

# 2015 개정 교육과정에 따른 초등학교 과학과 검정 교사용 지도서에 나타난 교과교육학 지식(PCK) 요소 분석 - 3~4학년 물질 영역을 중심으로 -

송나윤 · 조윤영 · 노태희<sup>†</sup>

## An Analysis of the PCK Components in Elementary Science Government-Authorized Teacher's Guides Developed under 2015 Revised National Curriculum: Focused on Material Units in 3rd~4th Grade

Song, Nayoon · Cho, Yoonyoung · Noh, Taehee<sup>†</sup>

### 국문 초록

이 연구에서는 2015 개정 교육과정에 따른 초등학교 과학과 검정 교사용 지도서의 3~4학년 물질 영역에 나타난 PCK 요소를 분석하였다. 2009 개정 교육과정에 따른 중학교 교사용 지도서와 달리 상대적으로 PCK 요소의 편차가 작았다. 평균적으로 과학 내용에 관한 지식이 가장 높은 비율을 차지하였고, 과학 교수 전략에 관한 지식이 과학 교육과정에 관한 지식보다 비율이 높게 다뤄졌다. 과학 평가에 관한 지식은 출판사 간 편차가 가장 컸으며, 학생에 관한 지식은 대부분의 출판사에서 비율이 낮게 나타났다. 하위요소로는 개념 및 이론보다 실험 및 탐구의 비율이 높았다. 수직 연계와 수업 목표에 비해 수평 연계의 비율이 낮았고, 수업 목표는 교과 역량, 성취기준 등으로 다양하게 제시되었다. 발문이 강조됨에 따라 지도 전략과 발문이 비슷한 비율로 나타났다. 동기 및 흥미, 오개념은 지도 전략, 발문과의 연계가 나타났다. 평가 문항과 평가 준거는 수준별로 제시된 경우가 있었으며, 이 두 요소를 중심으로 다양한 PCK 요소의 연계가 있었다. 출판사별 편차가 상대적으로 큰 요소는 보충·심화 개념, 교과서 탐구, 활동 순서 및 방식, 교과 특이적 전략, 평가 문항이었다. 이상의 연구 결과를 중심으로 추후 교사용 지도서 개발을 위한 시사점을 논의하였다.

**주제어:** 교사용 지도서, 교과교육학적 지식, 2015 개정 교육과정

### ABSTRACT

In this study, we analyzed the PCK components in the materials units of the third and fourth grades of the Korean government-authorized teacher's guides for elementary school, developed in the 2015 revised national curriculum. The results showed that the PCK components were presented in a relatively balanced manner compared to the teacher's guides for middle school. Knowledge of the subject matter accounted for the highest proportion, and knowledge of instructional strategies in science accounted for a higher proportion than knowledge of the science curriculum. The knowledge of assessment in science showed the greatest deviation among publishers, and knowledge of students tended to show the lowest. By subcomponents, experiments and inquiries had a higher proportion than concepts and theories. The ratio of horizontal articulation was lower than that of vertical articulation or lesson objectives, and lesson objectives were presented in various ways, such as in core

competencies and achievement standards for science. As questioning was emphasized, teaching strategies and questioning appeared at a similar rate. Motivation and interest, misconceptions were linked to teaching strategies and questioning. In some cases, assessment items and assessment criteria were presented at each level, and various PCK components were linked to these two components. Components with relatively large differences among publishers were supplementary or in-depth concepts, inquiry in textbooks, instruction sequence and method, subject-specific strategies, and assessment items. From the results, the implications for the development of teacher's guides were discussed.

**Key words:** teacher's guide, pedagogical content knowledge (PCK), 2015 revised national curriculum

## I. 서 론

최근 구성주의적 수업이 강조되면서 학교 상황과 학생의 수준에 따라 수업 내용을 적절히 재구성하고 학습 목표에 적합한 교수 전략과 평가 방법을 활용하는 것 등이 수업의 질을 결정하는 요인으로 인식되고 있다(곽영순과 김주훈, 2003; Barendsen & Henze, 2019; Wiener *et al.*, 2018). 이를 위해 교사는 교과 내용뿐만 아니라 교과 내용의 효과적인 교수 방법에 관해 연구할 필요가 있는데, 이때 교과교육학적 지식(pedagogical content knowledge: PCK)이 도움이 될 수 있다(Shulman, 1986; 1987). PCK는 교사의 수업을 둘러싸고 있는 다양한 요인의 영향 아래 학생이 교과 내용 지식을 효과적으로 이해할 수 있도록 적절히 변형시키는 방법에 관한 지식을 의미한다(Magnusson *et al.*, 1999; Park & Oliver, 2008). 따라서 교사는 PCK를 개발하기 위해 노력해야 한다.

PCK는 교육과정에 관한 지식, 교수 전략에 관한 지식, 학생에 관한 지식, 평가에 관한 지식 등 다양한 요소로 구성된다(Padilla & van Driel, 2011; Park & Chen, 2012). 교사는 이러한 다양한 PCK 요소를 이해하고 통합적으로 고려하여 각 수업 상황에 맞는 PCK 요소를 유연하게 적용할 수 있어야 한다. 그러나 많은 교사가 학생의 특성보다는 활동 자체에만 초점을 두고 수업을 설계하였으며, 학생의 인지 수준이나 흥미 등 학생의 특성을 일부 고려하더라도 교육과정이나 평가에 관한 측면에 대해서는 거의 고려하지 못하는 것으로 나타났다(김경순 등, 2011; 노태희 등, 2010; 신민경과 김희백, 2022; Barendsen & Henze, 2019). 특히 초등 교사는 과학 지식의 미흡, 학생의 오개념 및 사전 지식에 대한 고려 부족 등으로 인해 과학 수업을 실행하는 데 많은 어려움을 겪으며 다른 교과에 비해 과학 수업을 지도하는 데 자신감이 부족한 것으로 보고된다

(김동석 등, 2022; 오필석, 2017; 이수아 등, 2007; 지승민과 박재근, 2016). 따라서 초등 교사의 수업 전문성 함양을 위해서는 PCK 정보를 교사가 수시로 쉽게 접할 수 있도록 자료가 제공될 필요가 있다.

실제로 교사에게 제공되는 교육과정 자료의 활용이 교사의 수업 전문성 함양에 긍정적인 영향을 미치는 것에 대한 연구들이 있다(양찬호 등, 2016; Beyer & Davis, 2012; Collopy, 2003; Remillard *et al.*, 2014; Rezat *et al.*, 2021; Roblin *et al.*, 2018; Schneider & Krajcik, 2002). 예를 들어 교사는 교육과정 자료에 제시된 PCK 관련 정보를 통해 학생의 학습활동에 도움을 줄 수 있는 교수 전략이 무엇인지 파악하고, 이를 수업에서 어떻게 활용해야 하는지를 알 수 있었다(Beyer & Davis, 2012; Schneider & Krajcik, 2002). 이외에도 교사는 교사용 지도서를 통해 학생의 흥미나 동기를 유발하는 방안을 찾는 데 도움을 받은 경우도 있었다(양찬호 등, 2016).

교육과정 자료 중 교사용 지도서는 PCK에 대한 통합적 정보를 제공하므로 교사의 수업 전문성을 개발하는 효과적인 한 방법이 될 수 있다(Beyer *et al.*, 2009; Davis & Krajcik, 2005). 교사용 지도서에는 교육과정과 교과서 체제 및 내용이나 수업 실행에 필요한 다양한 이론, 과학 교수학습 방법, 평가 준거 및 방법, 참고자료 등과 같은 다양한 정보가 포함되어 있다(심예지 등, 2017; 이경윤, 2019; 이경화와 최민영, 2013). 또한 교사용 지도서는 일상적 업무 속에서 교사가 자신의 교수 실행에 적용할 정보를 손쉽게 접할 수 있도록 하므로 교사에게 지속적인 도움을 줄 수 있다(김형욱과 송진웅, 2020; 이신애와 임희준, 2016; Collopy, 2003; Putnam & Borko, 2000). 특히 초등 교사는 제한된 시간 동안 여러 과목을 지도해야 하는데(서경혜 등, 2011; 이경윤, 2019; 한기애와 노석구, 2003), PCK 정보가 종합되어 있는 교사용 지도서의 활용은 단시간에

교사의 전문성 높은 수업과 자신만의 창의적인 수업 설계를 가능하게 할 수 있다.

이처럼 교사용 지도서가 교사의 수업 전문성 함양에 미치는 긍정적인 영향에도 불구하고 현행 교사용 지도서가 PCK 측면을 충분히 다루고 있는지에 대한 조사는 미흡한 실정이다. 대부분의 연구는 지도서에 담긴 PCK 요소에 대한 종합적 분석보다는 교사용 지도서에 제시된 참고자료, 단원 내용의 구성, 과학적 태도 등을 분석하였다(김형욱과 송진웅, 2020; 박병태와 권치순, 2011; 장명덕, 2022). 또한 선행연구에서는 교사용 지도서에 대한 현장 교사의 인식, 활용 실태 및 개선 방안 등을 조사하는데 그쳤다(강훈식 등, 2009; 권종미 등, 2001; 이신애와 임희준, 2016; 장명덕 등, 2011; 한기애와 노석구, 2003). 이재원 등(2018)과 정세종과 나지연(2020)의 연구에서는 각각 중학교, 북한 소학교와 초급중학교의 교사용 지도서를 PCK 측면에서 전반적으로 조사하였지만, 두 연구 모두 우리나라 초등학교 맥락은 다루지 않았다는 한계가 있었다. 따라서 초등학교 교사용 지도서를 PCK 측면에서 분석하는 연구가 이루어질 필요가 있다.

우리나라 초등과학의 경우, 학생의 기초 능력과 바른 인성의 함양을 위해 국정 교과용 도서 개발 체제를 유지해 왔다. 그러나 최근 교육부는 교과용 도서의 품질을 향상하고 교사와 학생의 선택권 보장을 도모하고자 초등 국정도서 중 수학, 사회, 과학 과목을 검정으로 전환하는 것을 결정하였다(교육부, 2018). 이에 2022년 3월부터 3~4학년을 대상으로 2015 개정 과학과 교육과정에 따른 초등 과학과 교과용 도서 7종이 학교 현장에서 도입되기 시작한 상황이다. 검정 교과용 도서의 개발은 같은 교육과정이라도 집필진의 관점에 따른 교육과정의 폭넓은 해석을 가능하게 하므로 교사에게 출판사에 따라 다양한 내용과 방식을 제공하여 교사가 수업을 체계적으로 조직할 수 있게 하는 장점이 있다(김성룡 등, 2022; 신정윤 등, 2022). 그러나 교육과정에서 요구하는 기준에 적절히 부합했을 때 검정 교과용 도서로의 전환이 바람직하게 이루어졌다고 할 수 있다. 특히 현재 도입된 교과용 도서는 검정으로 전환된 최초 저작물이므로 교과용 도서가 현장에 미치는 영향을 고려할 때 이는 앞으로 과학교육의 방향에 중요하게 작용할 것이다(전성수, 2022). 따라서 2015 개정 교육과정에 따른 검정 교사용 지

도서를 출판사별로 비교하여 각 출판사가 가지는 특징을 알아보고 출판사별로 각 PCK 요소에서 어떤 편차가 있는지 조사하는 것이 필요하다. 뿐만 아니라 2022 개정 과학과 교육과정이 현재 고시된 상황이며, 교과서와 교사용 지도서가 새로운 교육과정에 맞춰 제작될 것이다. 따라서 새로운 교육과정의 도입과 교사용 지도서 제작 예정인 현시점에서 2015 개정 교육과정의 검정 교사용 지도서에 대한 PCK 요소와 출판사별 편차를 분석한다면, 추후 교사용 지도서의 개선 방안에 대한 더욱 유용한 정보를 제공할 수 있을 것이다.

이에 이 연구에서는 초등학교 3~4학년 물질 영역을 중심으로 2015 개정 과학과 교육과정에 따른 교사용 지도서에 나타난 PCK 요소를 분석하였다.

## II. 연구 방법

### 1. 분석 대상

2015 개정 교육과정에 따른 7종의 초등학교 과학과 검정 교사용 지도서 총 28권을 분석하였다. 3~4학년 물질 영역에 해당하는 ‘물질의 성질’, ‘물질의 상태’, ‘혼합물의 분리’, ‘물의 상태변화’ 단원을 분석 대상으로 선정하였다. 단원 개관, 단원 학습 체계, 단원 학습 목표, 단원 평가 기준, 단원 지도상의 유의점, 참고 도서, 단원 배경지식 등 교사용 지도서 각론의 각 단원에서 제시하는 내용을 모두 분석하였다. 이때 교사용 지도서에 첨부된 교과서 본문은 교과서 내용과 관련한 추가 정보가 아니므로 분석 대상에서 제외하였다. 7종의 교사용 지도서는 금성출판사, 김영사, 동아출판, 비상교과서, 아이스크림미디어, 지학사, 천재교과서에서 출판되었으며, 임의의 순서로 A~G로 표기하였다.

### 2. 분석 기준

중학교 교사용 지도서를 PCK 요소별로 분석한 선행연구(이재원 등, 2018)를 바탕으로 예비 분석틀을 구성하였다. 먼저 교사용 지도서 4종을 무작위로 추출한 후 한 단원을 분석하는 과정을 여러 차례 반복하여 예비 분석틀을 수정·보완하였다. 예를 들어 2015 개정 과학과 교육과정에서 새롭게 제시한 과학 교과 역량이나 핵심 개념은 과학 교육과정에 관한 지식 중 ‘수업 목표’에 포함하였다. ‘교육과정 변화’는 과학영역 전반에 대해 총론에서 주



면적 측정을 위한 분석 단위는 다음과 같다. 글의 형태일 때는 각 내용의 소제목에 포함된 최소 면적의 직사각형으로 하였다. 그림, 표, 그래프, 구조도 등의 형태일 때는 캡션을 포함한 최소 면적의 직사각형으로 분석 단위를 정하였다. 교과서 탐구와 평가 문항은 탐구활동 단계와 평가 문항 각각을 분석 단위로 하였다. 하나의 분석 단위에 여러 가지의 PCK 요소가 포함된 경우, 글의 형태일 때는 분석 단위 면적에 전체 글자 수에 대한 PCK 요소별 글자 수의 비율을 곱하여 면적을 산출하였다. 또한 표의 형태일 때는 셀의 면적을 각각 구하였다. 예를 들어 하나의 분석 단위에 두 가지 PCK 요소가 포함된 F 출판사의 사례에서는 ‘서로 다른 물질을 섞는 실험에서 나타나는 물질의 성질 변화를 관찰하면서 (중략) 섞기 전과 후의 차이를 설명할 수 있는 역량을 평가할 수 있다’라는 부분을 과학 평가에 관한 지식의 하위요소인 ‘평가 측면’으로 분석하였다. ‘과학적 탐구 능력, 과학적 사고력’이라는 부분은 과학 교육과정에 관한 지식의 하위요소인 ‘수업 목표’로 분석하였다. 이때 이 분석 단위의 전체 면적은  $1548.75\text{mm}^2$ 이고 총 글자 수는 86글자이며, 이에 포함된 평가 측면과 수업 목표에 해당하는 글자 수는 각각 73글자, 13글자이므로, 전체 면적에 글자 수의 비율을 곱하여 평가 측면의 면적은  $1314.64\text{mm}^2$ 로, 수업 목표의 면적은  $234.11\text{mm}^2$ 로 산출하였다. 표의 형태일 때는 E 출판사의 사례를 보면, 하나의 표 안에 각각의 셀마다 평가 목표, 평가유형, 예시 문항, 평가 기준, 평가 유의점이 포함된 경우가 있었다. 이에 영역별로 셀을 나누어 평가 목표는 과학 교육과정에 관한 지식의 하위요소인 ‘수업 목표’에 해당하고, 평가유형에서 제시한 관찰법과 예시 문항, 평가 기준, 평가 유의점은 과학 평가에 관한 지식의 하위요소인 ‘평가 방법’, ‘평가 문항’, ‘평가 준거’, ‘평가 측면’에 각각 해당하였다. 직사각형 영역의 면적은 Adobe Acrobat XI Pro 프로그램의 면적 계산 도구를 활용하여 mm 단위로 계산하였다. 이때 면적 단위의 분석만 진행할 경우, 교사용 지도서 공간에서 중점적으로 다룬 PCK 요소가 무엇인지는 이해할 수 있지만, 각 PCK 요소가 얼마나 자주 다루어졌는지 빈도수를 파악하기 어렵다는 한계가 있다. 이러한 한계를 보완하고자 각 분석 단위의 단위별 평균 개수도 함께 분석하였다.

면적 측정을 완료한 이후 각 분석 단위의 PCK 요소와 하위요소를 분석하였다. 이때 소제목과 내용에서 다루는 PCK 요소가 일치하지 않는 경우나 출판사별로 서로 다른 소제목을 사용하여 동일한 PCK 요소를 제시한 경우가 관찰되었다. 이에 소제목보다는 제시된 내용을 기준으로 PCK 요소와 하위요소를 구분하였다. 예를 들어 소제목이 과학 내용에 관한 지식의 하위요소인 ‘추가자료’라고 표기되어 있더라도 내용상으로 교과서의 목표개념과 관련한 과학 원리나 개념적 지식은 ‘보충·심화 개념’으로, 그 외에 교과서에 제시하지 않은 읽을거리는 ‘추가자료’로 분석하였다.

2인의 연구자가 분석 신뢰도 확보를 위해 최종 분석틀을 바탕으로 교사용 지도서 4종 중 한 단위씩을 무작위로 추출하여 각자 분석한 후 결과를 비교하는 과정을 반복하였다. 분석자 간 일치도가 .96에 도달한 후 1인의 연구자가 7종의 교사용 지도서 중 3학년 1학기에 제시된 물질 단위를 전체 분석한 후 2인의 연구자가 다시 한 번 논의를 통해 PCK 요소 분석에 대한 신뢰성을 확보하였다. 이후 1인의 연구자가 3~4학년 7종의 교사용 지도서 총 28권의 물질 영역을 모두 분석하였다. 마지막으로 1인의 연구자가 출판사별로 각 교사용 지도서를 교차 비교함으로써 분석 결과의 일관성을 점검하였다. 과학교육 전문가 2인, 현직 과학교사 5인, 과학교육 전공 대학원생 4인이 참여한 세미나를 여러 차례 진행하여 분석 결과 및 해석의 타당성을 검토받았다. 분석 결과는 각 출판사에 나타난 PCK 요소와 하위요소의 면적 비율을 단위별로 구하여 평균 낸 후 비율(%)로 제시하였으며, 단위별 평균 개수는 괄호 안에 제시하였다. 모든 PCK 요소의 전체 총합은 100%로 구성되어 있으나, 각 PCK에 대한 면적 비율을 소수점 한자리로 반올림하여 제시함에 따라 불가피하게 PCK 요소별로 표에서의 합계가 0.1%의 오차를 보이는 경우가 있었다.

### III. 연구 결과 및 논의

#### 1. PCK 요소 분석

2015 개정 교육과정에 따른 초등학교 과학과 검정 교사용 지도서에 제시된 PCK 요소의 분석 결과를 Table 2에 제시하였다. 평균적으로 과학 내용에 관한 지식이 39.5%로 가장 높은 비율을 차지했으

**Table 2.** Percentage of PCK components by grade

학년	PCK 요소의 비율					계
	과학 내용에 관한 지식	과학 교육과정에 관한 지식	과학 교수 전략에 관한 지식	학생에 관한 지식	과학 평가에 관한 지식	
3	39.1	15.0	22.3	2.5	21.1	100.0
4	39.8	15.0	22.6	1.9	20.6	100.0
평균	39.5	15.0	22.5	2.2	20.8	100.0

**Table 3.** Percentage of PCK components in teacher's guides by publishers

PCK 요소	출판사별 PCK 요소의 비율							평균
	A	B	C	D	E	F	G	
과학 내용에 관한 지식	35.6	48.6	33.2	38.8	41.1	49.6	29.4	39.5
과학 교육과정에 관한 지식	19.1	11.9	14.4	17.1	14.1	13.8	14.8	15.0
과학 교수 전략에 관한 지식	29.2	18.3	28.5	24.7	28.2	16.4	11.9	22.5
학생에 관한 지식	4.3	2.1	1.2	2.8	2.4	1.7	0.9	2.2
과학 평가에 관한 지식	11.8	19.1	22.8	16.6	14.2	18.4	43.0	20.8
계	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

며, 다음으로 과학 교수 전략에 관한 지식(22.5%), 과학 평가에 관한 지식(20.8%), 과학 교육과정에 관한 지식(15.0%), 학생에 관한 지식(2.2%)의 순으로 나타났다. 3학년과 4학년에 대한 PCK 요소의 비율 차이는 모두 1%p 미만으로 미미하였다. 2009 개정 교육과정에 따른 중학교 과학과 교사용 지도서를 분석한 연구(이재원 등, 2018)에서는 과학 내용에 관한 지식이 68.3%를 차지하여 PCK 요소 중 과학 내용에 관한 지식에 편중된 경향을 보였다. 그러나 이 연구에서는 과학 내용에 관한 지식의 비율은 낮고 교육과정, 교수 전략, 평가에 관한 지식의 비율은 높았다. 여전히 과학 내용에 관한 지식의 비율이 높기는 하나 PCK 요소 간 편차가 상대적으로 감소하였다. 교사는 효과적인 수업을 위해 교육과정, 교수 전략, 학생, 평가 등 다양한 PCK 요소를 수업 상황에 맞추어 통합적으로 활용할 수 있어야 한다(Park & Chen, 2012). 위의 결과는 PCK 요소를 보다 균형 있게 다루는 방향으로 교사용 지도서가 구성되었음을 의미하므로 긍정적인 결과라고 할 수 있다. 한편 선행연구(이재원 등, 2018)와 마찬가지로 학생에 관한 지식이 2% 내외의 낮은 비율로 나타난 결과는 추후 교사용 지도서를 제작할 때 학생에 관한 지식에 대한 고려가 더욱 적극적으로 이루어질 필요가 있음을 시사한다.

출판사별 3~4학년의 평균 PCK 요소의 비율을

분석한 결과를 Table 3에 제시하였다. G 출판사를 제외한 대부분의 출판사(A~F)는 과학 내용에 관한 지식이 가장 높은 비율(33.2~49.6%)을 차지하였다. 또한 대부분의 출판사(A~F)는 과학 교수 전략에 관한 지식의 비율이 과학 교육과정에 관한 지식의 비율보다 높았다. 학생에 관한 지식은 모든 출판사에서 5% 미만으로 낮게 제시되었다. 즉 대부분 출판사에서 과학 내용, 교육과정, 교수 전략, 학생에 관한 지식이 차지하는 비율의 경향성이 유사했다. 한편 과학 평가에 관한 지식은 출판사별로 차지하는 비중이 다양하였다. 특히 G 출판사의 경우, 과학 평가에 관한 지식의 비율이 43.0%로 가장 높게 나타났다. 다른 출판사의 비율과 비교했을 때도 상당한 차이를 보였다. 과학 평가에 관한 지식 중 대부분의 하위요소는 출판사별로 큰 차이를 보이지 않았으나, 출판사별로 평가 문항이 차지하는 비율의 편차로 인해 이러한 차이가 유발되었다.

## 2. PCK 요소별 하위요소 분석

각 출판사의 PCK 요소별 하위요소를 학년에 따라 비교했을 때, 차이는 모두 1%p 이내로 매우 적었다. 이에 PCK 요소별 하위요소는 각 단원의 전체 면적 대비 요소별 비율(%)을 평균하여 제시하였다.

1) 과학 내용에 관한 지식

과학 내용에 관한 지식의 요소와 하위요소에 따른 비율을 출판사별로 분석한 결과는 Table 4와 같다. 전체 39.5% 중 평균적으로 개념 및 이론은 17.5%, 실험 및 탐구는 21.9%가 제시되었다. 2009 개정 교육과정의 중학교 교사용 지도서(이재원 등, 2018)에서는 개념 및 이론이 51.2~55.9%, 실험 및 탐구가 13.0~17.9%로 나타났다. 즉 이 연구에서는 선행연구(이재원 등, 2018)와 비교하여 개념 및 이론의 비율은 낮고 실험 및 탐구의 비율은 높아 두 요소의 차이가 크지 않았다. 우리나라 과학과 교육과정에서는 미래 사회에서 요구하는 탐구 역량 함양을 위해 학교 교육에서 탐구를 통한 학습을 꾸준히 강조하였으며(김은정 등, 2022), 2015 개정 교육과정에서도 탐구학습을 강조하여 교과용 도서가 제작되었다. 이러한 기조를 반영한 교과서를 바탕으로 교사의 탐구 수업 실행을 지원하도록 교사용 지도서가 개발됨에 따라 개념 및 이론과 실험 및 탐구가 상대적으로 균형 있게 제시된 것으로 보인다. 특히 초등 교사는 개념적 지식의 한계보다 실험 실습 지도와 관련하여 더 많은 어려움을 겪는 것으로 보고되는데(윤해경, 2004; 이수아 등, 2007), 교사가 교사용 지도서를 통해 개념 및 이론에 관한 정보뿐만 아니라 실험 실습과 관련한 정보를 다양하게 얻을 수 있도록 하므로 긍정적인 결과라고 할 수 있다. 출판사별로 비교했을 때 A 출판사와 D 출판사는 개념 및 이론을 실험 및 탐구보다 많이 다루고 있었으며, 나머지 출판사(B, C, E, F, G)들은 개념 및 이론보다 실험 및 탐구를 더 많이 다루고 있었다. A 출판사와 D 출판사에서는 보충·심화 개념이나 추가자료가 차지하는 비율이 다른 출판

사에 비해 상대적으로 높아 개념 및 이론이 가장 높은 비율로 나타났다. 그러나 교과서 탐구는 상대적으로 낮은 비율로 제시되어 실험 및 탐구의 비율은 두 출판사에서 가장 낮게 나타났다. 이러한 차이로 인해 A 출판사와 D 출판사에서는 개념 및 이론과 실험 및 탐구의 두 요소가 다른 출판사와 달리 역전된 결과를 보였다.

개념 및 이론을 하위요소별로 살펴보면, 보충·심화 개념(6.6%), 교과서 문제해설(6.0%), 추가자료(4.9%)의 순으로 나타나, 세 하위요소는 대체로 유사한 평균 면적 비율로 제시되었다. 그러나 출판사별로 비교했을 때는 일부 출판사에서 하위요소별로 차이가 나타나기도 하였다. 예를 들어 A 출판사는 보충·심화 개념이 평균과 비교하여 높은 비율을 차지하였다. 이는 대단원 도입부뿐만 아니라 각 탐구활동에서도 관련 개념이나 원리 등을 계속해서 제시하는 등 보충·심화 개념에 대해 A 출판사의 제시 개수가 다른 출판사보다 많은 것이 주된 원인이었다. 실제로 출판사들이 보충·심화 개념 요소를 단원별로 평균 15.3개 제시하는 것과 비교하여 A 출판사는 평균 37.3개 제시하여 출판사 간 제시 개수에서 상당한 차이를 보였다. 이처럼 보충·심화 개념을 계속해서 제시하는 것은 초등 교사가 각 활동 단계에서 필요한 개념이나 원리를 직접 연계하여 이해할 수 있도록 하므로, 초등 교사의 수업 전문성 함양에 도움을 줄 수 있을 것이다. 추가 자료는 출판사별 2.6~8.5%로 나타났으며 출판사에 따라 단원별로 평균 5.8~15.8개 제시되었다. 2009 개정 중학교 교사용 지도서에서는 단원별로 추가 자료가 1.2~2.1%(0.9~1.8개)로 제시된 것과 비교하면, 초등학교 교사용 지도서에서 추가자료는 면

Table 4. Knowledge of subject matter: Percentage of components and sub-components by publishers

요소	하위요소	각 출판사의 단원별 PCK 요소의 평균 비율(개수)							평균
		A	B	C	D	E	F	G	
개념 및 이론	보충·심화 개념	11.8 (37.3)	5.8 (11.0)	3.4 (5.0)	7.8 (10.8)	4.9 (8.8)	9.3 (17.3)	2.8 (17.3)	6.6 (15.3)
	교과서 문제해설	4.4 (25.5)	5.6 (9.3)	3.5 (8.0)	5.8 (12.0)	8.9 (19.3)	9.2 (16.3)	4.5 (6.3)	6.0 (13.8)
	추가자료	7.2 (13.0)	4.5 (8.3)	4.2 (6.5)	8.5 (15.8)	3.8 (8.3)	2.6 (5.8)	3.8 (12.5)	4.9 (10.0)
	소계	23.4	15.9	11.2	22.1	17.7	21.2	11.1	17.5
실험 및 탐구	교과서 탐구	10.8 (7.3)	31.3 (8.3)	18.3 (7.8)	12.4 (7.5)	21.6 (8.3)	26.2 (8.3)	16.3 (7.5)	19.6 (7.8)
	추가 탐구	1.3 (3.8)	1.4 (1.8)	3.7 (3.3)	4.2 (3.3)	1.8 (3.8)	2.2 (3.8)	2.0 (4.5)	2.4 (3.4)
	소계	12.2	32.7	22.0	16.7	23.4	28.4	18.2	21.9
계		35.6	48.6	33.2	38.8	41.1	49.6	29.4	39.5

적 비율 대비 제시 개수가 많아 각 자료의 내용이 길지 않으면서 자주 제시됨을 알 수 있다. 한편 초등학교 교사용 지도서의 보충·심화 개념과 추가 자료는 교과서 내용 외의 참고자료로 교사가 학생에게 지도할 내용 지식의 범위를 확장하는 데 영향을 줄 수 있다. 그러나 초등학교 국정 교사용 지도서의 참고자료 유형을 분석한 김형욱과 송진웅(2020)의 연구에서는 때때로 지나치게 어렵거나 광범위한 주제의 내용을 다루기도 한 것으로 보고하였다. 이 연구에서도 거름종이의 종류와 구별기준, 평균 유공도 등을 제시한 F 출판사의 사례와 같이 목표개념보다 수준이 높으면서 관련성이 다소 떨어지는 정보를 제시한 경우가 있었다. 이러한 정보는 교사가 수업에 직접적으로 적용하기 어려울 뿐 아니라 교사에게 혼란을 유발할 수 있으므로, 교사용 지도서 개발 시 초등학교의 인지 수준을 고려하여 보충·심화 개념이나 추가자료의 제시 분량과 수준이 과도하지 않도록 하는 것이 필요하다.

실험 및 탐구의 하위요소에서는 평균적으로 교과서 탐구가 19.6%, 추가 탐구가 2.4%로 나타났다. 이때 교과서 탐구와 추가 탐구가 차지하는 비율의 경향성은 모든 출판사에서 유사하였지만, 교과서 탐구의 출판사별 면적 비율을 비교했을 때는 차이가 있었다. B 출판사(31.3%)와 F 출판사(26.2%)는 교과서 탐구의 면적 비율이 평균보다 높았던 반면, A 출판사(10.8%)와 D 출판사(12.4%)는 낮은 비율로 나타났다. 각 출판사의 교과서 탐구의 개수가 단원별 평균 7.3~8.3개로 유사한 것으로 미루어보았을 때, 이는 탐구 과정과 결과에 대한 안내 방식의 차이에서 기인한 것을 알 수 있다. 예를 들어 A 출판사와 B 출판사의 경우 교과서 탐구가 각각 단원별 평균 7.3개, 8.3개로 제시되었는데, 면적 비율은 B 출판사가 A 출판사보다 3배가량 높았다. B 출판사

에서는 실험 상황을 촬영한 사진을 첨부하거나 ‘물질의 상태’ 단원에서 플라스틱 막대, 물, 공기를 전달하며 관찰한 결과를 묻는 탐구 질문에 대해 ‘플라스틱 막대는 잡을 수 있어 전달하기 쉽고, 그릇에 담을 수 있다’, ‘물은 모양이 변하고 흘러내려서 전달하기 어렵다’와 같이 학생의 예상 탐구 결과를 함께 제시하는 등 글과 사진을 포함하여 탐구활동에 대한 수업 흐름을 자세히 설명하였다. 그러나 A 출판사는 탐구활동의 단계별 학생의 예상 탐구 결과에 대한 제시가 B 출판사와 비교하여 상대적으로 부족하였다. B 출판사와 같이 교과서 탐구에서 학생의 예상 탐구 결과를 다양하게 설명하는 것은 교사가 효과적인 탐구활동 지도 방법을 탐색하는데 도움을 줄 수 있으므로 바람직하다. 한편 교과서 탐구는 지도 전략과 함께 제시하여 과학 내용에 관한 지식과 과학 교수 전략에 관한 지식을 연계하여 제시하는 경우가 많았다.

추가 탐구는 출판사별 1.3~4.2%로 나타났으며 단원별 평균 3.4개 제시되었다. 치즈 만들기, 재생 종이 만들기, 두부 만들기 등 학생이 실생활에서 흔히 접할 수 있는 소재와 관련한 추가 탐구가 많았으며 탐구 과정은 비교적 간단하게 제시하였다. 실생활과 관련한 소재의 활용은 학생이 과학 학습에 관심을 가지고 과학 학습과 실생활과의 연계성 측면을 이해하는 데에도 도움을 줄 수 있는데(최호정과 류한영, 2015), 실생활 관련 추가 탐구의 제시는 교사와 학생의 탐구 설계 및 수행 능력을 향상하는 데 도움을 줄 수 있을 것이다.

**2) 과학 교육과정에 관한 지식**

과학 교육과정에 관한 지식의 요소와 하위요소에 따른 비율을 출판사별로 분석한 결과는 Table 5와 같다. 전체 15.0% 중 평균적으로 수직 연계는

**Table 5.** Knowledge of science curriculum: Percentage of components and sub-components by publishers

요소	하위요소	각 출판사의 단원별 PCK 요소의 평균 비율(개수)							
		A	B	C	D	E	F	G	평균
수직 연계	차시 단위	5.1 (9.0)	5.3 (3.0)	7.3 (2.8)	6.8 (2.0)	7.1 (3.3)	7.0 (3.0)	4.0 (2.3)	6.1 (3.6)
	학년 단위	1.1 (2.8)	0.5 (1.8)	0.4 (1.5)	1.3 (6.3)	0.5 (1.8)	0.3 (1.5)	0.3 (1.3)	0.6 (2.4)
	소계	6.2	5.8	7.8	8.1	7.6	7.4	4.4	6.7
수업 목표		11.6 (67.3)	6.1 (34.3)	6.4 (37.8)	8.7 (44.8)	6.5 (44.5)	6.5 (45.8)	10.4 (85.8)	8.0 (51.4)
수평 연계		1.3 (2.5)	0.0 (0.0)	0.2 (1.3)	0.2 (2.3)	0.0 (0.3)	0.0 (0.3)	0.0 (0.0)	0.3 (0.9)
계		19.1	11.9	14.4	17.1	14.1	13.8	14.8	15.0

6.7%, 수업 목표는 8.0%로 나타나 과학 교육과정 관련 지식 대부분을 차지하였으며, 이는 모든 출판사에서 유사하였다. 수평 연계는 0.3%로 거의 나타나지 않았으며, 일부 출판사(A, C, D)에서 주로 다루고 있었다.

수직 연계는 평균적으로 차시 단위가 6.1%, 학년 단위가 0.6%로 나타나 차시 단위 연계 비율이 더 높았다. 하지만 수직 연계가 제시된 개수는 단원별 평균 차시 단위 3.6개, 학년 단위 2.4개로 제시된 면적 비율과 비교하여 큰 차이가 없었다. 이는 초등학교 교사용 지도서에서 학년 단위보다 차시 단위의 연계를 더 자세히 나타냈음을 의미한다. 예를 들어 차시 단위 연계의 경우에는 대단원 도입부에서 단원에 포함된 9~11개 정도의 차시 전체 내용을 다룰 때 학습 목표나 관련 탐구활동, 준비물, 핵심 개념 등과 함께 표의 형태로 상세히 기술하여 비율이 높아졌다. 이와 달리 학년 단위 연계의 경우에는 대단원 도입부에서 연계된 학년의 단원명, 학습 목표나 핵심 개념을 구조도의 형태로 간략히 제시하였다. 수직 연계는 내용 체계에 따라 학교급별로 반복되는 계속성과 학습 내용이 점차 심화하는 계열성을 갖도록 하므로 중요하게 고려되어야 한다(신영준, 2004; 이승미 등, 2018). 이러한 점에서 모든 교사용 지도서가 차시 및 학년 단위의 수직 연계를 다루고 있었던 결과는 긍정적이라고 볼 수 있다. 특히 해당 차시와 연계된 다음 차시의 내용을 차시 예고에서 제시한 A 출판사와 D 출판사의 사례와 같이 수직 연계를 단원 도입부뿐만 아니라 각 차시의 마무리에서도 지속해서 강조한 경우가 있었다. 각 차시에서 다루는 개념의 수직적 연계에 대한 고려가 부족한 경우가 많은 것으로 보고되는데(양찬호 등, 2014), 이러한 지속적 제시는 교사가 수직 연계를 고려한 체계적인 수업을 설계하도록 촉진하는 데 도움을 줄 수 있을 것이다.

수업 목표는 학습 목표(2.6%), 과학 교과 역량(1.8%), 성취기준(1.6%), 핵심 개념(1.0%), 평가 목표(0.9%) 등의 유형으로 나타났으며, 단원별 평균 51.4개로 제시되었다. 형태 측면에서도 글, 구조도, 표 등으로 다양하였다. 이는 학습 목표 위주였던 이전 교육과정과 달리, 성취기준과 교과 역량이 강조되는 교육과정의 흐름이 반영된 것이라 볼 수 있다. 이 연구에서 수업 목표의 비율은 출판사 간 편차가 크지 않았지만, 제시하는 방식은 출판사별로

차이를 보였다. 일부 출판사(A, F, G)는 대단원 도입부뿐만 아니라 매 차시 도입과 평가 기준안에도 학습 목표, 교과 역량, 성취기준 등의 수업 목표를 상세히 제시하였다. D 출판사처럼 개별 평가 문항에 관련 성취기준을 제시한 경우도 있었다. 수업 목표는 교사와 학생에게 수업의 방향과 성취해야 할 수준을 안내하는 역할을 하므로(Krathwohl, 2002), 대단원에서 진술한 수업 목표를 계속해서 다양한 형태로 재진술한 것은 교사가 학생의 수준을 고려하여 체계적인 수업을 설계하도록 촉진할 수 있을 것이다.

수평 연계는 단원별 평균 0.9개 제시되었고 주로 3종의 출판사(A, C, D)에서 나타났다. 수평 연계된 교과로는 사회과, 미술과, 국어과 등이 있었으며, 관련 교수 전략을 함께 제시하여 타 교과와 활동을 과학 교과에서 쉽게 연계할 수 있도록 하였다. A 출판사와 C 출판사의 경우에는 관련 교수 전략뿐만 아니라 타 교과와 성취기준도 함께 제시하여 수평 연계를 강조하기도 하였다. 예를 들어 A 출판사는 교사가 ‘물의 상태변화’ 단원을 가르칠 때 사회과의 ‘다양한 지역의 대표상품 알아보기’ 활동에서 학습한 지역 생산품과 연계하여 수업을 구성할 수 있도록 교수 전략과 사회과의 성취기준을 함께 제시하였다. 수평 연계를 제시하면 다양한 교과 간의 상호 관련성을 이해하도록 할 수 있으며(김현섭, 2022), 학생이 과학에 흥미와 동기를 가지도록 하는데 긍정적인 영향을 미칠 수 있다(박성진과 유병길, 2013). 이러한 수평 연계의 중요성을 고려할 때, 상당수의 출판사에서 다른 교과와의 수평 연계를 고려하지 않은 점은 개선할 필요가 있다. 특히 교육부(2015)는 분야 간 융합 및 학문 간 실생활과의 연계성을 추구하는 융합인재 교육(STEAM)을 통한 핵심역량을 갖춘 인재 양성을 지속해서 강조하고 있으므로, 이러한 개선은 더욱 필요하다. 이때 단순히 연계되는 과목명만 명시하기보다는 A 출판사의 사례와 같이 교수 전략, 타 교과 성취기준을 함께 연계하여 제시한다면 교사가 학생이 달성해야 하는 정도를 범교과적으로 파악하여 명료화하는 데 도움을 줄 수 있을 것이다.

### 3) 과학 교수 전략에 관한 지식

과학 교수 전략에 관한 지식의 요소와 하위요소 에 따른 비율을 출판사별로 분석한 결과는 Table 6

Table 6. Knowledge of instructional strategies in science: Percentage of components and sub-components by publishers

요소	하위요소	각 출판사의 단원별 PCK 요소의 평균 비율(개수)							평균
		A	B	C	D	E	F	G	
주제 특이적 전략	지도 전략	7.7 (50.8)	6.0 (46.0)	6.5 (43.3)	8.3 (41.5)	9.0 (97.0)	6.9 (65.5)	3.7 (53.8)	6.9 (56.8)
	발문	1.5 (11.5)	6.6 (20.0)	8.8 (16.8)	7.8 (18.8)	6.1 (32.5)	4.1 (20.3)	3.8 (21.5)	5.5 (20.2)
	활동 순서 및 방식	11.4 (13.8)	1.6 (5.8)	2.6 (5.5)	0.7 (3.5)	1.6 (7.8)	1.2 (6.5)	1.7 (5.8)	3.0 (6.9)
	지도 시 유의점	1.5 (16.8)	3.1 (18.5)	5.2 (28.5)	3.4 (18.0)	3.0 (37.5)	2.8 (25.8)	1.5 (16.8)	2.9 (23.1)
	참고자료 정보	1.1 (39.3)	0.5 (3.3)	2.9 (29.3)	3.5 (43.5)	3.6 (24.5)	1.1 (4.8)	0.3 (3.5)	1.9 (21.1)
소계		23.3	17.9	26.0	23.7	23.4	16.1	11.0	20.2
교과 특이적 전략		5.9 (2.8)	0.4 (1.8)	2.5 (3.0)	1.0 (2.5)	4.7 (1.5)	0.3 (1.0)	0.9 (3.8)	2.2 (2.3)
계		29.2	18.3	28.5	24.7	28.2	16.4	11.9	22.5

과 같다. 전체 22.5% 중 주제 특이적 전략이 평균적으로 20.2%가 제시되어 과학 교수 전략에 관한 지식 중 대부분을 차지했다. 교과 특이적 전략의 경우에는 평균 2.2%로 나타났다. 주제 특이적 전략과 교과 특이적 전략이 가지는 이러한 비율의 경향성은 2009 개정 교육과정의 중학교 교사용 지도서를 분석한 선행연구의 분석 결과(이재원 등, 2018)와도 유사하다. 한편 주제 특이적 전략이 과학 교수 전략에 관한 지식의 대부분을 차지하였다는 점은 모든 출판사에서 공통적이었다. 그러나 주제 특이적 전략이 차지하는 전체 평균 비율과 비교했을 때 C 출판사와 G 출판사에서 다소 차이가 있었다. C 출판사는 주제 특이적 전략이 26.0%로 평균보다 상대적으로 높았는데, 이는 주제 특이적 전략 중 하위요소인 발문, 지도 시 유의점, 참고자료 정보가 평균보다 높은 비율로 제시되었기 때문이다. G 출판사는 11.0%로 평균과 비교하여 가장 낮은 비율을 차지했는데, 이는 주제 특이적 전략의 모든 하위요소가 평균보다 낮은 비율로 제시되었기 때문임을 알 수 있다.

주제 특이적 전략의 하위요소 중에서는 평균적으로 지도 전략과 발문이 각각 6.9%, 5.5%로 높은 비율을 차지하였으며, 이러한 경향성은 대부분의 출판사에서 유사하였다. 발문이 지도 전략과 거의 비슷한 비율을 차지했다는 점은 초등학교 교사용 지도서의 독특한 특징이라고 할 수 있다. 발문은 차시 도입 부분에 동기와 흥미를 이끌기 위한 발문, 교과서 탐구 마지막에 차시 내용 정리를 위한 발문의 2가지 상황에서 주로 제시되었다. 또한 각 발문에 대한 학생의 다양한 응답을 제시하여 교사가 학생의 사고를 예상해볼 수 있도록 하였다. 예를 들

어 B 출판사는 ‘물의 상태 변화’ 단원의 차시 도입 부분에서 학생의 동기와 흥미를 이끌기 위해 수증기를 방울이에 의인화한 후 방울이가 공기 중에 많이 돌아다녔을 때 느끼는 불편한 점을 묻는 발문을 제시하고, 그에 대한 학생의 예상 응답을 ‘피부가 끈적하고 불쾌해진다’, ‘곰팡이가 잘 생긴다’, ‘빨래가 잘 마르지 않는다’ 등으로 여러 가지 제시하였다. 초등 교사는 발문의 중요성에도 불구하고 발문을 구사하는 데 많은 어려움을 겪고 있다(지승민과 박재근, 2016). 교사용 지도서에서 발문을 제시하는 것은 교사가 이를 수업에 적절히 활용하여 학생의 사고를 확장할 수 있으므로 긍정적인 결과이다.

그다음으로는 활동 순서 및 방식(3.0%)과 지도 시 유의점(2.9%)의 평균 비율이 높았다. 특히 활동 순서 및 방식은 A 출판사가 11.4%로 다른 출판사보다 높게 나타났다. 단계별 흐름을 간략히 제시한 여타 출판사와 다르게 A 출판사는 단계별 주요 활동 내용과 해설, 지도 전략 등을 상세히 포함한 지도안을 추가로 제시하였다. 효과적인 수업을 진행하기 위해서는 과학 내용 지식에 대한 이해도 필요하지만, 해당 지식을 초등학생의 발달 수준에 맞추어 재구성할 수 있는 능력도 갖추어야 한다(이수아 등, 2007; 지승민과 박재근, 2016; van Driel *et al.*, 1998). 교사용 지도서에 제시된 주제 특이적 전략은 교사가 수업을 재구성하는 데 도움을 받아 적극적으로 활용하는 부분 중 하나이다(이신애와 임희준, 2016). 지도안을 추가하여 활동 순서 및 방식을 상세히 제시한 A 출판사의 사례는 교사가 학습 내용이나 탐구활동을 수업에 활용하는 방안을 모색하고 미처 고려하지 못한 점을 검토하도록 촉진할 수 있으므로 바람직하다.

한편 참고자료 정보의 경우에는 평균 1.9%로 나타나 대부분의 출판사에서 과학 교수 전략에 관한 지식의 요소 중 가장 낮은 비율을 보였다. 그러나 참고자료 정보가 단원별 평균 21.1개로 나타나 개수는 적지 않게 제시되었다. 참고자료 정보는 수업에서 활용할 수 있는 도서나 사이트에 대한 정보를 간단한 설명과 함께 제시한 일부의 경우를 제외하고는 단어 형태로 단순히 목록을 제시한 경우가 대부분이었다. 참고자료는 교사의 수업 설계에 도움을 주는 다양한 정보를 추가로 제공하는 기능을 할 수 있다(Beyer *et al.*, 2009). 그러나 초등 교사는 제한된 시간 동안 여러 과목을 지도해야 하므로(이경윤, 2019; 한기애와 노석구, 2003), 학생의 수준과 수업의 목적에 맞는 적절한 자료를 직접 취사선택하기에는 시간적 여유가 충분하지 않을 가능성이 크다. 따라서 참고자료 정보를 학생의 수준이나 수업 활동을 고려하여 우선순위를 정해 적정 수준으로 제시한다면 교사가 참고자료 정보를 보다 적극적으로 활용하도록 촉진할 수 있을 것이다.

일부 출판사에서만 간단한 단어로 제시한 선행 연구(이재원 등, 2018)와 달리, 2015 개정 교육과정의 초등학교 교사용 지도서에서 교과 특이적 전략은 모든 출판사에서 나타났으며 제시된 평균 비율도 다소 높았다. 그러나 출판사별 제시 방식에서는 차이가 있었다. A 출판사(5.9%)와 E 출판사(4.7%)는 순환학습, 발견학습 등 해당 차시와 관련된 수업 모형에 대한 개요와 함께 모형에 따른 수업 지도안까지 상세히 표로 제시하였다. 이에 반해 나머지 5종(B, C, D, F, G)의 출판사는 수업 모형의 유형과 수업 활동의 흐름을 간략히 제시하는 데 그쳤다. 많은 교사가 수업 모형을 선정하고 이를 바탕으로 수업 내용을 조직하는 데 어려움을 겪는 것으로 보고되는데(고미례 등, 2009; 노태희 등, 2010; 양찬호 등, 2016), 교과 특이적 전략의 상세한 제시는 교사가 수업 모형을 이해하고 이를 적용하여 구체적인 수업을 설계하는 데 도움을 줄 수 있을 것이다.

#### 4) 학생에 관한 지식

학생에 관한 지식에 대한 출판사별 분석 결과를 Table 7에 제시하였다. 학생에 관한 지식의 면적 비율은 평균 2.2%였다. 구체적으로 동기 및 흥미는 평균 1.4%, 오개념은 평균 0.9%를 차지하였다. 그리고 두 요소의 개수는 평균적으로 단원별 동기 및 흥미 10.6개, 오개념 2.9개로 제시되었다. 즉 학생에 관한 지식이 차지하는 비중이 작아 해석에 한계가 있으나 두 요소의 면적 비율 대비 개수에서 차이가 나타난 것이다. 이는 각 요소의 특성에 따른 차이에서 기인한 것으로 보인다. 동기 및 흥미는 매 차시 학생의 동기와 흥미를 유도하는 소재와 관련 설명을 간략히 함께 제시함에 따라 면적 비율 대비 개수가 많았다. 반면 오개념의 특성상 매 차시 등장하지 않았으나, 관련 개념에 대한 오개념과 함께 원인이나 해결 전략 등을 상세히 제시함에 따라 개수는 적어도 동기 및 흥미와 면적 비율이 유사하게 나타났다.

출판사 중 A 출판사는 오개념을 제시할 때 오개념과 구분하여 학생의 경험이나 수업 상황을 다각도로 분석한 오개념 형성 원인을 제시하였다는 점이 특징적이었다. 예를 들어 A 출판사는 ‘혼합물의 분리’ 단원에서 ‘혼합물을 구성하는 성분은 눈에 보인다’라는 오개념에 대해 ‘혼합물의 구성성분을 확인하는 활동에서 눈에 보이는 것 위주로 성분을 확인하면서 오개념이 생성될 수 있다’라는 것을 오개념 형성 원인으로 제시하였다. 한번 형성된 오개념은 견고하며 변화에도 저항하려는 경향이 있어 과학적 개념으로 변화하는 것이 쉽지 않다(Bennett, 2003; Smith & Abell, 2008). 교사용 지도서에 오개념과 오개념 형성 원인을 구분하여 함께 제시하는 것은 교사가 어떤 방식으로 인지적 갈등을 일으켜 학생의 사고를 교정해야 하는지에 대한 구체적 방안을 탐색하도록 하는 데 도움을 줄 수 있으므로 바람직하다.

2009 개정 교육과정의 중학교 교사용 지도서를

Table 7. Knowledge of students: Percentage of components by publishers

요소	각 출판사의 단원별 PCK 요소의 평균 비율(개수)							평균
	A	B	C	D	E	F	G	
동기 및 흥미	2.7 (15.3)	1.8 (11.3)	0.8 (5.5)	0.8 (3.0)	2.2 (27.5)	0.6 (7.3)	0.5 (4.5)	1.4 (10.6)
오개념	1.6 (4.3)	0.3 (1.3)	0.3 (1.5)	2.0 (5.5)	0.3 (1.8)	1.1 (4.0)	0.5 (1.8)	0.9 (2.9)
계	4.3	2.1	1.2	2.8	2.4	1.7	0.9	2.2

분석한 결과(이재원 등, 2018)와 비교했을 때 동기 및 흥미, 오개념의 요소가 차지하는 각각의 비율은 큰 차이가 나타나지 않았다. 그러나 동기 및 흥미, 오개념 모두 교수 전략에 관한 지식과의 연계를 다룬 경우가 극히 일부에 그쳤던 선행연구(이재원 등, 2018)와 달리, 이 연구에서는 두 요소 모두 각 요소에 대한 설명과 구체적 지도 전략을 함께 제시하여 학생에 관한 지식과 과학 교수 전략에 관한 지식을 연계하여 정보를 제공하는 것으로 나타났다. 예를 들어 D 출판사는 ‘김이 수증기이다’라는 오개념을 소개할 때 ‘물을 넣고 끓일 때 입구에 유리판을 갖다 대면 표면에 물방울이 맺히는데, 이를 통해 아무것도 보이지 않는 곳에도 수증기가 존재함을 확인할 수 있다’라는 지도 전략을 제시하였다. 그뿐만 아니라 동기 및 흥미에 관한 소재를 제시할 때는 과학 교수 전략에 관한 지식의 하위요소인 발문과 그로부터 나타날 수 있는 학생의 다양한 예상 응답을 함께 제시하였다. 학생에 관한 지식과 교수 전략에 관한 지식의 연계는 교사가 학생에 관한 지식과 관련된 정보를 수업에서 어떻게 활용할 수 있을지 방향을 안내해주므로 적절하다고 할 수 있다.

다만 전체적으로 학생에 관한 지식의 비중이 높지 않았다. 따라서 과학 교수 전략에 관한 지식과의 연계성을 높여 학생에 관한 지식을 자주 제시한다면 교사가 학생에 대한 이해의 폭을 넓히며 더 효과적인 수업을 진행할 수 있을 것으로 기대된다.

### 5) 과학 평가에 관한 지식

과학 평가에 관한 지식의 요소에 따른 비율을 출판사별로 분석한 결과(Table 8), 과학 평가에 관한 지식의 면적 비율은 평균 20.8%로 나타났으며, 선행연구(이재원 등, 2018)와 비교하여 과학 평가에 관한 지식의 비율이 약 10%p 이상 높았다. 출판사별로는 과학 평가에 관한 지식의 비율이 11.8~

43.0%로 나타나 출판사별 편차가 컸다. 평가 문항 외에 다른 과학 평가에 관한 지식 요소에는 큰 차이가 나타나지 않아 앞서 언급한 바와 같이 이는 주로 평가 문항 요소의 차이에서 비롯됨을 알 수 있다.

평가 문항은 평균 13.9%로 모든 출판사에서 평가에 관한 지식 중 가장 높은 비율을 차지하였으며, 단원별 평균 33.3개의 평가 문항이 제시되었다. 2009 개정 교육과정의 중학교 교사용 지도서를 분석한 결과(이재원 등, 2018)와 비교했을 때, 평가 문항의 평균 면적 비율이 더 높았으며, 평가 문항의 평균 개수도 더 많았다. 이는 초등학교 교사용 지도서에서 평가 문항을 다양한 시기에 활용할 수 있도록 자주 제시함에 따른 결과로 보인다. 중학교 교사용 지도서에서는 평가 문항이 주로 대단원 마무리에서 총괄평가로 제시된 경우가 많았지만, 초등학교 교사용 지도서의 경우에는 대단원 마무리에서 총괄평가로 제시되는 것뿐만 아니라 각 차시 마무리에서 형성평가로도 제시되었다. 실제로 초등학교 교사용 지도서에서는 형성평가로 제시된 문항이 단원별 20.0개로 나타나 단원별 전체 평가 문항의 절반 이상을 차지했다. 이때 형성평가의 문항은 단답형, 선다형, 서술형 등으로 제시한 F 출판사 사례와 같이 대부분 출판사가 다양한 평가유형을 활용하였다. 초등 교사와 예비 초등 교사의 과학 평가 실태를 조사한 연구(이혜민과 강석진, 2020)에서는 형성평가가 제한적으로 이루어진 채 총괄평가 중심으로 평가가 이루어지고 있는 점을 지적하였다. 초등학교 교사용 지도서에서 형성평가를 자주 제시한 점은 교사가 수업 과정에서 학생의 역량을 다각도로 상시 평가할 수 있도록 하므로 교사의 평가 전문성 개선에 도움을 줄 수 있을 것이다.

출판사별로 비교했을 때 G 출판사는 평가 문항의 비율이 35.0%를 차지하여 상대적으로 매우 높았

Table 8. Knowledge of assessment in science: Percentage of components by publishers

요소	각 출판사의 단원별 PCK 요소의 평균 비율(개수)							
	A	B	C	D	E	F	G	평균
평가 문항	6.5 (24.0)	9.7 (29.5)	15.4 (28.8)	9.2 (13.0)	9.4 (38.8)	12.0 (34.8)	35.0 (64.0)	13.9 (33.3)
평가 측면	0.2 (1.0)	0.0 (0.0)	0.4 (1.0)	0.4 (4.8)	2.6 (17.5)	0.8 (6.3)	0.1 (1.0)	0.6 (4.5)
평가 준거	4.9 (10.3)	5.6 (17.3)	6.9 (11.3)	6.0 (11.5)	2.0 (14.0)	4.9 (11.8)	4.1 (12.5)	4.9 (12.6)
평가 방법	0.2 (1.0)	3.8 (10.8)	0.1 (0.8)	1.0 (10.8)	0.2 (6.3)	0.7 (9.0)	3.8 (18.8)	1.4 (8.2)
계	11.8	19.1	22.8	16.6	14.2	18.4	43.0	20.8

다. 이는 G 출판사가 평가 문항을 수준별로 구분하여 제시하였을 뿐만 아니라 제시한 평가 문항의 개수도 다른 출판사보다 많았기 때문으로 보인다. G 출판사는 출판사 중 유일하게 학생의 수준을 고려하여 과정 중심 활동 평가 문항을 기본형, 심화형, 보충형으로 나누고 동일한 내용을 수준에 따라 다양한 문항 형식으로 제시하였다. 예를 들어 ‘물의 상태 변화’ 단원에서는 증발과 관련하여 ‘물로 쓰는 종이에 칭찬의 글을 적은 후 시간이 지남에 따라 나타나는 현상’에 대한 평가 문항을 제시하였다. 이때 기본형은 관찰된 현상의 원인을 작성하는 서술형 문항을 제시하고, 심화형은 관찰되는 현상과 그 원인을 함께 작성하는 서술형 문항을 제시하며, 보충형은 관찰되는 현상과 그 원인을 괄호형 문항으로 제시하여 학생이 수준별로 서로 다른 평가 문항을 해결할 수 있도록 하였다. 그리고 G 출판사가 제시한 평가 문항은 단원별 64.0개로 전체 출판사의 평균 평가 문항보다 2배 정도 많았다. 과정중심 평가가 강조되고 있는 현시점에서 G 출판사의 사례와 같은 수준별 평가 문항의 제시는 교사가 교사용 지도서를 바탕으로 학생의 수준에 따라 적절한 평가를 선정하는 것을 가능하게 하므로 긍정적이라고 할 수 있다. 다만 G 출판사와 같이 평가 문항에 집중할 경우, 다른 PCK 요소를 상대적으로 낮은 비율로 다룰 가능성이 있으므로 주의가 필요하다. 실제로 출판사별 PCK 요소의 비율을 비교한 Table 3 으로부터 알 수 있듯이 G 출판사는 과학 내용에 관한 지식과 과학 교수 전략에 관한 지식이 평균 대비 10%p 이상 낮았다. 따라서 교사용 지도서를 개발할 때 평가 문항을 G 출판사처럼 수준별로 다양하게 제시하되 다른 PCK 요소와 균형을 이룰 수 있도록 한다면 교사의 평가 설계에 더욱 효과적일 것이다.

평가 준거는 평균적으로 4.9%로 나타났으며, 단원별 평균 12.6개 제시되었다. 평가 준거는 대단원 도입부에서 단원 평가 기준을 제시한 경우와 각 차시나 단원 마무리에서 다양한 평가 문항에 대한 구체적인 평가 기준을 제시한 경우로 나눌 수 있었다. 이때 상, 중, 하의 평가 준거를 거의 볼 수 없었던 선행연구(이재원 등, 2018)와 달리, 이 연구에서는 수행평가, 서술형 평가뿐 아니라 단답형, 서답형 평가 문항에서도 수준별 평가 준거가 추가되어 평가 준거가 차지하는 비율이 더 높았다. 이러한 수준별 평가 준거는 과학 교수 전략에 관한 지식 중 수준

별 지도 전략과 연계된 경우가 많았다. 예를 들어 D 출판사는 ‘물질의 상태’ 단원 중 액체의 성질과 관련하여 ‘액체의 모양과 부피 변화를 모두 제시하며 액체의 성질을 올바르게 설명한 경우’, ‘모양과 부피 변화 중 하나만 설명한 경우’, ‘액체의 성질을 설명하지 못한 경우’를 각각 상, 중, 하로 평가 준거를 나누었다. 그리고 ‘액체의 성질을 바탕으로 주변에서 액체 상태의 물질을 찾아보게 한다’, ‘모양과 부피 변화를 모두 설명해 보도록 지도한다’, ‘탐구 결과를 바탕으로 액체의 성질을 이해하도록 지도한다’와 같이 수준별 평가 준거에 따라 다른 지도 전략을 제시하였다. 이는 교사가 다양한 형식의 평가 문항을 통해 학생의 목표 도달 정도에 따른 수준별 피드백을 가능하게 하므로, 조금 더 체계적인 수업을 설계하는 데 도움을 줄 수 있다.

평가 측면과 평가 방법은 평균적으로 각각 0.6%, 1.4%를 차지하여 과학 평가에 관한 지식 중에서도 상대적으로 낮은 비율로 나타났다. 평가 측면과 평가 방법은 단원별로 각각 평균 4.5개, 8.2개 제시되었다. 제시된 평가 측면으로는 과학 교과 역량, 개념 이해도, 탐구기능 등을 고려한 것이 많았다. 이외에 수업 참여도나 실험 기구 조작 능력에 초점을 맞춘 평가 측면도 일부 있었다. 평가 방법으로는 자기평가, 동료평가, 보고서 평가, 선다형 평가, 서술형 평가 등 다양하였다. 평가 측면과 평가 방법은 대개 함께 제시하였다. 예를 들어 F 출판사의 경우, 평가 측면으로 학생이 탐구기능과 과학 교과 역량을 갖추고 있는지를 조사하였으며, 이를 위한 평가 방법으로 관찰평가, 실험 실기 평가, 참여도 평가 등을 제시하는 등 다각도의 평가 접근 방식을 보였다. 다양한 평가 측면과 평가 방법을 활용하는 것은 교사가 평가를 보다 입체적으로 실시하도록 하므로 평가의 질을 개선하는 데 도움을 줄 수 있을 것이다. 그러나 평가 측면과 평가 방법의 두 요소 모두 단어나 간단한 문장으로 제시하는 경우가 많았기에 평가에 관한 지식의 다른 요소보다 차지하는 비중이 상대적으로 낮았다. 이처럼 평가 측면과 평가 방법을 단어로 간략히 제시하는 것은 교사의 평가 전문성이 부족할 경우 실제 평가에 적용하는 데 제한점으로 작용할 수 있다. 많은 교사가 평가 전문성이 부족하였다는 연구 결과(김성기 등, 2021)는 이러한 정보에 대한 보다 구체적인 제시가 필요함을 시사한다. 따라서 평가기준안과 평가 확

인 목록을 표로 제시하며 평가 방법에 관한 구체적 예시를 소개하였던 G 출판사의 사례와 같이 해당 단원에 적절한 평가 측면과 방법을 구체적으로 제시해주는 것이 필요할 것이다.

한편 과학 평가에 관한 지식에서 가장 특징적인 점은 평가에 관한 PCK 요소들이 과학 교육과정에 관한 지식, 과학 교수 전략에 관한 지식 등 다양한 PCK 요소와 연계가 이루어졌다는 점이다. 예를 들어 앞서 평가 준거에서 살펴본 바와 같이 평가 준거의 수준에 따라 지도 전략을 수준별로 다르게 제시함으로써 과학 교수 전략에 관한 지식과 과학 평가에 관한 지식 사이의 연계성을 높인 경우가 있었다. 이러한 연계는 2015 개정 교육과정에서 과정중심평가를 강조함에 따라 나타난 과정중심평가 기준안에 특히 두드러졌다. 과정중심평가 기준안은 단원별 평균 6.0개 제시되고 있었는데, 출판사별로 제시된 PCK 요소에서는 차이가 있었다. 대부분 출판사는 평가 준거, 평가 방법과 같은 과학 평가에 관한 지식, 성취기준, 교과 역량 등과 같은 교육과정에 관한 지식, 지도 전략 같은 교수 전략에 관한 지식 등 다양한 PCK 요소를 연계하여 제시하였다. 그러나 C 출판사처럼 과학 교수 전략에 관한 지식 중 지도 전략과 과학 평가에 관한 지식 중 평가 준거의 두 PCK 요소 연계에 그치는 경우도 있었다. 교사가 학생을 구성주의적으로 평가하기 위해서는 각 PCK 요소의 종합적인 활용이 필요하다(Falk, 2012). 다양한 PCK 요소를 연계하여 제시하는 것은 평가 과정에서의 PCK 활용 수준을 향상할 수 있도록 하므로 궁극적으로 과정중심평가의 실현 가능성을 한층 높일 수 있다. 이때 구체적인 평가 문항을 함께 제시하면 PCK 요소 간 연계를 더 구체화하는 구심점 역할을 하여 교사에게 큰 도움을 줄 수 있을 것이다.

#### IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 3~4학년 물질 영역을 중심으로 2015 개정 교육과정에 따른 7종의 초등학교 과학과 검정 교사용 지도서 총 28권에 나타난 PCK 요소를 분석하였다.

그 결과, PCK 요소는 과학 내용에 관한 지식, 과학 교수 전략에 관한 지식, 과학 평가에 관한 지식, 과학 교육과정에 관한 지식, 학생에 관한 지식의

순으로 높게 나타났다. PCK 요소별로 살펴봤을 때, 과학 내용에 관한 지식에서는 개념 및 이론의 비율보다 실험 및 탐구의 비율이 높아 과학에서의 학습이 탐구 중심으로 이루어져야 함을 강조하였다. 과학 교육과정에 관한 지식에서는 수업 목표를 과학 교과 역량, 성취기준, 핵심 개념 등의 다양한 유형으로 지속적으로 제시하여 수업에서 목표 도달의 중요성을 강조하였다. 과학 교수 전략에 관한 지식에서는 주제 특이적 전략으로 지도 전략과 함께 발문이 상당한 비율을 차지하였고 모든 출판사에서 교과 특이적 전략을 다루는 등 초등 교사의 원활한 수업 설계를 도와 수업의 질 향상에 기여하였다. 특히 학생에 관한 지식을 과학 교수 전략에 관한 지식 중 지도 전략이나 발문과 연계하여 제시함으로써 초등 교사가 PCK 요소를 통합하고 이를 수업 상황에 따라 유연하게 적용할 수 있도록 하였다. 과학 평가에 관한 지식에서는 총괄평가보다 형성평가 문항의 비율이 높게 나타나 교수학습 전반에서 평가 문항을 자주 활용하여 교사의 평가 전문성 개선을 촉진하였다.

위의 결과는 2015 개정 교육과정의 초등학교 검정 교사용 지도서가 과학 수업 설계에 어려움을 겪는 초등 교사에게 유용한 도구로 작용할 수 있음을 보여준다. 그러나 초등학교 교과용 도서가 국경에서 검정으로 전환된 첫 시점에서 교사용 지도서를 PCK 요소별로 살펴봤을 때 일부 보완해야 할 점도 나타났다. 연구 결과를 바탕으로 추후 교사용 지도서 제작을 위한 제언은 다음과 같다.

먼저 2009 개정 교육과정에 의한 선행연구(이재원 등, 2018)와 달리 PCK가 전반적으로 고르게 분포되었지만 비율이 낮게 언급된 요소들이 있었으므로, 관련 요소에 대한 추가 제시가 필요하다. 과학 교수 전략에 관한 지식 중 교과 특이적 전략이나 학생에 관한 지식의 요소 중 동기 및 흥미와 오개념은 차지하는 비율이 굉장히 낮은 것으로 나타났다. 특히 과학 교육과정에 관한 지식 중 수평 연계가 낮은 비율로 일부 출판사에서만 제한적으로 제시되었다는 점은 PCK 측면에서 교사용 지도서에 대한 개선이 필요함을 보여준다. 이때 교사용 지도서를 통해 교사에게 수업 설계에 필요한 정보를 충분히 제공하기 위해서는 관련 정보를 간략히 제시하는 것보다는 예시와 함께 구체적으로 제시할 필요가 있다. 예를 들어 수업 모형을 적용한 지도안

을 표로 정리하여 제시하거나 수평 연계되는 타 교과와 과목명을 성취기준, 관련 교수 전략과 함께 제시할 수 있다. 이러한 제시는 교사가 선택하는 출판사의 교사용 지도서를 바탕으로 PCK에 관한 정보를 구체적으로 얻을 수 있도록 하는 데 도움을 줄 수 있을 것이다.

각 출판사의 교사용 지도서를 PCK 요소별로 분석했을 때 나타난 편차는 초등 교사의 수업 실행 수준의 차이를 유발할 수 있다는 것을 보여준다. 따라서 출판사별 편차를 줄이기 위한 노력이 함께 이루어져야 할 것이다. 과학 내용에 관한 지식 중 교과서 탐구는 글이나 그림, 표 등을 활용하여 자세히 제시한 경우가 있었고, 과학 교수 전략에 관한 지식 중 활동 순서 및 방식은 수업 흐름이나 수업 모형과 함께 단계별 주요 활동 내용과 해설, 지도 전략 등 상세 지도안을 추가 제시한 경우가 있었다. 이처럼 요소를 자세히 제시함으로써 장점이 나타난 출판사들을 참고하여 이를 기준으로 출판사별 편차를 조정한다면 교사의 수업 실행 능력을 높이는 데 도움을 줄 수 있을 것이다. 또한 대단원 도입부에 주로 제시됐던 과학 내용에 관한 지식 중 보충·심화 개념과 과학 교육과정에 관한 지식 중 수직 연계는 대단원 도입부뿐만 아니라 각각 탐구활동이나 차시의 마무리에서 관련 내용을 자주 노출시키는 방향으로 편차를 줄일 필요가 있다. 이는 동시에 여러 과목을 가르쳐야 하는 초등 교사가 학습 상황과 관련지어 정보를 즉각적으로 활용할 수 있도록 하므로 학습 수준에 대한 교사의 이해를 높이고 체계적인 수업을 설계하도록 촉진할 수 있을 것이다.

이러한 노력과 더불어 학생의 수준을 고려한 수준별 평가의 비율을 높이고, 평가와 관련된 다양한 PCK 요소의 연계성을 강화하려는 노력도 함께 이루어질 필요가 있다. 이는 학생의 역량을 다각도로 평가하고 학생의 수준에 따라 적절한 피드백을 하도록 촉진할 수 있을 것이다. 특히 과학 평가에 관한 지식은 2015 개정 과학과 교육과정에서 강조한 과정중심평가에 따라 다른 PCK 요소와 연계하여 제시하는 경우가 많았지만, 출판사별로 과학 평가에 관한 지식의 요소와 연계한 정도에 있어서는 차이를 보였다. 효과적인 수업 설계를 위해서는 PCK에 대한 교사의 통합적 활용 능력이 필요하므로, 교사용 지도서에서는 교사의 평가 전문성을 높이기 위해 과학 평가에 관한 지식을 과학 교육과정에

관한 지식이나 과학 교수 전략에 관한 지식 등과 연계하여 제시하도록 노력할 필요가 있다. 예를 들어 구체적인 평가 문항을 구심점으로 하여 과학 평가에 관한 지식, 과학 교육과정에 관한 지식, 과학 교수 전략에 관한 지식의 연계에서 나아가 학생에 관한 지식과도 연계하여 제시할 수 있다. 이는 교사가 학생을 구성주의적으로 평가하도록 촉진하며, 궁극적으로 과정중심평가의 실행 가능성을 높일 수 있을 것이다.

2015 개정 교육과정의 초등학교 교사용 지도서를 분석한 이 연구는 2022 개정 교육과정을 고시한 현 시점에서 각 PCK 요소에 따른 교사용 지도서의 특징과 출판사 간 편차를 조사함으로써 추후 개발 방향을 안내한다는 점에서 의미가 있다. 추후에는 미국이나 싱가포르 등 외국 교사용 지도서를 PCK 측면에서 분석하고 이를 우리나라 교사용 지도서와 비교하는 연구가 이루어질 수 있다. 이는 새로운 시각에서 우리나라 교사용 지도서의 효율적인 구성을 탐색하고 개선 방안을 찾아 또 다른 시사점을 얻을 수 있도록 할 것이다. 또한 교사용 지도서의 활용 실태를 정량적으로 조사하는 데 그친 연구가 많았으므로, 교사용 지도서에 대한 초등학교 교사의 실제 활용 방식을 심층적으로 조사한다면 교사용 지도서가 제공하는 유용한 정보를 보다 다각도에서 탐색할 수 있을 것이다.

## 참고문헌

- 강훈식, 윤혜경, 임희준, 장명덕, 임채성, 신동훈, 권치순, 이대형, 김남일(2009). 초등학교 3~4학년 차세대 과학 교과용 도서의 실험본에 대한 교사와 학생 및 학부모들의 인식. *초등과학교육*, 28(1), 79-92.
- 고미례, 남정희, 임재항(2009). 신임 과학교사의 과학교육학 지식(PCK)의 발달에 관한 사례 연구. *한국과학교육학회지*, 29(1), 54-67.
- 곽영순, 김주훈(2003). 좋은 수업에 대한 질적 연구: 중등 과학 수업을 중심으로. *한국과학교육학회지*, 23(2), 144-154.
- 교육부(2015). *과학과 교육과정(제2015-74호)*. 세종: 교육부.
- 교육부(2018). *교과용도서 다양화 및 자유발행제 추진 계획(안)*. 세종: 교육부.
- 권종미, 정완호, 김영신(2001). 과학과 교사용 지도서에 대한 교사의 인식과 개선 방향. *초등과학교육*, 20(1), 75-89.
- 김경순, 윤지현, 박지애, 노태희(2011). 중등 과학 예비교

- 사들의 수업시연 계획 및 실행에서 나타난 교과교육 학식지의 요소. 한국과학교육학회지, 31(1), 99-114.
- 김동석, 김지숙, 이규호, 오필석, 최선영(2022). ‘하루 동안 태양과 달의 위치 변화’ 지도에 대한 교사의 인식 분석. 초등과학교육, 41(4), 627-641.
- 김성기, 민희정, 하민수, 백성혜(2021). 과학교사의 수행 평가에 대한 평가 전문성 탐색. 교육과정평가연구, 24(1), 231-251.
- 김성룡, 박정우, 신애경(2022). 초등학교 과학과 검정 교과용 도서에 제시된 창의·융합 활동의 STEAM 요소 분석: 3~4학년군을 중심으로. 대한지구과학교육학회지, 15(2), 224-234.
- 김은정, 정숙진, 신명경, 신영준, 이규호(2022). 2015 개정 교육과정 초등학교 과학 검정교과서의 탐구활동 비교 분석: 지층과 화석을 중심으로. 초등과학교육, 41(2), 295-306.
- 김현섭(2022). 과학과 교육과정에서 자극과 반응 단원의 개념 연계성 분석. 교육과정평가연구, 25(2), 119-137.
- 김형욱, 송진웅(2020). 2015 개정 교육과정에 따른 초등학교 과학과 교사용 지도서의 참고자료 분석: 3~6학년 물리영역을 중심으로. 초등과학교육, 39(2), 155-167.
- 노태희, 윤지현, 김지영, 임희준(2010). 초등 예비 교사들이 과학 수업 시연 계획 및 실행에서 고려하는 교과교육학 지식 요소. 초등과학교육, 29(3), 350-363.
- 박병태, 권치순(2011). 교육과정 변천에 따른 과학과 교사용 지도서 지구 영역 계절의 변화 단원의 분석. 한국초등교육, 22(2), 91-106.
- 박성진, 유병길(2013). 과학 기반 STEAM에 의한 “빛” 단원 학습이 과학 학습 동기, 흥미 및 과학 탐구 능력에 미치는 효과. 초등과학교육, 32(3), 225-238.
- 서경혜, 최유경, 김수진(2011). 초등 교사들의 온라인상에서의 수업자료 공유에 대한 사례연구. 초등교육연구, 24(2), 257-284.
- 신민경, 김희백(2022). 초임 중등 과학교사들의 협력적 성찰을 통한 수업 전문성 발달. 한국과학교육학회지, 42(1), 77-96.
- 신영준(2004). 국민공통기본교육과정 과학과 생명영역에서 탐구활동 연계성 분석. 생물교육, 32(2), 135-141.
- 신정윤, 박상우, 정현지, 홍미나, 김현재(2022). 2015 개정 교육과정에 따른 초등 과학 검정 교과서 내용 다양성 분석. 초등과학교육, 41(2), 307-324.
- 심예지, 정지호, 박일우(2017). 2009 개정 교육과정 초등 과학 지도서에 제시된 학습 목표 및 평가 문항 목표 분석과 과학 관련 태도 영역 문항 개발. 현장과학교육, 11(1), 67-76.
- 양찬호, 송나윤, 김민환, 노태희(2016). 중등 예비화학교사의 수업 계획에서 교사용 지도서의 활용 방식 분석. 한국과학교육학회지, 36(4), 681-691.
- 양찬호, 이지현, 노태희(2014). 중등 예비과학교사들의 수업 계획에서 나타나는 특징. 한국과학교육학회지, 34(2), 187-195.
- 오필석(2017). 예비 초등 교사들이 달 관측 활동에서 경험하는 어려움과 교수법적 제한. 초등과학교육, 36(4), 447-460.
- 윤혜경(2004). 초등 예비교사들이 과학 수업에서 겪는 어려움. 초등과학교육, 23(1), 74-84.
- 이경운(2019). 미국 사회과 교사용 지도서 분석 연구. 학습자중심교과교육연구, 19(10), 995-1020.
- 이경화, 최민영(2013). PCK의 측면에서 본 국어 교사용 지도서의 비판적 고찰: 2009 개정 초등학교 1-2학년군을 중심으로. 학습자중심교과교육연구, 13(6), 667-689.
- 이수아, 전영석, 홍준의, 신영준, 최정훈, 이인호(2007). 초등 교사들이 과학 수업에서 겪는 어려움 분석. 초등과학교육, 26(1), 97-107.
- 이승미, 이병천, 노은희, 이근호, 백경선, 유창완, 김현수, 임윤진, 안종제, 김정윤, 방은희(2018). 교육과정 대강화를 위한 교육과정 구성 방안 연구(CRC 2018-9). 인천: 한국교육과정평가원.
- 이신애, 임희준(2016). 수업 준비를 위한 초등 과학 교사용 지도서 활용 실태: 2009 개정 과학과 3-4학년을 중심으로. 초등과학교육, 35(2), 205-215.
- 이재원, 류고운, 노태희(2018). 2009 개정 교육과정에 따른 중학교 과학 교사용 지도서에 나타난 교과교육학 지식(PCK) 요소 분석. 대한화학회지, 62(5), 386-397.
- 이혜민, 강석진(2020). 초등교사와 예비초등교사의 과학 평가 실태와 지향. 초등과학교육, 39(1), 15-25.
- 장명덕(2022). 초등 3~4학년군 국경 및 검정 과학 교사용 지도서의 과학적 태도 분석: ‘지구와 우주’ 영역을 중심으로. 대한지구과학학회지, 15(2), 192-212.
- 장명덕, 정용재, 김한재(2011). 초등교사들의 과학 교사용 지도서 총론에 대한 인식과 활용 실태. 초등과학교육, 30(4), 535-552.
- 전성수(2022). 검정제에 의해 최초 개발된 초등과학교과서들의 자석 단원에 대한 내외적 체제 비교. 한국과학교육학회지, 42(5), 525-542.
- 정세종, 나지연(2020). 북한 소학교와 초급중학교 과학과 교사용 지도서의 교수내용지식(PCK) 요소 분석. 한국과학교육학회지, 40(4), 415-427.
- 지승민, 박재근(2016). 과학 내용지식과 교수방법 측면에서 초등학교 초임교사가 과학수업에서 겪는 어려움. 과학교육연구지, 40(2), 116-130.
- 차정호, 이해인, 노태희(2005). 중등 과학 교과서의 화학 단원에 포함된 STS 내용 중 윤리·가치 영역에 대한 분석. 대한화학회지, 49(2), 215-223.
- 최호정, 류한영(2015). 스마트 디바이스를 활용한 일상생활 속 맥락 기반의 학습 서비스 디자인: 과학 학습을 중심으로. 디자인융복합연구, 14(4), 151-167.
- 한기애, 노석구(2003). 제7차 초등학교 과학과 교사용 지

- 도서의 활용 실태 분석. 초등과학교육, 22(1), 51-64.
- Barendsen, E., & Henze, I. (2019). Relating teacher PCK and teacher practice using classroom observation. *Research in Science Education*, 49(5), 1141-1175.
- Bennett, J. (2003). *Teaching and learning science: A guide to recent research and its applications*. London, UK: Continuum.
- Beyer, C. J., & Davis, E. A. (2012). Learning to critique and adapt science curriculum materials: Examining the development of preservice elementary teachers' pedagogical content knowledge. *Science Education*, 96(1), 130-157.
- Beyer, C. J., Delgado, C., Davis, E. A., & Krajcik, J. (2009). Investigating teacher learning supports in high school biology curricular programs to inform the design of educative curriculum materials. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(9), 977-998.
- Collopy, R. (2003). Curriculum materials as a professional development tool: How a mathematics textbook affected two teachers' learning. *The Elementary School Journal*, 103(3), 287-311.
- Davis, E. A., & Krajcik, J. S. (2005). Designing educative curriculum materials to promote teacher learning. *Educational Researcher*, 34(3), 3-14.
- Falk, A. (2012). Teachers learning from professional development in elementary science: Reciprocal relations between formative assessment and pedagogical content knowledge. *Science Education*, 96(2), 265-290.
- Krathwohl, D. R. (2002). A revision of Bloom's taxonomy: An overview. *Theory into Practice*, 41(4), 212-218.
- Magnusson, S., Krajcik, J., & Borko, H. (1999). Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge for science teaching. In J. Gess-Newsome & N. G. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge* (pp. 95-132). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Padilla, K., & van Driel, J. (2011). The relationships between PCK components: The case of quantum chemistry professors. *Chemistry Education Research and Practice*, 12(3), 367-378.
- Park, S., & Chen, Y. C. (2012). Mapping out the integration of the components of pedagogical content knowledge (PCK): Examples from high school biology classrooms. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(7), 922-941.
- Park, S., & Oliver, J. S. (2008). Revisiting the conceptualisation of pedagogical content knowledge (PCK): PCK as a conceptual tool to understand teachers as professionals. *Research in Science Education*, 38(3), 261-284.
- Putnam, R. T., & Borko, H. (2000). What do new views of knowledge and thinking have to say about research on teacher learning?. *Educational Researcher*, 29(1), 4-15.
- Remillard, J. T., Harris, B., & Agodini, R. (2014). The influence of curriculum material design on opportunities for student learning. *ZDM Mathematics Education*, 46(5), 735-749.
- Rezat, S., Fan, L., & Pepin, B. (2021). Mathematics textbooks and curriculum resources as instruments for change. *ZDM-Mathematics Education*, 53(6), 1189-1206.
- Roblin, N. P., Schunn, C., & McKenney, S. (2018). What are critical features of science curriculum materials that impact student and teacher outcomes?. *Science Education*, 102(2), 260-282.
- Schneider, R. M., & Krajcik, J. (2002). Supporting science teacher learning: The role of educative curriculum materials. *Journal of Science Teacher Education*, 13(3), 221-245.
- Shulman, L. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching: Foundation of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-22.
- Smith, S. R., & Abell, S. K. (2008). Assessing and addressing student science ideas. *Science and Children*, 45(7), 72-73.
- van Driel, J. H., Verloop, N., & De Vos, W. (1998). Developing science teachers' pedagogical content knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(6), 673-695.
- Wiener, G. J., Schmeling, S. M., & Hopf, M. (2018). The technique of probing acceptance as a tool for teachers' professional development: A PCK study. *Journal of Research in Science Teaching*, 55(6), 849-875.

송나윤, 서울대학교 교육중합연구원 객원연구원(Nayoon Song; Visiting researcher, Center for Educational Research, Seoul National University).

조윤영, 서울대학교 대학원 학생(Yoonyoung Cho; Graduate student, Seoul National University).

† 노태희, 서울대학교 교수(Taehee Noh; Professor, Seoul National University).