



Research Article

Challenges faced by elementary teachers in implementing the five practices for effective mathematical discussions

Pang, JeongSuk¹ · Kim, Sohyeon² · An, Hyojoo³ · Chung, Jisu⁴ · Kwak, Giwoo^{5*}

¹Professor, Korea National University of Education

²Teacher, Daejeon Gayang Elementary School

³Teacher, Cheongsong Bunam Elementary School

⁴Teacher, Goyang gwansan Elementary School

⁵Graduate student, Graduate School of Korea National University of Education

*Corresponding Author: Kwak, Giwoo (giwoo9292@naver.com)

ABSTRACT

Even the teachers who agree with the necessity of effective mathematical discussions find it difficult to orchestrate such discussions in the actual lessons. This study focused on analyzing the difficulties 15 elementary school teachers faced in applying "the five practices for orchestrating productive mathematics discussions" to their lessons. Specifically, this study analyzed the process of planning, implementing, and reflecting on the lessons to which three or four teachers as a teacher community applied the five practices. The results of this study showed that the teachers experienced difficulties in selecting and presenting tasks tailored to the student levels and class environment, monitoring all students' solutions, and identifying the core mathematical ideas in student solutions. In addition, this study revealed practical and specific difficulties that had not been described in the previous studies, such as writing a lesson plan for effective use, simultaneously performing multiple teacher roles, and visually sharing student presentations. This study is expected to provide practical tips for elementary school teachers who are eager to promote effective mathematical discussions and to provoke professional discourse for teacher educators through specific examples.

Key words: the five practices, mathematical discussions, teacher community, elementary mathematics instruction, professional development

효과적인 수학적 논의를 위한 5가지 관행의 적용 과정에서 초등학교 교사들이 직면하는 어려움

방정숙¹ · 김소현² · 안효주³ · 정지수⁴ · 광기우^{5*}

¹한국교원대학교 교수 · ²대전 가양초등학교 교사 · ³청송 부남초등학교 교사 · ⁴고양 관산초등학교 교사 · ⁵한국교원대학교 대학원 학생

*교신저자: 광기우 (giwoo9292@naver.com)

초록

많은 교사들이 수학 수업에서 효과적인 논의를 하고 싶어 하지만 정작 성공적으로 수행하기란 쉽지 않다. 이에 본 연구에서는 '효과적인 수학적 논의를 위해 교사가 알아야 할 5가지 관행'에 대해서 학습하고 이를 수업에 적극적으로 적용하는 과정에서 15명의 초등학교 교사들이 실제로 어떤 어려움에 직면하는지를 분석하는 것에 중점을 두었다. 특히 본 연구 대상 교사들이 3~4명씩 교사 공동체를 구성하여 5가지 관행을 적용한 수업을 설계·실행·반성하는 과정을 종합적으로 분석하였다. 연구 결과, 교사들은 학생들의 수준과 수업 환경에 적합한 과제를 선정하는 데 가장 많은 어려움을 겪었고, 모든 학생들의 해결 방법을 점검하는 것, 그리고 학생들의 해결 방법을 핵심적인 수학적 아이디어와 연결하는 것에 어려움을 겪는 것으로

Received February 01, 2023

Revised February 16, 2023

Accepted February 16, 2023

2000 Mathematics Subject Classification : 97B50

Copyright © 2023 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.

드러났다. 또한 효율적으로 활용할 수 있는 지도안 작성하기, 다양한 교사의 역할을 동시에 수행하기, 학생의 발표를 시각적으로 공유하기 등과 같이 기존의 선행 연구에서 강조되지 않았던 실제적이고 구체적인 어려움을 분석할 수 있었다. 본 연구 결과가 초등학교 수학 수업에서 효과적인 논의를 이끌어 가고 싶은 교사에게 실질적인 도움이 되고 교사교육자에게 구체적인 사례를 통한 논의의 장을 확장하기를 기대한다.

주요어: 5가지 관행, 수학적 논의, 교사 공동체, 초등 수학 수업, 전문성 개발

서론

교사가 수학 수업을 개선해 나가면서 수업의 전문성을 신장하기 위해서는 부단한 노력이 필요하지만, 교사 개인의 열정이나 노력만으로는 쉽게 이루어지지 않는다. 교사에게는 자신의 수업을 개선하고자 하는 노력뿐만 아니라 실제로 도움이 되는 구체적인 안내나 지침이 필요하다. 이와 같은 측면에서 Smith와 Stein (2018)의 ‘효과적인 수학적 논의를 위해 교사가 알아야 할 5가지 관행’ (이하 5가지 관행)은 수업에서 수학적 논의를 이끌고자 하는 교사가 무엇을 어떻게 준비해야 하고, 실제 수업에서는 어디에 초점을 두어야 하는지 등에 대해 구체적인 지침을 제시하였다는 측면에서 의미가 있다.

최근, Smith, Bill, 그리고 Sherin (2020)은 미국의 초등 교사들이 5가지 관행을 수업에 적용한 구체적인 사례를 바탕으로 각 관행에 대한 설명을 핵심 질문과 함께 상세하게 제시한 후, 그 관행을 실행하는 데 있어서 교사들이 겪을 수 있는 도전적인 측면들을 부각하였고, 경우에 따라 해결 방안을 제시하였다. 여기서 교사들이 실제 수업에서 겪는 도전적인 측면에 대한 정보는 현장 교사들이 5가지 관행을 적용할 때 직면할 수 있는 어려움을 미리 알 수 있다는 점에서 실제적인 도움이 될 수 있다. 그러나 미국의 수업 사례를 바탕으로 하고 있기 때문에 우리나라 수업 상황에서도 유사하게 드러나는 어려움인지는 알 수 없다.

그동안 우리나라에서도 5가지 관행을 활용하여 다양한 연구가 진행되어 왔다. 예를 들어 5가지 관행을 활용하여 우수 수학 수업의 실행 양상 및 수준을 분석하기도 하였고, 5가지 관행을 처음 접한 교사들이 어떻게 각자의 수업에 적용하는지 관찰하면서 특정한 관행에 주목하여 실행 양상 및 수준에 영향을 끼치는 요인을 탐색하기도 하였으며, 두 가지 관행 간의 관계를 살펴보기도 하였다 (예, Kim, 2015; Pang & Kim, 2013; Seo, 2015). 이와 같은 연구들은 우리나라 초등학교 수업에서 수학적 논의를 활발하게 구현하기 위해 교사가 무엇을 어떻게 해야 하는지에 대한 여러 가지 사례를 제공하였다는 장점이 있다.

그러나 대부분의 국내 선행 연구가 5가지 관행의 실행 양상이나 수준, 그리고 여기에 영향을 끼치는 요인을 탐색하는 데 주된 초점이 있었기 때문에 교사가 실제 직면하는 어려움에 대한 분석은 부족하다. 또한 주로 얼마간의 자가 연수를 통해 5가지 관행을 학습한 교사가 개별적으로 수업에 적용한 사례를 분석하였기 때문에, 연구에 참여한 교사들이 5가지 관행을 충분히 이해하지 못한 것에서 비롯된 어려움이 분석 결과에 포함되었을 가능성도 있다. 대안적으로 5가지 관행을 자신의 수학 수업에 적용하려고 부단히 노력하는 교사들이 함께 모여 교사공동체를 구성하고 수업에 대해서 진지하게 논의하여 지도안을 설계한 후 적용해 보게 할 수 있다. 이런 수업 사례에서 드러나는 어려움이 있다면 그런 어려움은 사소한 것도 아니고 일시적으로 드러나는 것도 아닐 것이다.

이에 본 연구에서는 수학교육전문가와 함께 5가지 관행을 체계적으로 학습한 현직 교사들로 교사공동체를 구성함으로써 교사 개인이 5가지 관행을 제대로 이해하지 못해서 생길 수 있는 어려움을 최소화하고자 노력하였다. 또한 5가지 관행을 적용한 수업을 설계·실행·반성하는 일련의 과정 전체를 탐색하되, 교사들이 직면하는 어려움에 분석 초점을 두었다. 이때 선행 연구에서 부각되지 않은 어려움이 있는지 살펴보고 구체적인 수업 사례를 제시함으로써 5가지 관행을 수학 수업에 적용하려는 하는 교사들에게 실제적인 시사점을 제공하고자 하였다.

이론적 배경

효과적인 수학적 논의를 위한 5가지 관행

수학 수업에서 학생의 사고를 기반으로 하는 수학적 논의를 효과적으로 이끌어가기 위해서는 무엇보다 교사의 역할이 중요하다. 이와 관련하여 Smith와 Stein (2018)이 제시한 5가지 관행을 정리하면 다음과 같다.

먼저, 5가지 관행을 실행하기에 앞서 그 발판이 되는 ‘목표 설정 및 과제 선정하기(setting goals and selecting tasks)’가 있다. 학습 목표를 설정할 때는 수업에 참여한 결과로서 학생이 무엇을 알고, 이해해야 하는지를 분명히 해야 한다. 교사는 학생이 수업에서 무엇을 하게 될지에 초점을 두기보다는 학생이 학습하게 될 것이 무엇인지에 초점을 두어야 한다. 과제를 선정할 때는 학생들이 수학적으로 생각하고 추론할 수 있는 기회를 갖도록 인지적으로 높은 수준의 과제를 선정해야 하고, 과제가 학습의 목표와 부합하도록 해야 한다.

‘예상하기(anticipating)’는 수업에서 학생들이 과제를 어떤 방법으로 해결할지를 예상하고, 이에 대해서 교사가 어떻게 반응할지를 계획하는 것이다. 교사는 학생들의 해결 방법을 예상할 때 옳은 방법뿐만 아니라 학생들이 보일만한 오류와 오개념에 대해서도 예상해야 한다. 학생의 방법에 대해 어떻게 반응할지를 계획할 때는 학생의 현재 사고를 가시화하여 그들이 무엇을, 왜 했는지를 교사가 확실히 이해하기 위한 평가적 질문(assessing questions)과 학생의 사고가 수업의 목표를 향해 더 나아가도록 하는 발전적 질문(advancing questions)을 적절하게 마련해야 한다.

‘점검하기(monitring)’는 수업 중 개별 혹은 모둠으로 과제를 해결하는 학생들의 사고에 주의를 기울이는 것이다. 교사는 학생의 과제 해결 과정을 단순히 관찰하는 것이 아니라 그들의 해결 과정을 추적하고, 수업 후반의 논의를 발전시킬 수 있는 접근 방법이 무엇인지 확인해야 한다. 또한 미리 계획한 평가적 질문과 발전적 질문을 활용하여, 비생산적이거나 부정확한 방식으로 과제를 해결하는 학생들에게는 올바른 방법을 사용할 수 있도록 하고, 옳게 해결하고 있는 학생에게는 왜 그러한 방법이 적합한지에 대해 더 깊이 사고하도록 하는 기회를 제공해야 한다.

‘선정하기(selecting)’는 교실 논의에서 강조할 해결 방법과 누구를 통해 그것을 발표하게 할지를 의도적으로 결정하는 것이다. 해결 방법을 선정하는 일은 학습 목표와 관련된 핵심 아이디어가 실제 수학적 논의에 드러나게 하는 것으로서 중요한 의미를 지닌다. 발표할 학생을 선정할 때는 학급의 학생들이 자신의 아이디어에 책임감을 느낄 수 있도록 기회를 부여하는 것이 중요하다.

‘계열짓기(sequencing)’는 선정한 해결 방법을 학생들이 어떤 순서로 발표하도록 할지를 결정하는 것이다. 교사는 실제 활용된 해결 방법의 빈도나 학생들의 오류를 고려하여 발표의 순서를 정할 수 있다. 중요한 것은 어떤 방식으로 순서를 정하든 학급의 모든 학생들이 논의에 참여할 수 있도록 하면서도, 수학적으로 일관된 방식으로 논의가 진행되도록 계열을 지어야 한다는 점이다.

‘연결하기(connecting)’는 교실 논의에서 학생들의 다양한 해결 방법을 서로 연결하고, 학습 목표의 수학적 아이디어와 연결함으로써 학습할 수학을 분명하게 드러내는 것이다. 교사는 단순히 개별 발표자가 무엇을 어떻게 했는지를 탐색하는 것을 넘어 해결 방법의 수학적 아이디어와 표현을 서로 연결할 수 있도록 질문해야 한다.

5가지 관행의 적용 과정에서 미국 초등 교사들이 직면하는 어려움

Smith 외 (2020)는 초등학교 수업에서 성공적으로 수학적 논의를 이끌기 위해 ‘실행 중에 있는 5가지 관행(The 5 practices in practice)’을 제시하였다. 저자들은 구체적인 수업 사례를 바탕으로 각 관행별로 교사가 해야 할 일들을 더 명확히 제시하고, 해당 관행을 실행하는 것과 관련된 도전적인 일(또는 어려움)이 무엇인지 기술하였다. 각각에 대해서 요약하면 다음과 같다.

먼저 목표 설정 및 과제 선정하기와 관련하여 교사에게 도전적인 일을 살펴보면 다음과 같다. ‘학습 목표(learning goals)를 확인하기’는 학생들이 무엇을 행할 것인지에 대해서 기술하기보다는 과제에 참여한 결과로서 무엇을 학습하게 될 것인지에 초점을 두고 학습 목표를 설정해야 한다는 것이다. ‘수학 행하기 과제(doing-mathematics task)를 확인하기’는 학생들이 수학적으로 생각하고 추론하도록 하는 수학 행하기 과제를 제공하기 위해, 교과서에 제시된 과제를 조정하거나 교과서 이외의 다른 자원에서 과제를 찾아야

하고, 새로운 과제를 만들어야 할 수도 있음을 일컫는다. ‘과제와 학습 목표 사이의 정합성(alignment)을 확실하게 하기’는 교사들이 학습 목표를 구체적으로 설정하였음에도 불구하고, 학생들이 그러한 목표를 달성할 수 있도록 도울 수 있는 과제를 선정하지 못하는 경우가 있다는 뜻이다. ‘학생의 접근 가능성(access)을 확실히 하도록 과제를 시작하기’는 학생들이 수학 내용과 맥락에 접근하도록 과제를 시작하되, 학생들이 수학적으로 사고해야 할 부분이나 핵심적인 아이디어를 교사가 너무 많이 제공하지 않도록 유의해야 한다는 것이다.

예상하기와 관련하여 교사에게 도전적인 일은 다음과 같다. ‘교사 자신이 문제를 해결한 방법 그 이상으로 나아가기’는 교사가 자신의 경험을 뛰어넘어 학생들이 문제를 해결할 때 활용할 것 같은 다양한 전략에 접근하는 것이 도전적이라는 의미이다. ‘과제를 시작하지 못하는 학생들을 도울 준비하기’는 과제를 시작하지 못하는 학생들이 스스로 무엇을 어떻게 해야 할지 알고, 그것을 해 나갈 수 있도록 교사가 도울 준비가 되어 있어야 한다는 의미이다. ‘학생들이 수학적 목표를 향해 나아가도록 하는 질문 만들기’는 학생들이 단지 과제의 해결 방법만을 찾는 것이 아니라 학습 목표로부터 도출된 핵심적인 수학적 아이디어를 이해하도록 돕는 질문을 교사가 준비해야 한다는 뜻이다.

점검하기와 관련하여 교사에게 도전적인 일은 다음과 같다. ‘학생들이 생각하고 있는 것을 이해하려고 노력하기’는 종종 학생들이 자신들의 생각을 명확하게 설명하지 않을 때 학생이 말하고자 하는 바를 그 즉시 알아차리는 것이 도전적이라는 의미이다. ‘모둠별 진척 정도(group progress)를 추적하기’는 교사들이 수업 중 여러 모둠을 순회하며 지도하기 때문에 어떤 모둠을 얼마나 점검했는지, 학생들은 무엇을 하고 있었는지, 어떤 활동을 하도록 남겨두었는지, 발전적 질문으로 인해 학생들의 사고가 얼마나 진척되었는지 등을 추적하는 것이 어려운 일임을 나타낸다. ‘모둠의 모든 구성원을 포함하기’는 모둠에서 다른 구성원이 말하는 것을 잘 듣고, 이에 덧붙이거나 반복 또는 요약하도록 함으로써 모든 구성원이 교사의 질문에 답할 수 있도록 해야 한다는 뜻이다.

선정하기 및 계열짓기와 관련하여 교사에게 도전적인 일은 다음과 같다. ‘학습 목표와 가장 관련된 해결 방법만 선정하기’는 수업의 수학적 목표를 성취하는 데 도움이 되는 적절한 수의 해결 방법을 선정하여 논의가 일관되게 진행될 수 있도록 하면서도 학생들의 집중력이 저하되지 않도록 유의해야 한다는 의미이다. ‘평상시의 학생(발표자)을 뛰어넘어 확장하기’는 조리 있게 발표하는 일부 민을 만한 학생들만 교사가 선정하지 말고, 발표할 기회를 골고루 주어 학생들이 자신의 생각을 설명하는 능력을 기를 기회를 제공해야 한다는 것이다. ‘대부분의 학생들이 과제를 해결하지 못했고, 원래의 학습 목표 달성이 거의 불가능해 보일 때 어떤 것을 공유해야 할지 결정하기’는 대부분의 학생들에게 과제가 너무 어려워 교사의 의도대로 진행하는 것이 어려워 보일 때, 기존의 계획을 수정하여 학생들이 진척을 이루고 논의에 참여할 수 있게 해야 한다는 것이다. ‘학생들이 핵심 전략을 산출하지 못할 때 앞으로 나아가기’는 교사가 학습 목표 도달을 위한 핵심 전략을 염두에 두었으나 수업에서 이를 활용하는 학생이 없을 때, 그 핵심 전략을 도입할 여러 가지 방법을 준비해 두어야 한다는 것이다. ‘오류, 오개념, 불충분한 해결 방법을 계열 짓는 방법을 결정하기’는 학생들이 틀린 방법을 기억할 수도 있다는 걱정 때문에 교사가 종종 그런 방법을 선정하지 않는 것과 관련된다. 전형적인 오개념을 포함한 해결 방법을 공유하게 되면 학생들은 왜 그런 방법이 옳지 않은지 분석할 기회를 가질 수 있다. 또한 불충분하거나 부분적인 해결 방법을 공유함으로써 보다 견고한 해결 방법과 어떻게 연결되는지 탐색해 볼 기회를 제공할 수 있다는 점에서 교사는 오류, 오개념, 불충분한 해결 방법도 계열 짓는 것을 고려해야 한다.

연결하기와 관련하여 교사에게 도전적인 일은 다음과 같다. ‘개별 발표를 하는 동안 전체 학급의 참여와 책임을 유지하기’는 발표를 할 때 발표자와 교사 사이의 대화로 그치는 것이 아니라 학급의 모든 학생들이 논의에 책임을 가지고 참여하도록 하는 것이 도전적이라는 것이다. ‘핵심적인 수학적 아이디어를 공적인 것으로 만들고 지속적으로 초점이 가게 하기’는 학생들이 공유한 다양한 해결 방법 중에서 학습 목표와 관련된 핵심 아이디어가 명시적으로, 지속적으로 논의되도록 해야 한다는 의미이다. ‘교사가 논의하고 설명하는 역할을 하지 않기’는 교사가 학습해야 할 내용을 직접 설명하고자 하는 유혹을 떨치고, 발표하는 학생과 나머지 학생들이 해결 방법을 설명하고 이해하도록 하는 것이 도전적이라는 것이다. ‘시간의 부족’은 교사가 계획한 대로 전체 학급 논의를 진행할 만한 충분한 시간적 여유가 없을 수 있으므로 이를 위한 대비가 필요함을 일컫는다.

초등 수학 수업에 5가지 관행을 적용한 국내 선행 연구 고찰

그동안 우리나라에서도 5가지 관행이 소개되고 여러 가지 연구가 진행되어왔다. 그러나 서론에서 언급하였듯이 그러한 연구가 교사들이 5가지 관행을 적용하는 과정에서 초등학교 교사들이 직면했던 어려움에 초점을 둔 것은 아니었다. 다만 5가지 관행의 실행 수준이나 양상을 분석하는 과정에서 교사들이 겪은 어려움이 일부 기술되기도 하였다. 본 연구의 목적에 따라 이 절에서는 국내 선행 연구 중 초등학교 교사들이 수학 수업에서 5가지 관행을 적용하는 과정에서 드러난 어려움을 중심으로 요약하였다.

먼저 목표 설정 및 과제 선정하기와 관련하여 교사들은 인지적으로 도전적인 과제, 즉 높은 수준의 수학적 사고와 추론을 필요로 하는 과제를 선정하는 것을 어려워하였다(Kim, 2015; Seo, 2015). 다른 관행에 비해 목표 설정 및 과제 선정하기와 관련한 어려움이 보고되지 않은 것은, 대부분의 연구에서 교사들의 목표 설정 및 과제 선정 과정을 분석하는 데 초점을 두지 않았기 때문으로 유추된다.

예상하기와 관련하여 교사들은 학생들의 해결 방법(정반응과 오반응 포함)과 이에 대한 피드백을 계획하는 것을 어려워하였다(Kim, 2014; Seo, 2015). 그리고 수업 중의 후속 관행을 계획하는 데에도 어려움을 보였는데, 예를 들어 예상한 해결 방법 중 어떤 방법을 선정하여 어떻게 계열 지을지 계획하는 것과, 학생의 해결 방법과 학습 목표를 어떻게 연결할지를 계획하는 데에 어려움을 보였었다(Kim, 2015; Kim, 2014).

점검하기와 관련하여 교사들은 학생들의 해결 방법을 제한된 시간 내에 모두 정확히 점검하는 것에 어려움을 보였다. 특히 학생들이 해결 방법을 추가하거나 수정하는 경우 이를 제대로 확인하지 못하였고(Oh, 2016; Pang, 2016), 점검한 내용을 점검표에 정확하게 기록하지 못하기도 하였다(Yeom & Pang, 2019). 이는 대개 교사들이 짧은 시간 안에 학생들을 점검하면서 동시에 적절한 피드백을 제공하는 것이 어렵기 때문이었다(Kim, 2015; Oh, 2016). 한편, 학생들의 해결 방법을 점검하는 동안 자신이 예상했던 해결 방법을 활용한 학생이 없고, 오히려 많은 학생들이 과제 해결에 미진한 것을 확인했던 교사는 자신이 계획한 수업의 방향을 조정해야 했으므로 어려움을 느끼기도 하였다(Yeom & Pang, 2019).

선정하기 및 계열 짓기와 관련하여 교사들은 생산적인 논의가 일어나도록 선정하고 계열 짓는 것을 어려워하였는데, 특히 유사한 전략을 중복하여 선정하는 경우가 많았다(Kim, 2015; Kim, 2014; Oh, 2016). 이때, 교사가 해결 전략의 유사성을 몰라서 선정하는 것이라기보다는 학생이 발표하고 싶은 욕구나 의지가 강한 것을 보고, 이를 적절히 수용하는 과정에서 선정하는 경우가 많았다.

연결하기와 관련하여 교사들은 학생의 해결 방법에 드러난 수학적 아이디어를 적시에 연결하는 것을 어려워하였다(Seo, 2015; Pang, 2016). 구체적으로 학생의 해결 방법에서 오류가 있음을 발견하였을 때 이를 의미 있게 다루지 못하고 생략하기도 하였고, 교사가 점검한 것과는 다른 내용을 학생이 발표하는 등의 예상하지 못한 상황에서 논의의 계열을 수정하는 데에 어려움을 겪기도 하였다(Kim, 2015; Oh, 2016). 한편, 연결하기에서 교사의 개입을 적절하게 유지하지 못했던 어려움은 공통적으로 보고되었다(Kim, 2015; Kim, 2014; Seo, 2015; Oh, 2016; Pang, 2016). 예를 들면 학생들이 생각해야 할 부분에 대해 교사가 직접적인 힌트를 제공하거나, 학습 목표 도달이라는 빌미로 지나치게 설명하는 등 교사가 논의를 주도한 경우가 이에 해당된다. 이러한 경향은 특히 논의할 시간이 촉박해질 때 더 두드러지게 나타났다.

지금까지 살펴본 선행 연구 분석을 통해 우리나라 초등학교 교사들이 5가지 관행을 수학 수업에 적용하는 과정에서 직면하는 어려움이 다수 존재한다는 점을 알 수 있다. 그러나 대부분의 연구에서는 개별 교사가 5가지 관행을 스스로 학습한 후 수업에 적용하는 과정을 분석하면서 부가적으로 기술된 내용이기 때문에 교사들이 직면하는 어려움에 대해 구체적인 정보를 얻는 데는 한계가 있다. 이에 본 연구에서는 국내외 사례에 대한 문헌 분석을 토대로, 수학교육전문가와 함께 체계적으로 5가지 관행을 학습한 현직 교사들이 학년별로 교사공동체를 이루고 자신들의 수업에서 5가지 관행을 충실히 적용하고자 노력했을 때조차도 겪게 되는 어려움이 있는지, 어떤 어려움을 많이 겪는지, 그리고 기존 국내외 선행 연구에서 보고되지 않은 어려움이 있는지 등을 분석하는 데 초점을 두었다.

연구 방법

연구 대상

본 연구의 대상은 초등수학교육 전공 대학원 강의에 등록했던 초등학교 교사 15명이었다. 강의에 대한 오리엔테이션을 통하여 Smith와 Stein (2018)의 ‘효과적인 수학적 논의를 위해 교사가 알아야 할 5가지 관행’을 주 교재로 학습한 후, 수업에 직접 적용해야 한다는 점을 분명히 하였다. 이 강의에 등록했던 교사들 중에는 이전에 5가지 관행의 역사를 읽은 교사들도 있었지만, 이와 관련하여 직접적으로 강의를 들었거나 교사공동체를 통하여 5가지 관행을 수학 수업에 적용해 본 경험은 없었던 것으로 파악되었다. 다만, 연구 대상 교사들은 수학 수업 개선에 대한 의지와 열정을 바탕으로 대학원 강의에 충실히 임했고, 학습하고 논의했던 바를 자신들의 수업에서 실행하기 위해 부단히 노력하였다.

자료 수집

본 연구에 참여한 교사들이 수강한 대학원 강의는 크게 Smith와 Stein (2018)의 5가지 관행에 관한 이론 학습과 실제 수업에서의 적용으로 구성되었다. 5가지 관행을 수업에 적용할 때는 연구 당시 가르치고 있었던 학년 수준을 반영하여 2~6학년으로 나누고 학년별로 3~4명씩 교사공동체를 구성하여 공동으로 한 차시 수업을 설계하게 하였다. 이를 바탕으로 수업은 공동체 내의 교사들이 논의하여 순서를 정한 후 각자 실시하게 하였고, 수업 후에는 공동체 내에서의 자율적인 논의 이외에 강의 시간에 전체 교사들이 수학 교육전문가와 함께 해당 수업에 대해 논의하였다. 강의 시간에는 관행별로 다각적인 측면에서 수업 보고 및 분석을 하였고, 후속 수업에서 재고해야 할 부분이 무엇인지에 대해서 집중적으로 논의하였다. 각 교사공동체에서는 전체 강의에서 논의한 내용을 바탕으로 후속 수업의 지도안을 수정·보완하였고, 이러한 과정은 각 교사공동체 내의 모든 교사가 수업을 실시할 때까지 반복되었다.

본 연구를 위해 참여 교사들의 수업을 녹화한 15개의 영상과 학년별로 작성된 수업 성찰일지 및 수업 종합 보고서를 수집하였다. 수업 성찰일지에는 수업의 초점, 수업 지도안 등 수업을 설계한 내용과 수업 분석 및 반성 등 수업에 대해 전반적으로 성찰한 내용이 포함되었다. 수업 지도안에는 수업의 목표와 과제, 5가지 관행에 따른 수업 설계 내용이 상세히 기술되었다. 수업 종합 보고서에는 학년별 수업 사례를 관행별로 분석한 결과를 기술하게 하였는데, 특히 5가지 관행을 적용하는 과정에서 주로 고려한 점이나 직면했던 어려움 등을 포함하게 하였다.

자료 분석

본 연구에서는 연구 참여자들이 작성한 수업 성찰일지와 수업 종합 보고서를 토대로 5가지 관행을 적용하는 과정에서 교사들이 직면하는 어려움을 추출하였다. 구체적인 분석 방법은 다음과 같다. 첫째, 5가지 관행을 다룬 국내외 선행 연구를 분석하여 관행별로 교사가 직면할 수 있는 어려움을 항목화하여 초기 분석틀을 개발하였다. 이 때, 5가지 관행의 기초로서 중요함에도 불구하고 국내 선행 연구에서 별반 중요하게 다루지 않았던 ‘목표 설정 및 과제 선정하기’를 분석틀에 추가하였다. 또한 선정하기 및 계열짓기는 교사가 수업 중 동시에 수행하는 측면이 있고, Smith 외 (2020)에서도 함께 다루고 있는 점을 감안하여 본 연구의 분석틀에서도 통합하여 제시하였다.

둘째, 초기 분석틀을 바탕으로 수업 성찰일지 및 보고서에서 5가지 관행 적용의 어려움을 코딩하기 위해 세부적인 기준을 마련하였다. 가령 수업 성찰 일지 및 보고서에 각 관행을 수행하는 것이 어려웠다고 기술하였거나 특정 관행을 제대로 구현하지 못해 아쉬웠다고 기술한 것을 5가지 관행 적용의 어려움으로 코딩하였다. 또한 목표 설정하기 및 과제 선정하기, 예상하기 관행의 경우에는 수업 이전의 관행이라는 점을 고려하여 교사공동체 내에서 수업 설계에 관한 의사결정에 오랜 논의가 필요했다고 기술한 부분도 어려움으로 판단하였다.

셋째, 분석의 신뢰도를 높이기 위한 노력의 일환으로 되도록 학년별로 교사 1인을 연구자로 참여하게 하였다. 구체적으로 교사 연구자 4명이 한 학년의 분석 대상 수업 자료를 보거나 읽고 초기 분석틀에 포함된 요소가 있는지 개별적으로 확인하게 하였다. 여기서 초기 분석틀은 국내외 문헌을 바탕으로 도출하였다는 점에서 하향식 확인을 염두에 둔 것이었다. 한편, 교사 연구자에게 해당 수업 사례의 교사들이 직면했던 어려움이라고 생각되는 것이 분석틀에 포함되지 않은 것이 있는지 유의하여 찾게 하였다. 이런 사례가 제시되면 분석틀의 요소를 수정·보완하거나 새롭게 추가할 필요가 있는지 전체 연구자가 함께 논의하였다. 즉 실제 수업 사례 및 교사의 성찰에 기반을 두고 교사가 직면했던 어려움을 분석하였다는 측면에서 상향식 방법을 병행한 것이다. 이와 같은 일련의 분석 및 논의 과정은 전체 15개의 수업에 대해 분석이 끝날 때까지 지속되었다. 이 과정에서 초기 분석틀의 모든 요소는 본 연구의 실제 수업 사례에서 확인할 수 있었던 반면, 초기 분석틀에 없었던 요소가 수업 사례에서 발견되기도 하였다. 예를 들어 목표 설정 및 과제 선정하기와 관련하여 학생의 해결 방법을 연결할 때 ‘학습 목표와의 정합성을 고려하여 과제 선정하기’라는 요소는 선행 연구에서도 보고된 것이었으나 ‘학생의 수준과 수업 환경을 고려하여 과제 선정하기’라는 요소는 본 연구의 수업 성찰 일지와 보고서에서 새로 드러난 것이었다.

넷째, 각 연구자의 코딩 결과가 완전히 일치하지 않은 요소에 대해서는 추가적으로 논의하는 시간을 가졌다. 이때 필요하다면 녹화된 수업 영상을 반복적으로 보기도 하였고 해당 수업의 성찰 일지나 보고서를 작성한 교사에게 연락하여 각자 경험했던 어려움에 대해서 구체적인 내용을 확인하기도 하였다. 이와 같은 과정을 여러 번 수행하여 관행별로 어려움의 하위 요소를 정교화하면서 최종 분석틀을 마련하였다(최종 분석틀은 연구 결과에 제시됨). 이러한 분석틀은 수학교육전문가의 주기적인 검토 및 교사-연구자들과의 전체 논의를 바탕으로 결정되었다.

마지막으로, 코딩 결과를 바탕으로 교사들이 직면했던 어려움의 전반적인 특징을 분석하였다. 각 관행별로 교사가 겪은 어려움의 빈도가 다양했기 때문에 어떤 요소에서 특히 어려워했는지 분석하였다. 또한 어려움의 하위 요소별로 구체적인 사례를 자세히 분석하였다.

연구 결과

5가지 관행의 적용 과정에서 교사들이 직면하는 어려움의 전반적인 특징

5가지 관행을 적용하는 과정에서 교사들이 직면했던 어려움을 하위 요소별로 구분한 결과 전체 34개의 하위 요소로 세분할 수 있었고, 이 중 12개의 하위 요소는 본 연구에서 새로 부각된 요소였다. 교사가 직면하는 어려움의 요소를 이렇게 상세하게 구분한 이유는 추후 5가지 관행을 자신들의 수업에 진지하게 적용하려고 시도하는 교사들에게 사전에 실제적이면서 구체적인 시사점을 제공하고자 하는 본 연구 목적에서 비롯된 것이다. Table 1은 전체 15개의 분석 대상 수업에서 해당 어려움이 관행 및 그 하위요소별로 몇 번이나 드러났는지 분석한 결과이다. 따라서 빈도가 높다는 것은 해당 하위 요소가 여러 수업에서 (즉 여러 교사가) 공통적으로 경험했던 어려움이라고 해석될 수 있다.

Table 1을 살펴보면, 선정하기 및 계열짓기를 제외하고는 모든 관행별로 절반 이상의 수업에서 공통적으로 어려움을 겪는 요소가 있음을 알 수 있다. 즉 5가지 관행을 원래 의도한 대로 실행하기가 만만치 않음을 알 수 있다. 또한 각 관행별로 어려움의 하위 요소의 빈도 차이가 크다는 점을 고려해 볼 때 교사마다 어려움을 느끼는 요소가 다양할 수도 있음을 알 수 있다.

각 관행별로 빈도가 높은 요소를 중심으로 5가지 관행을 적용하는 과정에서 교사가 직면했던 어려움이 무엇인지 살펴보면 다음과 같다. 각 요소에 대한 구체적인 분석 내용은 다음 절에서 사례와 함께 설명된다.

Table 1. Challenges teachers experienced in implementing the five practices

| Practice | Challenge | Element | Frequency |
|--|---|---|-----------|
| Setting goals and selecting tasks | Specifically setting learning goals | · Identifying the core mathematical ideas of the learning goals | 9 |
| | | · Presenting the learning goals with specific expressions | 5 |
| | Selecting appropriate tasks | · Selecting tasks that require cognitive demands and induce various solutions | 3 |
| | | · Selecting and presenting tasks tailored to the student levels and class environment | 12 |
| Anticipating | Anticipating students' responses and planning how to provide them with feedback | · Anticipating students' correct approaches | 6 |
| | | · Anticipating students' incorrect approaches | 6 |
| | | · Planning specific questions and feedback tailored to student responses | 9 |
| | Planning the direction of the discussion according to the learning goals | · Planning which solutions will be selected based on the learning goals | 3 |
| | | · Planning how to sequence student solutions | 3 |
| Designing effective lesson materials | · Writing a lesson plan for an effective use | 4 | |
| Monitoring | Monitoring student works | · Monitoring all students' solutions | 11 |
| | | · Accurately understanding student solutions | 9 |
| | | · Providing feedback to assess or advance student thinking | 2 |
| | Recording what you monitor on the monitoring chart | · Accurately recording student solutions | 1 |
| | | · Recording unanticipated student solutions | 1 |
| | Implementing multiple practices | · Reorienting the lesson based on student responses | 1 |
| | | · Simultaneously performing multiple teacher roles | 6 |
| Selecting and Sequencing | Selecting and sequencing solutions that align with the learning goals | · Selecting the appropriate number of solutions | 2 |
| | | · Selecting and sequencing unanticipated solutions | 2 |
| | Selecting and sequencing different solutions | · Selecting and sequencing when student solutions are not diverse | 5 |
| | | · Avoiding repeated selections of the same solution | 4 |
| | Providing students with fair opportunities to present | · Balancing a student's willingness to present and the selected solution | 2 |
| Connecting | Connecting the student solutions | · Identifying the core mathematical ideas in student solutions | 11 |
| | | · Connecting student solutions different from what the teacher monitored | 3 |
| | | · Remembering the reason why you selected the method and connecting it as it was sequenced | 1 |
| | Keeping all students' engagement and accountability | · Balancing teacher involvement and student participation | 9 |
| | | · Keeping the entire class engaged by providing students with opportunities to participate in discussions | 5 |
| | Efficiently managing discussions | · Coping with the lack of time | 7 |
| | | · Visually sharing student presentations | 4 |
| | | · Using the lesson plan for connecting student solutions | 1 |
| · Flexible acting about the plan for discussions | | 2 | |

Note. Shaded in the table indicates the teacher challenges that are newly noticed in this study

첫째, 목표 설정하기 및 과제 선정하기에서 가장 많이 나타난 어려움은 ‘학생의 수준과 수업 환경을 고려하여 과제를 선정하기’로, 전체 15개의 수업 중 12개의 수업에서 공통적으로 드러났다. 특히 이러한 어려움은 선행 연구에서 별반 강조되지 않았으나 본 연구에서는 전체 요소 중에서 가장 많이 확인된 것이라는 점에서 주목할 만하다. 교사들은 전반적으로 학습 목표에 부합하고 인지적으로 도전적인 과제 선정의 필요성에 공감하면서도 정작 자신이 가르치는 학생들에게 적합한 수준인지, 수업 환경(예를 들어, 교실에 구비된 자료로 수업 시간 내에 수행 가능한 활동인지)에 적합한지 등을 판단하는 데 어려움을 겪은 것으로 해석된다. 한편 ‘학습 목표의 핵심 아이디어 인지하기’의 어려움 역시 9개의 수업에서 확인되었다. 특히 학습 목표의 핵심 아이디어는 실제 수업에서 수학적 논의의 흐름을 결정하는 중요한 요소임을 고려할 때, 교사가 이를 명확히 인지하는 데 어려움을 겪는다는 사실은 눈 여겨 볼만하다.

둘째, 예상하기에서 가장 많이 나타난 어려움은 ‘학생 반응에 대한 구체적인 발문과 피드백 계획하기’로, 9개의 수업에서 나타났다. 학생이 보일 정반응과 오반응을 예상하는 것에 대한 어려움이 각각 6개 수업에서 확인된 것과 비교할 때, 교사들은 전반적으로 학생들의 반응을 예상하는 것보다 구체적인 피드백을 사전에 마련하는 것을 더 어려워하는 것으로 보인다. 한편, 예상하기에는 수업에 필요한 자료를 구상하는 것도 포함되는데 이와 관련해 ‘효율적으로 활용할 수 있도록 수업지도안 작성하기’와 ‘점검에 유용하도록 점검표 개발하기’의 어려움도 본 연구에서 새롭게 확인되었다는 점에서 주목할 만하다. 수업을 실행하기 전에 철저하게 학생들의 다양한 반응을 예상할 뿐만 아니라 준비한 수업을 잘 실행하기 위해서 수업지도안의 활용 방법 및 점검표의 작성 방법까지 구상했는데, 이 과정에서 일부 어려움을 경험했던 것이다.

셋째, 점검하기에서 가장 많이 나타난 어려움은 ‘모든 학생의 해결 방법 점검하기’로, 11개의 수업에서 나타났다. 이와 함께 ‘학생의 해결 방법을 정확히 이해하여 점검하기’의 어려움이 9개의 수업에서 나타났다는 점은 교사에게 모든 학생의 해결 방법을 제대로 이해하고 점검하는 것이 어려운 일임을 드러낸다. 한편, 본 연구에서 새로 주목한 ‘다양한 교사의 역할을 동시에 수행하기’의 경우 6개의 수업에서 교사가 어려움을 경험한 것으로 분석되었는데, 이는 교사들이 주어진 짧은 시간 안에 과제 점검 및 피드백 제공하기, 이후의 논의에서 다룰 해결 방법 식별하기 등 점검하기에서 요구되는 핵심적인 역할을 제대로 수행하는 데에 어려움을 겪은 것이었다.

넷째, 선정하기 및 계열짓기에서 가장 많이 나타난 어려움은 ‘학생들의 해결 방법이 다양하지 않을 때 선정하기 및 계열짓기’로, 5개의 수업에서 나타났다. 교사들은 논의에서 강조할 해결 방법을 사용한 학생들이 적거나 없는 경우를 종종 접하였고, 이때 선정하기와 계열짓기를 어떻게 수행해야 할지를 판단하는 데 어려움을 겪었다. 또한 학생에게 공정한 발표 기회를 제공하는 측면에서 ‘중복되는 해결 방법 없이 선정하기’와 ‘중복되는 학생 없이 선정하기’가 각각 4개의 수업에서 확인되었다. 이처럼 선정하기 및 계열짓기에서 빈도가 높은 요소가 5번 이하임을 고려할 때 다른 관행에 비해 수업에서 실행하기가 상대적으로 쉽다고 생각할 수도 있다. 그러나 수업 성찰일지를 면밀하게 분석한 결과 교사들은 대개 선정하기 및 계열짓기에서 학생의 해결 방법을 제대로 이해하지 못한 원인을 주로 점검하기와 관련한 어려움으로 기술한 경우가 많았다. 예를 들어, 학생의 모든 해결 방법을 정확하게 이해하여 점검하지 못했기 때문에 선정하기 및 계열짓기가 제대로 이루어지지 않았다고 생각한 것이다. 이런 측면에서 단지 선정하기 및 계열짓기가 다른 관행보다 수업에 적용하기 쉽다기보다는 그 어려움이 점검하기와 관련하여 복합적으로 나타나는 것으로 판단된다.

다섯째, 연결하기에서 가장 많이 나타난 어려움은 ‘핵심 수학 아이디어를 연결하기’로, 11개의 수업에서 나타났다. 이는 학생들의 해결 방법을 서로 연결하고, 학생의 해결 방법과 학습 목표를 연결하기에 필요한 발문들을 적시에 제공하는 데 많은 어려움이 따른다는 것을 의미한다. 이 외에도 ‘교사의 개입과 학생 참여 간의 균형 유지하기’가 9개의 수업에서 확인되었다. 이는 교사의 지나친 개입으로 학생들이 논의에 주도적으로 참여할 수 있는 기회를 보장하지 못하고, 다소 제한하는 측면이 있음을 뜻한다. 또한 ‘시간의 부족에 대처하기’도 7개의 수업에서 나타났는데, 교사들은 이전 활동이나 논의 과정 자체에서 소요된 시간으로 인해 계획한 내용에 대해 충분하게 논의하지 못하는 어려움을 느꼈다.

목표 설정 및 과제 선정에서 교사가 직면하는 어려움

교사들이 목표를 설정하고 과제를 선정할 때 직면하는 어려움을 수업별로 분석한 결과는 Table 2와 같다.

Table 2. Challenges teachers experienced in setting goals and selecting tasks


| Challenge | Element | Lesson* analyzed | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|---|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| | | 2-1 | 2-2 | 2-3 | 3-1 | 3-2 | 4-1 | 4-2 | 4-3 | 5-1 | 5-2 | 5-3 | 6-1 | 6-2 | 6-3 | 6-4 | |
| Specifically setting learning goals | · Identifying the core mathematical ideas of the learning goals | ○ | · | · | ○ | · | ○ | · | ○ | ○ | · | ○ | ○ | · | ○ | ○ | |
| | · Presenting the learning goals with specific expressions | · | ○ | ○ | · | · | ○ | · | ○ | ○ | · | · | · | · | · | · | |
| Selecting appropriate tasks | · Selecting tasks that require cognitive demands and induce various solutions | ○ | · | · | · | · | ○ | · | · | · | · | · | · | · | ○ | · | |
| | · Selecting tasks aligned with the learning goals | · | · | · | ○ | · | ○ | · | ○ | ○ | · | · | · | · | · | · | |
| | · Selecting and presenting tasks tailored to the student levels and class environment | · | ○ | ○ | · | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | · | |

* Lesson 2-1 refers to the first lesson of Grade 2

학습 목표를 명확하게 설정하는 것과 관련한 어려움은 크게 두 가지로 드러났다. 첫째, 교사들은 학생들이 학습하기를 기대하는 핵심 수학 아이디어가 무엇인지에 대해 확실히 인지하고, 이를 바탕으로 학습 목표를 설정하는 것을 어려워하였다. 이와 관련한 사례로 5학년 1차 수업에서는 Figure 1과 같이 학습 목표와 과제가 제시되었다.

| | | | | | |
|-------|-----|--|------------------|----|-----------|
| 대상 | 5학년 | 일시 | 6월 25일 (금) | 단원 | 3. 규칙과 대응 |
| 차시 | 6/8 | 수업 주제 | 대응 관계를 탐구하고 비교하기 | | |
| 수업 목표 | 학생 | <ul style="list-style-type: none"> • 규칙적인 배열을 보고 여러 가지 방법을 통해 대응 관계에 있는 두 양을 탐구하고 식으로 나타낼 수 있다. • 도형의 배열을 인식하는 방법에 따라 식이 다르게 나올 수 있음을 이해하고 비교할 수 있다. | | | |
| | 교사 | <ul style="list-style-type: none"> • 대응 관계를 탐구하는 데 사용된 여러 가지 방법을 이해하고 연결시킬 수 있도록 한다. • 대응 관계를 나타낸 식이 서로 다르게 나타낼 수 있음을 알고 비교해보는 것을 통해 동치(같다)라는 것을 이해하도록 한다. | | | |

도전어는 성냥개비로 규칙적인 배열을 만들고 있습니다. 성냥개비와 직각삼각형 사이의 대응 관계를 알아보고, 다음 문제들을 해결해 봅시다.



4. ()을 10개 만들 때 필요한 성냥개비 개수를 다양한 방법으로 찾아보세요.

Figure 1. Part of the learning goals and tasks for the first lesson of Grade 5

5학년 교사공동체는 수업 성찰일지에서 과제를 해결하기 위해서 대응 관계인 두 양(성냥개비의 수와 직각삼각형의 수)이 무엇인지를 파악해야 하는 수업의 핵심 아이디어를 제대로 인지하지 못하여, 다른 양(예: 성냥개비의 수와 사각형의 수)에 대한 대응 관계를 찾은 학생에게 적절한 피드백을 제공하지 못하였다고 반성하였다. 그 결과 수업 후반부의 교실 논의의 초점이 핵심 아이디어에서 벗어나게 되었다. 5학년 수업지도안에 ‘대응 관계에 있는 두 양을 탐구한다’는 목표가 기술되어 있음에도 관련 핵심 아이디어가 수업 중 제대로 다루어지지 못한 점은, 목표 설정 단계에서 교사가 단순히 핵심 아이디어를 설정하는 것을 넘어 이를 수업에서 어떻게 강조할 것인지를 구체적으로 사전에 계획할 필요가 있음을 뜻한다.

둘째, 교사들은 설정한 목표를 수업지도안 또는 수업 중 학생에게 명확한 표현으로 제시하는 것을 어려워했는데, 이는 선행 연구에서 강조되지 않은 어려움이다. 구체적으로 교사들은 수업지도안에 목표를 기술할 때 어떤 표현을 사용할지 결정하는 것에 어려움을 겪기도 하였고, 수업 중 학생들에게 목표를 제시할 때 학생들이 명확하게 이해하기 위해서는 어떤 표현을 사용하는 것이 적절한지에 대해 고민하였다. 구체적으로, 4학년 교사공동체에서는 1차 수업 전 학습 목표를 얼마나 자세하게 기술할지를 결정하는 데 오랜 협의를 거쳐야 했다. 예를 들어 ‘반례를 통해 추론 과정을 반성한다’, ‘도형의 배열에서 사례에 대해 충분히 관찰하여 임의의 경우에도 적용 가능한 규칙을 찾을 수 있다’, ‘효율적인 전략을 골라 적용해보며 규칙 찾기의 필요성과 수학의 유용성을 인식한다’ 등 여러 가지 표현을 비교해보면서 목표의 의도를 제대로 반영되었는지를 검토하였다. 이후 3차 수업에서는 규칙을 일반화하는 데 까지 나아가도록 목표를 수정하였는데, 이를 수업지도안에 어떻게 명확하게 기록해야 할지를 결정하는 데 어려움을 겪었다.

한편, 적절한 과제를 선정하는 것과 관련한 어려움은 세 가지로 드러났다. 첫째, 교사들은 학생들에게 수학적으로 생각하는 기회를 제공하기 위해서 인지적으로 도전적이면서 다양한 전략으로 해결 가능한 과제를 선정하는 것에 어려움을 겪었다. 이러한 어려움은 특히 개념과 원리를 학습하는 내용의 비중이 높은 단원에서 발생하였고, 교과서에 제시된 과제를 인지적으로 도전적인 과제로 변형하는 과정에서 드러났다.

둘째, 교사들은 학습 목표의 핵심 아이디어와 부합하는 과제를 선정하는 것을 어려워하였다. 특히 교사들은 학습 목표를 수정하는 과정에서 적절한 과제를 선정하는 것에 어려움을 겪었고, 종종 핵심 아이디어에 대해 명확히 인지하지 못해 학습 목표에 벗어난 과제를 제시하기도 하였다.

마지막으로, 교사들은 과제를 선정할 때 학생의 수준에 적절한지, 수업 시간 내에 해결 가능한지, 자신의 수업 환경에 적합한지 등을 판단하는 것에 어려움을 겪었다. 이러한 어려움은 선행 연구에서 강조되지 않은 어려움이지만 본 연구에서는 전체 학년에서 가장 많이 나타난 어려움이면서도, 여러 번의 수업이 진행되는 과정에서 쉽게 해소되지 못하였다. 예를 들어, 6학년 1~3차 수업자는 제시한 과제가 학생들의 수준에 비해 높았던 점을 반성하였다. 6학년 교사공동체는 6학년 1학기 4단원 비와 비율을 지도할 때

Figure 2와 같이 백분율과 기준량을 알 때 비교하는 양을 구해야 하는 과제를 선정하였다. 이는 교과서의 백분율 관련 과제가 비교하는 양과 기준량이 얼마인지를 학생에게 모두 알려 주고 있어 학생들이 비율의 의미를 고려하기보다 단순히 두 양을 나누는 알고리즘에 치우칠 것을 우려하였기 때문이다.

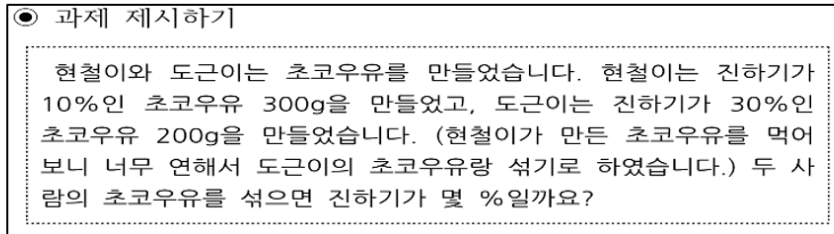


Figure 2. Task for the second lesson of Grade 6

교사용 지도서의 해당 단원 지도 유의사항에는 미지의 양을 포함하는 식이 학생들에게 어려움을 야기할 수 있다고 하였지만, 6학년 교사공동체는 비율의 의미에 대한 개념을 강조함으로써 그 어려움을 해소할 수 있으리라 판단하였다. 수업을 여러 번 실행하는 과정에서 교사들이 과제에 제시된 수의 크기를 조절하고, 수업에서 비율의 의미를 지속적으로 강조하는 등 과제 수준을 조정하기 위해 노력하였음에도 불구하고 학생들에게는 다소 어려웠던 것으로 나타났다.

예상하기에서 교사들이 직면하는 어려움

교사들이 학생들의 반응을 예상하기에서 직면했던 어려움을 수업별로 분석한 결과는 Table 3과 같다.

Table 3. Challenges teachers experienced in anticipating student responses

| Challenge | Element | Lesson analyzed | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| | | 2-1 | 2-2 | 2-3 | 3-1 | 3-2 | 4-1 | 4-2 | 4-3 | 5-1 | 5-2 | 5-3 | 6-1 | 6-2 | 6-3 | 6-4 | |
| Anticipating students' responses and planning how to provide them with feedback | · Anticipating students' correct approaches | ○ | · | · | · | · | ○ | · | · | ○ | · | · | ○ | ○ | · | ○ | |
| | · Anticipating students' incorrect approaches | · | · | · | ○ | ○ | · | · | · | ○ | · | ○ | ○ | · | · | ○ | |
| | · Planning specific questions and feedback tailored to student responses | ○ | · | ○ | ○ | · | · | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | · | · | · | |
| Planning the direction of the discussion according to the learning goals | · Planning which solutions will be selected based on the learning goals | ○ | · | · | · | · | · | · | · | ○ | · | · | ○ | · | · | · | |
| | · Planning how to sequence student solutions | ○ | · | · | · | · | · | · | · | ○ | · | · | ○ | · | · | · | |
| Designing effective lesson materials | · Writing a lesson plan for an effective use | · | · | · | · | · | ○ | · | · | ○ | ○ | · | · | · | ○ | · | |
| | · Creating a useful monitoring chart to monitor student works | · | · | · | · | · | · | · | · | ○ | ○ | · | · | · | · | · | |

우선, 학생의 반응을 예상하고 이에 대한 피드백 계획하기와 관련하여 교사가 직면했던 어려움은 세 가지 경우가 있었다. 첫째, 교사들은 학생들이 과제에 접근하거나 해결하기 위해서 사용할 것 같은 전략 중 옳은 전략(정반응)을 예상하는 것을 어려워하였다. 교사들은 문제 해결 과정에 사용될 그림이나 수직선 등 구체적인 전략까지는 예상하지 못하는 경우가 있었고, 특히 각 학년의 1차 수업에서 이러한 어려움을 더 많이 겪은 것으로 나타났다. 예를 들어 섞은 초코우유의 진하기를 구하는 6학년 1차 수업에서 교사는 대부분의 학생들이 백분율을 구하는 공식을 활용할 것이라 단정하였으나 실제로 백분율을 분수나 소수로 나타내어 식을 세우는 전략을 사용한 학생들이 더러 있었다. 이를 예상하지 못한 교사는 해당 전략을 수업에서 충분히 다루지 못하였다.

둘째, 교사들은 학생들이 과제를 해결하기 위해서 사용할 것 같은 전략 중 틀린 전략이나 과제 해결 과정에서 보일만한 오류 등을 예상하는 것을 어려워하였다. 선정된 과제에 따라 학생이 보일 정반응뿐만 아니라 오반응도 예상하기 어려웠던 경우도 있었고(5-1, 6-1, 6-4 수업), 정반응 예상하기는 어려움을 겪지 않았으나 오히려 오반응 예상하기에서 어려움을 겪은 경우도 있었다(3-1, 3-2, 5-3

수업). 예를 들어, 단위분수의 크기를 비교하는 방법을 학습하는 3학년 1차 수업 전에 교사공동체는 단순히 자연수 4가 3보다 크니 $\frac{1}{4}$ 이 $\frac{1}{3}$ 보다 크다는 오반응에 대해서만 예상하였다. 그러나 실제 수업에서는 Figure 3과 같이 $\frac{1}{3}$ 과 $\frac{1}{4}$ 의 분자가 '1'로 서로 같으므로 두 분수의 크기가 같다면, 전체의 크기가 다른 두 가지의 분수 막대 그림을 그린 학생이 등장하였으나 수업자는 이에 적절히 대처하지 못하였다.

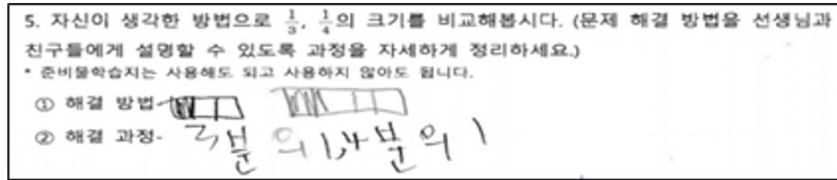


Figure 3. A student worksheet from the first lesson of Grade 3

셋째, 교사들은 학생들의 다양한 반응에 적절한 발문과 피드백을 계획하는 것을 어려워하였다. 이 어려움은 주로 교사들이 예상했던 것보다 실제 수업에서 더 다양한 반응을 접하면서, 사전에 계획했던 발문과 피드백으로는 이를 대처하는 데에 한계를 느낀 경우를 포함한다. 또한 사전에 계획한 발문이 실제 수업에서 적절하지 않은 것으로 드러나 적절한 발문을 예상하는 것이 어렵다고 느낀 경우도 있었다. 예를 들어 ‘39+13’을 계산하는 효율적인 방법을 탐색하는 2학년 수업에서 교사는 학생들에게 ‘효율적인 방법’의 의미를 명확히 하고자 먼저 비효율적인 방법의 예를 제시하였다. 앞의 수인 39를 ‘1, 1, 1, ..., 1’로 가르기 한 예를 제시하였으나, 학생들이 거의 사용하지 않은 예이면서도 효율적인 방법의 의미를 명확히 하는 데에는 별로 효과적이지 못한 것으로 드러났다.

다음으로, 학습 목표에 따른 논의의 방향을 계획하기와 관련하여 드러난 어려움은 두 가지 종류였다. 학생들이 보일 해결 방법 중 학습 목표에 따라 어떤 해결 방법을 선정할지 계획하는 것을 어려워했고, 학생의 해결 방법을 어떻게 계열 지을지 계획하는 것을 어려워했다. 이러한 두 가지 어려움은 2학년 1차 수업, 5학년 1차 수업, 6학년 1차 수업에서 나타나 공통적으로 1차 수업에서 드러나는 어려움으로 유추된다. 또한 어떤 해결 방법을 선정할지 계획하는 것에 어려움을 겪은 경우 동시에 그 방법을 어떻게 계열 지을지 계획하는 것에도 어려움을 겪었음을 알 수 있다. 더 나아가 이 세 수업은 학생들의 정반응 또는 오반응을 예상하기를 어려워했던 수업임을 고려해 볼 때, 교사들이 학생들의 반응이 실제 수업에서 어떻게 나타날지 예상하기 어려운 경우 어떤 해결 방법을 선정할 것인지, 그리고 어떤 방향으로 계열지어 논의할지를 계획하는 것에도 어려움을 겪음을 알 수 있다.

마지막으로, 효율적인 수업 자료 구상하기와 관련하여 교사가 직면했던 어려움은 다음과 같이 두 가지 종류로 나타났는데, 이러한 어려움은 선행 연구에서 강조되지 않은 어려움이였다. 첫째, 일반적으로 학교 현장에서 사용하는 수업지도안 형식에 익숙한 교사들이 5가지 관행을 적용하면서 수업에 대해 다각도로 계획한 내용을 수업지도안에 효과적으로 정리하여 작성하는 것을 어려워하였다. 5가지 관행에 따른 수업지도안에는 학생이 사용할 것으로 예상한 다양한 해결 전략 및 그에 대한 피드백을 계획한 것과 점검표, 연결하기를 계획한 내용 등이 포함되므로 일반적으로 사용하는 수업지도안보다 많은 양의 내용을 포함한다. Figure 4는 5학년 1차 수업에서 학생들이 보일 오류, 예상한 해결 방법, 전체 논의의 흐름을 정리한 수업 지도안의 일부이다. 5학년 교사공동체는 수업 성찰일지에서 5가지 관행을 적용한 수업 설계 내용에 맞도록 수업지도안의 형식을 변형하여 어떻게 정리하여 기술할 것인지 상당한 시간을 들여 고민했다고 보고하였다.


| 과제(삼각형이 10개일 때 성냥개비의 수)에 대한 학생 탐구 지원(개별활동, 5분) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|---|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----|----|----|----|----|---|---|----|---------|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| 활동 내용 해결과정의 탐색 (오개념 및 오류) | 학생의 오개념 및 오류 • $3+2 \times 10$ 으로 해결한 경우(맞는 식: $3+2 \times 9$) • 표에서 성냥개비의 수가 1개씩 늘어나게 적는 경우 | 해결 방법 T: 3을 적은 이유는 무엇인가요? 10을 적은 이유는 무엇인가요? 그러면 00이가 적은 식에선 찾을 수 있는 직각삼각형은 몇 개인가요? T: 문제에서 필요한 성냥개비의 수를 직접 찾아볼까요? | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 학생의 가능한 해결책 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 활동내용 해결과정의 탐색 (가능한 해결책) | 방법 ① 그림 이용하여 문제 해결하기 |  전체의 개수 21개 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 방법 ② 표를 이용하여 문제 해결하기 | <table border="1"> <tr> <td>삼각형의 수</td> <td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td> </tr> <tr> <td>성냥개비의 수</td> <td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td>11</td><td>13</td><td>15</td><td>17</td><td>19</td><td>21</td> </tr> </table> | 삼각형의 수 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 성냥개비의 수 | 3 | 5 | 7 | 9 | 11 | 13 | 15 | 17 | 19 |
| 삼각형의 수 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | | | | | | | | | | | | |
| 성냥개비의 수 | 3 | 5 | 7 | 9 | 11 | 13 | 15 | 17 | 19 | 21 | | | | | | | | | | | | | |
| | 방법 ③ 식을 세워 문제 해결하기 | ㉓-1) $1+2 \times 10=21$ ㉓-2) $3+2 \times 9=21$ ㉓-3) $1+4 \times 5=21$ ㉓-4) $10+11=21$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 과제의 공유 및 논의하기 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <과제 해결방법 공유 순서> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 33%;"> 방법 ① 그림 이용하여 문제 해결하기 </td> <td style="width: 33%;"> 방법 ② 표를 이용하여 문제 해결하기 </td> <td style="width: 33%;"> 방법 ③ 식을 이용하여 문제 해결하기 </td> </tr> </table> | | | 방법 ① 그림 이용하여 문제 해결하기 | 방법 ② 표를 이용하여 문제 해결하기 | 방법 ③ 식을 이용하여 문제 해결하기 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 방법 ① 그림 이용하여 문제 해결하기 | 방법 ② 표를 이용하여 문제 해결하기 | 방법 ③ 식을 이용하여 문제 해결하기 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Figure 4. Part of the lesson plan for the first lesson of Grade 5

둘째, 교사들은 실제 수업 중 학생의 다양한 반응을 잘 점검하기 위한 점검표를 개발하는 데 어려움을 겪었다. 예를 들어, 5학년 교사공동체는 1차 수업을 위해 Figure 5와 같이 학생들의 해결 방법을 그림, 표, 식으로 구분하고 식에 대해서는 4가지의 경우로 구분하여 점검할 수 있도록 점검표 양식을 개발하였다. 그러나 실제 수업에서 교사가 이 4가지 경우가 각각 무엇이었는지를 명확히 기억해내지 못해 효과적으로 점검하는 데에 어려움을 겪었다.

| [수업 점검표] | | |
|---------------|------------|----|
| 1. 개별 탐구활동 점검 | | |
| 전략 | 누가 그리고 무엇을 | 순서 |
| 그림 | | |
| 표 | | |
| 식 | ㉓-1 | |
| | ㉓-2 | |
| | ㉓-3 | |
| | ㉓-4 | |
| 기타 | | |

Figure 5. Monitoring chart for the first lesson of Grade 5

점검하기에서 교사가 직면하는 어려움

교사들이 학생들의 반응을 점검하기에서 직면했던 어려움을 수업별로 분석한 결과는 Table 4와 같다.

Table 4. Challenges teachers experienced in monitoring student work

| Challenge | Element | Lesson analyzed | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | 2-1 | 2-2 | 2-3 | 3-1 | 3-2 | 4-1 | 4-2 | 4-3 | 5-1 | 5-2 | 5-3 | 6-1 | 6-2 | 6-3 | 6-4 |
| Monitoring student works | · Monitoring all students' solutions | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | · | ○ | · | ○ | ○ | · | · | ○ | ○ | ○ |
| | · Accurately understanding student solutions | ○ | ○ | · | ○ | · | · | · | · | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | · | ○ |
| | · Providing feedback to assess or advance student thinking | ○ | · | · | · | · | · | · | · | · | ○ | · | · | · | · | · |
| Recording what you monitor on the monitoring chart | · Accurately recording student solutions | · | · | · | · | · | · | ○ | · | · | · | · | · | · | · | · |
| | · Recording unanticipated student solutions | · | · | · | · | · | · | · | · | · | · | · | · | ○ | · | · |
| Implementing multiple practices | · Reorienting the lesson based on student responses | · | · | ○ | · | · | · | · | · | · | · | · | · | · | · | · |
| | · Simultaneously performing multiple teacher roles | ○ | · | · | ○ | · | · | ○ | · | · | ○ | ○ | · | ○ | · | · |

우선, 학생의 해결 방법을 점검하기와 관련하여 교사들이 겪은 어려움은 다음과 같이 세 가지가 있었다. 첫째, 교사들은 제한된 시간 내에 모든 학생의 해결 방법을 점검하는 것을 어려워하였다. 이 어려움은 대부분의 수업에서 나타났는데, 학년별 수업 성찰일지에서 교사들은 주로 학생을 점검하는 데에 10~12분 정도를 계획하였으나, 계획한 것보다 실제 수업에서 더 많은 시간이 소요된다는 점을 지적하였다. 구체적으로 수업 중 오류를 보이거나 과제 해결에 도움을 요청한 특정한 학생을 지도하는 데에 많은 시간을 할애하거나, 학생들이 과제를 어느 정도 해결할 때까지 기다리다가 전체 학생을 점검하지 못하는 어려움을 겪었다.

둘째, 교사들은 학생의 해결 방법을 정확히 이해하여 점검하는 것을 어려워하였는데, 대개 교사가 학생의 해결 방법을 잘못 판단하거나 학생이 해결 방법을 추가 또는 변경한 것을 정확하게 점검하지 못한 데서 비롯되었다. 교사들은 학생의 해결 과정을 표면적으로 관찰한 후 학생이 어떤 해결 방법을 사용했는지에 대해 선불리 판단하는 경향이 있었다. 예를 들어 여러 가지 덧셈 방법을 탐색하는 2학년 수업에서 교사는 Figure 6의 오른쪽 해결 방법에서 39를 30과 9로 나누고, 30을 곱셈을 이용하여 10×3 으로 나타낸 방법을 독특한 풀이 방법이라 여겨 선정하였으나, 전체 논의에서 해당 학생이 발표하였을 때 Figure 6의 왼쪽의 방법과 크게 다르지 않음을 알게 되어 계획한 대로 논의를 진행할 수 없었다. 한편, 과제 해결 과정에서 학생들이 해결 방법을 추가하거나 변경한 경우가 더러 있었음에도 시간 부족을 이유로 한 번 점검을 마친 학생을 다시 점검하는 경우는 거의 없었으므로 정확한 점검에 어려움을 겪기도 하였다.



Figure 6. Strategies for solving $39+13$ from the first lesson of Grade 2

셋째, 교사들은 학생들의 해결 방법을 점검하면서 학생들의 사고를 확인하고 발달시키는 데 도움이 되는 평가적 질문 및 발전적 질문 등 피드백을 제공하는 것을 어려워하였다. 교사들은 학생들에게 좋은 질문을 하기 위해 주요 예상 반응에 대한 피드백을 계획하고, 이를 점검표 아래에 기록해 두어 효과적으로 활용하고자 하였다. 그러나 이를 수업에서 적시에 활용하는 데에 어려움을 겪었고, 특히 예상과 다른 학생들의 반응을 접할 때 즉각적인 피드백을 제공하는 것에 더욱 어려움을 겪었다.

다음으로, 점검한 것을 점검표에 기록하기와 관련하여 두 가지 경우의 어려움이 드러났다. 첫째, 학생의 해결 방법을 점검표에 기록할 때, 학생이 사용한 그대로를 정확하게 기록하는 데 어려움을 겪었다. 학생이 다양한 아이디어를 사용해 과제를 해결했을 때 이를 점검표에 정확히 기록하지 못한 경우가 있었는데, 교사가 그 사실을 전체 논의에서 깨닫게 되면서 계획한 대로 논의를 이끌어가지 못하였다.

둘째, 교사가 기존에 학생들이 사용할 것이라고 예상했던 해결 방법이 아닌 새로운 해결 방법을 접했을 때, 그것을 점검표에 분류하고 점검 내용을 기록하는 데 어려움을 겪었다. 구체적으로, 6학년 2차 수업에 앞서 교사들은 표, 그림, 식을 이용한 해결 방법을 예상하였으나 Figure 7과 같은 학생의 해결 방법을 발견하게 되었고, 이 해결 방법을 점검표에 어떻게 기록해야 하는지에 대해 어려움을 겪었다.

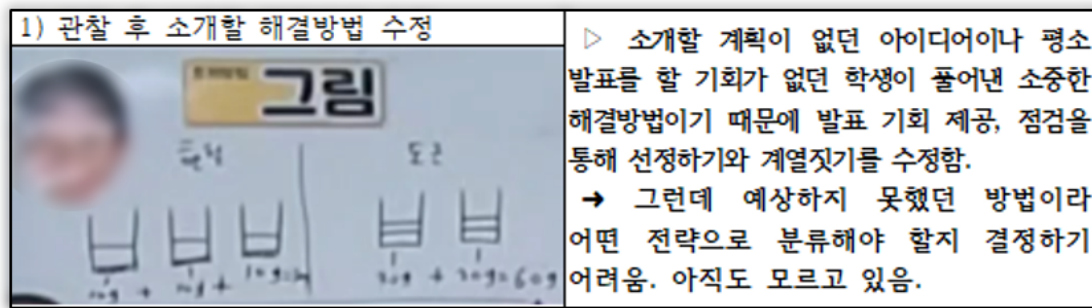


Figure 7. A student's strategy from the second lesson of Grade 6 and the teacher reflection on monitoring student work

한편, 복합적으로 관행 실행하기와 관련해서도 교사들은 두 가지 종류의 어려움을 겪었다. 첫째, 학생들의 반응이 예상과 달라 계획한 대로 수업을 진행하기 어려워 수업의 방향을 조정해야 하는 경우가 있었다. 2학년 3차 수업에서 교사의 예상과 달리 학생들이 처음에 제시된 과제를 이해하지 못하고 어려워하는 것을 발견했을 때 교사는 더 쉬운 수준의 연습 문제를 추가로 제공하는 등의 즉각적인 대처를 실행하는 것에 어려움을 겪었다.

둘째, 교사들은 학생들의 해결 방법을 점검하면서 동시에 후속 관행인 선정하기·계열짓기·연결하기를 염두에 둔 행동들을 수행해야 하는 데서 어려움을 겪었다. 대부분의 교사들은 제한된 수업 시간을 효율적으로 활용하기 위해 학생들을 점검하면서 동시에 전체 논의를 위한 선정하기와 계열짓기를 수행하였다. 이 과정에서 교사에게 요구되는 역할이 매우 다양하여 이를 제대로 수행하는 데에 어려움을 경험했다.

선정하기 및 계열짓기에서 교사가 직면하는 어려움

교사들이 학생들의 해결 방법을 선정하고 계열 짓는 과정에서 직면했던 어려움을 수업별로 분석한 결과는 Table 5와 같다.

Table 5. Challenges teachers experienced in selecting and sequencing student solutions

| Challenge | Element | Lesson analyzed | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| | | 2-1 | 2-2 | 2-3 | 3-1 | 3-2 | 4-1 | 4-2 | 4-3 | 5-1 | 5-2 | 5-3 | 6-1 | 6-2 | 6-3 | 6-4 | |
| Selecting and sequencing solutions that align with the learning goals | · Selecting the appropriate number of solutions | . | . | . | o | . | . | o | . | . | . | . | . | . | . | . | |
| | · Selecting and sequencing unanticipated solutions | o | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | o | . | . | |
| Selecting and sequencing different solutions | · Selecting and sequencing when student solutions are not diverse | o | o | o | . | . | . | . | o | . | . | . | . | . | o | . | |
| | · Avoiding repeated selections of the same solution | o | . | . | . | . | . | o | . | . | . | o | o | . | . | . | |
| Providing students with fair opportunities to present | · Balancing a student's willingness to present and the selected solution | . | . | . | o | . | . | . | . | . | . | o | . | . | . | . | |
| | · Avoiding repeated selections of the same student | . | . | . | o | . | . | . | o | . | o | . | o | . | . | . | |

우선, 학습 목표에 부합하는 해결 방법 선정하기 및 계열짓기와 관련한 어려움은 두 가지 경우가 있었다. 첫째, 적절한 수의 해결 방법을 선정하지 못하고, 지나치게 많은 해결 방법을 선정하여 논의에 과도한 시간이 소요되는 경우가 있었다. 교사들은 다양한 해결 방법을 다룸으로써 연결하기 단계에서 효과적인 논의를 이끌고자 하였으나 각각의 해결 방법에서 어떤 내용을 다룰지, 또 각각의 발표에 소요되는 시간에 대한 구체적인 고려가 부족하였다. 이에 지나치게 오랫동안 논의를 진행하면서 결과적으로 학생들의 집중력을 유지하는 데에 어려움을 겪었다.

둘째, 예상하지 못한 방법으로 학생이 문제를 해결하였을 때 교사가 이를 명확히 이해하여 해결 방법을 선정하거나 계열 짓는 것을 어려워하였다. 교사들은 특히 제한된 시간 안에 해당 해결 방법을 선정할지를 결정하는 것에 어려움을 느꼈고, 논의할 만한 해결 방법이라고 판단하여 선정하였다가 계열짓기에 어려움을 느껴 후회하기도 하였다.

다음으로, 다양한 해결 방법을 선정하기 및 계열짓기와 관련한 어려움을 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 교사들은 학생들의 해결 방법이 다양하지 않거나, 논의에 필요한 해결 방법을 사용한 학생이 한 명일 때 선정 및 계열짓기를 어려워하였다. 이때 논의에 필요한 해결 방법을 사용한 특정 학생이 꼭 발표 요청에 응하도록 독려해야 했기 때문에 어려움을 느꼈다.

둘째, 교사들은 전체 논의에서 중복되는 해결 방법 없이 선정하는 것을 어려워하였다. 교사들은 점검하면서 서로 같은 해결 방법을 다르다고 잘못 판단하거나 교사가 선정한 의도와 다른 내용을 학생이 발표하면서 결과적으로 중복되는 해결 방법을 선정한 것으로 드러나기도 하였다. 또한 학생들이 사용할 해결 방법에 대한 충분한 예상하기가 수행되지 않아 수업 중 학생의 해결 방법의 중복 여부를 제대로 판단하지 못한 경우도 있었다. 이러한 사례 모두는 결과적으로 점검하기 단계에서부터 학생의 해결 방법을 명확히 이해하여 서로 구분 짓는 데 어려움을 느낀 것이었다.

마지막으로, 교사들은 학생에게 공정한 발표 기회를 제공하는 측면에서도 다음과 같이 두 가지 종류의 어려움을 경험했다. 첫째, 학생들의 발표 의지가 너무 적극적이거나 반대로 소극적이어서 교사의 의도와 다른 방향으로 선정하기와 계열짓기를 수행해야 하는 과정에서 어려움을 겪었다. 예를 들어, 선정할 계획이 없었음에도 발표 의지를 과도하게 드러내는 학생이 있을 때 교사는 이를 무시하지 못하고 선정하는 경우가 있었다. 그 결과 계열짓기를 수정해야 하는 어려움과 해당 학생의 발표로 생산적인 논의를 이끄는 것에 어려움을 겪었다. 반대로 논의할 만한 가치가 있는 해결 방법을 사용한 학생을 선정하고자 하였으나 해당 학생이 발표하는 것에 소극적인 경우에는 발표를 독려하는 과정에서 어려움을 겪었고, 결국 선정할 만한 다른 학생을 다시 찾아야 했다.

둘째, 교사들은 학생들에게 발표 기회를 골고루 제공하지 못하고 같은 학생을 여러 번 선정하게 되는 경우도 있었다. 주로 과제를 두 가지 이상 제시한 수업에서 교사가 논의하고자 하는 해결 방법을 사용한 학생이 적을 때 동일한 학생을 2회 이상 선정하는 경향이 나타났다. 또한 점검하기에 충분한 시간을 할애하지 못하여 같은 해결 방법을 사용한 다른 학생을 발견하지 못하기도 하였다. 한편, 평소의 수학 수업에서보다 더 나은 성취도를 보이는 학생을 발견할 때 해당 학생을 중복 선정하기도 하였다. 예를 들어 6학년 2

차 수업에서는 교사가 학생들에게 발표 기회를 골고루 부여하고자 하였으나 평소와 달리 과제를 잘 해결하는 모습을 보인 학생을 여러 번 선정하였다. 이는 해당 학생을 격려하고자 한 결정이었으나 수업 후 그 해결 방법을 사용한 다른 학생이 있었던 것을 파악하였고, 해당 교사는 이에 대한 아쉬움을 나타내었다.

연결하기에서 교사가 직면하는 어려움

교사들이 학생들의 해결 방법을 연결하기에서 직면했던 어려움을 분석한 결과는 Table 6과 같다.

Table 6. Challenges teachers experienced in connecting student responses

| Challenge | Element | Lesson analyzed | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | 2-1 | 2-2 | 2-3 | 3-1 | 3-2 | 4-1 | 4-2 | 4-3 | 5-1 | 5-2 | 5-3 | 6-1 | 6-2 | 6-3 | 6-4 |
| Connecting the student solutions | · Identifying the core mathematical ideas in student solutions | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | · | ○ | · | ○ | · | ○ | ○ | · | ○ | ○ |
| | · Connecting student solutions different from what the teacher monitored | · | · | · | · | · | · | ○ | · | ○ | ○ | · | · | · | · | · |
| | · Remembering the reason why you selected the method and connecting it as it was sequenced | · | · | · | · | · | · | ○ | · | · | · | · | · | · | · | · |
| Keeping all students' engagement and accountability | · Balancing teacher involvement and student participation | · | · | · | · | ○ | ○ | ○ | · | ○ | ○ | ○ | · | ○ | ○ | ○ |
| | · Keeping the entire class engaged by providing students with opportunities to participate in discussions | · | · | · | · | · | ○ | · | · | ○ | ○ | ○ | · | ○ | · | · |
| Efficiently managing discussions | · Coping with the lack of time | · | · | · | ○ | ○ | ○ | ○ | · | ○ | · | · | · | ○ | · | ○ |
| | · Visually sharing student presentations | · | · | ○ | · | · | ○ | · | · | · | ○ | · | · | · | · | ○ |
| | · Using the lesson plan for connecting student solutions | · | · | · | · | · | · | ○ | · | · | · | · | · | · | · | · |
| | · Flexible acting about the plan for discussions | · | · | · | ○ | · | ○ | · | · | · | · | · | · | · | · | · |

우선, 학생의 해결 방법을 연결하기와 관련한 어려움은 크게 세 가지 경우로 분석되었다. 첫째, 교사들은 학생들의 해결 방법을 연결하거나 해결 방법과 학습 목표의 핵심 수학 아이디어를 강조하는 발문을 적시에 적절하게 제시하는 것을 어려워하였다. 교사들은 해결 방법의 공통점과 차이점을 찾는 것에만 초점을 두어 다양한 관점으로 연결하거나 발전적인 발문을 제시하지 못하는 경향이 있었다. 구체적인 예로 섞은 초코우유의 진하기를 구하는 6학년 1, 3, 4차 수업에서는 전반적으로 진하기의 의미와 관련된 발문을 적절하게 제시하지 못하는 어려움이 나타났다. 1차 수업에서는 수업 전 학생들이 진하기를 구하는 방법으로 표, 그림, 식을 사용할 것으로 예상하였으나 표현 방법에 내재된 핵심 수학 아이디어와 그와 관련한 적절한 발문을 마련하지는 못하였고, 그 결과 수업 중 학생들이 다양한 방법으로 진하기를 구하였음에도 핵심 수학 아이디어를 바탕으로 충분한 연결하기를 수행하지 못하였다. 이후 3차, 4차 수업에서도 연결하기에서 진하기의 의미와 관련된 발문을 적절히 제시하지 못한 교사의 반성이 이어졌다. Figure 8은 4차 수업의 연결하기에 대한 수업 성찰일지의 일부이다.

·**단점:** 초코우유의 진하기 3개를(A초코우유, B초코우유, A+B초코우유) 수직선으로 비교할 때에 좀 더 유의미한 발문을 하지 못했다. 문제 해결 '방법' 자체 즉, 문제를 해결하는 데에만 급급하여 '진하기'의 의미를 다양한 측면에서 다루지 못한 것이다. 백분율을 활용해서 문제를 해결하는 부분에만 초점을 맞춰 수업을 설계하였다. "진하기를 30% 유지하려면 어떻게 해야 할까?" "초코우유 맛을 30%로 일정하게 할 수 있을까?" "30%와 유사한 맛을 만들려면 어떻게 해야 할까?" 등 수직선과 연결하여 좀 더 다양하게 진하기의 의미를 다루는 발문을 하면 더 좋았을 것 같다. 학생들이 문제를 표, 그림, 식으로 해결하면 학생들의 풀이 과정에서 다룰 수 있는 질문(기준량은 얼마인가? 비교하는 양은 얼마인가?)을 주로 생각하였다. 나무가 아닌 숲을 보며, 한발 더 나아가 진하기의 의미를 다양한 방식으로 접근했다면 학생들의 수학적 사고를 촉진하는 기회가 될 수 있었을 것 같다.

또한 4단원에서 학생들이 이중수직선을 주로 다루었다. 그래서 학생들의 해결 방법을 예상할 때, 이중수직선에 초점을 맞추어 설계하였다. 그러나 수업을 해보니, 눈금을 그리며 막대로 그림을 그린 친구들이 있었다. 이 그림 표현과 관련하여 미리 좀 더 심도 있게 생각했다면 진하기의 의미를 학생이 그런 그림과 연결하여 좀 더 유의미하게 다룰 수 있지 않았을까 싶다.

Figure 8. Part of sixth-grade teachers' reflection on connecting student solutions

둘째, 교사가 점검한 내용이 아닌 다른 내용을 학생이 발표했을 때 그 해결 방법을 연결하는 것을 어려워하였다. 이 어려움을 겪은 교사들은 자신이 점검하기 단계에서 학생의 반응을 정확하게 점검하여 기록하지 못했거나 지속적으로 파악하지 못했던 것을 원인으로 여겼다. 예를 들어 Figure 1의 과제로 대응 관계를 탐구했던 5학년 2차 수업의 교사는 10개의 직각삼각형을 만들 때 필요한 성냥개비의 수를 구하는 첫째 과제에서 한 학생이 표를 활용하여 해결했다고 점검표에 기록하였으나 실제 그 학생은 식을 활용한 해결 방법을 발표하였다. 특히 학생이 발표한 그 식은, 그 다음에 제시한 과제인 50개의 직각삼각형을 만들 때 필요한 성냥개비의 수를 구하는 과제에서 다루고자 했던, 기호를 활용한 일반화를 표현한 것이었으므로 교사는 미리 계획한 계열과 다른 순서로 논의를 해야 하는 어려움에 직면하였다.

셋째, 교사가 논의 중 학생을 선정한 이유를 잊어 계획한 계열대로 논의를 이끌어가지 못한 경우가 있었다. 구체적으로, 도형의 배열에서 규칙을 찾는 4학년 2차 수업에서 교사는 과제를 해결하면서 자신의 생각을 바꾼 학생을 선정하여 왜 자신의 생각을 바꾸었는지, 바꾼 생각이 적절한지에 대해 논의하고자 하였는데 전체 논의 과정에서 여러 명의 발표를 연결하다가 정작 해당 학생이 발표할 때 무엇을 다루고자 했는지를 제대로 떠올리지 못하였다. 그 결과 해당 학생의 발표에서 사전에 의도하지 않은 내용으로 연결하기를 시도하였고, 이 과정에서 논의 시간이 예상과 달리 많이 소요되었다. 또한 그 학생의 발표 순서를 점검표에 기록해 두었으나, 점검 표시가 헛갈려 다른 순서에 호명함으로써 계열짓기를 제대로 구현하지 못한 어려움을 겪기도 하였다.

다음으로, 전체 학생의 참여와 책임을 유지하기와 관련하여 교사가 겪은 어려움은 다음과 같다. 첫째, 교사들은 자신의 개입과 학생의 참여 간의 균형을 유지하는 데 어려움을 겪었는데, 주로 교사의 설명이 지나치게 많거나 논의에 필요한 내용을 교사가 직접적으로 제시한 경우가 해당된다. 이 어려움을 겪은 교사들은 핵심적인 내용을 학생들에게 잘 전달하려는 마음이 앞서 학생이 생각할 수 있는 기회를 적게 제공하고, 직접적인 힌트를 제시하거나 발표와 관련된 질문을 교사가 스스로 제기하고 답하는 등 주도적으로 논의를 이끄는 모습을 보였다. 또한 수업 전 연결하기에 대해 계획한 내용과 수업 중 선정하기 및 계열짓기 결과에 따라 연결하기를 수행하려다가 계획하지 않은 학생의 질문이나 참여 의지에 적절하게 대처하지 못하기도 하였다. 한편, 일부 교사들은 학생들에게 질문을 제기하고 생각할 시간을 주다가도 논의의 후반부로 갈수록 수업 시간의 제한으로 인해 교사가 주도적으로 논의를 이끌어 가기도 하였다.

둘째, 수업의 초점이 발표하는 학생에게만 치중되어 전체 학생들의 참여를 독려하지 못하고, 집중력을 적절히 유지하지 못하는 경우가 있었다. 수업 녹화 영상을 분석한 결과 이 어려움을 경험한 교사들은 주로 발표하는 학생과 발표 내용에 대해 문답하는 식으로 논의를 진행하는 모습을 보였다. 나머지 학생들에게 참여할 기회를 제공한 교사들도 주로 “무슨 말인지 이해했어요?”, “혹시 발표한 학생에게 궁금한 것 있나요?”와 같은 제한적인 질문만을 반복 제공하여 전체 학생들이 논의 전반에 활발히 참여할 만한 기회를 제공하였다고 보기는 어려웠다.

마지막으로, 효율적으로 논의 시간을 운영하기와 관련하여 교사가 겪은 어려움은 크게 네 가지로 분석되었다. 첫째, 교사들은 시간 부족에 대처하는 것을 어려워하였다. 이 어려움을 겪은 교사들은 수업 시간이 부족하여 충분한 논의를 이끌지 못하였는데, 주로 앞선 활동에서부터 계획한 대로 시간을 운영하지 못하였고, 연결하기에서는 발표 내용에 대한 설명을 자세하게 하면서 시간을 많이 사용하였다. 연결하기에서 시간이 부족함을 인지한 교사들은 직접 질문하거나 설명하는 경향을 보였고, 학생들의 반응을 독촉하기도 하였다. 또한 기존에 선정하기로 한 학생 대신 과제를 빨리 해결한 학생을 선정하거나, 기존에 계획했던 대로 해결 방법 간의 다양한 연결하기를 일부 생략하기도 하였다.

둘째, 교사들은 학생의 발표를 전체 학생에게 시각적으로 공유하는 과정에서 어려움을 겪었다. 예를 들어, 학생들의 발표 내용을 정선되지 못한 방식으로 칠판에 기록하여 연결하기에 지장을 초래하는 경우가 있었고, 연결할 내용을 이해하는 데에 도움이 될 만한 붙임 자료나 판서 방법을 적절히 활용하지 못한 경우가 있었다. 구체적으로 2학년 3차 수업에서 교사는 학생들이 각자의 덧셈 방법을 칠판에 기록하게 하였는데, 사전에 계열지는 대로 학생들을 배치하지 않아서 해결 방법이 섞인 채로 공유가 되었기 때문에 막상 해결 방법을 연결하는 데 어려움을 겪었다. 또한 4학년 1차 수업에서는 발표하는 학생들의 전략이 도형의 배열에 어떻게 드러나는지를 확인할 수 있는 붙임 자료가 게시되지 않아서 교사가 계속해서 전체 학생들이 확인할 수 있도록 도형의 배열을 칠판에 그려야 하는 어려움을 겪었다.

셋째, 4학년 2차 수업의 교사는 예상하기에서 학생의 반응에 대한 피드백과 이를 어떻게 연결할 것인지에 대한 내용을 수업지도안에 기록해 두었으나 실제 수업 중 이를 즉각적으로 활용하는 데에 어려움을 겪었다고 기술했다.

마지막으로, 교사들은 예상하기와 선정하기, 계열짓기에서 계획한 내용에 따라 연결하기를 구현하고자 하는 과정에서 어려움을 겪었다. 이 어려움을 겪은 교사들은 계획한 것을 수업에서 모두 구현해야 한다는 부담감을 안고 있었다. 즉, 5가지 관행 적용에 있어 계획된 절차를 중시하는 모습을 보였다. 예를 들어 3학년 1차 수업에서 교사는 논의하기 전부터 이미 수업 시간이 많이 소요되었음에도 불구하고, 선정한 해결 방법을 모두 발표하도록 해야 한다는 강박감을 느꼈다고 하였고, 발표의 수를 조정하여 발표 내용에 대한 논의를 더 깊게 하지 못한 것에 대해 반성하였다. 또 4학년 1차 수업에서 교사는 미리 계획한 절차를 수행하는 것이 5가지 관행을 잘 적용한 것이라 생각하여, 연결하기에서 사전에 계획하지 않은 학생들의 질문이나 참여 의지에 응답하지 않은 것에 대해 반성하였다. 아울러 연결하기에서 심리적인 여유를 갖고 학생들의 반응에 적절하게 대처하는 것이 필요함을 지적하였다.

결론 및 논의

본 연구에서는 교사들이 5가지 관행을 수업에 적용할 때 구체적으로 어떤 어려움에 직면하는지를 알아보기 위해, 현직 초등학교 교사들이 5가지 관행을 적용하여 수학 수업을 설계·실행·반성하는 과정을 분석하였다. 주요 결과를 바탕으로 결론 및 논의를 제시하면 다음과 같다.

우선, 5가지 관행을 수학 수업에 적용할 때 교사가 직면했던 어려움 중에 절반 이상의 수업에서 공통된 어려움으로 분석된 것에 특히 주목할 필요가 있어서 이에 대해 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 교사들은 수업을 설계할 때 학습 목표의 핵심적인 수학적 아이디어를 인지하는 것과 수업 후반 논의에서 그러한 수학적 아이디어를 연결하는 데서 어려움을 겪었다. 5가지 관행을 수학 수업에 적용하는 목표가 ‘효과적인 수학적 논의’를 하기 위함이라는 것을 고려하면, 이를 위해 교사가 가르칠 수학 내용 중 핵심적인 수학적 아이디어가 무엇인지 명확히 이해하여 목표를 설정하고 그 아이디어를 중심으로 학생들의 해결 방법을 연결하는 것이 얼마나 중요한지를 알 수 있다. 특히 본 연구의 참여 교사들이 초등수학교육 전공으로 학위 과정에 있는 현직 교사들이었음에도 불구하고, 이렇듯 핵심적인 수학적 아이디어를 인지하고 연결하는 데 공통적인 어려움을 겪었다는 결과는 주목받을 필요가 있다. 교사 경력 이 쌓일수록 교사의 학생에 대한 이해 지식이나 교수학적 지식 등의 측면에서는 향상될 가능성이 높은 반면, 가르칠 수학 내용에 특화된 전문적인 지식을 풍부하게 쌓을 기회는 상대적으로 적다(Li et al., 2020). 특히 초등학교 교사들의 경우 수학 내용에 특화된 연수나 지식을 쌓을 기회는 현저히 부족하다(Park & Mun, 2009). 이에 현직 초등 교사들이 가르칠 수학 내용에 대해서 가장 핵심적인 수학적 아이디어가 무엇인지 명확하게 파악하도록 도울 수 있는 전문성 향상 연수나 차별화된 안내 자료가 필요하다.

둘째, 교사들은 5가지 관행을 적용하는 과정에서 본인이 가르치는 학생들의 수준, 수업 환경 등을 고려하여 최적화된 과제를 선정하고 구체적인 발문과 피드백을 계획하는 것을 어려워하였다. 특히 전자의 경우는 교사들이 경험했던 어려움 중 가장 빈도가 높은 어려움으로 드러났다. 강조하건대, 적절한 과제 선정과 관련하여 국내외 문헌에서 반복적으로 제기된 어려움은 인지적으로 도전적인 과제를 제시하는 것과 학습 목표와의 정합성을 고려한 과제를 제시하는 것이었다(Kim, 2015; Seo, 2015; Smith et al., 2020). 본 연구에서 교사들은 개별적으로 과제를 선정한 것이 아니라 학년별로 교사공동체를 이루어 과제를 선정했으며, 일회적으로 수업에 적용하고 끝난 것이 아니라 같은 학년을 맡은 여러 교사가 자신의 학급에서 수업을 했다. 이에 교사들은 기본적으로 어떤 과제가 학생들의 사고를 도출하기에 좋은 과제인지, 학습 목표를 도달하기에 적절한 과제인지 판단하는 것에는 크게 어려움을 겪지 않은 반면, 정작 그런 과제가 자신이 맡은 학급의 학생들에게 어느 정도로 인지적으로 도전적인 과제인지 판단하는 데는 어려움을 겪은 것이다. 또한 선정된 과제와 관련하여 학생들의 여러 가지 접근 방법(정반응과 오반응 모두 포함)을 예상하는 것보다 그런 방법을 활용한 학생들에 대해서 어떤 발문과 피드백을 제공할 수 있는지 구체적으로 계획하는 데 어려움을 겪는 것으로 드러났다. 이를 통해 5가지 관행을 교사공동체를 통해 설계하고 실행하더라도 각 교사의 학급에서 적용하는 과정에서 과제 선정 및 피드백을 상세화하고 최적화하기 위해 개별적인 노력을 지속할 필요가 있음을 알 수 있다.

셋째, 교사들은 ‘모든’ 학생의 해결 방법을 점검하는 것과 ‘정확히 이해’하여 점검하는 것을 어려워하였다. 현실적으로 제한될 수밖에 없는 점검 시간, 그리고 그 시간 내에 점검해야 할 학생 수, 과제를 해결하는 동안 활용하는 방법을 수정할 가능성 등을 생각하면, 사실 위의 두 가지 점검하기와 관련된 어려움은 피하기 어려울 것이다(Pang, 2016). 다만, 점검하기가 제대로 이루어지지 않으면 후속 관행이 제대로 실행될 수 없기에(Oh, 2016; Smith & Stein, 2018), 5가지 관행을 실행하려고 노력하는 교사는 학생들의 반응을 효율적으로 점검할 수 있는 구체적인 전략이 필요해 보인다. 또한 5가지 관행 중 상대적으로 연구가 많지 않은 점검하기와 관련하여 교사들의 다양한 실행 수준 및 이에 영향을 끼치는 요인을 다각도로 탐색해 보는 연구가 필요해 보인다(Pang et al., 2022).

넷째, 교사들은 자신의 개입과 학생 참여 간의 균형을 유지하는 것을 어려워하였다. 이런 어려움은 여러 선행 연구에서도 공통적으로 보고된 어려움이었는데(예, Kim, 2015; Kim, 2014; Seo, 2015), 본 연구에서도 높은 빈도로 나타났다. 교사들은 5가지 관행을 적용한 수업을 계획하면서 평상시보다 더 많은 시간을 사용했음은 물론, 학생들의 해결 방법을 점검하고 학습 목표에 부합한 해결 방법을 진지하게 선정 및 계열지어 궁극적으로 학생들에게 의미 있는 수학적 논의가 일어나도록 노력했다. 그러나 학생들의 과제에 대한 접근 방법이나 논의할 시간 등이 충분하지 않은 경우, 교사는 해결 방법과 관련한 내용을 설명하는 역할에 지나치게 치우치거나, 교사의 질문에 대해 학생들이 생각할 시간을 주지 못하고, 학생에게 직접적인 힌트를 제공함으로써 학생이 주도적으로 논의에 참여할 기회를 제한하는 경우가 많았다. 이러한 어려움은 개별 교사의 입장에서 생각해 보면, 일회적인 수업 적용으로 개선될 가능성이 낮기 때문에, 5가지 관행에 대한 이해를 바탕으로 자신의 수학 수업에서 적용하면서 교사의 개입과 학생 참여 간에 어떻게 균형을 유지하면서 제한된 연결하기 시간 동안 효과적인 수학적 논의를 조장할 수 있는지 지속적으로 성찰할 필요가 있다.

지금까지 5가지 관행을 초등학교 수학 수업에 적용할 때 교사가 직면했던 어려움 중에서 빈도가 높은 것 위주로 살펴보았다. 그러나 상대적으로 낮은 빈도의 어려움도 그냥 간과되어서는 안 될 것이다. 본 연구의 참여 교사들이 대학원 강의를 통해 5가지 관행에 대해 학습하면서 이를 충실하게 적용하려고 부단히 노력하는 과정에서 드러났던 어려움이었기에 추후 5가지 관행을 적용하려는 교사가 이런 어려움을 사전에 철저하게 파악하고 대비책이나 대안적인 방법을 고안하는 것은 성공적인 수업의 기초가 될 것으로 기대된다.

한편, 본 연구의 특성 및 목적상 기존의 수업 사례에서 드러난 것보다 더 실제적이고 구체적이며 다양한 어려움을 도출할 수 있었다. 특히, 선행 연구에서 별반 강조되지 않았지만 본 연구에서 새로 확인된 어려움이 각 관행별로 적어도 2가지 이상씩 나타나 전체 14가지 요소로 범주화되었다. 이 중 예를 들어 ‘명확한 표현으로 학습 목표 제시하기’, ‘효율적으로 활용할 수 있도록 수업지도안 작성하기’, ‘점검에 유용하도록 점검표 개발하기’, ‘학생의 발표를 시각적으로 공유하기’, ‘수업지도안을 즉각적으로 활용해 연결하기’ 등은 아마도 우리나라에서의 수업 설계 및 실행 과정과 밀접한 관련이 있어 보인다. 5가지 관행이 미국에서 처음 소개된 이후 최근에 수업 적용 사례집까지 발간되고 다른 나라에서도 적용 사례가 확대되는 만큼, 우리나라에서도 실행 중심의 이론으로 잘 알려진 5가지 관행을 실제 수업에 적용하는 과정을 면밀히 탐색하는 수업 연구가 다양한 학교급에서 계속되기를 기대한다. 이 과정에서 우리나라 수학 수업이기에 특별히 유의해야 할 어려움이나 요소가 무엇인지, 그런 각각의 어려움이나 요소에 대해서 구체적인 개선 방안 및 실행 과정을 탐색하는 연구 등이 확산되기를 기대한다.

References

- Kim, E. K. (2015). *A relationship between anticipating and connecting practices for productive mathematical discussions* [Master's thesis, Korea National University of Education].
- Kim, J. Y. (2014). *An analysis of elementary mathematics instruction: On the basis of 5 practices* [Master's thesis, Korea National University of Education].
- Li, Y., Pang, J., Zhang H., & Song, N. (2020). Mathematics conceptual knowledge for teaching: Helping prospective teachers know mathematics well enough for teaching. In D. Potari & O. Chapman (Eds.), *International handbook of mathematics teacher education: Volume 1: Knowledge, beliefs, and identity in mathematics teaching and teaching development* (pp. 77-104). Brill & Sense.

- Oh, H. R. (2016). *An analysis of 'sequencing' in elementary mathematics instruction based on the 5 practices for orchestrating productive mathematics discussions* [Master's thesis, Korea National University of Education].
- Pang, J., & Kim, J. W. (2013). An analysis of 5 practices for effective mathematics communication by elementary school teachers. *Journal of Elementary Mathematics Education in Korea*, 17(1), 143-164.
- Pang, J. (2016). Improving mathematics instruction and supporting teacher learning in Korea through lesson study using five practice. *ZDM Mathematics Education*, 48(4), 471-483. <https://doi.org/10.1007/s11858-016-0768-x>
- Pang, J., Kim, J., Choi, Y., Kwak, E., & Kim, J. (2022). Improvement of elementary instruction via a teacher community: Focused on the implementation of five practices for orchestrating productive mathematics discussions. *Education of Primary School Mathematics*, 25(4), 433-457. <https://doi.org/10.7468/jksmec.2022.25.4.433>
- Park, S. H., & Mun, G. H. (2009). *A study on curriculum implementation to strengthen the competitiveness of school education – Mathematics*. KICE. (Report Number. RRC-2009-4-1) <https://www.kice.re.kr/resrchBoard/view.do?seq=18852&s=kice&m=030109>
- Seo, E. M. (2015). *An analysis of connecting practice in elementary mathematics instruction based on the 5 practices* [Master's thesis, Korea National University of Education].
- Smith, M. S., & Stein, M. K. (1998). Reflections on practice: 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. (2011). *5 practices for orchestrating productive mathematics discussions*. NCTM.
- Smith, M. S., & Stein, M. K. (2018). *5 practices for orchestrating productive mathematics discussions* (2nd ed.). NCTM.
- Smith, M. S., Bill, V., & Sherin, M. G. (2020). *The five practices in practice [Elementary]: Successfully orchestrating mathematics discussions in your elementary classroom*. Corwin Press.
- Yeom, M. S., & Pang, J. (2019). Changes in elementary mathematics instruction based on the five practices for productive mathematical discussions. *Journal of Elementary Education*, 35(1), 133-157.