[UCI]I804:24011-200000360931

2021년 2월
교육학석사(수학교육전공)학위논문

정규분포 내용에 관한 중등 예비 수학교사들의 수학교수지식(MKT) 분석

조선대학교 교육대학원

수학교육전공

채 준 환

정규분포 내용에 관한 중등 예비 수학교사들의 수학교수지식(MKT) 분석

Analysis of the Secondary Pre-service Mathematics Teachers' Mathematical Knowledge for Teaching(MKT) on Normal Distribution

2021년 2월

조선대학교 교육대학원

수학교육전공

채 준 환

정규분포 내용에 관한 중등 예비 수학교사들의 수학교수지식(MKT) 분석

지도교수 황 혜 정

이 논문을 교육학석사(수학교육전공)학위 청구논문으로 제출함.

2020년 10월

조선대학교 교육대학원

수학교육전공

채 준 환

채준환의 교육학 석사학위 논문을 인준함.

심사위원장	조선대학교 교수	이 관 규	인
심사위원	조선대학교 교수	오 동 렬	인
심사위원	조선대학교 교수	황 혜 정	인

2020년 12월

조선대학교 교육대학원

목 차

표 목 차

도 목 차

ABSTRACT

Analysis of the Secondary Pre-service Mathematics Teachers' Mathematical Knowledge for Teaching(MKT) on Normal Distribution

Chae Joon-Hwna
Advisor : Prof. Hye Jeong Hwang
Major in Mathematics Education
Graduate School of Education, Chosun University

The purpose of this study is to confirm the MKT(Mathematical Knowledge for Teaching) of the pre-service mathematics teachers on the normal distribution 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 24 secondary pre-service mathematics teachers, in this study the test items of the MKT on the normal distribution were developed and data were collected and analyzed. As a result of the analysis of the MKT test sheet, the CCK(Common Content Knowledge) of the preparatory mathematics teacher was confirmed as a high score, whereas the SCK(Specialized Content Knowledge) and KCS(Knowledge of Content and Students) were confirmed as low scores. In addition, through these results, it could be confirmed that the difference in MKT of preparatory mathematicians occurred.

Key words : Mathematical Knowledge for Teaching(MKT), Knowledge of teacher, Normal distribution, Statistical analysis

Ⅰ. 서론[1)]

1. 연구의 필요성 및 목적

수학교사는 수학 수업의 질에 영향을 미치는 요소 중 핵심적인 요소라고 할 수 있으며(송근영, 방정숙, 2013), 이러한 수학교사의 역량 중에서도 바람직한 수업 구현에 필수적인 요소는 교사지식이라고 할 수 있다(안선영, 방정숙, 2006). 이러한 교사지식은 1980년대 중반에 Shulman이 교사가 갖춰야 하는 지식으로 교과 지식뿐만 아니라 가르치는 것에 대한 지식을 강조하며 관심이 증가하기 시작했다. Shulman(1986)은 교사지식을 내용 지식(Content Knowledge), 교수학적 내용 지식(Pedagogical Content Knowledge, 이하 PCK라 칭함), 교육과정 지식(Curricular Knowledge) 3가지 범주로 구분하였으며, 이를 기반으로 교사지식에 관한 연구를 여러 방면으로 체계적이고 정교하게 수행하였다.

Shulman의 연구를 바탕으로 새로운 범주의 교사지식을 측정하기 위하여 교사를 대상으로 인터뷰를 진행하고 그 결과를 통해 교사지식을 확인할 수 있는 도구(문항, 문제)를 개발하는 연구(Ball, 1988)가 수행되었다. 또, Shulman이 제안한 새로운 형태의 교사지식을 교사가 갖췄을 때 실제로 학습자들에게 어떠한 영향을 미치는지 확인하는 연구(Baumert et al., 2010; Hill, Rowan, & Ball, 2005)도 진행되었으며, 이러한 연구를 통해 교사지식이 수업과 학습자에게 긍정적인 영향을 미친다는 것을 확인할 수 있었다. 또한, Shulman의 교사지식에 관한 연구에 영향을 받아 교사지식을 더 세분화하여 살펴볼 수 있는 교사지식의 새로운 개념틀을 고안하는 연구가 여러 교과에 접목하여 진행되었으며, 특히 수학 교과와 관련된 연구는 다음과 같다.

우선, Tsamir & Tirosh는 수학교사의 교사지식을 해석하고자 Shulman이 제안한 SMK(Subject Matter Knowledge)와 PCK, 그리고 Fischbein이 제안한 알고리즘적

1) 본 석사학위 논문은 ‘중등 예비 수학교사들의 수학교수지식(MKT) 분석’ 논문을 토대로 재구성하여 작성하였다. 이 논문의 저자는 황혜정(조선대학교)과 채준환(조선대학교 대학원)이며, 이 논문은 한국학교수학회가 주관하는 ‘한국학교수학회논문집’에 실렸으며, 논문의 발행일은 2020년 12월 30이었음.

(algorithmic) 지식, 형식적(formal) 지식, 직관적(intuitive) 지식을 토대로 수학교사지식을 여섯 가지 범주로 나눠 확인하는 'Shulman-Fischbein 개념틀'을 제안하였다(김지선, 2018, pp.116-117에서 재인용). 그리고 Rowland et al.(2005)은 예비 수학교사의 수업 실습을 관찰하여 교사지식을 확인할 수 있는 상황을 정리하고 정교화시켜 18가지의 코드를 개발하여 이를 토대(Foundation), 변환(Transformation), 연결(Connection), 우발(Contingency) 4가지 요소로 묶은 '교사지식의 4중주(Knowledge Quartet)'를 제안하였다. 또, 국내에서도 최승현과 황혜정(2008)은 Shulman이 제안한 교사지식 중에서 PCK에 관한 국 내·외 연구 동향을 분석하고 수학과 교육과정에 맞춰 PCK의 의미를 정립하고 이에 대한 수학과 PCK 분석틀을 설정하고자 하는 연구를 진행하였다. 또한, Ball은 Shulman의 연구를 기반으로 교사지식에 관한 다양한 연구를 진행했으며 이를 통해 MKT(Mathematical Knowledge for Teaching)의 개념을 정립하고(Ball, Thames & Phelps, 2008) MKT를 측정하는 도구를 제작하였으며(Ball & Hill, 2008), 교사의 교사지식이 높아지면 학습자의 성취도가 향상된다는 결과를 교사의 MKT를 통해 확인하였고(Hill, Rowan & Ball, 2005), 이를 통해 질 높은 수학교육을 제공하기 위해서는 MKT가 중요한 요소임을 보였다.

이처럼 수학 교과에서 교사지식에 관한 다양한 연구가 진행되어왔지만, 대표적인 연구는 Ball의 연구를 꼽을 수 있다(한혜숙, 2016). Ball이 제안한 MKT와 관련된 연구는 국외(Barlow et al., 2017; Fauskanger, Jakobsen, Mosvold & Bjuland, 2012; Hatisaru & Erbas, 2017; Ng, Mosvold & Fauskanger, 2012; Ribeiro & Carrillo, 2011; Schoen et al., 2017)뿐만 아니라 국내에서도 활발히 진행되었다(권성룡, 2012; 김해규, 2012; 문진수, 김구연, 2015; 윤현경, 권오남, 2011; 이제안, 이종학, 김원경, 2016; 전미현, 김구연, 2015; 최민정, 이종학, 김원경, 2016, 한혜숙, 2016). 이들은 Ball et al.(2008)이 제안한 MKT를 기반으로 예비 수학교사의 MKT를 측정하거나 인지도 및 필요성에 관해서 확인하였고, 현직교사와 예비교사의 MKT를 비교하고, 현직교사의 MKT를 측정하는 등의 연구를 진행하였다.

그런데, 여기서 주목할 것은 이러한 선행연구들이 MKT 관련 연구를 수행하면서 다룬 영역이 주로 대수와 기하 영역이라는 것이다. 가령, 대수 영역을 다룬 연구로는, 수와 연산 영역을 다룬 김해규(2012), 함수 영역을 다룬 문진수와 김구연(2015)을 들 수 있다. 또, 기하 영역을 다룬 연구로는 연꼴을 주제로 한 권성룡(2012)의

연구와 벡터 영역을 다룬 윤현경과 권오남(2011)의 연구, 기하하적 확률을 다룬 이제안 외(2016)의 연구, 그리고 MKT 분석 과제로 기하 영역을 활용한 한혜숙(2016)의 연구가 있다. 이에 반해 통계영역을 대상으로 진행된 연구는 ‘통계적 추정’을 주제로 한 최민정 외(2016)의 연구뿐이다.

최근 들어 컴퓨터와 인터넷의 발달로 엄청난 양의 정보를 접할 수 있는 정보화 시대에 돌입하였으며, 이러한 정보화 사회를 살아가는 우리에게 통계적 소양은 필수적인 능력으로 요구되고 있다. 통계적 소양은 다양한 맥락에서 접하는 정보나 주장에 관해 토론하는 능력과 통계의 현상을 해석하고 비판적으로 평가할 수 있는 능력, 의사소통하는 능력을 기반으로 하는 능력을 뜻한다(Gal, 2004). 2015개정 수학과 교육과정에서도 나타나 있듯이, 통계적 소양은 다양한 자료를 수집, 정리, 해석할 수 있으며 미래를 예측하고 합리적인 의사 결정을 하는 민주 시민으로서의 기본 소양이라 할 수 있다(교육부, 2015).

최민정 외(2016)는 현직교사를 대상으로 통계적 추정을 가르치기 위한 수학적 지식을 분석하는 연구를 진행하였는데, 그 결과 현직교사들이 통계영역에 관해 어려움을 느끼고 있는 것으로 나타났다. 이처럼, 교사가 특정 영역에 대해 어려움을 느낀다면 학생들에게 제대로 된 교육을 제공할 수 없으며, 때에 따라서는 학생들에게 오개념을 전달할 수도 있을 것이다. 전문성을 갖춘 훌륭한 자질을 지닌 교사를 육성하는 것은 교육의 수준을 높이기 위한 선결 조건(김석우 외, 2012)이기에 학생들에게 양질의 교육을 제공하기 위해서는 예비교사에 관한 충분한, 풍부한 교육이 필요하다. 예컨대, 이순아(2015)는 예비교사가 교원양성기관에서 교육받은 지식과 형성된 신념이 그들이 가르칠 미래 학생들의 학습에도 영향을 줄 수 있다고 하였고, 이지연과 강주희(2014)는 “현재 예비교사들이 주체성과 신념을 가지고 미래사회의 교육과 질을 결정지을 수 있는 개발자이자 구성자가 될 수 있는 교육을 받고 있는지 재확인할 필요가 있다.”(p.130)고 하였다.

이에 예비 수학교사들이 교원양성기관을 통해 통계영역에 관한 지식을 견고히 다질 필요성이 제기되며, 아울러 그들의 통계영역에 대한 교사지식, 즉 MKT의 측정이 요구된다고 하겠다. 다시 말해, 예비 수학교사들이 통계영역에 관한 교사지식이 부족하다면 예비 수학교사를 대상으로 통계영역에 관한 단순한 교과 지식을 넘어서 교과 지식을 포함한 교사지식에 대한 교육이 충분히 이뤄져야 할 것이다. 결

과적으로, 최민정 외(2016)이 통계영역을 대상으로 MKT 연구를 수행하였지만, 해당 연구가 통계영역에서 유일한 것이며 통계적 추정에서의 MKT와 교사 경력과의 유의점을 찾지 못하였다. 또한, 2015개정 수학과 교육과정(교육부, 2015)의 '확률과 통계' 과목에서 통계영역은 '확률분포'와 '통계적 추정'으로 구성되어있으며, 확률분포에 속하는 정규분포는 고등학교급에서 연속확률변수가 따르는 분포로 유일하게 소개될 뿐 아니라 '통계적 추정' 영역에서 표본평균의 분포 등의 의미로 적용될 수 있다. 한 마디로, 정규분포는 통계영역을 이해하는데 필수적인 요소라 할 수 있다.

이에 본 연구에서는 고등학교 확률과 통계영역에서의 정규분포 내용을 가르치기 위한 수학적 지식, 즉 '수학교수지식(MKT)'에 관하여 살펴보고자 한다. 이를 위하여 우선 문헌연구를 통해 MKT의 의미 및 하위 요소를 고찰하여 본 연구에 부합하는 MKT의 하위 요소를 재구성하여 마련하고자 한다. 이에 기초하여 본 연구에서는 C대학 수학교육과 학부과정에서 확률과 통계 강좌를 수강한 24명의 예비 수학교사를 대상으로 정규분포에 관한 검사 문항을 통하여 예비 수학교사의 MKT를 확인하고 MKT 하위 요소 간 차이를 비교 분석하고자 한다.

Ⅱ. 이론적 배경

1. MKT의 의미

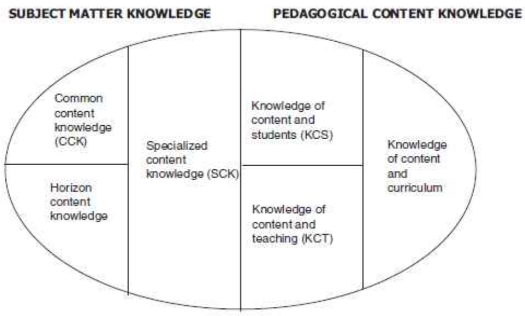
교사들은 그들이 가르치는 주제를 알아야 한다. 실제로 교사 역량에는 교과 지식만큼 더 기초적인 것이 없을 수도 있지만(Ball et al., 2008), 반대로 교과 지식만으로 학생들을 가르치기에는 한계가 있다. Shulman은 교사들이 알아야 하는 지식이 교과 지식뿐만 아니라 가르치는 지식에 관한 중요성을 강조하며 교사가 반드시 알아야 하는 지식의 범주를 구분하였다.

Shulman(1986)이 교사가 학생을 가르칠 때 알아야 할 지식의 범주를 내용 지식(Content Knowledge), 교수학적 내용 지식(Pedagogical Content Knowledge), 교육과정 지식(Curricular Knowledge)으로 구분하여 제안하였다.

Shulman(1986)은 세 가지 범주 중에서도 PCK에 대한 중요성을 부각했으며, 이를

기반으로 더 정교화시키기 위한 연구들이 수행됐다. 이러한 연구들은 학생들을 가르치기 위해 교사들이 가져야 하는 지식으로 교과 지식 이외에도 PCK에 특히 더 주목해야 함을 강조하였다(문진수, 김구연, 2015).

Ball et al.(2008)의 연구도 Shulman의 연구를 기반으로 '가르치기 위한 수학적 지식'(Mathematical Knowledge for Teaching, 이하 MKT라 칭함)이라는 개념을 정립하고 Shulman(1986)의 범주를 구체화하여 MKT를 구성하는 하위 영역들을 [그림 1]과 같이 제안하였다.



[그림 1] MKT의 구조(Ball et al., 2008, p.403)

MKT는 교과 내용에 관련한 지식을 의미하는 교과 내용 지식(Subject Matter Knowledge, 이하 SMK라 칭함)과 가르쳐야 할 학습 내용 이외의 요소들을 복합적으로 이해하고 있는가에 해당하는 교수학적 내용 지식(Pedagogical Content Knowledge)으로 구분된다(전미현, 김구연, 2015). Ball et al.(2008)은 SMK를 '일반 내용 지식(Common Content Knowledge, 이하 CCK라 칭함)', '특수 내용지식(Specialized Content Knowledge, 이하 SCK라 칭함)'과 '수평 내용지식(Horizon Content Knowledge, 이하 HCK라 칭함)'으로 세분화하였고, PCK를 '내용과 학생에 대한 지식(Knowledge of Content and Students, 이하 KCS라 칭함)', '내용과 교수에 대한 지식(Knowledge of Content and Teaching, 이하 KCT라 칭함)'과 '내용과 교육과정에 대한 지식(Knowledge of Content and Curriculum, 이하 KCC라 칭함)'으로 세분화하였다.

Ball에 의하면 SMK에 포함된 CCK는 교수 이외에서 사용되는 일반적인 수학적 지식과 기술로 정의한다. 이는 교과 지식을 포함하고 학생들이 잘못된 대답을 하거나 부정확한 정의를 내릴 때 교사가 이것을 인식해야 할 정도의 지식이다. 두 번째로, SCK는 오로지 가르치는 것을 목적으로 하는 수학적 지식이다. 수학교사는 학생들을 가르칠 때 다른 환경에서는 필요하지 않은 특수한 수학적 지식이 필요하다. 회계사는 숫자를 계산, 조정해야 하고 증권가는 숫자를 파악하고 시세를 확인해야 하지만 왜 10+3이 13이 되는가를 설명할 필요는 없다. 교사는 학생들이 특정한 주제에 대해 일반적인 방법이 아닌 특이한 방법을 제안할 경우 그 방법이 일반적으로 해결되는지 알아야 하며 학생들이 오개념을 갖게 되거나 이해를 못 할 때 어떤 방법으로 오개념을 바로 잡고 이해를 시켜줘야 하는지에 대해서 알고 있어야 한다. 세 번째, HCK는 수학적 주제가 수학과 교육과정에 포함된 내용과 연관성을 알고 있는지에 대한 지식이다. 예를 들어, 1학년 교사들은 그들이 가르치는 수학이 학생들이 나중에 다가올 것에 대한 수학적인 기초를 세울 수 있도록 3학년 때 배울 수 있는 수학과 어떻게 관련되어 있는지 알아야 할 필요가 있을 것이다.

PCK에 포함된 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 있다. 이를 통해 학생들이 어떠한 생각을 하고 무엇을 혼란스러워할지 예상해야 하며 어떠한 예제와 과제를 통해 학생들의 흥미와 동기부여를 끌어낼 수 있는지 예측해야 한다. 또한, 학생들의 불완전한 사고를 학생들의 표현 방법으로 듣고 해석할 수 있어야 한다. 이러한 지식은 학생들에 관한 관심과 친밀도와 수학적 지식 사이에 상호작용이 일어나야 한다. 두 번째, 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. 앞서 말한 교육을 위한 여러 수학적 과제는 수업 설계에 대한 수학적 지식이 필요하고, 특정한 수학적 내용에 대한 지식과 학생에 영향을 미치는 교육학적인 요소들 사이에 상호작용이 있어야 한다. 세 번째, KCC는 수학 교육과정에 대한 지식이다. 이 지식은 특정한 내용

이 어느 시기에 포함되며 학교 교육 과정 내부에서 연관되는 내용을 알고 있는 지식이다.

이러한 MKT에 관한 연구는 국내와 국외에서 모두 이루어지고 있다. 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. Barlow et al.(2017)은 교사의 지식에 접근하는 방법으로 '교사에게 수업 영상을 시청하게 한 뒤 작성하는 설문을 통해 교사의 지식을 살펴보는 방법'을 조사하는 연구를 진행하였다. 연구에서 제공하는 수업 영상은 수학적 의견 대립이 발생하는 내용이 포함된 영상이며, 이러한 실험 방법이 교사의 지식에 접근하는 데 유용하다는 결과를 도출했다. 마지막으로 Schoen et al.(2017)은 초등 교사의 MKT를 측정하기 위한 평가 도구를 개발하는 것을 목적으로 K-TEEM(Knowledge for Teaching Early Elementary Mathematics)이라는 이름의 평가 도구를 개발하는 연구를 진행하였다.

국내에서 Ball et al.(2008)이 제안한 MKT를 활용하여 수행된 연구(문진수, 김구연, 2015; 윤현경, 권오남, 2011; 이제안 외, 2016; 전미현, 김구연, 2015; 최민정 외, 2016; 한혜숙, 2016)를 살펴보면 대부분 Ball의 MKT의 하위 요소를 바탕으로 예비교사 또는 현직교사의 MKT를 살펴보는 연구가 진행되었다. <표 1>과 같이 각 연구에서 MKT 하위 요소 6가지를 모두 살펴보지 않았으며, 대부분의 연구가 CCK, SCK, KCS, KCT를 중점적으로 살펴보았다. 또한, 전미현, 김구연(2015) '평가에 대한 교사의 지식'이라는 뜻의 KCA(Knowledge of Content and Assessment)를 새롭게 정의한 요소로 제안하여 연구를 통해 살펴보았다.

2. 정규분포의 이해

정규분포는 프랑스의 수학자 De Moivre가 최초로 발견하였다. De Moivre는 이항

<표 1> 선행연구에서 살펴본 MKT 하위 요소

	문진수, 김구연(2015)	윤현경, 권오남(2011)	이제안 외(2016)	전미연, 김구연(2015)	최민정 외(2016)	한혜숙 (2016)
CCK	O	O	O	X	O	O
SCK	O	O	O	O	O	O
HCK	X	X	X	X	X	X
KCS	O	X	O	O	O	O
KCT	O	O	O	O	O	O
KCC	X	X	O	X	X	X

분포에서 시행 횟수 n이 클 때도 정확하게 확률을 구할 방법을 연구하는 과정에서 이항분포의 극한분포로서 정규분포를 발견하게 되었다. 같은 시기에 독일의 수학자 Johann Carl Friedrich Gauss는 각종 실험에서 수반되는 측정오차의 분포에 정규분포를 광범위하게 응용함으로써 정규분포는 가우스분포 또는 오차분포라고도 한다. 분포 중에서 정규분포는 이론적인 측면은 물론 실제적인 측면에서 가장 중요한 확률분포다. 왜냐하면, 무수한 자연 현상 및 사회현상은 정규분포 혹은 정규분포에 근접하는 확률분포를 이루기 때문이다(권대훈, 2018).

2015개정 수학과 교육과정에서 통계영역은 실생활 및 수학적 문제 상황에서 적절한 자료를 탐색하여 수집하고, 목적에 맞게 정리, 분석, 평가, 분석한 정보를 문제 상황에 적합하게 활용할 수 있는 정보 처리 능력을 함양해야 한다고 이야기하고 있다(교육부, 2015). 2015개정 수학과 교육과정에서 정규분포는 「확률과 통계」 교과에서 3번째 핵심 개념인 ‘통계’에 포함되어 있다. 정규분포는 성취 기준 [12확통03-04]에서 연속확률분포의 한 종류로 소개되어 처음으로 등장한다. 그 이후에 성취 기준 [12확통03-06]과 [12확통03-07]을 살펴보면 제시된 표본의 수가 적당히 클 때, 표본집단의 확률변수가 근사적으로 정규분포를 따르며, 모평균을 추정하는 신뢰구간에 관한 부분에서도 정규분포에 관한 내용이 포함되어 있다. 정규분포는 <표 2>와 같이 성취 기준 [12확통03-04]에 처음 소개된 이후 통계적 추정에서 대부분 정규분포에 관한 내용이 포함되어 있다. 이를 통해 2015개정 수학과 교육과정에

서 정규분포는 정보 처리 능력을 함양하기 위한 중요한 도구라고 할 수 있다.

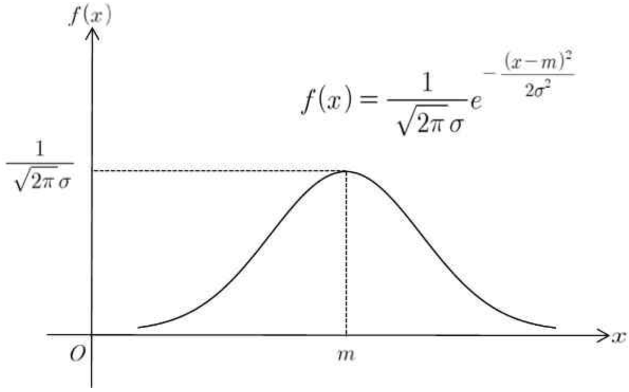
<표 2> 정규분포가 포함된 성취 기준

핵심 개념	내용 요소	성취 기준	포함 여부
통계	확률분포	[12확통03-01]	
		[12확통03-02]	
		[12확통03-03]	
		[12확통03-04]	○
	통계적 추정	[12확통03-05]	
		[12확통03-06]	○
		[12확통03-07]	○

2015개정 수학과 교육과정을 반영한 ‘확률과 통계’ 교과서는 총 9종이 있으며 9종의 교과서에서 대부분 정규분포가 처음 소개되는 도입부에서는 키, 몸무게, 강수량 등과 같은 사회, 자연 현상의 종류를 언급하며 이러한 현상을 관측하여 얻은 자료를 정리하여 나타낼 때 좌우 대칭인 종 모양의 곡선일 때 이러한 종 모양인 곡선의 그래프를 가지는 함수를 확률밀도함수라고 말하며 다음과 같이 정의하였다.

> 일반적으로 연속확률변수 X가 모든 실수 값을 갖고, 그 확률밀도함수 $f(x)$가 $f(x)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}\,\sigma}e^{-\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2}}$($m$은 상수, σ는 양수인 상수, e는 2.718281…인 무리수)로 주어질 때, X의 확률분포를 정규분포라고 하며, … 평균이 m이고 표준편차가 σ, 즉 분산이 σ^2인 정규분포를 기호로 $N(\mu,\sigma^2)$과 같이 나타내고, 확률변수 X는 정규분포 $N(m,\sigma^2)$을 따른다고 한다(권오남 외, 2019, pp.102-103).

이러한 정규분포 $N(m,\sigma^2)$의 확률밀도함수를 $f(x)$라고 할 때, $f(x)$의 그래프는 [그림 2]와 같이 x축이 점근선이며 직선 $x=m$을 대칭축으로 갖는 종 모양의 그래프인 것을 알 수 있다. $f(x)$의 그래프에서 표준편차인 σ의 값을 고정하고 평균인 m의 값을 변화시키면 그래프의 대칭축이 함께 변화하지만, 그래프의 모양은 변하지 않



[그림 2] 정규분포의 확률밀도함수의 그래프

는다. 반대로 m의 값을 고정하고 σ의 값을 변화시키면 $f(x)$의 그래프는 여전히 직선 $x=m$을 대칭축으로 갖지만, σ의 크기를 크게 할수록 그래프의 높이는 낮아지고 옆으로 넓게 퍼지는 모양을 갖게 된다. 9종의 확률과 통계 교과서 중 하나의 교과서(김원경 외, 2019)에서는 정규분포의 확률밀도함수 그래프의 성질을 다음과 같이 정리하였다.

① 직선 $x=m$에 대하여 대칭인 종 모양의 곡선이고, 점근선은 x축이다.
② 그래프와 x축 사이의 넓이는 1이다.
③ 세 번째, m은 평균이고, σ는 표준편차이다.
④ 네 번째, σ의 값이 일정할 때, m의 값이 변하면 대칭축의 위치는 변하지만 곡선의 모양은 변하지 않는다.
⑤ 다섯 번째, m의 값이 일정할 때, σ의 값이 커지면 대칭축의 위치는 변하지 않지만 곡선의 모양은 높이가 낮아지고 양쪽으로 넓게 퍼진다.(p.92)

이후 소개되는 내용인 표준정규분포는 정규분포 $N(m, \sigma^2)$를 따르는 확률변수 X를 확률변수 Z로 변환하는 과정을 거치는데 이때, $Z=\frac{X-m}{\sigma}$이므로 확률변수 Z의 평균과 표준편차를 구하는 과정은 다음과 같다.

연속확률변수 X에 대하여 새로운 확률변수 $aX+b$(a,b는 상수, $a \neq 0$)의 평균, 분산은 다음과 같음이 알려져 있다.

$$E(aX+b) = aE(X)+b$$
$$V(aX+b) = a^2 V(X)$$

확률변수 X가 정규분포 $N(m, \sigma^2)$을 따를 때, 확률변수 Z를 $Z = \frac{X-m}{\sigma}$이라고 하면 확률변수 Z의 평균과 분산은

$$E(Z) = E\left(\frac{X-m}{\sigma}\right) = E\left(\frac{X}{\sigma} - \frac{m}{\sigma}\right) = \frac{1}{\sigma}E(X) - \frac{m}{\sigma} = \frac{m}{\sigma} - \frac{m}{\sigma} = 0$$
$$V(Z) = V\left(\frac{X-m}{\sigma}\right) = V\left(\frac{X}{\sigma} - \frac{m}{\sigma}\right) = \frac{1}{\sigma^2}V(X) = \frac{1}{\sigma^2} \times \sigma^2 = 1$$

이다.(김원경, 2019, p.93)

이때 확률변수 Z는 정규분포를 따르고 평균은 0, 표준편차는 1이므로 표준정규분포 $N(0,1)$를 따른다는 것을 확인할 수 있으며, 이러한 개념을 바탕으로 정규분포 $N(m, \sigma)$를 따르는 확률변수 X에 대한 확률을 구하는 문제를 해결할 수 있다.

한편, 이항분포를 따르는 확률변수 X는 특정 조건을 만족하면 근사적으로 정규분포를 따르게 되고, 앞서 배운 정규분포의 성질과 표준정규분포를 이용하여 비교적 쉽게 문제를 해결할 수 있는데 이것을 자세히 살펴보면, 이항분포 $B(n,p)$를 따르는 확률변수 X가 시행횟수 n이 충분히 크면 X는 정규분포 $N(np, pnq)$를 따른다. 이때, 이항분포를 따르는 확률변수가 정규분포에 근사할 조건으로 한 종류의 확률과 통계 교과서(김원경 외, 2019)에서는 “이항분포 $B(n,p)$에서 $np \geq 5, nq \geq 5$를 만족시키면 n을 충분히 큰 값으로 생각한다.”(p.97)라고 명시되어 있다. 이후 확률과 통계 교과서에서 볼 수 있는 [그림 3]과 [그림 4]와 같이 ‘통계적 추정’에서도 ‘모집단과 표본집단의 분포’나 ‘모평균의 추정’ 등 정규분포에 관한 내용이 포함되어 소개되었다.

한편, 대학에서 쓰이는 대부분 교재(고승곤, 양완연, 2000; 장세경, 2010; 홍찬식, 2012; Hogg, Tanis & Zimmerman, 2015)는 고등학교와 같이 정규분포를 따르는 확률변수 X의 확률밀도함수의 정의, 정규분포곡선의 성질, 표준정규분포, 이항분포의 정규 근사 등의 같은 내용을 다루지만 조금 더 자세하게 다루거나, 고등학교 교과

서에서 포함하지 않는 적률생성함수, 표준정규분포의 카이제곱분포로의 변환과 각 정의를 증명하는 내용 또한 포함하고 있다.

또한, 고등학교 교과서에서 연속형 확률분포의 종류로 정규분포가 유일하게 소개되지만, 대학에서 쓰이는 대부분 교재는 연속형 확률분포의 종류로 정규분포뿐만 아니라 지수분포, 감마 분포, 카이제곱분포 등 다양한 연속형 확률분포를 소개하고 있다.

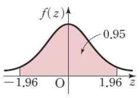
표본평균 $\overline{X}$의 확률분포

모평균이 m이고 모표준편차가 σ인 모집단에서 크기가 n인 표본을 임의추출할 때, 표본평균 $\overline{X}$에 대하여

1. 모집단이 정규분포 $\mathrm{N}(m,\ \sigma^2)$을 따르면 표본평균 $\overline{X}$는 정규분포 $\mathrm{N}\left(m,\ \frac{\sigma^2}{n}\right)$을 따른다.

2. 모집단의 분포가 정규분포가 아니더라도 n이 충분히 크면 표본평균 $\overline{X}$는 근사적으로 정규분포 $\mathrm{N}\left(m,\ \frac{\sigma^2}{n}\right)$을 따른다.

[그림 3] 표본평균의 확률분포(박교식 외, 2019, p122)



이때 표준정규분포표에서 $\mathrm{P}(-1.96 \le Z \le 1.96) = 0.95$이므로

$$\mathrm{P}\left(-1.96 \le \frac{\overline{X}-m}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}} \le 1.96\right) = 0.95$$

이다. 이것을 정리하면 다음과 같다.

$$\mathrm{P}\left(\overline{X} - 1.96\frac{\sigma}{\sqrt{n}} \le m \le \overline{X} + 1.96\frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right) = 0.95$$

따라서 모평균 m이 $\overline{X} - 1.96\frac{\sigma}{\sqrt{n}} \le m \le \overline{X} + 1.96\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$의 범위에 속해 있을 확률은 0.95이다. 여기서 실제로 얻은 표본평균 $\overline{X}$의 값을 $\overline{x}$라고 할 때,

$$\overline{x} - 1.96\frac{\sigma}{\sqrt{n}} \le m \le \overline{x} + 1.96\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

를 모평균 m에 대한 **신뢰도** 95 %의 **신뢰구간**이라고 한다.

[그림 4] 신뢰도 95%의 신뢰구간(박교식 외, 2019, p.127)

3. 선행연구 고찰

교사의 수학적 지식이나 교수 지식을 측정하는 연구는 대상, 학교 급, 교과 내용, 측정방법별로 다양하게 수행되었다. 본 절에서는 중등 현직교사나 예비교사를 대상

으로 하고 Ball 외(2008)의 MKT 분석틀을 활용한 선행연구를 중점적으로 살펴보았다. 중등교사, 중등 예비교사를 대상으로 MKT의 분석을 진행한 연구(문진수, 김구연 2015; 윤현경, 권오남, 2011; 이제안 외, 2016; 전미연, 김구연, 2015; 최민정 외, 2016; 한혜숙, 2016)는 Ball et al.(2008)의 MKT의 6가지 하위 요소를 기초로 자신들의 연구에 사용될 하위 요소에 대한 평가 문항을 제작하여 현직 수학교사와 예비수학교사의 MKT를 측정하였다.

문진수, 김구연(2015)은 현직 수학교사의 함수에 대한 지식을 측정하기 위한 목적으로 연구를 진행하였다. 수학적 지식을 측정하기 위한 MKT의 하위 요소 중에서 CCK, SCK, KCS, KCT 4가지 요소에만 초점을 두었으며, 검사 문항을 4가지 요소만을 측정하도록 제작하였으며, 문항을 개발하기 위하여 함수를 바탕으로 진행된 선행연구의 내용을 참고하였다. 또한, 응답하는 교사들의 부담감을 덜어주기 위하여 문항의 개수를 조절하였고 문항 대부분을 수업 상황으로 가정하여 해결 방법을 묻는 형식으로 구성하여 응답자들의 거부감을 덜어주었다. 검사지를 분석할 때 MKT 하위 요소별 결과를 도출하는 것과 더불어 응답자의 일반적인 특성(학교 설립유형, 성별, 담당 학년, 교육대학원 졸업 여부, 연령, 교직경력) 간 교차분석을 시행하여 그 차이가 유의한지 살펴보았지만 유의한 상관관계는 찾아볼 수 없었다. 또 하위 요소 간 분석으로 CCK는 SCK, KCS, KCT와 상관관계를 볼 수 없었으며, 이는 CCK는 나머지 SCK, KCS, KCT 요소와 다른 지식임을 알 수 있었다. 교원 임용에서 합격한 신입 교사들은 CCK에 대해 높은 지식을 가지고 있지만, 나머지 요소에 대해서 높다고 할 수 없다. 그러므로 MKT 모든 요소에 대한 지식을 길러줄 수 있는 연수 프로그램이 필요하다는 것을 지적하였다.

우선, 윤현경과 권오남(2011)은 벡터 개념에 대한 MKT를 현직교사와 예비교사 대상으로 측정하는 것을 목적으로 연구를 진행하였다. MKT 하위 요소 중 CCK, SCK, KCT 3가지의 요소만으로 측정하였다. 연구결과 예비교사는 설문지에 모든 문항을 대학교 수준의 CCK로 응답하였지만, CCK에 관한 지식을 SCK와 KCT로 변환하지 못하였다. 반면에 현직교사는 가르치는 상황에 필요한 SCK, KCT에 관하여 잘 응답했지만, 예비교사와 비교하면 대학교 수준의 CCK로는 응답하지 못했다. 또한, 면담 내용에서 예비교사와 현직교사 모두 벡터의 내용에 대해 고등학교 때 배운 지식으로 교육하겠다고 응답한 것으로 볼 때 사범대학교에서 CCK를 SCK, KCT

로 연결할 수 있는 교육이 제공되어야 한다고 제언했다.

이제안 외(2012)는 기하학적 확률에 관한 현직 수학교사의 MKT를 분석하기 위한 목적으로 연구를 진행하였다. MKT 검사지는 교과서 익힘책, 기하학적 확률에 관한 선행연구의 문항과 자체적으로 제작한 문항으로 구성하였다. 검사지의 문항은 MKT의 하위 요소 중에서 CCK, SCK, KCS, KCT, KCC 5개의 요소를 채택하여 제작되었고, 요소별 구성 지식을 기반으로 문항 분석이 수행되었다. 연구 결과 대상자들은 대체로 기하학적 확률에 대한 MKT가 기대에 미치지 못하였다고 보았다. 이는 수업에서 학생들이 기하학적 확률의 오개념으로 전이될 가능성이 크다고 보고 있으므로 교사의 개인적인 노력에 의한 수학적 지식 신장과 연수를 통한 교수학적 지식 신장이 필요하다고 이야기하였다.

전미현과 김구연(2015)은 MKT 측정을 위한 문항들을 개발하는 과정에서 중등 예비교사들의 MKT 수준 및 특성이 어떠한지 알아보기 위한 목적으로 연구를 진행하였다. 전미현과 김구연이 개발한 모든 문항은 Ball et al.(2008)이 제시한 MKT의 하위 요소 중 SCK, KCS, KCT 3개의 요소와 연구자가 정의한 ‘평가에 대한 교사의 지식(Knowledge of Content and Assessment, 이하 KCA이라 칭함)’을 알아보기 위하여 제작되었으며, 수업 상황을 가상으로 제시하여 교사의 판단과 지도 방안을 알아보고 교사 개인의 생각을 더 심층적으로 알아보기 위하여 답안을 서술형으로 작성하도록 구성하였다. 총 54명의 연구 대상자 중에서 53명은 설문 검사를 시행하였고 나머지 1명은 인터뷰를 진행하여 검사 문항에 대한 예비교사의 생각을 좀 더 자세하게 확인하였다. 연구결과를 살펴보면 설문 결과 교과서 및 교사용 지도서의 내용과 거의 비슷하게 응답하였다. 이를 통해 교육과정 도서는 교사에게 미치는 영향이 크다는 것을 짐작할 수 있다. 그러므로 교육과정 도서의 내용에는 기본적인 수학 지식뿐만 아니라 다른 요소의 지식 신장까지 고려하여 개발하여야 하고, 교원 양성 과정이나 교사 연수 과정 또한 구체화하여야 한다고 제언했다.

최민정 외(2016)는 통계적 추정을 가르치기 위한 지식을 측정할 목적을 가지고 연구를 진행했다. 최민정 외(2016)는 확률과 통계에 관한 선행연구들의 연구를 통해 ‘수학교사들의 확률과 통계 교과 내용에 대한 이해도가 높다고 볼 수 없다.’고 했으며, 이는 확률과 통계에 대한 교사들의 MKT가 대체로 부족하다는 것을 시사했다. 통계적 추정 영역은 대부분이 PCK의 요소로 이루어져 있으며, 가르치는 수

업 현장에서 함양되는 지식이므로 현직교사를 대상으로 연구를 진행하였으며 연구 대상자 중 3명에게 면담을 요청하여 검사지 분석 결과를 더 구체적으로 확인하였다. MKT 하위 요소 중 CCK, SCK, KCS, KCT 4가지 요소에 대한 문항으로 설문지를 구성하였으며 설문 문항은 선행연구의 문항을 참고하거나 자체 제작하였다. 연구 결과로 통계적 추정에 대한 MKT는 경력에 따라 달라지지 않았으며, 대체로 확률과 통계영역에 대한 교사지식이 부족한 것으로 확인되었다. 이는 확률과 통계 교과영역에서 교사들의 지식 신장을 위한 재교육이 필요하다는 것을 시사한다.

한혜숙(2016)의 연구는 예비 수학교사들의 MKT에 대한 인식을 알아보기 위한 목적이 있다. 한혜숙의 연구에서 사용된 MKT 인식도 설문지는 Ball et al.(2008)이 제시한 MKT 하위 요소 중에서 CCK, SCK, KCS, KCT 4가지 요소로만 구성하였다. 또한, MKT에 대한 인식과 더불어 MKT를 비교 분석하기 위하여 2개의 분석 과제를 제작하였다. 연구결과 예비교사 교육에서 MKT의 요소들은 중요하다고 인식되지만, 상대적으로 SMK보다 PCK의 요소가 더 중요하다고 인식되었다. 하지만 실제 과제에서 예비교사들은 SCK, KCS, KCT 문항을 해결하는 과정에서 어려움을 나타냈고 실제로 SCK, KCT 문항의 적절한 응답의 비율은 50% 이하였다. 이러한 결과는 예비교사 교육에서 실질적인 SCK, KCS에 대한 지식을 발달시킬 수 있는 학습이 적용될 필요가 있다고 제언했다.

이상으로, 앞서 살펴본 6개의 선행연구는 모두 Ball et al.(2008)의 MKT의 하위 요소를 기초로 연구를 진행하였지만, MKT 하위 요소 6가지를 모두 측정하지 않았다. 즉, 한혜숙(2016)은 Ball et al.(2008)의 논문에서 HCK와 KCC의 경우 지식 경계의 모호함을 인정하며 추가적인 연구가 필요함을 제안하였다는 이유로 측정 도구에서 제외했다. 또, 윤형경, 권오남(2011)도 HCK, KCC의 개념은 아직 모호하다고 언급하면서 제외하였다. 여기서 알 수 있듯이, HCK와 KCC가 다른 범주에 포함될 것인지, 아니면 독립적인 범주로 가능할 것인지에 관한 보다 명료한 연구가 필요하다. 또한, 연구 결과를 살펴보면 예비 수학교사를 대상으로 진행한 모든 연구에서 PCK의 하위 요소의 측정 결과가 기대에 미치지 못한다고 이야기하고 있으며, 이를 통해 예비교사가 가지고 있는 대학교 수준의 수학적 내용 지식인 CCK가 PCK의 하위 요소 지식의 부족으로 전이되지 않는다는 것으로 볼 수 있다. 이는 연구가 진행되지 않은 다른 영역에서도 유사한 결과가 나오는지 확인할 필요가 있다.

Ⅲ. 연구방법

1. 연구 대상

본 연구는 고등학교 「확률과 통계」 과목에서의 정규분포 내용을 가르치기 위한 수학적 지식 즉, MKT에 대해 알아보기 위하여 G광역시 소재의 C대학교 수학교육과에 재학 중인 예비 수학교사 24명을 대상으로 하였는데, 이들은 모두 전년도에 '확률과 통계' 과목을 이수하였다.

본 연구에서는 예비 수학교사의 정규분포에 관한 MKT를 알아보기 위한 검사지를 마련하였지만, 연구 대상자들은 '교사지식'에 관한 사전 지식을 가지고 있지 않았다. 이를 해결하기 위하여 연구자는 예비 수학교사가 검사지에 포함된 설문 문항에 원활히 응답할 수 있도록 10분 분량의 'MKT에 관한 동영상 강의' 제작하였으며, 이 동영상 강의 내용은 MKT의 개념을 기반으로 교사지식이 무엇인지에 관한 것이다. MKT 검사는 비대면으로 실시하였으며 온라인으로 검사지와 MKT에 관한 동영상 강의도 함께 제공하여 연구 대상자들이 검사지를 응답하기 전에 동영상 강의를 볼 수 있도록 하였다.

이후 본 연구에서는 검사지 결과를 분석하여 예비 수학교사의 가르쳐본 경험과 예비 수학교사의 MKT의 유의성을 살펴보고, MKT 하위 요소 간 상관관계도 살펴보고자 하였다. 이러한 결과 분석을 통하여 예비 수학교사의 정규분포에 관한 MKT의 하위 요소별 수준을 확인하고, MKT 하위 요소 간 차이가 발생하는지 확인하였다.

2. MKT 검사지

가. 정규분포 내용에 대한 MKT 요소 마련

본 연구에서는 예비 수학교사 간의 MKT 차이를 확인하기 위하여 검사지를 제작하였다. Ball et al.(2008)은 MKT의 하위 요소를 6가지로 구분하였는데, 본 연구에서는 HCK와 KCC를 제외하였으며, 이는 다음과 같은 연유에서이다. Ball et al.(2008)

은 HCK가 수학적 주제가 교육과정에 포함된 수학 범위에서 어떻게 관련되어 있는지에 대해 아는 지식이라고 설명했지만, KCT 범주의 일부인지, 다른 요소의 범주에 걸쳐 실행될 수 있는지 확실하지 않기 때문에 연구가 더 필요하다고 하였다. 또, 김부미와 김윤민(2019)의 연구에 의하면 중학교 때 배운 중앙값, 최빈값 등의 통계량이나 산포도 등의 그래프를 반복, 심화시킬 기회가 적어 우리나라 수학과 교육과정의 통계영역에서 학년 간, 학교급 간 내용의 연계성을 강화할 필요가 있다고 제안하였다. 이는 곧 Ball et al.(2008)이 제안한 HCK가 통계영역에서 측정하기 힘들다는 것을 암시한다고 볼 수 있다. 한편, Ball et al.(2008)은 KCC가 KCT에 대한 범주의 일부인지 아니면 여러 가지 다른 범주에 걸쳐서 실행될 수 있는지, 또는 KCC 자체적인 하나의 범주로 성립하는지 확실하지 않다고 하였다. 또, 윤현경과 권오남(2011)도 단원의 연계성에 대해서 현직교사와 예비교사의 MKT를 측정하면서 KCC가 매우 중요한 역할을 한다는 것을 알았지만, 이러한 KCC가 SMK에 속하는지 PCK에 속하는지 정확하지 않으며, 독립적 범주로서의 KCC 성립이 아직 정확하지 않다고 하였다. 결과적으로, KCC는 아직 정확한 범주로 나누기 어렵다고 볼 수 있다. 이처럼 본 연구에서는 MKT의 하위 요소에서 KCC, HCK를 제외하고 CCK, SCK, KCS, KCT 4가지 요소를 대상으로 검사지를 구성하고자 하였다.

나. MKT 측정 검사지 문항 마련

본 연구를 수행하기 위하여 설문 문항과 검사 문항을 제작하였는데, 설문 문항은 김해규(2012)와 한혜숙(2016)의 연구를 참고하여 수학을 가르쳐본 경험과 통계를 가르쳐본 경험, 교사지식에 대한 인식, 교사지식에 대한 필요도에 관한 4개의 문항으로 구성하였으며[2)], 예비 수학교사들의 구체적인 생각과 의견을 파악하기 위하여 서술형(essay-type)으로 응답하도록 제작하였다.

검사 문항은 신보미(2012)와 최민정 외(2016)의 연구, 그리고 고등학교 확률과 통계 교과서 등을 참고하여 재구성하거나 직접 개발하되, 전형적인 서술형 유형보다

2) 본 연구에서 예비 수학교사들의 수학, 통계 교수의 경험과 교사지식에 대한 인식 및 필요도를 알아보기 위하여 (검사지 응답 후) 별도로 심층 면담을 할 예정이었으나, 2020년 상반기에 국가적으로 발생한 코로나19 사태로 인하여 비대면으로 설문을 통한 실험을 수행하게 되었는데, 연구 대상자들에게 많은 양의 설문이 주는 부담감을 고려하여 별도의 설문 문항 대신에 검사지에 4개의 설문 문항을 추가하였음.

는 예비교사들의 통계적 사고 및 판단 등을 자연스럽게 유도하면서 명료히 도출해 내도록 하는 유형으로 구성하였다. 또한, 문진수와 김구연(2015)은 그들의 연구결과에서 일반적인 특성(성별, 교직경력 등) 사이에 통계적으로 유의한 관계를 찾을 수 없었는데 이는 검사지 문항 수가 적은 것을 이유로 들며, 추후 문항을 추가하여 연구를 진행할 것을 제언하였다. 이를 통해 문항 수가 많을수록 MKT에 관한 양질의 결과를 도출할 수 있다고 볼 수 있다. 하지만, 응답자의 부담감 측면을 고려하여 MKT의 4개의 하위 요소별로 두 개의 문항씩 총 여덟 개의 문항을 마련하였으며, 이에 관한 구체적인 내용은 <표 3>과 같다. 이처럼 마련된 검사지는 전문가 2인에게 의뢰하여 문항을 수정 보완하는 과정을 거쳐 신뢰도와 타당도를 확보하였다. MKT 검사지 내용은 <부록1>에 제시되어 있으며, 검사지 결과의 일부는 <부록2>에 제시되어 있다.

<표 3> MKT 검사지의 문항 구성

MKT 하위 요소	MKT 하위 요소 내용	문항 내용	문항 출처	문항 번호
CCK	• 문제를 해결할 수 있는 지식	• 예비교사가 정규분포 문제를 해결할 수 있는 지식	교과서 문항 재구성	1-1
			교과서 문항 재구성	3
SCK	• 학생들의 오개념을 해결할 수 있는 지식	• 예비교사가 학생들이 정규분포 문제에서 범하는 오개념을 해결해 줄 수 있는 지식	교과서 문항 재구성	5-1
			최민정 외(2016)의 문항 재구성	4
KCS	• 학생들을 이해할 수 있는 지식	• 예비교사가 학생들이 보유하고 있는 정규분포에 관한 지식 정도를 파악할 수 있는 지식	신보미(2012)의 문항 재구성	1-2
		• 예비교사가 학생들이 정규분포 문제를 해결할 때 범하는 오개념의 원인을 파악할 수 있는 지식	교과서 문항 재구성	5-2
KCT	• 수업할 때의 유의사항에 대한 지식	• 예비교사가 통계 수업을 할 때 교수학습 유의사항에 따를 수 있는(준수할 수 있는 지식)	제작	2
	• 올바른 수학적 표현에 관한 지식	• 예비교사가 통계 수업 상황에서 사용되는 수학적 표현에 관한 지식	교과서 문항 재구성	6

3. 검사지 결과 분석 방법

본 연구에서는 검사지 결과 분석을 위해 Python을 사용하였다.[3] 검사지 각 검사 문항마다 분류된 범주(0, 1, 2, 3)[4]로 나눈 결과를 포함한 자료를 코딩화하여 분석을 실행하고자 하였다. 검사지 결과는 ‘일반적인 결과’ 분석과 ‘통계’ 분석 두 가지로 구분하여 분석되었다. 여기서, 일반적인 결과란 범주, 평균, 표준편차 등을 뜻하며, 본 연구에서는 일반적인 결과로 검사 문항 결과를 범주(0, 1, 2, 3)에 따라 분류하여 MKT 하위 요소별 빈도와 백분율, 평균과 표준편차를 구하였다.

또한, 통계 분석은 변수들의 특성과 어떤 목적을 가지고 결과를 관찰하는지에 따라 여러 가지 분석 방법을 사용할 수 있다(홍찬식, 2012). 가령, 대표적으로 교차분석, 분산분석, 회귀분석, 상관분석을 예로 들 수 있으며, 이는 <표 4>와 같은 특징을 지닌다. 이러한 특징에 맞춰, 본 연구에서는 검사지 결과 통계 분석의 첫 번째로 예비 수학교사가 수학 과목, 통계 과목을 가르쳐본 경험이 있는지 확인하는 2개의 설문 문항의 결과와 검사 문항의 결과가 유의성을 갖는지 살펴보고자 한다. 이때 수학 과목을 가르쳐본 경험과 통계 과목을 가르쳐본 설문 문항의 결과를 ‘독립변수’, MKT 하위 요소별 검사 문항 결과를 ‘반응변수’로 분석을 실행할 때, 독립변수 2개의 설문 문항 결과를 ‘학원, 과외를 통한 경험’, ‘학원을 통한 경험’, ‘과외를 통한 경험’, ‘경험이 없음’ 4가지의 범주로 나누고자 한다. 반응변수인 MKT 하위 요소별 검사 문항 결과는 0부터 6까지의 연속형 자료[5]로 분류하였다. 결국, 범주형 자료를 갖는 독립변수와 연속형 자료를 갖는 반응변수의 유의성을 찾기 위한 분석

3) Python은 데이터 분석에 주요 활용되는 프로그래밍 언어 중 하나이며 통계학적 목적으로 하는 데이터 분석도 가능하다. Python은 무료로 제공되어 그만큼 사용자가 많지만, 코드를 작성하며 데이터 분석을 실행하기 때문에 Python 언어에 익숙해져야 한다. 하지만 사용자가 많기에 기본적인 데이터 분석을 위한 오픈소스 코드를 쉽게 얻을 수 있으며, 사용자가 직접 코드를 작성하기 때문에 다양하고 많은 양의 데이터를 분석할 수 있다는 장점이 있음.

4) 검사지의 각 검사 문항은 응답자들의 답안을 4개의 범주(0, 1, 2, 3)로 분류하였는데, 문항에서 요구하는 바를 정확하게 이해하고 자세하게 답변한 경우 3, 문항에서 요구하는 바를 정확하게 이해하고 답변하였지만, 자세하게 설명을 하지 못한 경우 2, 문항에서 요구하는 바를 정확하게 이해하지 못하고 답변한 경우 1, 무응답이나 문항에서 요구하는 바를 전혀 이해하지 못한 답변을 할 때 0으로 구분하였음.

5) 각 하위 요소마다 2개의 문항이 포함되어 있으므로 2개 문항의 범주를 합하면 반응변수가 0~6까지 7개의 범주형 자료로 볼 수 있지만, 범주형 자료의 개수가 7개인데 비해 전체 검사지의 개수(24개)가 적다고 판단되어 반응변수의 자료를 0에서 6까지 7개의 범주가 아닌 0에서 6까지의 연속형 자료로 생각하여 분석을 진행하였음.

기법으로 분산분석을 실행하였다. 두 번째, MKT 하위 요소별 검사 문항 결과를 통해 MKT 하위 요소 간 상관관계가 있는지 살펴보고자 하였다. MKT 하위 요소별 검사 문항 결과는 0부터 6까지 연속형 자료로 분류하였다. 이때 독립변수와 반응변수 모두 MKT 하위 요소별 검사 문항 결과이므로 모두 연속형 자료를 가지고 있으므로, 연속형 자료를 갖는 두 개의 변수에 상관관계를 확인하기 위한 분석 기법으로 상관분석을 실행하였다.

<표 4> 통계 분석 종류에 따른 특징

통계 분석	독립변수	반응변수	검정 통계량	목적
교차분석	범주형	범주형	χ^2	두 변수 간의 유의성을 분석하는 기법
분산분석	범주형	연속형	F값	세 집단 이상의 평균 차이가 유의미한가를 검정하는 기법
회귀분석	연속형	연속형	t값, F값	독립변수가 종속변수에 미치는 영향력을 분석하는 기법
상관분석	연속형	연속형	t값	두 개의 변수의 밀접한 관련성을 알아보기 위한 분석 기법

Ⅳ. 연구결과

본 연구는 G 광역시 소재의 C대학교 수학교육과에 재학 중이며 ‘확률과 통계’ 과목을 이수한 예비 수학교사 24명을 대상으로 비대면 검사를 시행하였다. 예비 수학교사들은 ‘교사지식’에 대한 교육을 아직 받지 않아 ‘MKT 검사지’의 설문 문항의 원활한 응답을 위하여 10분 분량의 MKT에 관한 동영상을 제공하였다. ‘MKT 검사지’의 구성은 4개의 설문 문항과 8개의 검사 문항으로 이루어져 있다.

우선, 1절에서는 설문 문항을 통해 예비 수학교사들의 ‘수학을 가르쳐본 경험’, ‘통계를 가르쳐본 경험’, ‘교사지식에 대한 인지도’와 ‘교사지식의 필요성’에 대한 의견을 살펴보고, 또 검사 문항을 통하여 문항별 결과와 MKT 하위 요소별 결과를 살펴보고자 하였으며, 2절에서는 통계프로그램인 Python을 이용하여 설문 결과와 검사 결과에 대한 분산분석과 검사 문항 결과에 대한 MKT 하위 요소 간 상관분석을 하였다.

1. 예비교사의 MKT에 관한 문항 분석[6)]

가. 설문 문항 결과

'MKT 검사지'의 설문 문항 결과를 통해 연구에 참여한 예비 수학교사의 '수학을 가르쳐본 경험'과 '통계를 가르쳐본 경험'을 살펴보았다. '수학을 가르쳐본 경험'을 묻는 문항에 관한 응답 결과는 <표 5>와 같다. 학원을 통해 수학을 가르쳐본 경험이 있는 응답자는 9명, 과외를 통해 수학을 가르쳐본 경험이 있는 응답자는 2명, 학원과 과외를 모두 경험해본 응답자는 9명으로 응답자의 83.3%가 학원 또는 과외에서 수학을 가르쳐본 경험이 있다고 답하였다. 이를 통하여 응답자 대부분이 수학을 가르쳐본 경험이 있음을 알 수 있다. 하지만 '통계를 가르쳐본 경험'을 묻는 문항에 관한 응답 결과를 살펴보면 통계를 가르쳐본 경험이 있다고 답한 응답자는 전체 응답자 24명 중 13명에 불과하며 수학을 가르쳐본 경험이 있는 응답자 중에서 통계를 가르쳐본 경험이 있는 응답자의 비율은 65%로 수학을 가르쳐본 경험이 있는 사람이 모두 통계를 가르쳐본 경험이 있는 것이 아님을 확인할 수 있다. 통계를 가르쳐본 경험에 관한 설문 문항 결과는 <표 6>과 같다.

<표 5> 수학을 가르쳐본 경험을 묻는 문항 결과

과목	학원, 과외	학원	과외	없음	합계
수학	9(37.5%)	9(37.5%)	2(8.3%)	4(16.7%)	24(100%)

<표 6> 통계를 가르쳐본 경험을 묻는 문항 결과

과목	학원, 과외	학원	과외	없음	합계
통계(응답자 전체)	7(29.2%)	1(4.2%)	5(20.8%)	11(45.8%)	24(100%)
통계(수학을 가르쳐본 경험이 있는 응답자)	7(35%)	1(5%)	5(25%)	7(35%)	20(100%)

6) 본 연구에서의 검사지 문항은 총 4개의 설문 문항과 8개의 (정규분포에 관한) 검사 문항으로 구성되어있는데, 본 장에서 가 항은 첫 번째와 두 번째 설문 문항, 나 항은 세 번째와 네 번째 설문 문항, 다 항은 8개의 검사지 문항을 다룬 것임.

설문 문항의 결과를 통하여 예비 수학교사의 '교사지식 인지도' 및 '교사지식의 필요성에 관한 생각'을 살펴보았다. 설문 대상자들은 '교사지식'에 관한 교육을 받은 적이 없으므로 설문 문항의 원활한 답변을 위하여 연구자가 제작한 10분 분량의 MKT에 관한 동영상 강의를 시청하게 하였다. MKT에 관한 동영상 강의에서는 MKT의 용어를 통해 교사지식이 무엇인지를 중점적으로 교육하는 내용으로 구성되었으며, 교사지식이란 교사가 갖춰야 하는 지식으로 MKT 하위 요소의 내용보다 더 세분화하거나 다른 요소도 교사지식이 될 수 있다고 언급하였다. 하지만 교사지식의 인지도에 관한 문항의 응답 결과, 24명의 응답자 중에서 22명은 MKT에 관한 동영상의 내용을 그대로 적거나 동영상 강의에 관한 내용을 자신의 나름대로 이해한 내용을 토대로 MKT 하위 요소를 이용하여 응답하였다. 나머지 2명의 응답자는 MKT에 관한 동영상 강의 내용과 함께 자신이 생각하는 교사지식에 대하여 응답하였으며, 이러한 결과를 통해 예비 수학교사의 '교사지식 인지도'는 대부분 교육받은 내용 안에서 자신이 이해한 만큼 인지하고 있다는 것을 확인할 수 있다.

또한, 예비 수학교사의 '교사지식에 대한 필요성에 관한 생각'을 얻고자 하는 문항의 응답 결과는 <표 7>과 같다. 결과를 살펴보면 예비 수학교사는 75%의 높은

<표 7> 교사지식의 필요성을 묻는 문항 결과

교사지식의 필요성	빈도(백분율)	합계
교사지식은 현직교사가 되기 전에 갖춰야 한다.	18(75%)	24(100%)
교사지식은 현직교사가 된 후에 갖춰도 된다.	6(25%)	

비율로 '교사지식은 현직교사가 되기 전에 갖춰야 한다.'라고 생각하고 있었으며, 75%의 응답자는 '교사지식을 갖추지 않고 교사가 된다면 학생들에게 피해가 간다.', '학생들에게 질 높은 수업을 제공해 주는 데 필요하다.', '현직교사가 되기 위해 사범대학에서 교육을 받기 때문에 교사가 되기 전에 교사지식을 갖추어야 한다.' 등 현직교사는 학생들을 위해서 교사가 되기 전에 반드시 교사지식을 갖춰야 한다는 반응을 보였다. 반대로 25%의 응답자들은 '학생들을 직접 수업해보지 않았다면 교사지식을 갖추는 것은 힘들다.', 교사지식은 경험을 통해서만 기를 수 있는

것으로 생각한다.', '교사가 되기 전에 갖추는 것이 이상적이나 모든 것을 완벽하게 갖추기는 힘들다.' 등 현직교사가 되기 전에 교사지식을 갖추면 좋지만, 교사지식은 교육을 통해 얻는 것이 아닌 경험을 통해 얻는 것이므로 현직교사가 된 후에 교사지식을 갖춰도 된다는 반응을 보였다.

나. 검사 문항 결과

MKT 검사지의 검사 문항 중에서 CCK에 관련된 문항은 1-1번과 3번 문항이다. 1-1번 문항과 3번 문항은 고등학교 교과서에 실린 문항을 재구성하여 고등학교 수준의 난이도로 정규분포 내용과 관련된 문제를 해결하는 문항이다. 1-1번 문항의 결과는 <표 8>과 같이 응답자의 79.2%가 문제를 해결하기 위한 고등학교 수준의 정규분포 개념을 적절하게 사용하여 정확하게 문제를 해결하였으며 8.3%의 응답자는 풀이에서 확률변수 X가 무엇인지 설명하지 않거나 정규분포의 표준화 과정을 정확히 사용하지 않고 문제를 해결하는 등 문제를 해결하기 위한 정규분포의 개념을 일부만 사용하였다. 풀이 과정 중에서 오류를 많이 범하거나 문제를 해결하지 못한 응답자는 단 3명으로 1번 문항의 응답 결과 응답자들의 87.5%가 높은 수준(범주 2, 3)으로 문제를 해결했다는 것을 확인할 수 있다.

<표 8> 검사 문항 1-1번 응답 결과

범주	범주 분류 기준[7]	빈도(백분율)
3	문제를 해결하기 위한 고등학교 수준의 정규분포 개념(확률변수와 확률분포 인지, 정규분포의 표준화)을 적절하게 사용하여 문제를 해결	19(79.2%)
2	고등학교 수준의 정규분포 개념에서 일부만을 이용하여 문제를 해결	2(8.3%)
1	풀이 과정 중에서 오류를 많이 범하였지만, 정답 도출	1(4.2%)
0	무응답 또는 문제를 해결하지 못함	2(8.3%)

7) <표 8>에서의 '범주 분류 기준'에 해당하는 내용은 본 연구자가 작성하여 10년 교직경력이 있는 수학교사 1인의 검토를 받아, 수정 보완하였다. 이하 표에서도 동일함.

CCK에 관련된 또 다른 문항인 3번 문항의 결과는 <표 9>와 같다. 3번 문항은 1-1번 문항과 같이 CCK에 관한 문항이지만 1-1번 문항과 다르게 범주 3에 해당하는 응답자는 29.2%에 불과했다. 또한, 62.5%의 응답자 중 대부분이 풀이 과정에서 이항분포를 따르는 확률변수가 정규분포에 근사하기 위한 조건인 $np \geq 5, nq \geq 5$의 식을 명확하게 사용하지 않은 채로 풀이 과정에서 이항분포를 따르는 확률변수가 정규분포도 따른다는 설명으로 문제를 해결하였다. 하지만 3번 문항도 1-1번 문항과 마찬가지로 풀이 과정 중에서 오류를 많이 범한 범주 1에 해당하는 응답자들은 단 2명에 그쳐 대부분의 응답자인 91.7%가 높은 수준(범주 2, 3)으로 문제를 해결하였다.

<표 9> 검사 문항 3번 응답 결과

범주	범주 분류 기준	빈도(백분율)
3	고등학교 수준의 정규분포 개념(확률변수와 확률분포 인지, 이항분포와 정규분포에 관계, 정규분포의 표준화)을 적절하게 사용하여 정확하게 문제를 해결	7(29.2%)
2	고등학교 수준의 정규분포 개념에서 일부만을 이용하여 문제를 해결	15(62.5%)
1	풀이 과정 중에서 오류를 많이 범하였지만, 정답 도출	2(4.2%)
0	무응답 또는 문제를 해결하지 못함	0(0%)

SCK에 관한 문항인 4번 문항은 학생의 질문에 답하도록 제작된 문항으로 범주 분류 기준을 질문하는 학생의 이해를 돕기 위한 자세한 설명의 정도로 나누었다. 4번 문항의 결과를 살펴보면 <표 10>과 같이 범주 2에 해당하는 41.7% 응답자가 p와 q값에 따라 정규분포의 그래프와 근사하지 않을 수도 있음을 설명하지 않고 'p가 0에 가까워지면 n의 값이 커져도 $np \geq 5$의 조건을 만족시킬 수 없다.'와 같이 p와 q의 값만을 예로 들어 설명하였으며, 응답자 중에서 단 1명의 응답자만 'p와 q가 0에 가까워지면 n의 값이 커져도 조건을 만족할 수 없으며, p가 $\frac{1}{2}$에 가까워질수록 정규분포의 그래프에 근사한다.'와 같이 범주 3에 해당하는 자세한 답변을 하

였다. 또한, 범주 1에 해당하는 41.7%의 응답자들은 학생의 이해를 돕기 위한 자세한 설명을 하지 않고 'n뿐만이 아니라 p,q의 값도 조건에 영향을 미친다.'와 같은 간단한 답변을 하였다. 이는 문항의 의도를 정확히 파악하지 못했거나, 학생의 수준을 잘못 파악했거나, 학생의 수준을 고려하지 않은 설명이라고 볼 수 있다. 마지막으로 범주 0에 해당하는 예비 수학교사들은 'n의 값이 커지면 조건을 만족한다.'라고 답하여 이항분포를 따르는 확률분포가 정규분포에 근사하는 조건에 대해서 정확하게 이해하지 못하고 있는 모습을 확인할 수 있었다.

<표 10> 검사 문항 4번 응답 결과

범주	범주 분류 기준	빈도(백분율)
3	n뿐만이 아니라 p와 q의 값에 따라 조건이 성립되지 않을 수 있다는 것을 p와 q의 값을 예로 들어 정규분포의 그래프와 비교하며 설명	1(4.2%)
2	조건이 성립되지 않을 때 예를 들어가며 설명	10(41.7%)
1	n뿐만이 아니라 p와 q의 값에 따라 조건이 성립되지 않을 수 있다는 것만 설명	10(41.7%)
0	무응답 혹은 질문의 의도와 관련이 없는 답변	3(12.5%)

SCK에 관련된 또 다른 문항인 5-1번 문항은 주어진 학생의 풀이 과정에서 오류가 있는 부분을 수정하는 문항이다. 오류가 있는 부분은 총 2개로 '정규분포를 따르는 확률변수 X를 표준화하는 과정'과 '표준정규분포표를 해석하는 방법'에 관한 내용이다. 5-1번 문항의 결과는 <표 11>과 같이 범주 1에 해당하는 20.8%의 응답자 모두가 '정규분포를 따르는 확률변수 X를 표준화하는 과정'만을 찾아냈다. 응답자는 '확률과 통계' 수업을 이수하였기 때문에 '정규분포의 표준화'나 '표준정규분포표의 해석'에 관한 내용을 인지하고 있다고 가정하면 범주 1에 해당하는 20.8%의 응답자는 학생이 문제를 푸는 과정에서 사용하는 정규분포의 개념에 대해서 미처 확인하지 못했거나, 학생들이 자주 범하는 오류가 '정규분포의 표준화'라는 생각으로 문항에 접근하여 모든 오류를 수정하지 못했다고 볼 수 있다.

<표 11> 검사 문항 5-1번 응답 결과

범주	범주 분류 기준	빈도(백분율)
3	틀린 내용 2가지를 정확하게 설명하고 풀이까지 올바르게 수정	13(54.2%)
2	틀린 내용 2가지를 정확하게 찾아냈지만, 풀이를 올바르게 수정하지 않음	6(25%)
1	틀린 내용 2가지 중에서 1가지만 찾아내 풀이를 수정	5(20.8%)
0	무응답 또는 틀린 내용 2가지를 모두 찾아내지 못한 경우	0(0%)

KCS 관련 문항인 5-2번 문항은 5-1번 문항에서 학생의 풀이 과정 중 틀린 내용을 확인하고 '틀린 내용이 표준정규분포 내용과 관련하여 어떤 지식이 부족한지'에 대하여 답변하는 문항이다. 5-1번의 답변과 관련이 있는 만큼 검사 결과 또한, <표 12>와 같이 5-1번의 결과와 비슷한 결과를 확인할 수 있다. 하지만 범주 1에 해당하는 결과는 5-1번의 결과와 약간의 차이를 보이는 것을 확인할 수 있는데 이는 5-1번 문항에서는 틀린 내용을 모두 찾았지만 5-2번 문항의 답변으로 '정규분포의 표준화'만을 설명한 예비 수학교사가 있어 비율의 차이가 발생하였다.

<표 12> 검사 문항 5-2번 응답 결과

범주	범주 분류 기준	빈도(백분율)
3	'정규분포의 표준화'와 '표준정규분포표 해석'이라는 수학적 용어를 정확하게 사용하며 자세하게 설명한 경우	12(50.0%)
2	두 가지의 틀린 내용을 설명하였지만 정확한 용어를 사용하지 못한 경우	4(16.7%)
1	틀린 내용 2가지 중에서 1가지만 설명한 경우	8(33.3%)
0	무응답 또는 표준정규분포의 내용과 관련이 없는 내용을 설명한 경우	0(0%)

KCS에 관한 또 다른 문항인 1-2번 문항은 정규분포 그래프에 관한 학생들의 질문에 의도를 파악하여 설명하도록 하는 문항이다. 두 학생은 문항에 주어진 정규분

포의 그래프에 자료의 변수들의 값을 직접 비교함으로써 발생하는 오류에 관한 질문을 하고 있다. 1-2번 문항의 결과는 <표 13>과 같이 낮은 범주(0, 1)의 응답 비율이 높다는 것을 확인할 수 있다. 범주 0에 해당하는 응답자는 학생A의 질문에 대하여 '정규분포의 그래프는 지수함수의 그래프이므로 점근선을 갖기에 x축과 맞닿지 않는다'라는 답변과 학생B의 질문에 대하여 '정규분포의 그래프는 평균 m일 때, 항상 최댓값을 갖는다.' 등의 답변을 하였다. 이러한 응답은 예비 수학교사가 문항에서 제시하는 학생들의 질문 의도를 제대로 파악하지 못했다고 볼 수 있다. 학생들의 질문에 의도를 정확하게 파악하여 답변한 응답자는 33.3%의 비율을 차지하고 있으며 학생A의 질문에 대한 답변으로 정규분포와 실제 자료의 근사함을 의미하는 내용을 포함하고 있으며, 학생B의 질문에 대한 답변으로 '이산확률변수가 정규분포로 근사하는 경우에는 변수가 최댓값, 최솟값을 갖는다'라는 내용을 포함하며 자세하게 설명하였다.

<표 13> 검사 문항 1-2번 응답 결과

범주	범주 분류 기준	빈도(백분율)
3	학생A를 위한 답변: 제시된 그래프는 실제 자료의 변수에 대한 그래프와 다른 근사한 그래프라는 것을 언급하고 정규분포 그래프는 x축과 맞닿지 않음을 자세하게 설명 학생B를 위한 답변: 이산확률변수가 정규분포로 근사하는 경우는 실제 자료에서의 변수가 최댓값, 최솟값을 갖는다는 것을 자세하게 설명	8(33.3%)
2	학생A와 학생B의 질문에 대한 답변 중 1개의 답변만 응답 수준 3에 부합하게 설명하고 나머지 1개의 답변은 응답 수준 3에 부합하지 않게 설명	1(4.2%)
1	학생A와 학생B의 질문에 대한 답변이 문항의 의도와 맞지만, 자세하게 설명하지 않은 경우	3(12.5%)
0	무응답 혹은 질문의 의도와 다른 설명	12(50%)

KCT에 관한 문항은 2번 문항과 6번 문항이다. 먼저 2번 문항은 수업 상황을 제시하여 원활한 수업 진행을 위해서 해당 수업에 관한 '교수·학습 방법 및 유의사항'을 이용하여 답변하도록 했다. 2번 문항의 결과는 <표 14>와 같으며, '수Ⅱ를 이

수한 학생들에게는 연속확률변수와 관련된 내용을 적분을 이용하여 설명할 수 있다.'라는 내용을 모든 응답자가 언급하였다.

<표 14> 검사 문항 2번 응답 결과

범주	범주 분류 기준	빈도(백분율)
3	수학과 교육과정에서 제시한 유의사항을 수업 상황에 적용하여 자세하게 설명	17(70.8%)
2	수학과 교육과정에서 제시한 유의사항만을 자세하게 언급	7(29.2%)
1	수학과 교육과정에서 제시한 유의사항을 정확하게 설명하지 못한 경우	0(0%)
0	무응답 혹은 질문의 의도와 다른 설명	0(0%)

6번 문항은 올바른 수학적 표현에 대한 지식을 확인하기 위한 문항이며 응답 결과는 <표 15>와 같다. 응답자의 79.2%는 모두 '㉠의 99%에 대한 신뢰구간'과 '㉣의 표본표준편차'는 정확하게 고쳤지만 '㉡의 표본평균'에 대해서 답하지 못하였다. 제시된 ㉡은 '표본의 평균'으로 사용할 수 있는 표현이지만 '표본평균'이라는 정확한 수학적 표현이 있으므로 바르게 고쳐줘야 한다. 범주 1에 해당하는 20.8%의 응답자 중에서는 제시된 ㉣의 '표준편차 s'를 '표본의 표준편차 s'로 답변한 예비 수학교사도 있었다.

<표 15> 검사 문항 6번 응답 결과

범주	범주 분류 기준	빈도(백분율)
3	㉠, ㉡, ㉣ 3가지 모두 고르고 정확하게 고친 경우	0(0%)
2	3가지 중 2가지만 고르고 정확하게 고친 경우	19(79.2%)
1	3가지 중 1가지만 고르고 정확하게 고친 경우	5(20.8%)
0	무응답 또는 답이 모두 틀린 경우	0(0%)

2. 예비교사의 MKT 하위 요소 비교를 위한 통계 분석

본 연구에서 예비 수학교사의 MKT를 하위 요소별로 분석하기 위해서는 'MKT 검사지'의 검사 문항을 MKT 하위 요소별로 정리하여 살펴볼 필요가 있다. 'MKT 검사지'의 검사 문항 결과를 MKT 하위 요소 별 정리한 것은 <표 16>과 같다.

하위 요소별 평균을 살펴보면 CCK의 평균은 2.4, KCT의 평균은 2.25, SCK의 평균은 1.85, KCS의 평균은 1.69이다. 이를 통해 CCK에 관한 문항의 평균이 다른 하위 요소에 비해 높다는 것을 확인할 수 있으며, 이는 예비 수학교사들이 MKT 하위 요소 중에서 수학 교과 지식에 해당하는 CCK에 관한 지식이 비교적 충만하다고 볼 수 있다. 반면에 상대적으로 SCK와 KCS의 평균은 낮은 것을 확인할 수 있다. 이는 가르치는 지식에 해당하는 SCK와 학생에 대한 지식에 해당하는 KCS가 예비 수학교사에게 부족한 지식이라고 볼 수 있다.

<표 16> MKT 하위 요소별 결과

MKT 하위 요소	CCK		SCK		KCS		KCT	
점수	1-1	3	4	5-1	1-2	5-2	2	6
0	2 (8.3%)	0 (0%)	3 (12.5%)	0 (0%)	12 (50%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
1	1 (4.2%)	2 (8.3%)	10 (41.7%)	5 (20.8%)	3 (12.5%)	8 (33.3%)	0 (0%)	5 (20.8%)
2	2 (8.3%)	15 (62.5%)	10 (41.7%)	6 (25%)	1 (4.2%)	4 (16.7%)	7 (29.2%)	19 (79.2%)
3	19 (79.2%)	7 (29.2%)	1 (4.2%)	13 (54.2%)	8 (33.3%)	12 (50%)	17 (70.8%)	0 (0%)
문항별 평균	2.58	2.21	1.38	2.33	1.21	2.17	2.71	1.79
문항별 표준편차	0.93	0.59	0.77	0.82	1.38	0.92	0.46	0.41
하위 요소별 평균	2.40		1.85		1.69		2.25	
하위 요소별 표준편차	0.79		0.92		1.26		0.64	

가. 통계 교수 경험과 검사 문항 결과의 유의성

앞서 살펴본 결과를 토대로 수학과 통계를 가르쳐본 경험을 묻는 문항의 결과와 검사 문항 결과의 유의성을 살펴보기 위하여 분산분석을 시행하였다. 분산분석의 결과는 <표 17>과 같으며, 통계를 가르쳐본 경험과 검사 문항의 총점 간 분산분석을 시행한 결과 p-값이 유의수준 0.05와 가장 근사한 값을 갖지만 0.07562로 유의수준 0.05 이상이므로 유의하다고 볼 수 없다. 또한, 다른 결과도 p-값이 유의수준 0.05 이상으로 수학과 통계를 가르쳐본 경험과 예비 수학교사의 MKT는 유의한 결과를 가지지 않는다는 것을 알 수 있다.

<표 17> 수학과 통계를 가르쳐본 경험과 검사 문항 결과의 분산분석

과목			수학	통계
MKT 하위 요소	CCK 총점	F값	0.252525	0.413742
		p-값	0.858596	0.744963
	SCK 총점	F값	0.304965	0.843702
		p-값	0.821466	0.486035
	KCS 총점	F값	0.97171	1.284149
		p-값	0.425614	0.307012
	KCT 총점	F값	1.414141	0.550345
		p-값	0.268002	0.655612
MKT 총점		F값	1.176587	2.665051
		p-값	0.3436	0.075621

나. MKT 하위 요소 간 상관관계

검사 문항의 결과에서 MKT 하위 요소 간 유의성이 있는지 살펴보고자 상관분석을 시행하였다. 상관분석 결과는 <표 18>과 같이 0.01의 유의수준에서 SCK에 관한 문항의 총점과 KCS에 관한 문항의 총점 간 p-값이 0.01 이하의 값을 가지고 있어 SCK와 KCS 간 유의한 상관관계가 있다고 할 수 있다. 이는 SCK와 KCS에 해당하

는 문항이 대부분 수업 상황을 통한 학생들의 오류를 설명하거나 문항에서 제시하는 학생들의 질문에 대하여 답변해주는 등 전반적으로 문항에 관한 올바른 답변이 학생이 이해하도록 수학적 지식을 설명해야 한다는 공통점을 가지고 있다. 반대로 CCK와 KCT의 결과를 살펴보면 CCK, KCT 총점과 다른 MKT 하위 요소 간 p-값이 유의수준 이상이므로 CCK와 KCT는 다른 MKT 하위 요소 간 유의성을 가지지 않는 것을 알 수 있다.

<표 18> 검사 문항 결과의 MKT 하위 요소 간 상관분석

MKT 결과		합계	CCK 총점	SCK 총점	KCS 총점	KCT 총점
합계	t값	1.000000	0.477868	0.766998	0.791725	0.527895
	p-값	-	0.018	0.000	0.000	0.008
CCK 총점	t값	0.477868	1.000000	0.087545	0.051622	0.225117
	p-값	0.018	-	0.684	0.811	0.290
SCK 총점	t값	0.766998	0.087545	1.000000	0.525396	0.370587
	p-값	0.000	0.684	-	0.008	0.074
KCS 총점	t값	0.791725	0.051622	0.525396	1.000000	0.197407
	p-값	0.000	0.811	0.008	-	0.355
KCT 총점	t값	0.527895	0.225117	0.370587	0.197407	1.000000
	p-값	0.008	0.290	0.074	0.355	-

Ⅴ. 결론 및 제언

1. 결론

본 연구는 예비 수학교사의 정규분포에 관한 MKT를 확인하고 MKT 하위 요소 간 차이를 비교 분석하는 데 중점을 두었다. 더 나아가 MKT 하위 요소 간 차이가 발생하는 요인을 살펴보고 이를 통해 MKT 하위 요소 간 차이를 해소하는 방안을 모색해 보고자 하였다. 이러한 연구결과로부터 도출된 결론은 다음과 같다.

첫 번째로, MKT 검사지의 결과를 확인하여 정규분포에 관한 예비 수학교사의 MKT의 수준을 확인하였다. MKT 검사지에 응답한 예비 수학교사의 평균 범주는 MKT 검사지에 포함된 검사 문항에 최대 범주의 합인 24점 중 16.37점이며, 이는 한 문항당 평균 범주가 2.04점이다. MKT 검사지의 검사 문항을 문항별로 살펴보았을 때, CCK에 관한 1-1번 문항과 KCT에 관한 2번 문항의 평균 범주는 각각 2.58점과 2.71점으로 높은 수준이라고 볼 수 있는 반면에, SCK에 관한 1-2번 문항과 KCS에 관한 4번 문항의 평균 범주는 각각 1.21점과 1.38점에 불과했다. 이러한 결과를 통해 예비 수학교사의 MKT의 요소가 고루 갖춰졌다고 볼 수는 없다. 즉, 예비교사를 대상으로 MKT를 측정한 선행연구(윤현경, 권오남, 2011; 전미현, 김구연, 2015)에서도 유사하게 나타났듯이, 예비 수학교사의 MKT는 CCK를 제외한 하위 요소가 대체로 낮은 수준임을 보여주고 있다. 한편, 교사지식의 필요성에 관한 설문 문항 결과, 응답한 예비 수학교사의 75%가 '현재 예비 수학교사는 교사지식이 필요하며 현직교사가 되기 전에 갖춰야 한다.'라는 등의 응답을 보여줌으로써 예비 수학교사는 대체로 교사지식을 갖출 필요성을 인식하고 있는 것으로 나타났다. 하지만 나머지 25%의 응답자는 '교사지식 특히, MKT 하위 요소 중 SCK나 KCS와 같은 지식은 개인적으로 얻을 수 있는 것이 아닌 경험을 통해서 얻을 수 있는 것이다.'라는 등의 응답을 하여 예비 수학교사에게 MKT와 같은 교사지식은 필요는 하지만 개인적으로 갖추기 어려운 지식임을 알 수 있었다.

결국, 예비 수학교사의 MKT 수준은 높지 않고 예비 수학교사 또한 MKT에 대한 필요성을 느끼고는 있지만 이러한 교사지식을 개인적인 학습을 통해 얻기 쉽지 않았다. 그런데 MKT 검사지에서 교사지식의 인지도에 관한 설문 문항의 결과를 살펴보면 대부분의 예비 수학교사는 사전에 제공된 MKT 강의 동영상 내용과 거의 흡사한 응답을 보였다. 이는 예비 수학교사의 교사지식 즉, MKT 및 이의 하위 요소에 관한 개념과 인지도는 MKT에 관한 동영상, 강의 등의 다양한 매체를 통해 높아질 것으로 판단된다. 예비 수학교사의 MKT 수준을 높이기 위해서는 교사지식에 관한 교육이 기초가 되며, 이는 교사지식의 내용과 중요성에 대한 교육의 강화가 필요하다고 시사한다.

두 번째로, 예비 수학교사의 MKT를 하위 요소별로 비교 분석하여 차이가 발생하는지 확인하였다. MKT 검사지 결과를 MKT 하위 요소별로 살펴보면 CCK에 관

한 문항의 평균 범주는 2.4점, SCK에 관한 문항의 평균 범주는 1.85점, KCS에 관한 문항의 평균 범주는 1.69점, 그리고 KCT에 관한 문항의 평균 범주는 2.25점으로 나타났다. 즉, MKT 하위 요소 중 CCK 관련 문항의 평균 범주가 가장 높고, SCK와 KCS에 관한 문항의 평균 범주는 다른 MKT 하위 요소 결과에 비해 낮게 나타났다. 이를 통해 MKT 하위 요소 간 평균 범주의 편차가 발생하는 것을 알 수 있다. 한혜숙(2016)의 연구에서 예비 수학교사가 CCK의 수준은 높지만 다른 MKT 하위 요소의 수준은 낮은 것으로 나타났듯이, 본 연구에서도 예비 수학교사의 CCK와 KCT에 비해 다른 하위 요소 수준이 낮게 나타남으로써 MKT의 하위 요소 간에 차이가 발생했음을 알 수 있다.

더 나아가 MKT 하위 요소별 상관관계 분석 결과, SCK와 KCS는 서로 유의한 상관관계가 있다는 것을 확인할 수 있었지만, 그 외 MKT 하위 요소 간 유의한 관계는 찾아볼 수 없었다. 이는 예비 수학교사의 CCK와 KCT가 다른 MKT 하위 요소와 관련이 없다고 볼 수 있다. 하지만, 교과 지식(CCK)을 정확히 알아야지만 교과 지식의 특정한 내용을 가르칠(SCK) 수 있으며, 학생들의 수준을 파악(KCS)하고 있어야 교과 지식(CCK)을 올바르게 전달(SCK)할 수 있다. 즉, MKT 하위 요소는 서로 긴밀한 관계가 있는 것을 뜻하지만, 상관분석 결과 일부 하위 요소만 유의한 상관관계를 가지고 있다는 것은 MKT 하위 요소의 지식을 고루 갖추지 못한 것으로 판단된다.

결국, 예비 수학교사는 사범대학에서 전공 강의와 교원 임용시험을 준비하는 과정을 통해 대학 수준의 CCK를 갖추고 수업을 계획할 수 있는 지식(KCT)을 어느 정도 갖췄다고 볼 수 있지만, CCK와 KCT에 관련된 지식을 학생들의 수준에서 전달(KCS)하거나 올바르게 가르칠(SCK) 수 없다면 예비 수학교사가 충분한 MKT를 갖추었다고 보기 힘들다. 이러한 결과를 통해 예비 수학교사를 위한 MKT 교육을 실행할 때, 예비 수학교사의 부족한 MKT의 하위 요소가 무엇인지 파악하고 MKT의 다양한 요소를 길러줄 수 있는 교육과 프로그램이 필요할 것으로 여겨진다.

세 번째로, 본 연구에서 정규분포에 관한 예비 수학교사의 MKT를 살펴본 결과 MKT 하위 요소 간 차이가 발생하는 것을 확인하였는데 이러한 차이가 발생하는 것에 대한 요인을 파악할 수 있어야만 예비 수학교사에게 MKT의 다양한 요소를 길러줄 수 있는 교육을 제공할 수 있다고 본다. 본 연구에서는 ‘교사지식의 필요

성'에 관한 설문 문항 결과에서 대다수의 예비 수학교사는 MKT는 교직 경험을 통해 쌓을 수 있다고 응답하였으며, 이 중 한 명은 'MKT 하위 요소 중 SCK와 KCS는 교직 경험을 통해 쌓을 수 있다.'라는 구체적인 응답을 하였다. 또 예비교사와 현직교사의 교사지식을 비교하는 선행연구(김영옥, 2015; 조누리, 백석윤, 2013)에서 초임 수학교사들은 대부분 여러 지식 및 능력 측면에서 부족함을 느끼는 경험을 하였고, 그 원인으로 수업 경험을 이야기하였으며 이는 예비 수학교사에게도 적용된다고 보았다. 이를 통해 예비 수학교사의 MKT 하위 요소 간 차이는 교사의 교직경력에 따라 발생하는 것으로 볼 수 있으며, 교직경력이 부족하다는 것은 수업에 대한 계획과 더불어 자신의 교육적 소신이 수업 실제와 괴리되는 것과 같은 만족스러운 수업을 실행할 수 없다(김민환, 2016). 따라서 교직경력과 교수 경력과도 연계성이 있으므로, 교직경력과 더불어 교수 경력 또한 MKT 하위 요소 간 차이 발생 요인으로 볼 수 있다고 판단된다.

본 연구에서는 교직경력에 의한 교수 경력 즉, 학교에서 쌓는 교수 경력이 아닌 학원이나 과외를 통한 교수 경력의 결과를 확인할 수 있었다. MKT 검사지에 포함된 '예비 수학교사가 수학을 가르쳐본 경험'을 묻는 설문 문항 결과를 살펴보면 수학을 가르쳐본 경험이 있는 예비 수학교사가 경험이 있는 83.3%의 비율을 차지했다. 하지만 수학을 가르쳐본 경험을 묻는 설문 문항 결과와 MKT 검사 문항 결과 간 유의성을 알아보기 위한 분산분석 결과, 그 유의성을 찾지 못했다. 이를 통해 학원 또는 과외를 통한 다수의 교수 경험이 MKT 하위 요소 간 차이를 줄이는 효율적인 방안이라고 판단하기는 어렵다고 할 수 있다. 예비 수학교사가 학원이나 과외가 아닌 교수를 경험할 수 있는 또 하나의 방법으로 학교현장실습이 있지만, 짧은 학교현장실습 기간에 다수의 학교 수업을 경험한다는 것은 쉽지 않다. 김영옥(2015)의 연구에서도 예비 수학교사의 유일한 학교 수업 경험은 그 기회가 많지 않음을 언급하였으며, 초임 수학교사와 비교하여 학교 수업 경험이 교사에게 부족한 지식과 능력이 어떠한 것인지 파악하게 해주는 것으로 보고 있다. 즉, 예비 수학교사의 MKT 하위 요소 간 차이를 줄이는 방안으로 학교현장실습의 기회나 기간을 더 늘리는 방안을 모색해 보거나, 학교에서 추진하는 교육 봉사 또는 방과 후 수업과 같은 학교 수업에 관한 대체경험이 필요한 것으로 판단된다.

2. 제언

본 연구가 지니는 몇몇 제한점을 보완하여 향후 후속 연구가 원활히 수행되기를 기대하며, 다음과 같은 제언을 제시하고자 한다.

우선, 본 연구에서 검사 대상자는 G광역시 소재의 C대학교 수학교육과에 재학 중인 예비 수학교사 24명을 대상으로 하였으므로, 분석 결과를 일반화하기에 자료가 부족하다. 특히 통계 분석을 실행하기 위해서는 범주마다 20개 이상의 자료가 있어야 신뢰도가 높아지므로 향후 후속 연구에서는 연구 분석 결과의 신뢰도를 높이고 결과를 일반화할 수 있도록 대규모의 설문이 이뤄질 필요가 있다.

둘째, 본 연구는 응답자의 부담감을 고려하여 MKT 검사지의 문항을 8개로 제한하였기 때문에 MKT 하위 요소의 다양한 부분에 관하여 확인하지 못하였다. 예를 들면 MKT의 하위 요소인 KCT는 본래 수업 설계에 대한 지식을 기반으로 ‘지난 수업과 연계되어 본시 수업 시간을 잘 나타낼 수 있는 예제를 택하는 지식’, ‘수업 내용에 대하여 흥미를 갖게 하고 이해를 돕기 위한 교구 선택에 대한 지식’, ‘수업 내용을 잘 전달할 수 있는 용어 선택에 대한 지식’ 등 다양한 부분에 관하여 확인 가능한 것인데, 본 연구에서는 ‘수업 상황에서의 유의사항에 대한 지식’, ‘올바른 수학적 표현에 대한 지식’ 2가지 부분에 관해서만 확인할 수밖에 없었기 때문에 결과에 대한 신뢰도가 떨어질 수 있다. 따라서 MKT 하위 요소에 대한 다양한 문항이 개발되어 후속 연구가 수행되길 기대한다.

셋째, 검사지 문항 결과를 통해 본 연구에서 바라본 예비 수학교사 간 MKT의 차이 발생 요인은 교수 경험으로만 나타났는데, 예비 수학교사의 교사지식의 차이가 발생하는 요인은 교수 경력뿐만 아니라 교수 양식, 주변 환경, 교사의 태도 등 다양한 측면에서 고려하거나 확인해 볼 수 있을 것이다. 이에 본 연구를 바탕으로 수학교사의 교사지식의 차이가 발생하는 요인을 다양하게 확인하고 수학교사 간 교사지식의 차이를 좁히는 해결방안을 좀 더 심도 있게 논의되기를 기대한다.

넷째, 본 연구의 네 번째 결론에 따르면 연구에 참여한 예비 수학교사가 대부분 학원에서의 교수 경험이 있었지만, 학원에서의 교수 경험과 교사지식의 유의성을 찾지 못하였다. 학원에서의 교수 경험과 학교에서의 교수 경험 모두 특정 내용을 학생들에게 전달하는 행동이지만, 구체적으로 살펴보면 학생들의 수업 태도, 학생

들의 수준 편차, 수업의 난이도 등 두 가지 교수 경험 간 차이를 확인할 수 있다. 이에 학원에서의 교수 경험과 학교에서의 교수 경험의 차이점을 확인하고, 실제로 학원에서의 교수 경험이 교사지식에 영향을 미치지 못하는지에 관한 후속 연구가 수행되길 기대한다.

끝으로, 본 연구는 교사가 갖춰야 하는 교사지식의 중요성을 확인하고 예비 수학교사가 교사지식에 대하여 어떠한 생각을 가지는지 확인하였는데, 예비 수학교사의 75%라는 높은 비율이 MKT 필요성에 대해서 긍정적인 반응을 보여 MKT를 현직교사가 되기 이전에 갖춰야 한다는 생각도 엿볼 수 있었다. 또한, 연구결과를 통해 예비 수학교사의 MKT 수준이 대체로 낮다는 것을 확인할 수 있었으며 이를 통해 예비 수학교사에게 MKT 즉, 교사지식에 관한 교육이 필요하다는 시사점을 남길 수 있다. 아울러 MKT 하위 요소 간 비교 분석의 결과를 통하여 예비 수학교사에게 필요한 프로그램이 무엇인지에 대한 방향성을 설정하는데 기초 자료로 사용되고, 예비 수학교사를 위한 교육 프로그램을 개설하기 위한 연구 자료로 기여될 수 있기를 기대한다.

참 고 문 헌

고승곤, 양완연. 『일반통계학』. 서울: 교우사, 2000.

교육부. 『2015 수학과 교육과정』. 교육부 고시 제 2015-74호 [별책 8], 2015.

권대훈. 『사회과학 연구를 위한 통계학』. 서울: 학지사, 2018.

권성룡. “MKT 적용과제에 나타난 초등예비교사의 반응 고찰”. 『학교수학』, 14, vol.2 (2012), pp.255-274.

권오남 등. 『확률과 통계』. 서울: 교학사, 2019.

김부미, 김윤민. “한국과 일본의 수학과 교육과정 비교: 통계영역을 중심으로.” 『학습자중심교과교육연구』, 19, vol.3 (2019), pp.495-523.

김해규. “수와 연산 영역에 대한 초등 예비 교사들의 수학을 가르치는데 필요한 지식 (MKT).” 『수학교육논문집』, 26, vol,1 (2012), pp.71-84.

김지선. “Shulman-Fischbein 개념틀을 활용한 교사의 지식 해석: 미국 예비교사들의 사례.” 『한국학교수학회논문집』, 21, vol.2 (2018), pp.113-139.

김민환. “수업에 관한 저경력 교사들의 인식과 실행 과정상의 주요 문제 분석.” 『학습자중심교과교육연구』, 16, vol.3 (2016), pp.335-358.

김석우 등. “예비교사의 실천적 지식 증진을 위한 수업 모형 개발.” 『교사교육연구』, 51, vol.3 (2012), pp.455-470.

김영옥. “현직수학교사와 예비수학교사들의 좋은 수학 수업을 위한 지식 및 능력에 관한 인식조사.” *East Asian mathematical journal*, 31 vol.4 (2015), pp.527-546.

김원경 등. 『확률과 통계』. 서울: 비상교육, 2019.

문진수, 김구연. “중등 수학교사의 함수에 대한 지식(MKT) 측정 및 분석.” 『학교수학』, 17, vol.3 (2015), pp.469-492.

박교식 등. 『확률과 통계』. 서울: 동아출판, 2019.

송근영, 방정숙. “수학과 교사지식에 관한 국내 연구의 동향 분석.” 『한국학교수학회논문집』, 16, vol.1 (2013), pp.265-287.

신보미. “정규분포에 대한 교수학적 변환 방식과 학생들의 이해 분석.” 『수학교육학연구』, 22, vol.2 (2012), pp.117-136.

안선영, 방정숙. “평면도형의 넓이에 대한 교사의 교수학적 내용 지식과 수업 실제 분석.” 『수학교육학연구』, 16, vol.1 (2006), pp.25-41.

윤현경, 권오남. “예비교사와 현직교사의 벡터 개념에 대한 이해.” 『학교수학』, 13, vol.4 (2011), pp.615-632.

이순아. “한국과 미국의 예비교사들의 교육과 교직에 대한 견해 차이 들여다보기: 문화교류 프로젝트의 온라인 대화분석을 중심으로.” 『교육인류학연구』, 18, vol.2 (2015), pp.57-92.

이제안, 이종학, 김원경. “기하학적 확률을 가르치기 위한 수학 교사의 지식(MKT) 분석.” 『교원교육』, 32, vol.1 (2016), pp.187-220.

이지연, 강주희. “교육적 경험의 형상화와 예비교사의 자기이해에 관한 연구: 예비 미술교사의 프로젝트 수업에 기반하여.” 『미술교육논총』, 28, vol.2 (2014), pp.129-150.

장세경. 『사범대생을 위한 확률과 통계』. 서울: 경문사, 2010.

전미현, 김구연. “예비교사들의 수학교수지식(MKT) 측정 및 분석 연구.” 『수학교육학연구』, 25, vol.4 (2015), pp.691-715.

조누리, 백석윤. “수학적 발문에 대한 초등학교 예비교사와 현직교사의 PCK 비교.” 『한국초등수학교육학회지』, 17, vol.1 (2013), pp.39-65.

최승현, 황혜정. “수학과 내용 교수 지식(PCK)의 의미 및 분석틀 개발에 관한 연구.” 『한국학교수학회논문집』, 11, vol.4 (2008), pp.569-593.

최민정, 이종학, 김원경. “통계적 추정을 가르치기 위한 수학적 지식(MKT)의 분석.” 『수학교육』, 55, vol.3 (2016), pp.317-334.

한혜숙. “예비수학교사의 MKT에 관한 연구.” 『수학교육논문집』, 30, vol.1 (2016), pp.101-120.

홍찬식. 『통계학』. 서울: 서울경제경영출판사, 2012.

Ball, D. L.. “Knowledge and reasoning in mathematical pedagogy: Examining what prospective teachers bring to teacher education”. Unpublished doctoral dissertation, Michigan State University, Lansing, 1988.

Ball, D. L., & Hill, H. C.. “Mathematical knowledge for teaching (MKT) measures.” Mathematics released items 2008. Retrieved from http://www.umich.edu/~lmtweb/files/lmt_sample_items.pdf, 2008.

Ball, D. L., Thames, M. H., & Phelps, G.. “Content knowledge for teaching: What makes it special?” *Journal of Teacher Education*, 59, vol.5 (2008), pp.389-407.

Barlow et al. “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, vol.1 (2017), pp.17-34.

Baumert, J. et. al. “Teachers’ mathematical knowledge, cognitive activation in the classroom, and student progress.” *American Educational Research Journal*, 47, vol.1 (2010), pp.133-180.

Fauskanger, J. et al. “Analysis of psychometric properties as part of an iterative adaptation process of MKT items for use in other countries.” *ZDM Mathematics Education*, 44, vol.3 (2012), pp.387-399.

Gal, I. Statistical literacy : Meanings, components, responsibilities. In Ben-Zvi, D. & Garfield, J.(Eds.) *The challenge of developing statistical literacy, reasoning and thinking*. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publisher, 2004.
이경화 외 공역. 『통계적 사고의 의미와 교육』. 서울: 경문사, 55-94, 2010.

Hatisaru, V., Erbas, A. K. “Mathematical knowledge for teaching the function concept and student learning outcomes.” *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15, vol.4 (2017), pp.703-722.

Hill, H. C., Rowan, B. & Ball, D. L. “Effects of teachers’ mathematical knowledge for teaching on student achievement.” *American Educational Research Journal*, 42, vol.2 (2005), pp.371-406.

Hogg, R. V., Tanis, E. A. & Zimmerman. *Probability statistical inference*. California: Prentice Hall, 2005.
백장선, 손영숙 공역. 『수리통계학』. 경기도: 자유아카데미, 2015.

Ng, D., Mosvold, R. & Fauskanger, J. “Mathematical knowledge for teaching: The cases of Indonesia and Norway.” *The Mathematics Enthusiasts*, 9, 1/2(2012), pp.149–178.

Ribeiro, C.M., Carrillo, J. “Discussing a teacher MKT and its role on teacher practice when exploring data analysis.” *Proceedings of PME Conference*, 35, vol.4 (2011), pp.41-48.

Rowland, T., Huckstep, P. & Thwaites, A. “Elementary teachers’ mathematics subject knowledge: The knowledge quartet and the case of Naomi.” *Journal of Mathematics Teacher Education*, 8, vol.3 (2005), pp.225-281.

Schoen et al. “Developing an assessment instrument to measure early elementary teachers' mathematical knowledge for teaching.” *The Elementary School Journal*, 118, vol.1 (2017), pp.55-81.

Shulman, L. “Those who understand: knowledge growth in teaching.” *Educational Researcher,* 15, vol.2 (1986), pp.4-14.

<부록1> MKT 검사지

-설문 문항-

S-1. 지금까지 수학(수학적 지식)을 가르쳐본 경험이 있나요? 있다면 어느 경로를 통해 경험해 보셨습니까? (학원 강의, 과외, 야학 등)

S-1-1. 1번 문항에서 수학을 가르쳐본 경험이 있다고 답한 경우, 통계 영역을 가르쳐본 경험이 있나요? 있다면 몇 학년을 대상으로 했나요?

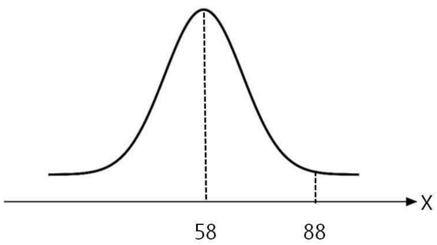
S-2. 중등 수학 교사가 수학 수업을 진행하는 데 필요한 '교사 지식'은 무엇이라고 생각하십니까? 아는 대로 적어주십시오.

* 다음 두 물음(3-1 **또는** 3-2) 중, 해당하는 것 하나만 답하시오.
S-3-1. (위의 2번 문항에서 언급된) '교사 지식'을 반드시 (현직)교사가 되기 전에 갖추어야 한다고 생각하십니까? 그렇게 생각한다면 그 이유를 말해 주십시오,

S-3-2. 만약 '교사 지식'을 (현직)교사가 된 후 갖추어도 된다고 생각한다면, 그 이유를 말해 주십시오.

-검사 문항-

1. ○○ 고등학교 2학년 학생 200명의 수학 과목 중간고사 점수는 평균이 58점, 표준편차가 15점인 정규분포를 따른다. 이때 교내 경시대회 응시 자격은 중간고사에서 88점 이상을 얻은 학생에게 주어진다고 한다. 다음 물음에 답하세요.



[그림 1]

1-1. 교내 경시대회 응시 자격이 주어지는 학생 수는 몇 명인지 구해 보세요.
(단, $P(-2 \le Z \le 2) = 0.9544$ 이다.)

1-2. 다음 대화에서 학생A와 학생B의 질문에 대하여 각각 적절한 답변을 말해보세요.

학생A: 선생님! [그림 1]의 그래프를 보면 x축과 맞닿는 부분이 없어요. 수학시험 점수는 0점에서 100점까지인데 그럼 그래프가 0과 100에서 x축과 맞닿아야 하는 것 아닌가요? 맞닿는 부분이 없다면 100점보다 큰 경우에 넓이가 0보다 커지는데…
학생B: 그렇네. 그렇다면 x축과 맞닿지 않는 그래프라면 정규분포를 따르는 변수들은 최솟값, 최댓값을 가지지 않는 건가요?

2. 다음 대화 내용은 연속확률변수의 확률을 구하는 방법을 가르치는 수업 상황입니다. 이때, 밑줄 친 ㉠의 내용을 보고 2015개정에 따른 수학과 교육과정의 ‘확률과 통계’ 과목에서의 ‘통계’ 영역의 ‘교수•학습 방법 및 유의사항’에서 선생님이 유의해야 할 사항은 무엇인가요?

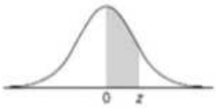
선생님: 연속확률변수 X의 확률밀도함수 $f(x)=\frac{1}{2}x(0\le x\le 2)$일 때, 확률 $P(0\le X\le 1)$은 어떻게 구해야 하나요?
학생A: $P(0\le X\le 1)$의 범위에서 확률밀도함수와 x축 사이에 생기는 도형인 직각삼각형의 넓이를 이용해서 구할 수 있어요.
선생님: 좋습니다. 확률밀도함수가 주어졌을 때 확률을 구하는 방법은 학생A가 이야기한 것처럼 주어진 확률변수의 범위에서 확률밀도함수의 그래프와 두 직선 $x=0, x=1$ 및 x축으로 둘러싸인 도형의 넓이를 구하면 됩니다. 제시한 문제에서 생기는 도형의 모양은 밑변이 1이고 높이가 $\frac{1}{2}$인 직각삼각형이고 구하고자 하는 확률 $P(0\le X\le 1)$은 도형의 넓이인 $\frac{1}{4}$입니다. 확률을 구하는 또 다른 방법이 있을까요?
학생들: …….
선생님: 제시된 문제의 확률은 넓이를 통해 구할 수 있으므로 정적분을 이용할 수 있습니다. ㉠<u>정적분을 이용한 식 $\int_0^1 \frac{1}{2}x\,dx$</u>를 계산해주면 직각삼각형의 넓이를 구한 답과 같이 나오는 것을 확인할 수 있겠죠?

3. 한 개의 주사위를 450번 던질 때, 5 이상의 눈이 나오는 횟수가 140번 이상 170번 이하일 확률을 구하세요.(단, $P(0 \le Z \le 1) = 0.3413$, $P(0 \le Z \le 2) = 0.4772$이다.)

4. 이항분포 $B(n,p)$가 근사적으로 정규분포를 따르기 위해서는 $np \ge 5$, $nq \ge 5$의 조건을 만족해야 합니다. 다음은 이 식을 보고 수업시간에 선생님과 학생들이 나눈 대화입니다. 학생A와 학생B가 조건 '$np \ge 5$, $nq \ge 5$'라는 식을 바르게 이해하고 있는지 아닌지에 대해 말해 주세요. 또한, 학생들이 조건의 식을 잘못 이해했다고 생각한다면 학생B의 질문에 대하여 선생님이 어떻게 답해야 하는지 ㉠의 괄호 안에 들어갈 설명을 적어주세요.

선생님: 이항분포 $B(n,p)$가 근사적으로 정규분포를 따르기 위해서는 $np \ge 5$, $nq \ge 5$의 조건을 만족해야 합니다.
학생A: p, q의 범위는 항상 $0 \le p \le 1, 0 \le q \le 1$을 가지기 때문에 조건을 만족하려면충분히 큰 n의 값만 필요하겠구나!
학생B: 선생님! 학생A의 말처럼 이항분포가 정규분포를 따르기 위한 조건에서 n의 값만 커지면 무조건 정규분포를 따르게 되나요?
선생님: ㉠(   )

5. 200명을 모집하는 어느 회사의 신입 사원 선발 시험에 4000명이 응시하였다. 응시자 전체의 점수는 평균이 67점이고, 표준편차가 10점인 정규분포를 따른다고 한다. 이 시험에서 모집 정원의 120%를 1차 합격자로 선발할 때, 1차 합격자의 최저 점수를 구하세요. (단, 표준정규분포표에서 구하고자 하는 확률과 가장 근접한 z값을 이용한다.)



z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.0000	0.0040	0.0080	0.0120	0.0160	0.0199	0.0239	0.0279	0.0319	0.0359
0.1	0.0398	0.0438	0.0478	0.0517	0.0557	0.0596	0.0636	0.0675	0.0714	0.0753
0.2	0.0793	0.0832	0.0871	0.0910	0.0948	0.0987	0.1026	0.1064	0.1103	0.1141
0.3	0.1179	0.1217	0.1255	0.1293	0.1331	0.1368	0.1406	0.1443	0.1480	0.1517
0.4	0.1554	0.1591	0.1628	0.1664	0.1700	0.1736	0.1772	0.1808	0.1844	0.1879
0.5	0.1915	0.1950	0.1985	0.2019	0.2054	0.2088	0.2123	0.2157	0.2190	0.2224
0.6	0.2257	0.2291	0.2324	0.2357	0.2389	0.2422	0.2454	0.2486	0.2517	0.2549
0.7	0.2580	0.2611	0.2642	0.2673	0.2704	0.2734	0.2764	0.2794	0.2823	0.2852
0.8	0.2881	0.2910	0.2939	0.2967	0.2995	0.3023	0.3051	0.3078	0.3106	0.3133
0.9	0.3159	0.3186	0.3212	0.3238	0.3264	0.3289	0.3315	0.3340	0.3365	0.3389
1.0	0.3413	0.3438	0.3461	0.3485	0.3508	0.3531	0.3554	0.3577	0.3599	0.3621
1.1	0.3643	0.3665	0.3686	0.3708	0.3729	0.3749	0.3770	0.3790	0.3810	0.3830
1.2	0.3849	0.3869	0.3888	0.3907	0.3925	0.3944	0.3962	0.3980	0.3997	0.4015
1.3	0.4032	0.4049	0.4066	0.4082	0.4099	0.4115	0.4131	0.4147	0.4162	0.4177
1.4	0.4192	0.4207	0.4222	0.4236	0.4251	0.4265	0.4279	0.4292	0.4306	0.4319
1.5	0.4332	0.4345	0.4357	0.4370	0.4382	0.4394	0.4406	0.4418	0.4429	0.4441
1.6	0.4452	0.4463	0.4474	0.4484	0.4495	0.4505	0.4515	0.4525	0.4535	0.4545
1.7	0.4554	0.4564	0.4573	0.4582	0.4591	0.4599	0.4608	0.4616	0.4625	0.4633
1.8	0.4641	0.4649	0.4656	0.4664	0.4671	0.4678	0.4686	0.4693	0.4699	0.4706

5-1. 다음 문제를 해결하는 학생A의 풀이 과정을 보고 틀린 부분이 있는지 확인하고 바르게 고치시오.

학생A의 풀이과정:

응시자의 점수를 확률변수 X라고 하면 X는 정규분포 $N(67, 10^2)$을 따르므로 확률변수 $Z = \dfrac{67 - X}{10}$은 표준정규분포 $N(0,1)$을 따릅니다.

이때 응시자가 합격하려면 $\dfrac{240}{4000} = 0.06$이므로 구하고자 하는 최소 점수를 s라고 하면 $P(X \geq s) = 0.06$를 이용하여 s의 값을 구하여야 한다.

$P(X \geq s) = P\left(Z \geq \dfrac{67 - s}{10}\right) = 0.5 - P\left(0 \leq Z \leq \dfrac{67 - s}{10}\right) = 0.06$

이때, $P\left(0 \leq Z \leq \dfrac{67 - s}{10}\right) = 0.44$

표준정규분포표를 확인하면 $P(0 \leq Z \leq 0.17) = 0.44$ 이므로

$\dfrac{67 - s}{10} = 0.17$ 즉, $s = 67 - 1.7 = 65.3$

따라서 1차 합격자의 최저 점수는 65.3점이다.

5-2. 학생A의 풀이 과정을 통해 학생A가 표준정규분포 내용과 관련하여 어떤 지식이 부족하다고 생각하나요?

6. 어떤 컴퓨터 회사가 생산한 노트북 컴퓨터 중 100대를 임의추출하여 무게를 측정한 결과 평균이 905g, 표준편차가 1g인 정규분포를 따른다고 한다. 이 노트북 컴퓨터의 무게에 대한 모평균을 m이라고 할 때, m에 대한 신뢰도 99%의 신뢰구간을 구하시오.

다음은 학생A가 위 문제를 해결하는 과정에서 선생님과 나누는 대화이다. 밑줄 친 ㉠~㉣에서 적절하지 않은 수학적 표현이나 수학적 오류를 모두 고르고, 이를 바르게 고쳐주세요.

학생A: ㉠신뢰도 99%의 신뢰구간은 $\overline{x}-1.96\frac{\sigma}{\sqrt{n}} \le m \le \overline{x}+1.96\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$이기 때문에 $\overline{x}$와 n과 σ를 알면 되겠구나. 그렇다면 노트북 컴퓨터를 100대 임의 추출했으니까 표본의 크기는 $n=100$이고 무게의 평균이 905g 이므로 ㉡표본의평균은 $\overline{x}$=905, 그런데 σ는 모집단의 표준편차라서 알 수가 없네… 선생님, σ는 문제에서 알 수 없는데 신뢰구간을 어떻게 구하죠?

선생님: 일반적으로 표본의 크기가 30보다 크면 ㉢모표준편차 σ 대신 이용할 수 있는 것이 무엇이죠?

학생A: 음… ㉣표준편차 s 입니다.

선생님: 맞습니다. 그렇다면 σ대신 $s=1$이라는 것을 이용하여 문제를 해결하면 되겠죠?

학생A: 그렇다면 구하고자 하는 신뢰구간은 $905-1.96\frac{1}{10} \le m \le 905+1.96\frac{1}{10}$ 따라서 답은 $904.804 \le m \le 905.196$이다.

<부록2> MKT 검사지 설문 문항 S-3에 대한 예비 수학교사의 응답

R1 : S-3-1[8]. 네 반드시 갖추어야 한다고 생각합니다. 그 이유는 학생이 이해하지 못하는 문제를 해결하거나 학생들의 오류를 정확하게 바로 잡아주기 위해서는 반드시 교사가 되기전 갖추어야 한다고 생각합니다.

R2 : S-3-1. 일단 가르쳐야 하는 지식을 아는것과 그후에 다음교과의 연관성은 학생들에게 알려주기 전에 알아야할 기본적인것이고, 학생들을 어느 수준으로 가르쳐야 하고 이부분에서는 어떠한 방식으로 알려 줘야 할지도 충분히 연구를 한다음 학생들을 만나야 한다고 생각한다. 이렇게 생각을 했어도 부족한부분이 많을 텐데 아이들에게 특히 중학생같은 경우는 수업때 처음으로 개념을 아는 경우가 많을수 있으므로 처음을 잘해야한다. 그러기엔 교사가 된후에 아이들의 수업과정을 연구하는 것은 아이들이 실험체라고 느껴지기 때문이다. 아이들을 실험체라고 생각이 들기 전에 내가 먼저 연구하여 결과를 발표하는 식으로 수업을 진행하는 것이 맞다고 본다.

R3 : S-3-1. 교사가 된다면 실전에서만 익힐 수 있는 것들에 집중하고, 학생들 개개인의 특징을 살피고 수업을 어떤 식으로 꾸며야 하는지에 집중이 이루어져야 할 것 같기 때문에 교사가 되기 전에 '교사 지식'이 갖추어져야 한다고 생각합니다.

R4 : S-3-1. '교사 지식'은 교사가 되기 전에 갖추어야 한다고 생각합니다. 만약 앞서 말했던 교사 지식이 갖추어지지 않은 상태에서 수학교사가 되어 수업을 진행한다면, 학생들에게 질 높은 수업을 제공해주지 못할뿐더러 수학 문제를 해결하면서 발생하는 오류들을 올바르게 고쳐주지 못할 것이고, 교사 지식을 충분히 갖추고 수업을 진행해야 학생들이 수학적 지식을 더욱 쉽고 빠르게 습득할 수 있을 것으로 생각하여 교사 지식은 교사가 되기 전에 필수적으로 갖추어야 한다고 생각합니다.

R5 : S-3-1. 교사는 학생들이 이해하지 못하는 문제를 해결하거나 학생들이 범하는 오류를 정확하게 바로잡아줄 수 있어야 합니다. 또한 학생이 수학문제에 대해서 어떠한

---

8) R은 MKT 검사에 응한 응답자(respondent)를 뜻하며, R 오른쪽의 숫자는 24명의 응답자를 지정하는 숫자이다. 또한, 설문 문항 S-3-1번과 S-3-2번 중에서 응답한 문항 번호를 표시하였다.

생각을 하고 있는지, 어느 부분에서 어려워하는지를 예상하여 그 부분에 유의하여 학생들에게 수업을 제공해야 합니다. 그리고 교사가 효율적으로 수업을 진행하기 위해서는 더더욱 교사 지식을 반드시 갖추고 있어야 한다고 생각합니다.

R6 : S-3-1. 교사가 되었을 때 예비교사로 1년 간 살아본 후에 정식으로 시작한다는 건 있을 수 없는 일이라고 생각하는 것과 같이, 임용고시 합격 이후 바로 현장에 투입되어야 하는 특징을 갖는다. 때문에, 현직 교사 이전에 교사지식을 갖추어야만 현장에서 교사로 일할 때에 학생들에게 걸림돌 없이 교수를 진행할 수 있기 때문이다. 만약 현직교사가 되기 이전에 교사지식을 갖추지 못한다면 교사라는 권위와 직업 자체에 누를 끼치게 되기 마련일 것이다.

R7 : S-3-2. 교사 지식은 현직 교사가 되기 전에 갖출 수도 있지만, 학생을 직접 수업해보지 않았다면 그것은 힘들 것이라고 예상한다. 왜냐하면 교사 지식은 학생과 대면하여 직접 수업을 해보고 경험을 통해서만 기를 수 있는 것이라 생각하기 때문이다. 예외적으로 교육과정에 대한 지식은 현직 교사가 되기 전에 갖추어야 하는 영역이지만, 그 외에 학생에 대한 지식과 교수에 대한 지식은 현직 교사가 되어 학교에서 학생들과 함께 상호작용하며 각자의 교사 지식을 기를 수 있는 것이기 때문에 현직 교사가 된 후 갖추어도 된다고 생각한다.

R8 : S-3-1. 2번에서 언급한 교사 지식은 현직교사가 되기 전에 갖춰야된다고 생각한다. 왜냐하면 우선 교사라면 필수적으로 일반 내용 지식은 갖춰져야하며 교사는 교과 내용을 가르칠 뿐만 아니라 학생들이 이해하지 못한 부분, 학생들이 범하는 오류를 수정해주는 것까지 교사의 역할이라고 생각하기 때문이다. 그리고 더 나아가 학생들이 어려워할 것 같은 부분을 예상하여 이를 보완할 수 있는 교수 학습 방법을 생각해내고, 수학교육과정을 알면 수학 교과의 전체적인 흐름과 연관성을 아는데 도움이 되기 때문이다. 이러한 지식을 현직교사가 되고 난 후에 갖춰도 된다고 생각해버리면 겪게 되는 시행착오가 많을 것이며 이미 늦었다고 생각한다.

R9 : S-3-2. 위에서 언급한 교사 지식 중 특수 내용 지식, 내용과 학생에 대한 지식, 내용과 교수에 대한지식은 실제 수업 현장에서 여러 학생들과 수업을 진행하며 소통하

고 성찰하면서 얻을 수 있고 발전시킬 수 있다고 생각합니다. 처음부터 완벽한 교사는 없다고 생각합니다. 교사는 학생들에게 양질의 수업을 제공하기 위해서 끊임없이 노력해야 하고 이는 학생들과의 실제 수업 경험의 누적을 토대로 발전해나갈 수 있다고 생각하기 때문에 일반적인 경우, 교사가 되기 이전에 갖추기 힘들다고 생각합니다.

R10 : S-3-1. 교사 지식은 예비 교사로서 갖추어야할 필수적인 요소라고 생각한다. 그 이유는 교사는 학생들의 예기치 못한 질문에도 대응할 수 있어야하며, 학생들이 범하는 오개념을 정확하게 인지시켜 학생들의 이해를 도와야한다. 또한 학생이 어떤 사고 과정을 거치며 무엇을 혼란스러워 하는지, 학생들의 동기를 유발하고, 교사는 수업에서 학생들에게 효율적이고 깊이 있는 이해를 위해 고민해야한다. 이와 같은 교사 지식들은 수업 상황에서 빈번하게 사용되는 요소이므로 교사가 되기 전에 미리 갖추는 것이 적절하다고 생각한다.

R11 : S-3-1. 교사 지식은 반드시 교사가 되기 전에 갖추어야 한다고 생각합니다.
물론 그 이후에도 얻을 순 있지만 그건 추후에 추가하여 얻는 지식이고 기본 바탕으로 꼭 가지고 있어야 한다고 합니다. 현실적으로 말하자면, 교사를 희망하는 사람들이 모두 교사 지식을 가지고 있지 않으면 선발하는 데에도 무리가 있고, 잠재력을 파악하는데도 큰 어려움을 가질 것입니다.

R12 : S-3-2. 교사 지식을 교사가 된 후에 갖추어도 된다고 생각한다. 모든 것을 교사가 되기 전에 갖추는 것이 가장 이상적이나 모든 사람이 모든 것을 완벽히 갖추기는 힘들다. 수학 내용에 대해서는 미리 갖추는 것이 좋지만 매시간 수업 준비를 하면서 충분히 보완해나갈 수 있다. 리더십이나 수업지도 능력과 같은 경우는 교사활동을 하면서 발전시켜나갈 수 있다. 장학이나 연수를 통해 교사는 성장할 수 있다.

R13 : S-3-1. 교사는 학생들을 대상으로 학생들이 어려워하는 수학적 지식이나 여러 가지 문제들을 이해하기 쉽게 설명해주고, 학생들이 가지고 있는 잘못된 개념 들을 바로잡아 주어야 합니다. 이를 위해서는 수학의 교과 내용과 교육과정에 대한 지식은 기본적으로 갖추어야 하며 보다 더 효율적이고 학생들에게 적합하게 수학적 지식을 가르쳐주려면 학생들이 가지는 특성을 비롯하여 여러 가지 교수학적 내용 지식을 갖추어야

할 것입니다. 만약 이러한 지식들을 갖추지 못한다면, 수업을 진행하는 데에 큰 어려움이 있을 것입니다.

R14 : S-3-2. 모든 직업에는 적응하는 기간이 존재하며 공부로 아는 것과 실제로 행할 수 있는 것은 다르다고 생각한다. 물론 교사가 되기 전 기초 소양과 이론을 제대로 알고 공부해야 하는 게 당연하나 아는 것을 갖추기 위해서는 초임 교사 기간에 다른 숙련된 교사들과 함께 배우고 갖추어야 한다고 생각한다.

R15 : S-3-2. '교사 지식'에 해당하는 내용은 여러 가지가 있다. 물론 교사 지식은 (현직)교사가 되기 전에 미리 갖추어져야 학생들을 가르칠 때 더욱 효율적이라고 생각한다. 하지만 '교수학적 내용 지식'에서 내용과 교사, 내용과 교수에 대한 지식은 교사가 되기 전에 갖추기에 한계가 있는 지식이다. 이러한 지식들은 교사가 되어 학생들을 지도하며 더욱 갖출 수 있는 지식이다. 따라서 교사 지식은 교사가 된 후 갖추어도 된다고 생각한다.

R16 : S-3-1. 교사 지식은 교사가 되기 전에 갖추어야 한다고 생각합니다. 교사가 되고 난 후에 수습기간이 있는 것이 아닌 바로 실전에 투입되기 때문에 임용과는 별개로 또 다른 해결해야할 문제라고 생각합니다. 또한 수학교육 전공 학부생들 중 대부분이 학원, 과외 아르바이트를 하는 사람들도 많아 교사 지식을 교사가 된 후에 갖추기에는 타 교사 대비 경쟁력이 밀린다고 생각되기 때문에 교사 지식은 현직교사가 되기 전에 갖추어야 한다고 생각합니다.

R17 : S-3-1. 저는 일반적으로 교과 내용 지식인 일반 내용, 특수 내용, 수평 내용 이 3가지는 현직 교사가 되기 전에 반드시 갖춰야 한다고 생각합니다.
왜냐하면, 교사라면 수학 과목에 대한 일반적으로 알고 있는데 수학적 지식과 학생들이 이해하지 못하는 문제를 해결하거나 학생들이 범하는 오류를 정확하게 바로 잡아줄 수 있는 능력,
수학과 교육과정에 포함된 내용과 연관성을 알고 있는지에 대한 지식은 기본적으로 숙지한 상태에서 현직 교사가 되어야 한다고 생각하기 때문입니다. 저도 학원에서 수업을 하면서 일반적인 수학적 지식을 알더라도 학생들이 잘못 이해하거나 오류를 범했을

때 바로 잡아줘야 학생이 나중에 혼란이 오지 않는다고 생각하고, 학생들에게 새로운 내용을 가르칠 때 이전에 배운 내용에서 추가로 무엇을 배우는지 이전 내용과의 연결성을 보여주면서 수업을 하기에 이 3가지는 반드시 교사가 되기 전 갖춰야 한다고 생각합니다.

R18 : S-3-1. 그렇다. 만약 교사가 된 후에 교사지식을 갖추려고 노력한다면 그 과정에서 교사가 맡은 학생들에게는 피해가 가기 때문이다. 교사 지식은 말 그대로 교사가 갖추어야만 하는 지식들이라고 할 수 있다. 학생을 효과적으로 가르치기 위해 필요한 지식들이기 때문에 교사 지식이 갖추어지지 않으면 학생을 가르치는 데 어려움이 있을 것이고, 그러한 교사지식을 갖추게 되기 전까지의 학생들은 그렇지 않은 상황보다 좋은 수준의 교육을 받을 수 없게 된다. 따라서 교사지식은 교사가 되기 전에 갖추어야 한다.

R19 : S-3-1. 먼저, 수학 수업을 진행하는데 필요한 '교과 내용 지식'은 무조건적으로 교사가 되기 전 기본적으로 갖추어야 한다. 뿐만 아니라 '교수학적 내용 지식' 역시 교사가 된 후 갖추게 된다면, 이를 갖추기까지 학생을 직접 가르치는 데 있어 많은 어려움을 갖게 될 것이다.

R20 : S-3-1. '교사 지식'을 반드시 (현직)교사가 되기 전에 갖추어야 한다고 생각한다.
왜냐하면 교사는 학생들에게 도움이 되어야 하고 필요하다면 틀린 것을 올바르게 해줘야 하는 의무가 있다. 하지만 교사 지식이 없다면 해줄 수 없을 것이고 수업방식이나 수준에서도 교사 지식을 갖추고 있는 교사와 아직 안갖춘 교사는 차이가 있을 것이기 때문이다.

R21 : S-3-1. 교사는 학문적 견해와 상식적 견해를 구별하여 가르쳐야하고 학생들에게 가르쳐야할 것과 수학과 교육과정에 포함된 내용의 연관성을 찾아야 한다. 어떻게 설명하면 학생들이 보다 더 심도 있는 이해를 할 수 있는지 효율적인 수업설계에 대한 지식을 갖추고 있어야 한다. 이러한 내공은 교사가 되기 전부터 끊임없이 고민해보고 다른 친구들과 이야기 해보면서 '나라면 이렇게 가르쳤을 것이다.'라는 생각을 많이 해

봐야 갖출 수 있는 능력이므로 교사가 되기 전부터 이러한 활동을 해서 교사지식을 갖추고 있어야 한다고 생각한다.

R22 : S-3-1. 교사가 되기 전에 갖추어야 한다고 생각합니다.
대학교에서 수학과교육론과 교직 과목을 배우는 이유가 현직 교사가 되기전에 그에 마땅한 지식(교사 지식)을 갖추기 위해서라고 생각합니다. 수학과 교육과정을 자세히 배우고 그에 대한 교수학습 및 유의사항등을 배우며 학년별 수학 교육과정 내용의 연관성을 알게되고 그러한 지식들을 습득해야만 교사가 되었을 때, 학생들을 가르치는 과정에서 학생들이 조금 더 쉽고 빠르게 이해할 수 있도록 도와줄 수 있고, 학생들에게 선생님 다운 선생님의 모습으로 교직에 설 수 있다고 생각합니다. 또한, 학생들에게 수업은 새로운 내용을 습득하는 장입니다. 교사지식을 반드시 습득하고 교사가 되어야만 학생들에게 혼란을 주지 않고, 좋은 수업을 제공 할 수 있다고 생각합니다.

R23 : S-3-1. 갖추어야 한다고 생각한다. 왜냐하면 교사지식을 정확히 파악하여야 설명하여야 학생들이 이해를 더 쉽고 명확하게 할 수 있으며, 학생이 이해하지 못한 부분에 더욱 명료하고 쉽게 설명해줄 수 있어야 하기 때문이다. 또한 학생이 자신이 이해가 안되는 부분에서 자신의 생각을 말하였을 때 잘 못된 점을 정확히 고쳐줄 수 있어야 하기 때문이다.

R24 : S-3-2. 교사를 하게 되면 앞으로 30년 이상을 할 것이기 때문에 남은 95%는 미래의 과정에서 부딪혀가며 배워가면서 발전하면 된다고 생각한다. 특히 앞으로 교육과정은 계속 개정되기 때문에 교사도 개정되는 부분을 다시 생각하고 자신의 역량을 더 높일 수 있다. 또한, 미래에는 다양한 학생들이 있고 더 좋은 교육공구들도 나오기 때문에 교사는 ‘교사 지식’을 계속 해서 쌓이게 될 것이다.