

중등 수학교사의 함수에 대한 지식(MKT) 측정 및 분석¹⁾

문진수* · 김구연**

이 연구에서는 함수 영역에서 현직 중등 수학 교사들의 교수를 위한 수학적 지식(Mathematical Knowledge for Teaching, 이하 MKT) 수준을 검증할 수 있는 문항을 영역별로 개발하고, 이를 이용한 검사를 통해 중등 수학교사들의 함수 영역의 MKT 수준이 어떠한지 알아보고자 한다. 이를 위해 먼저 고등학교 1학년 수준에서 함수 영역에 대한 검사 문항을 개발하여 서울 지역의 총 5개의 고등학교 현직 수학 교사 34명을 상대로 검사를 실시하여 자료를 수집하여 분석하였다. 자료 분석 결과 교사들이 얻은 점수를 백점 만점으로 환산 시 검사지 총점의 평균은 67.4점으로 나타났는데, Common Content Knowledge[CCK], Knowledge of Content and Teaching[KCT] 영역의 점수에 비해 Specialized Content Knowledge[SCK] 영역의 점수가 낮게 나타났다. 또한 각 영역별 총점을 상관관계 분석을 통해 살펴본 결과 SCK, KCS 그리고 KCT 영역이 서로 통계적으로 유의미한 상관관계가 있었고 이와 다르게 CCK와 나머지 영역들 간에는 통계적으로 유의미한 상관관계는 나타나지 않았다.

1. 서론

Stein, Grover & Henningsen(1996)은 교과서의 수학 과제가 학습자의 학습으로 이어지는 과정을 수학 과제 프레임워크(Mathematical Tasks Framework [MTF])로 제안하였다(그림 I-1). MTF는 교사가 수업을 준비하는 과정에서 문서화 된 형태의 교육과정 자료에 있는 수학 과제를 선택하여 수업 시간에 실행하는 단계를 보여준다. 이러한 단계를 거쳐 수학 과제는 학습자의 학습에까지 도달하게 된다. 이 때, 수학 과제는 각 단계를 거치면서 다양한 요인들의 영향을 받는다(Remillard, 1999; Stein et al., 1996). 이러한 요인들 중의 하나는 교사가 수업시간에 도달하고자 하는 목표

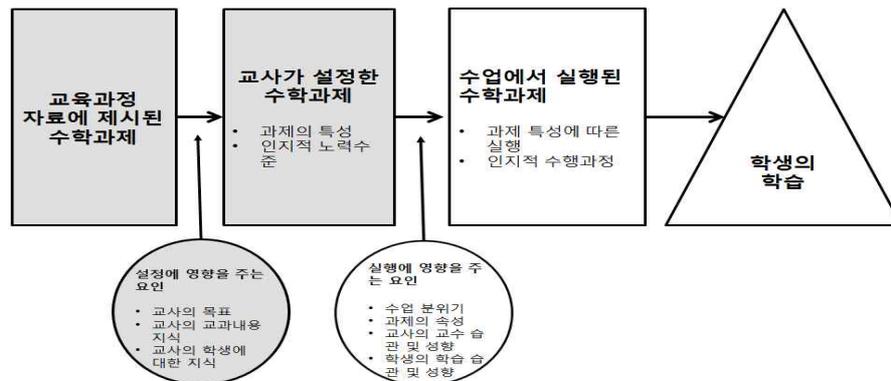
혹은 가르치고자 하는 내용에 대한 교사의 지식과 학습자에 대한 교사의 지식이다. 교사의 지식은 교사가 수업을 준비하는데 있어 영향을 주는 핵심적인 요인이며 교사의 행동과 선택을 이끌어 내고 추론하고 판단하고 대안을 고려하고 반영하고 행할 수 있는 유연함을 제공하는 기반이 된다(Ball, 1990). 궁극적으로 교사가 어떻게 행동하는지와 교사의 잠재적 효율성은 교사가 가지고 있는 지식에 달려있다(Ball, 1990; Copur-Gencturk, 2015; Fennema & Franke, 1992; Leikin & Levay-Waynbert, 2007). 따라서 교사의 지식은 교사가 수업을 준비하는데 있어 영향을 주는 핵심 요인이다.

학교 교육의 질 개선을 위한 수업 살리기의 핵심은 교사이며 전문가로서의 교사의 능력을

* 계양중학교, jsmun@sogang.ac.kr (제1 저자)

** 서강대학교, gokim@sogang.ac.kr (교신저자)

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



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

신장시킬 수 있는 지원방안에 대한 관심이 날로 높아지고 있다. 이러한 교사의 전문성에 대한 관심들은 내용교수지식(Pedagogical Content Knowledge [PCK])이라는 개념과 맞닿아 많은 연구가 수행되어 왔다. PCK는 교사가 학생을 가르치기 위해서는 교육학 내용과 이를 활용하는 지식 이외에 다른 특별한 지식이 필요하다는 인식에서 Shulman (1986)에 의해 교수 활동의 기반 지식으로 제기된 이래 교사의 전문성 논의에서 핵심으로 논의되어 왔다. PCK는 교사의 전문성을 대표하는 개념으로 수학과와 수학 교사간의 차이를 구별하는 뚜렷한 기준이 된다. 수학을 잘 안다고 하는 것이 잘 가르치는 것을 보장하지는 않는다는 사실은 수업활동에 있어서 교사의 PCK의 중요성을 부각시킨다. Fennema & Franke(1992)는 교사의 지식이 더 이상 교사의 교실에서의 행동과 학생들의 학습에 영향을 미치는 유일한 요인이 아니며 [그림 I-2]와 같이 다양한 요소들과 상호작용하는 것으로 설명하였는데, 이러한 상호작용은 여러 맥락 속에서 이루어지는 것이며 교사의 지식을 발전시키는 바탕이 된다. 이는 교사지식에 대한 통합으로 확장된다(Petrou & Goulding, 2011, 그림 I-3).

Shulman의 PCK를 바탕으로 수학 교사에게 필수적인 지식으로 수학교과에서는 Mathematical

Knowledge for Teaching[MKT]의 개념이 정립되었으며 MKT는 수학내용에 대한 개념적 이해, 여러 주제와 아이디어 간의 연결성, 특정 아이디어에 대한 다양한 표상 및 표현 능력, 그리고 특정 내용에 대한 학생들이 가지는 어려움을 포함하는 것으로 설명된다(Ball, Rubiensi & Mewborn, 2001). 나아가, Ball, Thames & Phelps(2008)는 MKT의 영역을 규명하는 시도로 교과 지식(Subject Matter Knowledge)과 내용교수지식(Pedagogical Content Knowledge)으로 나누어 설명한다.

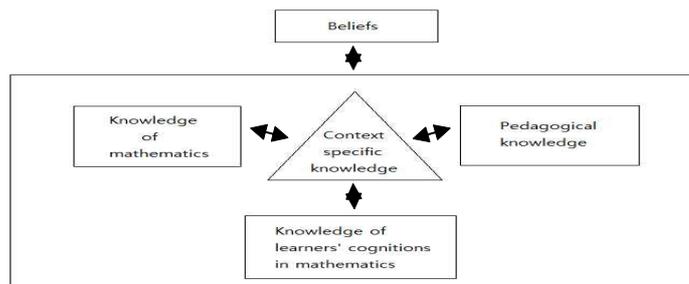
수학 교사는 수학적 지식을 적절하게 구성하여 흥미로우면서도 의미가 있도록 만들어서 학생들에게 제공해야 하며 이러한 활동을 통해 교수학습과정이 의미 있는 것이 되도록 만들어야 한다. 수업을 구성하고 실행하는 주체가 교사라는 점에서 이러한 활동의 바탕이 되는 교사지식에 대한 체계적이고 일관된 관찰이 필요하다 하겠다. 이 연구에서는 교사의 수업전문성의 현재를 가늠할 수 있는 렌즈로 교사의 MKT 측정을 시도하고자 하는데, 함수 영역의 개념과 원리를 중심으로 중등교사의 MKT 수준을 조사하여 분석하려고 한다. 함수는 거의 모든 수학 분야에 걸쳐 활용되는 만큼 정의가 다양하며 함수의 개념은 광범위하고 유연해서 대수, 기하, 측정과 확률 그리고 데이터 분석에 이르는 등 대부분의 고등

학교 교과과정 내용에서 볼 수 있다. 함수를 통해 고등학교 교과과정의 유기적인 구조를 알 수 있으며 함수는 현실에서 관계와 변화에 대해 공부할 수 있는 기회를 제공한다(Cooney, Beckmann, & Lloyd, 2010). 그러나 실제 교육환경에서는 함수 개념과 관련된 기본적인 내용에 대한 이해가 강조되지 않으며 개념이해를 바탕으로 하지 않고 암기에 의존하여 문제 해결을 시도하거나 문제해결과정에서 틀에 박힌 문제유형에 집중되어 있다. 따라서 중등 수학 교사들의 함수 영역에 대한 개념이해와 원리를 살펴보는 것은 의미가 있는 일이다. 이러한 배경에서 중등 수학 교사들의 함수 영역에 대한 MKT 수준과 지식수준에 영향을 미치는 일반적인 특성을 탐색하고자 한다. 이를 위한 구체적인 연구 문제는 다음과 같다. 첫째, 현직 중등 교사들의 함수 영역에서의 MKT 수준은 어떠한가? 둘째, 현직 중등 수학

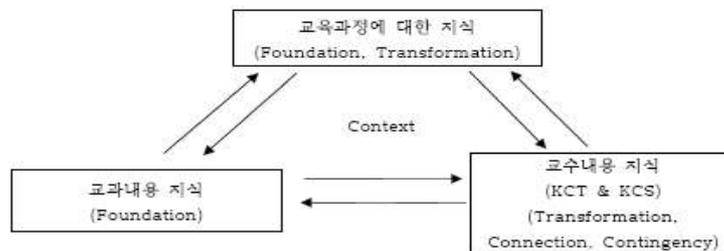
교사들의 일반적 특성(성별, 연령, 교직경력, 담당학년, 교육대학원 졸업여부, 학교 설립 유형)과 함수 영역에서의 MKT 수준 사이에는 어떤 관계가 있는가?

II. 이론적 배경

학생들을 가르치기 위해서 교사는 어떤 지식을 가져야 하는가에 대하여 많은 연구들이 수행되어 왔다. Shulman(1986)은 특히, 교사는 한 분야에서 학생들에게 가르칠만한 진실들을 확인하는 능력을 지녀야 함을 강조하면서 교사는 특정 내용이 왜 참으로 용인되는지, 왜 배워야 하는지에 대해 설명할 수 있어야 하며 그것이 학문 내적으로 그리고 학문 외적으로 이론과 실생활과 어떤 연관이 있는지도 알고 설명할 수 있어야



[그림 I-2] 맥락을 통해 계발되는 교사의 지식 (Fennema & Franke, 1992, p. 162)



[그림 I-3] 교사지식모델의 통합 도식 (Petrou & Goulding, 2011, p. 21)

한다고 주장하였다.

Shulman(1986)은 교사가 교과를 가르치기 위해 필요한 지식으로 내용지식(Content Knowledge), 교육과정지식(Curricular Knowledge), 내용교수지식(Pedagogical Content Knowledge)을 제안했다. Shulman에 따르면 첫째, 내용지식은 학문적 내용과 학문의 구조에 대한 지식을 말하는 것으로 교사가 특정한 과목을 가르치기 위해서는 그 학문의 내용과 개념에 대한 이해를 넘어 왜 그러한지 설명할 수 있어야 한다. 둘째, 교육과정지식은 해당 학년에서 무엇을 어떻게 가르칠 것인가에 대한 지식을 의미하며 이는 특정 수업시간에 연계하여 활용할 수 있는 도구들에 대한 지식을 포함한다. 또한 특정 상황에서 교구를 수업에서 활용했을 때 학생들이 보일 수 있는 긍정적인 반응과 부정적인 반응에 대한 이해도 교육과정 지식에 해당한다. 마지막으로, 내용교수지식(Pedagogical Content Knowledge)은 특정한 내용을 학습자가 이해할 수 있도록 교사가 설명할 수 있는 지식으로 학습자가 특정 주제를 쉽게 혹은 어렵게 생각하도록 만드는지 이해하는 것을 포함한다.

Grossman(1990)은 Shulman과 그의 동료들의 연구를 재조직하여 교사가 가르치기 위해 알아야 할 지식으로 가르칠 과목에 대한 내용을 담고 있는 과목내용지식(subject-matter knowledge), 일반 교육학 지식(general pedagogical knowledge), 학생의 이해과정, 교육과정 그리고 교수 전략에 대한 지식인 내용교수지식(pedagogical content knowledge), 그리고 맥락에 대한 지식(knowledge of context)을 제시하였다. 또한 Ball(1990) 역시 수학 개념, 아이디어, 절차 그리고 계산 방법에 관한 수학지식(knowledge of mathematics)과 이를 활용하여 주장이 옳은지 생각하고 주어진 내용에 대해 정확한 표현을 생각해 보는(doing mathematics) 수학에 대한 지식(knowledge about mathematics)으로 나누어

교사가 알아야 할 지식을 설명하였다.

이러한 연구들은 교사들이 가르치기 위해 가져야 할 지식으로 ‘학생에게 질문을 했을 때 얼마나 기다려야 하는가’와 같은 일반적인 교육학 지식 이외에도 가르치고자 하는 과목에 대한 내용교수지식에 특히 더 주목해야 함을 강조한다. 나아가 교사는 가르치고자 하는 과목의 내용이 왜 그러한지 설명할 수 있어야 하며 가르치고자 하는 내용에 대해 학생들이 어떻게 이해하는지, 학생들이 쉽게 혼동하거나 실수하는 내용들은 무엇인지, 혹은 학생들이 어려워하는 부분과 어떻게 이 부분을 도울 수 있을지 알아야 한다고 설명한다.

Shulman이 교사가 학생을 가르치기 위해 알아야 할 특별한 지식으로 PCK를 제시한 이후 다양한 분야에서 이에 대한 연구가 활발히 이루어졌고 수학교육 분야에서도 마찬가지다. 수학교사의 지식에 대한 연구들은 교사가 알아야 할 ‘무엇’ 즉, PCK 혹은 MKT를 구성하는 요소들을 규명하고자 시도하였으며(김구연, 2007, 2009, 2010; 최승현, 2007; Marks, 1990; Ball, 2000; Ball & Bass, 2000; Ball, Thames & Phelps, 2008; Carpenter, Fennema, Peterson, Chiang, & Loeffel, 1989; Cochran, DeRuiter, & King, 1993) 이렇게 규명된 지식을 교사들이 가지고 있는지를 측정하기 위한 문항을 개발하여 활용을 시도하여 왔다(Hill, 2007; Hill, Ball & Schilling, 2008; Hill, Schilling & Ball, 2004; Hill, Sleep, Lewis & Ball, 2007; Izsak, Jacobson, Araujo & Orrill, 2012).

Ball, Thames & Phelps(2008)는 수학 교사의 전문성 신장을 위해서는 단순히 교육학 관점에서 교사가 알아야 할 지식보다는 수학교과의 특징을 포함하여 교사가 알아야 할 지식들을 살펴볼 필요성을 강조하면서 MKT의 구성요소를 규명하였는데, 이는 Common Content Knowledge[CCK], Specialized Content Knowledge[SCK], Knowledge

of Content and Students[KCS], Knowledge of Content and Teaching[KCT], Knowledge of Content and Curriculum[KCC] 등이다(그림 II-1). 일례로, 교사의 KCS는 학생들의 수학적 추론 능력을 장려하고 촉진하는데 핵심적인 지식이다(Ball, Lewis & Thames, 2008; Carpenter, Fennema, Peterson, Chiang, & Loef, 1989). 무엇보다도 수학교사의 수학과제(mathematical tasks)의 선택 및 변형 능력과의 연계성이 매우 강조되는데(김대영·김구연, 2014; 이해림·김구연, 2013; Boston & Smith, 2009; Henningsen & Stein, 1997; Wilhelm, 2014), 이는 교사가 어떤 과제를 어떻게 표현하며 과제들 간의 연결성을 제시할 수 있고 학생들의 “왜” 라는 질문에 그 원리를 개념적으로 표현할 수 있는 지식이 포함되어 있기 때문이다(Ball, Thames & Phelps, 2008; Henningsen & Stein, 1997). 중요한 것은 교사들의 지식은 학생들의 학업성취도에 영향을 줄 수 있다는 점이다. 실증 연구를 통해 중학교 교사들의 수학 내용에 대한 교수학적 지식은 학생들의 수학 학업성취도에 매우 직접적으로 영향을 주며 정적인 상관관계가 있는 것으로 밝혀졌다(Campbell, Rust, Nishio, DePeper, Smith, Frank, Clark, Griffin, Conant & Choi, 2014).

Ball Thames & Phelps의 MKT 프레임워크에 따르면, CCK는 수학 계산을 수행하거나 주어진 수학 문제를 올바르게 해결하는데 필요한 지식을 말한다. 교사는 자신이 가르치는 학생들이 오답을 제시하거나 교과서 혹은 다른 상황에서 주어지는 잘못된 정의들을 바로 잡기 위해 반드시 이 지식을 가지고 있어야 한다.

전문화된 내용 지식(SCK)은 수학을 가르치는데 필요한 특별한 지식으로 CCK가 주어진 문제를 해결하는데 필요한 지식과는 다른 성격을 지닌다. 즉, SCK는 학생들이 흔히 실수하는 사례들을 찾아보거나 학생들이 종종 제시하는 일반

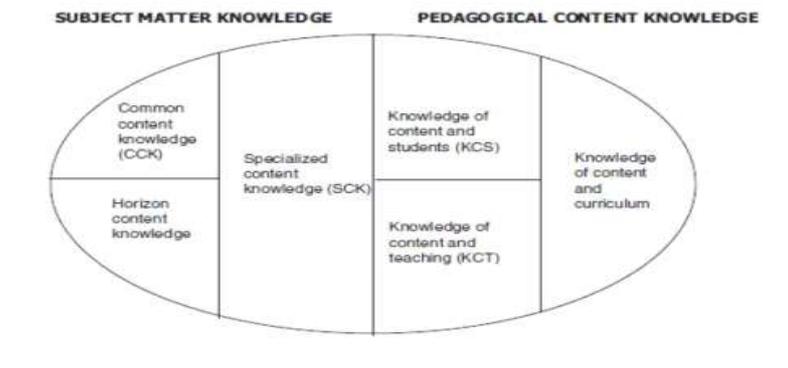
적이지 않은 해결 방법이 수학적으로 올바른지 그리고 일반적인 상황에서도 적용될 수 있을지를 확인하는 능력을 포함한다. 다시 말하면 교사는 학생들의 수학적 생각이 올바른지의 여부를 확인하고 이에 대한 근거를 들어 다른 학생들에게 설명해 줄 수 있어야 하며 단순한 수학적 문제 해결을 넘어서 수학적 용어들이 어떻게 사용되는지를 명확하게 설명할 수 있어야 한다는 것이다.

KCS, 내용과 학생에 대한 지식은 교사가 알고 있는 학생들이 어떻게 생각하고 무엇을 혼란스러워 할지에 대한 구체적인 지식을 의미한다. 뿐만 아니라 교사가 학습동기를 유발하기 위해 학생들이 무엇을 흥미로워하는지 예상하여 수업할 내용에 적절한 수학적 예시를 선택할 수 있는 지식을 포함한다. 이러한 활동은 특별한 수학적 이해와 학생들의 수학적 사고에 대해 잘 알아야 함을 필요로 하는데 이런 활동을 가능하게 해주는 것이 바로 KCS이다.

마지막으로, KCT, 내용과 교수에 대한 지식은 교사가 수학 수업을 계획하는데 필요한 지식이다. 교사는 수업을 위해 일련의 내용을 조직적으로 나열할 수 있어야 하며, 배울 내용에 대해 학생들의 이해를 깊게 해주는 예시를 선택할 수 있어야 한다. 그리고 수업을 준비하는데 있어 선택 가능한 방법들을 서로 비교하여 수업에 어떤 영향을 줄 수 있는지를 확인할 수 있어야 하고 각 방법으로 준비한 수업들의 강점과 약점을 분석할 수 있어야 한다. 나아가 이러한 활동들이 수학 내용에 대한 이해와 학생들의 학습에 어떠한 영향을 주는 지를 파악하고 분석할 수 있어야 한다.

Ball과 동료들은 이러한 교사의 지식(MKT)을 검증할 수 있는 측정할 수 있는 도구 개발을 시도하였고 개발된 측정 도구의 효과성을 검증을 시도하였다. 이 연구팀은 수학교사의 지식을 측정하기 위한 조사도구의 선택형 문항을 개발하고

Domains of Mathematical Knowledge for Teaching



[그림 II-1] MKT 구성요소 (Ball, Thames & Phelps, 2008, p. 403)

교사들을 대상으로 적용하였다(Hill, 2007; Hill, Ball & Schilling, 2008; Hill, Schilling & Ball, 2004; Hill, Sleep, Lewis & Ball, 2007). Hill(2007)은 수와 연산, 문자와 식, 대수 영역에 대한 선택형 문항들을 통해 중학교 교사들의 지식(주로 CCK와 SCK) 측정을 시도하였는데 그 결과 대학에서 수학 과목 이수를 더 많이 하고 수학교과에 대한 교사 자격증을 취득한 교사들의 점수가 그렇지 않은 교사들의 점수가 더 높은 것으로 나타났다.

교사지식에 대한 국내 연구들은 그 역사가 상대적으로 짧은 편이다. 교사 변인에 대한 중요성이 연구 주제로 부각된 것의 연한이 비교적 최근이며, 교사 변인 중 교사의 수업전문성과 관련하여 교사지식을 중점적으로 탐구한 것 또한 최근의 경향이며 연구 수행이 매우 제한적이다. 구체적으로, 교사지식에 대한 조사 및 탐구라기보다는 교사의 신념이나 인식체계에 대한 연구가 월등히 훨씬 많이 수행되어 왔다(Kim, 2015). 교사지식에 대한 연구들도 초등 예비교사의 지식에 집중되어 있으며(남윤석·전평국, 2006; 방정숙, 2007) 분수 등과 같은 특정 주제(나귀수, 2010; 방정숙·Yeping Li, 2008; 서관석·전경순,

2000)에 집중되어 있다. 즉, 학교 수학의 현장에서 수업을 준비하고 실행하는 현직 교사에 대한 연구나 교사 지식 측정에 대한 연구들의 수행은 거의 이루어지지 않고 있다(송근영·방정숙, 2013). 중등 교사에 대한 연구는 수학교과교사의 함수에 대한 지식(강윤수·전성아, 2006; 차인숙·한정순, 2004; 한정순·차인숙, 2006), 현직교사의 이차곡선에 대한 지식(이승훈·조완영, 2013)이나 미적분학에 대한 지식(고희정·고상숙, 2013) 등 내용 지식을 살펴보고 있다. 이러한 교사지식에 대한 연구들은 일관되게 (예비)교사 지식이 충분하지 못하며 매우 제한적임을 분명히 밝히고 있다. 중요한 점은 이러한 교사지식에 관한 연구들이 신뢰성과 타당도 검증 과정을 거치지 않은 도구들을 연구자들이 개별적으로 구성하여 이용하고 있는 점이다(송근영·방정숙, 2013). 예를 들어, 교과서나 대학교재에 포함된 수학 문제들을 그대로 혹은 단순하게 변형하여 제시하여 검사를 실시하였다. 더욱이 교사들의 지식에 관한 문헌만을 검토하거나 내용 지식에만 초점을 두고 있는 경향성이 두드러지게 나타난다(송근영·방정숙, 2013; Kim, 2015).

III. 연구 방법

1. 연구 도구

중등 수학교사의 고등학교 1학년 수준의 함수 영역에 대한 MKT를 파악하기 위하여 문항을 개발하여 검사지를 제작하였다. Ball et al.(2008)이 제안한 MKT를 구성하는 6가지 요소 중에서 이 연구에서는 4가지 요소(CCK, SCK, KCS, KCT)에만 초점을 두었다. 따라서 검사지를 구성하기 위하여 MKT의 4가지 영역(CCK, SCK, KCS, KCT)에 맞추어 구분될 수 있도록 문항을 제작하였으며 Ball et al.(2002)의 문항들을 참고하였다. 개발된 문항들은 교사들을 대상으로 타당도와 신뢰도 및 상관 분석, 요인분석을 실시하여 교사의 MKT를 측정하기에 적절한 문항의 형태로 개발하려고 노력하였다. 또한 Ball et al.(2002)의 문항의 형태를 유지하며 본 연구의 목적에 맞게 함수 영역에 관련된 내용들로 구성하며 문항을 만들었다. 또한, NCTM (2010)이 출판한 *Developing Essential Understanding of Functions for Teaching Mathematics in Grades 9-12*에 제시된 함수의 정의 및 원리, 함수의 다양한 표현방법을 참고하여 문항을 개발하였다. 대다수의 문항이 문제를 풀고 답을 기술하는 형식이기 때문에 응답하는 현직 교사들이 거부감을 느낄 수 있으므로 이를 덜기 위해 대부분의 문항을 수업상황을 가정하여 가상의 교사가 어떻게 대처할 것인지에 대해 묻는 형식으로 개발하였다. 중요한 점은 함수 영역에서도 대부분의 영역을 반복하여 다루고 싶었으나 문항이 많을 경우 연구대상인 교사들이 부담스러워하여 문항의 개수를 조절하게 되었고 따라서 함수에 대한 가장 기본적인 내용을 묻는 문항들로 검사지를 구성했다. 또한 연속에 대한 판정문제를 해결하려 할 때 두 정의의 차이로

인해 일어날 수 있는 문제는 박달원·홍순상·신민영(2012)의 논문을 참조하였다. 또한 수학교육 학자와 수학교사의 검토 및 자문을 통해 검사의 초기부터 마무리까지 3회에 걸쳐 수정하고 보완하는 과정을 통해 신뢰도와 타당도를 높이고자 노력하였다. 이렇게 제작된 검사지를 가지고 현직 교사 두 명에게 예비검사를 실시하여 현직 교사들이 응답하는데 있어서 거부감을 최소화 할 수 있도록 문항의 난이도와 개수를 다시 조절하였다.

문항은 8개이며 4번 문항에는 (1)-(6) 문항, 5번 문항에는 (1)-(5) 문항, 6번 문항에는 (1)-(3) 문항이 포함되어 있어서 총 19문항이다. 그리고 각 문항에 속해있는 하위 문항들은 개별적으로 해결하는 것이 아니라 하나의 문항을 해결하면서 한 번에 해결할 수 있도록 구성하였다. 각 문항은 Ball 외(2008)의 MKT의 4가지 영역에 따라 제작되었으며 두 가지 이상의 영역(예를 들어, CCK와 SCK)에 동시에 적용되는 문항들도 있다. 이를 각 문항의 내용 요소와 함께 <표 III-1>에 제시하였다.

검사 문항은 [그림 III-1]의 3번 문항과 같이 함수 영역에 있어서 CCK를 넘어서 그 내용을 이해하고 설명할 수 있는지를 확인하기 위하여 그리고 학생들에게 가르치고자 하는 내용을 전달하기 위해 적합한 방법을 택하고 그것의 장점을 평가할 수 있는지를 묻고자 했다. CCK를 묻는 문항은 7개로 가장 많고 다른 영역과 중복하여 SCK를 묻는 문항이 4개이다. 그리고 마찬가지로 다른 영역과 중복하여 KCT가 세 문항이고 KCS가 하나의 문항이다.

대부분의 문항은 한 가지 영역의 지식을 측정하고 있지만 6번과 8번은 두 지식 영역을 함께 묻고자 했다. 먼저 CCK에 대한 문항은 두 문항으로(4번, 6번) 4번 문항은 함수의 종류와 관련하여 교사의 CCK를 묻는 문항으로 흔히 수열은

함수라고 생각하지 않는 경우가 있어(Cooney et al., 2010) 이 점을 확인하기 위한 것이다. 6번 문항은 제한된 정의역 구간에서 이차함수의 역함수를 구하는 과정에서 일어날 수 있는 상황을 제시한 문항으로 학생들은 함수에서 종종 정의역과 공역에 대한 제한조건을 생각하지 않고 문제를 해결한다(Cooney et al., 2010). 교사가 이러한 학생의 풀이에서 오류를 발견할 수 있는지, 역함수를 구하는 방법에 대한 원리와 역함수를 구할 수 있는 조건을 알고 있는지 묻고 있다. 다음으로, SCK에 대한 문항은 세 문항이다(1번, 3번, 6번). 1번 문항은 함수의 종류와 함수의 변화율이 어떤 관계를 갖고 있는지를 묻는 문항으로 흔히 함수를 일차함수, 이차함수 등으로 나누는 이유가 함수의 식 때문이라고 생각하는 경우가 많다. 하지만 함수의 공식은 함수의 변량이 어떻게 관

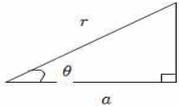
계를 맺고 있는지에 따라 결정되는 것으로 이는 함수의 변화율과 관련이 있다(Cooney, Beckmann & Lloyd, 2010). 3번 문항에서는 고등학교 교육과정에서는 삼각비 대신 원을 이용해 삼각함수를 정의하지만 함수의 정의와 연결 지어 묻기 위해 중학교에서 배우는 정의를 이용하여 문항을 개발하여, 삼각함수를 정의하는데 있어서 함수의 정의를 고려하여 학생이 생각할 수 있는 혼동을 해결해 줄 수 있는 교사의 대응을 묻고 있다[그림 III-1]. 삼각함수의 경우 한 내각의 크기 θ 에 대응하는 삼각형은 크기가 다양하고 무수히 많기 때문에 함수의 정의를 생각해 보았을 때 함수가 아니라고 생각할 수도 있다. 하지만 직각삼각형에서 한 내각의 크기가 같은 삼각형들은 닮은 삼각형이고 따라서 대응하는 변의 길이의 비가 같기 때문에 삼각함수는 잘 정의되어

<표 III-1> 각 문항별 내용요소 및 측정하고자 의도된 영역

문항 번호	내용 요소	일반 내용 지식 (CCK)	전문화된 내용 지식 (SCK)	내용과 학생에 대한 지식 (KCS)	내용과 교수에 대한 지식 (KCT)
1	함수의 변화율과 식의 관계		○		
2	함수의 좌극한과 우극한				○
3	삼각함수의 정의		○		
4	함수의 종류	○			
6	무리함수의 성질	○	○		
7	일반각에 대한 삼각함수 공식				○
8	함수의 연속에 대한 정의			○	○

3. 다음은 삼각함수의 수업내용 중 일부입니다.

문선생님: 기본적인 삼각함수에는 사인, 코사인 그리고 탄젠트 함수가 있습니다. 이처럼 주어진 직각삼각형에서 한 내각의 크기를 θ 라 하면 각 함수는 $0 < \theta < 90^\circ$ 에서 다음과 같이 정의됩니다.



유리: 선생님, 함수는 정의역의 원소 하나에 공역의 원소가 단 하나씩만 대응되어야 하는 걸로 기억해요. 그런데 한 내각의 크기가 θ 인 직각삼각형은 크거나 작거나 무수히 많은데 그럼 함수가 아니지 않나요?

우리의 물음에 답해주세요.

[그림 III-1] 검사지 문항 예시

있는 함수이며(Cooney et al., 2010) 이를 이해하고 있는지를 알아보기 위한 것이 3번 문항이다. KCS에 대한 문항은 한 문항으로(8번) 이 문항은 연속함수의 정의와 관련된다. 고등학교 교과서의 종류에 따라 연속함수의 정의를 달리하고 있는데, 대다수의 교과서는 정의1에 따라 연속함수를 정의하고 설명하고 있지만 정의2를 택한 교과서도 있다. 이와 관련하여 연속에 대한 관정에 있어 문제점이 나타나게 된다(박달원 외, 2012). 이에 교사들이 두 정의간의 차이점을 이해하고 있는지, 그리고 이로 인해 생기는 문제를 이해하고 있는지, 어떠한 예를 들어 설명할 수 있는지를 알아보기 위해 이 문항을 제작하였다. KCT에 대한 문항은 세 문항으로 (2번, 7번, 8번), 2번 문항은 함수의 극한이 존재하지 않음을 함수의 극한의 정의에 따라 보이고자 할 때 교사가 적절한 예시를 선택할 수 있는지를 묻는 문항이다. 7번 문항은 삼각함수의 공식을 설명하는 상황에서 가장 적절한 예시를 구분할 수 있는지를 알아보기 위한 문항이다.

마지막으로, 5번 문항은 일차함수에 대하여 설명, 표, 식, 그래프와 같이 다양한 표현들을 제시하고 주어진 문제에 따라 적절한 표현방법을 선택할 수 있는지를 묻는 문항으로 Cooney et al. (2010)이 제시한 문항을 그대로 번역하여 사용하였다. 각 표현방법은 각자의 장점과 단점을 가지고 있으며 이러한 지식을 교사가 가지고 있어야 학생들에게 더 잘 설명해 줄 수 있다(Cooney et

al., 2010). 이에 각 문항에 대해 교사들이 함수의 다양한 표현방법을 어떻게 사용하는지 살펴보고자 하였다.

2. 연구 대상

검사 대상은 고등학교 중등 수학교사들로 개인적으로 친분이 있는 교사가 재직하고 있는 서울 소재의 5개의 고등학교에서 검사를 실시하였다. 각 학교별로 6-10명의 수학교사들을 대상으로 검사를 실시하였으며 총 42명이 참여하였다<표 III-2>. 그리고 검사 대상이 되는 교사들은 학년에 관계 없이 검사를 실시하였는데 이는 검사 내용에 포함된 함수 영역은 고등학교 1학년 수준의 내용이지만 함수 영역은 전 학년에 걸쳐서 나오고 수학을 공부하는데 있어서 가장 기본적인 내용이기 때문이다. 검사 실시 현재 가르치고 있는 학년에 따라 응답하는데 있어 영향을 미칠 수 있겠지만 그러한 내용 역시 이 연구에서 살펴보고자 하는 부분이기에 담당 학년에 관계없이 검사를 진행하였다.

3. 자료 수집 및 분석

검사지의 배부는 각 학교의 수학 교사 한 분에게 검사지를 전달하고 전달받은 교사가 거점 역할이 되어 동료 교사들에게 응답을 부탁하는 형식을 통해 이루어졌으며, 이를 통해 총 42명의

<표 III-2> 연구 참여자 소속 학교 정보

학교	대상 수(명)	소속 지원청	설립유형
가람 고등학교	10	동작교육지원청	사립
나정 고등학교	10	중부교육지원청	사립
다해 고등학교	7	강남교육지원청	사립
라미 고등학교	6	강서교육지원청	사립
마음 고등학교	9	중부교육지원청	공립

현직 중등 수학 교사들에게 배부하였다. 일반적인 설문의 형식이 아니라 문항을 풀고 답을 적는 형식이기 때문에 응답하는 교사들이 많은 부담을 느낄 것을 우려하여 검사지의 첫 장에 연구이외의 다른 용도로의 사용금지 및 개인정보 취급주의등과 관련된 연구자의 약속사항을 명시하고 무기명으로 검사에 응하도록 하였다. 이와 더불어 검사지를 전달하기 위하여 각 학교에 직접 방문하였으며, 거점 교사에게 검사 문항의 내용을 잘 설명하고 무기명 검사이기 때문에 응답자의 정보가 노출되지 않음을 다시 한 번 명시하여 교사들이 느낄 부담감을 줄이고자 노력하였다. 또한 작은 기념품을 준비하여 검사에 참여한 교사들에게 감사의 마음을 표시하였다. 응답이 완료된 검사지는 연구자가 직접 각 학교를 방문하여 회수하였다. 총 42명의 검사지를 받은 교사들 중 8명이 검사지 응답을 거부하여 총 34부의 검사지를 회수하였고 이를 최종 자료로 분석하였다.

검사지의 문항들은 Ball et al.(2008)이 제시한 MKT의 4가지 유형에 맞추어 개발하였으며 각 문항들은 5번 문항을 제외하고는 정답이 있는 문항들이다. 객관식 문항의 경우 올바르게 답한 경우 1점 그렇지 않으면 0점으로 주관식 문항의 경우 다음과 같은 기준에 따라 산정하였다. 유형별로 객관식 문항과 주관식 문항을 더해 유형별 총점을 매겼다. CCK에 해당하는 문항은 4번 문항의 (1)~(6)과 6번 문항의 (1)으로 총 7개이며 각 문항당 1점씩, 총점은 7점이다. 4번 문항의 (1)~(6)은 객관식 문항이고 6번 문항의 (1)은 주관식 문항이다. 6번 문항의 (1)은 구하고자 하는 역함수의 정의역을 구하지 않은 오류를 보이고 있으며 이를 설명한 답안은 1점, 그 외의 답안은 0점으로 처리했다. SCK에 해당하는 문항은 1번, 3번 그리고 6번 문항의 (2), (3)이며 총점은 4점이다. 1번 문항은 객관식으로 올바르게 답했으면 1점으로 계산했으며 3번 문항은 직각삼각형의

넓음으로 인해 각 변의 길이의 비가 같다는 내용이 들어있으면 정답으로 인정하였다. 그리고 6번 문항의 (2)에서는 원래의 함수의 대응 관계와 역함수의 대응 관계가 서로 거꾸로 이어져 있음을 설명하였으면 정답으로 인정했고 (3)에서는 일대일 대응이라는 조건을 적었으면 정답으로 인정했다. KCS에 해당하는 문항은 8번 문항으로 연속에 대한 판정문제를 해결하려 할 때 두 정의의 차이로 인해 일어날 수 있는 문제점에 대해 올바르게 답했으면 1점 그렇지 않으면 0점으로 하였다. KCT에 해당하는 문항은 2번, 7번, 8번 문항으로 총점은 3점이다. 2번 문항과 7번 문항은 객관식 문항으로 올바르게 답했으면 각각 1점으로 계산했다. 8번 문항은 연속에 대한 판정문제를 해결하려 할 때 두 정의의 차이로 인해 일어날 수 있는 문제점에 해당하는 예시를 적었으면 정답으로 인정했다. 마지막으로 5번 문항은 정답이 정해지지 않은 문항으로 응답자가 생각하기에 가장 적합한 답안을 골라줄 것을 부탁하였다. 이는 수학교사들이 함수 영역에서 문제 해결과 관련하여 다양한 표현방법에 대해 어떻게 생각하고 있는지를 살펴보기 위한 것으로 각 문항별로 응답을 나누어 기록하고 분석하였다.

검사지의 분석을 위해 통계프로그램 SPSS Statistics 19 for Windows를 사용하였다. 그리고 각 영역별 점수를 합산하여 검사지 총점을 얻었으며 이 검사지 총점의 빈도 분석을 통해 현직 중등 교사들의 지식 정도를 파악했고 이를 다시 응답자의 일반적인 특성간의 교차분석을 실시하여 그 차이가 유의한지 여부를 살펴보았다. 나아가 좀 더 세부적으로 각 유형별 총점과 응답자의 일반적인 특성간의 교차분석을 실시하여 그 차이가 유의한지 그 여부를 살펴보았다. 또한 검사지 총점과 각 영역별 점수 그리고 연령과 교직경력에 대한 상관관계를 분석하였다.

IV. 결 과

이 연구에서는 현직 중등 수학 교사들의 함수 영역에서의 MKT의 수준을 알아보고자 직접 문항을 개발하여 34명의 중등 수학교사들에게 검사를 실시하였다. 검사를 토대로 나온 각 영역별 점수를 합산하여 검사지 총점을 얻었으며 이 검사지 총점의 빈도 분석을 통해 현직 중등 교사들의 지식 정도를 파악했고 이를 다시 응답자의 일반적인 특성간의 교차분석을 실시하여 MKT 수준과 일반적인 특성 사이의 관계를 살펴보았다. 그리고 좀 더 세부적으로 각 유형별 총점과 응답자의 일반적인 특성간의 교차분석을 실시하여 각 영역별 지식수준과 일반적인 특성 사이의 관계를 살펴보았다. 더 나아가 검사지 총점과 각 영역별 점수 그리고 연령과 교직경력에 대한 상관관계를 분석하여 어떤 관계가 있는지 살펴보았다. 마지막으로 검사 문항별 정답률을 분석하며 교사의 MKT 수준을 살펴보았다. 여기에서는

검사 응답자에 대한 분석으로 시작하여 검사지 총점에 대한 분석 및 각 하위 영역인 CCK, SCK, KCT 영역의 총점에 대한 분석을 실시했다. KCS 영역의 경우 한 문항으로 이루어져 있어 정확한 분석이 쉽지 않아서 가장 마지막에 검사 문항별 정답률을 분석하는 것으로 대신하였다.

1. 참여 교사의 배경

전체 34명의 검사에 참여한 교사들의 성별 인원수와 비율은 남자 교사가 20명으로 58.8%, 여자 교사가 14명으로 42.2%로 나타났다. 연령별 인원수와 비율은 30대가 16명으로 전체 47.1%로 가장 높은 비율을 보였고 나머지 20대, 40대, 50대 이상이 각각 6명씩 17.6%의 같은 비율을 보였다. 일반적으로 연령이 높을수록 교직 경력도 오래되는 경향을 보인다. 그런데 참여 교사 중 연령에서는 30대의 비율이 가장 높았던 것에 비해 교직경력은 5년 미만의 비율이 44.1%로 가장 높게 나타났다. 그 다음으로 20년 이상이 20.6%,

<표 IV-1> 검사 참여 교사 담당 학년

구분	항목	인원(명)	비율(%)
담당학년	1학년만	10	29.4
	2학년만	6	17.6
	3학년만	5	14.7
	1, 2학년	4	11.8
	1, 3학년	1	2.9
	2, 3학년	7	20.6
	1, 2, 3학년	1	2.9
	합계	34	100.0

<표 IV-2> 참여 교사 교육대학원 졸업여부

연령	교육대학원 졸업여부		합계
	졸업	해당사항없음	
20대	2	4	6
30대	9	7	16
40대	1	5	6
50대 이상	1	5	6
합계	13	21	34

<표 IV-3> 검사 참여 교사 일반대학원(수학과) 졸업여부 교차표

연령	일반대학원(수학과) 졸업여부		합계
	졸업	해당사항없음	
20대	0	6	6
30대	1	15	16
40대	1	5	6
50대 이상	1	5	6
합계	3	31	34

<표 IV-4> 검사 참여 교사 소속 학교 설립유형

구분	항목	인원(명)	비율(%)
학교 설립유형	공립	8	23.5
	사립	26	76.5
	합계	34	100.0

5년 이상 10년 미만과 10년 이상 15년 미만이 각각 14.7%, 그리고 15년 이상 20년 미만이 5.9%로 가장 낮게 나타났다. 이는 아래 <표 IV-2>에 나타난 것처럼 30대에서 교육대학원을 졸업한 교사가 9명으로 가장 많은 것과 관련이 있는 것으로 보인다. 담당 학년별로는 1, 2, 3학년 중 한 학년만 담당하고 있는 교사의 비율이 총 61.8%이며 1, 2 학년을 담당하는 교사는 11.8% 이고 2, 3학년을 함께 담당하는 교사는 20.6%이다. 이에 비해 1, 3학년을 함께 담당하는 교사와 1, 2, 3학년을 모두 담당하는 교사는 각각 2.9%로 가장 낮은 비율을 보이고 있다. 이는 1, 3학년 간의 과목 연관성이나 전 학년을 담당할 때의 업무 과중을 고려한 학년 배분으로 추정된다(<표 IV-1> 참조). 그 외 공립 및 사립학교의 비율과 기타 자세한 사항은 아래 <표 IV-3>, <표 IV-4>에 제시하였다.

2. 교사의 Mathematical Knowledge for Teaching [MKT]

교사의 지식에 대한 분석을 통해 얻은 결과를 논의하는데 먼저 총점에 대하여 살펴본 후에 각 MKT 영역 별로 살펴본다. 먼저, 총점에 대하여 분석하였는데, 검사 문항은 1번부터 8번까지이고

이 중에서 하위 문항이 4번 문항에 6개, 6번 문항에 3개가 있다. 그리고 8번 문항은 KCS와 KCT를 동시에 확인하는 문제로 하위 문항을 2개 갖고 있는 것과 같다. 5번 문항은 정답을 가리는 문항이 아니므로 제외하면 만점은 15점이다. 응답이 맞으면 1점 틀리면 0점이고 만점이 15점이 되며 참여 교사들은 평균적으로 15개의 문항 중 10개의 문항을 옳게 응답했으며 5개의 문항을 해결하는데 어려움을 보인 것으로 나타난다(표 IV-5). 교사들의 검사 평균 점수를 100점 만점으로 환산하면 67.4점이다.

검사지 총점과 검사 응답자의 일반적인 특성 사이의 관계를 살펴보기 위해 교차분석을 실시했다. 이 때, 검사에 응한 교사들의 일반적 특성(성별, 담당학년, 연령, 교직경력, 교육대학원 졸업 여부, 설립유형)에 따라 구별되는 항목별 인원수가 다르기 때문에 백분율을 함께 기재하여 차이를 알아보고자 했다. 검사에 응한 교사들 중 평균 이상인 교사들의 비율은 남자교사가 70%로 여자교사의 64.3%보다 높았지만 성별이 MKT 수준에 주는 유의미한 영향은 없는 것으로 나타났다. 검사 문항이 고등학교 1학년 수준에서 만들어졌기 때문에 1학년을 담당하는 교사들의 점수가 높을 것으로 예상했지만 평균 점수 이상을

연은 1학년을 담당하는 교사의 비율은 56.3%로 담당하지 않는 교사의 비율인 77.7%보다 낮았으나 이는 통계적으로 유의하지는 않았다. 연령을 기준으로 한 분석에서도 각 연령별로 대다수의 교사들은 평균 이상의 점수를 얻고 있으며 30대에서만 5점과 6점의 낮은 점수를 보였고 40대가 평균 이상의 점수를 받은 비율이 가장 높았다.

그러나 검사 응답자의 일반적인 특성들은 교사의 MKT의 수준에 유의미한 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다(표 IV-6, 7, 8, 9, 10, 11 참조). 아래 표들에서 교차분석을 위한 카이스퀘어 결과는 유의미하지는 않지만 이렇게 해석하는 데에는 제한이 있을 수 있다.

<표 IV-5> 검사지 총점에 대한 기술 통계량

항목	인원(명)	최저값(점)	최고값(점)	평균(점)	표준편차
총점	34	5	13	10.11	2.21

<표 IV-6> 검사지 총점과 성별간의 교차분석

		총점(15점만점)	5점	6점	7점	8점	9점	10점	11점	12점	13점	합계
성별	남	빈도(명)	0	2	0	0	4	5	5	2	2	20
		비율(%)	0.0	10.0	0.0	0.0	20.0	25.0	25.0	10.0	10.0	100.0
	여	빈도(명)	2	0	0	1	2	2	3	0	4	14
		비율(%)	14.3	0.0	0.0	7.1	14.3	14.3	21.4	0.0	28.6	100.0

*통계치 $\chi^2 = 9.351, df = 7, p = 0.228$

<표 IV-7> 검사지 총점과 학교 설립유형간의 교차분석

		총점(15점만점)	5	6	7	8	9	10	11	12	13	합계
설립 유형	공립	빈도(명)	1	0	0	1	1	2	2	0	1	8
		비율(%)	12.5	0.0	0.0	12.5	12.5	25.0	25.0	0.0	12.5	100.0
	사립	빈도(명)	1	2	0	0	5	5	6	2	5	26
		비율(%)	3.8	7.7	0.0	0.0	19.2	19.2	23.1	7.7	19.2	100.0

*통계치 $\chi^2 = 5.682, df = 7, p = 0.577$

<표 IV-8> 검사지 총점과 담당학년간의 교차분석

		총점(15점만점)	5점	6점	7점	8점	9점	10점	11점	12점	13점	합계
담당 학년	1	빈도(명)	2	1	0	1	3	3	4	0	2	16
		비율(%)	12.5	6.3	0.0	6.3	18.8	18.8	25.0	0.0	12.5	100.0
	없음	빈도(명)	0	1	0	0	3	4	4	2	4	18
		비율(%)	0.0	5.6	0.0	0.0	16.7	22.2	22.2	11.1	22.2	100.0
	2	빈도(명)	1	0	0	0	4	5	5	1	2	18
		비율(%)	5.6	0.0	0.0	0.0	22.2	27.8	27.8	5.6	11.1	100.0
	없음	빈도(명)	1	2	0	1	2	2	3	1	4	16
		비율(%)	6.3	12.5	0.0	6.3	12.5	12.5	18.3	6.3	25.0	100.0
	3	빈도(명)	0	1	0	0	4	2	3	1	3	14
		비율(%)	0.0	7.1	0.0	0.0	28.6	14.3	21.4	7.1	21.4	100.0
	없음	빈도(명)	2	1	0	1	2	5	5	1	3	20
		비율(%)	10.0	5.0	0.0	5.0	10.0	25.0	25.0	5.0	15.0	100.0

*통계치 1학년 담당여부 $\chi^2 = 5.712, df = 7, p = 0.574$
 2학년 담당여부 $\chi^2 = 6.022, df = 7, p = 0.537$
 3학년 담당여부 $\chi^2 = 4.535, df = 7, p = 0.717$

<표 IV-9> 검사지 총점과 교육대학원 졸업여부간의 교차분석

		총점(15점만점)										
		5	6	7	8	9	10	11	12	13	합계	
교육대 학원 졸업	졸업	빈도(명)	0	2	0	1	4	3	4	2	5	21
		비율(%)	0.0	9.5	0.0	4.8	19.0	14.3	19.0	9.5	23.8	100.0
	않음	빈도(명)	2	0	0	0	2	4	4	0	1	13
		비율(%)	15.4	0.0	0.0	0.0	15.4	30.8	30.8	0.0	7.7	100.0

*통계치 $\chi^2 = 9.098$, $df = 7$, $p = 0.246$

<표 IV-10> 검사지 총점과 연령간의 교차분석

		총점(15점만점)										
		5	6	7	8	9	10	11	12	13	합계	
연령	20대	빈도(명)	0	0	0	0	2	1	1	1	1	6
		비율(%)	0.0	0.0	0.0	0.0	33.3	16.7	16.7	16.7	16.7	100.0
	30대	빈도(명)	2	2	0	0	1	2	5	0	4	16
		비율(%)	12.5	12.5	0.0	0.0	6.3	12.5	31.3	0.0	25.0	100.0
	40대	빈도(명)	0	0	0	0	1	3	1	1	0	6
		비율(%)	0.0	0.0	0.0	0.0	16.7	50.0	16.7	16.7	0.0	100.0
	50대 이상	빈도(명)	0	0	0	1	2	1	1	0	1	6
		비율(%)	0.0	0.0	0.0	16.7	33.3	16.7	16.7	16.7	16.7	100.0

*통계치 $\chi^2 = 21.128$, $df = 21$, $p = 0.451$

<표 IV-11> 검사지 총점과 교직경력간의 교차분석

		총점(15점만점)										
		5	6	7	8	9	10	11	12	13	합계	
교직 경력	5년 미만	빈도(명)	1	1	0	0	3	1	3	1	5	15
		비율(%)	6.7	6.7	0.0	0.0	20.0	6.7	20.0	6.7	33.3	100.0
	5년~ 10년	빈도(명)	1	1	0	0	0	1	2	0	0	5
		비율(%)	20.0	20.0	0.0	0.0	0.0	20.0	40.0	0.0	0.0	100.0
	10년~ 15년	빈도(명)	0	0	0	0	1	3	1	0	0	5
		비율(%)	0.0	0.0	0.0	0.0	20.0	60.0	20.0	0.0	0.0	100.0
	15년~ 20년	빈도(명)	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2
		비율(%)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	50.0	50.0	0.0	100.0
	20년 이상	빈도(명)	0	0	0	1	2	2	1	0	1	7
		비율(%)	0.0	0.0	0.0	14.3	28.6	28.6	14.3	0.0	14.3	100.0

*통계치 $\chi^2 = 29.928$, $df = 28$, $p = 0.367$

가. 교사의 Common Content Knowledge [CCK]

CCK는 수학 계산을 수행하거나 주어진 수학 문제를 올바르게 해결하는데 필요한 지식을 말하는 것으로, 교사는 자신이 가르치는 학생들이 오답을 제시하거나 교과서 혹은 다른 상황에서 주어지는 잘못된 정의들을 바로 잡기 위해 반드시 이 지식을 필요로 한다(Ball et al., 2008). 이러한 지식을 조사하기 위해 함수 영역에서 기본이 되는 함수에 대한 정의를 이용한 문제와 학

생들이 자주 범하는 오류인 역함수 구하는 문제를 제작하였다. 검사에 참여한 수학 교사들은 대체적으로 높은 점수를 얻었으나 일부 교사는 수열을 함수로 보지 않는(4명) 등 낮은 점수를 얻었다. 교사들은 평균적으로 6문항을 맞히었으며 이를 100점 만점으로 환산하면 87.43점이다.

검사지 총점에 대한 분석과 마찬가지로 각 영역별로 검사 응답자의 일반적인 특성과 어떤 관계가 있는지 알아보기 위해 교차분석을 실시했다. CCK영역의 총점에서는 평균 이상의 점수를

얻은 남, 녀 교사의 비율이 약 85%로 같았다. 검사지 총점에서 보았던 것과 마찬가지로 30대에서 최저점을 나타냈으며 그 외의 연령대에서는 대부분 평균 이상의 점수를 얻었다. 교직경력과 관련하여 5년 미만 및 5년 이상 10년 미만의 교사들에서 최저점을 비롯한 2점부터 4점까지의 분포를 보이고 있는데 이는 유의수준 0.05에서 통계적으로 유의하지는 않았다. 위의 검사지 총점과 마찬가지로 대다수의 일반적인 특성들은 중등 교사의 CCK에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

나. 교사의 Specialized Content Knowledge [SCK]

SCK는 수학을 가르치는데 필요한 특별한 지식이다. 이는 앞선 CCK가 주어진 문제를 해결하는데 필요했던 것에 비하면 조금 다른 성격을 지닌다. 교사는 단순한 수학적 문제 해결을 넘어서 수학적 용어들이 어떻게 사용되는지 명확하

게 설명할 수 있어야 하며, 학생들의 수학적 생각이 올바른지 확인하고 다른 학생들에게 설명할 수 있어야 한다(Ball et al., 2008). 이러한 지식을 확인하기 위해 함수의 정의 및 원리와 관련된 문항들과 CCK에서 말한 역함수를 구하는 원리와 연결 지어 문항을 만들어 조사하였다. SCK 영역은 총 4문항으로 최저점은 0점 만점은 4점이지만 만점을 받은 교사는 한 명도 없었다. SCK 영역의 평균은 1.5점으로 100점 만점으로 환산하면 37.5점으로 위의 CCK 영역에서 평균이 87.43점 이었던 것을 보았을 때 상대적으로 낮은 점수로 볼 수 있다. 총 4문항 중 대다수의 교사들이 한 문항 내지는 두 문항에 올바르게 답했는데, 0점인 교사들이 4명, 최고점인 3점을 얻은 교사는 3명이었다(<표 IV-24, 25> 참조). 특히, 94.1%의 높은 오답률을 보인 문항은 함수의 변화율에 관한 것인데 교사들은 일차함수의 정의와 일차함수의 식이 그러한 일차식의 모양으로 주어지는 이유에 대해 혼동하고 있는 것으로 나

6. 다음은 태연이 역함수를 구하는 과정을 보고 난 후 선생님과 태연이의 대화입니다 이를 보고 답하십시오. 각각의 (1), (2), (3)에 알맞은 식 또는 내용을 적어주세요.

[문제] $y = x^2 + 5, (x \geq 0)$ 의 역함수를 구하세요.
 [태연의 풀이] $y = x^2 + 5, (x \geq 0) \dots \textcircled{1}$
 $x = y^2 + 5, (y \geq 0) \dots \textcircled{2}$
 $y^2 = x - 5, (y \geq 0)$
 $y = \sqrt{x - 5}, (y \geq 5)$

태연: 선생님, 다 풀었어요.
 문선생님: 다 풀었군요. 같이 봅시다. (생각: (1) 이 부분이 잘못되었구나.) 태연이는 ①에서 ②로 넘어갈 때 왜 x 와 y 를 바꿨어요?
 태연: 음, 학원에서 그렇게 배웠어요. 역함수를 구할 때 x 와 y 의 위치를 바꾸라구요.
 문선생님: 네 맞는 말이에요. 그렇지만 그냥 바꾸는 건 아니에요. 역함수를 구할 때 우리가 x 와 y 의 위치를 바꾸게 되는 이유는 (2) 이기 때문이에요. 그리고 역함수를 구하려면 (3) 이라는 조건이 필요해요. 따라서 문제에는 나와 있지 않지만 지역의 조건도 생각해야 한답니다.

- (1)
- (2)
- (3)

[그림 IV-1] SCK 영역의 문항

타났다. 또한 6번 문항[그림 IV-1]의 (2) 문항에서는 오히려 반대로 역함수의 정의를 이용하지 않은 채 직선 $y=x$ 에 대칭이기 때문에 y 와 x 가 바뀐다고 설명하거나 정의역과 치역이 뒤바뀌기 때문이라고 설명한 교사가 대부분이었으며 이는 왜 그러한지 근본적인 이유를 설명하지 않은 오답이라 할 수 있다. (3) 문항에서는 대부분의 교사가 올바르게 응답했다.

SCK 영역에서 성별에 의한 영향은 통계적으로 유의미하지 않은 것으로 나타났으며 비율을 보았을 때에도 비슷한 분포를 나타내었다. 위의 CCK 영역에서는 30대에서 가장 낮은 점수를 얻은 교사가 나왔던 반면에 SCK 영역에서는 최고점을 받은 교사는 30대에서 나왔다. 또한 교육대학원을 졸업하지 않은 교사들 중에서 최저점인 0점을 받은 교사들이 모두 나왔다. 또한 학교 설립 유형 면에서 비교해보았을 때, 최고점인 3점은 모두 사립 고등학교에 근무 중인 교사들이었으므로 나타났다. 그러나 검사지 총점 및 CCK 영역과 마찬가지로 SCK 지식수준에 통계적으로 유의미한 영향을 주는 특성은 보이지 않았다.

다. 교사의 Knowledge of Content and Teaching [KCT]

KCT 영역에 관하여는 총 세 문항으로 검사했

으며 최저점은 1점, 최고점은 3점으로 나타났다. 평균은 2.24점으로 백점 만점으로 환산하면 74.67점으로 CCK 보다 낮고 SCK 보다는 높은 평균 점수로 나타났다. 대부분의 교사가 2개 이상의 문항을 올바르게 답했고 최고점을 받은 교사도 9명으로 하위 영역 중에서 가장 많은 수를 보였다(<표 IV-12, 13> 참조).

KCT 영역에서는 성별과 관련하여 뚜렷한 차이가 나타나지 않았으나, 담당학년과 관련하여 1학년 담당교사보다 그렇지 않은 교사들이 높은 점수에서 더 큰 비율을 보이고 있으며 담당학년이 올라갈수록 만점 비율이 높아지는 것을 볼 수 있다. 연령에 있어서는 고른 분포를 보이며 큰 차이를 보이지 않았고 교직경력과 관련해서도 마찬가지로 큰 차이는 없었다. 또한 교육대학원을 졸업하지 않은 교사들이 졸업한 교사들 보다 더 높은 점수를 얻었으며 사립이 공립보다 더 높은 점수를 받은 교사의 수가 더 많았다. 그러나 검사지 총점과 다른 영역들과 마찬가지로 통계적으로 유의미한 영향을 미치는 특성은 발견되지 않았다.

라. 교사의 Knowledge of Content and Student [KCS]와 Knowledge of Content and Teaching [KCT]

<표 IV-12> KCT 총점에 대한 기술 통계량

항목	인원(명)	최저값(점)	최고값(점)	평균(점)	표준편차
총점	34	1	3	2.24	0.50

<표 IV-13> KCT 총점 별 빈도 수

구분	항목	인원(명)	비율(%)
점수별 빈도수	1 점	1	2.9
	2 점	24	70.6
	3 점	9	26.5
	합계	34	100.0

교사의 KCS 영역을 알아보기 위한 문항은 함수의 연속에 관한 것으로 대다수의 교과서는 정의12)에 따라 연속함수를 정의하고 설명하고 있지만 정의23)를 택한 교과서도 있다. 따라서 이와 관련하여 연속에 대한 판정에 있어 문제점이 나타나게 된다(박달원 외, 2012). 그러한 문제를 이해하고 있는지에 관한 것인데 9명(26.5%)이 올바르게 답한 것으로 나타났다.

KCT 영역에 관하여는 3문항을 제시하였는데 대부분의 교사들이 두 문항에 대하여는 올바르게 답했고 나머지 한 문항에 대하여는 오답률이 70.6%로 나타났다. 이러한 오답률이 높게 나타난 문항에 대하여 정답을 제시한 교사들은 앞에서의 KCS 영역에 대하여 올바른 답을 제시한 교사들과 동일한 것으로 나타났다.

마. 교사들의 문제 표현 방식의 다양성

아래 문항 [그림 IV-2]는 교사들이 문제의 다양한 표현 방법에 대해 어떻게 생각하고 있는지 알아보기 위한 문항으로 총 4가지 보기가 주어지고 5개의 문항을 해결하는데 적합한 보기를 고르는 문제로 5.(2) 문항과 5.(3) 문항을 제외하고는 모든 보기를 이용하여 문제를 해결 할 수 있게 되어 있다. 이 문항에 대한 교사들의 선택은 <표 IV-13>과 같다. 구체적으로, 교사들은 수식을 이용하여 대부분의 문제를 해결하려는 경향을 보였으며 5.(2) 문항과 5.(3) 문항과 같은 경우는 그래프로는 정확한 답을 구할 수 없음에도 선택한 교사가 있는 것으로 보아 각 표현 방법의 특성에 대한 정확한 이해가 부족한 것으로 볼 수 있다.

5. 다음 보기를 보고 아래 문제를 해결하는데 적절한 보기를 골라 적어주세요.

(문제에서 요구하는 답을 구하지 않아도 됩니다.)

[보기] (P는 극장 이익, T는 티켓판매량)

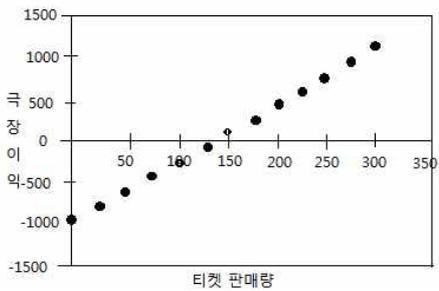
① 한 오페라극장은 하루 운영비가 1025만원이다. 좌석표 값은 1인당 7만5천원이다. 이 극장의 수입은 전적으로 표의 판매량에 달려있다.

② $P = 7.5T - 1025$

③

T	P(만원)
0	-1025
50	-650
100	-275
150	100
200	475
250	850
300	1225

④



(1) 극장의 하루 운영비는 얼마인가요?

(2) 극장이 500만원 이익을 보기 위해서는 표를 몇 장이나 팔아야 할까요?

(3) 극장의 일일 손익 분기점은 얼마일까요?

(4) 표와 극장의 이익간의 변화율은 어떠한가요?

(5) 이를 함수로 나타낸다면 어떤 함수가 가장 적절할까요?

[그림 IV-2] 5번 문항

- 2) 교육과학기술부(2008)가 제안한 함수에서 한 점에서의 연속에 관한 정의
 3) 계승혁 외(2009)의 정의로 함수에서 한 점에서의 연속의 정의를 세 단계 방법으로 도입하지 않음.

<표 IV-13> 5번 문항 선택표(중복응답 가능)

항목		진술형 문항	수식	표	그래프
5.(1) 문항	빈도(명)	25	3	0	0
	비율(%)	89.3	10.7	0.0	0.0
5.(2) 문항	빈도(명)	6	20	4	3
	비율(%)	18.2	60.6	12.1	9.1
5.(3) 문항	빈도(명)	5	14	5	8
	비율(%)	15.6	43.8	15.6	25.0
5.(4) 문항	빈도(명)	0	4	2	2329
	비율(%)	0.0	13.8	6.9	79.3
5.(5) 문항	빈도(명)	1	17	1	10
	비율(%)	3.4	58.6	3.4	34.5

<표 IV-14> 검사지 총점 및 각 영역별 총점과 일반적 특성간의 상관분석

항목		검사지 총점	CCK 총점	SCK 총점	KCS 총점	KCT 총점
검사지 총점	상관 계수	1.000	.630**	.709**	.753**	.724**
	유의 확률	.	.000	.000	.000	.000
CCK 총점	상관 계수	.630**	.000	.144	.246	.309
	유의 확률	.000	.	.417	.161	.075
SCK 총점	상관 계수	.709**	.144	1.000	.401*	.258
	유의 확률	.000	.417	.	.019	.141
KCS 총점	상관 계수	.753**	.246	.401*	1.000	.822**
	유의 확률	.000	.161	.019	.	.000
KCT 총점	상관 계수	.724**	.309	.258	.822**	1.000
	유의 확률	.000	.075	.141	.000	.

** . 상관 유의수준이 0.01(양측).
* . 상관 유의수준이 0.05(양측).

바. 상관관계 분석

검사지 총점과 각 영역별 점수에 대한 상관관계를 분석하였다<표 IV-14>. 첫째, 검사지 총점과 나머지 네 영역 간에 0.01의 유의수준으로 유의미한 상관관계가 있음을 볼 수 있다. 이는 검사지 총점이 각 영역의 총 합으로 나타나기 때문이다. 따라서 각 영역의 지식수준이 높은 교사는 MKT 수준도 높을 것이라 기대할 수 있음을 의미한다. 둘째, SCK와 KCS 영역 총점사이에도 0.05의 유의수준에서 유의미한 상관관계가 있음을 볼 수 있다. SCK와 KCS는 다른 방법이지만 두 영역 모두 학생의 오류를 판별하고 그 원인을 찾아내는데 있어 사용되는 지식임을 생

각해 봤을 때 그 연관성을 찾을 수 있을 것이다. 셋째, KCS 총점과 KCT 총점 역시 0.01 유의수준에서 유의미한 상관관계가 있음이 보이는데 이는 아래 문항별 분석에서도 보겠지만 8번 문항에서 KCS와 KCT를 같이 물어보고 있기 때문으로 생각된다. 무엇보다도 눈여겨 볼만한 점은 CCK 영역이 다른 세 영역과 유의미한 상관관계가 나타나지 않는다는 사실이다.

V. 결론 및 논의

이 연구는 교사들의 MKT를 측정할 수 있는 도구를 개발하여 측정하고 분석하고자 하는 첫

시도이다. 그러한 시도로 이 연구에서는 중등 수학 교사들의 MKT 수준을 함수 영역에서 고등학교 1학년 내용을 기준으로 하였는데, 현직 중등 수학 교사들의 함수 영역에서 MKT 수준은 어떠한지, 그리고 중등 수학교사들의 MKT 수준과 일반적인 특성(성별, 연령, 교직경력, 담당학년, 교육대학원 졸업여부, 학교 설립 유형)간에 어떤 관계가 있는지를 살펴보고자 하였다. 이러한 목적을 위해 8 문항을 개발하여 총 5개의 학교에서 34명의 중등 수학 교사에게 검사를 실시하여 분석 자료로 사용했다. 검사지 분석 결과는 다음과 같다. 먼저 교사들의 점수는 CCK와 KCT의 평균점수가 SCK의 평균보다 높은 것으로 나타났다. 또한 각 영역별 총점을 상관관계 분석을 통해 살펴본 결과 SCK, KCS 영역이 서로 통계적으로 유의미한 상관관계가 있었고 이와 다르게 CCK와 나머지 영역들 간에는 통계적으로 유의미한 상관관계를 찾아볼 수 없었다. 또한 교사의 함수 영역에서의 MKT 수준과 검사 참여자의 일반적인 특성들(성별, 연령, 교직경력, 담당학년, 교육대학원 졸업여부, 학교 설립 유형)간에는 통계적으로 유의미한 관계가 나타나지 않았다. 즉, 참여 교사들의 함수 영역에서의 MKT 수준에 통계적으로 특별한 영향을 미치는 일반적인 특성이 규명되지 않았는데, 이는 교사들의 교직 경력 및 수업 경험의 축적이 교사의 지식을 보장하지 않음을 알 수 있다. 마지막으로 하나의 같은 문제를 설명하는 4개의 다양한 표현 방법(진술형 문항, 수식, 표, 그래프)을 제시하고 주어진 문제를 해결하기 위해 어떤 표현 방법을 주로 활용하는지 알아보았는데, 참여 교사들은 대부분의 문제에서 수식의 활용을 선호하는 것으로 나타났다. 또한 정확한 수치를 구해야 하는 상황에서 값이 불분명하게 제시된 그래프를 선택한 교사들이 상당수라는 것을 확인할 수 있었다. 위와 같은 분석 결과에서 나타난 내용들을 토대로 몇

가지 사항에 대해 논의하고자 한다.

검사지 총 점수 및 각 영역별 점수를 분석한 결과를 보면 SCK 영역에 대한 평균 점수가 상대적으로 낮은 것으로 나타났다. SCK 영역은 학생들이 흔히 실수하는 사례들을 찾아보거나 학생들이 종종 제시하는 일반적이지 않은 해결 방법이 수학적으로 올바른지 그리고 일반적인 상황에서도 적용될 수 있을지 확인하는 능력을 포함한다. 나아가 SCK 영역은 수학자와 수학 교사를 구분 짓게 해주는 영역으로써 단순히 문제 해결을 넘어서서 그 원리의 이해를 바탕으로 한다(Ball et al., 2008). 수학은 매우 추상화된 것들의 집합이다. 만약 교사가 이러한 추상적인 내용들을 학습자가 그들이 이미 알고 있는 것과 연관 지어 배울 수 있도록 적절하게 바꾸어 제시하지 못한다면 학생들은 이해하지 못한 채 익히게 된다(Fennema & Franke, 1992). 따라서 교사가 수학적 내용의 원리를 제대로 이해하지 못한 채 수업을 진행하게 된다면 이는 관계적 이해 중심이라기보다는 도구적 이해를 강조하게 된다. 도구적 이해는 단순히 문제를 해결하기 위해 배웠던 수학 공식을 기계적으로 활용하는 데 중점을 두는 반면, 관계적 이해는 학생으로 하여금 새로운 과제를 대할 때 어떤 방법을 사용해야 하는지 알 뿐만 아니라, 적절함을 알게 되며 새로운 과제에 더 잘 적응할 수 있도록 한다. 이는 SCK 영역의 중요성을 더욱 부각시키는 것이라 할 수 있으며 함수의 정의에 대한 정확한 이해를 통해 함수의 예시를 더 풍부하게 할 수 있으며 나아가 함수에 대한 다양한 표상 간의 연결 짓기를 강화할 수 있다(Steel, Hillen & Smith, 2013).

각 영역별 총점에 대한 상관관계 분석의 결과, SCK와 KCS 그리고 KCT 영역이 서로 통계적으로 유의미한 상관관계가 있었고 이와 다르게 CCK와 나머지 영역들 간에는 통계적으로 유의미한

상관관계를 볼 수 없었는데 이를 통해 CCK가 나머지 세 영역 SCK와 KCS 그리고 KCT와는 다른 종류의 지식임을 확인할 수 있었다. 현재 교사로 임용되기 위해서는 높은 수학 지식을 필요로 한다. 따라서 교원 임용시험에 합격한 신입 교사들은 CCK 영역에서는 뛰어난 지식수준을 가졌다고 할 수 있다. 그러나 위와 같은 분석 결과를 고려해 봤을 때 교원 임용에 합격한 경력이 적은 신입 교사들은 CCK 영역에서는 뛰어난 지식수준을 가졌다고 할 수 있겠지만 이것이 MKT의 나머지 영역인 SCK와 KCS 그리고 KCT 영역과 관련된 지식을 보장하지 않음을 알 수 있다. 그러므로 신입 교사가 단순히 자신이 가지고 있는 능력만으로 수업을 구성하고 진행하도록 하기 보다는 신입 교사의 더 나은 수학 수업을 위해 이들을 대상으로 높은 수학 지식을 활용하여 MKT의 다양한 영역을 길러줄 수 있는 교원 연수 프로그램이 필요하다고 본다. 뿐만 아니라, 교원양성 기관의 교육과정 프로그램에도 교사들의 MKT를 계발 및 신장시킬 수 있는 수학 내용 및 수학교육 과목들에 대한 재점검 및 정비가 필요할 것이다. 예를 들어, 수학 내용과 교수법을 동시에 조직하여 구성된 내용중심교수법(a content-focused methods, Steele & Hillen, 2012)과 같은 과목 개발을 통해 단편적인 과제나 단일 주제 별로 곁핍기식의 전달이 아닌 CCK와 SCK를 체계적으로 결합하여 예비교사들이 제대로 수학과제와 주제에 대하여 직접 문제해결에 참여하며 심도 있게 토론할 수 있어야 한다. 이러한 수업을 통해 예비교사들의 함수에 대한 MKT, 구체적으로 함수의 정의에 대한 명확한 이해 및 함수에 대한 예시 및 예가 아닌 것의 제시 능력 등이 향상될 수 있다(Steele, Hillen & Smith, 2013).

마지막으로, 함수 영역에 있어서 현직 중등 수학 교사의 MKT 수준과 일반적인 특성들(성별,

연령, 교직경력, 담당학년, 교육대학원 졸업여부, 학교 설립 유형)간에는 통계적으로 유의미한 관계를 찾을 수 없었는데, 특히, 교육대학원을 졸업한 현직 중등 수학 교사들과 그렇지 않은 교사들 간에 차이가 없음은 주목할 만한 결과일 수 있다. 교육대학원은 예비 교사들을 양성하기 위한 목적도 있지만 주요 목적은 현직 교사의 재교육이다. 따라서 교사 중에서도 교육대학원을 졸업한 교사들은 그렇지 않은 교사들보다 더 나은 점수를 얻을 것이라 기대했었지만 결과는 그렇지 않았다. 이러한 점들을 생각해 보았을 때, 교육대학원에서 현직 중등 수학 교사를 대상으로 한 MKT 수준을 높이기 위한 프로그램 개발 및 교육과정 구성이 필요할 것으로 본다.

이 연구에서는 현직 중등 수학 교사의 MKT 수준과 이에 영향을 미치는 일반적 특성에 대해 살펴보았다. 총 34명의 현직 중등 수학 교사를 대상으로 조사한 만큼 표본이 많지는 않았지만, 특별한 영향을 미치는 특성이 발견되지 않았다. 이는 검사지 문항의 개수가 적은 것이 이유일 수 있는데, 실제로 검사 문항을 많이 늘려 검사를 실시하고자 하였으나 5점 척도를 이용한 설문문이 아닌 시간을 들여 문항을 풀고 답을 적어야 하는 만큼 이에 응하는 교사를 찾기가 쉽지 않았다. 따라서 문항의 수를 줄일 수밖에 없었고 특히 문제를 풀고 평가를 받는다는 생각 때문에 교사들이 응답을 더욱 꺼려하는 경향이 있었다. 실제로 이 연구를 위해 문항을 선택형 문항으로 18개의 문항을 제작하였지만 여덟 문항만으로 검사지를 구성하였다. 이러한 검사에 적극적으로 응하는 연구 대상을 확보할 수 있다면 더욱 의미 있는 검사를 진행할 수 있을 것으로 기대한다. 이 연구는 교사들의 MKT를 측정할 수 있는 도구를 개발하여 적용하고 분석하고자 하는 시도를 통해 교사들의 수업 능력을 규명하고자 하였다. 여러 가지 여건 상 선택형의 8문항만으로

교사들의 함수에 대한 지식을 탐색하고자 시도하였고 후속 연구에서는 선택형 문항뿐만이 서술형 문항을 추가하여 질적 데이터를 수집하여 분석하는 것이 필요할 것이다.

참 고 문 헌

- 강윤수·전성아(2006). 수학과 예비교사들의 교
수학적지식 형성 과정 탐구-함수 개념을 중
심으로. **수학교육**, 45(2), 217-230.
- 고희정·고상숙(2013). 고등학교 미적분 수업에서
나타나는 초임교사의 교수를 위한 전문화된
수학 내용 지식(SCKT). **한국학교수학회논문
집**, 16(1), 157-185.
- 김구연(2007). Pedagogical content knowledge: A
case study of a middle-school mathematics
teacher. **수학교육학연구**, 17(3), 295-308.
- 김구연(2009). An experienced teacher's representations
of beliefs and knowledge in mathematics
instruction. **학교수학**, 11(3), 335-349.
- 김구연(2010). Knowledge variation of teachers in
middle-school mathematics classrooms. **수학교
육학 연구**, 20(3), 357-371.
- 김대영·김구연(2014). 중등 수학교사의 교과서
수학과제 이해 및 변형 능력. **학교수학**, 16(3),
445-469.
- 나귀수(2010). 초등학교 예비교사의 수학적 지식
구성에 대한 연구-구성주의적 교수실험을 중
심으로. **학교수학**, 12(2), 151-176.
- 남윤석·전평국(2006). 교육실습 과정에서 배우는
초등예비교사의 수학 교수학적 내용지식에
관한 사례연구. **수학교육**, 45(1), 75-96.
- 박달원·홍순상·신민영(2012). 연속함수에 대한
고등학교 교과서의 정의와 고등학생들의 이해.
한국학교수학회논문집, 15(3), 453-465.
- 방정숙(2007). 수학 과제 분석을 통한 예비 초등
교사의 전문성 신장. **수학교육**, 46(4), 465-482.
- 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. **수학교
육학연구**, 10(1), 103-114.
- 송근영·방정숙(2013). 수학과 교사지식에 관한
국내 연구의 동향 분석. **한국학교수학회논문
집**, 16(1), 265-287.
- 이승훈·조원영(2013). 수학교사의 이차곡선에 관한
내용지식의 분석. **학교수학**, 15(4), 995-1013.
- 이혜림·김구연(2013). 수학교과서 문제에 대한
예비중등교사의 이해 및 변형 능력. **수학교
육학연구**, 23(3), 353-371.
- 차인숙·한정순(2004). 중등 예비교사의 함수 관계
상황 표현 능력에 대한 조사 연구. **수학교육**,
43(2), 199-210.
- 최승현(2007). **교육과정 개정에 따른 수학과 내용
교수지식(PCK) 연구**. 연구보고 RRI2007-3-2.
서울, 한국교육과정평가원.
- 한정순·차인숙(2006). 중등 예비교사의 수학적
지식. **수학교육**, 45(1), 105-121.
- Ball, D. L., Hill, H. C., Rowan, B. & Schilling, S.
(2002). *Measuring teachers' content knowledge
for teaching: Elementary mathematics release
items, 2002*. Ann Arbor Michigan: Study of
Instructional Improvement.
- Ball, D. L., Hill, H. C. & Schilling, S. G. (2004).
Developing measures of teachers' mathematics
knowledge for teaching. *The 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.
- 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.
- 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.
- Grossman, P. L. (1990). *The making of a teacher: Teacher Knowledge and teacher education*. New York: Teachers College Press.
- 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. (2007). Mathematical knowledge of middle school teachers: Implications for the No Child Left Behind policy initiative. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 29, 95-114.
- 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.
- Kim, G. (2015). Examining key issues in research on teacher education. In B. Sriraman, J. Cai, K. H. Lee, L. Fan, Y. Shimizu, C. S. Lim & K. Subramaniam (Eds.), *The first sourcebook on Asian research in mathematics education: China, Singapore, Japan, Malaysia, and India* (pp. 909-916). Charlotte, NC: Information Age.
- Leinhardt, G. & Smith, D. A. (1985). Expertise in mathematics instruction: Subject matter knowledge. *Journal of Education Psychology*, 77(3), 247-271.
- Leikin, R., & Levav-Waynberg, A. (2007). Exploring mathematics teacher knowledge to explain the gap between theory-based recommendations and school practice in the use of connecting tasks. *Educational Studies in Mathematics*, 66, 349-371.
- National Council of Teachers of Mathematics

- (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA.: Author.
- Petrou, M., & Goulding, M. (2011). Conceptualizing teachers' mathematical knowledge in teaching. In T. Rowland & K. Ruthven (Eds.), *Mathematical knowledge in teaching* (pp. 9-25). London: Springer.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Steele, M. D., & Hillen, A. F. (2012). The content-focused methods course: A model for integrating pedagogy and mathematics content. *Mathematics Teachers Educator*, 1, 52-69.
- Steele, M. D., Hillen, A. F., & Smith, M. S. (2013). Developing mathematical knowledge for teaching in a methods course: the case of function. *Journal of Mathematics Teachers Education*, 16, 451-482.
- 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.

Measuring and Analyzing Teachers' Mathematical Knowledge for Teaching [MKT] of Functions

Mun, Jinsu (Gyeyang Middle School)

Kim, Gooyeon (Sogang University)

This study explored secondary mathematics teachers' mathematical knowledge for teaching [MKT]; in particular, it focused on teachers' knowledge of functions. In order to measure teachers' MKT, we developed items according to Ball, Thames & Phelps (2008)'s domains and conducted to 34 secondary mathematics teachers in 5 high schools in Seoul. The findings from the data analysis suggested as follows: a) overall, the teachers scored average 67.4 out of 100, 87.43 in Common Content Knowledge[CCK], and the average score of Specialized Content Knowledge [SCK] was the lowest; b) correlations among SCK, KCS, and KCT were statistically significant; and c) there was no sign of statistical significance between CCK and the rest.

* Key Words : Mathematical Knowledge for Teaching [MKT], teacher knowledge(교사 지식), mathematics teacher(수학교사), knowledge of functions(함수에 대한 지식), measuring MKT(MKT 측정)

논문접수 : 2015. 8. 10

논문수정 : 2015. 9. 1

심사완료 : 2015. 9. 4