

2015 개정 교육과정에 따른 초등학교 과학과 교사용 지도서의 참고자료 분석

- 3~6학년 물리영역을 중심으로 -

김형욱 · 송진웅[†]

Analysis of Reference Data in Science Guidebooks for Elementary Teachers Developed for 2015 Revised Curriculum - Focusing on Physics Section for the Third-Sixth Grade -

Kim, Hyunguk · Song, Jinwoong[†]

ABSTRACT

This study analyzed reference data for the physics section in science guidebooks for the third-sixth grade in elementary schools, according to the 2015 revised curriculum. It analyzed the reference data by categorizing them in terms of subjects, objectives and presentation forms and the visual data used in the reference data by categorizing their types. The findings show that the ratio of the science knowledge type was highest (53.8%) among the subjects of reference data in guidebooks for the science section, followed by the application to real life, and then, supplementary inquiry experiments and activities. The ratios of other types such as advanced science, environment, scientists and science history were, however, less than 1%, so they need to be improved. The ratio of knowledge provision was highest (40.5%) among the objectives of reference data but the ratios of conceptual supplementation and deepening were similar in ratio. Meanwhile, While the expository type (88.4%) accounted for most of the present forms of reference data, and photographs and illustrations (93.6%) also accounted for most of visual data suggested with reference data. Thus more various types of presentation forms and the extension of visual data seemed to be needed. This study is expected to provide some suggestions for the meaningful use of reference data in guidebooks for teachers and for the development of science guidebooks for teachers in elementary schools.

Key words: 2015 revised curriculum, science guidebooks, physic section, reference data

I. 서 론

교육과정은 제시된 교육 목표를 어떠한 교육 내용과 방법 혹은 평가를 통하여 성취할 것인가를 서술해 놓은 공통적이고 일반적인 기준이다(Lee & Lim, 2016). 하지만, 보통의 교육과정은 구체성이 없기 때문에 이를 구체화한 교육 자료인 ‘교과용 도서’를 개발한다(Chin *et al.*, 2007; Lee & Lim,

2016; Noh *et al.*, 2004). 대표적인 ‘교과용 도서’는 교과서와 교사용 지도서를 들 수 있는데, 그중 교과서는 교육과정에 기초하여 학습 내용을 선정 및 조직하고 구체적으로 진술한 교수·학습 자료로서 교사들의 수업 방법이나 수업 내용에 큰 영향을 미친다고 할 수 있다(Ann *et al.*, 2019; Trowbridge *et al.*, 2004). 또한, 학생들의 학습형태는 교과서를 이용한 것이 대부분이라고 해도 과언이 아닐 정도로

학교 교육에서 중요한 위치를 차지하고 있기도 하다(Ann *et al.*, 2019).

교사용 지도서는 교육과정 안내, 교과서에 제시된 내용 해설, 교수·학습 활동에 필요한 각종 자료 제공, 새로운 교수 방법이나 활동을 위해 필요한 정보와 자료 소개 등의 역할을 수행 한다(Ball & Cohen, 1996; Jeon, 2006; Lee & Lim, 2016). 즉, 교과서의 내용을 구체화한 자료(Kim & Lee, 2016)라고 할 수 있는 교사용 지도서는 교과 내용을 지도하는 데 필요한 방법적 지식과 교사의 전문성을 나타내는 교수내용지식(PCK)(Kwak, 2006; Shulman, 1986) 및 학습자에 대한 지식, 교육 목표에 대한 지식 등(Grossman *et al.*, 1990; Loughran *et al.*, 2001)의 내용을 담고 있는 자료라고 할 수 있는 것이다(Lee & Lim, 2016). 특히, 초등학교 교사들의 과학과 교사용 지도서 활용이 두드러졌는데, Kim (2013)의 연구에서는 초등학교 교사들이 과학과 교사용 지도서를 수업 준비를 위해 자주 활용한다고 응답한 비율이 높게 나타났으며, Kwon & Park (2011)의 연구에서 또한 교사용 지도서를 교사 변인에 따라 다양하게 활용하고 있음을 확인하였다. 이는 곧, 단일 교육과정과 하나의 교과서를 개발하여 사용하고 있는 우리나라 초등학교 과학과의 경우, 교과서의 활용 안내 도서인 교사용 지도서를 통해 교사들이 필요할 때마다 수시로 내용을 확인하고 수업의 방향을 결정하는 역할을 한다고 할 수 있다(Kim & Lee, 2016).

한편, 대부분의 초등학교 교사들은 물리영역에 대한 부정적인 인식과 어려움을 가지고 있었는데, 예비 초등학교 교사 시절부터 물리영역은 자신의 일상생활과 어떤 관계가 있는지 인식하는 것이 어렵고, 유용한 지식을 배우기 위해서라기보다는 과목 이수를 위해 공부한다는 견해가 우세하였다. 실제로 예비 초등학교 교사들은 고도로 일관되고 체계적이며 논리적인 물리영역 학습에 선천적인 특별한 재능과 노력이 필요하다고 답하기도 하여 그 부정적인 인식을 드러내기도 하였다(Choi, 2011). 또한, 초등학교 교사들의 경우, 물리영역 관련 과학 내용 지식이 거의 없는 이유(Varley, 1975; Appleton, 1995)로 인하여 과학 교수에 많은 어려움을 겪고 있었다.

이를 해결하기 위해, 학교 현장에서는 과학과 물리영역 직무연수를 통한 교사들의 전문성 강화와

교육청 단위의 교수·학습 자료 제공을 활발하게 하고 있으며, 과학과 온라인 교사 공동체의 자료 공유 체제 활성화로 해결을 하고자 하고 있다(Dedo, 2006; Kim & Yoo, 2019). 하지만, 과도한 타교과 수업 시수와 업무로 인한 수업 준비 시간의 부족(Kil, 1999; Lee *et al.*, 2007), 그리고 과학 실험 중 발생할 수 있는 다양한 안전사고 예방(Oh, 2011) 등의 과학 교수 외적인 요인이 연수 참석과 수업 자료 수집과 같은 기본적인 과학 교수 활동을 어렵게 하고 있다. 이런 점에서 교사의 수업 준비와 수행을 가장 가까이에서 지원하고 안내할 수 있는 교사용 지도서(Lee & Lim, 2016)가 여러 어려움을 빠르게 극복하는 데에 도움을 줄 수 있을 것이다. 특히 많은 초등학교 교사들이 어려움을 느끼는 물리영역에서는 교사용 지도서 내의 참고자료가 해당 차시의 부족한 지식 내용을 보충해주고, 수업 전·중·후에서도 활용할 수 있는 지침서 역할을 할 것으로 예상된다.

그동안 초등학교 과학과 교사용 지도서에 관한 선행연구는 대부분 교사의 인식과 활용 실태에 관한 연구가 많았다(Jang *et al.*, 2011; Kim, 2013; Kim & Lee, 2016; Kwon & Park, 2016; Kwon *et al.*, 2001; Jang *et al.*, 2011). 그러나 교사용 지도서의 실질적인 내용 구성이나 교사들이 도움을 받을 수 있는 참고자료에 대한 분석은 구체적으로 이루어지지 않았으며, 교육과정이 거듭 개정될 때마다 어떠한 참고자료가 포함되었는지, 수준과 내용은 어떤지에 대한 논의 또한 이루어지지 않았다.

이에 본 연구는 최근 개정된 2015 개정 교육과정에서의 초등학교 과학과 교사용 지도서 속 물리영역 참고자료를 특성에 따라 유형을 나누어 분석하였다. 이를 통해 초등학교 교사들이 물리영역 수업을 준비 및 실행할 때 참고할 수 있는 보다 의미있고 유용한 교사용 지도서 활용과 향후 개발을 위해 시사점을 얻고자 하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

2015 개정 교육과정 초등학교 과학과 지도서는 크게 세 부분으로 구성되어 있는데, 첫 번째 부분은 2015 개정 교육과정 교과서 개발 방향에 관한 내용이며, 두 번째 부분은 수업 지도의 실제로 단

원별, 차시별로 과학 수업에 필요한 자료를 수록한 부분이며, 세 번째 부분은 과학교육 전반에 관한 내용으로 과학 학습 이론, 학습 모형, 수업 및 평가 방법 등이 서술되어 있다. 이중 참고자료는 두 번째 부분에 포함되어 있다. 이에 본 연구에서는 2015 개정 교육과정에 의거하여 개발된 초등학교 3~6학년 과학과 교사용 지도서 물리영역의 모든 참고자료를 대상으로 하였다. 그리고 참고자료 이외에 교사들이 참고할 만한 성격을 가진 단원 배경지식과 관련 지식도 모두 분석 대상으로 하였으며, 참고자료와 함께 제시된 시각자료도 분석 대상에 포함하였다.

2. 연구 방법

2015 개정 교육과정 초등학교 과학과 지도서의 참고자료를 분석할 수 있도록 선행 연구(Koh et al., 2017)에서 활용하였던 분석 기준을 Table 1과 같이 일부 수정하여 분석에 사용하였다. 참고자료의 주제는 과학지식, 과학자와 과학사, 첨단과학, 보충 탐구실험 및 활동, 환경, 실생활 응용, 과학교육으로 범주를 나누었다. 참고자료의 목적은 주된 목적이 무엇이나에 따라서 개념보충, 개념심화, 지식제공으로 나누었는데, 개념보충은 해당 단원에서 활용 가능한 과학 개념이나 내용을 보충하여 설명하는 것이고, 개념심화는 해당 단원의 과학 개념에 대한 심화 성격의 설명으로 규정하였다. 지식제공은 참고자료에서 제시하는 글이 해당 단원의 과학 개념과는 상관없는 내용이거나 교수법에 관련된 정보를 제공할 때로 규정하였다. 참고자료의 제시 방식은 단순하게 과학 개념이나 정보를 설명하는 형식인 설명형, 스토리텔링이나 대화형식의 글로 표현하는 이야기형, 만화나 삽화를 통하여 설명하는 만화형, 과학 실험이나 개념 설명에 있어 단계

별 변화를 표현하는 단계 구분형, 관련 수식으로 개념을 설명하는 수식형으로 구분하였다.

또한, 시각자료에 대한 분석은 참고자료와 함께 제시된 시각자료를 대상으로 하였는데, 유형은 사진, 삽화, 표, 그래프, 만화로 나누어 분류하였다. 분석의 기준 단위는 단원 도입부의 배경지식, 차시별 관련지식 및 참고자료에서 나누어진 소제목의 기준으로 하고 나누어 분류하였으며, 두 가지 이상의 유형이 나타나는 경우에는 중복 표기하였다. 모든 분류는 연구자 외에 초등학교 과학 전담 경력이 많은 10년 차 이상의 교사 2인이 충분한 논의 후 분류를 진행하였으며, 2회 이상의 반복 분류를 통하여 90% 이상의 합의에 이르렀을 때, 최종 분류 판정을 내렸다.

III. 연구 결과

1. 참고자료의 주제 유형

2015 개정 교육과정의 초등학교 과학과 물리 영역의 단원은 3학년 1학기부터 6학년 2학기까지 총 9개의 단원으로 이루어져 있는데, 3학년 1학기에서의 자석의 이용, 3학년 2학기의 소리의 성질, 4학년 1학기의 물체의 무게, 4학년 2학기의 그림자의 이용, 5학년 1학기의 온도와 열, 5학년 2학기의 물체의 운동, 6학년 1학기의 빛과 렌즈, 6학년 2학기의 전기의 이용과 에너지와 생활이다. 전체 단원의 영역은 역학, 전자기, 열, 빛과 파동을 다루고 있는데, 6학년 2학기의 경우에는 다른 학년의 학기와 다르게 물리 영역이 총 2개의 단원으로 구성되어 있음을 확인할 수 있다.

지도서에 제시된 참고자료의 주제 유형에 따른 학년별 빈도는 Table 2와 같다. 분류 결과, 전체 참고자료의 빈도는 225개였는데, 그중 과학지식이 121개로 53.8%를 차지하고 있었다. 또한, 실생활 응용이 46개로 20.4%, 보충 탐구실험 및 활동이 28개로 12.4%의 빈도를 나타내었으나, 과학자 및 과학사, 첨단과학, 환경의 빈도는 2개 혹은 3개로 1% 내외의 낮은 빈도를 보였다.

세부적으로 참고자료 중 과학지식의 비율은 4학년 1학기에서 가장 높았다. 이는 물체의 무게를 다루는 단원에서 관련된 역학 개념 설명을 자세히 하고 있기 때문인데, 참고자료로 무게와 질량의 구분, 단위에 대한 설명, 벡터를 통한 힘의 표현, 돌

Table 1. Characteristics of reading materials

특성	유형
주제	과학지식, 과학자와 과학사, 첨단과학, 보충 탐구실험 및 활동, 환경, 실생활 응용, 과학교육
목적	개념 보충, 개념 심화, 지식 제공
제시방식	설명형, 이야기형, 만화형, 단계 구분형, 수식형
시각자료의 유형	사진, 삽화, 표, 그래프, 만화

Table 2. Frequencies of reading materials topic types by grade (%)

주제	3-1	3-2	4-1	4-2	5-1	5-2	6-1	6-2a	6-2b	합계
과학지식	17 (54.9)	13 (62.0)	13 (68.4)	15 (55.6)	6 (30.0)	15 (48.4)	15 (68.1)	17 (51.5)	10 (47.7)	121 (53.8)
과학자 및 과학사	. (0.0)	. (0.0)	1 (5.3)	. (0.0)	. (0.0)	. (0.0)	. (0.0)	1 (3.0)	. (0.0)	2 (0.9)
첨단과학	. (0.0)	. (0.0)	. (0.0)	. (0.0)	. (0.0)	1 (3.2)	. (0.0)	1 (3.0)	1 (4.8)	3 (1.3)
보충 탐구 실험 및 활동	9 (29.1)	2 (9.5)	1 (5.3)	5 (18.5)	5 (25.0)	. (0.0)	3 (13.7)	2 (6.0)	1 (4.8)	28 (12.4)
환경	. (0.0)	. (0.0)	. (0.0)	. (0.0)	. (0.0)	1 (3.2)	. (0.0)	. (0.0)	2 (9.5)	3 (1.3)
실생활 응용	2 (6.4)	4 (19.0)	. (0.0)	5 (18.5)	5 (25.0)	13 (42.0)	2 (9.1)	12 (36.5)	3 (14.2)	46 (20.4)
과학교육 및 오개념	3 (9.6)	2 (9.5)	4 (21.0)	2 (7.4)	4 (20.0)	1 (3.2)	2 (9.1)	. (0.0)	4 (19.0)	22 (9.9)
합계	31 (100.0)	21 (100.0)	19 (100.0)	27 (100.0)	20 (100.0)	31 (100.0)	22 (100.0)	33 (100.0)	21 (100.0)	225 (100.0)

림힘 등의 힘과 관련된 광범위한 역학 개념을 제시하고 있기 때문이다. 그 수준도 초등학교 과학의 수준을 넘어 중학교 과학에서 고등학교 물리학 수준까지를 다루고 있었는데, 돌림힘의 경우 τ 의 크기를 $rF\sin\theta$ 로 표현하는 것과 그 방향에 대하여 다루고 있어 초등학교 교육과정을 선회하는 높은 수준의 참고자료로 확인되었다. 과학자 및 과학사의 비율은 전체적으로 낮은 수치를 기록한 가운데 전체 지도서 참고자료 중 2곳에서 확인할 수 있었다. 먼저, 4학년 1학기에 제시된 Fig. 1과 같이 뉴턴과 그의 업적을 소개하는 자료가 있는데, ‘자연 철학의 수학적 원리(프린키피아)’가 서술되어 있고, 중력과 미적분법 개발에 대한 소개가 나타나 있다.

■ 뉴턴과 그의 업적

근대 과학의 아버지라고 불리는 아이작 뉴턴(Isaac Newton, 1642~1727)은 영국의 작은 마을에서 유복자로 태어났다. 뉴턴은 어렸을 때부터 혼자 있는 것과 생각하기를 좋아했으며 호기심과 집중력이 남달랐다. 기계를 다루거나 만드는 것을 좋아해서 돌로 해시계를 만들기도 했다.



▲ 아이작 뉴턴

1661년 뉴턴은 케임브리지 대학에 입학했다. 1665년 당시 런던에 흑사병이 돌아 뉴턴은 고향으로 돌아가 2년간 머물렀다. 이 시기에 나무에서 떨어지는 사과를 보고, 중력에 대한 영감을 얻었다.

Fig. 1. Examples of history of science and scientist (4-1).

또한, 6학년 1학기에는 외르스테드의 전류가 흐르는 전선 주위에 생기는 자기장에 대한 발견을 소개하고 있는데, 과학에서 과학사가 가지는 위상 및 중요성에 비교할 때 상대적으로 적은 양의 참고자료가 소개되고 있는 것으로 판단된다. 첨단과학 주제도 전체 참고자료 중 3곳에서 확인되어 낮은 빈도였는데, 자기부상열차, 태양광 발전과 같은 전통적으로 많이 다루고 있는 주제를 선택하고 있어, 좀 더 새로운 자료로의 개선이 필요해 보였다. 보충 탐구실험 및 활동은 3학년 1학기에서 가장 높은 비중을 차지하고 있었다. 이는 3학년 1학기 자석의 이용에서 머리핀을 자기화시키는 활동 및 다양한 재료로 나침반 만드는 활동과 같은 자기화를 이용한 활동을 다양하게 소개하고 있었으며, 단원 말미에 있는 자석으로 장난감 만들기 차시에서 여러 가지 자석을 이용한 장난감을 다수 소개하고 있는 데 기인한 것으로 보인다. 그 외에도 Fig. 2와 같이 교과서 실험과 관련성이 있거나, 교과서에서 다루지 못한 실험들을 참고자료로 제시하여 교사들이 수업 시간 중에 보충 탐구실험으로 활용할 수 있게 하였다. 환경에 관련한 주제도 낮은 빈도를 보였다. 주로 6학년 2학기 에너지와 생활 단원에서 보였는데, Fig. 3과 같이 에너지 효율과 절약에 관련된 내용과 에너지를 효율적으로 이용하는 건축물을 소개하면서 자급자족할 수 있는 에너지 하우스 관련

2. 열 변색 물감을 사용해 고체의 전도 확인하기

- 준비물: 쇠막대, 고온용 열 변색 물감, 초, 삼발이, 쇠그물, 집화기, 스탠드, 고정 집게, 면장갑
- 실험 과정
 - ① 쇠막대에 일정한 간격으로 열 변색 물감을 칠한다.
 - ② 쇠막대의 끝을 가열하면서 열 변색 물감의 색깔 변화를 관찰한다.

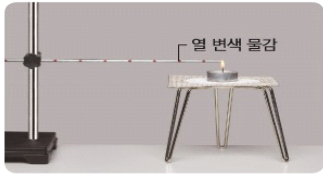


Fig. 2. Examples of additional experimental method (5-1).

2. 에너지 제로 하우스(Energy Zero House)

고단열 창호, 보온 단열재 등의 건축 자재로 실내 열 손실을 줄이는 패시브(Passive) 기술과 필요한 에너지는 태양열, 지열 등의 신재생 에너지를 활용하는 액티브(Active) 기술을 접목한 개념으로 건물의 에너지 이용 성능을 최대화하는 요소 기술, 고효율을 전기 기구 사용, 친환경 기술을 반영해 에너지를 자급자족하면서 온실가스 배출을 최소화하도록 설계한 집이다.



▲ 국립과천과학관의 그린 홈 제로 하우스

<p>패시브(Passive) 기술</p> <ul style="list-style-type: none"> 벽체, 지붕, 바닥 고단열재 고성능 고효율 창호 고기능 유리 패밀 회수 환기 시스템 <p>추가비용 60%~70% 절감</p> <p>비주비용 50%~60% 절감</p>	+	<p>액티브(Active) 기술</p> <ul style="list-style-type: none"> 고효율 보일러 발광 다이오드(LED)등 전력 차단 시스템 <p>신재생 에너지</p> <ul style="list-style-type: none"> 태양광 발전 시스템 건물 일체형 태양광 발전 시스템(BIPV) 지열 시스템
---	---	--

▲ 에너지 제로 하우스의 원리

Fig. 3. Examples of environment (6-2).

내용을 제시하고 있었다. 환경에 관련된 내용 역시 과학과에서 간과할 수 없는 영역이고, 현대 사회에

■ 고속도로 과속 차량 단속 방법

고속 도로에서 과속 차량을 단속하는 방법에는 두 가지가 있다. 순간 속력을 측정하는 단속 방법과 일정 구간에서 평균 속력을 측정하는 단속 방법이 있다. 일반적인 과속 단속 방법으로는 스피드 건으로 지나가는 자동차를 촬영해 순간 속력을 측정하는 것이다. 반면에 구간 단속에서는 특정한 도로 구간의 시작 지점에서 차량을 촬영하고 도로 구간의 끝 지점에서 촬영한다. 시작 지점과 끝 지점에서 차량이 통과하는 시간과 이동 거리를 측정해 구간에서의 평균 속력을 구한다. 예를 들어 단속 구간이 총 10 km이고 속도 제한이 100 km/h라고 하자. 이때 100 km/h의 속력으로 이동하는 자동차가 단속 구간을 통과하는 데 6분이 걸리기 때문에 자동차가 단속 구간을 통과하는 데 6분보다 더 짧은 시간이 걸렸다면 과속으로 판정된다.

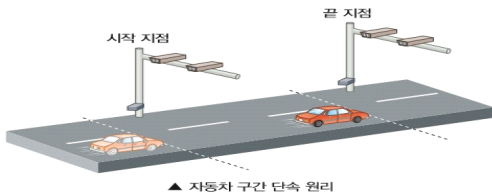


Fig. 4. Examples of application in everyday life (5-2).

3. 촛농을 사용해 고체의 전도 확인하기

- 준비물: 알루미늄 접시, 양초, 집화기, 알코올램프, 집게, 삼발이, 면장갑
- 실험 과정
 - ① 알루미늄 접시 두 개에 촛농을 여러 군데 떨어뜨린다.
 - ② 알코올램프로 알루미늄 접시의 가운데 또는 가장자리를 가열하면서 촛농을 관찰한다.



▲ 알루미늄 접시의 가운데를 가열하는 모습



▲ 알루미늄 접시의 가장자리를 가열하는 모습

서의 중요성이 강조되고 있는 현재의 분위기로 볼 때, 교사들에게 수업에 활용할 수 있는 풍부한 참고자료 제시가 필요해 보였다. 실생활 응용 주제는 과학지식에 이은 높은 빈도를 보였는데, 특히 5학년 2학기 물체의 운동 단원에서 그 비율이 높았다. Fig. 4와 같이 고속도로 과속 측정 카메라의 원리나 자동차 내에 있는 여러 안전장치를 다루고 있었는데, 이동 거리를 측정해주는 지도 응용 어플리케이션을 소개하는 자료도 있었다. 이밖에도 실생활 응용에 관련된 빈도가 높은 것은 전반적으로 우리 생활에 밀접한 소재를 가져와서 단원과 차시를 구성하고 있는 초등학교 과학과 교과서에 영향을 받은 것이라 볼 수 있으며, 수업 시간 중에 이러한 참고 자료를 교사를 통해 학생들에게 전달하고자 하는 지도서 집필진의 의도가 반영된 것으로 해석할 수

■ 자동차 안전장치

- 안전띠: 안전띠는 가장 대표적인 안전장치이다. 처음 안전띠는 비행기 조종사를 위해 2점식으로 발명되었지만, 자동차에도 적용되어 더 많은 탑승자의 생명을 지켜내고 있다. 이후 개발된 3점식 안전띠는 1959년 스웨덴에서 처음 등장해 오늘날 일반적으로 쓰이고 있다. 자동차가 만들어진 이후 자동차와 관련된 법규가 수없이 바뀌었지만 안전띠의 착용이 한결 같이 필수 항목이라는 점은 안전띠가 중요하다는 것을 말해 준다.
- 에어백: 자동차에 기본으로 장착되는 에어백은 1981년에 처음 발명되었다. 에어백은 압축된 공기주머니를 빠르게 팽창시켜 탑승자를 충격으로부터 보호한다. 처음에는 운전자만 보호했지만, 이제는 탑승자 모두의 안전을 고려해 다양한 위치에 에어백을 장착한다.



▲ 안전띠



▲ 에어백

있다. 과학교육 및 오개념은 전 학년에서 비슷한 빈도로 나타나고 있었다. 주로 다른 시각자료 없이 텍스트의 형태로만 제시하고 있었으며, Fig. 5와 같이 오개념과 그 원인 및 지도방안으로 서술하여 학생들이 쉽게 가질 수 있는 오개념을 차시별로 교사들이 참고하여 수업 시간에 교정할 수 있도록 안내하고 있었다.

2. 참고자료의 목적 유형

2015 개정 교육과정 초등학교 과학과 지도서에 제시된 참고자료의 목적 유형에 따른 학년별 빈도는 Table 3과 같다. 지식제공이 91개 40.5%의 비율로 가장 많았으며, 개념보충이 68개 30.2% 비율, 개념심화가 66개 29.3%의 비율이었다. 이는 전반적으로 교사들에게 관련된 개념의 보충이나 심화된 자료를 제공하는 데에 참고자료의 목적이 있다고 할 수 있지만, 학생들에게 제공할 만한 흥미로운 지식과 교수법에 관련된 것에도 높은 비중을 두고 있음을 알 수 있다.

세부적으로 6학년 1학기에서의 개념보충 비율이 가장 높았는데, Fig. 6의 좌측과 같이 교과서에서 제시하고 있는 떠보이기 현상을 빛의 굴절의 개념

■ 오개념 바로잡기

- 오개념: 높은 소리와 큰 소리를 구분하지 못한다.
- 원인: 학생들은 우리 생활에서 소리의 높낮이와 소리의 세기를 구분하여 사용하지 않고, 대부분의 큰 소리는 높은 소리인 경우가 많기 때문에 큰 소리와 높은 소리를 잘 구분하지 못한다.
- 지도 방안: 같은 높이의 음을 내는 악기(북, 트라이앵글, 장구 등)를 이용하여 소리의 세기를 지도하고, 다른 높이의 음을 내는 악기(피아노, 실로폰, 기타 등)를 이용하여 소리의 높낮이를 지도하여 서로 비교해 보도록 한다. 또한 피아노와 같은 건반 악기를 이용하여 같은 음을 다른 힘으로 칠 때 소리의 높낮이는 같지만, 소리의 세기가 다름을 지도한다.

과 빛의 경로를 시각적으로 제시하여 보충하고 있었다. 또한, 교과서에서는 간이 사진기 만들기와 그에 따른 관찰 결과만 서술하고 있는데, 지도서 참고자료에는 Fig. 6의 우측과 같이 빛의 경로를 이용하여 간이 사진기의 구조와 원리에 대하여 상세하게 설명하고 있었다. 이처럼 개념보충은 교과서에 생략되어 있어 추가 설명이 필요한 주제를 중심으로 교사들이 참고하며, 수업 시간에 활용하도록 제시하고 있다. 개념심화의 비율은 과학지식의 비율이 가장 높은 4학년 1학기에서 가장 높았는데, Fig. 7과 같이 초등학교 교육과정에서는 다루지 않는 중력 상수와 만유인력 법칙에 따른 중력 계산, 흑의 법칙, 운동의 법칙을 다루는 것이 눈에 띄었다. 또한, 물리량과 벡터에 관한 설명, 무게와 질량의 측정과 같은 자료가 확인되었다. 즉, 초등학교 교사들이 수업 시간에 자주 활용하는 물리영역 과학과 지도서에는 초등학교 과학 개념 이상의 수준으로 현상을 설명하고 있었으며, 그에 따른 교사 역량의 강화도 필요해 보였다. 지식제공은 전 학년에서 대체로 높은 비율을 보였는데, 총 3개의 단원에서 절반 이상의 비율을 가지고 있었다. 특히, 5~6학년군에서 지식제공의 비율이 전반적으로 높은 것은 학년이 높아질수록 다양한 주제와 정보를 제공하며, 학습 내용의 외연 확장을 강조하고 있는 것으로 해석할 수 있다. 하지만 참고자료의 목적이 교사들의 수업 준비를 돕고, 교수 내용적인 측면에 있어 부족한 점을 극복한다는 점에 있기에 지나치게 어렵거나 광범위한 주제의 내용은 지양되어야 할 것으로 보인다.

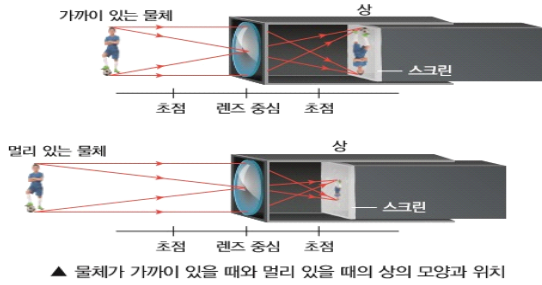
3. 참고자료의 제시방식

2015 개정 교육과정 초등학교 과학과 지도서에

Fig. 5. Examples of misconception and guidance (3-2).

Table 3. Frequencies of the purposes of reading materials by grade (%)

목적	3-1	3-2	4-1	4-2	5-1	5-2	6-1	6-2a	6-2b	합계
개념보충	14 (45.1)	6 (28.5)	3 (15.7)	7 (25.9)	7 (35.0)	7 (22.5)	12 (54.5)	7 (21.2)	5 (23.8)	68 (30.2)
개념심화	6 (19.3)	8 (38.1)	11 (57.8)	9 (33.3)	3 (15.0)	8 (25.8)	7 (31.8)	10 (30.3)	4 (19.0)	66 (29.3)
지식제공	11 (35.6)	7 (33.4)	5 (26.5)	11 (40.8)	10 (50.0)	16 (51.7)	3 (13.7)	16 (48.5)	12 (57.2)	91 (40.5)
합계	31 (100.0)	21 (100.0)	19 (100.0)	27 (100.0)	20 (100.0)	31 (100.0)	22 (100.0)	33 (100.0)	21 (100.0)	225 (100.0)



▲ 물체가 가까이 있을 때와 멀리 있을 때의 상의 모양과 위치

■ 컵에 물을 부으면 컵 속의 동전이 보이는 까닭

컵에 물을 붓지 않으면 동전에서 반사된 빛이 눈에 도달하지 않기 때문에 컵 속의 동전을 볼 수 없다. 그런데 컵에 물을 부으면 동전에서 반사된 빛의 일부가 물속에서 공기 중으로 나올 때 물과 공기의 경계에서 굴절되어 사람의 눈으로 들어오기 때문에 컵 속의 동전을 볼 수 있게 된다. 하지만 사람은 빛이 굴절된 것을 알지 못하고 곧바로 눈에 도달하는 것으로 생각하기 때문에 동전이 떠 보인다.

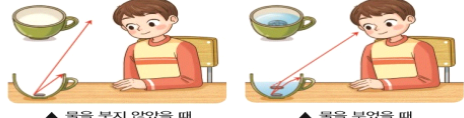


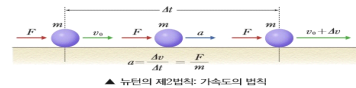
Fig. 6. Examples of supplementing concepts (6-1).

■ 힘과 물체의 운동

뉴턴은 그의 저서 '자연 철학의 수학적 원리(프린키피아)'에서 힘과 물체의 운동에 관련된 세 개의 물리 법칙을 발표하였다. 이를 뉴턴의 운동 법칙이라고 한다.

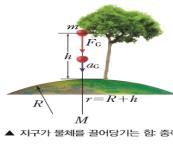
물체에 힘이 작용하지 않을 경우 물체는 그 운동 상태가 변하지 않는다. 운동 상태가 변하지 않는다는 것은 정지해 있는 물체는 계속 정지한 상태로 있으며, 운동하는 물체는 계속 같은 속도로 운동을 한다는 것이다. 이를 뉴턴의 제1법칙 또는 관성의 법칙이라고도 한다.

힘은 물체의 운동 상태를 변화하게 하는 요인이다. 이것은 힘이 물체의 속도를 증가시키거나 감소시키는 가속 운동을 하게 한다는 것이다. 가속도 a 는 단위 시간당 속도의 변화량을 나타내는 물리량으로 $a = \Delta v / \Delta t$ 로 정의한다. 여기서 Δv 는 속도의 변화량이며, Δt 는 힘이 작용하는 시간이다. 물체에 힘이 작용할 때 가속도 a 는 힘 F 의 크기에 비례하며 질량 m 에 반비례한다. 즉, $a = F/m$ 또는 $F = ma$ 로 나타낼 수 있다. 이를 뉴턴의 제2법칙 또는 가속도의 법칙이라고 한다.



중력은 두 물체가 서로 끌어당기는 힘이다. 뉴턴의 중력 법칙에 의하면 중력 F_G 는 두 물체의 질량 m_1 과 m_2 의 곱에 비례하고 두 물체 사이의 거리 r 의 제곱에 반비례한다. 즉 중력의 크기는 $F_G = Gm_1 m_2 / r^2$ 으로 나타낸다. 여기서 G 는 $G = 6.673 \times 10^{-11} \text{ N m}^2/\text{kg}^2$ 인 값을 갖는 중력 상수이다. 중력 F_G 의 단위는 N(N=kgm/s²)이다.

물체의 무게는 지구가 물체를 끌어당기는 힘인 지구 중력의 크기이다. 다음 그림에서와 같이 지표면에서 높이 h 에 있는 질량이 m 인 물체에 작용하는 중력 F_G 는 $F_G = GMm / (R+h)^2$ 으로 나타낼 수 있다. 여기서 M 은 지구의 질량으로 $M = 5.98 \times 10^{24} \text{ kg}$ 이며, R 는 지구의 평균 반지름으로 $R = 6.37 \times 10^6 \text{ m}$ 이다.



강철로 된 용수철은 대표적인 탄성체이다. 그림에서와 같이 한 끝을 고정된 용수철에 힘이 작용하지 않은 상태에서 원래의 길이를 x_0 로 표시한 원점 $x=0$ 으로 한다. 그리고 $+x$ 측 방향으로 용수철을 늘리거나 $-x$ 측 방향으로 용수철을 늘어난 길이 x 는 힘 F 의 크기에 비례해 커지며, 힘을 제거하면 원래의 상태로 되돌아간다. 이때 원래의 상태로 되돌아가려는 용수철 자체의 힘인 복원력을 탄성력 F_e 이라고 한다. 탄성력 F_e 는 용수철을 늘어난 길이 x 에 비례해 커지며, 그 방향은 용수철의 늘어난 길이 x 의 방향과 반대 방향이다. 이러한 비례 관계는 용수철에 작용하는 힘 F 의 크기가 비례 관계인 이하의 크기일 때만 성립한다. 이를 훅(Hooke)의 법칙이라고 한다.

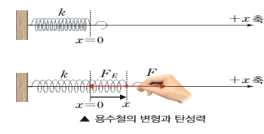


Fig. 7. Examples of expanding concepts (4-1).

제시된 참고자료의 제시방식은 Table 4와 같이 대부분 설명형 자료의 방식을 가지고 있었다. 총 206개 88.4%의 비율이었으며, 그 외의 자료는 5% 내외거나 1% 내외의 매우 소수의 비율이었다.

이야기 형은 초등학교 과학과 물리영역 전 단원 중 Fig. 8과 같이 3학년 2학기에서 한 차례 확인할

수 있는데, ‘흥부와 놀부’, ‘팔죽 할머니와 호랑이’의 대본에서 소리를 이용하여 인형극을 진행할 수 있도록 하였다. 특히, 이 자료는 소리의 성질 단원에 있는 만큼 기존 국어과에서 제시하고 있는 대본 중에 간과하기 쉬운 소리 내는 방법에 대하여 자세히 설명하고 있어, 국어과, 도덕과와 같이 역할 놀

Table 4. Frequencies of the methods of reading materials by grade (%)

제시방식	3-1	3-2	4-1	4-2	5-1	5-2	6-1	6-2a	6-2b	합계
설명형	30 (96.7)	20 (83.4)	19 (79.1)	24 (88.8)	15 (75.0)	31 (100)	17 (77.2)	32 (96.9)	18 (85.9)	206 (88.4)
이야기형	· (0.0)	1 (4.1)	· (0.0)	· (0.0)	· (0.0)	· (0.0)	· (0.0)	· (0.0)	· (0.0)	1 (0.4)
만화형	· (0.0)	· (0.0)	· (0.0)	· (0.0)	· (0.0)	· (0.0)	1 (4.6)	· (0.0)	· (0.0)	1 (0.4)
단계 구분형	1 (3.3)	· (0.0)	· (0.0)	3 (11.2)	5 (25.0)	· (0.0)	4 (18.2)	1 (3.1)	1 (4.7)	15 (6.4)
수식형	· (0.0)	3 (12.5)	5 (20.9)	· (0.0)	· (0.0)	· (0.0)	· (0.0)	· (0.0)	2 (9.4)	10 (4.4)
합계	31 (100.0)	24 (100.0)	24 (100.0)	27 (100.0)	20 (100.0)	31 (100.0)	22 (100.0)	33 (100.0)	21 (100.0)	233 (100.0)

• 소리 내는 방법

- ▶ 소리 1 날개를 펴덕이는 소리: 책등을 손으로 잡고 책을 펼컷인다.
- ▶ 소리 2 제비 울음소리: 허공에서 가위질한다.
- ▶ 소리 3 박씨가 땅에 떨어지는 소리: 지우개를 땅에 떨어뜨린다.

• 대본

해설자: 흥부와 흥부 부인이 앞마당에 나와서 산책을 하고 있습니다.
 제비: (▶ 소리 1 날아다니며)
 흥부: (하늘을 쳐다보며) 제비가 계속 우리 집 위를 돌고 있네.
 흥부 부인: 무슨 일일까요?
 제비: (▶ 소리 2 울음소리를 내며) 짹짹!
 흥부 부인: 지난번에 다리를 고쳐 준 그 제비가 아닌가요?
 흥부: 그런 것 같네요.
 제비: (▶ 소리 3 박씨를 떨어뜨리며) 짹짹!
 흥부: (박씨를 주우며) 이게 뭐예요?
 흥부 부인: 박씨인 것 같아요.

• 소리 내는 방법

- ▶ 소리 1 팔죽 끓는 소리: 뽕뽕이를 터트린다.
- ▶ 소리 2 때리는 소리: 지우개를 칠판에 던진다.
- ▶ 소리 3 도망가는 발소리: 손으로 책상을 두드린다.
- ▶ 소리 4 강물에 빠지는 소리: 불이 든 우유갑을 서로 부딪친다.

• 대본

해설자: 옛날에 어떤 호랑이가 팔을 기르고 있는 할머니를 잡아먹으러 찾아왔습니다. 무척 놀란 할머니는 기르고 있는 팔이 다 자라고 그 팔으로 팔죽을 끓여 먹은 뒤에 호랑이에게 잡아먹히겠다고 약속했습니다. 어느덧 시간이 흘러 할머니는 다 자란 팔으로 팔죽을 만들었고, 호랑이가 무서워서 영영 울고 있었습니다. 그러자 지난번에 할머니에게 팔죽을 얻어먹은 알밤, 자라, 송곳, 멍석, 지게가 나타났습니다. 그들은 호랑이를 물리쳐서 할머니에게 은혜를 갚기로 했습니다.
 할머니: (▶ 소리 1 힘없이 팔죽을 끓이며) 이게 팔죽이 다 됐으니 호랑이가 날 잡으러 오겠지.
 호랑이: 어흥! 할머니를 잡아먹으러 왔다.
 할머니: (무서운 표정으로) 아이고! 난 이제 죽었구나.
 알밤: (▶ 소리 2 호랑이의 머리를 때리면서) 이 나쁜 호랑아, 할머니를 건들지 마!

Fig. 8. Examples of narrative (3-2).

이를 도입하고 있는 교과와의 연계 수업도 가능할 것으로 보인다. 만화형은 6학년 1학기에서 Fig. 9와 같이 확인할 수 있으며, 물속에 있는 물체가 실제 모습과 다르게 보이는 예를 보여주고 있다. 단계 구분형은 주로 Fig. 10과 같이 교구를 만드는 장면이나 탐구활동 과정을 보여주는 장면에서 사용되어 순차적인 단계를 따라가면서 활동을 할 수 있도록 자료를 제시하였다. 수식형은 3학년 2학기, 4학년 1학기, 6학년 2학기 총 3개의 주제에서 Table 5와 같이 확인할 수 있었는데, 설명형에 포함된 경우가 많았다. 3학년 2학기에서는 소리의 전파에 따른 파동의 세기, 정상파와 선밀도와 장력에 따른

속력 식이 제시되어 있었으며, 4학년 1학기에서는 만유인력의 법칙, 용수철 상수에 따른 훅의 법칙, 뉴턴의 운동 제 2법칙, 토크, 음의 법칙과 관련된 식이 제시되어 있었다. 6학년 2학기에는 운동에너지 식, 역학적 에너지 보존 법칙을 다루는 식이 참고자료로 나타나 있었다. 지도서에 있는 참고자료의 경우, 교사들이 학생들에게 추가로 다양한 자료를 제시할 수 있는 예시가 될 수 있다는 점에 그 의미가 있다고 할 수 있다. 따라서 앞으로의 지도서에서는 참고자료를 제시할 때 일률적인 설명형 형식에서 벗어나 수업에 활용할 수 있고, 타 교과와의 융합 수업에도 용이한 다양한 형식의 참고자료를 도입해야 할 것이다.

■ 물속에 있는 물체가 실제 모습과 다르게 보이는 예



Fig. 9. Examples of using cartoon (6-1).

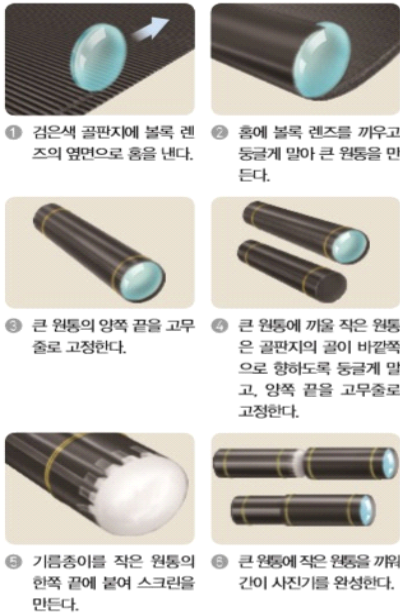
4. 참고자료의 시각자료 유형

2015 개정 교육과정 초등학교 과학과 지도서에 제시된 참고자료의 시각자료 유형은 Table 6과 같다. 삽화형이 154개로 총 54.0%의 비율이었으며, 사진형이 113개 39.6%의 비율로 뒤를 잇고 있었다. 이 두 시각자료 유형이 전체의 93.6%를 차지하고 있어 과학과 지도서에 제시된 대부분의 자료가 이에 해당함을 나타내고 있다. 그 외에 표의 형태가 14개로 5.0%의 비율이었으며, 그래프와 만화는 각각 1.1%, 0.3%에 해당하였다.

과학과 지도서에 삽화형과 사진형이 많은 이유는 특별한 선행 지식이나 방법을 요구하지 않아 직관적으로 이해하기 쉬우며(Koh et al., 2017), 표와 그래프보다 더욱 호소력 있게 다가올 수 있기 때문

■ 원통형 간이 사진기 만들기

- 준비물: 검은색 골판지(8천지 도화지 크기) 두 장, 볼록 렌즈 (지름 50 mm), 기름종이, 고무줄 네 개, 셀로판테이프, 가위
- 만드는 방법



1. 막대자석의 N극을 고정 난(자석의 성질을 잃은) 나침반 바늘의 N극에 맨다.
2. 다른 막대자석의 N극을 고정 난 나침반 바늘의 S극에 맨다.
3. 처음 막대자석의 N극을 댄 뒤, 막대자석의 S극을 고정 난 나침반 바늘의 N극에 천천히 가져간다.
4. 고정 난 나침반 바늘의 S극에는 막대자석의 N극을 대고 고정 난 나침반 바늘의 N극에는 막대자석의 S극을 가까이 한 채, 양 손에 잡고 있는 막대자석을 이용해 나침반 바늘을 좌우로 5~6초간 움직이게 한다. 막대자석을 배열해 놓고 나침반 바늘이 있는 부분을 손가락으로 톡톡 치면서 5~6초간 그대로 두어도 좋다.
5. 스마트폰의 나침반 애플리케이션이나 고정 나지 않은 나침반으로 고정 했던 나침반의 바늘이 제대로 된 방향을 가리키는지 확인한다.

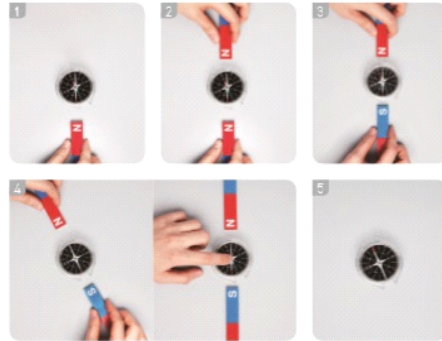


Fig. 10. Examples of step-separated form (6-1, 3-1).

Table 5. The major formula presented by grade

		주요 수식
		$A^2 \propto \frac{1}{r^2}, I \propto A^2 f^2, I \propto \frac{1}{r^2}, A \propto \frac{1}{r}$ (진폭 A , 진동수 f , 파동세기 I)
3-2		$L = \frac{\lambda}{2}, f = \frac{v_0}{\lambda}$ (관의길이 L , 공기중의 속도 v_0 , 파장 λ) $v = \sqrt{\frac{T}{l}}$ (소리의 속도 v , 장력 T , 선밀도 l)
4-1		$F = Gm_1m_2/r^2$ (중력상수 G , 질량 m , 거리 r) $F = -kx$ (용수철에 작용하는 힘 F , 용수철 상수 k , 늘어난 길이 x) $a = \frac{F}{m}$ (가속도 a , 힘 F , 질량 m) $\tau = rF\sin\theta$ (토크 τ , 거리 r) $V = IR$ (전압 V , 전류 I , 저항 R)
6-2		$E_k = \frac{1}{2}mv^2$ (질량 m , 속도 v) 역학적 에너지 = 위치에너지 + 운동에너지

이라고 할 수 있다(Roth et al., 2015). 또한, 저작권의 문제만 해결된다면 간단한 검색만으로도 자료를 쉽게 구할 수 있는 경제성도 영향을 미친 것으로 해석할 수 있다. 하지만 과학과에서 많이 활용하는 표와 그래프의 비중이 지도서에서 너무 낮은

것은 또 다른 문제점이라 할 수 있는데, 4학년 2학기와 6학년 1학기의 경우는 표와 그래프로 제시된 자료가 없었으며, 3학년 1학기과 5학년 1학기는 표와 그래프 중 표는 있지만, 그 빈도가 1개로 개선이 필요해 보였다. 한편, 4학년 1학기에서 제시된 그래

Table 6. Frequencies of reading materials types of visual data by grade (%)

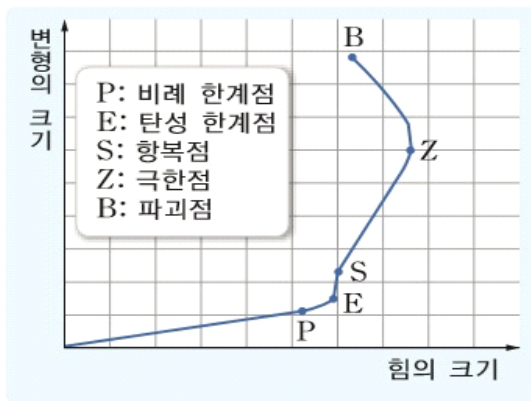
시각자료 유형	3-1	3-2	4-1	4-2	5-1	5-2	6-1	6-2a	6-2b	합계
사진	15 (30.0)	1 (5.0)	6 (28.6)	24 (53.3)	22 (73.3)	8 (30.8)	5 (22.7)	15 (34.1)	17 (62.9)	113 (39.6)
삽화	34 (68.0)	17 (85.0)	10 (47.6)	21 (46.7)	7 (23.3)	13 (50.0)	16 (72.7)	28 (63.6)	8 (29.6)	154 (54.0)
표	1 (2.0)	2 (10.0)	3 (14.3)	. (0.0)	1 (3.4)	4 (15.4)	. (0.0)	1 (2.3)	2 (7.5)	14 (5.0)
그래프	. (0.0)	. (0.0)	2 (9.5)	. (0.0)	. (0.0)	1 (3.8)	. (0.0)	. (0.0)	. (0.0)	3 (1.1)
만화	. (0.0)	. (0.0)	. (0.0)	. (0.0)	. (0.0)	. (0.0)	1 (4.6)	. (0.0)	. (0.0)	1 (0.3)
합계	50 (100.0)	20 (100.0)	21 (100.0)	45 (100.0)	30 (100.0)	26 (100.0)	22 (100.0)	44 (100.0)	27 (100.0)	285 (100.0)

프는 Fig. 11과 같이 모두 용수철과 관련되어 있었는데, 용수철의 늘어난 길이와 힘과의 관계를 통해 그 기울기가 용수철 상수임을 나타내는 그래프와 탄성 한계를 지났을 때, 변형이 일어나는 것을 설명한 그래프였다. 5학년 2학기에서는 평균 속력과 순간 속력의 관계를 나타낸 그래프로 관련된 운동 개념을 설명하고 있었다. 과학과에서 표와 그래프는 현재의 상태를 나타내거나 객관적인 데이터를 통하여 현상을 설명하는 데 유용한 도구이자 표현 방법이라 할 수 있으며 특히, 물리영역은 그래프를 통해 개념을 이해하는 경우가 매우 빈번하다 할 수 있다. 따라서 앞으로 과학과 지도서 물리영역에서 제시되는 참고자료 속 시각자료로 표와 그래프의 비율을 더욱 늘리려는 노력이 필요할 것이다. 아울

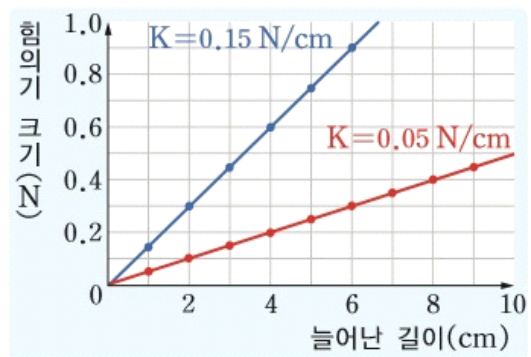
러 앞으로의 지도서에는 참고자료 속 시각자료 전반에서 풍부한 유형의 자료를 제시하여 수업을 준비하는 교사들의 어려움을 덜어주고, 사진과 삽화에 집중되어 있던 전통적인 시각자료의 유형의 다양화를 추구해야 할 것이다.

IV. 요약 및 제언

본 연구에서는 2015 개정 교육과정에 따른 초등 학교 과학과 교사용 지도서의 물리영역 속에 제시된 참고자료를 대상으로 주제, 목적, 제시방식 측면에서 분석하였고, 참고자료와 함께 있는 시각자료에 대해서도 그 유형을 분석하였다. 연구 대상이 된 단원은 초등학교 3학년 1학기부터 6학년 2학기



▲ 물체에 작용하는 힘과 변형



▲ 두 용수철의 늘어난 길이와 용수철에 작용하는 힘의 크기와의 관계

Fig. 11. Examples of graph type (4-1).

까지의 물리영역 총 9개 단원이었으며, Koh *et al.* (2017)의 연구에서 활용하였던 분석 기준을 일부 수정하여 사용하였다.

참고자료의 주제 유형을 분석한 결과, 교과서에서 다루는 물리영역 개념에 관련한 정보를 추가적으로 제시하는 과학지식 유형이 전체 참고자료 중 53.8%를 차지하고 있었다. 이는 교사들의 수업 준비와 수행을 안내하고 지원하는 지도서 본연의 역할(Lee & Lim, 2016)과 교사들이 느낄 수 있는 보다 보충된 과학개념 습득요구를 반영한 것으로 볼 수 있었다. 특히, 4학년 1학기에서 과학지식 비율이 높은 것은 역학 관련 개념을 다양하게 소개하고 있는 점이 작용한 것으로 생각되었다. 실생활 응용 유형은 20.4%로 참고자료 속에 우리 생활과 밀접한 예시를 활용하여 과학 개념의 적용 범위를 확장하려는 노력이 보였으며, 보충 탐구실험 및 활동 유형과 과학교육 및 오개념 유형을 통해 교사들의 어려움을 조력하려는 점을 확인하였다. 한편, 과학자 및 과학사 유형의 비중은 0.9%로 매우 낮았는데, 과학사의 내용이 과학자들의 탐구 과정에 대한 중요성을 인식시켜(Kang & Shin, 2011) 교사들에게 과학이 가지는 역할을 분명하게 전달할 수 있으며, 또한 학생들에게 소개가 되었을 때의 흥미 증가로 학습에 있어 수동적인 태도를 줄일 수 있는 순기능적인 측면을 생각해 보았을 때 매우 부족한 비율이었다. 이와 더불어 환경 및 첨단과학 유형도 비율이 낮았는데, 추후 지도서 개발에 있어서 개선이 필요해 보였다.

참고자료의 목적 유형을 분석한 결과는 지식제공 유형의 비율이 40.5%로 가장 높았다. 이는 초등학교 과학과 지도서가 기본적으로 교과서에 제시된 과학개념을 충실하게 담아내고 있지만 폭넓게 관련된 지식 역시 담아내고 있으며, 다양한 정보를 수록한 종합 안내서 역할로의 시도를 하고 있음을 나타낸다고 할 수 있었다. 또한, 교과서의 수록된 개념을 보충하는 역할인 개념보충 유형은 30.2%, 보다 심화된 개념을 제시하는 개념심화 유형이 29.3%로 과학개념에 대한 설명적인 기능도 수행하고 있었다. 다만, 현재 많은 초등학교 교사들이 유료 교수학습 사이트나 교사 내부 커뮤니티들의 공유자료들도 많이 참고하여 그 자료의 정확성이 결여되고 흥미 위주의 콘텐츠만 선호하는 현실에서 실질적으로 도움을 줄 수 있는 방법과 목적을 가진

수준에 맞는 지도서 개발이 필요할 것으로 생각되었다.

참고자료의 제시방식은 학년과 학기에 상관없이 거의 모든 참고자료가 설명형으로 제시되어 있었으며, 이야기형, 만화형, 단계 구분형은 상대적으로 매우 적은 비율을 차지하고 있었다. 하지만 설명형 자료는 읽기에 부담이 되고, 이해를 하는데에도 시간이 오래 걸리는 측면이 있으므로 그 활용성이 떨어질 우려가 있다. 따라서 현재 지도서보다 다양한 제시방식의 도입으로 참고자료 활용의 유용성을 높여야 할 것으로 보였다. 한편, 분석의 범주로 나눈 수식형 또한 설명형 자료에 포함된 경우가 많았는데, 3학년 2학기 및 4학년 1학기, 6학년 1학기에서 다양한 식으로 참고자료를 보충하고 있었다. 세부적으로 파동과 정상파, 만유인력의 법칙, 흑의 법칙, 역학적 에너지 보존 등과 관련된 식으로 구성되어 있었다.

과학에서의 의사소통과 정보전달을 위한 시각자료는 글로는 전달할 수 없는 의미를 독특한 방식으로 축약하여 전달하는 역할을 한다(Koh *et al.*, 2017; Wellington & Osborne, 2001). 이와 같이, 교사용 지도서에서는 하나의 자료에 복수의 시각자료를 제시하여 지도서를 활용하는 교사들에게 도움을 주고 있었는데, 사진과 삽화의 유형이 93.6%를 차지하고 있었다. 하지만 사진과 삽화의 직관적인 해석의 용이성을 고려하더라도 다양한 형식을 갖추지 못한 문제점을 가지고 있었다. 또한, 표와 그래프의 비율은 각각 5.0%와 1.1%로 과학과 물리영역에서 두 유형이 가지는 중요성을 간과하였다고 해석할 수 있어 이에 대한 개선이 필요해 보였다.

지금까지의 지도서 참고자료는 이를 개발하는 집필진의 주제에 대한 개인적인 선호와 한정된 지면의 구성 등으로 인하여 주관적인 성격을 가졌다고 할 수 있다. 하지만, 앞으로의 지도서에서는 현재 교사들의 과학개념 인지 수준, 학생과 교사들의 관심, 과학개념과의 연관성을 깊이 고려하여 내용을 수록할 수 있도록 해야 할 것이다. 물론 현재까지 과학과 교사용 지도서 속 참고자료를 어떤 유형과 방식으로 제시하는 것이 효과적인지에 대해서는 명확한 결론과 기준이 정의되지 않은 상태이기 때문에, 그 내용과 구성 방식에 대하여 추가적인 연구가 함께 이루어져야 할 것이다.

2015 개정 교육과정에 따른 초등학교 과학과 교

사용 지도서 속 참고자료는 교수·학습 활동에 필요한 활동 안내와 함께 혼재하여 제시되고 있으며, 현재는 지도서와 함께 DVD와 USB 자료가 배부되어 활용의 유연성과 자료의 접근성이 높아진 것도 사실이다. 하지만 본 연구에서 탐색한 다양한 유형의 참고자료와 별개로 이를 선택하고 습득하여 활용하는 것은 오로지 교사의 몫이다. 따라서 지도서의 참고자료를 제시하는 것과 함께 고려해야 할 문제가 이를 활용하는 교사는 어떻게 이해하고 수용하는지에 대한 문제이며, 지도서를 이용하는 주체인 교사를 대상으로 한 지도서 활용 연구를 추후 진행해야 할 것이다.

참고문헌

- Ann, J., Jung, Y., Lee, K. & Kang, S. (2019). Analysis of the reading materials in the chemistry domain of elementary school science and middle school science textbooks and chemistry i and ii textbooks developed under the 2009 revised national science curriculum. *Journal of the Korean Chemical Society*, 63(2), 111-122.
- Appleton, K. (1995). Student teachers' confidence to teach science: Is more science knowledge necessary to improve self confidence?. *International Journal of Science Education*, 17(3), 357-369.
- Ball, D. L. & Cohen, D. K. (1996). Reform by the book: What is-or might be-the role of curriculum materials in teacher learning and instructional reform. *Educational Researcher*, 25(9), 6-8, 14.
- Chin, J., Seo, J., Kim, K. & Lee, N. (2007). The research on textbook evaluation(1): Establishing a system for textbook quality management. *Korea Institute for Curriculum and Evaluation*, RRC 2007-5.
- Choi, H. (2011). Preservice elementary teachers' views about physics and biology. *Korean Journal of Teacher Education*, 27(4), 203-221.
- Dede, C. (2006). The evolution of online teacher professional development. Online professional development for teachers: Emerging models and methods, 1-11.
- Grossman, P. L. (1990). The making of a teacher. Columbia Univ.: Teachers College Press.
- Jang, M., Joung, Y. & Kim, H. (2011). The elementary school teachers' conceptions and utilization on the general remarks in the science teacher's guide. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 30(4), 535-552.
- Jang, M., Joung, Y. & Kim, H. (2011). The elementary school teachers' conceptions and utilization on the general remarks in the science teacher's guide. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 30(4), 535-552.
- Jeon, Y. (2006). Understanding American teachers' use of teachers' manuals: Two case studies. *The Journal of Korean Teacher Education*, 23(3), 5-24.
- Kang, Y. & Shin, Y. (2011). The effect of various instructional activities using the history of science on science learning motivation of elementary school students. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 30(3), 330-339.
- Kil, Y. (1999). An analysis of the educational context of teaching methods. *The Journal of Curriculum Studies*, 17(2), 39-63.
- Kim, G. (2013). Elementary school teachers' conceptions and utilization in the 5, 6th grade science teacher's guide revised in 2007. Daegu National University of Education. Master's thesis. Korea.
- Kim, G. & Lee, H. (2016). The analysis on question's patterns in elementary school science teacher's guidebooks of 5, 6th grade under the 2009 revised curriculum. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 35(1), 1-12.
- Kim, Y. & Yoo, J. (2019). Exploring elementary teachers' difficulties on teaching science by analyzing questions in an autonomous online teacher community: Focusing on physics questions in indischool. *Journal of Korean Association of Science Education*, 39(1), 73-88.
- Koh, H., Seok, J. & Kang, S. (2017). Analysis of the reading materials in elementary school science textbooks developed under the 2009 revised national science curriculum. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 36(2), 129-142.
- Kwak, Y. (2006). Definition of pedagogical content knowledge and ways of raising teaching professionalism as examined by secondary school science teachers. *Journal of Korean Association of Science Education*, 26(4), 527-536.
- Kwon, C., Park, B. (2011). The teacher's recognition and utilization for subject of new science teacher's guide in the elementary school. *The Journal of Korea elementary education*, 21(2), 247-260.
- Kwon, J., Jung, W. & Kim, Y. (2001). Teachers' perception and improvement on the elementary science teacher's guide. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 20(1), 75-89.
- Lee, S. A., Jhun, Y. S., Hong, J. E., Shin, Y. J., Choi, J.

- H. & Lee, I. H. (2007). Research articles : Difficulties experienced by elementary school teachers in science classes. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 26(1), 97-107.
- Lee, S. & Lim, H. (2016). Elementary school teachers' use of science teacher's guide for lesson preparation: focused on grade 3-4 science curriculum revised in 2009. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 35(2), 205-215.
- Loughran, J., Milroy, P., Berry, A., Gunstone, R. & Mulhall, P. (2001). Documenting science teachers' pedagogical content knowledge through PaP-eRs. *Research in Science Education*, 31(2), 289-307.
- Noh, M., Jeong, H. & Yoon, J. (2004). A study on the concept of textbook and its internal system for effective teaching-learning in schools. Korea Textbook Research Foundation.
- Oh, P. (2011). "Unfillable cups": Meanings of science classes to elementary school teachers. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 31(2), 271-294.
- Roth, W. M., Pozzer-Ardenghi, L. & Han, J. (2015). Critical graphi-cacy: Understanding visual representation practices in school science; Springer-Kluwer: Dordrecht, Holland.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Trowbridge, L. W., Bybee, R. W., Powell, J. C. & Teaching Secondary. (2004). School science: Strategies for developing scientific literacy, Pearson Prentice Hall: Upper Saddle River.
- Varley, P. J. (1975). Science in the primary school. Research Branch, Department of Education, Queensland.
- Wellington, J. & Osborne, J. (2001). Language and literacy in science education. buckingham, UK: Open University Press.

김형욱, 서울대학교 대학원 학생(Kim, Hyunguk; Graduate student, Seoul National University).

† 송진웅, 서울대학교 교수 및 교육종합연구원 겸무연구원(Song, Jinwoong; Professor & Adjunct Researcher, Center for Educational Research, Seoul National University).