Journal of the Korean Chemical Society
2018, *Vol. 62, No. 5*
Printed in the Republic of Korea
https://doi.org/10.5012/jkcs.2018.62.5.386

2009 개정 교육과정에 따른 중학교 과학 교사용 지도서에 나타난 교과교육학 지식(PCK) 요소 분석

이재원 · 류고운 · 노태희*
서울대학교 화학교육과
(접수 2018. 4. 26; 게재확정 2018. 6. 28)

An Analysis of the PCK Components of Middle School Science Teacher's Guidebooks Developed Under the 2009 Revised National Curriculum

Jaewon Lee, Goeun Ryu, and Taehee Noh*
*Department of Chemistry Education, Seoul National University, Seoul 08826, Korea. *E-mail: nohth@snu.ac.kr*
(Received April 26, 2018; Accepted June 28, 2018)

요 약. 이 연구에서는 2009 개정 교육과정에 따른 중학교 과학 교사용 지도서의 화학 영역 단원에 나타난 PCK 요소를 분석하였다. 분석 결과 PCK의 하위 요소 중 주제-특이적 전략, 수직 연계, 수업 목표는 대부분의 교사용 지도서에서 체계적으로 다루고 있었다. 그러나 교과-특이적 전략, 평가 방법, 교육과정 변화는 주로 총론에서만 다루고 있었다. 실험 및 탐구, 평가 문항, 평가 측면은 제시된 내용이나 형태에서 구성주의적 접근이 미흡하였다. 수평 연계와 학생에 관한 지식은 관련 내용이 부족하거나 단순히 목록만 제시되어 있었다. 개념 및 이론은 교사용 지도서에서 가장 큰 비율을 차지하고 있었으나 적정 수준을 벗어나는 내용을 일부 포함하고 있었다. 연구 결과를 바탕으로 교사용 지도서 개발을 위한 시사점을 논의하였다.

주제어: 2009 개정 교육과정, 교사용 지도서, 교과교육학 지식(PCK)

ABSTRACT. In this study, we investigated the characteristics of the PCK components in the chemistry units of middle school science teacher's guidebooks developed under the 2009 Revised National Curriculum. The analysis of the results revealed that the sub-components of topic-specific strategies, vertical articulation, and lesson objectives were systematically handled in most teacher's guidebooks. However, subject-specific strategies, assessment methods, and curricular changes were mainly dealt with only in the general guidelines. Experiments and inquiries, assessment questions, and assessment dimensions were lack of constructivist approaches in the aspect of presented contents or forms. Horizontal articulation and knowledge of students were either lacked in relevant content or presented in the form of simple presentation. Concepts and theories accounted for the largest proportion of teachers' guidebooks, but some of them were beyond appropriate levels. On the bases of the results, the implications for the development of the teacher's guidebooks are discussed.

Key words: 2009 Revised national curriculum, Teacher's guidebooks, Pedagogical content knowledge (PCK)

서 론

국가 교육과정은 학문의 발전과 시대적 흐름에 부합하는 학교 교육이 이루어질 수 있도록 교육 목표와 방법, 평가 등에 관한 내용을 체계적으로 조직한 국가 수준의 교육 계획이다.[1] 교육과정을 바탕으로 학년별, 과목별 교육 내용을 구체화한 교과서와 교사용 지도서가 개발된다.[2] 이 중 교사용 지도서는 교과서에서 충분히 다루지 못한 교육과정 정보를 안내함으로써 교사가 교육과정 및 교과서의 의도를 이해할 수 있도록 하며,[3,4] 교수 목표와 방법, 교과서 내용에 대한 해설 및 각종 교수학습 자료 등을 제공하여 교사의 수업 준비에 실용적인 도움을 준다.[5,6] 이에 많은 교사들이 교사용 지도서를 활용하고 있으며, 특히 수업의 계획 및 실행에 어려움을 겪는 초임 교사는 경력 교사에 비해 교사용 지도서에 의존하는 비율이 높은 것으로 보고되고 있다.[7,8]

교사는 국가 수준의 교육과정을 개별 학교의 상황이나 학생의 특성에 맞게 적절히 응용하여 구현해야 하므로,[9,10] 이에 필요한 정보를 제공하는 교사용 지도서는 교사의 수업 전문성 함양을 위한 도구로도 유용할 수 있다.[11,12] 실제로 예비교사의 수업 설계에서 나타나는 교사용 지도서의 활용 방식을 조사한 결과, 교사용 지도서의 활용은 예비교사의 교수 설계 능력에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다.[13] 특히 비교적 짧은 기간 동안 비연속적으로 실

시되는 교사 연수와 달리 교사용 지도서는 교사가 필요로 하는 구체적인 교수학습 정보를 지속적으로 제공할 수 있다는 장점이 있다.[2,14] 따라서 교사용 지도서가 실용적인 정보를 제공하는 수준을 넘어 교사의 전문성을 효과적으로 함양하는 역할을 하기 위해서는 이와 관련된 다양한 정보를 체계적으로 제공할 수 있도록 개발되어야 한다.

이러한 맥락에서 교사의 전문적 지식 체계를 나타내는 교과교육학 지식(Pedagogical Content Knowledge; PCK)에 주목할 필요가 있다.[15,16] PCK는 교사의 수업 전문성을 진단하는 지표로 널리 활용되고 있으며, 구성주의적 수업의 계획 및 실행을 위한 이론적 기반을 제공한다.[8,17] 즉, 교사가 수업을 구성주의적으로 계획하고 실행하기 위해서는 교과 내용에 관한 지식 외에도 평가, 교육과정, 교수 전략, 학생에 관한 지식 등 모든 PCK 요소가 종합적으로 활용되어야 한다. 예를 들어, 과학 교과의 수업은 탐구와 실험 활동을 포함하는 경우가 많으므로 과학 과정 지식 및 수업 모형, 수업 기법 등의 과학 교수 전략에 관한 지식이 필요하다. 또한 교사는 학생의 동기 및 흥미, 발달 수준, 오개념 등과 같은 학생에 관한 지식 및 교육과정의 내용 체계와 연계에 관련된 과학 교육과정에 관한 지식도 고려해야 한다. 평가를 계획하고 실행하는 과정에서는 평가 방법이나 측면에 관한 지식도 요구된다. 그러므로 교사의 수업을 지원하기 위해 개발되는 교사용 지도서는 PCK 요소에 관한 정보를 체계적으로 교사에게 제공할 필요가 있다.[18,19]

그동안 과학 교과에서 이루어진 교사용 지도서에 관한 선행 연구는 현직 또는 예비교사의 교사용 지도서 활용 실태와 방식[7,13,20–22]을 조사한 경우가 많았다. 교사용 지도서의 내용을 분석한 선행 연구는 주로 차시 목표나 평가 문항 목표 분석,[4,23,24] 발문 유형,[25] 교육과정 변천에 따른 단원 구성의 변화 비교[26] 등 교사용 지도서의 일부 내용만을 주로 다루고 있었다. 즉, PCK는 교사용 지도서의 질을 판단하고 개선하기 위한 관점으로 매우 유용함에도 불구하고 과학 교과에서 교사용 지도서의 PCK 요소를 체계적으로 분석하고 교사용 지도서의 구체적인 개선 방안을 제시한 연구는 거의 없다.

이에 이 연구에서는 2009 개정 교육과정에 따른 중학교 과학 교사용 지도서의 화학 영역 단원에 나타난 PCK 요소를 분석하고, 현행 2009 개정 교육과정의 지향점과 구성주의적 교수학습 및 평가관을 바탕으로 교사용 지도서의 개선 방안을 논의하였다.

연구 방법

분석 대상

2009 개정 교육과정에 따른 9종의 중학교 1-3학년 과학 교사용 지도서 총 27권을 분석하였다. 9종의 교사용 지도서는 ㈜교학사, ㈜금성출판사, ㈜동아출판, ㈜미래엔, ㈜비상교육, ㈜좋은책신사고, ㈜지학사, ㈜천재교육(신), ㈜천재교육(이)에서 출판되었다. 출판사명은 무작위로 순서를 바꾸어 A-I로 표기하였다. 분석 대상은 학년별 각론의 화학 영역 단원 1개로, 7학년 '분자운동과 상태변화', 8학년 '물질의 구성', 9학년 '여러 가지 화학반응'단원이었다. 교사용 지도서에서 교사들은 교과서에 대응하는 개념이나 활동에 관련된 내용뿐 아니라 평가 문항과 추가 자료 등 교사용 지도서에만 제시된 내용도 활용할 수 있으므로[7], 해당 단원 내에 제시된 교사용 지도서 내용을 모두 분석하였다.

분석 기준

과학 교사의 PCK를 조사한 선행 연구[15,16,27]를 바탕으로 이 연구의 맥락에 맞게 PCK 요소와 요소별 하위 요소를 정의한 예비 분석틀을 구성하였다. 이후 각 학년별로 1권씩 총 3권의 교사용 지도서를 무작위로 추출하여 분석을 실시한 후 예비 분석틀을 수정 및 보완하고, 필요 시 PCK 요소나 하위 요소를 추가하거나 제외하였다. 예를 들어, PCK 요소 중 과학 교육에 대한 신념은 과학 교수학습에 대한 교사의 지향을 나타내는 것이므로 교사용 지도서 분석의 맥락에 부합하지 않아 제외하였다. 또한 교사가 활용할 수 있는 평가 문항을 제시한 '평가 문항' 및 교육과정의 개정에 따른 변경사항을 제시한 '교육과정 변화'를 각각 평가 및 교육과정에 관한 지식의 하위 요소로 추가하였다. 최종 분석틀(*Table* 1)에서는 PCK 요소로 과학 평가에 관한 지식, 과학 교육과정에 관한 지식, 과학 교수 전략에 관한 지식, 과학 내용에 관한 지식, 학생에 관한 지식을 설정하였고, 각 요소마다 2-4가지의 하위 PCK 요소를 정의하였다.

분석 방법

먼저 교사용 지도서를 동일한 내용을 다루고 있는 의미 단위로 나누어 예비 분석을 실시하였다. 하지만 의미 단위의 분석 방법은 어떤 내용에 대해 많은 지면을 할애하여 자세히 설명한 경우와 짧은 문장이나 단어로 간단히 다룬 경우가 모두 같은 비중으로 분석되었기 때문에 각 분석 단위의 분량을 고려하지 못하는 단점이 있었다. 즉 의미 단위의 분석은 교사용 지도서에서 해당 PCK 요소가 몇 번 다루어졌는지는 분석할 수 있었으나, 한정된 교사용 지도서 공간상에서 더 중점적으로 서술한 PCK 요소가 무엇인지 파악하는 데는 한계가 있었다. 이에 연구자들은 의미 단위의 분량을 고려하여 분석 단위를 더욱 세분화하는 과정을 통해 단점을 보완하고자 하였다.

이때 의미 단위를 계속해서 세분하면 줄이나 문장을 분

***Table* 1.** The definitions of components and sub-components of PCK used in this research

PCK Components	Sub-components		Definition
Knowledge of Subject Matter	Concepts and Theories	Supplementary or in-depth concept Answer to textbook questions Additional resource	Knowledge of science concepts and theories.
	Experiments and Inquiries	Inquiry in textbook Additional inquiry	Knowledge of experiments' or inquiries' processes and guidances.
Knowledge of Instructional Strategies in Science	Topic-specific Strategies	Instruction sequence and method Instructional point Reference information	Knowledge of instruction sequence, instructional points, teaching methods.
	Subject-specific Strategies		Knowledge of learning models and methods commonly used in science subjects such as discovery learning model and experiment.
Knowledge of Assessment in Science	Assessment Questions		Knowledge of questions that can be used during a particular unit of study to assess science learning.
	Assessment Dimensions		Knowledge of dimensions such as concept understanding and participation that can be used during a particular unit of study to assess science learning.
	Assessment Criteria		Knowledge of scoring rubric or criteria that can be used during a particular unit of study to assess science learning.
	Assessment Methods		Knowledge of specific instruments, approaches, or activities that can be used during a particular unit of study to assess science learning.
Knowledge of Science Curriculum	Vertical Articulation	Lesson unit Grade unit	Knowledge of the guidelines' articulation across lesson or grade levels.
	Lesson Objectives		Knowledge of specific goals and objectives of the curriculum.
	Curricular Changes		Knowledge of changes with the revision of curriculum.
	Horizontal Articulation		Knowledge of the guidelines' articulation across subjects.
Knowledge of Students	Motivation and Interest		Knowledge of activities and materials for students' motivation and interest.
	Misconceptions		Knowledge of the common students' misconceptions.

석 단위로 삼게 된다. 줄이나 문장 단위의 분석 방법은 분석 단위를 나누는 기준이 상대적으로 명확하고 각 분석 단위의 분량이 비슷한 장점이 있으므로 줄이나 문장 단위로 교과서 또는 지도서를 분석한 연구가 이루어졌다.[28,29] 그런데 이 연구의 분석 대상에는 글 뿐만 아니라 그림, 표, 그래프 등의 다양한 시각 자료가 포함되어 있으므로 줄이나 문장 단위로 분석하기에는 한계가 있다. 이에 이 연구에서는 전체 면적에서 해당 PCK 요소가 차지하는 면적의 백분율(%)을 이용하여 중학교 과학 교사용 지도서에 나타난 PCK 요소를 분석하였다.[30]

구체적으로 면적 측정을 위한 분석 단위는 교사용 지도서 본문의 소제목을 포함하는 최소 면적의 직사각형으로 하였다. 평가 문항의 경우 각 문항을 하나의 분석 단위로 하였고 탐구 활동은 목표, 과정, 결과 등의 각 탐구 단계를 각각 하나의 분석 단위로 하였다. 그래프, 표, 그림 등의 경우 캡션을 포함한 최소 면적의 직사각형을 하나의 분석 단위로 하여 면적을 계산하였다. 각 분석 단위의 면적을 구한 다음 해당 분석 단위의 PCK 요소와 하위 요소를 분석하고, 글, 그림, 구조도, 그래프, 표 등 분석 단위의 형태 및 대단원, 중단원 등 분석 단위의 위치를 분류하였다. 하나의 분석 단위에 두 개 이상의 PCK 요소가 들어있는 경우, 분석 단위가 표의 형태인 경우에는 해당 셀의 면적을 각각 산출하였고, 글의 형태인 경우에는 각 PCK 요소별로 글자 수를 계산하여 직사각형의 전체 면적에 글자 수의 비율을 곱하여 면적을 산출하였다. 분석에는 PDF 파일 형태의 교사용 지도서를 사용하였으며, 사용자가 설정한 직사각형 영역의 면적을 mm^2 단위로 표시해주는 Adobe Acrobat XI Pro의 면적 계산 도구를 활용하였다.

한편 면적 단위의 분석만 실시할 경우 특정 PCK 요소의 비중이 과소평가 될 가능성이 있다. 따라서 이를 보완하고자 각 PCK 요소의 특징을 고려하여 요소별 의미 단위의 평균 개수도 함께 분석하였다. 예를 들어 과학 내용에 관한 지식 중 추가 자료나 추가 탐구, 과학 평가에 관한 지식 중 평가 문항 등과 같이 교사용 지도서 상에서 하나의 주

제로 제시된 자료들의 경우에는 자료나 활동 전체를 하나의 의미 단위로 정의하였다. 과학 교육과정에 관한 지식 중 수업 목표, 과학 평가에 관한 지식 중 평가 방법 등과 같이 각 차시별로 반복해서 제시되는 요소의 경우 제시된 내용 각각을 하나의 의미 단위로 정의하여 차시별로 평균 몇 개가 제시되었는지 계산하였다. 과학 교육과정에 관한 지식 중 교육과정 변화나 수직 연계, 수평 연계 등은 각각 연계된 내용 전체를 하나의 의미 단위로 정의하였다.

분석의 신뢰도를 확보하기 위해 2인의 분석자가 최종 분석틀을 숙지한 다음 무작위로 추출한 교사용 지도서 1권을 각자 분석하고 결과를 비교하였다. 논의를 통해 분석자 사이의 이견을 좁히는 과정을 반복하여 분석자간 일치도가 .93에 도달한 후 1인의 연구자가 모든 교사용 지도서를 분석하였다. 과학교육 전문가 1인과 현직 과학교사 6인, 과학교육 전공 대학원생 8인이 참여한 수차례의 세미나를 통하여 분석 기준과 분석 방법, 결과 해석의 타당도를 검토 받고 수정 및 보완하였다.

연구 결과 및 논의

전체 분석 대상 단원에서 각 PCK 요소가 차지하는 비율의 분석 결과는 *Table* 2와 같다. 가장 비율이 높은 PCK 요소는 과학 내용에 관한 지식(68.3%)이었으며, 다음으로 과학 교수 전략에 관한 지식(11.4%), 과학 평가에 관한 지식(9.2%), 과학 교육과정에 관한 지식(7.7%), 학생에 관한 지식(3.4%)의 순서로 나타났다. 각 학년별 PCK 요소의 비율 차이는 1.0-2.6%p로 크지 않았다.

과학 내용에 관한 지식

과학 내용에 관한 지식의 분석 결과를 *Table* 3에 정리하였다. 하위 요소 중 개념 및 이론은 교과서의 목표 개념과 연관된 과학적 개념이나 실생활 예시 등을 제공하는 '보충 심화 개념', 교과서에 제시된 문제의 답과 해설을 제공하는 '교과서 문제 해설', 교과서에 없는 읽을거리 등의 자료를 추가로 제시하는 '추가 자료'로 세분하였다. 또한 실험 및 탐구는 교과서에 제시된 탐구 내용에 관한 '교과

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

Grade	PCK Components (%)					
	Knowledge of Subject Matter	Knowledge of Instructional Strategies in Science	Knowledge of Assessment in Science	Knowledge of Science Curriculum	Knowledge of Students	Total
7	69.1	11.6	8.6	6.7	4.1	100.0
8	66.6	12.0	9.5	8.5	3.3	100.0
9	69.2	10.7	9.6	7.8	2.7	100.0
Average	68.3	11.4	9.2	7.7	3.4	100.0

***Table* 3.** Knowledge of subject matter: percentage of sub-component by publishers

Grade		Sub-components	Publisher (%)									
			A	B	C	D	E	F	G	H	I	Average
7	Concepts and Theories	Supplementary or in-depth concept	32.8	19.3	39.0	39.5	39.3	35.4	48.4	36.3	32.0	35.8
		Answers to textbook questions	14.4	38.1	10.3	16.5	7.7	7.0	10.4	12.8	5.6	13.6
		Additional resource	-	-	-	-	-	5.8	5.4	1.0	3.9	1.8
	Experiments and Inquiries	Inquiry in textbook	13.6	10.0	13.9	16.2	13.0	8.4	9.0	13.8	12.1	12.2
		Additional inquiry	10.2	1.2	0.8	5.3	5.1	8.1	3.6	7.4	9.4	5.7
		Total	71.0	68.6	64.0	77.5	65.1	64.7	76.8	71.3	63.0	69.1
8	Concepts and Theories	Supplementary or in-depth concept	39.4	14.9	32.2	35.8	35.7	31.8	43.5	51.6	37.6	35.5
		Answers to textbook questions	12.8	41.1	12.9	18.4	10.9	11.4	12.2	14.3	5.5	15.5
		Additional resource	-	-	-	-	-	8.8	4.1	-	5.9	2.1
	Experiments and Inquiries	Inquiry in textbook	12.6	6.4	13.8	17.1	11.9	9.1	10.1	8.3	11.5	11.2
		Additional inquiry	3.2	0.7	-	2.5	3.4	-	1.5	0.7	6.0	2.0
		Total	68.0	63.1	58.9	73.8	61.9	61.1	71.4	74.9	66.5	66.3
9	Concepts and Theories	Supplementary or in-depth concept	40.3	14.2	40.1	38.7	42.4	36.6	43.5	41.5	41.5	37.4
		Answers to textbook questions	14.8	46.9	19.6	17.8	10.3	11.4	12.2	17.2	5.7	17.3
		Additional resource	-	-	-	-	-	3.1	1.7	-	6.2	1.2
	Experiments and Inquiries	Inquiry in textbook	7.8	6.0	8.1	23.3	10.1	6.9	7.6	14.4	12.6	10.7
		Additional inquiry	4.9	-	0.3	-	1.4	4.7	2.7	1.7	5.1	2.3
		Total	67.8	67.1	68.1	79.8	64.2	62.7	67.7	74.8	71.1	68.9

서 탐구'와 교과서에 제시되지 않은 탐구 내용에 관한 '추가 탐구'로 세분하여 제시하였다. 과학 내용에 관한 지식의 비율은 모든 출판사에서 58.9-79.8%로 전체 PCK 요소 중 과반을 차지하였으며, 이 중 개념 및 이론의 비율은 51.2-55.9%, 실험 및 탐구의 비율은 13.0-17.9%로 나타났다.

개념 및 이론의 하위 요소 중 보충 심화 개념과 교과서 문제 해설은 전체 PCK 하위 요소 중 높은 비율로 제시되었다. 출판사별 글의 비율은 76.2-95.0%로 다양하여, 내용을 대부분 글의 형태로 제시한 출판사도 있지만, 표와 그림을 적극적으로 활용한 출판사도 있었다. 교과서에서 다루는 개념 및 이론에 대한 상세한 설명은 교사의 수업 전문성 및 자신감을 향상시킬 수 있다.[11] 하지만 일부 교사용 지도서에서는 물의 자동 이온화와 평형 상수 개념을 설명하는 경우와 같이 설명하는 개념이 교사가 수업에 활용해야 할 수준에 비해 지나치게 높았다. 이러한 개념은 교사들이 수업에 적용하기 어려울 수 있으며 수업에 적용할 경우 속진 학습을 유발할 소지가 있으므로 주의해야 한다. 추가 자료의 경우 7학년에서는 평균 1.8개, 8, 9학년에서는 각각 평균 1.4개, 0.9개가 제시되었으며 학년별로 3, 4종의 교사용 지도서에서만 제시되었다. 추가 자료 하나의 분량은 1/4쪽에서 2쪽으로 다양하였으며, 주로 대단원의 마지막 부분에 위치하였다. 그러나 현장에서는 교과서에 제시된 읽기 자료의 활용도도 낮은 것으로 알려져 있으므로,[31,32] 교사용 지도서에 제시된 추가 자료는 교사가 거의 활용하지 않을 가능성이 높다. 그러므로 개념 및 이론은 꼭 필요한 내용을 선별하여 제시하고, 전반적으로 과학 내용에 관한 지식의 비율이 매우 높은 점을 고려하여 다른 PCK 요소와 관련된 정보를 적극적으로 제시하는 것이 바람직할 것이다.

교과서 탐구에서는 탐구 과정과 결과에 대한 해석(6.8-7.1%)을 주로 다루고 있었으며, 탐구 안전 요소 및 유의사항(2.1-3.0%), 실험 및 탐구의 원리(0.5-0.6%), 대체 재료 및 준비물(0.1%) 등의 비율은 상대적으로 낮았다. 탐구에 대한 상세한 해석의 제공은 탐구 활동 지도에 어려움을 겪는 과학 교사들에게 유용한 정보를 제공하지만, 대부분의 교사용 지도서에서는 탐구 과정과 결과를 정해진 답의 형식으로 제시하고 있었다. 이와 같이 탐구 활동이 선형적으로 이루어지는 경우, 과학적 추론 능력, 창의적 사고력의 계발도 어려울 뿐 아니라 목표 과학 개념에 대한 이해도 보장하지 못할 수 있다.[33–35] 따라서 구성주의적 관점에서 학생의 탐구 활동과 사고의 폭을 넓힐 수 있는 탐구 지도 방안 및 이 과정에서 교사가 직면할 수 있는 어려움과 해결 방안 등을 제시할 필요가 있다.

한편, 대부분의 교사용 지도서에서는 교과서에 제시되지 않은 추가 탐구를 제시하고 있었다. 추가 탐구의 제시 비율은 출판사별, 학년별로 다양하였는데 7학년의 경우 모든 출판사에서 평균 5.7%의 비율로 제시하였으나 8, 9학년의 경우 7종의 출판사에서만 각각 2.0%, 2.3%의 비율로 제시하고 있었다. 제시된 추가 탐구 활동의 수도 7학년에서는 평균 9.2개였으나, 8, 9학년에서 각각 평균 3.0개, 2.7개로 감소하였다. 또한 8, 9학년에서는 추가 탐구의 수가 교과서 탐구의 수(7-9학년에서 각각 13.6개, 9.7개, 9.1개)에 비해 상대적으로 적었다. 추가 탐구는 실험 및 탐구의 원리, 대체 재료 및 준비물에 관한 정보와 더불어 교사가 학교의 환경과 학생의 수준을 고려하여 다양한 탐구 활동을 구상할 기회를 제공한다.[22,36,37] 그러나 대부분 탐구의 과정 및 결과만을 간단히 제시하였고, 추가 탐구의 주제만을 간략하게 글로 제시한 경우도 있었다. 다른 분야를 전공한 과학교사도 화학 수업에 참여하는 중학교의 특성을 고려할 때, 추가 탐구가 교과서에 제시된 탐구를 대체할 수 있는 실질적인 선택지가 되기 위해서는 교과서 탐구만큼의 구체적인 정보를 제공할 필요가 있다.

과학 교수 전략에 관한 지식

과학 교수 전략에 관한 지식의 분석 결과를 *Table* 4에 정리하였다. 주제-특이적 전략은 세부 유형에 따라 도입, 전개, 정리 등 각 차시별 구체적인 활동 순서와 방식을 제시하는 '활동 순서 및 방식', 교사가 수업 시 인지해야 할 내용을 제시하는 '지도 시 유의점', 활용할 수 있는 웹사이트나 학생들을 위한 권장 도서 목록 등을 제시하는 '참고 자료 정보'로 세분하였다. 대부분의 출판사에서 과학 교수 전략에 관한 지식은 5.5-19.8%의 비율을 차지하고 있었다. 이 중 대부분은 주제-특이적 전략(10.6-11.8%)이었으며, 교과-특이적 전략의 비율은 0.1-0.2%로 낮은 편이었다.

주제-특이적 전략의 하위 요소 중 활동 순서 및 방식은 주로 표(55.4-56.7%)나 구조도(34.5-36.4%)의 형태로, 지도 시 유의점과 참고 자료 정보는 대부분 글(94.3-96.0%)의 형태로 나타났다. 대부분의 교사용 지도서에서는 동기 및 흥미 유발 전략, 비유 사용 전략 등의 다양한 주제-특이적 전략을 소개하고, 각 차시별 활동 순서와 방식, 지도 시 유의점, 참고 자료 정보를 제시하고 있었다. 이는 교사가 수업 준비 시 미처 고려하지 못한 점을 인식하고 검토할 수 있도록 하며, 이 점에서 특히 초임 교사들에게 유용하다.[8,13] 이때 활동 순서와 방식 및 지도 시 유의점에 대한 근거나 이유를 제공하면 교사의 이해와 판단에 도움이 될 수 있다.[3,36] 예를 들어, 지도 시 유의점 중 '기체 상태의 분자 운동을 입자적인 관점에서 이해하는 데 주안점을 두어야 한다.'(출판사 B)의 내용에 대해서는 화학 개념 학습에서 물질의 입자성에 대한 이해의 중요성[38]이나 학생들이 겪는

***Table* 4.** Knowledge of instructional strategies in science: percentage of sub-component by publishers

Grade	Sub-components		Publisher (%)									
			A	B	C	D	E	F	G	H	I	Average
7	Topic-specific Strategies	Instruction sequence and method	8.3	3.9	7.0	9.6	13.6	3.2	2.9	10.9	6.5	7.3
		Instructional point	3.1	2.8	3.9	3.1	2.3	4.2	1.0	3.0	4.7	3.1
		Reference information	0.6	0.9	1.9	1.4	-	1.0	1.5	1.0	0.9	1.0
	Subject-specific Strategies		0.2	0.4	0.2	-	-	-	0.4	-	-	0.1
	Total		12.2	8.0	13.0	14.1	15.9	8.4	5.8	14.9	12.1	11.5
8	Topic-specific Strategies	Instruction sequence and method	11.3	3.9	5.7	8.9	17.9	2.8	3.3	7.5	7.2	7.6
		Instructional point	2.5	3.2	3.0	5.0	1.5	5.4	1.0	2.6	4.9	3.2
		Reference information	0.6	1.0	2.0	1.4	-	0.3	2.0	1.2	0.9	1.0
	Subject-specific Strategies		0.2	0.5	0.3	-	-	-	0.5	-	-	0.2
	Total		14.6	8.6	11.0	15.3	19.4	8.5	6.8	11.3	13.0	12.0
9	Topic-specific Strategies	Instruction sequence and method	10.8	3.5	3.4	8.0	17.7	1.0	3.2	6.7	5.7	6.7
		Instructional point	3.1	2.4	3.3	2.6	2.1	4.3	1.2	3.1	3.6	2.9
		Reference information	1.4	1.2	1.5	0.5	-	0.2	1.8	1.8	0.6	1.0
	Subject-specific Strategies		0.2	0.5	0.3	-	-	-	0.6	-	-	0.2
	Total		15.5	7.6	8.5	11.1	19.8	5.5	6.8	11.6	9.9	10.8

미시적 수준의 입자 개념 이해의 어려움[39] 등 과학적, 교육학적 측면에서의 필요성을 강조할 수 있다. 한편, 대부분의 교사용 지도서에서 참고 자료 정보는 단순히 목록으로 제시되어 있었으며, 평균 12.5개(7-9학년에서 각각 14.4개, 11.1개, 12.0개)가 제시되어 있었다. 참고 자료는 교사의 수업 계획에 도움을 줄 수 있는 다양한 자료를 추가로 제공하는 기능을 하지만,[29] 교사들은 시간 부족 등의 이유로 잘 활용하지 않는 것으로 보고되고 있다.[7,21,22] 따라서 참고 자료 정보를 제시할 때 해당 참고 자료에 대한 소개를 간단히 첨부한다면 활용도를 높일 수 있을 것이다.

교과-특이적 전략은 4종의 교사용 지도서에서 나타났으며, 대단원에서 실험, 토의 등 과학 교과의 일반적인 교수학습 전략을 간단한 단어로 차시별 1-2개씩 제시하고 있었다. 대부분의 교사용 지도서는 총론에서 과학 교과의 여러 가지 수업 모형의 의미와 일반적인 활용 방법을 설명하고 있었으나, 각론에서 이러한 수업 모형의 적용 사례를 구체적으로 안내한 경우는 거의 없었다. 체계화된 수업 모형은 교사가 구성주의적 수업을 보다 쉽게 구현할 수 있게 하지만 교사들은 수업 모형을 적용한 수업 설계에 어려움을 느껴 활용도가 낮은 것으로 보고되고 있다.[13,40] 그러므로 교사용 지도서에서는 도입, 전개, 정리 순서의 전통적인 과학 교수 전략 뿐 아니라 다양한 교과-특이적 전략을 적용한 수업도 안내하여 교사의 수업 모형 적용 능력 향상에 도움을 줄 필요가 있다.

과학 평가에 관한 지식

과학 평가에 관한 지식의 분석 결과를 *Table* 5에 정리하였다. 평가 문항(6.9-7.8%)의 비율이 가장 높았으며, 평가 측면(1.0-1.1%), 평가 준거(0.5-0.6%), 평가 방법(0.2%)의 비율은 상대적으로 낮은 편이었다. 대부분의 출판사에서는 평가에 관한 지식이 7.5-17.8%의 비율을 차지하고 있었으나, 출판사 D, H(0.0-0.6%)와 같이 평가에 관한 지식을 거의 다루지 않은 출판사도 있었다.

평가 문항은 7종의 교사용 지도서의 대단원, 중단원 마무리에서 추가 문항으로 제시되었으며, 글(82.5-88.2%), 그림(9.8-10.0%), 그래프(0.0-7.3%) 등의 형태로 나타났다. 평균 16.0개(7-9학년에서 각각 16.8개, 16.3개, 14.9개)의 문항이 제시되었으며 이 중 서술형 문항은 평균 1.9개(7-9학년에서 각각 1.9개, 2.0개, 1.8개)로 적었다. 특히 3종의 교사용 지도서는 추가 문항으로 선택형, 단답형 중심의 지필평가 문항만을 제시하고 있었다. 이와 같이 정답을 요구하는 전통적 평가 문항은 구성주의적 평가를 구현하는데 한계가 있다. 교사용 지도서에 제시된 평가 문항은 교사의 신뢰도와 활용도가 높으므로,[7] 서술형, 논술형 평가 등 다양한 구성주의적 평가 문항을 개발하여 제시할 필요가 있다.

평가 측면은 차시별 평균 0.6개가 제시되었다. 3종의 교사용 지도서에서만 평가 측면을 명시적으로 다루고 있었는데, '이온이 전하를 띠고 있음을 확인하는 실험을 설계하고 수행할 수 있는지를 관찰법, 실험 보고서법, 토론법으로 평가한다.'(출판사 G)와 같이 모두 평가 방법과 함께 제시하고 있었다. 제시된 평가 측면으로는 개념 이해도, 실험 과정 숙련도, 수업 참여도 등이 있었으며, 이 중 개념 이해도가 가장 많이 제시되었다. 현행 2009 개정 교육과

***Table* 5.** Knowledge of assessment in science : percentage of sub-component by publishers

Grade	Sub-components	Publisher (%)									
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	Average
7	Assessment Questions	9.1	5.8	11.0	-	7.4	10.6	7.9	-	10.5	6.9
	Assessment Dimensions	-	4.9	-	-	-	2.9	1.3	-	-	1.0
	Assessment Criteria	0.6	-	1.3	0.3	1.2	-	-	-	0.4	0.5
	Assessment Methods	-	0.3	-	-	-	0.6	0.4	-	-	0.2
Total		9.7	11.0	12.3	0.3	8.6	14.1	9.6	-	10.9	8.6
8	Assessment Questions	8.8	8.4	15.7	-	8.9	10.4	10.3	-	7.0	7.7
	Assessment Dimensions	-	5.5	-	-	-	3.1	1.6	-	-	1.1
	Assessment Criteria	0.6	-	2.1	0.4	0.9	-	-	-	0.5	0.5
	Assessment Methods	-	0.6	-	-	-	0.4	0.6	-	-	0.2
Total		9.4	14.5	17.8	0.4	9.8	13.9	12.5	-	7.5	9.5
9	Assessment Questions	9.8	7.5	13.1	-	7.7	12.9	11.9	-	7.2	7.8
	Assessment Dimensions	-	5.3	-	-	-	2.6	1.7	-	-	1.1
	Assessment Criteria	0.5	-	1.9	0.6	1.2	-	-	-	0.7	0.6
	Assessment Methods	-	0.5	-	-	-	0.4	0.8	-	-	0.2
Total		10.3	13.3	15.0	0.6	8.9	15.9	14.4	-	7.9	9.6

정에서는 창의성, 탐구적 사고력 등 구성주의적 관점에서 학생들의 다양한 측면을 평가할 것을 권장하고 있다.[1] 그러나 교사는 대부분 지식적인 내용 위주로 평가 측면을 설정하는 경향이 있으므로,[41] 교사용 지도서에서는 지식의 구성 과정과 고등 사고 능력 등에 대한 평가와 같이 다양한 구성주의적 평가 측면[42]을 보다 강조하여 제시할 필요가 있다.

평가 준거는 각론에서 평가 방법과 측면을 다루지 않았던 6종의 교사용 지도서 중 5종이 제시하고 있었으며 교과서 서술형 평가 문항의 채점 기준을 단원별 평균 2.8개의 표로 제시하였다. 따라서 교사용 지도서는 해당 단원에서 활용할 수 있는 평가 방법과 측면을 다루거나, 특정 문항에 대한 평가 준거를 제시하는 방식으로 교사에게 평가에 관한 지식을 제공하였음을 알 수 있다. 학생들의 수준과 예상 응답을 고려한 평가 준거의 제시는 평가의 타당도를 높이고 교사의 부담을 덜어줄 수 있다.[43,44] 그러나 일부 서술형 평가 문항에만 평가 준거가 제시되어 있거나, 평가 준거를 제시하지 않았던 교사용 지도서도 있었던 점은 개선이 필요하다.

평가 방법은 차시별 평균 0.6개가 제시되었다. 평가 측면을 제시하였던 3종의 교사용 지도서에서만 모든 학년에서 제시하고 있었으며, 평가 방법의 평균 비율이 낮은 것은 각론에서는 평가 방법을 '토론법', '포트폴리오법' 등의 단어로 간단히 제시하고, 평가 방법의 자세한 활용 방안이나 적용 방식은 교사용 지도서의 총론에서 일괄적으로 다루고 있었기 때문이었다. 하지만 교사들은 교사용 지도서에서 수업 내용과 직접적으로 관련이 있는 각론을 주로 참고하기 때문에 총론의 활용도는 상대적으로 낮다.[22] 이는 교사들이 다양한 평가 방법을 지향하면서도 자신에게 익숙한 일부의 평가 방법만 활용하는 경향[41]의 원인이 될 수 있다. 따라서 교사용 지도서의 총론에서 과학 교과의 대표적인 평가 방법들을 일괄적으로 다루었더라도 각론에서 해당 단원 내용에 적용한 평가 방법을 구체적으로 제안해주는 것이 바람직할 것이다.

과학 교육과정에 관한 지식

과학 교육과정에 관한 지식의 분석 결과를 *Table* 6에 정리하였다. 하위 요소 중 수직 연계는 규모에 따라 '차시 단위'와 '학년 단위'로 세분하여 제시하였다. 출판사별 과학 교육과정에 관한 지식의 전체 비율은 4.6-14.7%이었으며, 수직 연계(3.9-5.0%)와 수업 목표(2.4-3.1%)는 모든 교사용 지도서에서 비교적 높은 비율로 다루고 있었다. 그러나 수평 연계와 교육과정 변화는 3종의 교사용 지도서에서만 다루고 있었고 비율도 0.1-0.2%로 낮은 편이었다.

수직 연계는 모든 학년에서 차시 단위의 연계 비율이 학년 단위의 연계 비율보다 3배 이상 높았다. 하지만 의미 단위의 개수는 각각 평균 2.3개, 2.1개로 큰 차이가 없었는데, 이는 교사용 지도서가 차시 단위의 연계를 학년 단위의 연계보다 더 상세히 제시하였음을 의미한다. 차시 단위의 연계는 대부분 대단원과 중단원 도입부에서 표(86.9-88.2%)의 형태로 제시되었으며, 해당 단원에 속하는 세부 차시들의 흐름과 목표 및 시간 계획을 안내하였다. 학년 단위의 연계는 주로 대단원 도입부에서 대부분 글(44.5-48.1%)과 구조도(37.5-40.9%)의 형태로 제시되었으며, 학

***Table* 6.** Knowledge of science curriculum: percentage of sub-component by publishers

Grade	Sub-components		Publisher (%)									
			A	B	C	D	E	F	G	H	I	Average
7	Vertical Articulation	Lesson unit	2.1	4.4	2.0	2.2	3.7	4.8	3.3	2.4	2.7	3.0
		Grade unit	0.9	0.9	1.0	0.4	1.3	1.0	0.7	0.8	0.8	0.9
	Lesson Objectives		2.2	1.9	2.9	3.2	0.7	4.2	2.7	1.5	2.4	2.4
	Curricular Changes		-	1.1	-	-	-	-	-	0.4	0.4	0.2
	Horizontal Articulation		-	-	1.4	0.2	-	-	-	0.3	-	0.2
Total			5.2	8.3	7.3	6.0	5.7	10.0	6.7	5.4	6.3	6.7
8	Vertical Articulation	Lesson unit	2.0	6.1	2.6	3.3	4.2	7.4	4.3	2.3	3.1	3.9
		Grade unit	1.1	1.1	1.4	0.5	1.9	1.4	0.9	0.6	1.1	1.1
	Lesson Objectives		1.9	2.9	3.4	3.5	1.0	5.9	3.1	2.6	3.4	3.1
	Curricular Changes		-	1.0	-	-	-	-	-	0.7	0.5	0.2
	Horizontal Articulation		-	-	1.5	-	-	-	-	-	-	0.2
Total			5.0	11.1	8.9	7.3	7.1	14.7	8.3	6.2	8.1	8.5
9	Vertical Articulation	Lesson unit	1.8	5.2	2.1	3.1	4.0	7.6	5.0	2.7	2.8	3.8
		Grade unit	1.0	1.1	0.9	0.5	1.3	1.3	1.1	1.4	1.2	1.1
	Lesson Objectives		1.8	2.3	2.2	3.5	0.9	5.0	2.7	2.2	3.3	2.6
	Curricular Changes		-	1.3	-	-	-	-	-	0.5	0.3	0.2
	Horizontal Articulation		-	-	0.7	-	-	-	-	-	-	0.1
Total			4.6	9.9	5.9	7.1	6.2	13.9	8.8	6.8	7.6	7.8

년 전체의 교육과정에 대한 해당 단원의 위계를 설명하였다. 차시 및 학년 단위의 수직 연계 고려는 학생들이 과학 교과의 여러 개념들을 연속성 있게 이해할 수 있도록 하여 학습 효과를 높일 수 있다.[45] 이 점에서 모든 교사용 지도서가 차시 및 학년 단위의 수직 연계를 다루고 있다는 점은 긍정적이며, 특히 다음과 같이 수직 연계를 고려하여 수업 시 유의할 점을 제시한 교사용 지도서도 있었다. 이는 수직 연계에 관한 지식을 과학 교수 전략에 관한 지식과 연계하여 제시하였다는 점에서 바람직하다.[46]

물질을 구성하는 입자에는 분자 외에 원자나 이온 등도 있지만, 7학년 수준에서는 세분화하여 다루지 않는다. 다만, 8학년에서 학습할 때 서로 다른 종류의 입자 개념과 혼동되지 않도록 분자의 정의를 '어떤 물질의 성질을 지니는 가장 작은 입자' 로 명확히 해 두어야 한다.

(출판사 H)

수업 목표는 차시별 평균 1.3개가 대부분 글(94.8-96.4%)의 형태로 제시되어 있었다. 이 때 6종의 교사용 지도서는 대단원과 중단원 및 각 차시별 수업 목표를 모두 제시하고 있었으나 3종의 교사용 지도서는 수업 목표를 대단원과 중단원에서만 주로 제시하고 있었다. 수업 목표는 해당 단원과 차시의 기본적인 목표와 학습 방향을 제시하므로 교사들의 수업 구성에 중요한 지침으로 활용된다.[7,21] 하지만 교사는 수업을 계획할 때 대단원과 중단원 단위의 수업 목표보다 차시 단위의 구체적인 수업 목표의 영향을 많이 받으므로[7,19] 대단원, 중단원에서 진술한 수업 목표를 세분하여 각 차시별 수업 목표를 구체적으로 재진술한다면 교사가 수업 목표를 고려하여 수업을 계획하는 데 도움이 될 것이다.

교육과정 변화는 3종의 교사용 지도서에서만 나타났으며 주로 글(41.5-59.6%)이나 표(40.4-58.5%)의 형태로 출판사별 1-3개가 제시되었다. 교육과정 변화는 '2007 개정 교육과정에서는 상태 변화 현상에 대해 다룬 후 분자의 운동에 대해 학습했으나, 2009 개정 교육과정에서는 분자의 운동을 먼저 학습한 후 상태 변화를 학습한다'(출판사 I)와 같이 교육과정의 개정에 따른 학습 내용 및 순서의 변경 또는 '개정 교육과정에서 바뀐 용어: 포름산 → 폼산'(출판사 H)과 같이 개정 교육과정에서 바뀐 용어를 다루는 과정에서 주로 나타났다. 교육과정 변화가 나타나지 않았던 대부분의 교사용 지도서는 총론에서 교육과정의 개정에 따른 변경 사항을 일괄적으로 다루고 있었다. 하지만 수업 계획 시 총론을 잘 활용하지 않는 교사의 교사용 지도서 활용방식을 고려할 때,[22] 변경된 교육과정 중 교사들이 인지하고 있어야 할 중요한 부분은 각론에서 다루는 것이 좋을 것이다.

수평 연계는 3종의 교사용 지도서에서만 글의 형태로 평균 2.4개가 제시되어 있었다. 이 중 2종의 교사용 지도

***Table* 7.** Knowledge of students: percentage of sub-component by publishers

Grade	Sub-components	Publisher (%)									
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	Average
7	Motivation and Interest	1.1	2.5	1.9	1.4	0.7	2.2	1.1	5.2	4.2	2.2
	Misconceptions	0.6	1.8	1.5	0.8	4.0	0.9	0.1	3.3	3.4	1.8
Total		1.7	4.3	3.4	2.2	4.7	3.1	1.2	8.5	7.6	4.0
8	Motivation and Interest	1.1	2.6	2.0	2.8	1.4	1.8	0.9	4.7	5.1	2.5
	Misconceptions	2.1	0.3	1.2	0.5	0.6	-	-	3.1	2.4	1.1
Total		3.2	2.9	3.2	3.3	2.0	1.8	0.9	7.8	7.5	3.6
9	Motivation and Interest	0.6	1.9	2.0	0.8	1.0	2.1	2.4	5.8	4.0	2.3
	Misconceptions	1.2	0.5	0.8	0.8	-	-	-	1.0	1.4	0.6
Total		1.8	2.4	2.8	1.6	1.0	2.1	2.4	6.8	5.4	2.9

서는 7학년에서만 수평 연계를 일부 다루었고 8, 9 학년에서는 수평 연계를 다루지 않았기 때문에 모든 학년에서 수평 연계를 다룬 교사용 지도서는 1종에 불과하였다. 과학 교과와 다른 교과의 학습 내용을 상호 고려하는 수평 연계는 학생들이 교과 사이의 연계성을 인식하고 목표 개념을 폭넓게 이해하는 데 도움을 줄 수 있다.[45] 또한 2009 개정 교육과정에서 강조하고 있는 융합인재교육(STEAM)이나 2018년부터 순차적으로 도입되는 2015 개정 교육과정의 통합과학 교과에서는 전통적인 교과 사이의 경계를 두지 않고 통합적인 이해를 강조하고 있다.[1,47] 이러한 교육과정의 개정 추세를 고려할 때, 대부분의 교사용 지도서에서 다른 과목과의 수평 연계를 거의 다루지 않는 것으로 나타난 결과는 모든 수업에서 수평 연계를 고려할 필요는 없다는 점을 고려하더라도 개선이 필요하다고 할 수 있다.

학생에 관한 지식

학생에 관한 지식의 분석 결과를 *Table* 7에 정리하였다. 학생에 관한 지식의 비율은 2.9-4.0%였으며 출판사 H는 학생에 관한 지식의 비율이 6.8-8.5%로 평균에 비해 다소 높은 비율을 차지하고 있었다. 동기 및 흥미는 2.2-2.5%, 학생의 오개념에 관한 지식은 0.6-1.8%로 나타났다.

동기 및 흥미는 모든 교사용 지도서에서 매 차시 도입부에 활용할 수 있는 실생활 소재나 이야깃거리(1.9-2.2%)를 주로 제시하고 있었다. 이때 소집단 활동과 발표 등 학생 중심의 활동이나 개방된 유형의 질문도 개방적인 수업 분위기의 조성을 통해 학생의 동기 및 흥미를 유발할 수 있다.[48,49] 하지만 과학 교수 전략에 관한 지식과 연계하여 학생의 조편성, 발표, 발문 등에 관한 교수자용 팁을 구체적으로 제시한 경우는 거의 없었다. 동기 및 흥미는 학업 성취도와 수업 참여도, 집중력에 긍정적인 영향을 미치므로 교사의 수업 계획에 있어 중요한 고려 대상이다.[50] 그러므로 흥미 유발 소재뿐 아니라 과학 교수 전략에 관한 지식과 연계된 동기 및 흥미 유발 전략도 안내할 필요가 있다.

오개념의 경우 모든 출판사에서 평균 1.8%의 비율(평균 11.8개)로 제시하고 있었으나, 8, 9학년에서는 각각 7종, 6종의 출판사에서만 각각 1.1%, 0.6%의 비율(각각 평균 3.9개, 2.6개)로 제시하고 있었다. 대부분의 교사용 지도서는 학생이 자주 갖는 오개념을 목록 형식으로 나열하여 제시하였으며 오개념을 고려한 지도 전략을 다룬 교사용 지도서는 극히 일부였다. 오개념은 주로 교사가 수업에 활용하는 교수 전략의 일부로 다루어지므로 많은 오개념을 제시하는 것 뿐 아니라 오개념이 나타나는 원인과 이를 고려한 지도 방안을 함께 제시해 주는 것이 바람직하다.

한편, 수업 중 교사가 활용할 수 있는 학생에 관한 지식에는 동기 및 흥미와 오개념 뿐 아니라 발달 수준이나 학생의 요구 등도 포함된다.[27] 하지만 교과서의 지문이나 실험 등을 이해할 수 있는 학생들의 발달 수준을 제시한 교사용 지도서는 거의 없었다. 따라서 향후 교사용 지도서에서는 학생에 관한 지식에 대하여 동기 및 흥미와 오개념 위주의 지식만을 제시하는 것이 아닌 학생의 발달 수준과 같이 다양한 학생에 관한 지식을 제공할 필요가 있을 것이다.

결론 및 제언

이 연구에서는 2009 개정 교육과정에 따른 중학교 과학 교사용 지도서 9종 27권의 각 학년별 화학 영역 단원에 나타난 PCK 요소와 하위 요소를 분석하였다.

분석 결과, 모든 학년과 출판사에서 과학 내용에 관한 지식(68.3%)의 평균 비율이 가장 높았고, 과학 교수 전략에 관한 지식(11.4%), 과학 평가에 관한 지식(9.2%), 과학 교육과정에 관한 지식(7.7%)은 서로 유사한 비율이었으며, 학생에 관한 지식(3.4%)의 비율은 낮은 편이었다. 과학 내용에 관한 지식 중 실험 및 탐구와 학생에 관한 지식 중 오개념은 학년별 출판사의 개수와 비율에 차이가 나타났으나,

다른 대부분의 PCK 요소는 유사한 비율로 나타났다. 과학 교수 전략에 관한 지식 중 주제-특이적 전략, 평가에 관한 지식 중 수직 연계, 과학 교육과정에 관한 지식 중 수업 목표는 대부분의 교사용 지도서에 체계적으로 제시되어 있었으나, 다른 PCK 요소들은 교사용 지도서에 제시된 위치나 내용, 형태 등에서 보완할 점이 있었다. 연구 결과를 바탕으로 교사용 지도서 개발을 위한 제언은 다음과 같다.

교사용 지도서의 총론에 주로 제시되어 있었던 과학 교수 전략에 관한 지식 중 교과-특이적 전략과 과학 평가에 관한 지식 중 평가 방법은 각론에서 구체적인 적용 사례를 보완하여 제시할 필요가 있다. 수업 모형 등의 교과-특이적 전략과 여러 가지 평가 방법은 구체적인 교수학습 내용과 결합하여 활용되는 지식이므로 총론에 제시된 일반적인 내용만으로는 교사가 구체적인 수업 상황에 적용하는 데 한계가 있다. 교사가 다양한 평가 방법과 수업 전략을 활용하게 하는 것은 구성주의적 교수학습 및 평가를 촉진하는 방안이 될 수 있으므로 향후 개발될 교사용 지도서에서는 적절한 단원과 학습 주제를 대상으로 다양한 평가 방법과 교과-특이적 전략을 적용할 필요가 있다. 이때, 총론에 제시된 일반적인 내용과 각론에 제시된 구체적인 적용 사례를 연결하여 제시하면 평가 방법과 교과-특이적 전략에 대한 교사의 이해도와 적용 능력을 높이는 데 도움을 줄 수 있을 것이다. 또한 과학 교육과정에 관한 지식 중 교육과정 변화도 주로 총론에만 제시되어 있었다. 교사용 지도서에서 총론의 활용도가 낮다는 점[22]을 고려할 때, 교육과정의 변화에 따른 변경 사항 등은 각론의 해당 위치에서 제시하거나 총론에 해당 내용이 있음을 안내할 필요가 있다.

제시된 내용이나 형태가 일부 유형과 전통적 측면에 치우친 경향이 있었던 과학 내용에 관한 지식 중 실험 및 탐구와 과학 평가에 관한 지식 중 평가 문항과 평가 측면은 구성주의적 관점에서 관련 내용을 보강할 필요가 있다. 실험 및 탐구 측면에서는 학교 과학 탐구가 탐구 과정의 일부라도 진정한 탐구(authentic inquiry)의 맥락에서 이루어질 수 있도록 하는 수업 방안과 팁을 제공하여 교사의 구성주의적 교수학습 실행을 촉진할 필요가 있다. 또한 많은 교사들은 평가 측면으로 개념 이해도와 수업 참여도 등을 고려하고 있으며, 일반적으로 선다형과 단답형 문항을 활용하고 있으므로 교사용 지도서의 과학 평가에 관한 지식 측면에서 이를 중복하여 제시하는 것은 구성주의적 평가 관점에서 바람직하지 못하다. 많은 교사들이 구성주의적 평가에 공감하면서도 구상과 실행에 많은 어려움을 겪고 있음을 고려하여[41], 향후 개발될 교사용 지도서는 학생의 다양한 인지적, 정의적 측면을 평가할 수 있는 다양한 평가 문항을 제시하는 등, 구성주의적 평가 측면을 적극적으로 고려할 필요가 있다.

제시된 비율이 매우 낮거나 관련 내용을 전혀 다루고 있지 않은 교사용 지도서도 있었던 과학 교수 전략에 관한 지식 중 수평 연계와 학생에 관한 지식은 관련 내용의 추가와 제시 방법의 체계적인 보완이 필요하다. 특히 학생에 관한 지식의 경우 단순히 관련 지식을 목록으로 나열한 경우가 많았는데, 교사의 PCK 수준은 각 PCK 요소의 활용보다 PCK 요소 사이의 연계 능력으로 볼 수 있으므로[27,51] 교사용 지도서에서는 이러한 방식의 정보 제공을 지양하고 학생에 관한 지식을 과학 교수 전략에 관한 지식 등 다른 PCK 요소와 연계하여 제시할 필요가 있다. 예를 들어, 활동 순서와 방식이나 지도 시 유의점을 제시할 때 그 필요성이나 근거 또는 고려해야 할 요소로서 학생에 관한 지식을 연계하여 제시할 수 있을 것이다.

마지막으로 교사용 지도서에서 개념 및 이론은 가장 큰 비율을 차지하고 있었으나 일부 속진 요소가 포함되어 교사가 수업에 활용하기 힘든 자료나 활용 가능성이 낮은 추가 자료들을 포함하고 있었다. 교과 내용 자체가 그 내용에 대한 교수 방법을 의미하지는 않으므로,[52] 바람직한 교사용 지도서는 PCK 요소들을 적절히 포함하고 있어야 한다. 그러므로 개념 및 이론에서 불필요하거나 중요성이 낮은 자료들을 제외하여 공간을 확보하고 앞서 논의한 다른 PCK 요소들을 포함한다면 교사의 PCK 및 수업 전문성 함양에 도움이 될 수 있는 양질의 교사용 지도서를 개발할 수 있을 것이다.

그동안 교사용 지도서는 핵심적인 교사 교육 자료가 될 수 있음에도 교과서 등 다른 교수학습 도서에 비해 주목받지 못했던 측면이 있다. 이에 이 연구에서는 교사용 지도서가 교사의 PCK를 계발하고 수업 전문성을 향상시키는 데 도움을 줄 수 있도록 구성주의적 관점에서 교사용 지도서를 개선할 방안을 제언하였다. 후속 연구로는 교사용 지도서에서 대부분을 차지하고 있는 과학 내용에 관한 지식의 하위 요소를 보다 체계적으로 분석할 필요가 있다. 특히 최근의 2015 개정 교육과정에서는 실험 및 탐구를 전면에 내세운 과학탐구실험 과목을 신설하는 등 탐구 활동이 강조되고 있으므로 교사의 탐구 지도 능력 향상을 위하여 교사용 지도서의 탐구 지도 방안을 분석할 수 있다. 또한 교사용 지도서에 실린 내용에 대한 근거나 이유, 필요성은 교사가 교사용 지도서의 수동적인 수용자가 아닌 적극적인 활용자로 접근할 수 있도록 한다.[53] 따라서 이러한 내용의 제시 현황을 빈도와 유형 측면에서 분석한다면 교사용 지도서의 개선을 위한 새로운 시사점을 찾을 수 있을 것이다.

Acknowledgments. Publication cost of this paper was supported by the Korean Chemical Society.

REFERENCES

1. Ministry of Education, Science and Technology. *Science Curriculum*. (Notification No. 2011-361 of the Ministry of Education); Ministry of Education, Science and Technology: Seoul, **2011**.
2. Collopy, R. *The Elementary School Journal* **2003**, *103*, 287.
3. Beyer, C. J.; Delgado, C.; Davis, E. A.; Krajcik, J. *Journal of Research in Science Teaching* **2009**, *46*, 977.
4. Sim, Y.; Jong, J.; Park, I. *School Science Journal* **2017**, *11*, 67.
5. Davis, E.; Palincsar, A. S.; Arias, A. M.; Bismack, A. S.; Marulis, L.; Iwashyna, S. *Harvard Educational Review* **2014**, *84*, 24.
6. Jeong, H. S. *Korean Language Education Research* **2002**, *14*, 409.
7. Kwon, C.; Park, B. *Korean Journal of Elementary Education* **2010**, *21*, 247.
8. Mulholland, J.; Wallace, J. *Journal of Research in Science Teaching* **2005**, *42*, 767.
9. Barab, S. A.; Luehmann, A. L. *Science Education* **2003**, *87*, 454.
10. Squire, K. D.; MaKinster, J. G.; Barnett, M.; Luehmann, A. L.; Barab, S. L. *Science Education* **2003**, *87*, 468.
11. Grouws, D. A.; Smith, M. S.; Sztajn, P. *The 1990 through 2000 Mathematics Assessments of the National Assessment of Educational Progress: Results and Interpretations*; National Council of Teachers of Mathematics: Reston, 2004; pp 221-269.
12. Putnam, R. T.; Borko, H. *Educational Researcher* **2000**, *29*, 4.
13. Yang, C.; Song, N.; Kim, M.; Noh, T. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2016**, *36*, 681.
14. Jeon, Y. M. *The Journal of Korean Teacher Education* **2006**, *23*, 5.
15. Magnusson, S.; Krajcik, J.; Borko, H. *Examining Pedagogical Content Knowledge: The Construct and Its Implications for Science Education*; Springer: Dordrecht, 1999; pp 95-132.
16. Park, S.; Oliver, J. S. *Journal of Research in Science Teaching* **2008**, *45*, 812.
17. Loughran, J.; Mulhall, P.; Berry, A. *Journal of Research in Science Teaching* **2004**, *41*, 370.
18. Brown, M. W. *Mathematics Teachers at Work: Connecting Curriculum Materials and Classroom Instruction*; Routledge: New York, 2009; pp 17-36.
19. Schneider, R. M.; Krajcik, J. *Journal of Science Teacher Education* **2002**, *13*, 221.
20. Jang, M.; Joung, Y.; Kim, H. *Journal of Korean Elementary Science Education* **2011**, *30*, 535.
21. Lee, S.; Lim, H. *Journal of Korean Elementary Science Education* **2016**, *35*, 205.
22. Han, K.; Noh, S. *Journal of Korean Elementary Science Education* **2003**, *22*, 51.
23. Kim, J. *Journal of Korean Elementary Science Education* **2008**, *27*, 75.
24. Na, J.; Yoon, H.; Kim, M. *Journal of Korean Elementary Science Education* **2015**, *34*, 183.
25. Kim, G.; Lee, H. *Journal of Korean Elementary Science Education* **2016**, *35*, 1.
26. Park, B.; Kwon, C. *Korean Journal of Elementary Education* **2011**, *22*, 91.
27. Park, S.; Chen, Y. C. *Journal of Research in Science Teaching* **2012**, *49*, 922.
28. Shin, Y.; Hwang, E. *The Korean Journal of Biology Education* **2006**, *34*, 208.
29. Males, L. Educative Supports for Teachers in Middle School Mathematics Curriculum Materials: What is Offered and How is It Expressed?. Unpublished doctoral dissertation, Michigan State University, Michigan, US, 2013.
30. Cha, J.; Yi, H.; Noh, T. *Journal of the Korean Chemical Society* **2005**, *49*, 215.
31. Lim, M.; Yoo, M.; Nam, S. *Journal of Science Education* **2012**, *36*, 69.
32. Hong, M.; Jeong, E. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2004**, *24*, 659.
33. Kirschner, P. A.; Sweller, J.; Clark, R. E. *Educational Psychologist* **2006**, *41*, 75.
34. Klahr, D.; Nigam, M. *Psychological Science* **2004**, *15*, 661.
35. Sadler, T. D.; Burgin, S.; McKinney, L.; Ponjuan, L. *Journal of Research in Science Teaching* **2010**, *47*, 235.
36. Davis, E.; Krajcik, J. S. *Educational Researcher* **2005**, *34*, 3.
37. Drake, C.; Sherin, M. G. *Teachers at Work: Connecting Curriculum Materials and Classroom Instruction*; Routledge Taylor, and Francis: New York, 2009; pp 321-337.
38. Merritt, J.; Krajcik, J. *Concepts of Matter in Science Education*; Springer: Dordrecht, 2013; pp 373-390.
39. Taber, K. S. *Chemistry Education Research and Practice* **2001**, *2*, 123.
40. Ko, M. R.; Nam, J. H.; Lim, J. H. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2009**, *29*, 54.
41. Noh, T.; Lee, J.; Kang, S.; Kang, H. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2015**, *35*, 725.
42. Park, S. M. *Social Studies Education* **1998**, *31*, 339.
43. Kim, E.; Park, H.; Kang, H.; Noh, S. *Journal of the Korean Association for in Science Education* **2003**, *23*, 75.
44. Kim, G.; Seong, T. *Understanding and Practice of Performance Assessment*; Ewha Womans University College of Education: Seoul, 2002; pp 55-67.
45. Kang, S.; Kim, H. *The Journal of Science Education* **2006**, *31*, 1.
46. Lee, J.; Ryu, G.; Kang, S.; Noh, T.; Kang, H. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2018**, *38*, 505.
47. Ministry of Education. *Science Curriculum*. (Notification No. 2015-74 of the Ministry of Education); Ministry of Education: Sejong, **2015**.
48. Chung, Y.; Son, D. *Journal of the Korean Association for*

Science Education **2000**, *20*, 611.
49. Park, S. *Journal of Science Education* **2009**, *33*, 353.
50. Lee, B.; Kim, J.; Lee, Y.; Hong, M.; Lee, C.; Shin, I.; Shim, J.; Kwark, Y.; Jung, E.; Korea Institute for Curriclum and Evaluation. *Study on Improvement of Science Curricurum*; Korea Institute for Curriclum and Evaluation: Seoul, 2005, RRC 2005-7.
51. Friedrichsen, P.; Abell, S. K.; Pareja, E. M.; Brown, P. L.; Lankford, D. M.; Volkmann, M. J. *Journal of Research in Science Teaching* **2009**, *46*, 357.
52. Finley, F. N. *Science Learning: Processes and Applications*; International Literacy Association: Newark, 1991; pp 22-27.
53. Kauffman, D.; Johnson, S. M.; Kardos, S. M.; Liu, E.; Peske, H. G. *Teachers College Record* **2002**, *104*, 273.