



## Research Article

# Study on the quality of instruction of two beginning mathematics teachers: Toward the above criteria

Park, Mimi<sup>1</sup> · Kim, Yeon<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Researcher, Korea Institute of Curriculum and Evaluation

<sup>2</sup>Professor, Silla University

\*Corresponding Author : Kim, Yeon (yeonkim10@silla.ac.kr)

## Abstract

Teaching is delicate, complicated, and demanding work, and especially beginning teachers set forth their difficulties in preparing and implementing mathematics instruction. It is important to ensure the quality of beginning mathematics teachers' instruction above a consistent level because such affirmation justifies the national policy on teacher education as well as the individual efforts of preservice teachers in South Korea. The current study collected mathematics lessons of the two beginning teachers who graduated from the same teacher training institute and worked at the same high school. The findings reported what features their lessons have with regard to the learning environment, engaging students in learning, deepening student learning, and using representations of the edTPA in order to identify what can or cannot be expected in their mathematics instruction. The instruction of the one teacher was assessed middle or more than middle scores throughout the rubrics, but the other one had lower scores. Based on these findings, this study suggested the implications for teacher education in ways of improving the quality of instruction of beginning mathematics teachers.

**Key words :** beginning mathematics teachers, quality of instruction, teacher education

## 두 초임 수학교사의 수업의 질에 대한 연구

박미미<sup>1</sup> · 김연<sup>2</sup>

<sup>1</sup>한국교육과정평가원 부연구위원, <sup>2</sup>신라대학교 교수

\*교신저자 : 김연 (yeonkim10@silla.ac.kr)

## 초록

수학 수업의 질은 교사들마다 그리고 교사들의 수업에 따라 상이할 수 있으나 일정 수준 이상의 질을 가지는 수학 수업을 운영하는 역량은 경력교사 뿐만 아니라 초임교사들에게도 요구된다. 초임교사의 수학 수업이 질적으로 큰 상이함 없이 일정 수준 이상의 질을 보여주는 지를 확인하는 것은 교사교육의 현황을 가능해보는 척도가 될 수 있다. 이에 본 연구는 초임교사의 수학 수업의 질에 대한 분석 결과에 기반하여 초임교사의 수학 수업의 질을 향상시키기 위해 예비교사 및 현직교사를 위한 교육에서 강조해야 하는 점을 제안하는 것을 목적으로 한다. 이를 위해 예비교사교육 및 근무 환경 등에서 유사점이 많은 두 초임 수학교사의 수업을 edTPA의 수업 실행 기준 중 학습 환경, 학습 참여, 학습 심화, 표상 도구 기준의 네 가지로 분석하였다. 분석 결과, 한 초임교사의 수학 수업은 모든 기준에서 일정 수준 이상의 점수가 나타났으나, 다른 한 초임교사의 수학 수업은 학습 환경 기준을 제외한 나머지 기준에서 점수가 낮게 나타났다. 이러한 결과에 기반하여 초임교사의 수학 수업의 질적 향상을 위해 필요한 교사교육에 대한 시사점을 제시하였다.

**주요어 :** 초임교사, 수학 수업의 질, 교사교육

Received : February 10, 2022

Revised : February 21, 2022

Accepted : February 23, 2022

2000 Mathematics Subject Classification : 97C70

Copyright © 2022 The Korean Society of Mathematical Education.

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

## 서론

우리나라는 교육법령에 근거하여 교육부가 지속적으로 관리하는 제도 하에 초중고등학교 국가 교육과정을 운영하고, 대학에서 예비교사교육을 실시하며, 교육부에서 교사자격증을 발급하고 있다. 이러한 체제 속에서 우리나라 수학교사들은 “(학생들이) 수학의 개념, 원리, 법칙을 이해하고, … 수학적으로 … 사고하고 합리적으로 문제를 해결하는 능력과 태도”(Ministry of Education, 2015, p. 3)를 기를 수 있도록 수학 수업을 운영할 것을 요구받는다. 이는 NCTM (2000)이나 NRC (2001)가 제안하는 개혁지향적인 수학 수업에서 요구하는 바와 일맥상통하다. 그리고 수학 교사가 개혁지향적인 수업을 실행하는지 여부는 수학 수업의 질을 평가하는 도구들로 측정될 수 있다(e.g., Boston, 2012; Hill et al., 2008; Sawada et al., 2002).

수학 수업의 질은 교사들마다 그리고 교사들의 수업에 따라 상이할 수 있다. 그러나 일정 수준 이상의 질을 가지는 수학 수업을 운영하는 역량은 경력교사 뿐만 아니라 초임교사들에게도 요구된다. 왜냐하면 교사자격증을 발급받아 교사가 되었다는 것은 자격증을 가지고 있지 않은 사람과 비교했을 때 수학 수업에 대한 안목과 실행 역량에서 차이가 있음을 나타내는 것이기 때문이다 (Darling-Hammond & Ball, 1998). 초임교사에게 요구되는 이러한 역량은 전문직 종사자에게 요구되는 역량과 유사한 면이 있다 (Harris, 2001; Norcini, 1994). 예를 들어, 우리는 보통 경력이 3년 정도 쌓인 의사는 백혈병을 진단할 수 있지만 초임의사는 백혈병을 진단하지 못할 것이라고 생각하지 않는다. 의사라면 모두 백혈병을 진단할 수 있을 것이라고 기대하는 것이다. 이와 마찬가지로 교사도 경력이 어떠한지 일정 수준 이상의 질이 보장되는 수업을 실행할 것이라고 기대할 수 있다(TeachingWorks, 2019; SCALE, 2015). 이러한 이유로 그동안에는 초임교사들을 지원하는 시도들이 있어 왔다(e.g., TEDD, 2014; Lampert et al., 2013). 그러나 교사들은 초임기에 다양한 종류의 어려움을 겪는다고 알려져 있으며(Kagan, 1992; Park, M., et al., 2005), 특히 교사의 핵심 업무인 교과를 가르치는 일에서 수업을 준비하고 실행하는 것에 어려움이 많다고 알려져 있다(Kim, C., 2009; Choi, et al., 2014). 이러한 초임교사들의 수업 실행에서의 어려움은 수학교사들이 이후의 교직 생활을 충실히 영위하고 양질의 수학 수업을 운영할 수 있도록 함에 있어 간과해서는 안 되는 부분이다. 특히 초임기에 교사로서의 직업 정체성과 수업에 대한 자신만의 관행을 구축하게 되므로 (Feiman-Nemser, 2001), 초임 수학교사의 수업 실행과 수업의 질에 주목하는 것은 중요하다.

그동안 국내에서 이루어진 초임 수학교사에 대한 연구들은 초임교사의 수학적 지식의 수준을 보고하거나(e.g., Kim, S., 2007; Kim, Y. K., 2014; Kim, Y. K., & Pang, 2012; Koh & Ko, 2013; Song & Pang, 2012), 초임교사와 경력교사를 비교하여 초임교사의 지식이 부족함을 강조하거나(e.g., Bae, 2015; Choe & Hwang, 2009; Choi, et al., 2014), 초임교사의 교수학적 내용 지식에 대한 인식(e.g., Shim, 2005)을 분석하는 등 대부분 초임교사의 지식을 중심으로 연구되었다. 초임 수학교사의 수업에 대한 연구들은 소수인데, 이러한 연구들은 초임교사들이 수학 수업에서 겪는 어려움을 분석하거나(e.g., Park, et al., 2005), 초임교사의 수학 수업에서 이들의 지식이 발현되는지를 경력교사와 비교하여 분석하고 있다(e.g., Choi, et al., 2014). 또한 일부 연구들은 초임교사의 수업의 질에 주목하고 있으나, 초임교사의 수학 수업에만 주목하기보다는 경력교사의 수업과 함께 이들의 수업의 질을 분석하고 있고(e.g., Kim, S., 2016), 연구자의 관찰보다는 학생의 인식에 기반하여 초임교사의 수업의 질을 판단하고 있어(e.g., Hwang & Son, 2020) 연구자의 관점으로 우리나라 초임교사들이 실행하는 수학 수업의 질을 살펴본 연구들은 매우 부족하다고 볼 수 있다. 우리나라는 교육 정책적으로 우수한 인재를 교직으로 수급하고 있으며(Wang et al., 2003), 교직이 상대적으로 높은 사회적 지위를 가지고 있기에 초임교사들이 쉽게 이직하지 않는다(OECD, 2013). 따라서 우리나라에서는 그동안 초임교사의 수학 수업의 질에 대한 연구에 많은 관심이 없었던 것으로 볼 수 있다. 이와 달리 외국에서는 지속적으로 초임교사들의 수학 수업 실행을 관찰하면서 이들의 수업의 질에 대한 연구를 발전시켜 나가고 있다(e.g., Desimone et al., 2016; LaBerge & Sons, 1999; Lee & Santagata, 2020; Santagata & Lee, 2021).

한편 초임교사 일부가 아니라 대부분의 초임교사가 양질의 수학 수업을 운영할 수 있어야 우리나라가 교육 정책을 통해 우수한 수학교사를 초중고등학교로 효과적으로 공급하고 있다고 말할 수 있다. 즉, 예비교사교육을 마치고 첫 발령을 받은 초임교사들이 실행하는 수학 수업의 질이 대부분 일정 수준 이상으로 우수해야 교사 양성을 위한 국가의 정책적 노력과 더불어 높은 경쟁률의 임용시험을 준비하는 예비교사의 개인적 노력이 의미 있게 발현되었다고 판단할 수 있는 것이다. 즉 우리나라 초임교사의 수학 수업이 질적으로 큰 상이함 없이 일정 수준 이상의 질을 가지는지 확인하는 것은 교사교육에 대한 현황을 가늠하는 척도가 될 수 있으

므로 이를 탐구하는 것은 필요하다. 이에 본 연구에서는 예비교사교육 경험 및 근무 환경이 유사한 두 초임교사를 대상으로 다음의 연구 문제를 탐구한다: 동일한 예비교사교육을 받고 동일한 학교에서 근무하고 있는 두 초임교사의 수학 수업의 질은 어떠하며, 그들의 수업에는 어떤 특징이 있는가? 수업의 질과 특징을 파악하는데 사용할 수 있는 분석 틀에는 여러가지가 있지만(Charalambous & Praetorius, 2018), 본 연구에서는 예비교사를 대상으로 이들의 수학 수업 실행을 분석할 수 있는 edTPA (Teacher Performance Assessment)를 이용하였다. 궁극적으로 본 논문은 초임교사의 수학 수업의 질과 특징을 파악하고, 그 결과를 기반으로 초임교사의 수학 수업의 질을 향상시키기 위해 예비교사 및 현직교사를 위한 교육에서 무엇을 더 강조해야 해야하는지를 제안하는 것을 목적으로 한다. 국내외에서 이루어진 교사의 교직발달 단계에 대한 대부분의 연구들은 교사가 첫 발령을 받은 후 3~5년까지의 기간을 초임기(Park, H., 2009) 혹은 입문단계(Huberman, 1993; Seo, et al., 2010)로 정의하고 있다. 이에 본 연구에서는 교사로서 첫 발령을 받은 후 3년까지의 교직경력을 가진 교사를 초임교사로 지칭한다.

## 초임 수학교사의 수업의 질에 대한 선행연구

수학 수업의 질(quality of instruction)과 관련하여 양질의 수학 수업에 대한 개념화는 연구자마다 다르게 이루어진다. 일부 연구들은 양질의 수학 수업을 ‘좋은 수학 수업(good mathematics instruction 혹은 good mathematics teaching)’이라 지칭하면서 좋은 수학 수업의 특징을 도출하고 있다(e.g., Choe et al., 2002; Pang, 2009; Krainer, 2005; Wilson et al., 2005). 예를 들어, 국내에서는 Choe 외 (2002)가 좋은 수학 수업의 형태로 교육과정 및 교과서를 재구성한 수업, 실생활 상황을 도입한 수업, ICT를 활용한 수업, 메타인지 학습 전략을 도입한 수업, 동기 유발이 가능한 수업, 수행평가를 도입한 수업, 수준별 소집단 협력 수업의 7가지를 제시하였다. 연구자들은 실제로 좋은 수학 수업에서는 이중 적어도 2개의 수업 형태가 융합되어 나타난다고 하였다. 국외 연구로 Wilson 외 (2005)는 9명의 고등학교 교사들의 좋은 수학 수업에 대한 관점을 분석하여 좋은 수학 수업을 구성하는 요소로 1) 수학에 대한 선행 지식, 2) 수학을 연결하고, 시각화하며, 학생의 이해에 대해 평가하고, 교사 설명을 자제하여 수학적 이해 증진하기, 3) 학생 참여 및 학생에게 동기 부여하기, 4) 효과적인 관리라는 네 가지를 도출하였다. 이 외에도 양질의 수학 수업은 소위 ‘개혁지향적인(reform-oriented) 수학 수업’으로 특징지어진다. 개혁지향적인 수학 수업은 알고리즘의 암기와 적용보다는 개념적 사고에 의한 이해에 주목하고(NCTM, 2000; CCSSI, 2010), 학생들이 수학적 의미를 구성할 수 있는 기회를 강조한다(Hudson et al., 2006). 또한 적절한 표상의 사용과 연결(Cuoco & Curcio, 2001), 수학적 논의(Smith & Stein, 2018) 및 높은 수준의 사고(Smith & Stein, 1998) 기회를 제공하는 것도 함께 강조되고 있다. 그리고 이러한 개혁지향적인 수학 수업을 어느정도 실행하고 있는지 분석하기 위한 도구들도 개발되었다(e.g., Hill et al., 2008; Boston, 2012; Sawada et al., 2002 등).

그러나 여러 연구들은 초임교사들이 개혁지향적인 수학 수업을 실행하는 것을 어려워한다고 보고하고 있다. NCTM의 강조점을 학습한 1년차 초임 중등 수학교사들이 실제 수업에서 개혁지향적인 활동을 하는지 탐구한 LaBerge와 Sons (1999)는 초임교사들의 수업에서는 교과서 연습문제 해결하거나 교사의 강의 받아적기 등과 같은 전통적인 활동들이 주로 이루어지고 있음을 확인하였다. 또한 Lewis (2014)는 NCTM에서 강조하고 있는 학생 중심 수업을 목표로 하는 수학 수업을 실행한 6명의 초임 중등 수학교사들이 개혁지향적인 수업을 수행하면서 다양한 어려움을 겪음을 확인하였다. 초임교사들은 학생들이 수학적 탐구를 할 때, 소집단 내에서 수학을 다룰 때, 전체 학급 토론을 할 때 효과적으로 학생들을 돕는 방법을 찾는 데에서 그리고 학생 중심 탐구를 효과적으로 계획하는 것에서 어려움을 느끼고 있었다. 그리고 이러한 어려움들은 초임교사들의 스트레스를 증가시키고 있음을 확인하였다. 이 외에도 예비교사 2명, 초임교사 2명, 경력교사 2명의 수학 수업을 분석한 Kim (2016)은 초임교사들은 학생 오류나 어려움 수정 및 학생의 기여 사용의 측면에서 경력교사보다 낮게 평가됨을 확인하였다. 이 연구에서 경력교사들은 수업에서 학생의 오류나 수학적 기여에 즉각적 반응을 하였으나, 초임교사들은 수업에서 학생들과 상호작용이 낮거나 학생이 겪는 어려움에 관심을 두지 않는 등의 특징을 보였다.

한편, 일부 연구들은 초임교사들의 수업의 질을 Mathematical Quality of Instruction (MQI, Hill et al., 2008)나 Instructional Quality Assessment (IQA, Boston, 2012) 등의 수업 관찰 도구로 측정한 후 수업을 위한 수학적 지식(Mathematical Knowledge for Teaching, MKT, Ball, Thames, & Phelps, 2008)과의 관련성을 탐색하였다. 예를 들어, Santagata와 Lee (2021)는 초임 초등교사들의 발령 첫 해에 이루어진 수학 수업에서는 MQI의 일부 구성 요소들에서 수업의 질과 교사의 지식 사이에 연관성이 있음을 확인하였다. 또한 Lee와 Santagata (2020)는 초임 초등교사들의 발령 2년차, 3년차 해에 이루어진 수학 수업의 질과 이들의 지식 사이에 관련성이 있음을 확인하였다. 그러나 IQA를 활용하여 MKT와 수학 수업의 질 사이의 관계를 탐구한 Desimone 외 (2016)는 초임 중등 수학교사들의 수학 지식과 수업의 질 사이에는 직접적인 관련이 없음을 밝히고 있다. 이처럼 초임 수학교사의 수업의 질에 대한 선행연구들은 다양한 관찰 도구를 활용하고 있으며, 교사 지식과의 관련성의 측면에서도 상이한 결과를 나타내고 있다.

## 자료 및 분석 방법

### 연구참여자

본 연구의 참여자는 최교사와 박교사이다. 이들은 동일한 교원양성기관에서 비슷한 시기에 교사자격증을 취득하였고, 같은 해에 중등 임용시험을 합격하였으며, 같은 해에 읍면지역에 위치한 인문계 고등학교에 첫 발령을 받았다. 즉, 최교사와 박교사는 예비 교사교육에서 유사한 학습 경험을 했을 뿐만 아니라 동일한 학교 환경에서 근무하고 있다고 할 수 있다. 또한, 이 두 교사들은 발령 첫 해부터 같은 학교의 동료교사 1인과 함께 서로의 수업을 참관하고 수학 수업에 대해 논의하는 교사공동체에 참여하였다. 교사공동체 구성원인 동료교사 김교사는 교사 경력이 15년이고, 지역교육청의 여러 연수에 강사로 초빙되는 등 경험과 역량이 우수한 교사이다. 각 교사들은 교사공동체 내에서 수행한 수업 준비와 실행, 반성의 과정을 문서, 사진, 음성 파일, 영상 파일 등으로 자료화하였고 이를 연구자들에게 공유하였다.

### 자료

본 연구의 주요 자료는 최교사와 박교사가 입직 후 첫 학교에 발령을 받은 첫 해부터 교사공동체에서 촬영하고 공유한 수업 영상 파일과 전사본, 수업 준비와 반성을 위한 협의회 음성 녹음 파일과 전사본이다. 이들은 동료교사들의 협조 하에 수업을 준비했지만, 수업의 수행자가 수업을 어떻게 설계하고 운영할지 결정하므로, 수업은 각 교사의 역량에 기저한다고 볼 수 있다. 한편 교사들과 공유하고 본 연구에서 자료로 수집된 수업들은 두 교사와 동료교사가 최선의 노력을 쏟은 것이라 할 수 있으므로 이들의 일상 수업과는 결이 다를 수 있다. 그러나 선정된 수업은 연속적이고 일상적인 수업 환경과 교사의 역량에 기저하는 것이므로, 본 연구에 참여한 교사들이 가지고 있는 역량 본연에 기반한다고 볼 수 있다. Table 1은 각 수업의 주제, 수업 및 협의회가 촬영된 날짜이다. 수업에서 과제가 한 차시 안에 끝나지 않은 경우에는 여러 차시를 촬영하였다. 수업 영상은 카메라의 각도라는 제한점으로 인하여 수업의 모든 모습을 담지 못하고, 제한된 마이크의 사용으로 인하여 수업에 참여하는 모든 학생들의 음성을 담을 수 없다. 이에 촬영되지 못한 수업의 모습과 녹음되지 못한 학생의 음성은 분석에 포함되지 못하였고, 이는 본 연구의 제한점이다. 그러나 수업 영상 촬영에서 블루투스 마이크를 이용하였기 때문에, 교사가 모둠이나 개별 학생과 나누는 대화 등 교사가 수업에서 나누는 모든 대화는 영상 자료에 수집되었다. 연구자들은 수업 영상 외에도, 수업에서 사용한 교과서 복사본, 학습지, 슬라이드 등의 자료를 보충적으로 이용하였다.

1 본 논문에 등장하는 모든 교사와 학생의 이름은 가명임.

**Table 1.** Topics and dates of recordings.

Year	Ms. Choi	Mr. Park
1st	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Derivatives of exponential and logarithmic functions</li> <li>• One lesson (July 15, 2016)</li> <li>• One post-meeting (July 15, 2016)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Graph inequalities</li> <li>• One lesson (June 20, 2016)</li> <li>• One post-meeting (June 20, 2016)</li> </ul>
2nd	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relationships between a sphere and a plane intersection and making justifications</li> <li>• Five pre-meetings (April 5, 13, 19, May 12, 24, 2017)</li> <li>• Three lessons (May 26, 29 &amp; 30, 2017)</li> <li>• One post-meeting (May 30, 2017)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• The first fundamental theorem of calculus</li> <li>• Three pre-meetings (May 31, June 9, 15, 2017)</li> <li>• Two lessons (June 21 &amp; 22, 2017)</li> <li>• One post-meeting (June 22, 2017)</li> </ul>
3rd	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relationships between linear and quadratic equations and linear functions</li> <li>• Four pre-meetings (March 20, 27, April 3, 11)</li> <li>• Two lessons (April 16 &amp; 17, 2018)</li> <li>• One post-meeting (April 17, 2018)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Discrete random variables and its probability distribution</li> <li>• Five pre-meetings (May 1, 15, 30, June 5, 14, 2018)</li> <li>• One lesson (June 20, 2018)</li> <li>• One post-meeting (June 20, 2018)</li> </ul>

## 분석 도구 및 방법

### 분석 도구

본 연구에서는 수업 분석을 위한 도구로 스탠포드 대학의 Stanford Center for Assessment, Learning, and Equity (SCALE)에서 개발한 가르침에 대한 수행기반평가인 edTPA를 선정하였다. edTPA는 미국의 교사교육 프로그램에서 사용되고 있는 평가시스템으로, 모든 교사가 발령 첫 날부터 필요한 지식과 역량을 강조하고 이를 평가하는 것을 지향한다. 수학 교과와 경우, 초등과 중등으로 구분되어 있는데, 각 예비교사는 실습 기간에 자료를 모아 포트폴리오를 만들고, 포트폴리오와 수업 영상을 제출한다. 제출된 수업 영상에서 예비교사들은 학생들의 개념적 이해, 절차적 유창성, 수학적 추론 및 문제해결 역량을 개발하도록 지원하기 위해 어떻게 학생들과 상호작용을 하는지를 보여줘야 한다. 제출한 수업 영상을 edTPA에 의해 평가한 결과에 따라 예비교사들은 교사자격증을 취득하게 된다.

edTPA는 예비교사들이 학생들의 강점과 요구를 지원하기 위해 고안된 수업 계획을 통해 가르칠 준비가 되어 있음을 보여주고, 실제 학생들이 학습에 적극적으로 참여하도록 하며, 학생들이 학습하고 있는지를 분석하고, 자신들의 수업을 더욱 효과적으로 조정할 것을 요구한다(SCALE, 2015). 또한 예비교사들의 교사자격증 취득을 위해 만족해야 하는 수업 실행 기준을 제공하여 수학 수업의 어떤 면모가 평가 대상이 되고, 그 평가의 근거가 무엇인지를 명확히 밝히고 있다. 따라서 edTPA를 기반으로 수업을 준비하고 실행하는 과정을 통해 예비교사들이 학생들의 특징을 반영하여 수업을 설계하고, 생산적인 수학적 논의를 구현하며, 학생들의 학습 전반을 평가하고, 좀 더 효과적인 수업을 지향한다는 것이 무엇을 의미하는지 깨닫고, 이를 수행하는 역량을 기를 수 있도록 한다. 이처럼 edTPA에서 제공하는 기준들은 교사 자격을 얻기 위해 이들의 수업 실행에 있어 요구되는 최소 조건이 된다고 볼 수 있다. 본 연구에서는 초임 수학교사의 수학 수업의 질은 교사교육의 결과임을 가정하고, 초임교사의 수학 수업의 질에 대한 분석을 통해 초임 교사교육에 대한 시사점을 제공하고자 하므로 edTPA의 수업 실행 기준을 활용하였다. edTPA에서는 수업 실행 기준을 다섯가지로 제시하고 있으나, 본 연구에서는 수업 관찰만으로는 파악하기 어려운 ‘교수 효과성에 대한 분석(analyzing teaching effectiveness)’ 기준을 제외하고 ‘학습 환경(learning environment)’, ‘학습 참여(engaging students in learning)’, ‘학습 심화(deepening student learning)’, ‘표상 도구(using representations)’ (SCALE, 2015) 기준만을 분석 도구로 이용하였다.

학습 환경 기준은 교사가 학생들을 존중하고 또한 학생들이 서로를 존중하는 수업 분위기를 조성하고, 더 나아가 다양한 관점을 드러낼 수 있는 환경을 만들어서, 수업에 학생들의 수학적 아이디어를 중심으로 서로 교감하는 여건이 정착되어 있는가에 대한 기준으로, 평가 기준은 Appendix 1과 같다. 교사가 학생들의 행동을 통제 또는 장악하려 한다거나, 상호존중의 환경이 수학 수업에 조성되지 않는다면 낮은 점수를 받게 된다. 학습 참여 기준은 학생들이 수학적 개념, 절차, 수학적 추론이나 문제해결 역량에 대한 이해를 넓히고 심화시키는 과제에 참여하고 있는가에 대한 기준이다. 또한 수업에서 교사는 학생의 이전 학습 또는 학생의 개인적, 문

화적 환경을 새로운 학습과 연결해야 한다. 학습 참여의 평가 기준은 Appendix 2와 같다. 학생들이 절차의 습득이 목적인 과제에만 참여하거나, 교사가 학생의 이전 학습과 새로운 학습을 피상적으로 연결하면 낮은 점수를 받게 된다. 학습 심화 기준은 교사가 학생들의 아이디어를 이끌어내고 학생들간의 상호작용을 촉진하여, 학생들이 수학적 개념, 절차와 추론 및 문제해결을 이해하고 적용할 수 있는 역량을 발전시키는가에 대한 기준으로, 평가 기준은 Appendix 3과 같다. 교사가 수업에서 담화를 독점하거나, 피상적인 발문을 하고, 학생의 반응에 대하여 정오를 판단하는 것에만 관심을 두면 낮은 점수를 받게 된다. 마지막으로 표상 도구 기준은 교사가 수학적 개념과 절차의 이해를 심화시키는 방식으로 학생들이 표상을 이용하는 기회를 제공하고, 이에 대한 학생들간의 상호작용을 촉진시키는가에 대한 기준으로, 평가 기준은 Appendix 4와 같다. 교사가 부적절한 표상을 이용하거나, 수학적 개념과 절차에 대한 이해에 도움이 되는 표상을 피상적으로 사용하면 낮은 점수를 받게 된다.

### 분석 방법

비슷한 시기에 수집된 두 교사의 수업의 질을 관찰 도구를 이용하여 분석하고 비교하는 방식은 수업 관찰 도구를 활용한 연구들(e.g., Hill et al., 2012; Santagata & Lee, 2021, Desimone et al., 2016)에서 보편적으로 이용되므로, edTPA는 수학 수업의 주제와 상관없이 수업의 질을 평가하고 이를 점수화하는 분석도구로 이용가능하다. 이에 본 연구에서는 Table 1에 제시된 수업을 Appendix 1부터 Appendix 4까지의 평가 기준을 활용하여 분석하였다. 분석은 저자인 수학교육전문가 2명이 수행하였다. 먼저 하나의 수업에 대하여 Appendix 1부터 Appendix 4를 이용하여 각자 분석한 다음 도출한 점수에 대해 논의를 하여 각 기준에 대한 이해가 합치되도록 하였다. 이후에는 나머지 수업을 각자 분석한 후 상이한 점수에 대해 논의 및 합의하여 점수를 조정하였고, 그 결과를 Table 2에 제시하였다. 다음으로 두 교사의 수업의 특징을 면밀히 살펴보기 위하여 세 번째 해에 수집된 수업과 이 수업을 위해 이루어진 협의회에 대한 자료를 대상으로 edTPA 평가 기준에 따라 발췌문을 선정하였으며 그 특징을 상세히 분석하였다. 특정 연도에 수집된 수업만을 상세히 보고하는 이유는 두 교사의 수업에서 다루는 주제가 다름에 불구하고 Table 2에서 보이는 바와 각 기준에 따른 평가 결과가 유사하게 나타나므로 수업 하나만으로도 두 교사의 수업 특성을 드러낼 수 있기 때문이다. 특히 3년차 수업을 선정한 이유는, 사전협의회 자료가 가장 풍부할 뿐만 아니라(Table 1 참조) 교사경력 3년차는 1년차보다 교실이라는 공간이나 수업이라는 현상에 어느 정도 익숙해진 시기이므로 이들의 교수 관행이 잘 드러날 수 있을 것으로 예상되었기 때문이다. 또한 이 수업은 두 교사 모두 점수가 상대적으로 높은 수업이므로 이러한 수업을 분석한 결과를 통해 교사교육에서 특히 더 강조해야 하는 점을 도출하는 것이 타당할 것으로 보았다. 본 연구는 두 교사의 수학 수업의 질을 비교하고 평가하려는 목적으로 두 교사의 교사경력 중 특정 시기에 수집된 수업을 사례로 현상에 대해 자세히 기술하였고, edTPA의 각 기준에 따라 분석했기 때문에 연구참여자의 선정과 자료의 이용 방식에 따라 사례연구(Yin, 2003)에 해당된다.

## 연구결과

### edTPA 수업 실행 기준에 따른 분석 결과

두 초임교사의 3년간의 수학 수업을 edTPA의 수업 실행 기준으로 분석한 결과는 Table 2와 같다. edTPA에서 최저 점수인 1점은 교사의 지식과 역량이 가르칠 만한 수준이 아님을 나타내고, 최고 점수인 5점은 고도로 숙련된 교사임을 의미한다(SCALE, 2015). 최 교사의 3년간의 수업은 edTPA의 네 가지 수업 실행 기준에서 모두 3점 이상으로 나타나, 초임교사에게 기대하는 수준 이상의 질을 가지고 있다고 할 수 있다. 그러나 박교사의 3년간의 수업은 학습 환경 기준에서만 3점이었고, 그 외 기준에서는 모두 1점 또는 2점으로 나타나, 초임교사에게 기대하는 수준의 질을 가지고 있다고 보기 어렵다. 또한 두 교사의 수업에서는 공통적으로 각 기준별로 해마다 점수 차이가 크지 않았다. 이에 다음에서 보고하는 두 교사의 3년차 수업의 특징은 이들의 초임기 수업의 특징을 대표한다고 볼 수 있다.

**Table 2.** edTPA scores of the two teachers.

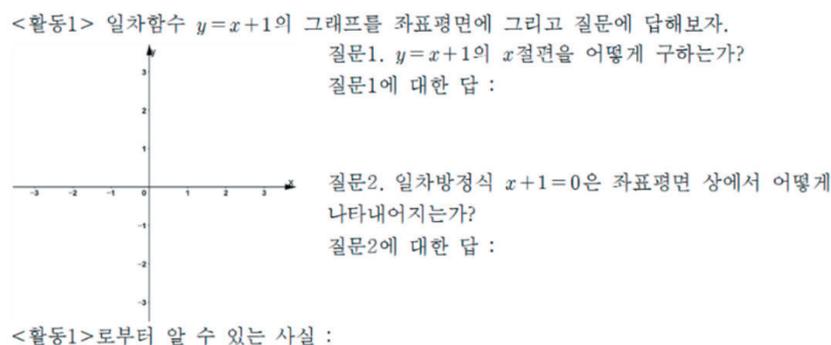
Rubric	Ms. Choi			Mr. Park		
	1st Year	2nd Year	3rd Year	1st Year	2nd Year	3rd Year
Learning environment	3	4	4	2	3	3
Engaging students in learning	3	4	3	2	1	2
Deepening student learning	3	4	4	2	1	2
Using representations	3	4	4	1	1	2

## 최교사의 3년차 수업

### 수업 스케치

최교사의 3년차 수업은 이차함수와 이차방정식의 관계를 이해하는 것을 목표로 이틀간 진행되었다. 첫째 날 수업에서 최교사는 학생들에게  $x$ 절편과  $y$ 절편의 의미를 상기시킨 후,  $y = (x+1)(x-3)$ 의 꼭짓점의 좌표,  $x$ 절편,  $y$ 절편을 학생들과 함께 구하였다. 이후 최교사는 다섯 개의 이차함수를 제시하고 각각에 대하여 학생들이 개별적으로 꼭짓점의 좌표,  $x$ 절편,  $y$ 절편을 구하도록 하였다. 약 25분이 지난 후, 최교사는 전체 학생들과 함께 각 함수의 꼭짓점의 좌표,  $x$ 절편,  $y$ 절편을 구한 결과를 공유하고 수업을 마쳤다.

최교사의 둘째 날 수업은 두 가지 과제로 구성되었다. 과제 1은 이차함수와 이차방정식의 관계를 탐색하기 위한 기초 과제로 일차함수와 일차방정식 내용이다(Figure 1 참조). 최교사는 학생들에게 모두 별로 일차함수  $y = x + 1$ 의 그래프를 그리고,  $x$ 절편을 구하도록 하였고, 일차방정식  $x + 1 = 0$ 과의 관계를 살펴보도록 하였다. 이 과제는 일차함수의 그래프를 통해 일차함수의  $x$ 절편과 일차방정식의 해를 연결하려는 목표로 만들어진 것이다. 최교사는 학생들에게 과제 1의 활동을 통해 알 수 있는 사실을 모두 별로 논의하도록 하였고, 논의 후에는 각 모둠의 의견을 전체 학생들과 공유하였다. 그리고 공유된 의견 중 가장 대표적인 것을 뽑는 것으로 과제 1을 마무리하였다.

**Figure 1.** Task 1 of Ms. Choi's second instruction.

다음으로 최교사는 이차함수  $y = ax^2 + bx + c$  ( $a \neq 0$ )의 그래프의 특징 및 이차함수와 이차방정식의 해와의 관계를 파악하여 표에 채워 넣을 과제 2를 제시하였다. 과제 2의 표는 최교사와 학생들과의 상호작용을 통해 채워졌으며, 그 결과는 Figure 2와 같다. 표의 각 셀을 다 채운 후 최교사는 학생들에게 과제 2의 활동을 통해 '이차함수  $y = ax^2 + bx + c$  ( $a \neq 0$ )의 그래프를 그리지 않아도 알 수 있는 사실'이 무엇인지에 대해 모두 별로 논의하도록 했고, 논의 결과를 발표하도록 하였다. 각 모둠의 의견이 공유될 때마다 교사는 피드백을 제공하였다.

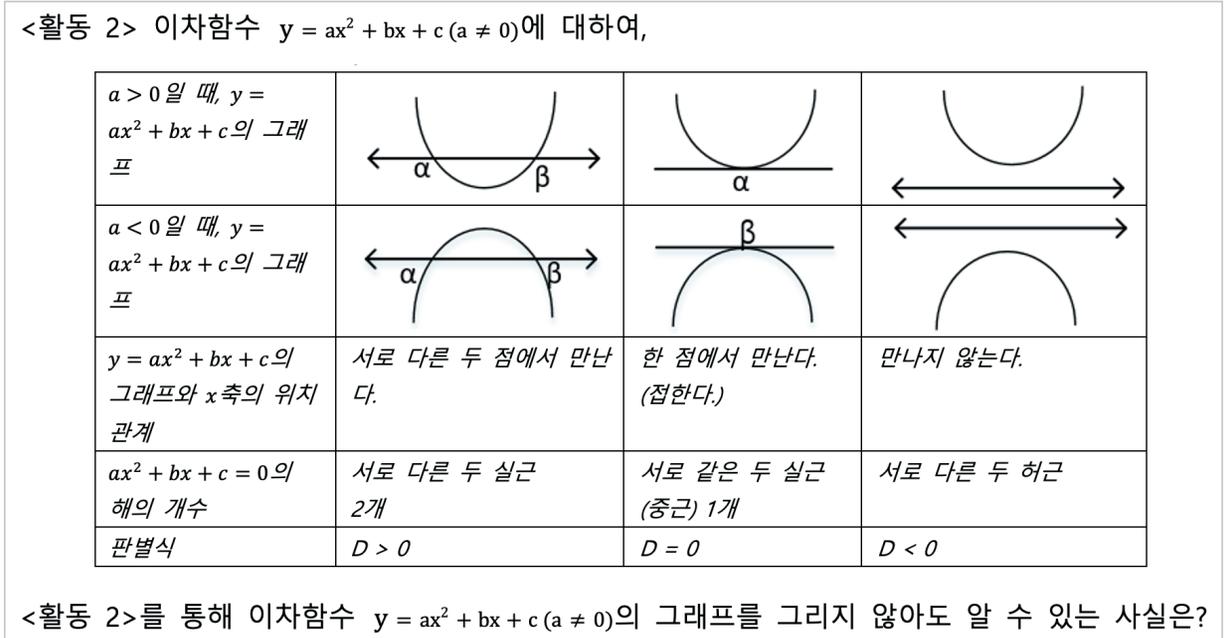


Figure 2. Task 2 of Ms. Choi's second instruction.

edTPA 수업 실행 기준에 따른 수업 특징 세부 분석

Table 2에서 알 수 있듯이 최교사의 3년차 수업은 학습 참여 기준에서만 3점이었고, 나머지 기준에서는 모두 4점으로 나타났다. 실제 최교사의 수업에서 각 특성이 어떻게 드러났는지 제시하면 다음과 같다.

(1) 학습 환경

수업에서 최교사는 학생들이 개별적으로 과제를 해결하고, 모둠 별로 의견을 공유하며, 모둠에서 공유된 의견을 전체 학생들과 공유하도록 하였다. 이는 최교사가 생각하기에 수업에서 의견을 드러내고 싶어 하는 학생과 그렇지 않은 학생들을 모두 존중하면서 이들의 의견을 통합할 수 있는 방법이었다. 이에 최교사의 수업에서는 교사와 학생, 학생과 학생들이 서로의 의견을 경청하고 존중하며 동시에 의견을 발전시키는 장면이 자주 포착되었다. 예를 들어, 다음은 이차함수  $y = 2x^2 - 4x + 3$ 의 x절편과 y절편을 구하는 과제를 수행한 후, 수행 결과를 전체 학생들과 공유하는 장면이다.

<발췌문 1-1>

최교사: 자, 일단은 1번은 지희(학생11) 나와서 어떻게 구했는지 이야기해 봅시다. 나한테 얘기하고 말고 설명해봐.

학생11: 이렇게 딱. 이걸 뺀 상태에서 나오죠? y절편은 x에 0 대입해서 나오고, x절편은 근의 공식을 써서 구했는데, 허수가 나와서 없어요.

최교사: ... 자, 그러면 지희는 일단 소현이(학생12)한테 얘기를 들었다고 했는데, 소현이가 지희한테 어떤 얘기를 했는지 한번 들어봅시다. 지금 얘기할 거는 x절편에 대해서 지희가 허수가 나왔는데, x절편은 없다고 하는 이유를 설명하는 겁니다.

학생12: 그래프 위에는 무리수하고 유리수만 존재할 수 있는데, 근데 허수는 그래프 위에 존재할 수 없어요. 그래서 x절편이 안 나오는 거예요.

학생13: 없는 게 아니라 존재할 수 없는 거 아닌가요?

학생12: 오케이. 존재할 수 없다.

최교사: 지금 소현이가 얘기한 말 이해돼요? 혹시? 조금만 용어를 바꿀게요. 그래프 상이 아니라, 우리가 수직선 상에서 실수들을 이야기하고 ... 그렇기 때문에 복소수 상에서는 이야기를 안할 겁니다.

같은 모둠인 학생11과 학생12는 각각 y절편을 구하는 방법과 이 함수에서 x절편이 없는 이유를 전체 학생들에게 설명하였고, 학생13은 학생12의 표현을 수정해 주었다. 이후 최교사는 학생12가 사용한 수학적 용어를 수정해 주고, 학생들의 의견을 종합하여 본

수업에서 다루는 수의 범위를 실수로 제한한다고 정리하였다. 이처럼 최교사의 수업에서는 모둠 및 전체 논의에 의해 학생들이 의견이 자유롭게 공유되고 발전될 수 있는 환경이 구축되었다. 또한 최교사의 수업에서는 최교사가 학생의 의견을 존중하는 사례를 확인할 수 있었다. 다음은 둘째 날 수업에서 과제 1의 질문 2(일차방정식  $x + 1 = 0$ 은 좌표평면 상에서 어떻게 나타내어지는가?)에 대한 전체 논의가 이루어지는 과정이다.

<발췌문 1-2>

학생14: x좌표의 점

최교사: 점의 x좌표겠지. 어떤 x좌표가 나올까?

학생14: y가 0인거.

최교사: y가 0인거? 지금 여기서 일차방정식만 이야기하고 있는데, 여러분들이 이야기하는 건 함수 얘기를 좀 해야 할 거 같습니다.

학생15: y축과 평행하고 x축과 수직인 직선

최교사: 아 내가 그 생각을 못했구나. 그런데. 선생님이 조금 정정을 해야 할 거 같습니다. ... 축의 방정식 이야기할 때 썬이 요 이야기했죠? 좌표평면 상에서 여기 -1이 있으면, x값이 전부 -1인 점을 다 찍으면, 그 방정식이 얘가 된다고 했던 거 기억나요? 그죠? ... 그럼 영수(학생15) 말도 맞네. 썬이 완전 잘못했네. 고마워 너희들이 오류를 지적해주서 고마워.

최교사는 일차함수  $y = x + 1$ 의  $x$ 절편과 일차방정식의 해를 연결시키고자 했기에 점  $(-1, 0)$ 이라는 대답을 기대하였다. 그러나 학생15는 직선이 된다고 언급하였고, 이후 교사는 자신이 오류를 범했음을 알아차렸다. 교사는 학생15의 대답을 인정하고 답을 정정하였다. 이러한 수업 장면은 최교사의 수업에서 학생들이 자유롭게 의견을 제기할 수 있는 분위기가 형성되어 있을 뿐만 아니라 최교사가 개별 학생의 의견을 경청하고 존중하고 있음을 드러내 준다. 이처럼 최교사는 학생들과 친밀한 관계를 맺으며 학생들의 의견을 존중할 뿐만 아니라 전체 학생들이 서로의 의견을 존중하면서 발전시킬 수 있는 도전적인 환경을 제공하였기에 학습 환경 수준에서 4점으로 분석되었다.

## (2) 학습 참여

둘째 날 수업에서 최교사는 일차함수와 일차방정식의 관계에 대한 과제를 탐색하기 전에 일차함수와 일차방정식의 관계에 대한 Figure 1의 과제 1을 먼저 수행하도록 하였다. 최교사는 과제를 이렇게 구성한 이유에 대하여 다음과 같이 설명하였다.

<발췌문 1-3>

최교사: 개념 자체를 심어 줄 생각이예요. ... 이 파트도 그렇고 뒤의 파트도 그렇고 나중에 부등식 파트도 연결이 되기 때문에 아예 나는 이거를 인식시켜 주고 싶은 거예요. ... 일차방정식과 일차함수, 이걸 따로 분리를 하지 않고, ... 그런 분리가 없이 그냥 그래프의 교점을 구하는 거 자체가 그래프식과의 연립방정식을 푸는 거라는 게 이제 자리 잡을 수 있도록.

최교사가 본 수업에서 의도한 것은 일차함수와 일차방정식, 일차함수와 일차방정식에 대한 탐구를 통해 함수의 그래프와 방정식의 관계에 대해 학생들이 개념적으로 이해하도록 하는 것이었다. 최교사의 둘째 날 수업에서 일차함수와 일차방정식의 관계에 대한 Figure 2의 표를 채워가는 과정은 다음과 같이 진행되었다.

<발췌문 1-4>

최교사: 이 두 가지(Figure 2의 1행, 2행)에 대해서 어떤 특징이 보인다거나, 여러분들이 눈에 뭔가 보인다거나, 규칙이라던가, 보여요? ... 아까 일차함수와 일차방정식에 대해서 이야기했었죠? ... ①

... (중략) ...

최교사: 서로 다른 두 허근이 나왔을 겁니다. 서로 다른 두 허근. 허근을 가지겠죠. 어제 영수가 얘기했던 것처럼, 좌표평면 상에서 우리가 나타낼 수 없지만 허근이라는 걸 가진다고 이야기를 했었습니다. 자 그러면은 여러분들이 2차방정식 배울 때 생각해 봅시다. 우리가 2차방정식을 맨처음의 근의 공식 이야기했구요. 허근이야기를 하면서 ... ②

Figure 2를 채워가는 과정에서 최교사는 과제 1의 일차함수와 일차방정식의 관계(① 참조)와 이전 시간에 다른 일차방정식의 허근에 대한 내용(② 및 <발췌문 1-1> 참조) 등 학생들이 사전에 학습한 내용들을 연결하면서 수업을 진행하였다. 최교사는 위와 같이

수업을 진행하기 위해 첫째 날 수업에서  $x$ 절편과  $y$ 절편을 다루고, 둘째 날 수업의 초반부에 일차함수와 일차방정식의 관계를 다루도록 의도적으로 과제를 구성했던 것이었다. 이러한 과제 설계 및 운영은 최고사의 수업에서 학생들의 사전 지식에 대한 이해를 기반으로 일차함수와 일차방정식의 관계를 추론하고 사전에 학습한 내용과의 차이점을 파악하여 학생들이 개념적 이해를 하도록 하는데 이바지하였다. 이에 최고사의 수업은 학습 참여 기준에서 3점으로 분석되었다.

### (3) 학습 심화

최고사의 수업에서 학습 심화 기준과 관련된 내용은 교사공동체 구성원인 김교사의 3차 사전협의회의에서의 언급에서 주로 드러났다. 김교사는 효과적인 수업 운영을 위해 “메인 발문이 있어야 돼. … 발문을 중심으로 그대로 가지고 가면서 얘기해보면 될 거 같아요. 예를 들면 일차함수와 직선의 위치관계보다, 두 직선이 만날까? 이런 정도”라고 제안하였다. 이에 최고사는 수업 중에 할 주요 발문을 Figure 1과 Figure 2에 제시된 질문의 형태로 만들고, 학생들이 각 질문에 답을 찾아나가는 수업을 설계하였다. 이는 주요 학습 내용에 대한 학생들의 반응을 이끌어내기 위해 교사가 수업 전에 세심하게 질문을 선정하고 있음을 드러낸다. 실제로 둘째 날 수업에서 최고사는 위의 질문들을 통해 학생의 반응을 이끌어갔다.

이 외에도 최고사는 학생들의 의견들을 이끌어낸 후 이들의 반응을 기반으로 개념적 이해를 발전시키는 기회를 제공하였다. 대표적으로 <발췌문 1-1>에서 이를 확인할 수 있으며, 둘째 날 수업의 과제 1에서 활동 1로부터 알 수 있는 사실을 찾도록 할 때에도 이를 확인할 수 있다. 최고사는 수업에서 학생들에게 모둠 별로 의견을 나뉘보도록 한 후 그 결과를 전체 학생들과 공유하도록 하였고, 1조는 다음과 같이 발표하였다.

#### <발췌문 1-5>

학생16:  $y = ax + b$ 의  $x$ 절편은  $y$ 값에 0을 대입한 방정식의 근이다.

최고사:  $y = ax + b$ . 일차함수의 가장 일반적인 형태를 들고 와줬습니다. 그거의  $x$ 절편은  $y$ 값에 0을 대입한 방정식의 근이다라고 되어있어요. 한 가지만 물을 게요. 여기서  $a$ 가 0이면 어떻게 돼요?

학생16:  $a$ 가 0이면

학생17:  $y = b$ 요

학생16:  $x$ 축에 평행한 직선이나  $y$ 축에 수직한.

최고사: 그럼 이 이야기 쓸 수 있어요?

학생16: 아니요.

최고사: 그럼 어떻게 해야 해?

학생16:  $a$ 가 0이 아니다.

최고사: 이거( $a \neq 0$ )를 넣으면 더 정확해질 거 같습니다.

이처럼 최고사는 모둠 별 논의를 통해 학생들이 의견을 나타내도록 이끌고 이러한 의견들을 공유할 때 적절한 피드백을 제공하며 보완해주면서 이들의 의견이 발전되어 개념적 이해를 할 수 있도록 도와주었다. 최고사는 학생들과의 상호작용을 촉진하여 학생들의 아이디어를 이끌어내고 이들의 아이디어를 기반으로 일차함수와 일차방정식의 관계에 대한 이해를 발전시키는데 이바지하고 있으므로 학습 심화 기준에서 이 수업은 4점으로 분석되었다.

### (4) 표상 도구

사전협의회의에서 최고사는 본 수업에서 일차함수와 일차방정식의 관계를 다루는 이유로 학생들이 “표상이나 이런 것들을 잘 모르니까 판별식 오류가 너무 많았다”는 점을 제시하였다. 그리고 학생들의 그래프 표상 이해에서의 어려움을 해소하기 위해 “그래프 그릴 때는  $y$ 절편하고  $x$ 절편 다 구하라고 … 좀 더 그래프에 대한 많은 이야기를” 하고자 계획하였다. 실제로 최고사의 둘째 날 수업 중 Figure 2의 표를 채워가는 과정에서 일차함수의 식과 그래프의 연결은 아래와 같이 진행되었다.

#### <발췌문 1-6>

최고사: 그럼 지금 주어진 함수를 이렇게 여러분들이 개략적으로 그릴 수 있을까요?

학생들: 네.

최교사: 어, 그러면  $x$ 절편이 두 개가 되는 함수를 여러분들이 대표적으로 그린다면 어떻게 표현할 수 있을까?

학생들: 살짝 두 식은 생기게요?

최교사: 살짝 두 식은 생기게요? 아래로 볼록하다, 그러면 아래로 볼록한 거 위예요? 아래예요?

학생들: 위에.

최교사: 이거(위)죠. 그럼 이렇게()그릴 수 있나요?

학생들: 네

최교사: 그죠. 자 그러면 여기에 생기는 점을 한번 표현해봅시다.

학생들:  $\alpha, \beta$

최교사는 사전에 계획한 대로 이차함수의 식과 그래프, 이차방정식의 근과 판별식 등을 연결하여 표를 채워 나갔다. 이러한 최교사의 수업 진행은 학생들이 여러 표상들 사이의 연결을 통해 이차함수와 이차방정식 사이의 관계를 이해하는데 이바지하는 것처럼 보였다. 이처럼 최교사는 학생들의 사전 이해에서 표상과 관련하여 어려운 점을 분석하고 이를 보완하여 이들이 이차함수와 이차방정식에 대한 개념적 이해를 할 수 있도록 하는데 그래프 표상을 사용하고 있어 이 수업은 표상 도구 규준에서 4점으로 분석되었다.

## 박교사의 3년차 수업

### 수업 스케치

박교사의 수업은 이항분포에 대한 문제만들기 활동으로 구성되었다. 첫번째 과제는 Figure 3의 과제 1이었다. 박교사는 과제1의 세부 문제들에 대한 구체적인 설명 없이 학생들에게 각 문제를 개별적으로 해결하도록 하였다. 많은 학생들은 문제를 해결하는데 어려움을 겪는 것처럼 보였으며, 일부 학생들은 문제 해결 과정에서 모르는 부분을 순회지도 중인 교사에게 물어보았다. 확률질량함수를 구해야 하는 과제1의 문제 (1)에서 많은 학생들이 지속적으로 어려워하는 모습이 보이자 박교사는 확률질량함수의 뜻을 설명하였다. 이후 박교사는 주어진 문제 상황을 바꿔서 새로운 문제를 만들어보라고 하였다. 일부 학생들은 문제만들기 과정에서 궁금한 사항에 대하여 박교사에게 직접 질문하였으며, 박교사는 개별 학생의 질문에 답을 해주면서 이들의 문제만들기 활동을 도와주었다.

과제 2는 Figure 4와 같이 주어진 식을 확률질량함수로 가지는 상황에 대한 문제를 만드는 것이었다. 학생들은 주어진 확률질량함수를 가지는 분포가 이항분포임을 스스로 깨닫고 문제를 만들어야 했지만, 박교사는 학생들이 이를 찾을 수 있는 시간을 주지 않고

1. 바깥의 숫자 1, 2, 3, 4가 각 면에 적힌 정사면체 안 개를 5번 던질 때, 바깥과 닿은 면에 적힌 수가 1인 외수를 확률변수  $X$ 라 하자.

(1)  $X$ 의 확률질량함수를 구해봅시다.

(2)  $X$ 의 확률분포표를 작성하세요.

$X$						계
$P(X=x)$						1

(3)  $X$ 의 확률분포를 구해봅시다.

※ 문제만들기 ※

Figure 3. Task 1 of Mr. Park's instruction.

바로 이항분포를 찾아야 한다고 설명하였다. 이에 학생들은 각자 이항분포 문제를 만들었고 그 과정에서 궁금한 점에 대하여 박교사에게 개별적으로 질문하였다. 이후 수업은 학생들이 만든 문제를 공유하거나 전체 학생들과 이야기하는 시간 없이 종료되었다.

### edTPA 수업 실행 규준에 따른 수업 특징 세부 분석

2. 확률변수  $X$ 가 갖는 값이  $0, 1, 2, \dots, 60$ 이고  $X$ 의 확률질량함수가  $P(X=x) = {}_{60}C_x \left(\frac{1}{3}\right)^{60} (x=0, 1, 2, \dots, 60)$ 인 문제를 만들어 봅시다.

Figure 4. Task 2 of Mr. Park's instruction.

Table 2에서 알 수 있듯이 박교사의 수업에서 학습 환경 기준은 3점이었으나 나머지 기준들에서는 모두 2점으로 낮게 나타났다. 박교사의 수업에서 각 기준별 특성은 다음과 같다.

(1) 학습 환경

박교사의 수업에서 대부분의 학생들은 개별적으로 과제를 수행하면서 필요한 경우 다음과 같이 교사에게 질문을 하는 모습을 보였다.

<발췌문 2-1>

학생21: 뽑기요? 지우개해요 지우개.

박교사: 다시 넣어버려도 되고 그러면 독립시행 되잖아.

...(중략)...

학생22: 쌤 가위바위보도 독립시행 돼요? ... ①

박교사: 해도 돼. 아무런 영향을 미치지 않잖아. ... ②

...(중략)...

학생23: 이항분포랑 확률분포와 같은 거예요? ... ③

박교사: 확률분포 중에서 이런 경우를 이항분포라 부르는 거야 확률분포 안에 이항분포가 있어. 그런데 이름을 새로 붙였어. 독립시행 때문에 평균 구하는 게 너무 쉬워지잖아. 우리 저번에 이렇게 안 구하고 일일이 구했잖아. 핵심은 독립시행이야 ... ④

...(중략)...

학생24: 쌤, 못 하겠어요 1/3이 안 나와요.

박교사: 뭘 못 하겠어? 아니 가위바위보도 나올 수 있어. 총 9가지 경우잖아. 그 중에서 3가지가 나오게 하면 되잖아. 내가 이길 수 있게 하면 되지 않나? 아닌데 그러면 1/2인가 아닌데? 9가지 경우가 나오잖아. 내가 이길 수 있는 건 빠 내서 이기거나 나 목 내서 이기거나 찌 내서 이기거나 1/2 아니야? 그러면 하긴 비기는 것도 있으니까 맞다. 가위바위보 했을 때 내가 이길 확률 1/3, 질 확률 1/3, 비길 확률 1/3. 영진이는 꽤 만만하지 않을 거야. 풀이가 그렇지 횡수를 60번 해야지. 그러니까 애를 문제로 만들어봐. ... ⑤

이처럼 박교사의 수업에서 학생들이 교사에게 자유롭게 질문을 할 수 있었던 것은 박교사가 학생들과 친밀한 관계를 유지하면서 질문이 허용된 수업 환경을 만들어주었을 뿐만 아니라 박교사가 학생들의 질문을 존중하고 있기 때문인 것으로 보인다. 박교사는 문제만들기 활동 후 문제를 다 만든 학생들에게 “다한 사람끼리 점검해봐 점검. ... 애들아, 만든 거 점검해줘야 돼”와 같이 서로의 문제를 점검하도록 여러 번 언급하였다. 이는 박교사가 학생들이 서로가 만든 문제에 대한 상호 존중을 기반으로 의사소통하기를 의도한 것으로 볼 수 있다. 박교사의 수업에서는 학생들이 교사에게 자유롭게 질문을 할 수 있었고 동시에 학생들의 질문을 교사가 존중하고 있었으며, 학생들이 서로를 존중하면서 문제를 점검하는 환경이 제공되었기에 학습 환경 기준에서 3점으로 분석되었다.

(2) 학습 참여

박교사의 수업에서 활용된 과제1과 과제2는 학생들이 문제만들기를 통해 이항분포에 대한 개념적 이해를 향상시키고, 만든 문제를 해결해보는 과정을 통해 문제해결 능력을 신장시킬 수 있는 가능성을 가지고 있었다. 그러나 박교사는 수업에서 문제만들기 활동을 이끌어갈 때 학생들의 이항분포에 대한 개념적 이해를 돕는데 미흡한 모습을 보였다. 예를 들어, 과제 2에서의 문제만들기 활동에 대해 박교사는 다음과 같이 안내하였다.

<발췌문 2-2>

박교사: 다한 사람은 넘기면 결과가 나와있어. 이 결과에 맞는 이항분포를 만드는 거야. ... 여기서 확률분포를 뭐를 말하나 하면 이항분포. 그 이항분포잖아. 이항분포를 기호로 표시하는 방법. 그렇지 한 번 만들어봐.

과제2는 학생들이 스스로 주어진 확률질량함수를 가지는 확률분포가 이항분포임을 깨닫고 이에 맞는 문제 상황을 만들면서 이항분포에 대한 이해가 깊어지는 것을 목적으로 하였다. 그러나 박교사는 먼저 이 분포가 이항분포임을 알려주어 학생들이 이항분포를 개념적으로 이해하는데 기여하지 못하였다. 또한 학생들은 문제를 만드는 과정에서 <발췌문 2-1>의 ①, ③과 같은 질문을 하였다. 이는 학생들이 독립시행의 의미를 모르고 있을 뿐만 아니라 이항분포와 확률분포의 관계도 명확히 이해하지 못하고 있음을 드러낸다. 수업에서는 이러한 학생들의 질문들이 지속적으로 제기되었다. 이는 학생들이 문제만들기 활동을 통해 이항분포의 개념을 이해하는데 어려움을 갖고 있음을 나타낸다. 학생들의 질문에 대하여 박교사는 <발췌문 2-1>의 ④와 같이 이전에 학습한 개념을 활용하여 이항분포와 확률분포 사이의 관계를 설명하였으나, 이는 이항분포의 의미에 대한 개념적인 설명이라기 보다는 절차적인 측면에 주목한 피상적인 설명이었다.

일반적으로 문제만들기 활동은 학생들이 수학적 대상과 관계를 탐구하는 기회를 제공할 수 있는 가능성을 가지지만, 이 수업에서의 문제만들기 활동은 학생들이 만든 각 상황들이 이항분포와 어떻게 관련되는지 추론하고 이들의 이항분포에 대한 개념적 이해를 발전시키도록 하는데 한계가 있어 보였다. 박교사는 이항분포와 더불어 이전에 학습한 확률분포, 독립시행 등의 개념들을 다소 피상적으로 연결하고 있었기에 이 수업은 학습 참여 기준에서 2점으로 분석되었다.

### (3) 학습 심화

사전협의회에서 학습 심화 기준과 관련된 내용은 교사공동체 구성원인 김교사의 언급에서 다음과 같이 드러났다.

#### <발췌문 2-3>

김교사: 이산확률에 대한 개념을 확장시키고, 이항분포의 개념을 확장시키는 게 문제만들기인데 미리 준비해야 돼요. 선생님 이 얘기할 수 있는 개념 사례들을 여러가지 준비해 가서 애들이 나오지 않았을 때, 질문을 해줄 수 있어야 할 거 같아. 대표적인 사례로는 뭐 정사면체 주사위 같은 경우는 한 개 아니고 두 개 뭐 이런 상황이 많이 나오잖아. ... 그다음 공을 꺼낼 때 다시 안 넣거나 이런 상황들이 주로 많이 나오죠. 아니면 꺼내 가지고 꺼냈는데 조건을 더 붙이는 거지. 소수가 된 다든지, 그런 예들을 몇 가지 준비를 해야 될 거 같아. 준비 안 하면 애들이 얘기되는 문제를 가지고 끝나 버릴 수 있기 때문에.

박교사: (학생들이 만들어서) 나오는 거 하는게 제일 좋겠죠?

김교사: 두 합이 소수 되는 것도 나오고, 또 뭐 있지? 여기 있네. 주머니를 2개로 만들었어. 이거는 여기서

최교사: 두 개 합이 소수가 되게 소수가 되는 호수를 만들었지 어쨌든 이항분포를 만들 거니까 개수였지만 그런 거 아니어도 앞에서 이렇게 써버리면 더 쉬울 거니까.

김교사: 그건 이항분포 할 때 이야기하면 되겠네 검은 공이니까. 흰 공의 개수 아니면.

김교사는 문제만들기 활동을 통해 학생들의 이산확률변수와 이항분포의 개념 이해를 돕기 위해서는 교사가 여러 가지 질문과 문제 사례를 준비해서 필요한 경우 제공해야 한다고 제안하였다. 이는 학생들에게 문제만들기 활동을 어떻게 수행해야 하는지를 알려줄 수 있을 뿐만 아니라 문제만들기 활동을 통해 학생들의 아이디어를 이끌어 궁극적으로는 개념 이해라는 수업 목표를 달성할 수 있도록 하기 위해서였다. 또한 김교사는 구체적인 문제 사례를 제안하였다. 그러나 수업에서 박교사는 문제만들기를 통해 개념 이해를 이끌 수 있도록 하는데 유용한 질문이나 구체적인 사례를 제공하지 않았다. 또한 박교사는 <발췌문 2-1>의 ②, ④, ⑤에서 알 수 있듯이 적절한 발문을 통해 학생의 사고를 이끌어주기보다는 학생의 질문에 대해 정오를 판단해 주거나 직접적으로 답을 알려주는 설명으로 일관하였다. 이처럼 수업에서 박교사는 학생들의 개념적 이해를 돕기 위한 질문을 하지 않고, 피상적인 질문으로 일관하며, 주로 학생의 반응에 대해 정오를 확인하고 있어 이 수업은 학습 심화 기준에서 2점으로 분석되었다.

### (4) 표상 도구

박교사의 수업에서는 확률질량함수의 그래프나 확률분포표 등의 표상 활용을 통해 학생의 개념적 이해를 향상시킬 수 있는 가능성이 있었으나, 사전협의회에서 박교사는 표상에 주목하지 않았다. 수업에서 박교사는 확률분포표를 한번 칠판에 그리기는 했지만, 이러한 표가 주어진 식과 어떻게 연결되는지는 설명하지 않았다. 또한 박교사는 학생들이 어려워하는 확률질량함수의 뜻을 아래와

같이 설명하였다.

<발췌문 24>

박교사: 확률질량함수가 뭐냐 하면  $P(X)$ 를 구하는 거야. 진짜 미지수  $X$ . 이 뜻이 뭐야?  $X$ 가 몇 번 일어났는지 찾아야 되잖아. 그렇지? 그러면 이제 몇 번 시행해? 시행이 총 몇 번이야? ...  $N$ 이 5번이지. 그거 해서 몇 번 일어나야 돼? 그러면 문제 구할 수 있지 않을까?  $P$ 가 얼마야 거기? 몇 번 일어나야 돼? ... 나머지는 몇 번 일어나야 돼? 그렇지 이게 확률질량 함수야. 알겠어?

이 설명에서 표상 사용의 가능성은 사후협의회에서 김교사의 의견을 통해 제시되었다. 김교사는 “확률질량함수는 함수다. 그래프를 그릴 수 있다 이렇게 얘기하면 돼요, 안 돼요 뭐 이렇게 얘기할 거야. 전반적으로 그래프는 되거든”이라고 하면서 박교사의 설명 과정에서 확률질량함수의 그래프 표상을 사용했다면 학생들이 효과적으로 이해했을 것이라고 언급하였다. 실제로 학생들은 과제 1을 잘 해결하지 못했으므로 이러한 김교사의 제안은 학생들의 과제 해결을 위해 도움이 되었을 수 있을 것이다. 이처럼 박교사는 수학적 개념 이해를 위해 표상을 활용하지 보다는 피상적으로 사용하였고, 유용한 표상 활용을 통해 학생들의 개념적 이해를 도울 수 있음에도 불구하고 이를 적극적으로 활용하지 않았기에 이 수업은 표상 도구 기준에서 2점으로 분석되었다.

두 초임교사의 3년차 수업 특징 요약

지금까지 언급한 바와 같이 두 교사의 수업을 edTPA의 네 가지 기준으로 분석한 결과를 정리하면 Table 3과 같다. 학습 환경 기준과 관련하여 두 교사는 모두 학생을 존중하였고, 교사와 학생 간에 친근한 관계를 형성하고 있었다. 다만 학생들이 교사에게 자유롭게 질문할 수 있는 수업 환경을 제공했던 박교사보다 더 나아가 최교사는 학생들 간에 아이디어를 공유하고 개발할 수 있는 도전적인 환경을 제공하고 있었다. 학습 참여 기준 관련하여, 최교사는 학생의 사전 지식에 기반하여 과제를 구성하였고 학생들이 이러한 과제에 참여함으로써 개념적 이해를 할 수 있도록 하였으나, 박교사는 과제에서 주요한 점들을 교사가 제공하여 학생들이 개념적 이해에 이르도록 하는데 한계가 있었다. 학습 심화 기준과 관련하여 최교사는 모둠 활동을 통해 학생들이 서로 생산적으로 의사소통하고 이들의 아이디어를 드러내도록 하는 발문을 제공하였으나, 박교사는 주로 피상적인 질문을 제공하고 학생 반응의 정오를 파악하는 거에 주목하고 있었다. 마지막으로 표상 도구 기준과 관련하여, 최교사는 다양한 표상을 연결하여 학생의 개념적 이해를 도왔으나, 박교사는 피상적으로 표상을 사용하고 있었다.

Table 3. Comparison of Ms. Choi and Mr. Park’s instruction.

Rubric	Ms. Choi	Mr. Park
Learning environment	<ul style="list-style-type: none"> <li>Respected students and maintained close relationships with them</li> <li>Provided a challenging learning environment that offered opportunities to develop students’ ideas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Respected students and maintained close relationships with them</li> <li>Provided a positive learning environment where students freely asked teacher questions and had mutual respect</li> </ul>
Engaging students in learning	<ul style="list-style-type: none"> <li>Helped students have conceptual understanding</li> <li>Designed the tasks based on students’ prior knowledge</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Was not enough to help students understand what the task is</li> <li>Offered hints on a critical part of the task, and, thus, it limited their conceptual understanding</li> <li>Superficially mentioned concepts which students learned in the previous lesson</li> </ul>
Deepening student learning	<ul style="list-style-type: none"> <li>Had interactions with students productively and elicited students’ ideas.</li> <li>Developed students’ conceptual understanding of the relationship between mathematical concepts</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Did not elicit students’ ideas</li> <li>Offered superficial questions</li> <li>Consistently evaluated whether their work was correct or not</li> </ul>
Using representations	<ul style="list-style-type: none"> <li>Used graphs to help students have conceptual understanding</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Used tables superficially without connecting the meaning of mathematical concept</li> <li>Did not use representations for students’ conceptual understanding</li> </ul>

## 논의 및 제언

이 연구에서는 두 명의 초임 수학교사의 수업을 분석하였다. 분석 대상이 된 수업을 수행한 두 교사는 같은 교원양성기관에서 예비교사교육을 받았고, 같은 해에 임용시험을 통과하였으며, 입직 단계에서부터 같은 근무환경에서 동일한 경력으로 근무하는 등 공통점이 많이 있었다. 그러나 이러한 공통점에도 불구하고 두 교사의 수업의 질에는 차이가 있었다. 최교사의 수업은 모든 수업 실행 기준에서 보통 이상의 점수를 받았으나, 박교사의 수업은 학습 환경 기준 외 나머지 기준에서 모두 점수가 낮게 나타났다. 이 연구는 사례연구이므로 이 결과를 모든 초임 수학교사의 수업의 질로 일반화하기에는 충분하지 않다. 그러나 본 연구에서 두 교사의 수업을 분석한 기준이 수학교사자격증 취득을 위한 수업 실행 기준이라는 점에 비춰 봤을 때, 박교사의 수업 점수가 낮은 것은 현재 우리나라 예비 수학교사교육이 초임교사들의 수학 수업의 질을 보장할 수 있을 만큼 충분한지, 학교 수업의 질이라는 관점에서 충분한 역량을 가진 초임교사를 배출하고 있는지에 대한 반성을 불러일으킨다. 또한 본 연구에서 분석한 자료는 입직 후 3년차 수업이었으며, 분석한 수업을 실행한 교사들은 교사공동체에 참여하고 있었으므로, 이러한 전문성 개발 지원 방식이 초임 수학교사들의 수업 실행에 유의미하게 작동하고 있는 것인지에 대해 검토해볼 필요가 있다.

우선 예비교사교육의 관점에서 본 연구에서 분석의 기준으로 삼았던 네 가지 수업 실행 기준별로 두 교사에 대한 분석 결과를 요약하고, 이에 따라 예비교사교육에서 꾸준히 지향해야 할 점과 재고해야 할 점을 살펴보면 다음과 같다.

본 연구에서 두 교사는 모두 학생을 존중하는 모습을 보였고, 학생들 간의 상호존중을 기반으로 하는 의사소통을 독려하려 하였다. 또한 이들의 수업에서 학생들은 자유롭게 교사에게 질문을 하면서 교사와 친밀한 모습을 보였다. 두 수업에서 공통적으로 조성된 이러한 환경은 구성주의 철학의 지향점과 유사하다. 구성주의에 입각한 수업에서는 학생 개인의 인지 과정뿐만 아니라 학생들 간의 의사소통의 관점에서 학습 공동체의 사회적 역할 및 학생들의 이해를 지원하는 수업 분위기를 강조한다(Gage, 2009). 두 교사는 모두 구성주의 철학이 우리나라 수학교육 전반에 영향을 미친 20세기 후반 이후에 예비교사교육을 받았기에 이러한 학습 환경을 조성할 필요성과 가치에 어느정도 동의하고 있으면서 수업에서 이를 구현한 것으로 해석해 볼 수 있다. 물론 두 교사 모두 최고 점수에 도달하지 못했고, 더 발전되어야 하는 여지는 있었으나, 두 교사 모두 학습 환경 기준의 측면에서 긍정적인 실행을 보여주었다는 점은 고무적이다.

학습 참여 기준과 관련하여 최교사는 학생들이 수학적 개념을 이해하는데 이바지할 수 있는 과제를 계획하고 이를 통해 수업에서 학생들의 수학적 개념에 대한 이해가 드러날 수 있도록 하였다. 그러나 박교사는 학생들의 수학적 개념 이해에 이바지하는데 다소 미흡한 모습을 보였다. 이 수업에서 사용된 문제만들기 활동은 수업에서 적절히 활용된다면 학생들의 수학적 개념 이해를 발전시키는데 이바지할 수 있는 인지적 요구 수준이 높은 과제였지만(Stein & Smith, 1998), 이 수업에서는 이러한 과제의 장점이 잘 드러나지 않았다. 물론 문제만들기 활동과 같은 인지적 요구 수준이 높은 과제들을 실행하는 것은 쉽지 않으며, 종종 수업에서 낮은 수준으로 변형될 수 있는데(Stein, Grover, & Henningsen 1996; Stigler & Hiebert 2004), 이 수업에서도 이러한 현상이 나타났다고 볼 수 있다. 수학 수업에서 학생들이 수학에 대한 개념적 이해 및 수학적 문제해결이나 추론을 향상시킬 수 있도록 하기 위해 교사는 과제의 어떠한 면을 강조해야 하고, 어떻게 학생들의 활동을 조직하고 운영할지 결정해야 한다(NCTM, 2000). 이러한 측면은 과제의 선택 및 설계와 더불어 과제 실행에 대한 교사의 전문성을 요구한다고 볼 수 있다. 따라서 예비교사교육 기간 동안 수학 과제 설계에서 실제 실행까지 교사의 전문적 안목과 수행 역량을 길러줄 수 있는 교육에 집중할 필요가 있을 것이다.

학습 심화 기준과 관련하여 최교사는 학생들의 아이디어를 이끌어낼 수 있는 발문을 수업 전부터 궁리하고 실제 수업에서 학생들의 아이디어가 드러날 수 있는 기회를 제공하였다. 또한 이러한 발문으로 이끌어낸 학생들의 반응을 수업에서 활용하면서 발전시켜 나가고 있었다. 그러나 박교사는 학생들의 아이디어를 이끌어낼 수 있는 질문을 거의 하지 않았고, 학생들의 의견에 대한 정오를 판단해주거나 정확한 답을 설명해주는 방식으로 의사소통을 진행하였다. 교사는 학생의 응답에서 정오를 판단해주는 것 이상으로 학생의 아이디어에 주목할 필요가 있다(Crespo, 2000). 또한 적절한 발문을 통해 학생의 아이디어를 이끌어내고 해석하는 것은 교사들이 학습해야 하는 주요 관행이다. 특히 이는 ‘질문을 만들어내고 제기하기’, ‘학생의 반응을 듣고 해석하기’, ‘추가적인 질문과 과제 발전시키기’ 등으로 세부적으로 분해할 수 있다(TeachingWorks, 2019). 초임교사들이 수업에서 이러한 관행을 실행하기 위해서

는 예비교사교육 단계에서부터 학생의 아이디어를 이끌어내고 해석하는 것의 중요성을 인식시킴과 동시에 이러한 관행의 세부 내용들을 지식적으로 가르치고 경험적으로 학습하여 수업에 적용할 수 있도록 해야 한다.

표상 도구 기준과 관련하여 초교사는 다양한 표상을 사용하였고, 학생들이 수학적 표상 간에 연결을 할 수 있는 기회를 제공하였으나, 박교사는 수업에서 표상을 거의 사용하지 않았고, 학생들의 표상에 대한 이해에 주의를 기울이지 않았다. 표상은 학생들이 수학적 개념과 절차에 대한 이해를 향상시키고, 수학 문제를 이해하고, 수학적 담화에 참여하는데 도움을 줄 수 있기에 중요하므로 (Arcavi, 2003; Stylianou & Silver, 2004), 초임교사들은 수업에서 효과적으로 시각적 표상을 사용할 수 있는 방안을 궁리하는 것이 필요하다. 특히 NCTM (2000)에서는 과정 기준의 하나로 표상을 제시하면서 수학 수업에서 표상의 중요성을 강조하고 있다. 이처럼 초임교사의 수학 수업에서 표상의 활용이 수학적 개념 이해에 이바지할 수 있도록 하기 위해서는 예비교사교육에서부터 수학 수업에서 표상 활용의 중요성을 알고 수업에서 효과적으로 표상을 활용할 수 있는 역량을 길러주어야 한다. 특히 학생들에게 여러 가지 표상 사이의 번역 기회를 제공할 수 있는 수업을 어떻게 구상할 수 있는지에 대해 학습할 수 있는 기회가 제공되어야 할 것이다.

둘째, 초임교사들을 대상으로 하는 교사교육에서는 조금 더 구체적이고 개별적인 지원이 필요하다. 본 연구에서 분석한 두 초임교사는 같은 학교의 동료교사와 약 3년간의 공동체 모임을 가졌고, 그 과정에서 함께 수업을 설계하고 반성하고 있었음에도 두 교사의 수업에서는 질적인 측면에서 차이가 나타났다. 이러한 결과는 교사공동체의 참여만으로 언제나 개별 초임교사의 수학 수업의 질을 향상시킬 수 있다고 볼 수는 없음을 나타낸다. 특히 박교사는 교사공동체 구성원들이 다양한 수업 실행 전략들을 구체적으로 제안해 줬음에도 불구하고 이를 수업에 적용하지 않았고, 이에 3년간의 수업 모두에서 학습 환경 기준 외 나머지 기준들의 점수가 일관되게 낮게 나타났다. 이러한 박교사의 모습은 공동체 구성원들로부터 제안받은 전략들의 중요성을 인식하지 못한 것이거나 중요성을 인식했지만 수업에 적용하는 기술이 부족하여 하지 못한 것이라고 해석해 볼 수 있다. 어떠한 경우이든, 박교사의 사례는 초임교사의 수학 수업 실행에 긍정적으로 이바지하기 위해서는 교사공동체에서 이루어지는 협의회에서의 자율적인 의견 교환을 넘어서는 보다 구체적이고 세심한 접근이 필요함을 나타낸다. 즉, 교사공동체 참여 외에도 개별 초임교사들이 개혁지향적 수학 수업에서 강조하는 가치를 명확히 인식하고 이를 수업에서 구현해 내는 기술을 실제로 습득할 수 있도록 하는 기회가 제공되어야 한다는 것이다. 최근에 개별 교사의 전문성 개발 방법으로 제안되는 것 중 하나는 현장전문가가 일대일로 교사의 수업 계획 및 실행, 수업 반성까지 체계적으로 함께 하며 교사의 수업 관행을 향상시킬 수 있도록 하는 코칭(coaching) (Russell, Correnti, Stein, Thomas, Bill, & Speranzo, 2020)이다. 교사교육의 관점에서 코칭은 멘토링의 한 종류로 여겨지지만, 멘토링보다 특정 과제나 기능 및 능력에 주목하고 수행과 관련된다는 점이 특징적이다(Harrison, Dymoke, & Pell, 2006). 코칭을 통한 제안들은 자율적 참여를 전제로 하는 교사공동체에서의 제안보다 수업 실행에 있어 다소 강력하게 적용될 수 있다. 본 연구 결과에 따르면 초임교사 시기에 이루어지는 이러한 강력하면서 세밀한 개별적 코칭은 초임교사들의 수업 관행을 구축하고 이들의 수업의 질 향상을 위한 지원이 될 수 있을 것이다.

이 연구에서 주목한 사례는 교원양성과정부터 지속적으로 유사한 경로로 학습해온 두 초임 수학교사의 수업 실행이었다. 두 교사의 수업은 수학 주제와 관련없이 활용할 수 있는 도구를 사용하여 분석되었지만, 두 교사의 수업에서 다른 수학 주제가 다르다는 점은 본 연구의 제한점이 될 수 있다. 따라서 후속 연구에서는 두 교사가 동일한 주제의 수업을 계획하고 실행했을 때 드러난 특징을 분석하는 연구를 수행할 수 있을 것이다. 또한 두 교사의 수업의 질에 영향을 미친 요소들에 대한 세밀한 분석이 필요하다. 예를 들어, 이들의 수업의 질과 이들이 가지고 있는 수학 지식, 기술, 신념 등 전문적 역량과의 관계를 분석하여 수업 실행에서의 차이에 대한 원인을 밝히는 연구를 수행할 수 있다. 이러한 연구들을 통해 우리나라 초임교사의 수학 수업 실행에서의 질적 향상을 모색하는 방안에 대한 시사점을 구체적으로 연결 기대한다.

## ACKNOWLEDGEMENTS

이 논문은 2020년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 인문사회분야 신진연구자지원사업의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2020S1A5A8044078).

## REFERENCES

- Arcavi, A. (2003). The role of visual representations in the learning of mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 52, 215–241. <https://doi.org/10.1023/A:1024312321077>
- Bae, S. K. (2015). *A study on the didactic transposition of mathematical knowledge of middle school mathematics teachers*. [Unpublished doctoral dissertation]. Ewha Womans University.
- 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. <https://doi.org/10.1177/0022487108324554>
- Boston, M. (2012). Assessing instructional quality in mathematics. *The Elementary School Journal*, 113(1), 76–104. <https://doi.org/10.1086/666387>
- Charalambous, C. Y., & Praetorius, A.-K. (2018). Studying mathematics instruction through different lenses: setting the ground for understanding instructional quality more comprehensively. *ZDM Mathematics Education*, 50(3), 355–366. <https://doi.org/10.1007/s11858-018-0914-8>
- Choe, S., & Hwang, H. J. (2009). The research on pedagogical content knowledge (PCK) focused on instructional consulting for secondary beginning teachers. *Journal of the Korean School Mathematics Society*, 12(4), 453–492.
- Choe, S. H., Kim, J. H., Lee, J. S., Kang, D. H., Yoo, J. Y., Choi, W. Y., . . . Yang, J. M. (2002). *Improving the quality of school education in Korea(II) A qualitative case study on good mathematics teaching in secondary schools*. Retrieved Jan 15, 2022 from <https://www.kice.re.kr/resrchBoard/view.do?seq=30768&s=kice&m=030109>
- Choi, Y., Choi, S., & Kim, D. (2014). An Investigation of beginning and experienced teachers' PCK and teaching practices: Middle school functions. *Journal of the Korean School Mathematics Society*, 17(2), 251–274.
- Common Core State Standards Initiative [CCSSI]. (2010). *Common core state standards for mathematics*. National Governors Association Center for Best Practices and the Council of Chief State School Officers. Retrieved Nov 23, 2021 from [http://www.corestandards.org/wp-content/uploads/Math\\_Standards.pdf](http://www.corestandards.org/wp-content/uploads/Math_Standards.pdf)
- Crespo, S. (2000). Seeing more than right and wrong answers: Prospective teachers' interpretations of students' mathematical work. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 3(2), 155–181. <https://doi.org/10.1023/A:1009999016764>
- Cuoco, A. A., & Curcio, F. R. (Eds.). (2001). *The roles of representation in school mathematics (NCTM 2001 Yearbook)*. National Council of Teachers of Mathematics.
- Darling-Hammond, L., & Ball, D. L. (1998). *Teaching for high standards: What policymakers need to know and be able to do*. National Commission on Teaching and America's Future and Consortium for Policy Research in Education.
- Desimone, L. M., Hochberg, E. D., & McMaken, J. (2016). Teacher knowledge and instructional quality of beginning teachers: Growth and linkages. *Teachers College Record*, 118(5), 1–54. <https://doi.org/10.1177/016146811611800507>
- Even, R., Tirosh, D., & Robinson, N. (1993). Connectedness in teaching equivalent algebraic expressions: Novice versus expert teachers. *Mathematics Education Research Journal*, 5(1), 50–59. <https://doi.org/10.1007/BF03217254>
- Feiman-Nemser, S. (2001). From preparation to practice: Designing a continuum to strengthen and sustain teaching. *Teachers College Record*, 103(6), 1013–1055.
- Gage, N. L. (2009). *A conception of teaching*. Springer-Verlag.
- Harris, P. M. (2001). *The guide to national professional certification programs*. Human Resource Development.
- Harrison, J., Dymoke, S., & Pell, T. (2006). Mentoring beginning teachers in secondary schools: An analysis of practice. *Teaching and Teacher Education*, 22(8), 1055–1067. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2006.04.021>
- Hwang, S., & Son, T. (2020). Exploring effects of elementary teachers' mathematics instruction, mathematics teaching efficacy, and student mathematical interest on mathematics achievement: An application of multilevel structural equation modeling. *Education of Primary School Mathematics*, 23(4), 175–189. <https://doi.org/10.7468/jksmec.2020.23.4.175>
- Hill, H. C., Blunk, M. L., Charalambous, C. Y., Lewis, J. M., Phelps, G. C., Sleep, L., & Ball, D. L. (2008). Mathematical knowledge for teaching and the mathematical quality of instruction: An exploratory study. *Cognition and Instruction*, 26(4), 430–511. <https://doi.org/10.1080/07370000802177235>
- Hill, H. C., Umland, K., Litke, E., & Kapitula, L. R. (2012). Teacher quality and quality teaching: Examining the relationship of a teacher assessment to practice. *American Journal of Education*, 118(4), 489–519. <https://doi.org/10.1086/666380>
- Huberman, M. (1989). The professional life cycle of teachers. *Teachers College Record*, 91(1), 31–57.

- Hudson, P., Miller, S. P., & Butler, F. (2006). Adapting and merging explicit instruction within reform based mathematics classrooms. *American Secondary Education*, 35(1), 19-32.
- Kagan, D. M. (1992). Professional growth among pre-service and beginning teachers. *Review of Educational Research*, 62, 129-179. <https://doi.org/10.2307/1170578>
- Kim, C. J. (2009). In-service education and development of professional teaching ability. *Educational Research and Practice*, 75, 67-90.
- Kim, S.-K. (2016). Analysis of mathematical quality of instruction between preservice and inservice mathematics teachers. *The Mathematical Education*, 55(4), 397-416. <https://doi.org/10.7468/mathedu.2016.55.4.397>
- Kim, S. Y. (2007). *Novice teachers' pedagogical content knowledge regarding integers and rational numbers*. [Unpublished master dissertation]. Ewha Womans University.
- Kim, Y. K. (2014). *Novice high school teachers' KAT: Focusing on variables and expressions in 1st grade high school*. [Unpublished master dissertation]. Seoul National University.
- Kim, Y. K., & Pang, J. (2012). An analysis of novice teachers' pedagogical content knowledge in elementary mathematics teaching. *Journal of the Korean School Mathematics Society*, 15(1), 27-51.
- Koh, H. J., & Ko, S. (2013). An analysis of novice teachers' specialized content knowledge for teaching in high school calculus lessons. *Journal of the Korean School Mathematics Society*, 16(1), 157-185.
- Krainer, K. (2005). What is "Good" mathematics teaching, and how can research inform practice and policy? *Journal of Mathematics Teacher Education*, 8(2), 75-81. <https://doi.org/10.1007/s10857-005-4766-0>
- LaBerge, V. B., & Sons, L. R. (1999). First-year teachers' implementation of the NCTM standards. *PRIMUS*, 9(2), 139-156. <https://doi.org/10.1080/10511979908965923>
- Lampert, M., Franke, M. L., Kazemi, E., Ghouseini, H., Turrou, A. C., Beasley, H., Cunard, A., & Crowe, K. (2013). Keeping it complex: Using rehearsals to support novice teacher learning of ambitious teaching. *Journal of Teacher Education*, 64(3), 226-243. <https://doi.org/10.1177/0022487112473837>
- Lee, J., & Santagata, R. (2020). A longitudinal study of novice primary school teachers' knowledge and quality of mathematics instruction. *ZDM*, 52(2), 295-309. <https://doi.org/10.1007/s11858-019-01123-y>
- Lewis, G. M. (2014). Implementing a reform-oriented pedagogy: challenges for novice secondary mathematics teachers. *Mathematics Education Research Journal*, 26(2), 399-419. <https://doi.org/10.1007/s13394-013-0092-5>
- Ministry of Education (2015). *Mathematics curriculum*. Ministry of Education.
- National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. National Council of Teachers of Mathematics.
- National Research Council [NRC]. (2001). *Adding it up: Helping children learn mathematics*. National Academy Press.
- Norcini, J. J. (1994). Research on standards for professional licensure and certification examinations. *Evaluation and the Health Professions*, 17, 160-177. <https://doi.org/10.1177/016327879401700203>
- OECD. (2013). *Education at a glance 2013: OECD indicators*. OECD Publishing.
- Pang, J. (2009). Good mathematics instruction in South Korea. *ZDM*, 41(3), 349-362. <https://doi.org/10.1007/s11858-009-0169-5>
- Park, H. H. (2009). A study on teacher evaluation in consideration of stages in life span. *CNU Journal of Educational Studies*, 30(2), 1-25.
- Park, M., Ahn, H., & Mam, N. (2005). The difficulties experienced by the novice elementary school teachers in the mathematics classes. *Journal of the Korean School Mathematics Society*, 8(2), 291-314.
- Russell, J. L., Correnti, R., Stein, M. K., Thomas, A., Bill, V., & Speranzo, L. (2020). Mathematics coaching for conceptual understanding: Promising evidence regarding the Tennessee math coaching model. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 42(3), 439-466. <https://doi.org/10.3102/0162373720940699>
- Santagata, R., & Lee, J. (2021). Mathematical knowledge for teaching and the mathematical quality of instruction: A study of novice elementary school teachers. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 24(1), 33-60. <https://doi.org/10.1007/s10857-019-09447-y>
- Seo, H., Kim, Y., Kim, J., Paik, S., Son, J., Song, J., . . . Heo, N. (2010). *Lifelong professional development system for inservice teachers of science and mathematics*. Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity.
- Shim, S. K. (2013). An analysis on the perceptions of beginning secondary mathematics teachers about teacher knowledge. *School Mathematics*, 15(2), 443-457.

- Smith, M. S., & Stein, M. K. (1998). Selecting and creating mathematical tasks: From research to practice. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 3(5), 344-350. <https://doi.org/10.5951/MTMS.3.5.0344>
- Smith, M. S., & Stein, M. K. (2018). *5 practices for orchestrating productive mathematics discussions* (2nd ed.). National Council of Teachers of Mathematics.
- Song, K. Y., & Pang, J. (2012). Novice elementary teachers' knowledge of students' errors on plane figures. *Journal of the Korean School Mathematics Society*, 15(3), 429-451.
- Stanford Center for Assessment, Learning, and Equity [SCALE]. (2015). *edTPA: Secondary mathematics*. Retrieved Jan 2, 2022 from <http://www.edtpa.com/Home.aspx/>
- Stein, M. K., & Smith, M. S. (1998). Mathematical tasks as a framework for reflection: From research to practice. *Mathematics Teaching in the Middle School MTMS*, 3(4), 268-275. <https://doi.org/10.5951/MTMS.3.4.0268>
- Stein, M. K., Grover, B. W., & Henningsen, M. (1996). Building student capacity for mathematical thinking and reasoning: An analysis of mathematical tasks used in reform classrooms. *American Educational Research Journal*, 33(2), 455-488. <https://doi.org/10.3102/00028312033002455>
- Stigler, J. W., & Hiebert, J. (2004). Improving mathematics teaching. *Educational Leadership*, 61(5), 12-16.
- Stylianou, D. A., & Silver, E. A. (2004). The role of visual representations in advanced mathematical problem solving: An examination of expert-novice similarities and differences. *Mathematical Thinking and Learning*, 6(4), 353-387. [https://doi.org/10.1207/s15327833mtl0604\\_1](https://doi.org/10.1207/s15327833mtl0604_1)
- Teacher Education by Design [TEDD]. (2014). <https://tedd.org/>
- TeachingWorks (2019). *Eliciting and interpreting student thinking decomposition*. Retrieved from [https://library.teachingworks.org/wp-content/uploads/Eliciting\\_Decomposition.pdf](https://library.teachingworks.org/wp-content/uploads/Eliciting_Decomposition.pdf)
- Wang, A., Coleman, A. B., Coley, R. J., & Phelps, R. P. (2003). *Preparing teachers around the world*. Educational Testing Service.
- Wilson, P. S., Cooney, T. J., & Stinson, D. W. (2005). What constitutes good mathematics teaching and how it develops: Nine high school teachers' perspectives. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 8(2), 83-111. <https://doi.org/10.1007/s10857-005-4796-7>
- Yin, R. K. (2003). *Case study research: Design and methods* (3rd ed.). Sage Publications.

## Appendix

### Appendix 1. Learning environment (SCALE, 2015, p. 24).

How does the candidate demonstrate a respectful learning environment that supports students' engagement in learning?

Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5
The clip(s) reveal evidence of disrespectful interactions between teacher and students or between students. OR Candidate allows disruptive behavior to interfere with student learning.	The candidate demonstrates respect for students.  AND Candidate provides a learning environment that serves primarily to control student behavior, and minimally supports the learning goals.	The candidate demonstrates rapport with and respect for students.  AND Candidate provides a positive, low-risk learning environment that reveals mutual respect among students.	The candidate demonstrates rapport with and respect for students.  AND Candidate provides a challenging learning environment that promotes mutual respect among students.	The candidate demonstrates rapport with and respect for students.  AND Candidate provides a challenging learning environment that provides opportunities to express varied perspectives and promotes mutual respect among students.

**Appendix 2.** Engaging students in learning (SCALE, 2015, p. 25).

How does the candidate actively engage students in developing conceptual understanding, procedural fluency, AND/OR mathematical reasoning and/or problem-solving skills?

Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5
Students are participating in tasks that are vaguely or superficially related to the central focus.	Students are participating in learning tasks focusing primarily on mathematical procedures with little attention to understanding of <ul style="list-style-type: none"> <li>• mathematical concepts</li> </ul> OR <ul style="list-style-type: none"> <li>• mathematical reasoning and/or problem-solving skills.</li> </ul>	Students are engaged in learning tasks that address understanding of <ul style="list-style-type: none"> <li>• mathematical concepts,</li> <li>• procedures, AND</li> <li>• mathematical reasoning and/or problem-solving skills.</li> </ul>	Students are engaged in learning tasks that develop understanding of <ul style="list-style-type: none"> <li>• mathematical concepts,</li> <li>• procedures, AND</li> <li>• mathematical reasoning and/or problem-solving skills.</li> </ul>	Students are engaged in learning tasks that deepen and extend their understanding of <ul style="list-style-type: none"> <li>• mathematical concepts,</li> <li>• procedures, AND</li> <li>• mathematical reasoning and/or problem-solving skills.</li> </ul>
There is little or no evidence that the candidate links students' prior academic learning or personal, cultural, or community assets with new learning.	Candidate makes vague or superficial links between prior academic learning and new learning.	Candidate links prior academic learning to new learning.	Candidate links prior academic learning AND personal, cultural, or community assets to new learning.	Candidate prompts students to link prior academic learning AND personal, cultural, or community assets to new learning.

**Appendix 3.** Deepening student learning (SCALE, 2015, p. 26).

How does the candidate elicit responses to promote thinking and to develop conceptual understanding, procedural fluency, AND mathematical reasoning and/or problem-solving skills?

Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5
Candidate does most of the talking and students provide few responses. OR Candidate responses include significant content inaccuracies that will lead to student misunderstandings.	Candidate primarily asks surface-level questions and evaluates student responses as correct or incorrect.	Candidate elicits student responses related to understanding <ul style="list-style-type: none"> <li>• mathematical concepts,</li> <li>• procedures, OR</li> <li>• mathematical reasoning and/or problem-solving skills.</li> </ul>	Candidate elicits and builds on students' responses to develop understanding of <ul style="list-style-type: none"> <li>• mathematical concepts,</li> <li>• procedures, AND</li> <li>• mathematical reasoning and/or problem-solving skills.</li> </ul>	Candidate facilitates interactions among students so they can evaluate their own abilities to understand and apply <ul style="list-style-type: none"> <li>• mathematical concepts,</li> <li>• procedures, AND</li> <li>• mathematical reasoning and/or problem-solving skills.</li> </ul>

**Appendix 4.** Subject-specific pedagogy: Using representations (SCALE, 2015, p. 27).

How does the candidate use representations to develop students' understanding of mathematical concepts and procedures?

Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5
Candidate stays focused on facts or procedures with little or no attention to mathematical concepts. OR Candidate uses mathematically inappropriate representations or uses representations in ways that will lead to student misunderstandings.	Candidate makes vague or superficial use of representations to help students understand mathematical concepts and procedures.	Candidate uses representations in ways that help students understand mathematical concepts and procedures.	Candidate provides opportunities for students to use representations in ways that deepen student understanding of mathematical concepts and procedures.	Level 4 plus: Candidate facilitates interactions among students so they can evaluate their own abilities to use representations to represent and understand mathematical concepts and procedures.