 2000) 등이다. 비슷한 맥락에서 문진수·김구연(2015)은 우리나라 중등교사들이 함수에 대한 지식(Mathematical Knowledge for Teaching[MKT])이 어떠한지를 알아보기 위하여 측정 문항을 개발하여 적용을 시도하였는데 그 결과, 중등교사들의 함수에 대한 Specialized Content Knowledge[SCK] 수준이 상대적으로 낮은 것으로 나타났다. 이 연구는 문진수·김구연의 연구를 확장하는 시도로서 함수 영역에 국한하지 않고 중학교 수준에 해당하는 수학 영역에 대한 교사들의 지식을 탐색하고자 시도한다. 이를 위하여 교사들의 MKT를 측정할 수 있는 문항을 개발하고자 시도하며 이러한 과정에서 나타난 예비교사의 지식과 관련한 특성을 알아보고자 한다.

II. 이론적 배경

교사가 가진 목표나 내용 및 학습자에 대한 지식은 수학 과제를 선별하는 데 중요한 역할을 하며 학생들은 교사가 제공하는 경험들을 바탕으로 수학을 학습하게 된다(NCTM, 2000; Remillard & Bryans, 2004; Stein, Grover & Henningsen, 1996). 교사가 선별한 수학과제(mathematical tasks)는 과제의 특징과 실행 과정에서 학생들에게 기대할 수 있는 사고 수준이 어떠한가에 따라 수업 시간에 어떻게 실행되는가는, 학생들이 느끼는 수학과제의 난이도, 교사의 교육 성향이나 습관, 학생들의 학습 형태, 수업 구조 등의 요인들에 영향을 받는다[그림 II-1](Henningsen & Stein, 1997; Remillard & Bryans, 2004). 즉, 교육과정 도서에 내재된 수학 과제들이 학습자들의 학습으로 이어지기까지 여러 단계를 거치게 되는데 이 과정은 교사가 의도하는 바에 따라 달라진다(김구연, 2011; Collopy, 2003; Stein, Grover & Henningsen, 1996). 따라서 교사는 학생들의 학습 능력을 키우고, 수학 교과와 과목 내 연결성과 현실 세계와의 연결성을 학생들이 파악할 수 있도록 학습 환경을 구축해야 한다(Cooney, Wittman, Schrage, Dossey & Brawn, 1996).

Cooney et al.(1996)은 교사들이 학생을 위한 교육과정을 만들어내는 것과 같이 지식을 만들어가는 것 역시 중요하다고 보았다. Lloyd & Bannister (2010)는 교사들 간의 동료 교수(peer-teaching)를 위해 학습자로서의 동료 교사를 가르치기 위하여 동료 교사의 지식과 같은 정보들을 어떻게 알게 되었는지를 포함하여 수업을 디자인하고 수업 계획서를 작성하게 하였다. 이 과정은 동료 교사가 수학 내용을 어떻게 이해하고 있는지를 파악하여 교육학적 접근 및 전략을 수정할 수 있도록 하므로 이 같은 경험을 통해 학습자로서의 학생들을 깊이 이해할 수 있게 된다. 이는 곧 교사의 지식이 수학에 대한 지식(knowledge of mathematics)과 교수학적 지식(Pedagogical



[그림 II-1] Mathematical Tasks Framework (Stein, Grover & Henningsen, 1996)

knowledge) 그리고 학습자의 수학에 대한 인지상태에 대한 지식(Knowledge of learners' cognitions in mathematics)을 고루 파악하여 발달하게 된다는 Fennema & Franke(1992)의 주장과 의미 있게 연결된다. Fennema & Franke(1992)는 여러 상황 속에서 나타나는 교사의 행동이나 선택은 교사의 지식의 영향을 받으며 이러한 지식이 앞서 제시한 세 가지 지식과 조화를 이루며 구성되는 것임을 강조하였다. 교사의 지식은 수학 수업에서 교사가 수행하는 역할에 영향을 미친다.

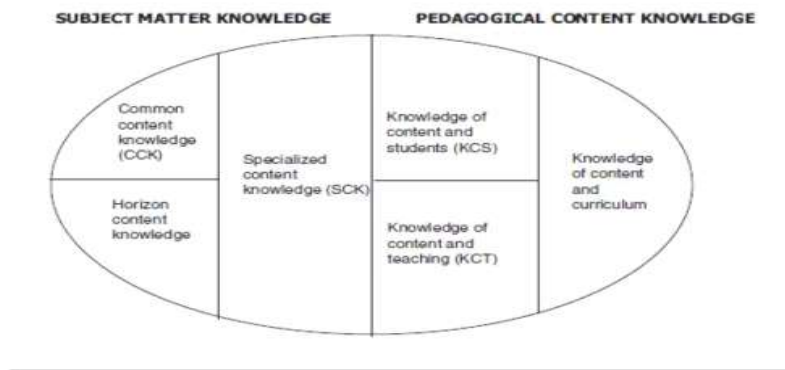
교사가 알아야 하는 수학적 지식들이 수학의 내용에 관한 지식뿐만 아니라 교육과정의 목표에 대해 해당학년 수준에서 중심을 이루고 있는 중요한 아이디어에 대한 지식과 그러한 아이디어를 효과적으로 가르칠 수 있는 방법에 대한 지식, 학생들이 이러한 아이디어를 학습할 때 일어날 수 있는 문제점들에 관한 지식, 그리고 이러한 내용을 학생들이 이해했는지 평가하는 방법에 관한 지식으로 구분된다(Ball, Rubiensi & Mewborn, 2001; Marks, 1990; NCTM, 2000; Shulman, 1987). 이러한 교사 지식에 대한 새로운 규명은 Shulman (1986)이 정립한 Pedagogical Content Knowledge [PCK]와 직결된다. PCK는 교사가 가져야 하는 지식과 내용 영역 전문가가 가지는 지식을 가장 잘 구분해 주는 범주이며

교사들만의 고유의 영역으로 내용과 교수법의 혼합된 형태의 전문지식을 의미한다(Shulman, 1987). 이의 연장선상에서 Ball, Thames & Phelps(2008)는 교사의 지식과 관련하여 진행된 연구들의 다수가 각 교과를 가르치는데 요구되는 교수학적 지식이 무엇으로 구성되어 있는가를 밝히는 규범적 연구에 그친 한계와 PCK가 나타내는 정의의 모호함을 지적하면서 수학교과를 가르치기 위해 교사가 알아야 할 지식을 MKT로 정의하고, MKT를 구성하는 영역을 규명하였다[그림 II-2].

MKT는 교과 내용에 관련한 지식을 의미하는 교과 내용 지식(Subject Matter Knowledge [SMK])과 가르쳐야 할 학습 내용 이외의 요소들을 복합적으로 이해하고 있는가에 해당하는 PCK로 구분된다. 이 연구에서는 SMK와 PCK를 구성하는 6가지의 지식 영역들 중 전문화된 내용 지식(Specialized Content Knowledge[SCK]), 내용과 학습자에 대한 지식(Knowledge of Content and Students[KCS]), 그리고 내용과 교수에 대한 지식(Knowledge of Content and Teaching[KCT])를 중심으로 살펴본다.

먼저 CCK는 제시된 수학문제를 올바르게 해결하거나, 수학 계산에 필요한 지식을 의미한다. 학생들의 부족한 이해 수준이나 학습 과정에서

Domains of Mathematical Knowledge for Teaching



[그림 II-2] MKT 구성요소 (Ball, Thames & Phelps, 2008, p. 403)

범하는 오류를 수정해주기 위해 교사가 반드시 알아야 하는 내용이며 SCK는 수학을 가르치는데 있어 필요한 전문화된 지식으로써 CCK와는 다른 내용 지식이다. SCK는 단순한 오류를 확인하는 것에 그치지 않고, 어떤 개념을 학습하는데 있어 학생들이 흔히 갖게 되는 잘못된 개념과 사례를 아는 것과 학생들이 제시하는 다양한 해결방법을 수학적으로 정당화할 수 있는 능력이다.

다음은 PCK에 해당하는 범주로 학생들이 추론, 의사소통, 문제해결 과정에서 일관성 있게 수학을 배울 수 있도록 하는 데에는 교사가 가진 내용에 대한 지식과 교수학적 지식을 통합하는 개념과 관련된다(Cooney et al., 1996). 교사는 이 중의 한 축인 KCS는 학습 내용에 대한 학습자들의 사고에 대한 이해를 통한 지식으로 학습자들에 대한 지식과 교수학적 지식과의 통합을 의미하는 영역이다(Cooney et al., 1996). 교사는 다양한 학습자의 특성을 반영하여 교수 상황을 가정하고, 적절한 학습 예시를 제시할 수 있어야 하며 KCS는 수학교과에 대한 깊은 이해와 더불어 학생들의 수학적 사고의 흐름을 이해하는 데 도움을 준다. 교사는 학생들이 사고 과정에서 어

려움을 겪는 이유가 무엇인지 학생들의 학습수준과 반응 등을 예측해봄으로써 학습자에 대해 이해하려는 노력을 해야 하고, 이를 통해 궁극적으로는 학생의 생각과 교수학적 지식 사이의 연계성을 강화할 수 있어야 한다(Ebert, 1993; Lloyd & Bannister, 2010). 마지막으로 KCT는 수학 수업을 계획하는 데 필요한 지식으로 교사는 수업을 위해 필요한 내용들을 나열하며 학습할 내용에 대한 다양한 예를 제시하고 여러 가지 유형의 수업을 준비하여 각 수업이 갖는 장점과 단점을 파악하여 수정하고 학습자의 학습에 미치는 영향을 고려하여 적용할 수 있어야 한다.

평가를 통해 학생들의 학습을 향상시킬 수 있으며 평가 과정에서 학습자들의 학습 동기 및 성취에 영향을 미칠 수 있으며(NCTM, 2000), 이는 교사가 선택해야 하는 효과적인 교수 전략과도 무관하지 않다. 교사는 수학 수업의 목표와 학업 성취 기준 등을 설정하게 되며 평가는 설정한 수업의 학습 목표를 달성하였는지를 그리고 학생들의 학업 성취가 어떠한지를 알아보기 위해서 반드시 필요한 요소이다. 평가를 위해 교사가 필수적으로 알고 있어야 하는 기초적인 지식과 기술 측면(assessment literacy)을 바탕으로

평가에 대한 교사의 지식을 신장시켜야 하며 (Mertler, 2009) 평가에 대한 교사의 지식을 살펴보는 것이 필요하다. 수학적 의사소통과 문제해결, 추론을 바탕으로 한 학생들의 수학적 과정을 강화하기 위해서는 서술형 평가가 이루어져야 하며(NCTM, 2000), 서술형 평가는 2009 개정 교육과정의 개정 방향인 학습자의 창의성을 향상시킬 수 있는 방안이기도 하다. 따라서 교사는 학습 내용을 바탕으로 서술형 및 논술형 문항을 제작할 수 있어야 하는 것은 물론이고 기존의 과제들을 변형하여 제시할 수 있어야 하며 평가의 목적과 결과를 논리적으로 설명할 수 있어야 한다. 이 연구에서는 평가에 대한 교사의 지식을 Knowledge of Content and Assessment [KCA]로 정의하고 MKT를 구성하는 한 요소로써 문항 개발에 적용한다.

먼저 수학 내용에 대한 이해 정도를 측정의 필요성을 제기하였는데, 교사들은 함수의 독립변수와 종속 변수를 혼동하여 쓰기도 하며 지수함수와 이차함수에 이름을 잘못 붙이는 등의 오류를 보였다(Cramer, 2004). 대수영역과 관련하여 McCrory, Floden, Ferrini-Mundy, Reckase & Senk(2012)는 교사들의 대수 영역에 대한 지식 측정을 위한 분석틀을 제안하였는데 구체적으로, 다항식에 해당하는 문항을 제시하여 학교 수학에서 다루는 정도의 지식을 School knowledge로 정의하고, 학교 수학보다 심화된 내용 지식으로 대학 수학과 연계되는 지식을 Advanced knowledge로 정의하여 Teaching knowledge로 정의한 교수학적 지식과의 관련성을 알아볼 수 있는 틀을 제시하였다. 또한 수와 연산 영역에 대하여도 교사들이 그림 모델을 활용하여 분수를 가르칠 수 있는지 MKT를 측정하였는데(Izsák, Jacobson, de Araujo & Orrill, 2012), 분수의 곱셈을 지도하기 위한 모델을 여러 가지로 제시하여서 적절한 모델을 선택하게 하는 형태의 문항으로 구성하여

지식을 측정하였다(그림 II-3). 또한 분수의 나눗셈에서 제수를 나누는 단위(unit)로써 학생들이 이해할 수 있도록 돕기 위해 제시된 모델을 어떻게 설명할 수 있는지도 제시하였다(그림 II-4). Lamon(2012)은 분수의 표현을 이해하는 것은 유리수에 대한 이해의 첫 걸음이라고 하였는데 중학교 수학 교육과정에 따르면 중학교 1~3학년 군을 통틀어 첫 번째 단원에서 유리수와 사칙연산을 학습하게 되므로 분수의 연산 원리에 대한 교사의 이해는 필수적이다. 또한 Ball, Hill & Schilling(2004)은 초등학교 수학의 두 자리 수의 덧셈을 하는 과정에서 같은 오류를 범한 풀이를 찾도록 하는 문항을 제시하여 MKT를 측정하고자 하였고(그림 II-5), 이후 Ball, Hill & Bass(2005)에서는 곱셈을 세로로 계산하는 과정에서 다르게 나타난 방법들 중 어떤 방법을 맞는 것으로 할 것인지 물음으로써 덧셈 및 곱셈의 원리를 통해 학생들의 풀이를 판별할 수 있는지 알아보는 문항을 제안하였다(그림 II-6).

선행연구들을 바탕으로 살펴본 MKT 측정 문항들은 주로 교사가 적절한 교수방법을 선택하는지, 학생들의 오류를 찾아낼 수 있는지 등으로 구성되어 있다. 대체로 선택형으로 문항으로 교사들이 선택한 답에 대하여 어떤 근거로 답을 선택하게 되었는지 혹은 선택한 교수방법을 이용하여 구체적이고 정확하게 설명할 수 있는지 등과 같은 심층적인 내용은 알아볼 수 없다는 한계가 있다. 이 연구에서는 이러한 한계와 고려해야 할 요소들을 반영하여 수학교사의 MKT 측정을 위한 문항을 개발하는 것을 시도하며 그 개발 과정에서 예비교사의 MKT 지식을 탐색하고자 한다.

Each of the following drawings shows a bold segment of length $1/12$ on the number line. Which drawing(s) could be used as a model for explaining $1/4$ times $1/3$? (Circle ONE answer.)

I.

II.

III.

IV.

a. I, II, III, and IV.
 b. II only.
 c. II and III only.
 d. II, III, and IV only.

[그림 II-3] $\frac{1}{3} \times \frac{1}{4}$ 을 설명하는 모델을 선택하는 문항 (Izsák, Jacobson, de Araujo, & Orrill, 2012, p. 398)

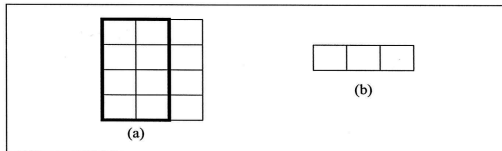


Figure 10. The facilitator's drawn model for $2/3 \div 1/4$: (a) Two thirds of one whole, and (b) one fourth of one whole. Reproductions are based on the facilitator's original drawing.

[그림 II-4] $\frac{2}{3} \div \frac{1}{4}$ 을 설명하기 위한 모델 (Izsák, Jacobson, de Araujo, & Orrill, 2012, p. 414)

	I		II		III
D	38		45		52
	49		37		14
	+ 65		+ 29		+ 19
	142		101		64

Which have the same kind of error? (Mark ONE answer.)

a) I and II
 b) I and III
 c) II and III
 d) I, II, and III

[그림 II-5] 두 자리 수 덧셈에서 오류를 찾는 문항 (Ball, Hill, & Schilling, 2004, p. 28)

Student A	Student B	Student C
35	35	35
× 25	× 25	× 25
125	175	25
+ 75	+ 700	150
875	875	100
		+ 600
		875

[그림 II-6] 두 자리 수 곱셈에서 옳은 계산 과정을 선택하는 문항 (Ball, Hill, & Bass, 2005, p. 43)

III. 연구 방법

이 연구의 목적은 수학교사의 MKT 측정을 위한 문항 개발 과정에서 예비교사의 MKT 수준 및 특성이 어떠한가를 알아보기 위한 것이다.

이에 따라 중학교 수준에 해당하는 내용영역에 대한 수학교사의 MKT를 알아보기 위하여 검사 도구를 개발한 뒤, 이를 이용하여 예비교사를 대상으로 설문과 인터뷰를 진행하였다. 구체적인 연구 도구, 대상, 절차, 자료의 수집 및 분석 과정은 다음과 같다.

1. 연구 도구

이 연구에서는 문헌 연구 검토를 통해 두 개 이상의 MKT 구성요소를 동시에 측정할 수 있는 영역 별 검사 도구를 직접 제작하였다. 제작한 검사 도구는 수학교육학자 2인의 검토와 수정을 거쳤으며 예비 교사를 대상으로 예비검사를 실시하여 문항을 수정하고 보완하였다. 모든 문항은 교사의 생각을 심층적으로 알아보기 위해 서술 형태로 답안을 작성하도록 구성되었으며 수업 및 학습 상황을 가상으로 제시하여 이에 대한 교사의 판단과 지도 방안을 알아보는 형식으로 전개하였다. 예비 검사에 포함된 내용 영역별 문항 구성은 <표 III-1>과 같다.

<표 III-1> 예비 검사의 내용 영역별 문항 구성

내용 영역		문항 번호	단원 및 소재	하위문항 개수	응답 형태
수와 연산		1	정수와 유리수의 계산	-	서술형
		2	지수, 차수, 유리수, 무리수, 제곱근	3	
문자와 식		3	$(x+3)^2 \neq x^2+9$	-	
		4	다항식의 나눗셈	-	
함수		5	일차, 이차함수	2	선택 및 서술 혼합형
		6	여러 가지 그래프	5	서술형
기하	7	이등변 삼각형의 외각	2		
확률과 통계	8	분산과 표준편차	-		
복합	함수 기하	9	수직관계에 있다.	2	
	수와연산 기하	10	$\pi = 180^\circ = 3.1415\dots$	3	
계		10		15	

검사 문항 수는 크게 총 10개이며 하위 문항들이 포함하여 총 15문항이다. 각 문항의 하위 문항들은 개별적으로 해결해야 하는 문항이지만 상호 연결성이 있어 응답하는 과정에서 일관성을 요하는 형태로 구성하였다. 모든 문항은 Ball et al.(2008)이 제시한 MKT의 영역 중 SCK, KCS, KCT와 연구자가 정의한 KCA를 알아보기 위한 목적에 따라 제작하였으며 하위 문항이 없는 단일 문항의 경우에도 이 같은 MKT 영역들을 복합적으로 알아볼 수 있도록 제작하였다. 하위 문항들이 있는 경우에는 제시된 주제나 상황에 대한 교사의 MKT를 영역별로 알아볼 수 있는 질문들을 분리하여 구성함으로써 예비교사들의 응답 과정과 연구자의 분석을 명료하게 하고자 하였다. 문항 유형은 크게 6가지로 개발하였으며 이 유형들을 영역별 문항 구성에 적절히 교차 적용하였다. 각 유형에 따라 측정하고자 하는 MKT 영역이 다르게 나타나며 같은 유형을 적용하여 만든 문항이더라도 제시된 상황과 수학적 개념에 따라 다소 차이가 있다.

개발된 문항 유형은 총 6가지이다. 총 10개의

문항에 적용하였는데 두 번 이상 적용되거나 문항에 따라 복합적으로 적용된 경우도 있다. 첫 번째 유형은 선수학습요소나 비슷한 개념에 대한 설명 예시를 통해 필요한 설명 방법을 착안하는 유형으로 전반적으로는 KCT를 알아볼 수 있는 문항이다. 학생들의 이해를 잘 도울 수 있는 모델을 제시하여 모델이 갖는 한계점은 없는지, 또한 어떻게 다르게 설명할 수 있는지를 생각해 봄으로써 실제 수업에서 다양한 수준의 학생들의 요구를 충족시킬 수 있는 방법이 필요함을 제고할 수 있다. KCS를 측정하기 위해서는 모델이 갖는 한계점이 무엇인지에서 더 나아가 학생들의 수준을 고려한다면 어떤 부분을 보완해야 하는지를 설명하도록 해야 한다. 더불어 문항에 제시된 개념과 비슷한 개념을 설명할 때 방법을 어떻게 바꿔서 활용할 수 있는지도 하위 질문 중 하나로 제시하였다.

두 번째 유형은 학생의 풀이과정에서 나타난 잘못된 개념을 수정해 주기 위해 교사가 설명 방법을 다양하게 도입하도록 하는 것으로 Open-ended questions(Sanchez, 2013)에서 착안하여 구

성하였다. 같은 문제에 대해 학생들이 다양한 풀이 방법으로 풀고 문제를 바꿔서도 생각해 볼 것을 권장하지만 실제 수업에서는 이 같은 과정을 구현해내지 못하는 경우가 많다. 따라서 보다 풍부한 수학적 연결성과 표현을 활용하여 교사가 학생들에게 다양한 자극을 줄 수 있는지 알아보고자 하였다. 문제가 제시한 상황을 통해 학생이 잘못 이해하고 있는 개념이 무엇인지를 파악하는 KCS, 이를 수정하기 위해 도입하게 되는 교사의 다양한 설명 방식을 통해 측정하고자 한 영역은 KCT이다.

세 번째 유형은 교과서에서 다루는 다양한 용어들에 대해 설명하는 유형이다. 학생들이 주로 혼동하는 용어들을 함께 제시하거나 한자어로 된 단어의 의미를 풀어 설명해야하기 때문에 어려운 용어들을 묶어서 제시한 뒤 이를 어떻게 설명할 것인지를 알아본다. 이는 전형적인 내용에 관한 지식을 알아보고자 하는 문항이지만 단편적으로 정의 자체를 알고 있는지(CCK)를 알아보고자 하는 것이 아니다. 예를 들어, 용어의 정의를 재차 강조하거나, 혼동하는 두 단어를 분류할 수 있는 단순지식을 가르치는 수준에서 설명이 그친다면 이는 전문적 내용 지식인 SCK로 보기는 어렵기 때문에 교사들은 용어 사용과 관련한 수학적 의미나 정의가 내포하고 있는 의미 등을 폭 넓게 활용하여 설명할 수 있어야 하며 이 같은 내용을 서술하도록 함으로써 SCK를 알아보고자 하였다. KCS와 KCT를 측정하기 위해 가능한 질문의 형태는 학생들이 이 같은 용어들을 왜 어려워한다고 생각하는지, 문제에 제시된 용어들 외에도 학생들이 어려워할 수 있는 용어들이 무엇이 있으며 그 것들을 어떻게 설명할 것인지 예시를 들도록 하였다.

네 번째 유형은 학생이 질문하는 상황에 따라 제시된 하위 질문에 응답하는 유형이다. 하위 질문을 어떤 내용으로 구성하는가에 따라 측정하

고자 하는 MKT 영역을 달리할 수 있다. SCK를 알아보기 위하여 제시된 상황에서 학습하고 있는 수학 개념과 그에 따르는 학생의 질문 또는 응답에 대한 수학적 판단과 근거를 바탕으로 설명하도록 한다. 또한 KCT는 학생의 질문을 바탕으로 어려움이나 궁금증을 해결해주기 위한 방법을 제시하여 설명하도록 하는 것이다. 제시된 개념을 학습할 때 대부분의 학생이 어려워하는 이유나 어려워 할 것으로 예상되는 부분은 어떤 것이 있는지, 이 같은 어려움을 느끼지 않도록 지도할 수 있는 방법은 무엇이 있는지를 생각해 보게 함으로써 KCS와 KCT를 보다 심층적으로 알아볼 수 있을 것이다.

다섯 번째 유형은 제시된 내용을 가르치는데 활용할 수 있는 수학과제(mathematical task)를 선택하거나 직접 구성하도록 하는 것이다. 수학과제를 선택하도록 하는 경우, 해당 개념과 그에 따라 선택하게 될 몇 가지 수학과제를 함께 제시하게 되면 이미 어떤 학습 내용에 관한 것이냐가 문제에 제시되어 있기 때문에 CCK는 알아보는 것은 큰 의미가 없다. 수학과제를 선택하거나 구성하도록 하는 문항에서 SCK를 알아보기 위해서는 주어진 Task에 해당하는 개념이 무엇인지에 대한 정보를 따로 주지 않고, 몇 가지의 Task를 주고, 이를 관찰하여 공통적인 속성이나 이질적인 속성을 파악하여 선택하는 과정을 요구할 수 있다. 이후 수학과제를 선택한 이유를 설명하도록 할 때 학습 내용과 지도 방법을 기준으로 제시하도록 요구함으로써 KCT를 알아볼 수 있다. 또한 KCS를 측정하기 위해 수학과제를 통해 학생들에게 기대할 수 있는 효과가 무엇인지를 설명하도록 하였다.

마지막 유형은 서술형 평가 문항에 대한 학생의 답안과 채점 기준을 바탕으로 평가하고 수정하는 유형으로 SCK, KCS, KCT, KCA를 모두 측정하기 위한 유형이다. 제시된 평가 문항과 채점

기준을 바탕으로 평가 문항에서 요구하는 내용을 학생들이 정확히 기술하였는지 여러 학생들의 답안에 대해 실제로 점수를 부여하고, 이 채점 기준이나 문항이 갖는 한계는 없는지 학생 응답이 제대로 평가 되는지 등을 알아보고자 하였다. SCK와 KCS를 측정하기 위해 문항에서 요구하는 답안의 수준을 이해하고 여러 학생들의 답안을 비교 분석하는 과정에 일관성이 있는지를 알아본다. 즉, 교사는 학생에게 부여한 점수에 대한 타당한 근거를 논리적으로 제시할 수 있어야 하며 제시한 근거를 통해 학생들이 이해한 정도를 교사가 파악하였는지를 판단할 수 있다. 교사는 학생들의 수준에 따라 다양한 설명방법을 도입할 수 있어야 하며 이에 따르는 적절한 수업을 계획할 수 있어야 하는데 평가에서도 이와 같은 계획이 요구된다. 교사는 문제해결 과정에서 학생들이 달성할 수 있는 수준이나 학생들에게 기대하는 성취 수준을 설정하여 평가 문항에 반영해야 하며 이미 만들어진 문항에 대해서도 이 같은 분석을 통해 선별할 수 있어야 한다. KCA를 측정하기 위해 보다 명확한 채점을 위해 기준이 개선되어야 하는 점은 없는지 문항이 갖는 한계는 없는지 타당성을 서술하도록 하였다. 총 6가지의 문항 유형과 그에 따른 MKT의 측정 의도는 <표 III-2>와 같고, 내용 영역별 문항 구성에 따른 MKT 측정 의도는 <표 III-3>

에 제시하였다.

구체적인 문항 개발의 과정에 관하여서는 몇 개의 문항을 중심으로 기술하고자 한다. 먼저, 1번 문항[그림 III-1]에서는 Izsák, Jacobson, de Araujo & Orrill(2012)이 분수를 가르치기 위한 수학적 지식을 측정하는 연구에서 사용하였던 문항의 자료[그림 II-1]를 일부 적용한 것으로 수와 연산 영역에 해당하는 교사의 지식을 알아보기 위한 것이다. Izsák 외의 연구에서는 $\frac{1}{3} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{12}$ 임을 설명하기에 적절한 모형들을 모두 고르는 문제로 제시되었다. 중학교 수학의 정수와 유리수의 계산에서는 초등학교에서 학습하는 분수 개념에 대한 이해를 바탕으로 음의 영역까지 확장하여 학습하게 된다. 정수와 유리수의 계산에서 단순히 분수의 곱셈과 부호의 곱셈 규칙을 선언하는 것에 그치지 않고, 분수의 곱셈 원리를 이용하여 적용할 수 있는지를 알아보기 위한 문항이다. 이에 따라, 제시된 모델이 나타내는 수학적 의미를 이해하여 비슷한 수들로 구성된 새로운 연산이 나타내는 값과 그 의미를 모델을 활용하여 설명하도록 하였으며 설문 검사에는 출처 없이 그림만 제시하였다.

3번 문항[그림 III-2]은 대수 영역에 해당하며 학생을 위한 Open-ended Task(Sanchez, 2013)를 변형하여 만들었다. Open-ended Task는 교사에게

<표 III-2> 예비검사의 문항 유형

	유형	MKT
1	선수학습요소나 비슷한 개념에 대한 설명 예시를 통해 필요한 설명 방법을 착안하는 유형	SCK, KCT
2	학생의 풀이과정에서 나타난 잘못된 개념을 수정해주기 위해 교사가 설명 방법을 다양하게 도입하는 유형	KCS, KCT
3	교과서에서 다루는 다양한 용어들에 대해 설명하는 유형	SCK, KCS, KCT
4	학생이 질문하는 상황에 따라 제시된 하위질문에 응답하는 유형	SCK, KCS, KCT
5	제시된 내용을 가르치는데 활용할 수 있는 과제(task)를 선택하거나 직접 구성하도록 하는 유형	SCK, KCS, KCT, KCA
6	서술형 평가 문항에 대한 학생의 답안과 채점 기준을 바탕으로 평가하고 수정하는 유형	SCK, KCS, KCT, KCA

<표 III-3> 예비검사의 문항 별 유형과 MKT 측정의도

문항번호	단원 및 소재	유형	SCK	KCS	KCT	KCA
1	정수와 유리수의 계산	1	○		○	
2	지수, 차수, 유리수, 무리수, 제곱근	3	○	○	○	
3	$(x+3)^2 \neq x^2+9$	2		○	○	
4	다항식의 나눗셈	4	○	○	○	
5	일차, 이차함수	3, 4 복합	○	○	○	
6	여러 가지 그래프	5	○	○	○	○
7	이등변 삼각형의 외각	6	○	○	○	○
8	분산과 표준편차	4	○	○	○	
9	수직관계에 있다.	5	○	○	○	○
10	$\pi = 180^\circ = 3.1415\dots$	4	○	○	○	

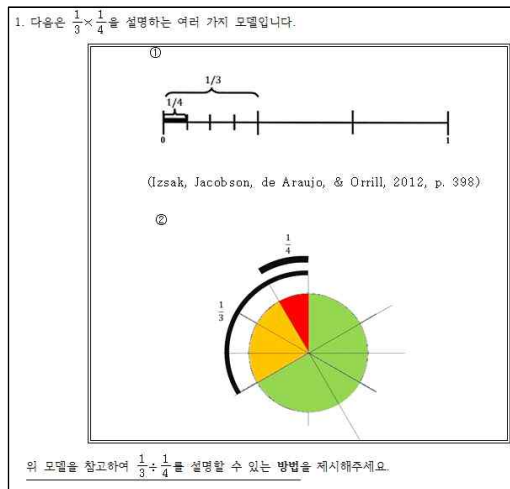
학생들이 학습 내용을 잘 이해하고 있는지 학습 과정의 어느 부분에서 잘못된 개념을 가지고 있는지를 알아볼 수 있는 정보를 제공한다 (Sanchez, 2013). Sanchez는 곱셈 공식과 관련하여 기존에 쓰이던 단편적인 문항인 “ $(x+3)^2$ 을 전개하여라.”를 Open-ended Task로 변형하도록 하는 예를 제시하였다. 그 예로는 $(x+3)^2$ 을 전개하고, 그 이유를 설명하도록 하는 것과 $(x+3)^2 \neq x^2+9$ 인 이유를 설명하도록 하는 것이었다. 첫 번째 예시의 경우, 학생들이 곱셈 공식을 전개하는 원리를 얼마나 잘 이해하고 있는지, 단순 암기를 통해 답을 내고 있는지를 알아볼 수 있으며 두 번째 예시의 경우에는 학생들이 완전제곱식을 전개하는 과정에서 자주하는 실수로, 두 이차식이 같지 않다는 사실을 선언하는 차원을 넘어서 그 이유를 학생들이 생각해볼 수 있도록 하는 계기가 되기 때문에 학습을 촉진할 수 있다는 장점이 있다. 이에 3번 문항에서는 Sanchez의 두 번째 예를 이용하여 교사가 다양한 방법으로 설명할 수 있는지를 묻는 문항으로 변형하였다.

5번 문항[그림 III-3]의 경우 문진수·김구연(2015)이 개발한 함수영역의 문항 중에서 연구자의 동의를 얻어 변형하여 적용하였다. 문진수·

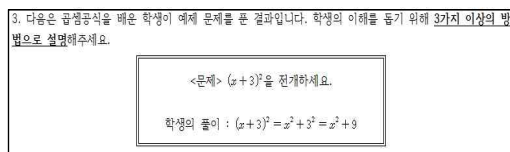
김구연의 연구 결과에 따르면 검사에 응한 현직 교사들의 94.1%가 해당 문항에서 오답을 선택했다. 문진수·김구연의 연구에서는 지수함수까지 지문에 언급하여 선택형 문항으로 구성하여 제시하였으나 이 연구에서는 지수함수와 관련된 내용을 삭제하였으며 대신에 답에 대한 교사의 생각을 묻는 서술형 문항을 추가하였다.

7번 문항은 전형적으로 KCA를 측정하기 위해 개발한 유형으로 서술형 평가 문항에 대한 학생들의 응답을 토대로 채점기준을 논리적으로 적용할 수 있는지를 알아보고, 채점 기준에 대한 논리적 근거를 기술하게 함으로써 학습자의 사고 수준에 관한 교사의 이해 정도를 파악하기 위해 제작하였다. 검증을 거친 문항과 채점기준을 반영하기 위하여 문헌 연구 과정에서 찾은 자료를 재구성하였다. Posamentier, Smith & Stepelman (2010)은 이등변 삼각형의 외각의 크기를 이용하여 꼭지각의 크기를 구하는 과정을 묻는 서술형 평가 문항과 종합적(Holistic) 채점 기준을 바탕으로 학생들의 응답에 대해 직접 채점을 실시한 것을 점수별 사례로 제시하였다. 모두 8명의 학생들의 답안을 채점하여 부여한 점수에 대한 타당성을 논리적으로 제시할 수 있는지를 알아보고, 채점을 하는 과정에 모호하거나 어려운 점이

있었다면 이를 토대로 채점 기준을 수정할 수 있는지를 알아봄으로써 평가 과정에서 요구되는 교사의 판단 능력이나 지식을 측정하고자 하였다.



[그림 III-1] 설문 검사지의 1번 문항

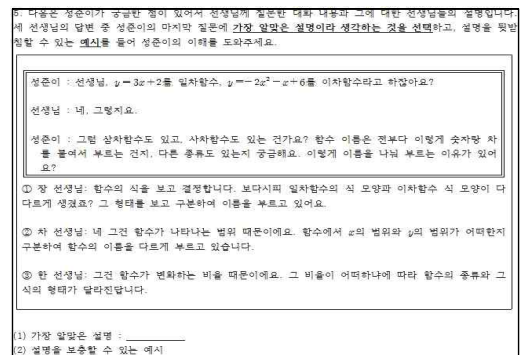


[그림 III-2] 설문 검사지의 3번 문항

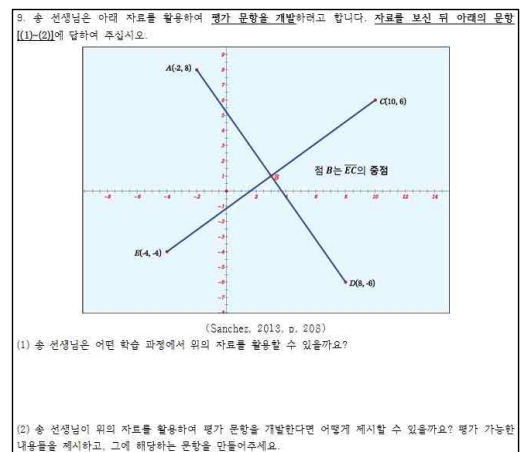
9번 문항의 경우[그림 III-4], Sanchez가 학생들을 대상으로 제시할 수 있는 Open-ended Task의 예시된 그림 자료를 설문 검사 시에는 출처를 삭제하고 제시하였다. 학생들에게 제시된 Open-ended Task의 경우에는 두 선분이 수직임을 보일 수 있는 방법들을 설명하라는 것이었다. 이 문항에서는 교사들에게 해당 자료를 이용하여 평가 가능한 내용들을 제시한 후 직접 문항을 제시하도록 하였다.

제작된 문항들은 수학교육학자 2인과 석사과정 대학원생 2인의 자문과 검토를 통하여 의미가 모호한 것을 수정하고 하위 문항들을 구성함에 있어서 추가로 측정할 수 있는 부분이나 질문을 분리하여 구체적으로 측정해야 하는 부분들에

대한 의견을 반영하였다. 1차 수정을 거친 문항을 토대로 검사지를 구성하여 서울, 충청 지역에 속한 예비교사 53명을 대상으로 검사를 실시하였다. 또한 예비 검사에 참여하지 않은 예비교사 1명을 대상으로 한 심층 인터뷰를 위해 인터뷰 질문지를 제작하였다. 인터뷰 질문지는 설문검사에 사용된 문항과 동일한 순서로 하며 문항들의 질문과 함께 제시된 모든 하위문항들을 삭제하고 그림 자료 및 수업 상황에 대한 글들만을 제시하였다 (표 III-4 참조). 인터뷰에서는 제작한 질문 유형들을 기본으로 인터뷰 대상자의 응답을 바탕으로 follow-up 질문을 하는 형식으로 전개하였다.



[그림 III-3] 설문 검사지의 5번 문항



[그림 III-4] 설문 검사지의 9번 문항

문항 제작과 함께 개발된 채점 기준을 바탕으로 설문검사와 인터뷰 응답 결과를 분석하였으며 분석 결과에 따라 문항과 채점기준을 2차로 수정하였다. 설문검사와 인터뷰 결과를 통해서는 연구 참여자의 응답이 부족하거나, 오답이 많은 문항, 그리고 보다 자세한 응답을 통해 교사의 지식을 알아보는 것이 필요한 문항을 중심으로 문항 내용을 수정하였다. 또한 1인을 대상으로 한 인터뷰에서는 확인할 수 없었던 다양한 응답 사례들을 설문 검사 결과를 통해 확인함으로써 채점기준을 수정하였다. 이렇게 2차 수정을 거친 문항과 채점기준은 수학교육학자의 최종 자문과 검토를 거쳐 3차 수정을 실시하였고, 이로써 수학교사의 MKT 측정을 위한 최종 검사 도구로 확정하였다.

2. 연구 대상

검사 대상은 중등 예비 수학교사들로 진행하였으며 서울, 충청지역에 속한 총 8개 대학의 교육대학원과 학부 교직과정(3, 4학년)에 재학 중이거나 졸업한 학생들이다. 교육대학원생들은 대부분 사범대학이 아닌 수학과를 졸업하고 교사 자격증을 취득하기 위해 교육대학원에 진학한 학생들이었다. 총 53명의 예비교사들을 대상으로 총 53명의 예비교사들을 대상으로 설문검사를 실시하였으며 1명을 대상으로 인터뷰를 진행하여 연구에 참여한 예비교사는 총 54명이다. 검사에 참여하는 모든 대상자들에게 연구의 목적을 밝히는 연구의 안내문을 사전에 제공하였으며 이에 대한 검사 참여자들의 질문에 성실히 응답하였다. 또한 연구 동의서를 제공하여 연구 대상자의 응답이 유효한 것임을 확인하였으며 검사에 대한 참여자들의 신뢰를 높이고자 하였다.

<표 III-4> 3번 문항에 대한 인터뷰 질문 목록

문항	질문지
3	(1) 제시된 내용은 무엇을 학습할 때 관찰할 수 있는 상황입니까? (2) 그림에서 제시된 문제와 같은 유형을 활용하십니까? (3) 언제 활용하십니까? (4) 어떤 이유로 활용하십니까? (5) 장단점이 무엇입니까? (6) 학생의 풀이가 맞습니까? 틀리다면 그 이유를 설명해주세요. (7) 학생이 왜 이 같은 풀이를 적었다고 생각하십니까? (8) 그렇다면 학생이 잘못된 풀이를 이해할 수 있도록 설명해주세요. (9) 또 다른 방법으로 설명하실 수 있으시겠습니까? (10) 첫 번째 설명과의 차이점은 무엇입니까? (11) 또 다른 방법은 없는지요? (12) 앞서 제시하신 설명과의 차이점은 무엇입니까? (13) 선생님께서 보통 쓰시는 설명방법은 무엇입니까? (14) 이 같이 다양한 설명방법을 활용하는 것의 장점은 무엇입니까?

3. 자료 수집 및 분석

서울 및 충청 지역의 교육대학원과 학부의 교직과정에 재학 중인 학생들 및 졸업생들을 대상으로 설문 검사를 실시하였다. 각 학교의 예비교사 1인에게 검사지를 전달하여 주변의 예비교사들에게 응답을 부탁하는 형식으로 이루어졌으며 총 45부의 설문 검사지를 배부하였다.

설문 검사지의 문항들은 응답을 서술하는 형태로 문항 당 5-10분씩 총 60분가량의 소요시간을 예상하였다. 설문 검사지는 이 연구에 대한 설명문과 참여 동의서를 각 검사지 첫 페이지에 포함하였으며 연구 참여자 보관용과 연구자 보관용 각 1부를 준비하여 검사에 응한 예비교사의 검사지에 대한 처리와 관련된 연구자의 약속 사항을 명시하였다. 검사에 참여한 예비교사들을 위하여 감사를 표하고자 소정의 기념품을 제공

하였다. 이에 따라 45부 중 30부의 설문 응답지가 회수되었으며 먼저 회수된 30부의 설문 검사지의 응답 결과를 바탕으로 응답의 수가 부족한 문항들을 선별하여 5개의 문항에 대하여 23부의 설문 검사지를 추가로 배부하였다. 추가로 배부한 23부의 설문검사지에 5번 문항을 포함하였는데 이 문항은 문진수·김구연(2015)의 연구에서 현직교사를 대상으로 검사를 실시한 결과 이 문항에 대한 오답 비율이 가장 높았던 문항이다. 그러나 먼저 실시된 30부의 설문 검사지에서 지수합수를 삭제하고 제시한 문제에서 역시 잘못된 응답을 하는 비율이 역시 높게 나타났다. 이에 따라 지수합수에 관한 언급의 유무에 따라 MKT 수준에 차이가 있는지 알아보기 위하여 검사 기간을 달리하여 실시한 23부의 설문검사에서는 문진수·김구연의 문항을 그대로 사용하였다. 이를 제외한 4개의 문항은 기존의 문항과 같았으며 23부의 설문검사지를 회수하였다. 이에 배부된 69부의 검사지 중 총 53부의 설문 검사지를 회수하였고 이를 최종 자료로 분석하였다.

서울 지역의 교육대학원을 졸업한 예비교사 1인을 대상으로 인터뷰를 실시하였으며 1회에 150분가량씩, 총 2회에 걸쳐 진행하였다. 인터뷰를 실시하기 전에 설문검사지에 제시된 것과 같은 형태의 연구 설명문과 참여 동의서를 제공하여 동의를 구하였으며 연구 내용과 인터뷰 대상자의 응답 처리에 대한 연구자의 주의사항을 다시 한 번 설명하였다. 인터뷰는 모두 녹음하였으며 추후에 녹취록으로 작성하였다. 인터뷰 과정에서 인터뷰 대상자가 생각을 정리하기 위해 기록한 기록물과 인터뷰 프로토콜을 바탕으로 연구자가 기록한 내용도 분석 자료에 사용하였다.

이와 같이 수집된 자료를 분석하기 위하여 설문 검사지는 문항과 함께 개발된 채점기준에 따라 0에서 3수준으로 총 4단계의 수준으로 분류하였다. 자료 분석과 코딩에는 모두 Excel을 사

용하였다. 이 연구에서는 사전 목록에 의한 코딩 방법(Miles & Huberman, 1984, 김영천, 2010에서 재인용)과 개방적 코딩(open coding) 방법을 사용하였다. 1차적으로는 사전 목록에 의한 코딩을 실시하였는데 문항 별로 설문 검사 자료를 수집하기 이전에 채점기준을 개발하여 코딩 목록을 작성하였다. 채점기준은 정답과 예시답안을 포함하고 있으며 0에서 3수준으로 나누어 총 4개의 범주로 점수화하였고 이에 따라 3점이 곧 해당 문항의 만점으로 환산된다. 하위 문항이 있는 문항들 중 각 문항의 응답이 다음의 하위 문항에 단계적으로 영향을 주는 것들은 단일 문항과 마찬가지로 총체적 채점 방식을 적용하여 0수준에서 3수준으로 분류하였다. 이 외에 하위 문항에 대한 응답을 독립적으로 평가해야 하는 문항들의 경우 문항의 만점을 10점으로 하여 각 하위 문항의 배점을 합산한 총점으로 다시 수준을 분류하였다. 이에 따라 0점은 0수준, 1점에서 4점까지 1수준, 5점에서 7점까지 2수준, 8점에서 10점까지 3수준에 해당된다. 코딩을 하는 과정에서 채점기준에 부합하지 않는 응답 사례가 발견되는 경우 채점기준의 일부를 수정하여 새로운 코드를 생성하였으며 이렇게 분류한 수준을 합산하여 검사지의 총점을 산출하였고 검사지 총점에 대한 빈도분석을 실시하여 문항 별 MKT 수준과 그 분포를 산출하였다.

다음으로는 총점이 산출된 응답지의 문항은 MKT 영역별로 분류하여 수준별 빈도분석을 실시하였으며 MKT 영역별로 분류한 각 응답에 대한 질적 분석을 통해 MKT 수준과 응답 간에는 어떤 관계가 나타나는지 MKT 특성을 파악하기 위해 패턴을 찾아 분석하였다. 이 과정에서 개방적 코딩 방법을 사용하였는데 채점기준을 바탕으로 코딩 결과와는 별개로 설문 검사지와 인터뷰 녹취록 자료를 바탕으로 공통적으로 나타나는 특성들을 코드화하여 분류하여 주제를 도출하였다.

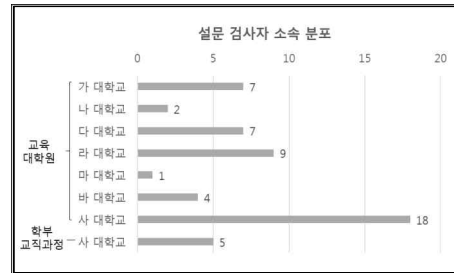
IV. 결 과

이 연구는 중등 수학 교사들의 MKT를 측정하기 위한 문항 개발 과정에서 나타난 예비교사의 MKT 수준 및 특성이 어떠한지를 알아보기 위함이다. 중학교 수준에 해당하는 내용 영역을 바탕으로 한 MKT 문항을 개발하여 최종적으로 총 54명의 예비교사를 대상으로 검사를 실시하고 분석하였다. 각 문항별로 개발된 채점기준에 따라 문항 별 점수를 수준으로 분류하여 총점을 산출하였다. 검사지 총점에 대한 빈도분석으로 예비교사들의 문항 별 MKT 수준과 분포를 파악하였다. 이를 다시 MKT 영역 별로 분류하여 수준별 빈도분석을 실시한 뒤 질적 분석을 통해 MKT 수준과 응답 경향 간에 어떤 관계가 있는지를 살펴보았다.

1. 참여 예비교사의 배경

설문검사에 응한 총 53명의 연구 참여자는 서울 지역의 교원 양성기관 6곳과 충청 지역의 교원 양성기관 1곳에 속한 중등 예비교사들이며 그에 해당하는 인원 분포는 [그림 IV-1]과 같다. 인터뷰에 응한 예비교사 1인은 서울 지역의 교육대학원 졸업생이다. 참여 예비교사들의 배경적 특성을 보면 재학 중인 대학원생이 주를 이루며 2학기부터 5학기에 해당하는 예비교사가 골고루 분포하고 있다. 연령분포는 20대가 압도적으로 많이 차지하고 있으며 여학생과 남학생의 비율은 약 6:4 정도이다. 교직 경력이 있는 연구 참여자의 경우 3.5년 정도의 경력을 가지고 있으며 교원 양성 기관의 졸업에 요구되는 요건인 교육봉사는 60시간 이상을 실시한 예비교사들이 가장 많고, 그 이상 및 이하의 경우에는 다양한 분포를 띠고 있다. 또한 교직 이수 및 교육대학원

의 졸업 요건 중 하나인 교육 실습 경험 역시 일반적으로 하게 되는 1개월로 가장 많았고, 이외에 과의 및 학원 강사 경력은 5년 이상이 가장 많았다.



[그림 IV-1] 교원 양성기관 별 설문 검사 참여 인원 분포

2. 예비교사의 Mathematical Knowledge for Teaching [MKT]

검사 문항은 총 10문항으로 각 문항에서 받을 수 있는 점수를 0에서 3수준으로 환산하였으므로 만점은 30점이다. 총점 분석에는 10문항에 해당하는 응답이 모두 완료된 30부의 응답지를 활용하였고, 23부의 응답지는 질적 분석을 위한 자료로 활용하였다. 이에 따라 30명의 예비교사들의 응답지를 바탕으로 산출한 평균 점수는 30점 만점에서 9.07점이며 이를 100점 만점으로 환산하면 약 30.23점에 해당한다<표 IV-1>. 설문 검사지와 인터뷰의 응답을 토대로 MKT 영역 별로 그 특징들을 중심으로 살펴본다.

가. 예비교사의 Specialized Content Knowledge [SCK]와 Knowledge of Content and Teaching [KCT]

수학을 가르치기 위해 교사가 반드시 알아야 하는 내용(SCK)과 이에 해당하는 적절한 교수

방법(KCT)을 알고 있는지 측정하기 위한 것이며 교사는 분수의 곱셈과 나눗셈의 원리를 알고 원리를 나타내는 모델을 구성하여 설명할 수 있어야 한다.

<표 IV-1> 설문 검사지 점수별 빈도와 백분율

항목	점수	빈도 (명)	백분율 (%)	
점수별 빈도	0	1	3.33	
	5	1	3.33	
	6	3	10.00	
	7	3	10.00	
	8	3	10.00	
	9	5	16.67	
	10	4	13.33	
	11	1	3.33	
	12	2	6.67	
	13	5	16.67	
	14	1	3.33	
	합 계		30	100.00

문제에 제시된 $\frac{1}{3} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{12}$ 을 설명하는 모델을 참고하여 $\frac{1}{3} \div \frac{1}{4}$ 을 설명할 수 있는 모델을 제시하도록 하였는데 전체 설문 검사 문항 중 응답률 및 정답률이 가장 낮았으며 0수준에 해당하는 응답이 가장 많았다(88.7%). 3수준은 곱셈을 설명하는 모델에 대한 이해를 바탕으로 나눗셈의 정의를 기본적인 아이디어로 하는 모델을 수직선 및 넓이 모델 등으로 정확하게 제시하고 그에 따르는 설명 방법을 기술하는 경우에 해당하는데 3수준에 해당하는 응답 사례는 발견하지 못하였다. 2수준(3.8%)은 나눗셈의 의미를 이용하여 모델을 설명하려고 하였으나 설명하는 과정에서 그 단계가 명확하게 드러나 있지 않거나 단위에 대한 설명이 미흡한 경우이다. 구체적인 모델을 제시하지는 못하였으나, 연산의 절차를 강조하지 않고 나누는 양에 초점을 맞추어 설명한 사례가 1수준(7.6%)에 해당한다. 그 밖에 무응답과 곱하기 $\frac{1}{4}$ 의 의미를 나누기 $\frac{1}{4}$ 의 의

미로 인식하여 설명한 경우나 제시된 모델을 그대로 가져다 쓴 경우 등은 0수준에 해당한다. 0수준은 학생들에게 제시할 과제의 계획 또는 단순한 절차만을 피상적 $\div \frac{1}{4}$ 으로 나타낸 경우이다. 예를 들어 ‘상황을 제시하여 지도하겠다.’는 피상적인 형태의 문장이나 ‘은 곧 $\times 4$ 가 된다.’고 기술한 것들이 포함된다. 이는 학생들에게 제시할 상황들이나 $\times 4$ 가 되는 과정에 대해 수학적으로 타당한 근거 없이 기술하거나, 나눗셈과 곱셈에 해당하는 연산을 의미 없이 반복하도록 지도하는 방법을 제시하며, 또는 $\div \frac{1}{4}$ 을 4등분으로 표현하거나 4등분의 의미로 인식하는 것 등이다.

나. 예비교사의 Specialized Content Knowledge [SCK], Knowledge of Content & Students [KCS], Knowledge of Content & Teaching [KCT]

학습 내용에 대한 전문적인 지식과 학습자, 교수방법에 대한 지식인 SCK와 KCS, KCT를 복합적으로 측정하는 문항은 2번, 4번, 5번, 8번, 10번이다. 0수준과 1수준에 해당하는 응답이 가장 많이 나타났으며 이는 교사 역시 가르쳐야 할 학습 내용의 원리나 정확한 의미를 파악하지 못하고 학습자의 수준에 대한 이해를 바탕으로 한 적절한 교수 방법을 도입하는 전반적인 과정을 제대로 표현하지 못하는 것으로 나타났다.

먼저 학생들이 주로 혼동하는 수학 용어들을 바탕으로 학생들이 어려움을 겪는 이유와 이를 해소하기 위해 어떤 설명방법을 도입할 것인지를 묻는 문항에서는 제시된 예시들 외에도 수와 연산을 학습하면서 어려워할 수 있는 용어들이 무엇이 있는지를 들어 지도방법을 제시하도록 하였다. 학생들이 용어 학습에 있어 어려움을 겪

는 이유에 대하여 가장 많은 응답은 “용어가 한 자어로 되어 있기 때문”이며 “정의를 정확히 잘 모르기 때문”이었다. 다수의 예비교사들은 학습자에 대한 깊이 있는 이해를 바탕으로 한 응답을 제시하지는 못하였으며 용어를 설명하는 방법에서도 용어의 뜻만을 되짚는 수준에 그치는 경우가 많았다. 문제에 제시된 용어들 외에 수와 연산에 해당하는 용어들 중 학생들이 어려워할 것으로 예상되는 내용에 대한 설명을 요구하는 하위 문항에서는 절댓값에 대하여 가장 많이 응답하였으며 제수와 피제수, 계수와 상수 등도 언급되었다. 이러한 용어들에 대한 설명 역시 정의를 기술하는 수준에서 그치고 있었다. 이 문항에서 1수준에 해당하는 예비교사들이 66.04%로 가장 많았는데 설명 방법과 학생에 대한 이해를 피상적으로 기술한 경우이다.

학생이 어려워하는 다항식의 나눗셈을 직접적으로 제시하고 이를 설명하기 위한 방법을 도입하도록 하는 문항은 나눗셈 구조에 대한 구조적 이해를 바탕으로 몫과 나머지, 차수에 대한 설명을 하는 3수준에 해당하는 응답 사례를 발견하지 못하였다. 2수준(23.3%)은 나눗셈의 원리에 따라 몫과 나머지를 구하는 과정을 설명하려고 하였으나 몫과 나머지의 차수에 대한 설명이 미흡한 경우이다. 나누는 수를 단위로써 설명할 수 있어야 하며 나눗셈의 절차를 강조하는 설명은 과정을 세세히 설명했다라도 이에 해당하지 않는다. 1수준은 다항식의 나눗셈을 세로로 셈하여 몫과 나머지를 구한 결과만을 제시하거나 구체적인 설명 없이 숫자의 나눗셈과 연관 지어 설명한다는 선언만을 하는 경우로 이에 해당하는 응답 사례가 가장 많이 나타났다(73.3%).

함수의 이름과 변화율 간의 관계를 교사들이 알고 있는지 알아보기 위한 문항에 관하여서는 약 66%에 해당하는 예비교사들이 잘못된 응답을 선택하여 그 근거를 설명하려고 했으며 옳은 응

답을 선택한 경우에도 왜 그런 것인지를 정확히 설명하지 못하였다(0 수준). 이 문항은 2개의 하위문항으로 구성되어 있으며 하위 문항 (1)에서는 함수의 명칭을 결정하는 것에 대한 설명으로 알맞은 것을 고르고, 이 설명을 뒷받침할 수 있는 예시를 들어 설명하는 것이다. 하위 문항 (1)에서 선택한 답은 하위 문항 (2)의 응답에 직접적인 영향을 주는 형태이기 때문에 이에 대한 채점 기준을 하나로 개발하였다. 예비 검사에서 나타난 다수의 응답에서도 관찰할 수 있었지만 일차함수, 이차함수와 같이 명명하는 이유를 함수가 나타내고 있는 식에 기인한 것으로 생각하기 쉽지만 함수식은 변량 간의 관계와 변화율로 결정된다(Cooney, Beckmann & Lloyd, 2010; Lloyd, Herbel-Eisenmann & Star, 2011). 즉, 함수의 종류와 변화율에 대한 설명은 학년에 관계없이 함수에 대한 기본적인 아이디어로 도입되어야 한다. 이 문항은 교사들이 이 같은 내용을 파악하여 학생들에게 적절하게 설명할 수 있는지를 알아보기 위한 것이므로 학생들이 이해할 수 있는 수준에 맞추어 함수의 변화율에 관련된 설명이 구체적으로 제시되어야 한다. 가장 높은 빈도로 나타난 응답은 함수의 식을 보고 결정한다는 선택지로 나타났다. 또한 이를 뒷받침할 수 있는 가장 압도적으로 제시된 설명 방식은 최고차항의 계수나 차수에 따라 달라진다는 것을 언급한 것이었는데, 응답자 수 총 53명 중 14명에 해당하는 사람이 이와 같이 응답하였다. 문진수·김구연의 연구에서 나타난 결과에 따르면 대다수의 교사들이 일차함수의 정의와 일차함수식이 주어지는 이유에 대해 혼동하고 있음을 알 수 있었는데, 예비교사를 대상으로 검사를 실시한 결과도 이와 크게 다르지 않았다. 그러나 최고차항의 계수, 식의 모양으로 함수의 이름을 인식하는 것과 관련된 응답 가운데 질문한 학생의 수준과 지도 방법의 장점을 고려하였을 때 적절

한 지도방법이라고 응답한 예비교사들도 있었다.

예비교사 : '3차식 4차식의 최고차항일 때를 그렇게 말을 하는 건가요?' 이렇게 물어본 거로 봐서는 애가 2차함수를 배울 때 질문인 것 같은데 굳이 추후에 나오는 좀 다양한 더 지수함수나 로그함수 등을 고려를 해서 지금 이 상황에서 대답을 해주기보다는 이 학습을 한 후에 고차함수나 그런 것들을 다룰 때 까지만 고려를 해서 답변을 해줘도 괜찮을 거 같고요. 그렇기 때문에 앞으로 배울 1차 함수, 2차 함수, 고차함수 등등을 생각을 한다면 그러니까 '최고차항의 차수대로 명칭을 붙여야 한다.'라고 대답을 해줘야 한다고 생각합니다.

각 사례에서 세 명의 예비교사는 모두 함수식이 함수의 이름을 결정한다고 답하였으며 함수의 변화율로 함수의 이름을 설명할 수 없는 이유로 공통적으로 제시한 의견은 학생의 질문으로 보아 변화율을 이해할 수 있는 수준이 아니라는 것이었다. 교사가 가르치고자 하는 내용을 어떻게 설명하는지는 수학 학습 과정에서 매우 중요하며 수학내용에 대한 본질적인 이해를 바탕으로 학생들의 수준을 고려하여 설명할 수 있어야 한다. 이는 학생들이 이해할 수 있는 수준의 내용이 아니거나 개념적으로 혼란을 일으킬 수 있는 문제점을 배제하기 위해 단순한 내용만 가르치는 것과는 다른 차원이다. 또한 예비교사들은 학생이 직접 탐구하고 시각적으로 관찰할 수 있기 때문에 좋은 설명이 된다고 하였으나 다음의 예비교사는 함수식을 보고 함수를 분류하는 지도 방법에는 한계가 있음을 언급하였다.

예비교사 : 성준이가 지금 궁금해 하는 일차함수, 이차함수 뭐 이런 것에 대해서는 장 선생님의 답변이 가장 접근을

잘한 것 같고요. 하지만 모든 우리가 앞으로 배워야하는 모든 함수에 대해서 이런 방식으로 이름을 붙인 것은 아니라는 것도 말을 해줄 필요가 있다고 생각합니다.

8번 문항은 분산과 표준편차를 각각 도입하는 이유를 교사가 알고 설명할 수 있는지를 알아보기 위한 문항이다. 용어의 정의나 수식을 되풀이하는 설명방식에서 벗어나서 구체적으로 분산과 표준편차가 확률 통계에서 갖는 의미를 학생들이 이해할 수 있도록 구체적인 예시나 수학적 근거를 들어 설명할 수 있는 능력을 알아보려고 하였다. 표준편차는 분산에 루트를 씌운 것이라는 수식을 반복하는 경향이 두드러졌으며 피상적으로 값의 흩어진 정도를 언급하는 경우도 많았다. '단위를 맞추기 위해서'라는 표현한 경우도 발견하였는데 구체적으로 의미하는 단위가 무엇인지 그 단위를 학생들에게 어떻게 이해시킬 것인지에 대한 아이디어가 드러나지 않아 궁극적으로는 편차와 표준편차를 따로 도입하는 이유에 대해 질문한 학생의 응답에는 유의미한 답변을 제시하지 못한 것으로 보였다. 83.3%의 예비교사들이 0수준에 해당하였고 무응답이 가장 많은 문항이었다.

다. 예비교사의 SCK, KCS, KCT, KCA

이 연구에서 중점적으로 알아보려고 했던 모든 영역을 복합적으로 구성한 MKT 문항의 마지막 유형으로, 학습 내용에 대한 깊이 있는 지식(SCK)을 바탕으로 학생의 수준을 파악하고(KCS) 교수방법을 계획(KCT)하는 하나의 과정으로써 평가 문항을 개발하고 평가 결과를 진단할 수 있는지(KCA)를 알아보려고 하였다. 이들 문항에서 역시 0수준에서 1수준에 해당하는 예비교사들이 가장 많았으며 이는 명확한 기준과 계획은

바탕으로 한 평가문항을 제작하지 못하고 과정상의 논리적 설명이 미흡함을 나타낸다. 예비교사들이 구성된 평가 문항과 수학과제들은 대체로 낮은 수준에 해당하는 것들로 간단한 공식에 대입하거나 답을 구하기 위해 거쳐야 하는 과정에서 평가 및 과제 활동을 통한 학습자의 유의미한 학습이 일어나도록 도울 수 없는 형태들이었다.

6번 문항은 총 8개의 그래프를 이용하여 수학과제나 평가 문항을 만들어 학습 목표와 지도시 유의사항 등을 교사가 유기적으로 구성하는 것이었다. 검사 문항 가운데 하위문항이 가장 많으며 단계적으로 응답해야 하는 내용이 많았으나, 학습지도안이나 수행 평가와 같이 교사가 직접 활동을 계획해야 하는 과정에서 반드시 거치는 과정에 해당하기 때문에 오히려 문항을 풀어나가는 데에 있어서 단계적인 도움을 받을 수 있는 문항이라고 할 수 있다. 모든 하위 문항들에 대한 응답이 일관성이 있고 실제 수업에서 구현할 수 있도록 방법을 상세하게 나타낸 계획성 있는 응답이라면 3수준에 해당하며 2수준은 모두 응답을 하였지만 각 응답이 유기적으로 연결되지 않거나 교사가 문항에서 설정한 학습 목표를 달성하기에 충분하지 않은 활동이나 문항들을 제시하며 학생들에게 기대하는 성취수준을 불분명하게 제시한 경우이다. 1수준은 활동에 대한 계획은 있으나 계획을 실현하기 위한 방법들을 제시하지 못하여 전반적으로 의도가 분명하게 드러나지 않은 응답이 해당되며 무응답이나 모두 연결성이 떨어지는 응답을 한 경우 0수준에 해당한다. 다수의 예비교사들은 ‘~하겠다.’는 형태의 계획성을 나타내는 단순한 형태로만 활동과 구성 이유를 제시하였으며 ‘의사소통을 신장시킨다, 추론 능력을 강화한다.’ 등과 같이 의미가 불분명한 학습 목표를 제시하여 1수준에 해당하였다(70%). 2수준(10%)에 해당하는 응답에

서도 간단한 문장으로 서술된 형태가 가장 많이 나타났으며 제시된 그래프를 교육과정에 따라 학습하는 함수 형태와 연결하여 활동을 구성하겠다는 응답이 가장 많았다.

9번 문항의 경우 2개의 하위 문항을 포함한 형태로 구성되어 있다. 첫 번째의 하위 문항에 대한 응답이 단답형을 제시될 가능성이 높아 두 번째 하위 문항과 통합하여 수준을 분류하는 채점기준을 마련하여서 분석에 적용하였다. 좌표평면 상에 나타난 두 선분과 그 중점이 그려진 그림 자료를 보고 이를 활용할 수 있는 단원 및 학습 내용을 적절하게 선정하고 이를 활용한 평가문항을 만들도록 하는 것이었다. 또한 평가 문항을 통해 중점적으로 평가하고자 하는 내용은 무엇인지 학생의 풀이 과정에 반드시 포함되어야 하는 요소는 무엇인지를 제시하도록 하였다. 61.9%의 예비교사들이 중점, 교점, 내분점, 대칭점과 같은 소재에서 활용하겠다고 답하여 가장 압도적인 비율로 나타났다. 대다수가 평가 문항을 구성하였지만 기존의 교과서에서 개념학습을 한 직후 반복적으로 수행하게 되는 단순 계산 문제나 연습 문제와 같은 유형을 답습하고 있었으며 학습자나 교사에게 유용한 정보를 제공할 수 있는 문항들은 아니었다. 이 문항은 하위문항 (1)에서 제시한 개념들을 바탕으로 문제를 직접 구성할 수 있는지와 학습자의 인지적 노력수준 (cognitive demand)을 얼마나 요하는 문제로 구성하였는지를 측정하고자 하였다. 3수준은 활용 단원과 평가 문항, 평가 기준을 유기적으로 잘 구성하여 제시하여 제작한 평가 문항이 학습자의 사고 과정에 도움을 주는 높은 수준의 과제로 구성한 것으로 6.7%의 예비교사들의 응답만이 해당되었다. 2수준은 단원과 평가 기준이 미흡하지만 높은 수준에 해당하는 과제를 정확히 구성하였거나 모두 연결성 있는 요소로 제시하였지만 낮은 수준에 해당하는 과제를 제시한 경우로

13.3%로 나타났다. 단원과 평가 기준이 미흡한 가운데 과제가 낮은 수준이거나 제시한 모든 요소들이 연결성이 떨어지는 가운데 낮은 수준의 과제를 구성한 1수준으로 66%가 해당되었다. 마지막으로 0수준에는 평가 문항을 전혀 제작하지 못하였거나 활용 단원이나 근거 없이 낮은 수준의 과제만을 제시한 경우와 무응답이 해당한다. 이 문항에서 대부분의 예비교사들이 낮은 수준의 과제를 제시하였으며 평가 기준을 제시하지 못하였다.

라. 예비교사의 Mathematical Knowledge for Teaching 특징

문항 개발 과정에서 예비교사의 설문 검사 결과와 인터뷰 내용을 활용하기 위해서는 MKT의 특성을 알아보는 것이 필요하였으며 자료 분석 과정에서 몇 가지 특성들을 파악할 수 있었다. 먼저 예비교사들의 설문 검사 및 인터뷰 과정에서 올바른 응답을 한 경우, 대체로 비슷한 형태의 답을 제시하고 있었으며 교과서 및 교사용 지도서의 정보와 크게 일치하였다. 이는 특히 3번 문항에서 두드러지게 나타난 응답 경향이며 대체로 0수준에서 3수준에 이르기까지 고른 분포를 나타내고 있었으나 응답의 패턴이 매우 똑같거나 단순한 공식을 제시하는 선에 그치는 응답이 다수인 점이 두드러지게 나타났다. 3수준에 해당하는 응답들의 경우, 설명방법을 제시한 순서만 다를 뿐 완벽히 같은 해법을 제시하고 있었는데 그 설명 방법은 대수타일을 이용한 방법과 분배법칙, 그리고 임의의 숫자를 대입하여 $(x+3)^2$ 과 x^2+3^2 값이 같지 않음을 직관적으로 확인하는 방법이었다.

3번 문항처럼 교과서와 교사용 지도서를 그대로 따르는 것과 비슷한 사례는 1번 문항의 응답에서도 발견할 수 있었다. 예비교사는 2009 교육

과정에서 유리수의 나눗셈을 역수의 곱으로 설명하도록 제시한 것으로 기술하였다. 그러나 2009 개정 교육과정에서 중학교 1~3학년 군의 수와 연산 영역에서 정수와 유리수 단원의 학습 내용과 성취 기준에서 이 같은 유리수의 연산과 관련된 내용은 “정수와 유리수의 사칙계산의 원리를 이해하고, 그 계산을 할 수 있다(교육과학기술부, 2011, p. 27).”로 학생들이 달성해야 하는 학습 목표로 볼 수 있는데 교사용 지도서는 해당 개념을 지도하기 위한 구체적인 방법을 제시하지 않는다. 교과서와 교사용 지도서를 그대로 따르는 경향을 고려하여 2009 개정 교과서에서 정수와 유리수의 사칙계산을 학습하는 과정을 살펴보았지만 교과서의 어느 부분에서도 곱셈은 물론 나눗셈의 원리와 관련한 설명을 하지 않으며 주요 학습 내용 외 교과서의 여백에서 역수의 계산에 해당하는 절차를 강조하고 있었다. 계산의 절차를 강조하는 특성은 양의 유리수와 음의 유리수가 혼합된 계산에서도 나타나고 있었는데 음의 부호가 포함된 계산에서도 일련의 규칙처럼 부호를 결정하는 방법을 제시하는 것에 그치는 것으로 나타났다.

9번 문항에서 대부분의 교사들이 중점, 내분점, 교점, 일차방정식과 같은 단원의 일관적인 관찰 결과를 제시하였고 평가 문항 역시 교과서에 제시된 단순 예시 문제와 비슷한 형태로 제작하였다. 예비교사 및 교사를 대상으로 교과서의 제시된 문항에서 높은 수준에 해당하는 과제들과 낮은 수준에 해당하는 과제들의 수준을 변형하여 제작할 수 있는지를 탐색한 연구들의 결과와 유사한 것으로 상당수의 (예비)교사들은 낮은 수준에 해당하는 수학 과제들을 높은 수준의 과제로 인식하였으며 높은 수준의 과제로의 변형을 어려워하였다(김대영·김구연, 2014; 이혜림·김구연, 2013).

두 번째로는 어떤 MKT 영역에 대한 문항에서

도 CCK로 두드러지는 응답 형태를 보였다. 이는 전공자가 아닌 경우에도 이해하고 말할 수 있는 수준에 해당하는 일반적인 내용지식으로 피상적인 설명에 그치는 현상으로부터 관찰된 사실이다. 이를 통해 예비교사의 설문 검사 결과와 인터뷰 내용을 바탕으로 문항을 수정하였다. 문항 3번의 경우, 학생의 이해를 돕기 위해 세 가지 이상의 방법으로 설명해줄 것을 요구하여 KCT를 자세히 알아보기 위해 제작된 문항이었으나, 예비교사들의 응답 경향으로 보았을 때 실제로 설명을 하기 보다는 설명을 하는데 도움이 되는 아이디어들을 단순히 나열하는 수준에 그치고 있었다.

세 번째로는 다양한 표현과 자료를 통한 지도가 필요함에도 불구하고, 제대로 된 모델을 제시하거나 지도 방법에 대한 구체적인 정보를 충분히 제시하지 못한 것으로 나타났다. 이는 문항에 대한 응답의 대체적인 언어 표현과 문장이 매끄럽지 못하고 논리적 연결성이 떨어지는 서술 형태를 띠고 있는 것과 관련된다. 설문 검사를 수행하는 데 긴 시간이 걸린다는 어려움을 감수하고 가능한 한 교사들의 지식을 심층적으로 알아보기 위해 서술형으로 구성한 것이다. 그럼에도 서술보다는 약술 약술보다는 단답식의 응답이 주를 이루고 있었으며 이러한 패턴은 교수 방법이나 학습자에 대한 교사의 판단을 요구하는 문항에서 뿐만 아니라 내용에 관한 지식인 용어나 정의를 설명하는 문항에서도 나타났다. 이는 예비교사의 MKT를 설명하는 하나의 특성으로 볼 수 있다.

마지막으로 앞에서 나타낸 MKT 특성과 각 문항에 대한 측정 결과를 바탕으로 보았을 때 예비교사들은 MKT를 고루 갖추고 있지 못함을 추정할 수 있다. 검사 문항은 측정하고자 하는 지식 영역이 점진적으로 확장되며 교수 활동에 기초가 되는 내용들을 모두 포함하였으나 가르칠

내용을 정확히 알고 있지 못하기 때문에 나타나는 오류가 많았고 교수 방법과 내용을 접목한 지식인 KCT는 현장에서 항상 필요한 지식임에도 불구하고 SCK를 바탕으로 한 원리를 설명하지 못하였다. 더불어 학습자가 무엇을 알고 또 무엇을 모르는지를 규명하지 못하고 있는 점도 다른 MKT 요소에 영향을 주는 것으로 파악되었다.

V. 결론 및 시사점

이 연구는 교사들의 MKT를 측정할 수 있는 도구를 개발하여 측정하고 분석하고자 하는 시도의 연장선상에서 시행된 연구로, 개발된 MKT 문항을 예비교사들에게 적용하여 MKT 수준이 어떠한지 알아보려고 하였다. 예비교사들의 응답 경향으로 보았을 때, 교과서 및 교사용 지도서의 지도 방법과 절차 등을 거의 비슷하게 제시하였다. 이는 교사의 지식에 교과서, 교사용 지도서 등의 교육과정 도서(curriculum materials)가 미치는 영향이 크다는 것을 짐작할 수 있으며(김민혁, 2013; Grouws, Tarr, Chavez, Sears & Taylan, 2013) 교과서가 제시하는 수학과제의 수준을 학생들의 수학적 사고를 촉진하는 높은 수준의 과제로 동일시하는 점과도 일맥상통한다(김대영·김구연, 2014). 교과서에 포함된 수학과제들은 대체로 공식이나 알고리즘을 의미 없이 적용하는 절차적 계산을 강조하며(권지현·김구연, 2013; 김미희·김구연, 2013; 홍창준·김구연, 2012) 이러한 경험이 예비교사들에게 어느 정도 투영된 것으로 추정할 수 있다. 따라서 교육과정은 물론 교육과정 도서가 교사의 학습 도구로써 고차원적 사고를 촉진하는데 활용될 수 있도록 구성되는 것이 중요함을 알 수 있다.

문항 개발 과정에 있어 이러한 예비교사 및 현직교사의 MKT 특성을 반영하는 것은 필수

적인 과정이며 이 과정을 통해 MKT의 평가 기준과 내용을 보다 구체화하고 명확히 할 수 있다. 이 때, 문항의 난이도를 어떻게 설정할 것인지 교사의 지식을 어디까지 알아볼 수 있도록 기준을 세울 것인지에 대한 고민이 필요하다. 이 연구를 통해서서는 개발 체제 및 결과 활용의 다양한 방안을 기대할 수 있다. 개발된 문항을 바탕으로 연구 대상을 달리 하여 연구를 진행할 수 있다. 대단위로 확장을 할 수 있고, 예비교사와 현직교사를 대상으로 비교하는 연구도 가능하다. 또는 학교 급을 구분하여 비교 연구를 진행할 수 있는데, 연구 대상자가 해당 년도에 가르치고 있는 학년에 따라 응답의 경향이 달라질 수 있으나 이 역시 좋은 연구 문제가 될 수 있으므로 가르치는 학년과 관계없이 검사를 진행하는 것도 의미가 있을 것이다. 현재 이 연구에서 개발된 문항의 검사 내용은 중학교 수준이나, 이후 고등학교에서 학습할 내용들의 기초가 되는 부분이기 때문에 고등학교 급의 교사를 대상으로 연구를 진행하는 것도 가능하다.

다음으로는 개발 문항의 다양화를 기대할 수 있다. MKT 구성 요소를 단일하게 측정할 것인가, 복합적으로 측정할 것인가를 고려하여 문항을 개발할 수 있고, 내용 영역에 해당하는 문항을 더욱 다양하게 개발할 수 있다. 이 연구에서는 모든 문항에 대해 MKT를 복합적으로 측정할 수 있도록 개발하였다. Ball, Hill, & Schilling (2004)과 Ball, Hill & Bass(2005)가 제시한 문항은 초등 교사의 MKT를 측정하기 위한 것이었으며 MKT 영역은 단일하게 구성하였다. 그러나 수학교사가 수업에서 실제로 활용하는 지식은 가르칠 내용에 대한 지식(CCK, SCK)과 같이 단 한 가지의 MKT로만은 구현될 수 없는 것이다. 이는 각 MKT 영역이 수학교사의 교수 활동에 상호 영향을 준다는 것을 의미하는 것이기도 하며 측정을 위해서는 MKT 영역을 복합적으로 구

성하는 것이 불가피하다는 것을 뒷받침해주기도 한다. 또한 앞서 조사된 예비교사의 MKT 특성 등을 반영하여 수준을 나누어 다양하게 개발할 수 있다. 각 문항에 대한 수준을 분류하여 점수로 환산한 것은 개발 과정에서 나타난 응답 형태를 보기 위해 제시한 것이며 가중치를 부여한 점수로 측정하여 결과를 활용할 수 있다.

마지막으로 이 연구는 교원 양성 및 교사 연수 프로그램의 구성과 나아가야 할 방향성을 설정하는데 기여할 수 있을 것이다. 개발된 문항들은 모두 교사들이 반드시 알아야 하는 지식에 초점을 둔 것이며 단순히 읽고 외워야 하는 요소들이 아니라 끊임없이 탐구하여 그 결과를 적용하는 것이므로 학교 현장과 긴밀한 연관을 갖는 내용들이다. 측정의 목적과 그 결과는 교사들이 형성하고 있는 지식에 대한 가치판단이 목적이 아니며 결과가 시사하고 있는 바가 무엇인지를 규명하여 교사 개인의 의식 제고는 물론 교사를 위한 양성 프로그램과 교육 환경을 둘러싼 요소들을 개선해 나가려는 노력으로 구체화되어야 한다. 예비교사의 응답이 교과서나 교사용 지도서 등과 같은 교육과정 도서(Curriculum materials)가 제시하는 정보와 크게 일치하는 연구 결과를 토대로 보았을 때 교육과정 도서는 수학 과제를 선별하는 데에 가장 접근성이 큰 도구이자 교사의 학습 매체라고 할 수 있다. 따라서 교사의 학습과 지식 신장을 고려하여 교육과정 도서를 개발해야 함은 물론 교육과정을 구성하는 과정에서도 이 같은 현상을 반영하여야 할 것이다. 수학교사로서 꼭 가져야 할 지식인 MKT를 공고히 하는 것은 물론 더 나아가 이것이 살아있는 지식으로 구현되는 수학 수업과 학습 환경을 구축하기 위해서는 이 모든 방안들을 구체화하려는 노력이 수반되어야 할 것이다.

참고문헌

- 고희정 · 고상숙(2013). 고등학교 미적분 수업에 서 나타나는 초임교사의 교수를 위한 전문화된 수학내용 지식(SCKT). **한국학교수학회논문집**, 16(1), 157-185.
- 권지현 · 김구연(2013). 중학교 수학 교과서에 제시된 기하영역의 수학 과제 분석. **수학교육**, 52(1), 111-128.
- 김구연(2011). How teachers use mathematics curriculum materials in planning and implementing mathematics lessons. **학교수학**, 13(3), 485-500.
- 김미희 · 김구연(2013). 고등학교 교과서의 수학 과제 분석. **학교수학**, 15(1), 37-59.
- 김대영 · 김구연(2014). 중등 수학교사의 교과서 수학과제 이해 및 변형 능력. **학교수학**, 16(3), 445-469.
- 김민혁(2013). 수학 교사의 교과서 및 교사용 지도서 활용도 조사. **학교수학**, 15(3), 503-531.
- 김영천(201). **질적연구방법론**. 서울: 문음사.
- 노선숙, 김래영, 김구연, 김민경, 고정숙, 권혜란, 김기영, 김도희, 김민연, 박미영, 박석순, 박지원, 이민희, 이선비, 이아름, 이일웅, 이현희, 전지훈, 정빛나(2013a). **수학과 서술형 논술형 평가의 실제 중학교 2학년**. 서울: 경문사.
- 노선숙, 김구연, 김래영, 김민경, 고정숙, 권혜란, 김기영, 김도희, 김민연, 박미영, 박석순, 박지원, 이민희, 이선비, 이아름, 이일웅, 이현희, 전지훈, 정빛나(2013b). **수학과 서술형 논술형 평가의 실제 중학교 3학년**. 서울: 경문사.
- 문진수 · 김구연(2015). 중등 수학교사의 함수에 대한 지식(MKT) 측정 및 분석. **학교수학**, 17(3), 469-492.
- 방정숙 · Yeping Li(2008). 예비 초등 교사들의 분수 나눗셈에 대한 지식. **수학교육**, 47(3), 291-301.
- 서관석 · 전경순(2000). 예비 초등 교사들의 분수 연산에 관한 내용적 지식과 교수학적 지식 수준에 대한 연구: 교사교육적 관점. **수학교육학연구**, 10(1), 103-114.
- 이승훈 · 조완영(2013). 수학교사의 이차곡선에 관한 내용지식의 분석. **학교수학**, 15(4), 995-1013.
- 이혜림 · 김구연(2013). 수학교과서 문제에 대한 예비중등교사의 이해 및 변형 능력. **수학교육학연구**, 23(3), 353-371.
- 홍창준 · 김구연(2012). 중학교 함수 단원의 수학 과제 분석. **학교수학**, 14(2), 213-232.
- Ball, D. L., Hill, H. C., Rowan, B., & Schilling, S. (2002). *Measuring teachers' content knowledge for teaching: Elementary mathematics release items, 2002*. Ann Arbor, MI: Study of Instructional Improvement.
- Ball, D. L., Hill, H. C., & Schilling, S. G. (2004). Developing measures of teachers' mathematics knowledge for teaching. *Elementary School Journal*, 105(1), 11-30.
- Ball, D. L., Lewis, J., & Thames, M. H. (2008). Making mathematics work in school. *Journal for Research in Mathematics Education, Monograph 14*, 13-44.
- Ball, D. L., Lubienski, S. T., & Mewborn, D. S. (2001). Research on teaching mathematics: The unsolved problem of teachers' mathematical knowledge. In V. Richardson (Ed.), *Handbook of research on teaching* (4th ed., pp. 433-456). Washington, DC: American Educational Research Association.
- Ball, D. L., Thames, M. H., & Phelps, G. (2008). Content Knowledge for Teaching: What Makes It Special? *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389-407.

- Collopy, R. (2003). Curriculum Materials as a professional development tool: How a mathematics textbook affected two teachers' learning. *Elementary School Journal, 103*, 287-311.
- Cooney, T. J., Wittman, E. C., Schrage, G., Dossey, J., & Brawn, S. I. (1996). *Mathematics, pedagogy, and secondary teacher education*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Cooney, T. J., Beckmann, S., & Lloyd, G. M. (2010). *Developing essential understanding of functions for teaching mathematics in grade 9-12*. Reston, VA.: National Council of Teachers of Mathematics.
- Copur-Gencturk, Y. (2015). The effects of changes in mathematical knowledge on teaching: A longitudinal study of teachers' knowledge and instruction. *Journal for Research in Mathematics Education, 46*, 280-330.
- Cramer, K. (2004). Facilitating teachers' growth in content knowledge. In R. Rubenstein (Ed.), *Implementing the teacher principle: 2004 yearbook*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Fennema, E., & Franke, M. L. (1992). Teachers' knowledge and its impact. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 147-164). New York: Macmillan.
- Grouws, G. A., Tarr, J. E., Chavez, O., Sears, R., Soria, V. M., & Taylan, R. D. (2013). Curriculum and implementation effects on high school students' mathematics learning from curricula representing subject-specific and integrated content organizations. *Journal for Research in Mathematics Education, 44*, 416-463.
- Henningsen, M., & Stein, M. K. (1997). Mathematical tasks and student cognition: Classroom-based factors that support and inhibit high-level mathematical thinking and reasoning. *Journal for Research in Mathematics Education, 28*, 524-549.
- Hill, H. C., Rowan, B., & Ball, D. L. (2005). Effects of teachers' mathematical knowledge for teaching on student achievement. *American Educational Research Journal, 42*(2), 377-406.
- Hill, H. C., Schilling, S. G., & Ball, D. L. (2004). Developing measures of teachers' mathematics knowledge for teaching. *Elementary School Journal, 105*, 11-30.
- Hill, H. C., Sleep, L., Lewis, J. M., & Ball, D. L. (2007). Assessing teachers' mathematical knowledge: What knowledge matters and what evidence counts? In F. K. Lester Jr. (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 111-155). Charlotte, NC: Information Age.
- Hill, H. C., Ball, D. L., & Schilling, S. G. (2008). Unpacking pedagogical content knowledge: Conceptualizing and measuring teachers' topic-specific knowledge of students. *Journal for Research in Mathematics Education, 39*, 372-400.
- Izsák, A., Jacobson, E., de Araujo, Z., & Orrill, C. H. (2012). Mathematical Knowledge for Teaching Fractions with Drawn Quantities. *Journal for Research in Mathematics Education, 43*(4), 391-427.
- Keiser, J. M. (2000). The role of definition. *Mathematics Teaching in the Middle School, 5*, 506-11.

- Kvale, S. (1996). *Interviews: An introduction to qualitative research interviewing*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Lamon, S. J. (2012). *Teaching fractions and ratios for understanding: Essential content knowledge and instructional strategies for teachers*. New York: Routledge.
- Lloyd, G. M., Herbel-Eisenmann, B., & Star, J. R. (2011). *Developing essential understanding of functions for teaching mathematics in grade 6-8*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- McCrary, R., Floden, R., Ferrini-Mundy, J., Reckase, M. D., & Senk, S. L. (2012). Knowledge of algebra for teaching: A framework of knowledge and practices. *Journal for Research in Mathematics Education*, 43(5), 584-615.
- Mertler, C. A. (2009). Teachers' assessment knowledge and their perceptions of the impact of classroom assessment professional development. *Improving Schools*, 12(2), 101-113.
- National Council of Teachers of Mathematics. (1995). *Assessment standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.
- National Council of Teachers of Mathematics (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.
- Posamentier, A. S., Smith, B. S., & Stepelman, J. (2010). *Teaching secondary mathematics: techniques and enrichment*. Boston, MA: Allyn & Bacon.
- Remillard, J. T., & Bryans, M. B. (2004). Teachers' orientations toward mathematics curriculum materials: Implications for teacher learning. *Journal for Research in Mathematics Education*, 35, 352-388.
- Sanchez, W. B. (2013). Open-ended questions and the process standards. *Mathematics Teacher*, 107(3), 206-211.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Stein, M. K., Grover, B. W., & Henningsen, M. (1996). Building student capacity for mathematical thinking and reasoning: An analysis of mathematical tasks used in reform classrooms. *American Educational Research Journal*, 33, 455-488.
- Stein, M. K., & Smith, M. S. (2010) The influence of curriculum on students' learning. In B. J. Reys, R. E. Reys & R. Rubenstein (Eds.), *Mathematics curriculum: Issues, trends, and future directions* (pp. 351-362). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

Measuring and Analyzing Prospective Secondary Teachers' Mathematical Knowledge for Teaching [MKT]

Jeon, Mihyun (Graduate School of Education, Sogang University)

Kim, Gooyeon (Sogang University)

This study explored preservice secondary mathematics teachers' mathematical knowledge for teaching [MKT]. In order to measure preservice teachers' MKT, we developed items according to Ball, Thames & Phelps (2008)'s domains and conducted to 53 preservice teachers. Also, we interviewed 1 preservice teacher with the items and a set of interview questions. The findings from the data analysis suggested as follows: a) overall, the preservice teachers scored average 30.2 out of 100; b) the preservice teachers appeared to be unable to explain students' difficulties in learning a specific mathematical idea and how they would respond to and resolve such difficulties.

* Key Words : Mathematical Knowledge for Teaching [MKT], teacher knowledge(교사 지식), preservice mathematics teacher(예비수학교사), measuring MKT (MKT 측정)

논문접수 : 2015. 10. 12

논문수정 : 2015. 11. 9

심사완료 : 2015. 11. 15