

예비 초등 교사는 학생의 수학적 사고에 어떻게 반응하는가?

선우진* · 방정숙**†

*영덕초등학교 교사, **한국교원대학교 교수

How Do Prospective Elementary School Teachers Respond to Students' Mathematical Thinking?

Sunwoo, Jin* · Pang, JeongSuk**†

*Teacher, YoungDuk Elementary School, South Korea, camy17@naver.com

**Professor, Korea National University of Education, South Korea, jeongsuk@knue.ac.kr

초록. 교사의 전문적인 노티싱 중 학생의 수학적 사고에 반응하는 능력은 매우 중요함에도 불구하고, 우리나라 교사들을 대상으로 그러한 능력에 대해 자세히 분석한 연구는 별반 없다. 이에 본 연구에서는 자연수의 사칙연산별로 초등학생의 해결 전략을 제시하고 95명의 예비 교사가 어떻게 반응하는지 5가지 하위 요소로 세분하여 분석하였다. 연구 결과 전반적으로 예비 초등 교사들은 학생의 해결 전략에서 주요한 수학적 요소를 인식하였고 적절한 수학 개념이나 용어를 사용하여 학생의 해결 전략에 대해 추론할 수 있었으며, 이를 바탕으로 지도 방안을 모색할 수 있었다. 그러나 예비 초등 교사들은 피상적인 수준에서 지도 방안을 언급하는 경향이 있었으며 학생의 향후 전략까지 고려하며 반응하는 경우는 드물게 나타났다. 이러한 결과를 토대로 예비 교사 교육에서 학생의 수학적 사고에 반응하는 능력을 신장하기 위한 시사점을 논의하였다.

핵심어: 예비 초등 교사, 학생의 수학적 사고에 반응하기, 전문적인 노티싱

ABSTRACT. Although the ability to respond to students' mathematical thinking is important among teachers' professional noticing, there has been a lack of research investigating such ability among Korean teachers. This study surveyed 95 prospective elementary school teachers with an aim to investigate their responding ability with five sub-components. A written assessment for this study was developed on the basis of students' solution strategies regarding four operations (addition, subtraction, multiplication, and division) of whole numbers. The results of this study showed that many teachers were able to identify the core mathematical elements in the student's strategy, interpret the student's strategy by using mathematical concepts and terms, and suggest an appropriate teaching method. However, some prospective teachers tended to pose inappropriate problems or provide superficial teaching methods in response to the student's mathematical thinking. It was unusual for them to anticipate the student's future strategies. Based on the obtained results, this study is expected to suggest the aspects that are further needed for prospective teachers to promote their ability to respond to students' mathematical thinking.

KEY WORDS: prospective elementary school teacher, responding to students' mathematical thinking, professional noticing

† corresponding author

Received: Oct 10, 2020 / Reviewed: Nov 05, 2020 / Accepted: Nov 14, 2020

1. 서론

좋은 수학 수업의 요건은 다양하지만 많은 연구자들은 공통적으로 학생의 수학적 사고를 명확하게 드러내고 이를 토대로 학생에게 수학적 의미 있는 학습 경험을 제공하는 수업을 좋은 수학 수업이라고 주장한다(National Council of Teachers of Mathematics, 2014). 같은 맥락에서 Lampert, Franke, Kazemi, Ghouseini, Turrou, Beasley et al.(2013)에 따르면, 교사는 모든 학생이 수학을 이해하고 학습할 수 있다는 신념을 토대로 수학 수업에서 드러나는 학생의 사고를 해석하고 그에 따른 적절한 학습 기회를 제공해야 한다. 이런 측면에서 교사의 노티싱(noticing)은 수업에서 드러나는 학생의 수학적 사고를 포착하고 이를 해석하는 능력을 포함하기 때문에 좋은 수학 수업을 구현하는 데 중요하다(Monson, Krupa, Lesseig, & Casey, 2020).

교사의 노티싱은 연구자마다 정의하는 방식에 다소 차이가 있으나 그중 수학교육 분야에서 많이 인용되는 Jacobs, Lamb, & Philipp(2010)은 ‘학생들의 수학적 사고에 대한 전문적인 노티싱(professional noticing of children’s mathematical thinking)’을 학생의 전략에 주의를 기울이기, 학생의 사고를 해석하기, 학생에 대한 이해를 토대로 반응하기라는 상호 연관된 세 가지의 기술(skills)로 설명하였다. 그리고 이를 토대로 다양한 교사 집단의 노티싱을 조사한 결과, 학생의 수학적 사고에 반응하는 능력은 모든 집단에서 전반적으로 점수가 가장 낮았으며, 전문성을 갖춘 교사 집단과 그렇지 않은 집단 사이에서 점수 차이가 가장 큰 요소로 드러났다. 이와 유사한 결과는 Barnhart & van Es(2015)의 연구에서도 확인할 수 있다. 구체적으로 Barnhart & van Es는 비디오 기반의 전문성 교육에 참여한 예비

교사와 그렇지 않은 예비 교사의 노티싱을 비교한 결과, 전문성 교육에 참여한 예비 교사의 노티싱 점수는 비교 집단보다 높은 편이기는 했으나, 학생의 사고에 반응하기에 대한 점수는 두 집단에서 공통적으로 가장 낮았다. 이러한 선행 연구를 통해 노티싱 중 반응하기 능력은 교사들이 매우 어려워하는 능력이며 이를 신장하기도 쉽지 않다는 것을 알 수 있다.

이에 최근에는 교사의 노티싱 중 특히 반응하기 능력에 대한 관심이 확산되고 있다(예, Land, Tyminski & Drake, 2019; Monson et al., 2020). 학생의 사고를 토대로 반응하는 능력은 노티싱의 세 가지 요소 중 가장 어렵지만, 교사의 의사결정과 밀접하게 관련되기 때문에 교사의 수업 전문성을 평가하는 중요한 능력이다(Jacobs et al., 2010). 따라서 교사가 학생의 수학적 사고를 이해하고 그에 따라 의미 있게 반응할 수 있는 능력은 예비 교사를 양성하는 교육과정을 통해 체계적으로 지도될 필요가 있다(Barnhart & van Es, 2015; Monson et al., 2020).

국내 수학교육 연구에서도 최근 교사의 노티싱에 대한 중요성이 연구자들에게 공감을 얻으며 관련 연구가 진행되고 있다. 예를 들어 예비 교사의 노티싱을 탐색한 연구(Lee & Lee, 2018; Lee & Park, 2018), 교사의 노티싱을 수업과 연결하여 분석한 연구(Kim, Han, Bae, & Kwon, 2017; Lee & Lee, 2016; Sunwoo & Pang, 2020) 등이 있다. 이중 예비 교사의 노티싱을 탐색한 연구를 살펴보면 공통적으로 예비 교사 교육에서 노티싱을 신장할 수 있는 교육 기회의 중요성을 강조했다. 다만 선행 연구에서는 예비 교사의 노티싱을 탐색하는 과정에서 수업 현상 중 무엇을 주목하는가에 초점을 두는 경향이 있는 반면에 구체적으로 어떻게 반응하는가의 측면에서 자세하게 탐색하지는 못했다.

이에 본 연구에서는 Jacobs et al.(2010)이 제안한 교사의 노티싱 중 학생에 대한 이해를 토대로 반응하는 능력을 확장하여 그 특징을 자세하게 분석하는 데 초점을 두었다. 아직 국내 교사의 노티싱에 대한 다양한 연구가 확산되지 않은 시점에서 예비 교사의 반응하기 능력을 자세하게 진단하여 향후 구체적인 지도 방향을 모색하는 것은 교사 교육 연구에서 의미가 있다. 이러한 연구의 필요성에 따라 본 연구는 예비 초등 교사를 대상으로 자연수의 사칙연산에서 드러나는 학생의 해결 전략을 보고 학생의 사고를 추론하여 그에 따른 지도 방안을 제시해 보게 하였다. 이를 통해 예비 초등 교사가 학생의 수학적 사고에 반응하는 능력의 특징을 확인하고, 연구 결과를 토대로 예비 교사 교육에서의 시사점을 논의하고자 한다. 이에 따른 구체적인 연구 문제는 다음과 같다. 1) 예비 초등 교사의 반응하기 능력은 전반적으로 어떤 특징이 있는가? 2) 예비 초등 교사의 반응하기 능력은 자연수의 사칙연산별로 어떤 특징이 있는가?

II. 이론적 배경

1. 교사의 반응하기 능력

Jacobs et al.(2010)은 학생들의 수학적 사고에 대한 전문적인 노티싱을 설명하는 과정에서 학생의 수학적 사고를 토대로 반응하기에 대해 다음과 같이 설명했다.

세 번째 기술[학생의 사고를 토대로 반응하기]은 교사들이 어떻게 반응할지 결정할 때 사용하는 추론이다. 우리는 한 가지의 가장 좋은 반응이 있다는 것을 주장하는 것이 아니라 교사들이 특정

상황에 놓인 학생의 이해에 관해 [교사들이] 배운 것을 사용하는 정도에 관심이 있으며 교사들의 추론이 학생의 수학적 신장에 관한 연구와 일관되는지에 관심이 있다. (p. 173)

위에서 알 수 있듯이 교사의 반응하기 능력은 교사가 학생의 수학적 사고를 이해하기 위해 추론하는 과정을 포함하며, 교사가 제시하는 지도 방안은 학생의 수학적 신장을 도모하는 방향이어야 한다. 그리고 교사의 반응하기 능력은 학생의 사고에 주의를 기울이기, 학생의 이해를 해석하기와 상호 밀접하게 연결되어 있으며, 교사의 순간적인 의사결정에는 이러한 세 가지 능력이 통합적으로 필요하다. 최근 Land et al.(2019)도 이러한 세 가지 능력 간의 상호연관성에 근거하여 교사의 반응하기 능력을 신장하기 위해서는 교사가 학생의 사고에 주의를 기울이고 이를 해석할 수 있는 능력이 뒷받침되어야 한다고 주장했다. 나아가 Land et al.(2019)은 Jacobs et al.(2010)이 제안한 전문적인 노티싱 개념을 기반으로 교사의 반응하기 능력을 구체화하여 연구를 진행하였다. 이와 같은 맥락에서 Monson et al.(2020, p. 210)은 ‘반응하기’라는 용어를 ‘예비 교사들이 학생의 사고를 드러내기 위해 결정하는 선택과 예비 교사들이 학생의 사고에 대한 대답으로 제시하는 것’이라고 정리하였다.

이와 같은 선행 연구를 토대로 본 연구에서는 교사의 반응하기 능력에 초점을 두었으며, Monson et al.(2020), Land et al.(2019) 등의 연구를 바탕으로 교사의 반응하기 능력을 교사가 ‘학생의 수학적 사고와 전략을 이해하고 그에 따라 학생의 수학적 신장을 도모할 수 있는 적절한 문제나 발문을 제시할 수 있는 능력’으로 정의하였다.

2. 교사의 반응하기 능력에 대한 연구

교사의 반응하기 능력에 대한 선행 연구는 크게 교사 노티싱의 세 가지 요소 중의 하나로 반응하기 능력을 설명한 연구와 교사의 반응하기 능력 자체에 초점을 둔 연구로 나누어 살펴볼 수 있다. 먼저 전자와 관련하여, Jacobs et al. (2010)은 예비 교사, 초임 교사, 경력 교사, 전문성을 갖춘 리더 교사의 노티싱을 집단별로 연구한 결과, 전반적으로 수학 수업에 대한 전문성을 갖춘 교사일수록 학생의 수학적 사고를 더 잘 노티싱하는 경향을 확인했다. 그리고 경력이 낮은 교사일수록 학생의 사고를 해석하고 반응하는 데 어려움을 겪었으며, 경력이 많은 교사도 학생의 사고를 토대로 적절하게 반응하기는 쉽지 않은 것으로 드러났다. 특히 교사의 반응하기 능력 측면에서 살펴보면, 예비 교사와 초임 교사는 학생의 현재 이해 수준을 고려하지 않은 차별다른 근거 없이 후속 과제를 제시하는 경향이 많았으며, 교육 경력이 많은 교사도 학생의 사고에 기반한 구체적이고 타당한 근거보다는 일반적인거나 피상적인 근거를 토대로 후속 과제를 제시하는 경우가 많았다.

Barnhart & van Es(2015)는 비디오 기반의 전문성 교육에 참여한 예비 과학 교사와 그렇지 않은 예비 과학 교사의 노티싱을 비교한 결과, 전문성 교육에 참여한 예비 교사들은 학생의 사고에 주의를 기울이기, 학생의 사고를 분석하기, 학생의 사고에 반응하기의 순으로 노티싱하는 능력이 신장되었음을 밝혔다. 그중 반응하기 능력의 특징을 비교한 결과, 전문성 교육에 참여한 예비 교사들은 과학 개념을 토대로 학생의 사고를 구체적으로 설명하고, 자신이 관찰한 학생의 사고에 근거하여 구체적인 교수 전략을 제안했으나 비교 집단은 교사의 행동에 더 주목하거나

학생의 사고보다는 정답과 오답의 수준에서 일반적인 현상을 기술하는 경향이 있었다.

한편, 교사의 반응하기 능력 자체에 초점을 둔 연구 중 Land et al.(2019), Monson et al.(2020)을 살펴보면 다음과 같다. 두 연구는 공통적으로 Jacobs et al.(2010)의 전문적인 노티싱 중 반응하기 능력이 매우 복잡하면서도 신장하기 어려운 기술이라는 점에 주목했다. 먼저 Land et al.(2019)은 초등 교사 20명을 대상으로 학생의 수학적 사고에 대한 반응하기 능력을 조사하였다. 구체적으로 43×6을 해결하는 세 학생들의 전략을 추론하여 그 학생들에게 어떠한 후속 과제를 제공할지 면담을 진행하였다. 그 결과, 학생의 전략을 타당하게 추론하고 학생이 이후 문제를 어떻게 해결할지 고려할 수 있는 교사일수록 의미 있는 수학 학습의 측면에서 더 좋은 과제를 제시하는 경향을 확인했다. 다음으로 Monson et al.(2020)은 교사 교육을 통해 예비 교사의 반응하기 능력이 어떻게 신장되는지 탐색했다. 이를 통해 연구자들은 예비 교사들에게 ‘좋은 반응하기의 요소가 포함된 면담 모듈(Responding Component of the Interview Module)’을 사용하여 중등 학생과 면담해 보는 활동, 학생의 전략을 분석하고 그에 따른 후속 과제를 생각해 보는 활동 등을 통해 예비 교사들이 학생의 수학적 사고에 반응하는 능력이 신장되었을 뿐 아니라 학생의 수학적 사고에 주의를 기울이고 해석하는 능력도 함께 신장되었다고 보고했다. 이는 전문적인 노티싱의 세 가지 기술이 상호 밀접하게 연관되어 있다는 Jacobs et al.(2010)의 주장을 뒷받침하며, 나아가 교사의 반응하기 능력에 초점을 둔 교육 활동이 궁극적으로 교사의 노티싱 전반에도 긍정적인 영향을 끼칠 수 있다는 가능성을 시사한다.

이상의 연구를 통해, 본 연구의 초점인 교사의

반응하기 능력은 학생의 수학적 사고에 대한 이해와 추론이 뒷받침되는 복잡한 능력이지만 체계적인 교육을 통해 신장 가능하다는 것을 알 수 있다.

3. 교사의 반응하기 능력을 분석하기 위한 이론적 틀

본 연구에서는 교사의 반응하기 능력을 조사하고 분석하기 위한 이론적 틀을 고안하였다. 이를 위해 선행 연구에서 교사의 반응하기 능력을 어떻게 구체화했는지 살펴보았다.

먼저 Casey, Lesseig, Monson, & Krupa(2018), Monson et al.(2020)은 선행 연구를 토대로 ‘좋은 반응하기의 특징’을 네 가지 도출하였다. 첫째, 학습 목표에 부합하는 반응하기이다. 교사는 무엇보다 학생이 학습해야 하는 주요 수학 내용 및 개념에 초점을 두어 반응해야 한다. 둘째, 학생의 사고와 일관되게 반응하기이다. 교사는 학생의 수학적 사고나 전략을 추론하여 수학적으로 중요한 요소를 인식하고 그것을 토대로 반응해야 한다. 셋째, 학생의 수학적 신장에 대한 연구와 일관되게 반응하기이다. 교사는 수학 학습에 대한 여러 선행 연구에서 강조하는 방법과 일관되는 방향을 제시할 수 있어야 한다. 넷째, 학생이 사고할 수 있는 여지를 남겨두고 학생과 상호작용하기이다. 교사 중심의 IRE(Initiate-Respond-Evaluate) 반응보다는 학생이 스스로 자신의 오류를 인지하고 개념적으로 이해할 수 있도록 교사가 여지를 남기는 것이 좋은 반응하기라고 주장했다.

Land et al.(2019)은 선행 연구를 토대로 교사가 학생의 수학적 사고에 어떻게 반응하는지 측정하기 위해 “반응하기 루브릭(Responding Rubric)”을 개발했다. 루브릭의 네 가지 요소는

다음과 같다. 첫째, 여러 학생의 사고에 대해 한번에 반응하는지, 개별 학생에게 각각 반응하는지 분석했다. 둘째, 학생의 문제 해결 방법에서 드러나는 현재의 이해 상태를 고려하여 반응하는지 분석했다. 셋째, 학생의 향후 전략을 예상하며 반응했는지 분석했다. 넷째, 학생의 사고에 대응하는 문제(responsive problem)를 제기하는지 분석했다. 이때 학생의 사고에 대응하는 문제를 분석할 때에는 학생의 전략과 관련이 없는 일반적인 형태의 문제를 제기하는지, 타당한 근거를 토대로 구체적인 수나 문제 형식을 제기하는지에 따라 차등을 두었다. 이상 선행 연구를 종합하여, 교사의 반응하기 능력을 설명하는 구성요소를 Table 1과 같이 도출하였다.

첫째, 주요 수학적 요소에 대해 반응하기이다. 교사는 학생의 수학적 사고에 대해 일반적인 측면에 대해 반응하기보다 수학적으로 중요한 측면이 무엇인지 알고 그에 대해 반응해야 한다. 둘째, 학생의 수학적 사고에 대한 이해와 추론을 통해 반응하기이다. 이 요소는 교사가 학생의 문제 해결 전략을 통해 현재의 이해 상태를 해석하고 추론할 수 있는가의 측면이다. 셋째, 학생의 수학적 신장을 도모하는 반응하기이다. 교사는 학생이 개념적인 이해를 통해 수학을 배울 수 있도록 구체적인 지도 방안을 제시할 수 있어야 한다. 넷째, 타당한 근거를 토대로 반응하기이다. 교사가 제안하는 지도 방안은 교사의 개인적인 의견 및 선호도보다 학생의 현재 이해 상태, 관련 교육과정 및 교수학적 지식 등 타당한 근거에 기반해야 한다. 다섯째, 학생의 향후 전략을 고려하여 반응하기이다. 학생의 지도 방안을 모색할 때에는 학생이 이후 어떻게 문제를 해결하고 배울지 신중하게 고려할 필요가 있다. 본 연구에서는 이러한 다섯 가지 요소를 토대로 예비 초등 교사의 반응하기 능력을 분석하였다.

III. 연구 방법 및 절차

1. 연구 대상

본 연구는 초등 교사 교육 프로그램을 제공하는 한 대학교의 3학년에 재학 중인 예비 교사 97명(남 29명, 여 68명)을 대상으로 진행하였다. 본 연구에 참여한 예비 교사들은 연구자의 초등 수학교육과 관련된 개론 강의를 수강했다. 이 강의는 예비 교사들이 초등수학교육과 관련하여 처음으로 수강하는 강의였으며, 그 전에 수업 실습에 참여한 경험은 없었다.

예비 교사들은 강의를 통해 초등수학교육의 특징, 2015 개정 수학과 교육과정의 특징을 배웠고, 초등학교에서 다루는 수와 연산 영역의 교육과정 내용 및 지도 방안을 배웠다. 강의는 주로 교수자가 교육과정 내용 및 교수법을 설명하는 방식으로 진행했으며, 강의의 특성상 교수법 시연, 학생 활동의 분석과 같은 실습 형태의 활동은 진행하지 않았다. 더불어 본 연구에서 개발한 검사지의 문항 유형 및 내용에 대해서는 강의 시간에 별도로 다루지 않았다. 이에 수와 연산 영역의 교육과정 내용 및 교수법을 배운 예비 초등 교사들이 자연수 연산과 관련된 학생의 사

고에 어떻게 반응하는지 그 특징을 확인할 수 있을 것으로 기대되었다.

2. 자료 수집 및 절차

본 연구에서는 예비 초등 교사의 반응하기 능력을 조사하기 위해 초등수학교육과 관련된 개론 강의가 종료된 시점에 검사를 실시하였다. 검사지는 자연수의 사칙연산에 대해 각 1문항씩 총 4문항으로 구성했다. 검사는 코로나19 상황으로 인해 온라인으로 실시했으며, 그 과정은 다음과 같다. 먼저 사전에 예비 교사들에게 검사 방법을 설명했다. 구체적으로 검사에 참여할 때에는 반드시 개별로 참여할 것, 참고 자료 및 정보 기기를 사용하지 않을 것 등을 강조하고 이에 대한 준수 서약서를 작성하게 하였다. 다음으로 검사 당일에는 대학에서 운영하는 사이버 강의실에 검사지를 탑재하고 지정된 시간에 검사지를 일제히 공개하였다. 이때 예비 교사들은 지정된 시간 10분 전까지 교수자가 지정한 줌 프로그램에 접속하여 자신의 시험 환경(장소 및 주변 정리 상태)을 교수자에게 확인받았다. 교수자는 검사에 앞서 예비 교사들에게 강의를 통해 배운 내용을 최대한 발휘하여 자신의 생각을 자

Table 1. Five components of teachers' ability to respond to students' mathematical thinking

Land et al.(2019)	Casey et al.(2018), Monson et al.(2020)	본 연구에서 도출한 반응하기의 요소
-	· 학생의 학습 목표에 부합하는 반응하기	R1. 주요 수학적 요소에 대해 반응 하기
· 학생의 현재 전략을 고려하기	· 학생의 사고에 따른 반응하기	R2. 학생의 수학적 사고에 대한 이해 와 추론을 토대로 반응하기
· 적절한 근거에 따라 특정한 수나 유형을 반영한 문제를 제시하기(반응적인 문제 제기 하기)	· 학생의 수학적 신장에 관한 연구에 부합하는 반응하기	R3. 학생의 수학적 신장을 도모하 는 반응하기
· 학생의 향후 전략을 예상하기	· 학생이 수학적으로 사고할 수 있는 여지를 남겨두는 반응하기	R4. 타당한 근거를 토대로 반응하기 R5. 학생의 향후 전략을 고려하여 반응하기

세하게 기술해 줄 것을 당부하였다. 이후 예비 교사들은 각자 컴퓨터에서 검사지를 다운받고 90분간 답변을 작성한 후 정해진 시각까지 검사지를 인터넷에 다시 탑재하였다. 이때 탑재한 검사지는 교수자만 확인할 수 있도록 설정하였다. 예비 교사들은 검사지의 답변을 한글 프로그램으로 작성하거나 수기로 작성한 후 스캔하여 제출하였다. 연구자는 이러한 과정을 통해 검사 당일 검사지 총 97부를 일괄 수거하였으며 그중 불성실한 답변 2부를 제외한 95부의 검사지를 분석하였다.

3. 검사 도구

본 연구에서는 초등학생이 자연수의 사칙연산 해결 과정에서 보이는 전략을 중심으로 검사 도구를 개발했다. 먼저 연산별로 초등학생의 반응 유형 중 1가지씩을 선정한 후 학생의 해결 전략과 관련된 주요 수학적 요소를 정리하였다(Table 2 참조). 이때 초등학생의 반응 유형은 크게 정답 유형 2문항(덧셈, 나눗셈), 오답 유형 2문항(뺄셈, 곱셈)으로 선정하였다. 반응 유형을 선정할 때에는 중요한 수학 개념이나 아이디어를 포함하는지 고려하였고, 정답 유형은 학생의 수학적 사고가 잘 드러나는 반응으로, 오답 유형은 여러 연구에서 자주 언급되는 오류 반응으로 선정하였다.

다음으로 예비 교사가 각 학생의 해결 전략에 대해 어떻게 반응하는지 조사하기 위한 질문을 구성했다. 이를 위해 Jacobs et al.(2010), Land et al.(2019)에서 사용한 질문을 국내 실정에 맞게 수정·보완하였고, 각각의 연산 문항마다 Figure 1과 같이 세 개의 질문을 일괄적으로 제시했다. 이중 질문(1)을 통해서 R1(주요 수학적 요소에 반응하기), R2(학생의 수학적 사고에 대한 이해

와 추론을 토대로 반응하기)를 분석하였고, 질문(3)을 통해서 R3(학생의 수학적 신장을 도모하는 반응하기), R4(타당한 근거를 토대로 반응하기), R5(학생의 향후 전략을 고려하여 반응하기)를 분석했으며, 질문(2)는 질문(1)에 대한 응답이 부족한 경우에 참고하였다.

1. [덧셈] 다음은 초등학교 2학년 학생 '슬기'의 계산입니다. 잘 보고 물음에 답하세요.

1. $35 + 47$ 을 계산하십시오.	2. $48 + 27$ 을 계산하십시오.

- (1) [슬기]가 위 문제를 어떻게 이해하고 풀었는지 자세히 설명해 주세요. (학생이 아는 것뿐만 아니라 모르는 것, 오개념 등도 포함하여 설명해도 좋습니다.)
- (2) [슬기]의 수학적 사고를 더 자세히 이해하기 위해 추가로 묻고 싶은 것이 있나요? 있다면 그 이유도 함께 적어주세요.
- (3) 여러분이 [슬기]의 답임교사라면, [슬기]의 수학 학습을 도울 수 있도록 어떤 발문(또는 문제)을 추가로 제시하고 싶나요? 그 이유도 자세히 설명해 주세요.

Figure 1. Three prompts to investigate teachers' ability to respond to students' mathematical thinking

4. 자료 분석

본 연구에서 수집한 검사지는 선행 연구를 통해 도출한 반응하기 능력의 5가지 요소별로 분석했다. 구체적인 분석 기준은 Table 3과 같다.

첫째, R1은 예비 교사가 학생의 전략을 보고 학생의 이해와 관련된 주요 수학적 요소를 인식할 수 있는지 분석하는 기준이다. 이 기준을 코딩할 때에는 Table 2를 기준으로 예비 교사가 주요 수학적 요소를 몇 개 고려했는지에 따라 0점~2점으로 코딩하였다. 둘째, R2는 예비 교사가 학생이 알고 있는 것과 모르는 것에 대해 추론할 수 있는지 분석하는 기준이다. 구체적으로 학

Table 2. Students' solution strategies presented in each item

번호	문항에 제시한 학생의 해결 전략	학생의 해결 방법과 관련된 주요 수학적 요소
1		<ul style="list-style-type: none"> · 두 수를 분해 또는 합성하여 다양하게 더하는 방법을 이해함 · 등호를 잘못 사용함
2		<ul style="list-style-type: none"> · 자릿수를 맞추어 세로로 뺄셈하는 방법을 알고 있음 · 받아내림을 하지 않고 항상 큰 수에서 작은 수를 뺌
3		<ul style="list-style-type: none"> · 자릿수를 맞추어 세로로 곱하는 방법을 알고 받아올림이 있는 (두 자리 수) x (한 자리 수)를 계산할 수 있음 · (두 자리 수) x (몇십)을 계산할 때 십의 자리 수를 일의 자리 수로 생각함
4		<ul style="list-style-type: none"> · 장제법을 사용할 수 있으나 몫을 여러 번에 걸쳐서 구함 · 부분몫의 자릿값과 계산 결과의 자릿값을 모두 나타냄

생의 해결 전략을 있는 그대로 기술한 경우는 0 점, 피상적인 수준에서 추론한 경우는 1점, 구체적으로 추론한 경우는 2점으로 코딩했다. 셋째, R3은 예비 교사가 학생의 수학적 신장을 도모하는 방향으로 발문 또는 문제를 제시하는지를 분석하였다. 구체적으로 각 문항에 대해 주요 수학적 요소와 상관없이 ‘실생활 문제를 풀어보게 한다’, ‘다시 해결해 보게 한다’와 같은 일반적인 지도 방안을 언급했을 경우는 0점, 주요 수학적 요소의 신장과 관련된 지도 방안이지만 피상적인 수준에서 제안한 경우는 1점, 특정 계산 식을 제시하는 등 구체적인 지도 방안을 제안한 경우

는 2점으로 코딩하였다. 넷째, R4는 예비 교사가 제안한 지도 방안에 대한 근거가 타당한지 분석하는 기준이다.

구체적으로 근거를 제시하지 않거나 근거 자체가 타당하지 않은 경우는 0점, ‘학생이 계산 원리를 이해할 수 있도록’과 같이 피상적인 수준에서 근거를 설명한 경우는 1점, 학생의 이해 수준, 교육과정이나 수학교육 이론 등을 토대로 구체적이고 타당한 근거를 설명한 경우로 코딩했다. 다섯째, R5는 예비 교사가 지도 방안을 제안할 때 학생의 향후 전략을 고려하는지 분석하는 기준이다. 이에 학생의 향후 전략에 대

Table 3. Rubric to analyze teachers' ability to respond to students' mathematical thinking

요소	0점	1점	2점
R1. 주요 수학적 요소 고려하기	언급하지 않음	수학적 요소를 1개 고려함	수학적 요소를 2개 고려함
R2. 학생 수사고해 주 의적 를 높이고 토론하기	학생의 해결 방법을 그 기술	학생의 이해상 피상적 추론함	학생의 이해적 추론함
R3. 수학적 적을 신장도 반응하기	수학적 신장도 무관한 반응	수학적 신장에 대한 피상적 반응	수학적 신장에 대한 구체적 반응
R4. 타당 한 근거로 반 응하기	근거 없음 / 무의미한 근거	피상적인 근거	구체적· 타당한 근거
R5. 학생의 향후 할 전략을 고려하기	학생의 향후 전략을 고려하지 않음	학생의 향후 전략을 피상적으로 고려	학생의 향후 전략을 구체적으로 고려

해 고려하지 않은 경우는 0점, 피상적인 수준에서 고려한 경우는 1점, 학생의 향후 반응을 구체적으로 고려한 경우는 2점으로 코딩했다. 각 분석 기준에 따른 코딩의 예는 Table 4와 같다.

Table 4. Example of analyses

PST 44의 응답	R1	R2	R3	R4	R5
1) 슬기는 표준 알고리즘을 적어보지 않고도 각 자릿수에 대한 계산 이 가능한 것으로 보아 덧셈의 기본 구구와 자릿값에 대한 선수지식을 갖춘 것으로 파악된다. ↳ R2 구체적으로 1번은 십의 자리 수끼리, 일의 자리 수끼리 먼저 계산한 후 (30+40=70 & 5+7=12) 그 결과를 합하여 두 자리 수끼리의 덧셈을 이해하고 해결하였다. 2번은 ... (중략)...					
3) 슬기가 덧셈의 다양한 연산전략을 알고 있으니(→ R4) 이제는 덧셈 계산하는 과정을 표준 알고리즘으로 제시하여 문제를 해결해 볼 수 있도록 하면 좋을 것 같다. ↳ R3 ... (중략) 위 의 문제는 받아올림이 필요한 경우이다. [슬기] 자릿값을 표시하거나 받아올림을 생각을 해야 한다는 점 등을 고려해야 해서 표준 알고리즘을 활용할 시 오류가 종종 나타날 수도 있다. ↳ R5 따라서 똑같은 문제를 표준 알고리즘으로 다시 해결해보면서 덧셈의 다양한 연산전략과 알고리즘에 대한 학습을 병행하여 슬기가 보다 더 다양한 방법으로 덧셈을 해결하도록 하면 좋을 것 같다. ↳ R3	1	2	2	1	2

본 연구에서는 예비 교사의 검사지를 PST 1부터 PST 95로 코드화한 후 각 문항을 위의 기준에 따라 코딩했다. 이때 먼저 두 명의 연구자가 20부의 검사지를 샘플로 코딩하여 채점자간 신뢰도가 모든 요소에서 80% 이상의 일치도에 도달한 후에 나머지 자료를 코딩하였다. 그리고 SPSS 23을 사용하여 각 문항 및 각 요소에 대한 기술 통계를 실시했고, 각 문항별로 반응하기 요소의 빈도를 토대로 예비 초등 교사의 반응하기 능력에 대한 특징을 분석하였다.

IV. 결과 분석

1. 전반적인 결과

예비 초등 교사 95명을 대상으로 자연수의 사칙연산에 대한 반응하기 능력을 조사한 전체적인 결과는 다음과 같다. 먼저 문항별 평균은 Table 5와 같다. 전체 평균은 5.61점으로 10점 만

점과 비교하여 높은 점수라고 보기는 어려웠다. 각 문항별 평균을 살펴보면, 대체로 4문항의 평균에 큰 차이는 없었으나, 비교적 곱셈 문항이 6.18점으로 다른 문항보다 약간 높은 편이었다. 예비 교사들이 곱셈 연산에 대한 반응하기 능력이 우수하다기보다 검사 문항에 제시한 학생 반응 중 곱셈 문항에 제시한 학생의 반응을 비교적 쉽게 인식한 것으로 유추된다.

Table 5. Average by items (N=95)

문항 구분	1. 덧셈	2. 뺄셈	3. 곱셈	4. 나눗셈	전체
평균	5.51	5.40	6.18	5.36	5.61
표준 편차	2.041	1.700	1.874	1.850	1.356

예비 교사들의 반응하기 요소별 평균은 Table 6과 같다. 결과를 살펴보면, R1, R2, R4, R3, R5의 요소 순으로 평균이 높으며, R1에서 R4의 평균은 크게 차이가 나지 않는 반면에, R5의 평균은 0.58점으로 가장 낮았다.

Table 6. Average by responding components (N=95)

요소 구분	R1	R2	R3	R4	R5
평균	1.39	1.29	1.17	1.18	0.58
표준 편차	.287	.486	.357	.313	.422

위와 같은 결과를 통해, 본 연구에 참여한 예비 초등 교사들은 학생의 해결 전략을 보고 학생의 이해와 관련된 주요 수학적 요소를 1가지 이상 고려하며 반응할 수 있지만, 학생의 향후 전략까지 고려하며 반응하는 경우는 드물다는 것을 알 수 있다. 더불어 예비 교사들은 학생의 수학적 사고를 이해하고 추론하기, 학생의 수학

적 사고를 도모하는 반응하기, 타당한 근거를 토대로 반응하기의 측면에서는 대체로 피상적으로 기술한 경향이 있다는 점을 짐작할 수 있다.

2. 문항별 결과

가. 덧셈 문항에 대한 반응하기 특징

덧셈 문항에 대한 반응하기 능력의 각 요소별 점수는 Table 7과 같다. 전반적으로 R1과 R2 요소에서는 비교적 높은 점수를 받았으며, 다음으로 R4, R3, R5 요소의 순이었다.

각 요소별 특징을 자세히 살펴보면 다음과 같다. 먼저 R1 요소를 살펴보면, 예비 교사들은 문항에 제시한 학생의 해결 전략에서 적어도 1개 이상의 주요 수학적 요소를 인식했다는 것을 알 수 있다. 구체적으로 대다수의 예비 교사들은 덧셈 문항에서 수의 분해와 합성 아이디어에 주목했는데, 예를 들어 십의 자리 수와 일의 자리 수로 나누어 더할 수 있다는 점, 48+27을 쉽게 계산하기 위해 48을 50으로, 27을 30으로 바꾸어 계산한 후 80에서 5를 뺀다는 점을 기술한 것이다. 그리고 일부 예비 교사들은 학생이 등호의 사용에서 오류를 보인다는 점도 언급하였다.

R2 요소에서는 약 50% 이상의 예비 교사들이 주요 수학적 요소를 토대로 학생이 아는 것과 모르는 것에 대해 구체적으로 추론할 수 있다는 것을 확인했다. 이때 예비 교사들은 강의를 통해 배운 수학 개념 및 용어를 사용하기도 했는데, 이에 대한 구체적인 예는 Figure 3과 같다.

- PST 8: 1번 35+47은 십의 자리끼리 더하고 일의 자리끼리 더하는 방식으로 계산하였다. 이는 슬기가 자연수의 자릿값과 위치적 기수법을 이해하고 있다는 것을 알 수 있고 또한 하나의 수를 두 수로 분해하고 하나의 수로 합성하는 것(Adding from left를 활용)으로 보아 수감각을 가지고 있다는 것을 알 수 있다. …(중략)…
- PST 48: 1번에서는 두 수의 일의 자리 수끼리, 십의 자리 수끼리 더했다. 35를 30+5로, 47을 40+7로 이해했으며 어느 것을 먼저 더해도 상관없다는 덧셈의 교환법칙과 덧셈의 결합법칙을 잘 알고 있다. …(중략)…
- PST 50: …(중략)… 2번 문제와 같은 경우에는 올바른 방식으로 계산하였으나, 식을 올바르게 표지하지 못한 부분이 있다. ‘=’이라는 기호는 양 쪽에 놓인 숫자의 크기가 같음을 의미하는데, 슬기와 같은 경우 식이 진행됨에 따라 등호를 연속적으로 사용하여 $48+2=50+30=80$ 과 같이 양쪽의 숫자 값들이 같게 놓이지 않았다는 오류가 발생하게 되었다.

Figure 3. PSTs’ responses to Item 1: R2 - Detailed reasoning based on mathematical terms

Figure 3에 제시한 예비 교사들은 공통적으로 R1과 R2 요소에서 2점을 받았으며 문항에 제시한 학생의 해결 전략을 보고 수의 분해와 합성 아이디어, 등호의 잘못된 사용을 중심으로 학생의 전략을 추론하였다. 이때, 예비 교사들은 ‘자릿값과 위치적 기수법’, ‘등호의 의미’, ‘덧셈의 교환법칙과 덧셈의 결합법칙’과 같은 용어를 사용하여 학생의 전략을 구체적으로 추론하는 특징을 보였다. 이를 통해 연구에 참여한 많은 예

비 교사들은 학생의 덧셈 전략에 대해 주요 수학적 요소를 확인하고 학생의 이해를 수학 개념 및 용어와 연결하여 추론한 것을 알 수 있다.

다음으로 R3, R4 요소를 살펴보면, 대체로 1점의 비율이 가장 높았다. 이는 예비 교사들이 학생의 수학적 신장을 도모하는 지도 방안을 구체적으로 제시하기보다 피상적인 수준에서 제시한 경우가 많으며, 이에 대한 근거도 피상적이라는 것을 나타낸다. 구체적으로 R3 요소에서 예비 교사가 제안한 지도 방안의 유형을 살펴보면, 세로셈을 지도하기, 다른 전략으로 해결해보도록 지도하기 등이 많았다. 그리고 일부 예비 교사들은 실생활 문제를 제시하기, 덧셈과 뺄셈의 관계 지도하기, 미지수가 포함된 문제를 제시하기 등 주요 수학적 요소와 관련이 없는 지도 방안을 제안하기도 했다. 이중 가장 빈도가 높은 유형에 해당하는 사례를 살펴보면 Figure 4와 같다.

Figure 4에서 알 수 있듯이, 예비 교사들은 학생이 다양한 덧셈 전략을 사용할 수 있더라도 ‘세로로 계산’할 수 있는가를 중요하게 생각하는 것을 알 수 있다. 덧셈에서 표준 알고리즘을 지도하는 것은 매우 중요하다. 그러나 예비 교사의 반응에서 주목할 점을 표준 알고리즘을 지도하는 방식이 개념적이기보다 절차적이라는 점이다. 구체적으로 PST 29는 표준 알고리즘에 따라 계산하는 문제를 제시하여 ‘익히는’ 과정이 필요하

Table 7. PSTs’ performance on Item 1

(N=95)

구분 \ 요소	R1. 주요 수학적 요소 고려하기	R2. 학생의 사고 전략 이해하기	R3. 수학적 신장을 도모하기	R4. 타당한 근거로 반응하기	R5. 학생의 향후 전략을 고려하기
0점	0 (0%*)	10 (10.5%)	17 (17.9%)	11 (11.6%)	55 (57.9%)
1점	66 (69.5%)	37 (38.9%)	52 (54.7%)	50 (52.6%)	36 (37.9%)
2점	29 (30.5%)	48 (50.5%)	26 (27.4%)	34 (35.8%)	4 (4.2%)
평균 (표준편차)	1.31 (.463)	1.40 (.675)	1.09 (.669)	1.24 (.648)	0.46 (.579)

*퍼센트는 소수 두 자릿수에서 반올림하였음. 이하 모든 표에서도 동일함

다고 강조하였고, PST 77은 ‘세로셈을 계산할 수 있는 틀’을 제공한다고 하였다. 그리고 이러한 지도 방안을 제안하는 이유에 대해서 ‘꼭 배우고 익혀야 할 내용’임을 강조하였다. 반면에 학생이 표준 알고리즘을 개념적으로 이해할 수 있도록 지도하는 구체적인 방안이나 그 근거를 제시하는 측면은 부족한 편이었다.

- PST 29: 슬기의 수학 학습을 도울 수 있도록 받아올림을 하여 푸는 문제를 여러 가지 제시하고 싶다. 받아올림이 어려워서 다른 방법으로 문제를 푸는 것이라면 받아올림으로 푸는 문제를 풀어보며 익히는 과정이 필요하기 때문이고, 만약 아니라고 해도 제일 기본적인 알고리즘이 받아올림을 활용하는 것이기 때문에 ... (중략)...
- PST 77: 1번 문제에서는 학생들이 세로셈으로 계산해 볼 수 있도록 문제의 형태(세로셈으로 계산하는 틀)를 추가로 제시할 것 같다. 그 이유는 학생들이 부분합으로 문제를 풀 때, 세로셈을 통해 학생들이 30+40을 3+4로 헛갈리지 않도록 하기 위해서이다.

Figure 4. PSTs' responses to Item 1: R3 - Suggesting a superficial teaching method

한편 R5 요소에서 학생의 향후 전략을 고려하여 반응하는 경우는 드물었다. 대다수의 예비 교사들은 학생의 향후 전략에 대해서는 고려하지 않았으며(약 57.9%), 예비 교사의 약 4.2%만이 학생의 향후 전략을 구체적으로 고려하며 지도 방안을 제안했다. 이에 대한 사례는 Figure 5와 같다.

PST 52는 문항에서 제시한 덧셈식이 모두 35+47, 48+27과 같이 일의 자리에서 받아올림이 있는 (두 자리 수)+(두 자리 수) 문항이라는 점을 확인하고, 그와 동일한 유형의 덧셈식(25+48)을 세로로 계산해 보게 하는 방안을 제안했으며, 학생이 세로로 계산하는 과정에서 받아올림 오

류가 있을 때는 ‘수 모형’을 사용한다는 등 학생의 전략을 예상하여 그에 따른 구체적인 지도 방안에 대해 모색하였다. 그러나 이와 같은 사례는 매우 드물었다.

- PST 52: (중략) 슬기가 25+48을 세로셈으로 계산해 보게 하면 슬기가 자릿값에 대해 지도가 필요한지, 받아올림에 오류는 없는지, 자릿수에 맞추어 세로셈을 놓는 개념에 대한 이해가 부족하지와 같은 여러 방면에 대해 알 수 있고 교사로서 그에 따른 지도를 할 수 있기 때문이다. 만약에 받아올림에 대한 오류가 있으면 수 모형으로 25+48을 놓고 그 답을 세로셈과 비교할 수 있다. ... (중략)...

Figure 5. PST's response to Item 1: R5 - Detailed consideration of the student's future strategy

나. 뺄셈 문항에 대한 반응하기 특징

뺄셈 문항에 대한 예비 초등 교사들의 반응하기 요소별 점수는 Table 8과 같다. 결과를 살펴보면, R1 요소의 점수가 높은 편이었으며, R2, R3 R4 요소에 대해서는 대체로 점수가 비슷했다. 그리고 R5 요소는 덧셈과 마찬가지로 점수가 가장 낮았다. 각 요소별 자세한 특징은 다음과 같다.

먼저 R1 요소를 살펴보면, 예비 초등 교사들은 뺄셈 문항에 제시된 학생의 해결 전략을 보고 학생이 무조건 큰 수에서 작은 수를 뺀다는 점을 주로 주목했으며, 일부 예비 교사들은 (세 자리 수)-(세 자리 수)의 계산을 자릿수에 맞추어 세로로 계산하려고 시도했다는 점도 언급하였다. 그리고 R2 요소를 분석한 결과, 주요 수학적 요소에 대해 구체적으로 추론한 경우는 약 36.8%, 피상적으로 추론한 경우는 약 48.4%였다. 즉 예비 교사들은 덧셈 문항과 비교하여 뺄셈

문항에서 피상적으로 추론한 비율이 다소 높다는 것을 알 수 있다. 이와 같은 피상적인 추론의 예에 대해 살펴보면 Figure 6과 같다.

- PST 13: 어떤 수에서 어떤 수를 빼는 것이 아니라 자릿값에 따라 무조건 큰 수에서 작은 수를 빼고 있다. 자릿값을 혼동하지는 않는 것으로 보인다. 또한 받아내림에 대한 개념이 부족해 보인다.
- PST 52: 도영이가 위에서 아래의 방향으로 빼고 그게 안 됐을 때 아래에서 위의 방향으로 빼는 모습을 보인다. 이는 받아내림에 대한 개념의 이해가 부족한 것으로 보인다.

Figure 6. PSTs' responses to Item 2: R2 - Superficial reasoning of the student's understanding

Figure 6에서 알 수 있듯이, 예비 교사들은 학생의 뺄셈 오류에 대해 '자릿값', '받아내림'의 측면에서 설명을 시도하였지만, 그 추론이 구체적인 수준으로 발전하지는 못했다. 그리고 일부 예비 교사들은 수학 개념 및 용어의 의미를 부정확하게 알고 사용하기도 했다. 예를 들어 세 자리 수를 '3자리 수', '세 자리 숫자'라고 지칭하는 것과 같이 '수'와 '숫자'를 혼용하거나 '자릿값'과 '자릿수'의 의미를 잘못 사용하였다. 이러한 예비 교사들은 "(PST 21) 그냥 큰 수에서 작은 수를 빼는 것으로 보아 자릿값의 의미를 모르는 것 같다."와 같이 학생이 항상 큰 수에서

작은 수를 빼는 오류를 자릿값의 오류로 설명하기도 했다.

다음으로 R3, R4 요소를 살펴보면, 두 요소의 점수분포가 유사한 것을 알 수 있다. 구체적으로 1점에 대한 비율이 약 70%, 2점에 대한 비율은 약 25%, 0점에 대한 비율은 약 4-5%였다. 이는 예비 교사들이 학생의 수학적 사고를 도모하기 위해 제안하는 지도 방안 및 그 근거가 다소 피상적인 경향이 있다는 것을 나타낸다.

구체적으로 많은 예비 교사들은 학생에게 받아내림을 지도해야 한다고 응답했는데, 그중 수 모형을 사용하여 주어진 수식의 받아올림을 다시 지도한다는 의견이 약 40%로 많았다. 그 외에 학생이 각 자리의 수가 나타내는 값을 정확하게 알고 있는지 확인한 후 받아내림을 지도하는 방안, 어려움을 통해 답의 오류를 스스로 인식하게 하는 방안 등이 제시되었다. 그러나 이러한 지도 방안은 구체적이기보다 피상적이었다. 이에 대한 구체적인 사례는 Figure 7과 같다.

받아내림의 원리를 수 모형을 사용하여 지도하는 것은 학생의 개념적 이해를 도모하는 데 좋은 방법이다. 그러나 Figure 7에서 알 수 있듯이, 예비 교사들은 수 모형을 사용한 지도 방안에 대해 구체적으로 설명하기보다 PST 4, PST 71과 같이 피상적으로 설명하는 경우가 많았다.

Table 8. PSTs' performance on Item 2 (N=95)

구분 \ 요소	R1. 주요 수학적 요소 고려하기	R2. 학생의 사고 전략 이해하기	R3. 수학적 신장을 도모하기	R4. 타당한 근거로 반응하기	R5. 학생의 향후 전략을 고려하기
0점	1 (1.1%)	14 (14.7%)	5 (5.3%)	4 (4.2%)	62 (65.3%)
1점	63 (66.3%)	46 (48.4%)	66 (69.5%)	67 (70.5%)	23 (24.2%)
2점	31 (32.6%)	35 (36.8%)	24 (25.3%)	24 (25.3%)	10 (10.5%)
평균 (표준편차)	1.32 (.490)	1.22 (.687)	1.20 (.518)	1.21 (.503)	0.45 (.681)

- PST 4: 수 모형을 사용해 304에서 235를 빼 보게 하여 받아내림의 원리를 구체화할 수 있다.
- PST 71: 받아내림과 값에 대한 이해를 통해 정확히 계산을 할 수 있도록 수모형과 같은 구체물을 이용하여 뺄셈 상황을 다루어 오개념을 수정해주고 싶다. 이를 통해 학생은 받아내림에 대한 이해를 높일 수 있고, 자릿값과 뺄셈의 원리를 파악함으로써 오류를 점차 줄여나갈 수 있다.

Figure 7. PSTs' responses to Item 2: R3 - Suggesting a superficial teaching method

마지막으로 R5 요소를 살펴보면, 학생의 향후 전략까지 고려하여 지도 방안을 제시한 경우는 약 10.5%, 피상적인 수준에서 고려한 경우는 약 24.2%, 전혀 고려하지 않은 경우는 약 65.3%였다. 이는 예비 교사들이 학생의 지도 방안을 생각할 때 학생이 이후 어떻게 문제를 해결하는지, 그리고 어떻게 이해하는지에 대해 고려하지 않는 편이라는 것을 의미한다.

다. 곱셈 문항에 대한 반응하기 특징

곱셈 문항에 대한 예비 초등 교사의 반응하기 요소별 결과는 Table 9와 같다. 구체적으로 R1, R3, R2, R4, R5 요소의 순서로 높은 점수를 받았으며, 전반적으로 예비 교사에게 제공한 4문항 중 각 요소별 점수가 가장 높은 편이었다. 각 요

소별 구체적인 특징은 다음과 같다.

먼저 R1, R2 요소를 살펴보면, 예비 교사들은 주로 25×14와 32×49에서 승수의 십의 자리 수를 일의 자리 수로 계산하는 오류를 범했다는 점에 대해 언급했으며, 일부 학생들은 학생이 (두 자리 수)×(두 자리 수)를 각 자릿수에 맞추어 세로로 계산하는 방법을 알고 있으며 25×4, 32×9와 같은 (두 자리 수)×(한 자리 수)를 계산할 수 있다는 점도 언급하였다. 그리고 이에 대해 구체적으로 추론하는 경우가 많았다. 관련 사례는 Figure 8과 같다.

- PST 49: (몇십몇)×(몇)의 곱셈에 대해서는 잘 이해를 하고 있다. 받아올림 표시를 하지 않고도 계산이 이루어질 정도로 이해를 잘하고 있으나, (몇십몇)×(몇십몇)의 곱셈에 대해서는 이해가 이루어지지 않고 있다. 25에 십의 자리 수 1을 곱하는 것이 25×10이 아닌 25×1이라고 생각하고 문제를 계산하였기 때문에 오류가 나게 된 것 같다.
- PST 50: 지혜는 십의 자리 수인 1이, 표기는 1로 되어 있지만 자릿값을 고려하였을 때는 10을 나타냄을 모르고 있다. 그래서 25×1이 아니라 25×10으로 계산하여 부분-곱 알고리즘 과정에서 250이라 써 주고, 32×4가 아니라 32×40으로 계산하여 1280으로 써주지 않아 오류가 발생하였다.

Figure 8. PSTs' responses to Item 3: R2 - Detailed reasoning of the student's understanding

Table 9. PSTs' performance on Item 3

(N=95)

구분 \ 요소	R1. 주요 수학적 요소 고려하기	R2. 학생의 사고 전략 이해하기	R3. 수학적 신장을 도모하기	R4. 타당한 근거로 반응하기	R5. 학생의 향후 전략을 고려하기
0점	1 (1.1%)	12 (12.6%)	10 (10.5%)	4 (4.2%)	39 (41.1%)
1점	31 (32.6%)	46 (48.4%)	46 (48.4%)	66 (69.5%)	42 (44.2%)
2점	63 (66.3%)	37 (39.0%)	39 (41.1%)	25 (26.3%)	14 (14.7%)
평균 (표준편차)	1.65 (.500)	1.26 (.672)	1.31 (.654)	1.22 (.509)	0.74 (.703)

Figure 8을 살펴보면, 예비 교사들은 곱셈을 해결한 학생의 전략을 보고, PST 49, PST 50과 같이 학생이 (몇십몇)×(몇)의 계산 원리를 이해한다는 근거를 ‘받아올림을 표시하지 않았다는 점’, 32×4 를 계산했다는 점 등을 근거로 추론했으며, 25×10 을 25×1 로 계산한 것에 대해 ‘자릿값’, ‘부분곱 알고리즘’과 같은 수학 개념 및 용어를 사용하여 설명했다.

R3 요소에 대해서는 다른 문항보다 구체적인 지도 방안에 대해 언급하는 경우가 많았다. 예를 들어, 25×14 에서 ‘1’이 ‘10’을 의미한다는 점을 확인하고 25×4 와 25×10 으로 나누어 계산 원리를 지도한다는 설명이 가장 많았다. 관련 사례는 Figure 9와 같다.

• PST 32: 곱셈의 의미를 이해하도록 한다. “지혜야, 25×14 가 무슨 의미지?”의 질문을 통해 25를 14번 더한 것과 같은 의미라는 것을 알도록 한다. …(중략)… 25×14 가 25를 14번 더하는 거면 먼저 25를 10번 더하고 나중에 4번을 추가로 더해볼까? 25를 10번 더한 것을 곱셈으로 나타내면? 25를 4번 더한 것을 곱셈으로 나타내면?과 같은 질문을 통해 25×10 의 결과와 25×4 의 결과를 더해 답을 구해보도록 한다. 이는 지혜가 14의 1의 자릿값을 알도록 함이다. 또한 25×10 의 풀이과정을 보고 위의 첫 번째 문제에서 잘못된 점을 무엇이고 어떻게 고쳐야 하는가를 스스로 알게 하기 위함이다.

Figure 9. PST’s response to Item 3: R3 - Suggesting a detailed teaching method

Figure 9 사례에서 PST 32는 25×14 의 의미를 25씩 14번 더한다는 동수누가의 의미로 설명한 후 25×14 를 25×10 과 25×4 의 합으로 나타내는 원리를 지도하는 방안을 구체적인 발문과 함께 자세히 기술하였다. 예비 교사들은 이외에도 PST 32와 같이 학생의 수학 학습을 신장할 수 있는

구체적인 방안을 제안했는데, 예를 들어 수 모형을 사용하는 방법, 어림을 통해 답을 예상해 보는 방법, 넓이 모델을 사용하여 주어진 식을 나타내어 보는 활동 등이었다. 그리고 일부 교사들은 학생의 지도 방안을 제안할 때 학생의 향후 전략을 구체적으로 예상하기도 했다. 예를 들어 학생의 오류가 단순 실수인지, 곱셈 원리의 오류인지 파악한 후 각 방법에 따른 지도 방안을 제안하는 것이다.

한편 일부 예비 교사들은 세로로 곱하는 표준 알고리즘의 절차적인 방식 자체에 초점을 둔 지도 방안을 제시하기도 했다. 이에 대한 사례는 Figure 10과 같다.

• PST 2: 두 번째 수의 십의 자리를 곱할 때는 뒤에 0을 채워놓고 풀어보게 하는 원리를 이해시킨 후 이해가 된 것이 확인되면 피승수의 십의 자리와 곱셈을 할 때는 일의 자리에 0을 써 넣은 후 그 앞에 계산 결과를 쓰는 알고리즘을 가르쳐 주어 오류를 범하지 않게 지도하고 싶다.

• PST 46: …(중략)… “지혜야, 그러면 25×14 에서 숫자 1은 10을 의미하는 거겠지? 그럼 우리 세로식을 보며 생각해볼까?”라고 말하여 세로식을 가져오고 세로식에 점선을 그어 위치별 계산을 하도록 유도한다.

Figure 10. PSTs’ responses to Item 3: R3 - Suggesting a superficial teaching method

구체적으로 PST 2, PST 46과 같은 예비 교사들은 구체적인 방안을 기술했으나 이러한 지도 방안은 (두 자리 수)×(두 자리 수)의 계산 원리를 개념적으로 이해하기보다 세로로 계산하는 방법 자체에 초점을 둔 방법이다. 특히 주목할 점은 PST 2와 PST 46의 R2 요소를 확인한 결과, 두 예비 교사들은 학생에게 자릿값의 의미, 분배 법칙에 따른 부분곱의 원리를 지도해야 한다는 점을 알고 있으면서도 이를 지도하기 위해 세로

로 계산하는 절차적인 방법을 제안했다는 점이다. 이를 통해 일부 예비 교사들은 학생의 해결 전략을 보고 학생에게 필요한 개념 및 원리가 무엇인지 추론할 수 있더라도 학생이 그러한 수학 개념 및 원리를 개념적으로 이해할 수 있도록 지도하는 방법에 대해서는 제대로 알지 못한다는 것을 알 수 있다.

라. 나눗셈 문항에 대한 반응하기 특징

나눗셈 문항에 대한 예비 교사의 각 요소별 반응 결과는 Table 10과 같다. Table 10에서 알 수 있듯이, R1, R2, R3, R4, R5 요소의 순으로 점수가 높은 편이었으며, 각 요소에서 공통적으로 1점의 비율이 가장 높았다. 그리고 R3과 R4 요소의 점수는 다른 세 문항보다 다소 낮은 편이었고, R4 요소의 평균은 네 문항 중 가장 낮았다. 각 요소별 특징을 살펴보면 다음과 같다.

먼저 R1 요소를 살펴보면, 예비 교사들은 학생이 나눗셈의 표준 알고리즘에 따라 (세 자리 수)÷(한 자리 수)를 계산하여 몫과 나머지를 구할 수 있지만 몫을 여러 단계에 걸쳐서 구했다는 점을 주로 언급했으며, 일부 교사들은 그러한 사실과 더불어 학생이 부분몫의 자릿값과 계산 결과의 자릿값을 모두 나타낸다는 점도 언급하였다.

R2 요소를 살펴보면 예비 교사들은 자신이 인

식한 주요 수학적 내용에 대해 구체적으로 추론한 경우가 약 35.8%, 피상적으로 추론한 경우가 약 54.7%였다. 이중 구체적으로 추론한 예비 교사들은 학생이 ‘부분몫 알고리즘’을 사용했다는 점, 몫의 각 자릿값을 모두 적는 것으로 보아 나눗셈에 대한 이해와 ‘자릿값’에 대한 이해가 잘 형성되어 있다는 점에 대해 수학 개념 및 용어를 사용하여 추론하였다. 한편 피상적으로 추론한 경우에는 학생이 나눗셈을 잘 이해하고 있으나 세로로 계산하는 방법을 잘 모른다고 해석하는 경우가 많았다. 이처럼 피상적으로 추론한 사례는 Figure 11과 같다.

- PST 17: 위치적 기수법은 제대로 이해하고 있다. 다만 나눗셈 과정에 있어 자릿값에 맞게 숫자를 써 넣는다면 뒤의 0은 굳이 써넣을 필요가 없다는 점을 잘 모르는 것으로 보인다. 숫자가 커지니 가정몫을 구할 때도(16÷4) 한 번에 적절한 값을 구하지 못해 버벅이고 있다.
- PST 30: 수일이는 나눗셈의 개념에 대해서 알고 세로로 계산하고 있다. 그러나 몫을 적는 방식이나 나누는 방식을 모른다. 세로로 나눗셈을 한 후, 몫을 100+30+10, 90+6으로 표현하고, 1번에서는 떨어질 때까지 나누지 않았고(160-120), 2번에서는 계산 자체는 올바르게나 몫을 90+6으로 표현했다.

Figure 11. PSTs’ responses to Item 4: R2 - Superficial reasoning of the student’s understanding

Table 10. PSTs’ performance on Item 4

(N=95)

구분 \ 요소	R1. 주요 수학적 요소 고려하기	R2. 학생의 사고 전략 이해하기	R3. 수학적 신장을 도모하기	R4. 타당한 근거로 반응하기	R5. 학생의 향후 전략을 고려하기
0점	11 (11.6%)	9 (9.5%)	9 (9.5%)	5 (5.3%)	38 (40.0%)
1점	47 (49.5%)	52 (54.7%)	69 (72.6%)	80 (84.2%)	49 (51.6%)
2점	37 (38.9%)	34 (35.8%)	17 (17.9%)	10 (10.5%)	8 (8.4%)
평균 (표준편차)	1.27 (.660)	1.26 (.622)	1.08 (.519)	1.05 (.396)	0.68 (.623)

Figure 11에서 알 수 있듯이, 일부 예비 교사들은 PST 30과 같이 학생의 해결 전략을 ‘오류’라고 인식하는 경우가 많았다. 이를 통해 예비 교사들이 나눗셈의 대안적인 해결 방법을 낮설게 인식한다는 것을 알 수 있으며, 특히 예비 교사들은 자신이 알고 있는 표준 알고리즘에 따라 몫을 적거나 계산 과정을 기록하는 방식만을 정답으로 인정하는 경향을 확인할 수 있다.

다음으로 R3 요소와 R4 요소를 살펴보면, 두 요소에서는 1점의 비율이 각각 약 72.6%, 약 84.2%로 다른 문항보다 비교적 높은 편이었다. 이는 예비 교사들이 다른 문항보다 나눗셈 문항에서 학생의 수학적 사고를 도모할 수 있는 구체적인 지도 방안을 제안하거나 그에 대한 타당한 근거를 설명하는 데 어려움을 겪었다는 것을 나타낸다. 구체적으로 예비 교사들은 몫을 한 번에 적을 수 있도록 지도하는 방안, 나눗셈을 다시 계산해 볼 수 있는 다른 수식을 제시하는 방안, 세로로 계산할 때 모든 수에 0을 쓰지 않고 기록하는 방법을 안내하는 방안을 주로 제시했다. 그리고 그에 대한 이유로 ‘불필요한 계산을 줄이기 위해’, ‘나눗셈을 세로로 계산하는 방법을 숙달하기 위해’와 같은 피상적인 근거로 설명했다. 이에 대한 사례는 Figure 12와 같다.

Figure 12에서 알 수 있듯이, 예비 교사들은 PST 4, PST 6과 같이 나눗셈의 표준 알고리즘에 따라 계산 과정을 기록하고 몫을 구하는 방법을 지도해야 한다고 주장했는데, 이러한 지도 방안은 대체로 교사 중심적이고 절차적이었다.

- PST 4: 지금 쓴 방법을 이용해서, 몫을 한 번에 쓰면 답을 빠르게 구할 수 있지 않을까? 사용하고 있는 방법을 통해 조금 더 계산을 빠르게 할 수 있는 방법을 제시해 주는 것도 필요할 것 같다.
- PST 6: 수일이는 몫을 쓰는 자리에 숫자가 여러 개네? 이런 세로식에서는 어떻게 하라고 알려주었지? 각 자리수를 신경 쓰면서 다시 한 번 더 해결해볼까? 그 이유는, 세로셈에 대한 이해가 미비하다고 생각하기 때문이다. 각 자리에 맞추어 계산하는 법을 알려주어야 한다고 생각한다.

Figure 12. PSTs' responses to Item 4: R3, R4 - Suggesting a superficial teaching method based on superficial evidence

한편 일부 예비 교사들은 교육과정의 지도 계열에 부합하지 않는 지도 방안을 제안하기도 했다. 예를 들어, $560 \div 4$, $289 \div 3$ 의 계산 원리를 지도하기에 앞서 (두 자리 수) \div (두 자리 수)을 먼저 계산해 보게 하거나, (세 자리 수) \div (한 자리 수)의 계산을 연습하기 위해 더 어려운 (세 자리 수) \div (두 자리 수)를 연습시킨다는 의견이었다. 그러나 (두 자리 수) \div (두 자리 수), (세 자리 수) \div (두 자리 수)의 계산 원리는 모두 (세 자리 수) \div (한 자리 수)의 계산 원리를 배운 이후에 지도하는 내용이다.

마지막으로 R5 요소를 살펴보면, 학생의 향후 전략에 대해 고려하지 않은 경우가 약 40.0%, 피상적인 수준에서 고려한 경우가 약 51.6%, 구체적으로 고려한 경우가 약 8.4%로, 나눗셈 문항에서는 학생의 향후 전략을 피상적으로 고려하는 비율이 다른 문항보다 다소 높은 편이었다. 이러한 구체적인 사례는 Figure 13과 같다.

- PST 2: 1번 문제 : 수일이는 왜 30을 적고 위에 10을 더 적었는지 말해줄 수 있을까? 수일이의 대답에 따라 수일이가 만약 나머지가 항상 남도록 가정뫼을 정해야한다고 생각하는 오류를 범하고 있다면 숫자가 딱 떨어질 경우는 나머지가 남지 않아도 된다고 가르칠 것이고, 단순한 실수였다면 이러한 실수는 흔히 일어나는 실수이니 주의하라고 지도할 것이다.

Figure 13. PST's response to Item 4: R5 -

Superficial consideration of the student's future strategy

Figure 13에서 알 수 있듯이, 학생의 향후 전략에 대해 피상적으로 예상한 경우에는 PST 2와 같이 학생이 $160 \div 40$ 을 계산할 때 몫을 30과 10으로 나누어 구했는지 질문하여 그에 따라 달리 지도할 것을 설명하는 경우가 많았다. 그리고 일부 예비 교사들은 학생에게 모든 수에 왜 0을 적는지, 몫을 왜 한 번에 적지 않는지 질문하여 그 이유를 확인한 후 그에 따른 지도 방안을 제시하기도 하였다. 그러나 전반적으로 PST 2와 같이 학생의 향후 전략을 피상적으로 예상한 경우에는 그에 따른 지도 방안도 구체적이기보다 피상적인 경우가 많았다.

V. 논의 및 결론

본 연구에서는 예비 초등 교사 95명을 대상으로 학생의 수학적 사고에 대해 반응하는 능력을 조사하였다. 이를 위해 선행 연구를 토대로 교사의 반응하기 능력을 조사하기 위한 문항을 개발하고, 교사들의 응답을 분석하기 위한 이론적 틀을 고안하였다. 연구 결과, 예비 초등 교사들은 전반적으로 학생의 해결 전략을 보고 주요 수학적 요소를 인식하고 수학 개념 및 용어를 사용

하여 학생의 해결 전략에 대해 추론할 수 있으며, 그에 따른 지도 방안을 모색할 수 있었다. 다만 예비 교사들은 학생의 수학적 사고를 신장하는 지도 방안을 모색할 때 구체적이기보다 피상적인 수준에서 언급했으며, 학생의 향후 전략까지 고려하며 반응하는 경우는 드문 편이었다. 이러한 결과를 토대로 예비 교사 교육에의 시사점에 대해 논의하면 다음과 같다.

첫째, 예비 교사 교육을 통해 학습한 수학 교육학 이론 및 지식은 예비 교사가 학생의 해결 전략을 이해하고 추론하는 데 중요한 영향을 끼친 것으로 추측된다. 연구 결과, 예비 교사들은 덧셈, 뺄셈, 곱셈, 나눗셈과 관련된 학생의 해결 전략을 보고 학생이 알고 있는 것과 모르고 있는 것을 주요 수학적 요소를 중심으로 설명할 수 있었고, 특히 수와 연산 지도에서 중요한 개념에 해당하는 ‘자릿값’, ‘기수법’, ‘등호’, ‘표준 알고리즘’ 등 관련 수학 개념 및 용어를 사용하여 학생의 이해를 추론하기도 했다. 본 연구에 참여한 예비 교사들은 초등수학교육의 개론 강의 후에 반응하기 능력에 대한 검사를 실시했으며, 그 이전에는 초등수학교육과 관련된 실습 등과 같은 경험이 없었다. 이에 위와 같은 결과는 예비 교사들이 직전에 수강한 개론 강의가 주요한 영향을 끼친 것으로 해석된다. 특히 이러한 결과는 본 연구에서 교사의 반응하기 능력을 신장하기 위해 별도의 교육 활동을 제공하지 않았다는 측면에서 의미가 있다. 이는 예비 교사 교육을 통해 특정 내용 영역에 대한 교육과정 지식 및 지도 방안에 대한 지식이 학생의 해결 전략을 이해하고 추론하는 데 자연스럽게 활용될 수 있다는 가능성을 시사하기 때문이다.

다만 일부 예비 교사들의 응답을 살펴보면 아직 수학 개념 및 용어에 대해 부정확하게 이해하고 사용하는 사례를 상당히 확인할 수 있었다.

예를 들어, 세 자리 수를 세 자리 숫자, 3자리 수와 같이 ‘수’와 ‘숫자’를 혼용하여 사용하거나 학생의 해결 전략을 설명할 때 ‘자릿값’, ‘자릿수’, ‘위치적 기수법’을 불분명하게 사용하는 경우이다. 자릿값과 위치적 기수법에 대한 이해는 자연수의 사칙연산 원리를 설명하는 데 매우 중요하다(Reys, Lindquist, Lambdin, & Smith, 2017). 따라서 교사가 학생의 사칙연산 전략을 이해하고 해석하기 위해서는 관련 개념 및 용어에 대한 이해가 뒷받침되어야 한다. 이러한 측면에서 예비 교사 교육에서는 수학과 교육과정 및 교과서에 제시되는 주요 수학 개념 및 용어의 의미를 명확하게 지도할 필요가 있다.

둘째, 예비 교사들은 자연수의 사칙연산과 관련하여 표준 알고리즘의 일반적인 표기법과 절차적인 방식을 중요하게 인식하는 경향을 보였다. 본 연구의 덧셈과 나눗셈 문항에서는 정답 반응 중에서도 대안적인 방법으로 문제를 계산하는 전략을 제시하였고, 뺄셈과 곱셈 문항에서는 표준 알고리즘으로 계산하는 과정에서 오류를 보이는 전략을 제시하였다. 이때 예비 교사들은 모든 문항에 대해 공통적으로 표준 알고리즘에 따라 정확하게 계산할 수 있는지를 중요하게 인식하였으며, 그에 따라 학생이 표준 알고리즘을 능숙하게 사용할 수 있도록 지도하는 방안을 제시하는 경우가 많았다. 그리고 일부 예비 교사들은 표준 알고리즘을 수행하는 절차적인 방법 및 표기법 자체에 초점을 두는 경향을 확인할 수 있었다.

이와 유사한 결과는 Son(2016)에서도 확인할 수 있다. 구체적으로 Son(2016)은 범자연수의 뺄셈 문제 맥락에서 예비 교사가 학생의 비형식적 해결 전략을 어떻게 해석하는지, 그에 따라 어떤 피드백을 제공하는지 연구하였다. 그 결과, 예비 교사가 학생의 비형식적인 해결 전략을 분석 및

해석할 수 있는 ‘전문화된 내용 지식’(Ball, Thames, & Phelps, 2008)이 부족하거나, 학생의 오류를 지도하는 관점이 교사 중심적일수록 교사 주도의 절차적인 교수법을 지향하는 경향이 있다고 설명했다.

그러나 본 연구에서는 예비 교사들이 절차적인 방식을 제안한 이유를 전문화된 내용 지식으로 설명하기는 어렵다. 본 연구에서는 학생의 해결 전략을 구체적으로 추론하여 해당 학생에게 어떤 개념이 필요한지, 무엇을 지도해야 하는지 알고 있었음에도 불구하고 절차적인 지도 방식에 초점을 두는 예비 교사들이 많았기 때문이다. 이는 많은 예비 교사들이 아직 학생의 ‘개념적 이해’를 지도하는 방안에 대해 이해가 부족하다는 것을 드러낸 것이다. 이러한 원인 중 하나는 예비 교사들이 연산과 관련하여 대안적인 알고리즘, 학생들의 비형식적인 계산 방법에 대한 이해가 부족한 것도 관련이 있는 것으로 추측된다. 예를 들어, 일부 예비 교사들은 학생이 부분몫을 가정하며 나눗셈을 해결하는 전략이 나눗셈의 표준 알고리즘의 원리를 이해할 수 있는 전략으로 이해하기도 했지만, 일부는 이러한 전략을 ‘오류’로 인식했기 때문이다.

이에 예비 교사 교육에서는 연산 지도와 관련하여 표준 알고리즘 이외에 학생의 비형식적 전략, 대안적인 알고리즘에 대한 지도가 병행될 필요가 있다. 교사의 반응하기 능력은 내용 지식과 더불어 교수학적 지식이 신장될 때 더 효과적으로 신장할 수 있기 때문이다(Ding & Domínguez, 2016). 다시 말해, 예비 교사의 반응하기 능력을 신장하기 위해서는 표준 알고리즘의 원리와 그 중요성을 아는 것에 그치는 것이 아니라, 학생이 개념적으로 이해할 수 있도록 지도하는 구체적인 방안에 대한 지식도 요구된다. 구체적으로 넓이 모델을 사용하여 부분몫 알고리즘을 지도하

거나 부분몹을 여러 차례 나누어 구하는 방법은 표준 알고리즘을 익숙하게 사용하기 전에 학생이 표준 알고리즘을 개념적으로 이해할 수 있게 지도하는 방법 중 하나이다(Reys et al., 2017). 수학적 지식이 많다고 하여 꼭 학생의 수학적 사고에 잘 반응하는 것은 아니지만, 적어도 학생의 다양한 해결 전략을 이해할 수 있는 지식, 학생의 이해를 추구하며 지도하는 방안에 대한 지식은 반응하기의 질을 높이는 전제조건이 될 수 있다는 것에 유념할 필요가 있다(Barhart & van Es, 2015; Son, 2016).

셋째, 교사가 학생의 수학적 사고에 반응하는 능력은 단지 좋은 지도 방안을 제안하는 것 이상으로 다양한 요소가 요구된다. 본 연구에서는 이를 총 다섯 가지의 요소로 분석하였다. 이 중 예비 교사들은 학생의 향후 전략까지 고려하는 측면에 대해서는 전반적으로 모든 문항에서 가장 낮은 점수를 보였다. 이는 많은 예비 교사들이 학생의 해결 전략에 대한 지도 방안을 모색할 때 학생이 이후 어떻게 문제를 해결할지, 또는 학생이 어떤 어려움을 겪을지 등을 예상하지 못한다는 것을 나타낸다. 이러한 결과는 Land et al.(2019)의 연구에서도 유사하게 드러났다. 특히 Land et al.은 학생의 향후 전략을 고려하는 점수가 높을수록 학생에게 우수한 문제를 제시하는 경향이 높았다고 강조하며, 학생의 향후 전략까지 고려하기는 우수한 반응하기 능력의 지표가 된다는 점을 부각하였다. 이에 예비 교사 교육에서는 교사의 반응하기 능력과 관련하여 예비 교사가 학생의 향후 전략까지 고려할 수 있는 역량을 신장할 수 있는 교육이 필요하다.

먼저 학생의 지도 방안에 대해 고려할 때 일반적인 수준이나 피상적인 수준에서 피드백하는 방안을 고려하기보다 학생의 이해 정도, 어려움, 학생의 향후 전략 등을 고려하여 더욱 구체적으

로 지도 방안을 모색해 보는 경험이 필요하다. 예를 들어, 다른 문제를 제공한다면 구체적으로 어떤 수가 포함된 수식을 제공할 것인지, 그 이유가 무엇인지까지도 고려해 보는 것이다. 학생의 이해 수준에 따라 받아올림이나 받아내림이 필요한 수식을 제공하는 것이 도움이 되는 학생이 있고, 그렇지 않은 학생도 있기 때문이다. 이와 관련하여, Monson et al.(2020)은 동료 예비 교사들과 학생의 해결 방법에 대해 추론할 뿐 아니라 후속 과제에 대해 모색해 보는 활동, 좋은 반응하기의 요소가 반영된 면담 목록을 사용하여 실습해 보는 활동 등이 예비 교사들의 반응하기 능력을 신장하는 데 도움이 된다고 강조했다.

다음으로 예비 교사들이 향후 지도 방안을 고려할 때에는 교육과정의 계열성에 대한 이해가 요구된다. 본 연구에서 일부 예비 교사들은 (세 자리 수)÷(한 자리 수)의 계산보다 더 쉬운 문제로 (두 자리 수)÷(두 자리 수)의 문제를 제시하거나 (세 자리 수)÷(한 자리 수)의 계산 능력을 익히기 위해 (세 자리 수)÷(두 자리 수)의 문제를 제시하는 등 교육과정의 계열에 맞지 않는 문제를 제시하기도 했다. 이는 나뉠셈을 지도할 때는 제수가 한 자리 수인 경우를 배우고 그 이후에 제수가 두 자리 수인 경우를 배운다는 것을 인지하지 못한 것으로 짐작된다. 이러한 측면에서 예비 교사들이 학생의 향후 지도 방안을 고려할 때에는 해당 문제가 교육과정의 계열에 맞는지 함께 검토해 볼 수 있도록 안내할 필요가 있다.

학생의 사고에 반응하는 능력은 교사의 교수 경력이나 내용 지식의 신장만으로 자연스럽게 신장되지 않는 복잡한 능력이지만(Monson et al., 2020), 교사의 즉각적인 의사결정 능력을 신장할 수 있는 중요한 능력이다(Jacobs et al., 2010). 본

연구에서는 예비 교사가 학생의 수학적 사고에 반응하는 능력에 대한 특징을 조사하여 이후 예비 교사 교육에서의 시사점을 도출하는 데 초점을 두었다. 본 연구를 토대로 교사의 반응하기 능력에 대한 관심을 촉진하고 나아가 추후 교사의 반응하기 능력과 실제 교수 능력을 연결할 수 있는 후속 연구가 진행되기를 기대한다.

참고문헌

- 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.
- Barnhart, T., & van Es, E. (2015). Studying teacher noticing: Examining the relationship among pre-service science teachers' ability to attend, analyze and respond to student thinking. *Teaching and Teacher Education*, 45, 83-93.
- Casey, S., Lesseig, K., Monson, D., & Krupa, E. E. (2018). Examining preservice secondary mathematics teachers' responses to student work to solve linear equations. *Mathematics Teacher Education and Development*, 20(1), 132-153.
- Ding, L., & Domínguez, H. (2016). Opportunities to notice: Chinese prospective teachers noticing students' ideas in a distance formula lesson. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 19(4), 325-347.
- Jacobs, V. R., Lamb, L. L. C., & Philipp, R. A. (2010). Professional noticing of children's mathematical thinking. *Journal for Research in Mathematics Education*, 41(2), 169-202.
- Kim, H. J., Han, C., Bae, M. S., & Kwon, O. N. (2017). The relationship between mathematics teachers' noticing and responsive teaching: In the context of teaching for all students' mathematical thinking. *The Mathematical Education*, 56(3), 341-363.
- 김희정, 한채린, 배미선, 권오남(2017). 수학 교사의 주목하기와 반응적 교수의 관계: 모든 학생의 수학적 사고 계발을 지향하는 수업 상황에서. *수학교육*, 56(3), 341-363.
- Lampert, M., Franke, M. L., Kazemi, E., Ghouseini, H., Turrou, A. C., Beasley, H., ... & Crowe, K. (2013). Keeping it complex: Using rehearsals to support novice teacher learning of ambitious teaching. *Journal of teacher education*, 64(3), 226-243.
- Land, T. J., Tyminski, A. M., & Drake, C. (2019). Examining aspects of teachers' posing of problems in response to children's mathematical thinking. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 22(4), 331-353.
- Lee, E. J. & Lee, K. H. (2016). A study on teacher's pre-noticing and actual noticing in mathematics classroom. *School Mathematics*, 18(4), 773-791.
- 이은정, 이경화(2016). 교사의 사전 주목하기와 수학수업에서 실제 주목하기에 대한 연구. *학교수학*, 18(4), 773-791.
- Lee, E. J. & Park, M. M. (2018). Exploring prospective elementary teachers' ability to notice. *The Journal of Educational Research in Mathematics*, 28(4), 417-435.
- 이은정, 박미미(2018). 초등 예비교사들의 수

- 학 수업에 대한 주목하기의 특성. **수학교육학연구**, 28(4), 417-435.
- Lee, Y. M. & Lee, S. J. (2018). Prospective secondary mathematics teachers' noticing in lesson evaluation and lesson reflection. *School Mathematics*, 20(1), 185-207.
- 이윤미, 이수진(2018). 수업평가와 수업성찰에서 나타나는 예비 중등 수학교사의 주목하기(Noticing). **학교수학**, 20(1), 185-207.
- Ministry of Education (2020). *Elementary mathematics 3-2 teachers' lesson guide*. Seoul: Chunjae Education.
- 교육부(2020). **수학 3-2 교사용 지도서**. 서울: 비상교육.
- Monson, D., Krupa, E., Lesseig, K., & Casey, S. (2020). Developing secondary prospective teachers' ability to respond to student work. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 23(2), 209-232.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2014). *Principles to actions: Ensuring mathematical success for all*. Reston, VA: Author.
- Reys, R. E., Lindquist, M. M., Lambdin, D. V., & Smith, N. L. (2017). *Helping children learn mathematics* (11th Ed.). New York: John Wiley & Sons. 박성선, 김민경, 방정숙, 권점례 공역(2019). **초등교사를 위한 수학과 교수법**. 서울: 교우사.
- Son, J. W. (2016). Preservice teachers' response and feedback type to correct and incorrect student-invented strategies for subtracting whole numbers. *The Journal of Mathematical Behavior*, 42, 49-68.
- Sunwoo, J. & Pang, J. S. (2020). A study on the responsive teaching practices of an elementary school teacher teaching pattern generalization. *School Mathematics*, 22(2), 449 -469.
- 선우진, 방정숙(2020). 패턴 일반화를 지도하는 초등 교사의 반응적 교수 관행에 대한 연구. **학교수학**, 22(2), 449 -469.