

수학 중등 교사들 간의 수학교수지식(MKT) 차이  
발생 요인 분석 및 이를 통한 통계적 소양 신장 방안  
A Study on Analyzing the Difference Factors Occurred  
in the Secondary School Mathematics Teachers on  
the Mathematical Knowledge of Teaching and on  
Exploring the Enhancement on the Statistical Literacy

김슬비 · 황혜정<sup>1)</sup>

**ABSTRACT.** The purpose of this study is to confirm the MKT(Mathematical Knowledge for Teaching) of the in-service mathematics teachers on the statistics(Representative value, Degree of scattering) through the comparative analysis between the sub-elements of the MKT. In addition, it is to examine the factors that cause the difference of the subjects' MKT. To accomplish this, by the subject of 12 secondary in-service mathematics teachers, in this study the test items of the MKT on the statistics were developed and data were collected and analyzed. As a result of the analysis of the MKT test sheet, the CCK(Common Content Knowledge) and SCK(Specialized Content Knowledge) of the mathematics teacher was confirmed as a high score, whereas the and KCS(Knowledge of Content and Students) and KCT(Knowledge of Curriculum and teaching) were confirmed as low scores. In addition, through these results, it was shown that the difference in MKT's elements the middle school and high school teachers obtain occurred slightly.

---

Received January 30, 2023; Revised February 20, 2023; Accepted February 20, 2023  
본 논문은 2022년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 인문사회분야 중견연구지원사업의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2022S1A5A2A01038132)

2010 Mathematics Subject Classification: 97B50

Key words: Mathematical Knowledge for Teaching(MKT), Knowledge of teacher, Mathematical Knowledge for Teaching(MKT), Knowledge of teacher, Representative value, Degree of scattering

1) Corresponding author

©2023 The Youngnam Mathematical Society  
(pISSN , eISSN)

## 1. 서론

1980년대 중반에 Shulman이 교사 지식에 대한 중요성을 강조한 이후 교사 지식에 관한 다양한 연구가 이루어졌는데, 수학 교과의 경우 대표적인 연구자로는 Ball과 그의 동료들을 꼽을 수 있다(한혜숙, 2016). Ball, et. al.(2008)은 Shulman(1986)의 ‘교과 내용 지식(Subject Matter Knowledge, 이하 SMK라 칭함)’과 ‘교수학적 내용 지식(Pedagogical Content Knowledge, 이하 PCK라 칭함)’에 관한 연구를 기반으로 가르치기 위한 수학적 지식, 즉 ‘수학 교수 지식(Mathematical Knowledge for teaching, 이하 MKT라 칭함)’의 개념을 정립하고, Shulman(1986)의 범주를 구체화하여 MKT를 구성하는 하위 요소를 제안하였다. 즉, Ball, et. al.(2008)은 MKT를 크게 SMK와 PCK로 구분하고, SMK를 일반 내용 지식(Common Content Knowledge, 이하 CCK라 칭함), 전문 내용 지식(Specialized Content Knowledge, 이하 SCK라 칭함), 내용 연계 지식(Horizon Content Knowledge, 이하 HCK라 칭함)으로 세분화하였으며, PCK를 학생에 대한 지식(Knowledge of Content and Students, 이하 KCS라 칭함), 교수에 대한 지식(Knowledge of Content and Teaching, 이하 KCT라 칭함), 교육과정에 대한 지식(Knowledge of Content and Curriculum, 이하 KCC라 칭함)으로 세분화하였다.

MKT에 관한 몇몇 국외 연구(Ribeiro & Carrillo, 2011; Fauskanger, et. al., 2012; Ng, Mosvold, & Fauskanger, 2012)와 더불어, 국내에서도 예비 또는 현직교사를 대상으로 MKT와 관련된 여러 연구가 진행되었는데(윤현경, 권오남, 2011; 문진수, 김구연, 2015; 이 제안, 이종학, 김원경, 2016; 전미현, 김구연, 2015; 최민정, 이종학, 김원경, 2016, 한혜숙, 2016; 옥보명, 한혜숙, 2020), 이들은 Ball, et. al.(2008)이 제안한 MKT의 여섯 가지 하위 요소를 해석하고 이를 바탕으로 분석틀을 마련하거나 MKT 측정을 위한 검사지를 제작하는 등 저마다의 연구를 진행하였다. 그런데, 이러한 선행연구들이 MKT 관련 연구를 수행하면서 다룬 영역은 주로 대수와 기하 영역이며, 통계 영역을 대상으로 진행된 MKT 연구는 통계적 추정을 주제로 한 최민정 외(2016)의 연구, 그리고 순열과 조합 영역을 주제로 한 옥보명과 한혜숙(2020)의 연구이다. 최근 들어 컴퓨터와 인터넷의 발달로 많은 양의 정보를 접할 수 있는 정보화 시대에 돌입함에 따라 통계적 소양은 필수 능력으로 요구되고 있다(교육부, 2015). 이같이 통계적 소양에 관한 중요성이 강조되고 있는 만큼, 통계를 가르치기 위한 수학적 지식, 즉 통계에 관한 MKT 연구에 관심을 둘 필요가 있다.

옥보명과 한혜숙(2020)의 연구 결과에서처럼 예비교사들이 교원양성기관을 통해 통계 영역에 관한 지식을 견고히 다지게 할 필요성이 제기되며 그들의 통계 영역에 대한 교사 지식을 측정하는 것은 의미 있는 일일 것이다. 최민정 외(2016)는 교사 간의 통계적 추정에 대한 MKT와 교직 경력의 유의성을 찾고자 하였는데, 그 결과 교사 경력에 상관없이 교사 지식이 부족한 것으로 나타났다. 이처럼, 교사가 특정 영역에 대해 어려움을 느낀다

면 학생들에게 제대로 된 교육을 제공할 수 없으며 학생들에게 오개념을 전달할 수도 있을 것이다. 그런데, 고등학교 확률과 통계 과목을 수월하게 수행하기 위해서는 중학교 수준의 확률과 통계 영역 내용을 올곧게 이해하여야 하며, 특히 통계 부문에서 가장 기본적인 이면에서도 중요한 내용은 대푯값과 산포도라 할 수 있다. 김부미와 김윤민(2019)은 중학교 때 배운 중앙값, 최빈값 등의 통계량이나 산포도 등의 그래프를 반복, 심화시킬 기회가 적어 우리나라 수학과 교육과정의 통계 영역에서 학년 간, 학교급 간 내용의 연계성을 강화할 필요가 있다고 제안한 바 있다.

따라서 본 연구에서는 통계 영역 내용을 교수하는데 요구되는 수학적 지식, 즉 ‘수학 교수 지식(MKT)’에 대해 살펴보고자 한다. 특히, 본 연구에서는 고등학교에서의 ‘확률과 통계’ 교과목을 이수하기 전에, 반드시 알아두어야 할 기초가 되는 내용으로 중학교에서 다루어지는 대푯값과 산포도를 선정하였으며, 이에 관한 ‘수학 교수 지식(MKT)’에 대해 탐색하고자 하였다. 이를 위하여 문헌고찰에 기초하여 세 지역에 위치한 현직 중등학교 수학교사 총 12명(중학교 6명, 고등학교 6명)을 대상으로 설문 문항 및 검사 문항을 토대로 교사들 간의 통계 내용에 관한 MKT를 비교 분석하고자 하였다.

## II. 이론적 배경

### 1. MKT의 의미

술만의 PCK 개념을 바탕으로 ‘Content Knowledge for Teaching(교수를 위한 내용 지식)’을 제안한 볼은 수학을 가르치는 데 필요한 지식을 좀 더 구체화하고자 하였다. Ball, et. al.(2008)은 분수에 대한 이해를 바탕으로 교사에게 필요한 수학적 지식을 교과 내용 지식(SMK)과 교수학적 내용 지식(PCK)으로 구분하고 이를 포함하는 영역으로 ‘교수를 위한 수학적 지식’, 즉 ‘수학 교수 지식(MKT)’을 제안하였다.

우선, 교과 내용 지식은 일반 내용 지식(CCK), 전문 내용 지식(SCK), 내용 연계 지식(HCK)으로 구성된다. 일반 내용 지식(CCK)은 일반적인 수학 내용에 대한 지식으로, 교사뿐 아니라 수학을 알고 활용하는 일반적인 사람이면 누구나 갖고 있을 법한, 수학에 대한 지식을 의미한다. 즉, 교과 지식을 포함하고 학생들이 잘못된 대답을 하거나 부정확한 정의를 내릴 때 교사가 이것을 인식해야 할 정도의 지식이다. 그리고, 전문 내용 지식(SCK)은 가르치는 데 필요한 수학적 지식으로, 학생들에게 가르칠 수학적 지식보다 약간 높은 수준이다. 즉, 학생들을 가르칠 때 다른 환경에서는 필요하지 않은 특수한 수학적 지식이 필요하다. 교사는 학생들이 특정한 주제에 대해 일반적인 방법이 아닌 특이한 방법을 제안할 경우 그 방법이 일반적으로 해결되는지 알아야 하며 학생들이 오개념을 갖게 되거나 이해를 하지 못할 때 어떤 방법으로 오개념을 바로 잡고 이해를 시켜줘야 하는지에 대해서 알고 있어야 한다. 한편, 내용 연계 지식(HCK)은 수학의 각 주제들이 교육과정의 다른 주제들과 어떻게 관련되어 있는지를 아는 것에 대한 지식을 의미한다. 즉, 수학

적 주제가 수학과 교육과정에 포함된 내용과 연관성을 알고 있는지에 대한 지식이다.

한편, 교수학적 내용 지식은 학생에 대한 지식(KCS), 교수에 대한 지식(KCT), 교육과정에 대한 지식(KCC)으로 구성된다. 우선, 학생에 대한 지식(KCS)은 학생들이 수학을 어떻게 이해하는가에 대한 지식으로, 학생들이 어떻게 생각하고 어떤 내용을 어려워하는지를 이해하며 학생들의 언어로 표현된 새롭고 불완전한 생각을 듣고 해석할 수 있는 교사의 안목을 의미한다. 즉, KCS는 학생에 대한 지식과 수학 교과에 대한 지식을 결합한 지식이다. 교사는 교과 내용을 가르치면서 수학적 지식에 대해 많은 학생이 자주 범하는 실수나 흥미로움을 느끼는 부분에 대해 알 수 있으므로, 이를 통해 학생들이 어떠한 생각을 하고 무엇을 혼란스러워할지 예상해야 하며 예제나 과제를 통해 학생들의 흥미와 동기부여를 끌어낼 수 있는지 예측해야 한다. 그리고, 교수에 대한 지식(KCT)은 학생들에 대한 지식을 고려할 때 수학을 어떻게 가르칠 것인가에 대한 지식으로, 학생들의 수학적 사고, 표현, 오개념 등에 따라 가장 적절한 교수 방법을 선택하고 계획하는 것과 관련된 지식을 의미한다. 즉, KCT는 교육에 대한 지식과 수학적 지식을 결합한 지식이다. 교사가 특정한 내용을 가르칠 때 어떠한 예제로 시작해야 하며 어떠한 예제가 더 학생들에게 심도 있는 내용을 이해하게 할지 선택해야 한다. 또한, 가르칠 때 사용되는 표현의 장단점을 평가해야 하며 어떠한 교구를 사용하는 것이 효율적이고 다른 교수 방법과 절차가 교육적으로 제공할 수 있는지 파악해야 한다. 한편, 교육과정에 대한 지식(KCC)은 학교수학에 대한 지식으로, 다른 지식과 명확히 구분된다기보다 PCK 안에서 서로 연관성을 가지며 나타난다. 즉, KCC는 수학 교육과정에 대한 지식으로, 이는 특정한 내용이 어느 시기에 포함되며 학교 교육 과정 내부에서 연관되는 내용을 알고 있는 지식에 해당한다. 이상으로, 볼의 MKT를 술만의 PCK와 비교하면 <표 II-1>과 같다(황혜정 외, 2019).

<표 II-1> 볼의 MKT와 술만의 SMK & PCK

볼			술만
교과 내용 지식 (SMK)	일반 내용 지식 (CCK)	일반적인 교과 내용 지식으로 하나의 답을 간단히 계산하거나 수학 문제를 올바르게 해결하는 것에 대한 지식	교과 내용 지식 (SMK)
	전문 내용 지식 (SCK)	교사의 전문성을 나타내는 지식으로, 효과적인 교수를 위해 교사만이 가지고 있는 수학 지식	
	내용 연계 지식 (HCK)	수학적 연결성과 관련된 지식	
교수학적 내용 지식 (PCK)	학생에 대한 지식 (KCS)	수학 내용에 대한 학생의 이해와 관련된 지식	교수학적 내용 지식 (PCK)
	교수에 대한 지식 (KCT)	수학 내용에 대한 학생의 이해를 바탕으로 이를 어떻게 가르칠 것인가에 대한 지식	
	교육과정에 대한 지식(KCC)	학교 수학교육과정에 대한 지식	교육과정 지식(CK)

## 2. MKT 관련 선행연구

최근 국외에서 Ball et al.(2008)이 제안한 MKT를 활용하여 수행된 연구(Barlow, et. al., 2017; Hatisaru & Erbas, 2017; Schoen, et. al., 2017)를 살펴보면 다양한 방법을 통해 교사들의 MKT를 측정하거나 교사들의 MKT를 측정하기 위한 도구를 개발하는 연구가 진행되었다. Hatisaru & Erbas(2017)의 연구에서는 Fetma와 Ali라는 두 명의 고등학교 교사와 9학년 학생을 대상으로 함수에 관한 개념을 테스트하거나 수업 관찰 및 교사와의 후속 인터뷰를 통하여 교사가 가지고 있는 MKT 및 교사의 지식과 학생들 사이의 상호 관계에 대해서 살펴보았다. 또, Barlow et al.(2017)은 교사의 지식에 접근하는 방법으로 교사에게 수업 영상을 시청하게 한 뒤 작성하는 설문을 통해 교사의 지식을 살펴보는 방법을 조사하는 연구를 진행하였다. 이 연구에서 제공하는 수업 영상은 수학적 의견 대립이 발생하는 내용이 포함된 영상이며, 이러한 실험 방법이 교사의 지식에 접근하는 데 유용하다는 결과를 도출했다. 한편, Schoen, et. al.(2017)은 초등 교사의 MKT를 측정하기 위하여 K-TEEM(Knowledge for Teaching Early Elementary Mathematics)이라는 평가 도구를 개발하는 연구를 수행하였다.

한편, 국내의 경우에는 중등 현직교사 또는 예비교사를 대상으로 Ball et al.(2008)의 MKT 분석틀을 활용한 연구로는 윤현경과 권오남(2011), 문진수와 김구연(2015), 전미연과 김구연(2015), 이제안 외(2016), 최민정 외(2016), 한혜숙(2016), 옥보명과 한혜숙(2020) 등을 들 수 있는데, 이들은 중등 예비 또는 현직교사를 대상으로 MKT의 분석을 진행하였으며, Ball, et. al.(2008)의 MKT 하위 요소인 CCK, SCK, HCK, KCS, KCT, KCC 중에서 자신들의 연구 목적에 따라 MKT 하위 요소를 선정하여 이를 측정하기 위한 문항을 제작하였다.

윤현경과 권오남(2011)은 벡터 개념에 대해 현역교사와 예비교사의 MKT 하위 요소를 측정하는 것을 목적으로 연구를 진행하였는데, MKT 하위 요소 중 CCK, SCK, KCT를 측정하기 위한 문항 검사지를 제작하였으며, 검사지 분석으로 개별 문항 분석과 하위 요소 간의 상관관계를 확인하였다. 연구 결과, 예비교사는 검사지에 모든 문항을 대학교 수준의 CCK로 응답하였고 SCK와 KCT로는 변환하지 못하였다. 반면에 현직교사는 가르치는 상황에 필요한 SCK와 KCT로 응답하였지만, 예비교사와 비교해 볼 때 대학교 수준의 CCK로는 응답하지 않았다. 또한, 면담내용에서 예비교사와 현직교사 모두 벡터 내용에 대해 고등학교 때 배운 지식으로 교수하겠다고 응답한 것으로 미뤄볼 때 예비양성기관에서 CCK를 SCK와 KCT로 연결할 수 있는 교육이 제공되어야 한다고 제안하였다.

문진수와 김구연(2015)은 현직 중등교사의 함수에 대한 지식을 측정하기 위한 목적으로 연구를 진행하였는데, MKT의 하위 요소 중 CCK, SCK, KCS, KCT에 초점을 두어 함수 영역의 문항을 개발하고, 검사지 분석은 문항별 분석과 응답자의 일반적인 특성(성별, 담당 학년, 연령, 교직 경력 등)간의 상관관계를 살펴보았으나 일반적인

특성 간의 유의성은 찾아볼 수 없었다. 또, 연구 결과로 교원 임용에서 합격한 신입 교사들의 CCK는 높았던 반면 나머지 요소는 그렇지 않았으므로 MKT의 모든 요소를 고루 길러줄 수 있는 연수 프로그램이 필요하다고 제안하였다.

전미연과 김구연(2015)은 MKT 측정을 위한 문항들을 개발하는 과정에서 중등 예비교사들의 MKT 수준 및 특성이 어떠한지 알아보기 위한 목적을 가지고 연구를 수행하였다. MKT 하위 요소 중 SCK, KCS, KCT와 연구자가 직접 정의한 '평가에 대한 교사의 지식(Knowledge of Content and Assessment, KCA)'을 측정하기 위한 문항을 교사 지식에 관한 선행연구를 통해 직접 개발하였다. 한 명을 대상으로 심층 인터뷰를 진행하여 예비교사의 생각을 상세히 확인하였다. 예비교사들의 응답 결과, 그 내용이 교과서 및 교사용 지도서의 것과 유사한 것으로 나타났는데, 이렇듯 교과용 도서가 교사에게 미치는 영향이 크다는 점을 인식하고 이를 교과용 도서에 반영하여 기본적인 수학 지식 외에 교사 지식의 신장이 도모될 수 있도록 교과용 도서가 개발되어야 한다고 제안하였다.

또, 이제안 외(2016)는 기하학적 확률을 가르치기 위한 현직 수학교사의 지식을 분석하기 위한 목적으로 연구를 진행하였으며, MKT의 하위 요소 중 CCK, SCK, KCS, KCT, KCC를 측정하였으며 MKT 검사지는 교과서 익힘책 및 기하학적 확률에 관한 선행연구에서 추출한 문항과 자체 제작한 문항으로 구성하였다. 연구 결과, 대상자들은 대체로 기하학적 확률에 대한 MKT가 기대에 미치지 못한 것으로 나타났는데, 이러한 결과는 수업을 통해 학생들에게 기하학적 확률의 오개념이 전이될 수 있으므로, 교사의 노력을 견인하여 수학적 지식 신장과 연수를 통한 교수학적 지식 신장이 필요하다고 하였다.

한편, 최민정 외(2016)는 통계적 추정을 가르치기 위한 지식인 MKT를 측정할 목적으로 연구를 수행하였다. 교사 지식은 가르치는 수업 현장에서 함양되는 지식이므로 현직교사를 대상으로 연구를 진행하였으며 연구 대상자 중 3명에게 면담을 요청하여 검사지 분석 결과를 구체적으로 확인하였다. 검사지는 MKT 하위 요소 중 CCK, SCK, KCS, KCT 4가지를 측정하기 위한 문항으로 구성하였으며 통계에 관한 선행연구를 참고하거나 자체 제작하였다. 연구 결과로, 통계적 추정에 대한 MKT는 경력과 무관한 것으로 나타났으며, 이는 확률과 통계 교과에서 교사들의 지식 신장을 위한 재교육이 필요함을 시사하였다.

한혜숙(2016)은 예비수학교사들의 MKT에 대한 인식과 실제 과제를 해결하는 과정에서의 MKT 비교분석을 목적으로 연구를 진행하였다. MKT 하위 요소에서 CCK, SCK, KCS, KCT를 측정하기 위한 설문지를 제작하였으며, 리커트척도 형식과 자유 서술형으로 응답하도록 했다. 연구 결과, 예비교사 교육에서 MKT의 모든 요소가 중요하지만, 상대적으로 SMK보다 PCK가 더 중요하다고 하였다. 하지만 실제 과제에서 예비교사들은 SCK, KCS, KCT 문항을 해결하는 과정에서 어려움을 나타냈고 실제로 SCK, KCT 문항의 적절한 응답의 비율은 50% 이하였다. 이에 예비교사 교육에서 실질적인 SCK와 KCS에 대한 지식을 발달시킬 수 있는 학습이 적용될 필요가 있다고 제안하였다. 또, 옥보명과 한혜숙(2020)은 최근 순열과 조합 영역에서 예비수학교사들의 MKT 수준을 알아보고, 예비교

사들의 MKT 함양을 위한 프로그램(MKT-DP)을 개발하여 실행한 후, 그 효과를 검증함으로써 예비교사 교육 프로그램의 개발 및 실행에 대한 시사점을 도출하고자 하였다. MKT 사전 검사 결과에 의하면, 이 연구에 참여한 예비교사들의 순열과 조합 영역의 MKT 수준이 높지 않음을 알 수 있었고, 특히 SCK와 KCT의 수준은 상당히 낮은 것으로 나타났다. 사전, 사후 MKT 검사 분석 결과, KCT 범주에서만 유의미한 차이가 나타나 해당 연구에서 개발한 프로그램(MKT-DP)이 예비수학교사들의 KCT를 함양시키는 데 효과적인 것으로 제안하였다.

### Ⅲ. 연구 방법

#### 1. 본 연구에 적용할 MKT 하위 요소 선정

Ball et al.(2008)은 MKT의 하위 요소로 CCK, SCK, HCK, KCS, KCT, KCC 6가지를 제안하였는데, 이를 토대로 본 연구에서는 연구 목적 및 수행에 적합한 MKT의 하위 요소를 마련하고자 한다. 최근까지 대부분의 국내 연구에서는 ‘HCK(내용 연계 지식)’와 ‘KCC(교육과정에 대한 지식)’ 요소를 배제하고 연구를 수행하여왔다.<sup>2)</sup> 하지만, 최근 옥보명과 한혜숙(2020)의 경우에는 예비수학교사의 MKT 함양을 위한 프로그램 개발 및 효과에 관한 연구 수행을 위하여 예비수학교사의 CCK, SCK, HCK, KCS, KCT, KCC가 어떻게 변화하였는가를 조사하였다.

본 연구에서도 Ball et al.(2008)이 제안한 MKT의 여섯 가지 하위 요소 모두를 반영하고자 하였다. ‘내용 연계 지식(HCK)’의 경우, 이 지식이 뜻하는 수학적 연결성과 관련된 지식은 NCTM(1989, 2000)에서도 강조하였듯이 현장에서 교사들이 교육과정에 포함된 수학적 주제들이 어떻게 서로 관련되어 있는지를 아는 지식은 매우 중요하다고 할 수 있다. 특히, 김부미와 김윤민(2019)은 중학교 때 배운 중앙값, 최빈값 등의 통계량이나 산포도

2) Ball et al.(2008)은 HCK를 수학적 주제가 교육과정에 포함된 수학 범위에서 어떻게 관련되어 있는지에 대해 아는 지식이라고 하였는데, KCC와 마찬가지로 HCK가 KCT에 대한 범주의 일부인지 다른 영역의 범주에 걸쳐 실행될 수 있는지 확실하지 않다고 하면서 이에 관한 연구가 더 필요하다고 하였다. 또, 윤현경과 권오남(2011)은 단원의 연계성에 대해서 현직교사와 예비교사의 MKT의 측정 연구문제를 해결하면서 KCC가 매우 중요한 역할을 한다는 것을 알았지만, SMK에 속하는지 PCK에 속하는지 정확하지 않으며 KCC 자체적인 개념이 모호하다고 하였다. 결국, HCK와 KCC의 개념은 아직 모호하다고 언급하면서 해당 연구에서 이 두 요소를 제외하였다. 문진수와 김구연(2015)도 고등학교 1학년 수준의 함수 영역에 대한 MKT를 파악하기 위하여 문항을 개발함에 있어 Ball et al.(2008)이 제안한 MKT를 구성하는 6가지 요소 중에서 4가지 요소(CCK, SCK, KCS, KCT)에만 초점을 두었다. 또, 한혜숙(2016)도 Ball et al.(2008)이 HCK와 KCC의 경우 지식 경계의 모호함을 인정하며 추가적인 연구의 필요성을 언급하였다고 하며 그의 연구에서도 이 두 요소를 제외하였음.

등의 그래프를 반복, 심화시킬 기회가 적어 우리나라 수학과 교육과정의 통계 영역에서 학년 간, 학교급 간 내용의 연계성을 강화할 필요가 있다고 제안한 바 있다. 또한, ‘교육과정에 대한 지식(KCC)’의 경우에도 학교 현장 교사가 학교 수학교육과정에 대한 지식을 갖추고 있음으로써 특정 수학적 개념이 교육과정에 어떻게 기술되어 있는지를 알고 이를 기반으로 교과용 도서가 어떻게 구현되어 있는지 더 명료히 알고 이를 기반으로 교수할 필요가 있다.

특히, 본 연구의 설문 문항에는 연구 대상자인 교사들에게 Ball et al.(2008)의 MKT의 6가지 하위 요소를 모두 제시(소개)하고, 이를 토대로 교사 개인이 느끼는 MKT 하위 요소의 필요성과 선호도를 조사하고자 하였으므로, 마땅히 6가지 하위 요소를 모두 반영한 검사 문항을 개발하는 것이 바람직하다고 판단하였다.<sup>3)</sup> 결과적으로, 본 연구는 Ball et al.(2008)이 제안한 6가지의 하위 요소를 모두 반영하여 해당 연구를 수행하였다는 점에서 그 의미가 있다고 볼 수 있다.

이를 위하여 본 연구에서는 통계 내용에 관한 MKT를 양질로 측정하는데 적합한 MKT의 6가지 하위 요소의 의미가 구체적으로 무엇인지를 선행(문헌)연구를 통하여 탐색 및 마련하고자 하였으며, 이후 MKT에 관한 배경 지식이 있는 전문가 2인과 논의하여 다음 <표 III-1>과 같은 6개 요소의 의미를 제안하였다.

<표 III-1> 본 연구에서 마련한 MKT 하위 요소의 의미

Ball et al.(2008)		문진수 김구연 (2015)	황혜정 채준환 (2020)	옥보명 한혜숙 (2020)	본 연구 (2022)	
교과 내용 지식 (SMK)	일반 내용 지식 (CCK)	일반적인 교 과 내용 지 식으로 하나 의 답을 간 단히 계산하 거나 수학 문제를 올바 르게 해결하 는 것에 대 한 지식	수학 계산 을 수행하 거나 주어진 수학 문 제를 올바 르게 해결 하는데 필 요한 지식	문제를 해 결하는 수 할 수 있는 지식	간단한 계산 또 는 수학 문제들 을 정확하게 해 결하기 위해 필 요한 수학 지식	주어진 문제를 올바르게 해결 할 수 있는 지식  또는  어떤 학생의 오 답이나 잘못된 용어를 바로잡 을 수 있는 지식
	전문 내용 지식 (SCK)	교사의 전문 성을 나타내 는 지식으로, 효과적인 교 수들을 위해 교사만이 가 지고 있는 수학 지식	수학을 가 르치는 데 특 필요한 지식	학생들의 오 개념을 해 결할 수 있는 지식	수학적 아이 디어를 정확하 게 나타내는 방 법, 일반적인 규칙에 대한 수학적 설명, 학생들이 제시 한 특이한 수학	학생들이 범하 는 실수나 ‘왜’라 는 질문에 대처 할 수 있는 지식  또는  학생들이 제시한

3) MKT와 교사 지식에 관해 관심 있는 전문가 2인과의 논의 하에, 본 연구에 설문 문항에 MKT의 6가지 하위 요소를 연구 대상자들에게 모두 소개하고, 대푯값과 산포도에 해당하는 교육과정 문서의 내용을 살펴볼 때 KCC와 HCK의 검사 문항 개발도 가능한 것으로 판단하였음.



					적 오류의 원인 분석에 대한 지식	일반적이지 않은 해결 방법이 '수학적으로 올바른지' 가능하는 능력(지식)
	내용 연계 지식 (HCK)	수학적 성취와 관련된 지식			교육과정에 포함된 수학적 주제들이 어떻게 서로 관련되어 있는지를 아는 지식	교육과정에 포함된 수학적 주제들이 어떻게 서로 관련되어 있는지를 아는 지식 또는 관련된 수학적 개념 또는 정의의 차이를 구분할 수 있는 지식
교수학적 내용 지식 (PCK)	학생에 대한 지식 (KCS)	수학 내용에 대한 이해와 관련된 지식	학생들이 어떻게 무언가를 이해하는지, 혼란스러워하는지, 구체적인 것들에 대한 지식	학생들을 이해하는 지식	특정 수학적 내용을 학습할 때 학생들이 전형적으로 이해하는 방식이나 학습할 때 자주 발견되는 오류나 오개념을 파악하는 지식	학습 동기를 촉진하는데 적절한 수학적 예시를 선택할 수 있는 지식 또는 학생들로부터 자주 발견되는 오류/오개념을 파악하는 지식
	교수에 대한 지식 (KCT)	수학 내용을 가르치기 위해 어떻게 가르칠 것인가에 대한 지식	수업 계획을 세우는 데 필요한 지식	수업할 때의 유의 사항에 대한 지식, 수학을 표현에 관한 지식	수업의 설계 또는 교수학적 정의를 내리기 위해 필요한 지식	학습의 이해를 깊게 해 줄 수 있는 예시를 제시할 수 있는 지식 또는 수업 방법의 다양성을 추구할 수 있는 지식
	교육과정에 대한 지식 (KCC)	학교 수학교육 과정에 대한 지식			특정 수학적 개념이 교육과정에 어떻게 기술되어 있는지, 교육과정 전반에 걸쳐 어떻게 확장되는지에 대한 지식	특정 수학적 개념이 교육과정에 어떻게 기술되어 있는지에 대한 지식

2. 설문 문항 및 검사 문항

본 연구를 수행하기 위하여 설문 문항과 검사 문항을 제작하였는데, 설문 문항은 김해규(2012), 한혜숙(2016), 황혜정과 채준환(2020)의 연구를 참고하여 수학을 가르친 경력, 통계를 가르쳐 본 경험, 교사 지식에 대한 인식, MKT에 대한 인식 및 필요도에 관한 4개의 문항으로 구성하였으며, 수학교사들의 구체적인 생각과 의견을 파악하기 위하여 서술형으

로 응답하도록 제작하였다. 또한, MKT에 관한 질문의 경우, 교사들이 MKT에 관한 선행 지식이 없을 것으로 예상하여 해당 물음을 제시할 때 본 연구에서 마련한 MKT의 여섯 가지 하위 요소에 관한 내용도 제시하였다. <표 III-1의 맨 오른쪽 셀에 해당하는 ‘본 연구(2022)’ 부문 참조> 설문 문항은 MKT에 관한 배경 지식이 있는 전문가 2인의 의견을 수렴하여 수정 보완하는 과정을 거쳐 타당도를 확보하고자 하였다. 본 검사는 세 지역에 위치한 중고등학교 현직교사 12명(중학교 교사 6명, 고등학교 교사 6명)을 대상으로 실시하였다. 설문은 구조화된 면담 기법과 동일한 것으로, 설문자가 구체적으로 진술된 일련의 질문들을 미리 준비하여 진행하는 것으로 정확히 피설문자의 반응을 이끄는 데 적합한 방법이다 (김영천, 2016). 이를 통해 연구 참여자의 교사 지식 및 MKT를 총체적이고 맥락적으로 이해하고자 하였다.

한편, 검사 문항은 MKT의 6가지 하위 요소 모두를 대상으로 <표 III-1>의 맨 오른쪽 셀에 해당하는 ‘본 연구(2022)’ 부문에 근거하여 개발하였다. 검사 문항은 중학교 확률과 통계 교과서 등을 참고하여 직접 개발하되, 특정한 교수학습 상황에서 교사와 학생의 대화를 제시하여 대푯값과 산포도에 대한 교사들의 상황 맥락적 MKT를 측정할 수 있도록 서술형으로 구성하였다. MKT의 6개의 하위 요소를 각각 측정할 수 있도록 총 6개의 문항을 개발하였고, 전문가 2인에게 의뢰하여 문항을 수정 보완하는 과정을 거쳐 최종 검사지를 구성하였다. 본 연구의 검사 문항에 대한 정보는 <표 III-2>와 같다.

<표 III-2> 검사 문항 관련 정보<sup>4)</sup>

MKT 하위 요소		본 연구의 검사 문항을 위한 하위 요소 내용	문항 번호	출처
교과 내용 지식 (SMK)	일반 내용 지식 (CCK)	주어진 문제를 올바르게 해결할 수 있는 지식	1	인용
	전문 내용 지식 (SCK)	학생들이 범하는 실수나 ‘왜’라는 질문에 대처할 수 있는 지식	1, 2	인용, 제작
	내용 연계 지식 (HCK)	관련된 수학적 개념 또는 정의의 차이를 구분할 수 있는 지식	3	제작
교수학 적 내용 지식 (PCK)	학생에 대한 지식 (KCS)	학생들로부터 자주 발견되는 오류/오개념 을 파악하는 지식	4	제작
	교수에 대한 지식 (KCT)	학습의 이해를 깊이 있게 해 줄 수 있는 예시를 제시할 수 있는 지식	2, 5	제작, 제작
	교육 과정에 대한 지식 (KCC)	특정 수학적 개념이 교육과정에 어떻게 기술되어 있는지에 대한 지식	6	인용

본 연구의 6개 검사 문항은 최소 1개 이상의 MKT 하위 요소를 분석할 수 있도록 구안하였다. 1번은 줄기와 잎 그림으로 제시된 자료로부터 평균, 중앙값, 최빈값을 구하고 대푯값

4) <표 III-2>의 출처란의 ‘인용’은 2015 개정에 따른 중학교 수학 교과서(강욱기 외, 동아출판사)에서 그대로 가져온 것임을 뜻함.

으로 적절한 것을 고르는 문항으로, 각각의 값을 계산하는 CCK와 자료의 맥락이나 경향성 등을 고려하여 대푯값을 결정하는 SCK를 분석할 수 있다. 2번 문항은 평균, 표준편차와 달리 분산의 단위가 없는 이유를 설명하는 것으로, 분산의 단위에 대한 SCK와 설명하기 위해 어떤 교수학적 방법을 사용할 것인지와 같은 KCT를 분석할 수 있다. 3번의 경우 대푯값과 산포도와 관련된 수학적 주제를 2015 개정 수학과 교육과정에서 찾는 것으로 HCK를 분석하기 위한 문항이다. 4번은 평균과 중앙값이 항상 같다는 학생의 오개념의 원인을 파악하고 이를 수정하기 위한 예시 자료를 제시하도록 한 문항으로 KCS를 분석할 수 있다. 5번은 ‘고르다’와 같은 언어적 표현을 ‘평균에 가까이 분포되어 있다’ 또는 분산, 표준편차와 같은 수학적 지식과 어떻게 연결하여 설명할 것인지와 같은 KCT를 분석하기 위한 문항이다. 마지막으로 6번은 제시된 문제 상황과 관련하여 2015 개정 수학과 교육과정의 중학교 수학 ‘확률과 통계’ 영역에서 적합한 ‘교수-학습 방법 및 유의 사항’을 찾아 쓰는 문항으로 KCC를 분석할 수 있다. 본고에서는 MKT 검사지 전체 내용은 지면 관계상 생략하되, 2번 문항을 예시로 제시하는데, 이는 분산의 단위에 관한 SCK와 어떤 교수학적 방법을 사용할 것인지에 관한 KCT를 분석하기 위한 문항이다. <표 III-3 참조>

<표 III-3> 검사 문항의 예시

※ 다음은 중학교 수학 수업시간에 교사와 학생이 나누는 대화 내용의 일부이다.

교사: 지난 시간까지 공부한 평균, 분산, 표준편차를 구하는 방법을 이용하여 다음 [예제]를 풀어 봅시다.

[예제] 다음은 학생 5명이 지난 한 달 동안 대중교통을 이용한 횟수를 조사한 자료이다. 이 자료의 분산과 표준편차를 각각 구하시오.

6	5	8	2	4
---	---	---	---	---

(중략)

<교사 풀이>

(평균) =  $\frac{6+5+8+2+4}{5} = 5(\text{회})$

(분산) =  $\frac{(6-5)^2 + (5-5)^2 + (8-5)^2 + (2-5)^2 + (4-5)^2}{5} = 4$

(표준편차) =  $\sqrt{4} = 2(\text{회})$

교사: 질문 있는 학생 있나요?  
 학생A: 선생님, 분산에는 왜 단위를 붙이지 않나요?  
 교사: 좋은 질문입니다. 선생님이 위의 예제에서 평균과 표준편차에는 단위를 붙였는데, 분산에는 단위를 붙이지 않았습시다. 지금부터 분산의 단위에 대해 살펴봅시다.  
 (            ⊙            ).

학생A: 아! 잘 알겠습니다.

---

▶ 괄호 안의 ⊙에 들어갈 교사의 설명을 쓰시오.

## IV. 연구 결과

### 1. 설문 문항 분석

#### 가. 교사 지식

중등 수학교사가 수학 수업을 진행하는데 필요한 ‘교사 지식’은 무엇이라고 생각하는지에 관한 물음에 대하여, 12명 교사 모두 수학 내용 또는 수학 지식에 관한 교과 내용 지식을 제시하고, 9명 교사는 교수 및 학습 방법에 관한 교수학적 지식을 제시하였으며, 8명은 학생들의 학습 내용 이해 및 개념 오류 등에 관한 학습자 관련 지식을 제시하였다. 이처럼, 기본적으로 교사들은 교과 내용 지식, 교수학적 지식, 그리고 학습자 관련 지식을 중요하게 여기고 있는 것으로 볼 수 있다. 그 외에, 평가 지식과 교육과정 지식의 중요성이 언급되었으며, 또한 수업 상황 지식, 의사소통 지식, 실생활 관련 수학적 지식, 그리고 수업 분석 지식, 수학적 지식, 상담 지식의 순으로 나타났다.

각 지식의 중요성을 강조한 이유에 대해 간략히 살펴보면, 해당 교과 내용을 정확하게 알아야 좋은 수업을 진행할 수 있고(교사A), 교과 내용을 제대로 모른 채 수업을 진행하게 되면 잘못된 오류의 내용을 학생들에게 전달할 수 있으며 수업이 원활하게 진행되지 않을 수 있다고 하였다(교사B). 또, 교사C는 이러한 교과 내용 지식을 학문적 지식이라고 표현하며, 학생들에게 가르치기 위해서는 일단 학문에 대한 지식, 즉 전문적인 지식을 충분히 갖추고 있어야 수학적 오류 없이 정확하게 전달할 수 있다고 하였다. 또, 교사C는 학문적 지식만 충분하다고 하여 잘 가르칠 수 있는 것은 아니며, 학생들의 수준을 고려하여 적합한 내용을 선별하고, 이를 잘 가공해서 전달하는 것이 교사의 중요한 역할이라고 하며 교수학적 지식을 강조하기도 하였다.

교사H도 ‘수학 내용에 대한 지식’을 강조하며, 높은 수준에서 수학 내용을 깊이 알고 있어야 학생의 수준에 맞춰서 쓰인 교과서 내용을 올바르게 이해할 수 있다고 생각한다고 하였다. 또, ‘수업 방법에 대한 지식’, 즉 교수학적 지식을 언급하며 학생 특성에 적합한 수업 방법을 알고 이를 실행하는 것이 좋은 수업이라고 생각한다고 하였다. 또, 교사H는 그 밖에도 학생 이해 지식을 강조하며, 교사가 수학 내용을 잘 알고 다양한 수업 방법을 활용할 수 있다고 하더라도 학생의 현재 수준이나 흥미 등 특성을 파악하지 못해 학생을 이해하지 못하면 진정한 학습이 일어나지 않는다고 생각한다고 하였다.<sup>5)</sup> 교사H와 마찬가지로, 교사E도 교과 내용에 대한 지식과 교수학적 지식을 교사 지식의 중요 요소로 언급

5) 교사H는 교과 내용 지식, 교수학적 지식, 학습자 이해 지식 이외에, ‘교육과정에 대한 지식’을 강조하며, 그 이유로는 수업 내용을 포함하는 영역이 학교급별로 어떻게 가르치는지 알고 있으면 학생들의 현재 수준을 이해하는 데 도움이 되기 때문이라고 하였다.

하며, 이와 더불어 ‘학생들의 오개념에 대한 파악’을 언급하고, 이에 대해 학생들의 효과적인 학습과 성장을 위해서는 적절한 수준의 갈등상황 제공과 비계설정을 통해 성장할 수 있도록 도와줘야 한다고 하였다. 교사A도 ‘학습자 이해 지식’을 강조하며, 학생들의 수준을 파악하여 그들의 수준에서 생각해본 뒤, 그들로부터 자주 발견되는 오류나 오개념을 파악하여 수업에서 수정 가능한 기회를 제공해야 효과적인 배움이 일어난다고 하였다. 또, 교사B는 학습자 개인의 배경 지식과 학습자의 경험에 대한 지식이 교사에게 있으면 학습자의 눈높이에 맞는 수업을 진행할 수 있다고 하였다.

한편, 교사도 수학 개념(내용)에 관한 지식뿐만 아니라 교수·학습 방법 및 평가에 관한 지식을 언급하며, 단원에 따라 토론식 수업이 적합할 수도 있고 프로젝트 수업이 더 적합할 수도 있으므로 교사가 여러 가지 교수·학습 방법을 알고 있으면서 단원에 적합하게 수업을 진행하면 훨씬 효율적인 수업을 진행할 수 있으며, 평가도 마찬가지로 단원에 따라 평가방법을 달리하여 평가할 수 있으므로 필요한 지식이라고 하였다. 또한, 교사는 동기유발을 위한 지식, 전문적 수학 내용 지식, 다양한 수업 방법에 대한 지식, 상호작용 및 소통에 대한 지식, 학습 내용 평가에 관한 지식을 제안하였는데, 이는 수학 내용 지식, 교수학적 지식 이외에 평가에 관한 지식 등을 강조한 것으로 보인다.

교사K는 1) 수학 내용에 대해 학습자가 학습할 준비가 되어있느냐를 파악하는 지식, 2) 교육과정에 포함된 수학 주제를 해결하는데 필요한 전문적이고 보다 포괄적인 지식, 3) 수업을 진행하는 데 있어 일어날 수 있는 돌발질문이나 수학적 오류를 파악하고 응대할 수 있는 지식, 4) 학습자에게 실생활에서 활용되는 다방면 수학 전반에 관한 수학적 지식 등을 강조하였다. 이처럼, 교사K도 교과 내용 지식 학습자 이해 지식, 교육과정 지식을 강조한 것으로 간주할 수 있는데, 이 외에 수학적 측면을 강조하였다는 것은 특이한 점으로 보이는데, 수학적 지식을 강조한 이유는 수학에 관한 흥미가 학생들에게 매우 중요하며, ‘왜’라는 의문을 품는 학생들에게 수학적 역사의 소재나 상황을 재구성하여 소개하는 것이 의미 있을 것이라고 하였다.<sup>6)</sup>

#### 나. 수학 교수 지식(MKT)

중등 수학교사가 수학 수업을 진행하는데 필요한 MKT는 무엇이라고 생각하는지에 관한 물음에 관한 답을 표로 정리하면 다음 <표 IV-1>과 같다.

6) 그 밖에, 교사D는 수학적 지식, 수학 지식 토론 방법, 수학 과제 설계 방법, 수학 수업을 분석하는 방법, 시대적 흐름을 반영한 지식을 강조하기도 하였다. 이외에 교사G는 교과 내용 지식 이외에, 수학적 지식을 잘 전달하기 위해서는 학생과의 의사소통이 선행되어야 한다고 하고, 또한 동기유발을 위한 실생활과 관련된 수학적 지식을 강조하였음.

<표 IV-1> 연구 대상자(가)가 수학 수업을 진행하는데 필요한 MKT

MKT			교사가 각자 중요하다고 판단되는 요소에 √한 경우											합계 (명)	
Ball, et. al. (2008)	본 연구 (2022)		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K		L
교과 내용 지식 (SMK)	일반 내용 지식 (CCK)	주어진 문제를 올바르게 해결하는데 필요한 수학적 지식	√	√	√	√	√	√	√		√	√	√	√	11
	전문 내용 지식 (SCK)	학생들이 범하는 실수나 '왜'라는 질 문에 대처할 수 있는 지식 또는 학생들이 제시한 일반적이지 않은 해 결 방법이 '수학적으로' 올바른지 가능하는 능력(지식)		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	12
	내용 연계 지식 (HCK)	교육과정에 포함된 수학적 주제들이 어떻게 서로 관련되어 있는지를 아는 지식		√	√	√	√	√			√	√	√	√	9
교수학적 내용 지식 (PCK)	학생에 대한 지식 (KCS)	학습 동기를 촉진하는데 적절한 수학 적 예시를 선택할 수 있는 지식 또는 학생들로부터 자주 발견되는 오류/오 개념을 파악하는 지식	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	12
	교수에 대한 지식 (KCT)	수학 내용에 대한 학생의 이해를 바탕으로 이를 어떻게 가르칠 것 인가에 대한 지식		√	√	√	√	√			√	√	√	√	9
	교육 과정에 대한 지식 (KCC)	특정 수학적 개념이 교육과정에 어떻 게 기술되어 있는지에 대한 지식		√	√	√			√		√	√	√	√	8

MKT의 6가지 하위 요소에 관한 필요성(중요성)의 인식조사를 위하여, 설문 대상자들  
에게 6가지 하위 요소 중 중요하다고 판단되는 요소 모두에 체크 표시를 하고, 체크를 한  
이유에 대해 각각 간단히 적어달라는 요청하였다.

그 결과, 12명의 교사 모두 동의한 하위 요소는 '전문 내용 지식(SCK)'의 교과 내용 지  
식과 '학생에 대한 지식(KCS)'의 교수학적 내용 지식으로 나타났다. 우선, '전문 내용 지  
식(SCK)'가 중요하다고 답한 이유는 해당 분야의 전공 지식을 정확하게 알고 있어야 학  
생들의 질문에 막힘없이 답해줄 수 있기 때문이라고 하였다(교사A). 또, 교사 E, H, I는  
단순히 옳은 풀이를 알려주는 것 이외에 학생의 오개념을 확인하여 옳게 수정 후 학생이  
스스로 문제를 해결할 수 있는지 지도해야 하는데, 이때 '전문 내용 지식(SCK)'이 필요하  
다고 하였다. 특히, 학생들이 수학 공부를 하면서 자기만의 풀이법이 올바른지에 관한 판  
단을 요구할 때 교사는 이에 적절히 응대해야 한다고 하였다(교사G). 또한, 교사D는 '전문  
내용 지식(SCK)'을 강조하며, 학생들은 '왜'라는 질문을 통해 수학적 지식을 확장해 나아

7) 연구 대상자는 세 지역의 중고등학교 현직교사 12명이었으며, 이들의 이름을 가나다순  
으로 두고, 각각을 교사 A~L로 칭하였다. 이 중 중학교 교사는 6명(교사 D, F, G, I, J,  
K), 고등학교 교사는 6명(A, B, C, E, H, J)임.

가는 것이므로 학생의 '왜'라는 질문에 교사가 적절한 대답을 제공하여야 하며, 그리고 교사는 학생과 긴밀한 대화를 통하여 '수학적으로 좀 더 올바른' 해결 방법을 찾아내고 그 방법을 정선해 나아가도록 해야 한다고 하였다.

한편, '학생에 대한 지식(KCS)'가 중요하다고 답한 이유로는, 학생들의 수준을 정확하게 파악하여 그 수준에서 학생들이 가질 수 있는 오개념을 바로잡게끔 도와주어야 학생들의 수학적 지식 성장이 이루어질 수 있다고 본 경우가 대부분이었다(교사 A, B, E, G, H, I, J, K). 특히, 교사 C, D, G는 학생의 흥미를 고려하여 적절한 수학적 동기유발 자료를 제시하여 수학적 지식을 받아들일 준비를 시키는 게 중요하다고 하였다. 또한, '일반 내용 지식(CCK)'이 필요하다고 응답한 교사가 11명이었는데, 이 지식이 필요하다고 응답한 이유는 크게 두 가지 경우로 나뉜다. 우선 교사로서 수업을 진행하는 데 있어 올바르게 문제를 해결하는 것이 가장 기본이 되기 때문이라고 하였고(교사 B, C, G, I, K, L). 다른 경우는 한 문제를 해결할 때 어떤 수학적 개념과 원리가 사용되는지 명확하게 알고, 학생들이 이해시켜야 하기 때문이라고 하였다(교사 A, D, E, J).<sup>8)</sup>

다음으로, '내용 연계 지식(HKC)'과 '교수에 대한 지식(KCT)'에 응답한 교사가 9명, '교육과정에 대한 지식(KCC)'이 8명 순으로 나타났다. 우선, '내용 연계 지식(HKC)'의 중요성에 긍정적인 답을 한 모든 교사의 의견을 정리하면, 해당 주제나 개념에 대한 연관성을 학생들에게 설명하면서 수업을 진행하면 학습 이해도가 강화되며 높아지고 또한 학습 동기유발도 잘 되어 수업 집중도를 높이게 하는 데 도움이 된다고 하였다 또, '교수에 대한 지식(KCT)'의 중요성에 긍정적인 답을 한 모든 교사의 의견에 따르면, 한 마디로 수학교사는 수학 지식뿐만 아니라 학습자의 수준에 따라 수학을 어떻게 (차별화하여) 가르쳐야 하느냐에 관한 방법에도 능통해야 한다고 생각하는 것으로 나타났다. 한 예로, 교사D는 "수학교사는 자신이 알고 있는 지식을 어떻게 학생들에게 가르칠 것인가를 알고 있어야 한다. 단순히 수학적 지식만 알고 있는 사람이 수학교사라고 말할 수는 없다."고 하였다. 끝으로, '교육과정에 대한 지식(KCC)'의 중요성에 긍정적으로 답한 8명의 교사 의견은 대체적으로 다음과 같다. 기본적으로 교육과정에 기술되어 있는 수학적 용어 및 개념은 파악하고 있어야 한다고 생각한다(교사 C, K), 교육과정에서 기술되어 있는 내용 중 교수·학습 방법의 유의점은 수업 중 놓칠 수 있는 부분을 명시해 주고 있어 도움이 된다(교사 I), 학년별 교육과정을 알고 있어야 해당 학년에서 가르쳐야 하는 내용을 그 수준에 맞게 가르칠 수 있다(교사).

## 2. 검사 문항 분석

### 가. 일반 내용 지식(CCK)

8) 교사F는 필요하다고 표시는 하였으나, 해당 이유는 제시하지 않았다. 참고로 교사F는 본인이 필요하다고 체크한 항목들에 대해 모두 이유를 제시하지 않았음.

본 연구의 1번 문항에서 분석하고자 한 교사의 CCK는 20명 선수의 도루 개수를 나타낸 줄기와 잎 그림에서 평균, 중앙값, 최빈값을 올바르게 계산하는데 필요한 지식이다.

거의 모든 교사(A, B, C, E, H, I, J, K)가 <표 IV-2>와 같이 평균 도루 개수가 9.5이고, 중앙값은 5.5개, 최빈값은 2개와 4개라고 옳게 답하였다. 그러므로 대부분의 교사들은 줄기와 잎 그림을 해석하고, 자료의 평균, 중앙값, 최빈값을 구하는 방법을 알고 적용하는데 필요한 지식을 갖추었다고 할 수 있다. 한편, 교사F, G, L이 최빈값을 1개만 제시하며 CCK의 차이가 발생하였는데, 이는 계산하여 구하고 값이 1개로 정해지는 평균과 중앙값에 비해<sup>9)</sup> 자료를 관찰하여 구하고 값이 2개 이상 존재할 수 있는 최빈값을 구하는데 다소 어려움을 겪었기 때문으로 보인다.

<표 IV-2> 교사별 평균, 중앙값, 최빈값에 대한 응답 결과

대푯값	교사별 응답 결과											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
평균	9.5	9.5	9.5개	·	9.5	9.5	9	9.5	9.5(개)	9.5(개)	9.5(개)	9.5
중앙값	5.5	5.5	5.5개	5.5개	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5(개)	5.5(개)	5.5(개)	5.5
최빈값	2, 4	2, 4	2개, 4개	2, 4개	2, 4	4	4	2, 4	2(개), 4(개)	2개, 4개	2, 4	2

#### 나. 전문 내용 지식(SCK)

본 연구에서 분석하고자 한 SCK는 대푯값의 의미를 알고 자료의 특성에 따른 적절한 대푯값을 선택하는데 필요한 지식과 분산의 단위가 존재하는지 아닌지를 아는 지식이다.

전자에 해당하는 SCK는 1번 문항과 관련된다. 이 문항에 제시된 자료는 극단적으로 큰 값이 존재하므로 평균은 대푯값으로 적절하지 않으며, 최빈값은 2개이므로 중앙값이 대푯값으로 가장 적절하다고 말할 수 있다. 이와 관련하여 12명 중 교사L을 제외한 11명의 교사가 대푯값으로 중앙값이 적절하다고 답하였고, 평균은 극단적인 값에 영향을 받으므로 대푯값으로는 부적절하다고 하였다. 최빈값이 대푯값으로 적절하지 않은 이유는 12명 중 9명의 교사만이 구체적으로 서술하였는데, 이 과정에서 대푯값에 대한 SCK의 차이가 나타났다. 교사A, D, H는 최빈값이 자료의 중심 경향을 나타내지 않기 때문에 대푯값으로 적절하지 않다고 답하였고, 특히 교사D는 “도루의 개수가 2, 4개보다 많은 선수는 10명, 적은 선수는 4명이므로 자료를 대표하는 값으로 보기는 어렵다.”라고 설명하였다. 이외에 교사B, C, I, F는 최빈값이 2개이기 때문이라고 하였고, 교사E, G는 최빈값은 질적 자료에서 대푯값으로 적절하다고 설명하며 자료의 유형에 따라 대푯값이 결정된다고 보았다.

후자는 2번 문항에 대한 교사들의 응답에서 살펴볼 수 있다. 분산의 단위는 자료를 나타내는데 사용된 단위의 제곱이 되어야 하지만, 이러한 단위는 존재하지 않거나 존재하더라도 의미가 달라지는 문제가 있어 표기하지 않는다(Wikipedia, 2022). 특히 2번 문항에

9) 1번 문항에서 교사D는 평균을 계산하지 않았고, 교사G는 평균의 계산 결과에 오류가 있었으나, 두 교사 모두 다른 문항에서 평균을 올바르게 구함.



제시된 자료의 단위는 (회)이므로 (회)<sup>2</sup>이라는 단위가 존재하지 않아 단위를 붙이지 않는다. 이와 관련한 SCK는 크게 분산의 단위가 존재한다고와 의미가 없다고 구분되었다.

12명 중 6명의 교사(B, C, E, H, K, L)는 분산의 단위가 원래 자료의 단위의 제곱, (회)<sup>2</sup>라고 하며 단위가 존재한다고 보았다. 교사C는 “분산은 편차 제곱의 평균이므로 변량의 단위의 제곱을 단위로 가지게 됩니다.”라고 하였고, 교사L은 “(평균-변량)<sup>2</sup>의 평균이므로 (회)<sup>2</sup>”라고 답하였다. 반면에 교사A, D, F, G, I, J는 분산을 구하는 과정에서 자료의 단위가 제곱이 되지만 그 단위는 의미가 없으므로 분산은 단위 자체가 존재하지 않는다고 보았다. 이 중에서 4명(교사A, F, G, J)은 (회)<sup>2</sup>이라는 특정한 단위의 의미가 없음에 집중하였고, 교사G는 “분산은 편차를 제곱한 값들의 평균입니다. 평균, 표준편차에 사용하는 단위의 제곱을 붙여야 한다고 생각할 수 있습니다. 그러나 (회)<sup>2</sup>은 의미부여가 되지 않아서 단위를 사용하지 않습니다.”라고 설명하였다. 한편 교사D와 I는 일반적으로 단위의 제곱이 갖는 의미가 없음을 강조하였다.

#### 다. 내용 연계 지식(HCK)

본 연구에서는 3번 문항을 통해 중학교 3학년 수학 확률과 통계 영역의 ‘대푯값과 산포도’와 관련되어 있는 수학적 주제가 무엇이며 어떻게 연계되어 있는지를 물어봄으로써 교사의 HCK를 분석하고자 하였다. ‘대푯값과 산포도’ 관련 수학적 주제에 대한 교사별 응답을 정리한 결과는 <표 IV-3>과 같다.

‘대푯값과 산포도’와 연계된 수학적 주제로 가장 많이 언급된 것은 고등학교 확률과 통계 과목의 ‘확률분포’(10명)이고, 세 번째는 ‘통계적 추정’(8명)이다. 상당수의 교사가 평균, 분산, 표준편차를 고등학교에서 이산확률분포, 연속확률분포, 정규분포에서의 기댓값과 분산, 표준편차와 연결되고, 이후 표본집단의 평균, 표준편차를 이용하여 모평균을 추정하거나 신뢰구간을 구하는 내용과 연결된다고 생각함을 알 수 있다. 특히 교사E는 “정규분포를 이루고 있는 확률변수에서 평균과 분산에 따른 그래프를 나타내는 활동을 통해 평균의 의미와 평균을 중심으로 변량이 흩어진 정도를 나타내는 산포도의 의미를 심화 탐구학습할 수 있으며 표준정규분포와 정규분포의 성질을 이해하여 신뢰도에 따른 신뢰구간과 표본평균의 추정 활동으로 확장할 수 있음.”이라고 답하였다.

두 번째로 많이 언급된 수학적 주제는 초등학교 5~6학년 수학의 ‘평균’(9명)이다. 상당수의 교사들이 초등학교에서 구체적인 조작 활동을 통해 평균의 의미를 직관적으로 이해하고 평균을 계산하는 활동을 함으로써 중학교에서 다루게 될 여러 가지 대푯값의 기초를 다진다고 생각함을 알 수 있다.

&lt;표 IV-3&gt; 교사별 대푯값과 산포도 관련 수학적 주제에 대한 응답 결과

학교급 학년	과목	수학적 주제 <sup>10)</sup>	교사별 응답 결과												합계 (명)
			A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
초등 3~4	수학	자료의 정리				✓			✓	✓					3
초등 5~6		평균	✓		✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓		9
		자료의 정리 가능성			✓					✓				✓	2
중1		좌표평면과 그래프				✓									1
중1		자료의 정리와 해석			✓	✓			✓	✓	✓			✓	6
중3		상관관계												✓	1
고등	확률과 통계 실용 수학	확률분포	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	10
		통계적 추정			✓	✓	✓		✓	✓	✓		✓	✓	8
고등	실용 수학	자료의 정리												✓	1
		자료의 해석												✓	1

#### 라. 학생에 대한 지식(KCS)

본 연구에서는 4번 문항에 제시된 맥락으로부터 ‘평균과 중앙값이 항상 같다’는 학생들의 오개념의 원인을 파악하고, 이를 교정하기 위한 교수 전략을 제시할 수 있는 교사의 KCS를 분석하고자 하였다. 이 문항의 수업에서 교사는 변량의 개수가 홀수인 경우(1, 3, 5, 7, 9)와 짝수인 경우(1, 3, 5, 7, 9, 11)에 중앙값을 구하는 방법을 설명하였으나, 두 자료는 중앙값을 기준으로 편차의 합이 0이 되어 평균과 중앙값이 같아지는 특징이 있었다.

12명의 교사 중 9명(A, B, C, D, G, I, J, K, L)은 극단적인 값을 포함하는 자료를 제시하여 중앙값은 변하지 않지만, 평균은 그 값에 영향을 받아 변할 수 있음을 설명하는 것이 오개념을 바로 잡는 데 도움이 될 것이라 답하였다. 이는 교사들이 4번 문항의 수업 상황에서 사용된 두 가지 자료가 고르게 분포되어 있어 평균과 중앙값이 같아졌고, 이로 인해 학생들이 평균과 중앙값이 항상 같다는 오개념을 형성하게 되었음을 파악하였기 때문이다. 한 예로 교사D는 “위 자료는 자료가 고르게(오름차순으로 배열하였을 때 각 자료의 차가 2) 분포되어 있고, 반복되는 값이 없습니다. 이 경우는 편차가 모두 2로 같으므로 중앙값이 평균이 됩니다.”라고 설명하였다.

나머지 교사들(E, G, H)도 제시된 자료의 분포가 고른 특수한 사례이기 때문에 평균과 중앙값이 항상 같다는 오개념이 형성되었다고 보았는데, 항상 성립하는 성질이 아님을 설명하기 위해 일반적인 자료(극단적인 값을 포함하지 않는 자료)를 제시하였다. 예를 들어, 교사E는 “중앙값과 평균이 다른 예시는 (2, 3, 5, 7, 9, 11)인데요. (중략) 중앙값과 평균이 다른 예시를 찾아보는 활동을 해보면 (1, 3, 5, 7, 9, 12)와 같은 예시를 찾을 수 있다는걸 알 수 있습니다.”라고 설명하였다.

10) 2015 개정 수학과 교육과정에 근거함.

#### 마. 교수에 대한 지식(KCT)

본 연구에서는 분산에 단위를 붙이지 않는 이유를 어떤 방식으로 설명할 것인지를 아는 교사의 KCT와 ‘고르다’라는 언어적 표현을 ‘평균에 가까이 분포되어 있다’라는 수학적 지식과 어떻게 연결하여 설명할 것인지를 결정하는 교사의 KCT를 분석하고자 하였다.

전자는 2번 문항과 관련된다. 모든 교사는 분산이 편차의 제곱의 평균이고 편차는 변량에서 평균을 뺀 것이라는 수학적 지식을 상기시키며 분산의 단위는 원래 자료의 단위를 제곱해야 한다고 설명하였다. 다만, 분산에 단위를 쓰지 않는 이유를 설명하는 방법은 교사들 사이에 차이가 있었다.

첫째는 분산을 구하는 과정에서 단위가 제곱이 되지만, 이러한 단위의 제곱은 의미가 없기 때문에 단위를 붙이지 않는다고 설명하는 경우이다.<sup>11)</sup> 둘째는 분산이 역사적으로 어떤 필요성에 의해 발생한 개념인지 설명하며, 표준편차를 계산하기 위한 중간 단계이므로 표준편차만 단위를 붙인다고 답한 경우이다(교사F, J). 한 예로, 교사J는 “분산을 왜 구하게 되었는지 생각해봅시다. (중략) 음수를 없애기 위해 ‘(편차)<sup>2</sup>의 평균’을 구한 다음 제곱근을 씌우는 것입니다. 우리가 필요한 것은 사실 ‘편차의 평균’인데 (중략) 편차의 대푯값을 구하기 위한 중간 단계일 뿐이고, 굳이 단위를 붙인다면 (회)<sup>2</sup>이라는 이상한 단위가 되겠지요. 그래서 단위를 붙이지 않습니다.”라고 하였다. 셋째는 분산의 단위가 존재하지만 원래 자료의 단위와 맞지 않으므로 표준편차를 이용하여 단위를 맞춘다고 설명하는 경우이다(교사B, C, E, K). 특히 교사C는 “분산은 편차 제곱의 평균이므로 변량의 단위의 제곱을 단위로 가지게 됩니다. 그러나 표준편차의 경우 분산의 음이 아닌 제곱근이므로 원래 변량의 단위를 가지므로 표준편차를 이용하면 단위를 맞출 수 있게 됩니다.”라고 설명하였다. 한편, 교사H와 L은 분산의 단위는 (회)<sup>2</sup>라고 답하였으나 학생의 ‘왜 분산에 단위를 붙이지 않아요?’라는 질문에 적절히 대응하지 못하였다.

후자에 해당하는 KCT는 5번 문항을 통해 분석할 수 있다. 12명 중에서 5명의 교사들(A, C, I, J, L)은 먼저 ‘고르다’의 사전적 의미를 생각해보게 하고, 그 의미에 비추어 볼 때 ‘고르다’라는 표현은 ‘각 변량의 편차가 작다’ 또는 ‘표준편차가 작다’와 같음을 설명하였다. 한 예로, 교사A는 “‘고르다.’ 라는 뜻의 사전적 의미는 여럿이 다 높낮이, 크기, 양 따위의 차이가 없이 한결같음을 의미합니다. 따라서 자료가 비슷한 것끼리 모여있는 것, 분포가 평균쪽에 뭉쳐져 있는 것을 의미합니다. 따라서 분포가 고르면 표준편차는 작습니다.”라고 하였다. 반면에 교사F는 ‘고르다’와 반대의 뜻을 가진 단어로 ‘들쭉날쭉하다’를 언급하며 두 집단의 분포를 비교하도록 하는 교수 전략을 취하였으나, 수학적 용어로 풀어 설명하지 않았기 때문에 학생들의 정확한 이해를 돕기에는 다소 어려워보였다.

11) 교사A, D, F, G, I, J는 분산의 단위가 존재하지 않는다고 판단하였기 때문에, 원래 자료의 단위의 제곱이 의미가 없음을 이유로 들며 분산에만 단위를 붙이지 않는 이유를 설명하였다. 이 내용은 분산의 단위가 존재하는지 아닌지를 아는 교사의 전문 내용 지식(SCK) 절에서 설명한 내용과 중복되어 생략함.

한편, 6명의 교사들(B, D, G, K, E, H)은 ‘평균에 가까이 분포되어 있다’와 ‘표준편차가 작다’, ‘편차가 작다’를 연결하며 수학적 지식 간의 의미를 이해하게 한 후에 자료 분포가 ‘고르다’와 같다고 설명하였다. 특히, 교사K와 H는 자료를 그래프로 표현함으로써 두 집단의 분포를 평균을 중심으로 모여 있는 경우와 멀리 떨어져 있는 경우로 구분하고, 자연스럽게 ‘고르다’와 ‘고르지 않다’로 연결하는 교수 전략을 선택하였다.

#### 바. 교육과정에 대한 지식(KCC)

본 연구에서는 연도별 제주도의 황사 발생 횟수라는 실제 자료에 기반하여 분산과 표준편차를 구하는 문제를 수업에서 효율적으로 활용하기 위한 방법 및 유의 사항을 2015 개정 수학과 교육과정에서 찾으려 하여 교사의 KCC를 분석하고자 하였다. 6번 문항에 제시된 자료의 평균은 6.4(회)이므로 분산과 표준편차를 계산할 때 소수점을 포함한 복잡한 계산을 수행해야 한다. 그러므로 계산 능력 배양을 목표로 하지 않는 수업에서 계산기 등의 공학적 도구를 이용하여 정보 처리 능력을 함양시킬 수 있다.

이와 관련하여 9명의 교사들(A, B, C, E, F, H, I, J, K)은 ‘대푯값과 산포도를 구할 때 공학적 도구를 이용할 수 있다.’는 ‘교수·학습 방법 및 유의 사항’을 제시하였다. 특히 교사는 “위의 경우는 평균의 값이 6.4로 편차와 편차의 제곱의 값이 복잡한 상황이다. 따라서 직접 계산을 했을 때 계산의 실수로 인해 성취기준의 도달 여부를 정확히 파악할 수 없다. 따라서 이러한 경우는 계산기 등의 도구를 적극 이용해야 한다.”라고 답하였다. 나머지 교사D, G, L은 2015 개정 수학과 교육과정 문서 상 ‘교수·학습 방법 및 유의 사항’이 아닌 자신이 생각하는 교수 방법과 유의점을 작성하여 KCC를 갖추었는지 확인할 수 없었다.

## V. 맺는 말

본 연구에서는 중고등학교 12명의 교사를 대상으로 기본적으로 수학을 가르치는데 요구되는 교사 지식과 ‘MKT(수학 교수 지식)’는 무엇인지를 각각 묻는 설문조사를 하고, 또한 검사 문항을 통해 통계 영역(대표값과 산포도) 내용을 교수하는데 요구되는 교사들의 MKT에 관하여 살펴보고, 이들간의 발생 요인을 살펴보고자 하였다.

우선, 중등 수학교사가 수학 수업을 진행하는데 필요한 일반적인 ‘교사 지식’은 무엇이라고 생각하는지에 관한 물음에 대하여, 12명 교사 모두 수학 내용 또는 수학 지식에 관한 ‘교과 내용 지식’을 제시하고, 9명 교사는 교수 및 학습 방법에 관한 ‘교수학적 지식’을 제시하였으며, 8명은 학생들의 학습 내용 이해 및 개념 오류 등에 관한 ‘학습자 지식’을 제시하였다. 이처럼, 기본적으로 교사들은 교과 내용 지식, 교수학적 지식, 그리고 학습자 지식을 중요하게 여기고 있는 것으로 볼 수 있다. 또, 중등 수학교사가 수학 수업을 진행하는데 필요한 ‘MKT(수학 교수 지식)’의 6가지 요소 중 중요하다고 생각하는 것과 그 이유에

관한 물음에 대하여, 12명의 교사 모두 동의한 하위 요소는 'SCK(전문 내용 지식)'의 교과 내용 지식과 'KCS(학생에 대한 지식)'의 교수학적 내용 지식으로 나타났다. 다음으로, 'CCK(일반 내용 지식)'이 필요하다고 응답한 교사가 11명, 'HKC(내용 연계 지식)'과 'KCT(교수에 대한 지식)'에 응답한 교사가 9명, 'KCC(교육과정에 대한 지식)'이 8명으로 나타났다. 이처럼, 12명 모든 교사가 거의 MKT의 6가지 요소 모두 수학 수업에 필요한 지식으로 간주하고 있음을 알 수 있다.

한 마디로, 일반적인 교사 지식 및 MKT에 관한 두 물음 모두에서 중학교에 재직 중인 교사나 고등학교에 재직 중이냐에 상관없이 전반적으로 내용적 측면에서의 교과 일반 지식 및 전문 내용 지식을 중요하게 여기고 있으며, 이와 더불어 학습자의 오류, 학습자의 학습 동기유발 등에 해당하는 학습자를 이해하고자 하는 방법적 측면에서의 교수학적 지식을 강조하고 있는 것으로 나타났다. 한편, 현장에서 수업에 힘쓰며 인성 교육까지 담당해야 하는 중등교사가 교과서, 지도서 등과 같은 교과용 도서 이외에 교육과정 문서 내용까지 알고 있어야 한다는 것이 부담스러울 수도 있을 터인데, 교육과정에 관한 지식도 필요하다고 인식하고 있는 교사가 12명 중 8명이나 되었다. 한 예로, 교사D에 따르면, “교육과정은 주기적으로 시대적 흐름과 학생들의 수준을 반영하여 바뀐다. 현재 학년에 해당되는 교육과정을 분석하여 수업에 잘 반영하여야 한다. 다만, 가끔 너무나 간단하게 제공되는 교육과정 상 기술이 학생들에게 오류/오개념을 초래하기도 한다. 그러므로 교사는 각 상황에 맞게 올바른 판단을 하여 학생들이 정확한 수학적 개념을 형성할 수 있도록 해야 할 것이다.” 이처럼, 교사들의 교육과정 지식에 관한 긍정적 인식은 교사 지식 개선 및 향후 수학 수업 전문성 향상 등에 긍정적인 영향을 미칠 고무적인 일이라 하겠다.

한편, 모든 교사가 수학교사로서 갖추어야 하고 성공적인 수학 수업을 위해 필요한 지식으로 MKT의 6가지 하위 요소를 언급하였음에도 불구하고, 일부 교사는 본 연구의 검사 문항에 대하여 상대적으로 어려움을 겪은 것으로 나타났다. 특히, 교과 내용 지식인 SMK 중에서는 SCK에서 교사들 간 차이가 상대적으로 크게 나타났고, 교수학적 내용 지식인 PCK 중에서는 KCS와 KCT에서의 차이가 컸음에 주목할 필요가 있다.

본 연구의 참여자는 현직교사들이므로 평균, 중앙값, 최빈값을 구하거나(CCK), 대푯값과 산포도와 연계된 교육과정에 포함된 수학적 지식을 충분히 찾을 수 있었다(HCK). 그러나 자료의 특성을 나타내기엔 적합한 대푯값으로 최빈값이 아닌 이유를 알고, 분산의 단위가 존재하는지의 여부를 아는 것은 전문적인 수학 내용 지식이며 전공적인 측면에서 명확히 설명하기 모호한 지식이므로 일부 교사에게는 다소 어려웠던 것으로 여겨진다. 교사의 SMK는 교수 활동에 영향을 주므로(이수진, 신재홍, 2015), 대푯값과 산포도에 대한 수업을 성공적으로 실행하기 위해서는 교육과정에 포함되지 않더라도 학생들이 질문할 수 있는 가능성이 있는 전문 내용 지식(SCK)을 갖출 수 있도록 해야 할 것이다.

수학교사들은 SMK를 잘 알고, 이를 학생들에게 교수학적으로 잘 전달할 수 있는 지식인 PCK을 갖추고 있어야 한다(김진호, 2015). PCK는 교수학습 상황에 의존적이고 교사의

철학, 교직원, 신념 등에 많은 영향을 받기 때문에 교사 개인별로 자신만의 특수한 형태로 나타난다. 본 연구에서 12명의 교사들은 현 교육과정에 대한 지식(KCC)은 잘 갖추고 있었다. 그러나 일부 교사의 경우, 평균과 중앙값이 항상 같다는 학생들의 오개념을 교정하기 위해 취할 교수 전략(KCS)과 분산에 단위를 붙이지 않는 이유를 어떻게 설명할지 결정하는 교수 전략(KCT)이 오히려 학생들의 이해를 방해하거나 다른 오개념을 형성하게 할 가능성이 있었다. 예를 들어, 평균과 중앙값이 항상 같지 않음을 설명하기 위해 상당수의 교사들이 극단적인 값을 포함한 자료를 제시하였는데, 이는 극단적인 값이 있는 자료에서만 평균과 중앙값이 달라진다는 잘못된 개념 이미지를 만들 수 있으므로 주의해야 할 것이다. 학생과 교수에 대한 내용 지식은 교실에서 수학을 지도함에 있어서 반드시 필요한 교사 지식이므로, 이를 잘 갖출 수 있도록 노력해야 할 것이다.

이로써, MKT 하위 요소별 교사들 간의 차이를 발생시키는 요인은 검사 문항에서 요구하는 전문 내용 지식의 난도, 교사의 신념, 교육적 가치관 등으로 볼 수 있다. 더욱이 중학교와 고등학교의 재직기간에 따라 MKT의 차이가 나타나는 것을 확인할 수 있었다. 12명 중에서 1명(교사L)은 상대적으로 낮은 수준의 MKT를 보였는데, 이 교사는 고등학교에서만 14년 동안 근무하였고 중학교에서의 교직 경력은 없었다. 반면 상당히 높은 수준의 MKT를 보인 교사 I와 J는 고등학교보다 중학교에서 근무한 기간이 더 길었고, 중학교에서 통계 과목을 가르친 경험이 있었다. 이는 교사의 교직 경력, 수업 경험에 따라 MKT 간의 수준 차이가 발생한다는 선행연구 결과(윤현경, 권오남, 2011; 황혜정, 채준환, 2020)와 일치한다. 그러나 문진수와 김구연(2015)의 연구에서는 교직 경력과 MKT 수준의 통계적 유의성이 없는 것으로 나타났고, 본 연구에서도 중학교에서 오랜 기간 근무하였지만 MKT의 수준이 높지 않은 일부 교사들이 있었으므로 그 관련성을 일반화하기에는 다소 무리가 있다. 그러므로 MKT 요소별 검사 문항 수 및 연구 대상자 수를 늘리고, 연구 대상자와의 구조화된 또는 반구조화된 면담을 통해 MKT의 차이를 발생시키는 요인을 좀 더 심도 있게 확인할 필요가 있겠다.

끝으로, 최근 통계 교육의 필요성이나 목적으로 '통계적 소양'이 강조되고 많은 논의가 되어 왔음에도 불구하고 정작 통계적 소양의 정의와 의미는 모호하고 다양한 편이다(강현영 외, 2014). 강현영 외(2014)는 다양한 통계적 소양 정의를 바탕으로 통계적 소양의 정의를 정리하였는데, 통계적 소양이란 통계적 지식과 기술을 습득하여 활용하는 것 이상으로 다양한 맥락에서 접하는 통계 정보나 자료와 관련된 주장 또는 확률 통계적 현상들을 해석하고 비판적으로 평가하는 능력과 통계 정보에 기초하여 토론하고 의사소통하는 것이라고 하였다. Watson(1997)은 학교 교육과정 내에서 통계적 소양의 교육적 의미와 요소에 대하여 꾸준히 연구해왔고, 통계적 소양을 평가하기 위한 모델을 꾸준히 모색해 왔는데, 그 결과 통계적 소양 수준을 다음과 같이 세 가지로 제시하여 통계적 소양을 평가하기 위한 기준을 마련하였다(탁병주, 2017, 재인용). 첫 번째 수준은 확률 통계에서 사용하는 용어를 기초적으로 이해하는 수준이며, 두 번째 수준은 맥락 내에서 확률 통계적 언어와

개념을 이해하는 수준이며, 세 번째 수준은 적절한 정당화가 없이 제시된 주장에 대해 비판적인 의문을 제기하는 수준을 말한다.<sup>12)</sup> 결국, 교사의 통계적 소양에 관심을 가지고 이의 수준을 높이기 위해서는 MKT의 하위 요소 CCK, SCK, HCK, KCS, KCT, KCC 모두를 각각 또는 중첩적으로 반영하는 통계 관련 문항을 다루어야 할 것이다. 그러려면 단순히 통계에 관한 수학 내적 또는 정형 문제가 아니라 통계에 관한 수학 외적, 그리고 비정형 문제 상황 및 문제가 마련되어야 할 것이다.

통계적 소양이란 다양한 주제를 다룬 자료들이 많은 대중 매체에서 사회적 의사결정을 할 때 반드시 요구되는 통계적 사고라고 할 때, 탁병주(2017)가 학생들을 위해 권고하였듯이, 교사들을 위해서도 다양한 자료 및 소재를 수반하는 통계 문제를 해결하는 기회를 부여하고, 또한 멘토-멘티 또는 수업 공동체 등의 활동을 통해 해당 문제해결의 과정을 비판하거나 정당화할 기회를 공유함으로써 통계적 소양 수준을 상승시키기 위하여 적절한 맥락이 제공되는 과제를 풍부히 제시하여야 할 것이다. 우리나라 2022 개정에 따른 수학과 교육과정은 2015 개정 교육과정에 이어 통계적 탐구 문제를 학습자 스스로 설정하고, (공학 도구를 이용하여) 자료의 수집, 분석, 해석하는 과정을 경험하는 것을 지속적으로 강조하고 있다(교육부, 2022). 하지만, 지금껏 이러한 과정, 즉 자료를 수집, 분석, 해석의 과정을 거쳐 자료 수집의 적합성을 판단하고 해당 문제해결 과정에 대하여 비판적으로 평가하는 활동을 유도하기에 적합한 과제 활동은 다소 부족함이 있다고 볼 수 있다(최명심, 2020). 따라서, 학습자의 적극적 참여를 유도하는 통계적 소양 증진을 위하여 교사는 자료 수집의 적합성 판단, 문제해결 과정에 대한 비판적 평가 활동 등을 풍부히 수반하는 과제를 개발하고 선정하는 등의 능동적이고 적극적인 통계 교육 활동에 임해야 할 것이다. 한 예로써, 앞서 제안한 통계적 소양의 세 수준(확률 통계에서 사용하는 용어를 기초적으로 이해하는 수준, 맥락 내에서 확률 통계적 언어와 개념을 이해하는 수준, 적절한 정당화가 없이 제시된 주장에 대해 비판적인 의문을 제기하는 수준)을 달성하고 점차 세 번째 수준의 도달을 위하여 이를 충족시킬 수 있는 다양한 맥락의 문제 및 과제를 제공하여야 할 것이다.

12) 첫 번째 수준(즉, 확률 통계에서 사용하는 용어를 기초적으로 이해하는 수준)에 도달하기 위해서는 MKT 중 CCK(일반 내용 지식), 두 번째 수준(즉, 맥락 내에서 확률 통계적 언어와 개념을 이해하는 수준)에 도달하기 위해서는 SCK(전문 내용 지식), HCK(내용 연계 지식), KCC(교육과정에 대한 지식), 세 번째 수준(즉, 적절한 정당화가 없이 제시된 주장에 대해 비판적인 의문을 제기하는 수준)에 도달하기 위해서는 SCK(전문 내용 지식), KCS(학생에 대한 지식), KCT(교수에 대한 지식)의 습득이 요구된다고 볼 수 있음.

## 참고 문헌

- 강현영 외 10인(2014). 통계 교육 활성화를 위한 수학 교육과정 개선 방안 연구. 한국과 학창의재단.
- 교육부(2015). 2015 수학과 교육과정. 교육부 고시 제 2015-74호 [별책 8].
- 교육부(2022). 2022 수학과 교육과정. 교육부 고시 제 2022-33호 [별책 8].
- 권성룡(2012). MKT 적용과제에 나타난 초등예비교사의 반응 고찰. **학교수학**, 14(2), 255-274.
- 김부미, 김윤민(2019). 한국과 일본의 수학과 교육과정 비교: 통계영역을 중심으로. **학습자 중심교과교육연구**, 19(3), 495-523.
- 김진호(2015). 학습자 중심 수학수업에 필요한 수학교사의 지식: 교수법적 지식. 김진호, 권나영(편.). **수학교사 지식**. (pp. 191-209). 서울: 경문사.
- 김영천(2016). **질적연구방법론 I: Bricoleur(제2판)**. 경기: 아카데미프레스.
- 김해규(2012). 수와 연산 영역에 대한 초등 예비 교사들의 수학을 가르치는데 필요한 지식(MKT). **수학교육논문집**, 26(1), 71-84.
- 문진수, 김구연(2015). 중등 수학교사의 함수에 대한 지식(MKT) 측정 및 분석. **학교수학**, 17(3), 469-492.
- 윤현경, 권오남(2011). 예비교사와 현직교사의 벡터 개념에 대한 이해. **학교수학**, 13(4), 615-632.
- 옥보명, 한혜숙(2020). 예비수학교사의 MKT 함양을 위한 프로그램 개발 및 효과에 관한 연구. **수학교육 논문집**, 34(3), 257-276.
- 이수진, 신재홍(2015). 통합적·변형적 관점의 교사 지식에 대한 연구. 김진호, 권나영(편.). **수학교사 지식**. (pp. 191-209). 서울: 경문사.
- 이순아(2015). 한국과 미국의 예비교사들의 교육과 교직에 대한 견해 차이 들여다보기: 문화교류 프로젝트의 온라인 대화분석을 중심으로. **교육인류학연구**, 18(2), 57-92.
- 이제안, 이종학, 김원경(2016). 기하학적 확률을 가르치기 위한 수학교사의 지식(MKT) 분석. **교원교육**, 32(1), 187-220.
- 전미현, 김구연(2015). 예비교사들의 수학교수지식(MKT) 측정 및 분석 연구. **수학교육학 연구**, 25(4), 691-715.
- 최명심(2020). **한국과 싱가포르의 중학교 수학 교과서에 나타난 통계적 소양 비교 분석**. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
- 최민정, 이종학, 김원경(2016). 통계적 추정을 가르치기 위한 수학적 지식(MKT)의 분석. **수학교육**, 55(3), 317-334.
- 탁병주(2017). **통계 소양 교육을 위한 예비교사의 통계 교수 지식 연구: 표본 개념 지도에서의 활용을 중심으로**. 서울대학교 대학원 박사학위논문.



- 한혜숙(2016). 예비수학교사의 MKT에 관한 연구. *수학교육논문집*, 30(1), 101-120.
- 황혜정, 최승현, 조성민, 박지현(2019). *수학교육학신론2*. 경기: 문음사.
- 황혜정, 채준환(2020). 중등 예비 수학교사들의 수학교수지식(MKT)분석: 정규분포를 중심으로. *한국학교수학회논문집*, 23(4), 427-448.
- Ball, D. L.(1988). *Knowledge and reasoning in mathematical pedagogy: Examining what prospective teachers bring to teacher education*. Unpublished doctoral dissertation, Michigan State University, Lansing.
- Ball, D. L., & Hill, H. C.(2008). *Mathematical knowledge for teaching (MKT) measures*. Mathematics released items 2008. Retrieved from [http://www.umich.edu/lmtweb/files/lmt\\_sample\\_items.pdf](http://www.umich.edu/lmtweb/files/lmt_sample_items.pdf)
- 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.
- Barlow et al.(2017). Using video as a stimulus to reveal elementary teachers' mathematical knowledge for teaching. *Issues in teacher education : A Journal of the California Council on Teacher Education*, 26(1), 17-34.
- Fauskanger, J., Jakobsen, A., Mosvold, R. & Bjuland, R.(2012). Analysis of psychometric properties as part of an iterative adaptation process of MKT items for use in other countries. *ZDM Mathematics Education*, 44(3), 387-399.
- Hatisaru, V. & Erbas, A. K.(2017). Mathematical knowledge for teaching the function concept and student learning outcomes. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(4), 703-722.
- Ng, D., Mosvold, R. & Fauskanger, J.(2012). Mathematical knowledge for teaching: The cases of Indonesia and Norway. *The Mathematics Enthusiasts*, 9(1/2), 149-178.
- Ribeiro, C. M. & Carrillo, J.(2011). Discussing a teacher MKT and its role on teacher practice when exploring data analysis. *Proceedings of PME Conference*, 35(4), 41-48.
- Schoen et al.(2017). Developing an assessment instrument to measure early elementary teachers' mathematical knowledge for teaching. *The Elementary School Journal*, 118(1), 55-81.
- Shulman, L.(1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher* 15(2), 4-14.
- Wikipedia(2022). *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. Retrieved December 29, 2022 from <https://ko.wikipedia.org/wiki/분산>.

Kim, Seul Bi  
Department of Mathematics Education  
Chosun University (postdoctoral researcher)  
E-mail : ksbshs@daum.net

Hwang, Hye Jeang  
Department of Mathematics Education  
Chosun University  
E-mail : sh0502@chosun.ac.kr