

초등학교 교사들에 의해 제기된 2007 개정 교육과정에 따른 초등학교 3~4학년 과학 교과서의 문제점 분석

강훈식 · 윤혜경 · 이대형
(춘천교육대학교)

Analyses on Problems of Grade 3~4 Science Textbooks Developed for 2007 Revised National Curriculum Raised by Elementary School Teachers

Kang, Hunsik · Yoon, Hye-Gyoung · Lee, Dae-Hyung
(Chuncheon National University of Education)

ABSTRACT

In this study, we analyzed the problems of grade 3~4 science textbooks developed for the 2007 revised national curriculum raised by elementary school teachers. 53 elementary school teachers were selected and asked to complete the open questionnaire to find out the problems they experienced or perceived when they taught the corresponding unit of the science textbooks. The responses were coded and categorized through researchers' cross analysis. The result revealed various problems in using the science textbooks in real classroom context. The problems were divided into three dimensions as inquiry activity aspect, science knowledge aspect, and science learning assessment aspect. Each dimension consisted of several categories. We explained the frequency and representative examples of the problems in each category. These can provide some guidelines and implications for new science textbook developers and science education policy makers.

Key words : science textbook, problem, elementary school teacher

I. 서 론

흔히 교과서란 교육과정의 목표와 내용을 실현하기 위해 개발된 잘 만들어진 하나의 자료에 불과하다고 주장되고 있다. 그러나 실제 학교 현장, 특히 국정 교과서 체제를 취하고 있고, 해당 교사들의 과학 수업 전문성이 상대적으로 부족한 초등학교 현장에서 과학 교과서가 차지하고 있는 역할과 비중은 이보다 훨씬 크다(임채성 등, 2007; Armbruster, 1993; Bentley *et al.*, 2000; Cole & Griffin, 1987; Martin, 1997; Roth *et al.*, 1987; Wellington & Osborne, 2001). 즉, 우리나라에서는 효율적인 초등

과학 학습 지도를 위해 과학 교과서와 실험 관찰, 교사용 지도서 등의 과학 교과용 도서를 개발하여 보급하고 있는데, 대부분의 교사들이 이 자료들에 제시된 모든 내용을 학생들에게 가르쳐야만 하는 것으로 인식하고 있으며, 그렇지 않은 경우에는 수업에 태만한 교사로 인식되는 경향이 있다. 또한 어떠한 재구성 과정 없이 과학 교과서에 제시된 순서에 따라 과학 수업을 진행하는 교사들도 매우 많다. 흔히 “교육의 질은 교사의 질이 좌우한다.”고 하는데, 적어도 초등 과학교육 상황에서는 “교육의 질은 교과서의 질이 좌우한다.”는 말이 현실을 더 잘 반영한다고 할 수 있다.

이런 점에서 볼 때, 교육과정이 효과적으로 구현되기 위해서는 무엇보다 교과서가 교육과정의 목표와 내용에 맞게 개발 및 활용되어야 할 것이다. 그러나 개발 기간이 비교적 짧고, 개발자들의 주된 업무가 교과서 개발이 아닌 우리나라의 경우, 교과서 개발 과정에서 교과서에 대한 검토 및 의견 수렴 과정이 충분하지 않아 교과서에 다양한 문제점들이 발생할 가능성이 있다. 많은 과학교육 연구자들이 교과서에 주목하는 이유도 바로 여기에 있다고 할 수 있다. 다양한 측면에서 과학 교과서의 문제점을 분석하여 그 개선 방안을 모색하기 위한 연구가 진행되었다(강대훈과 백성혜, 2003; 강훈식 등, 2009; 고한중 등, 2010; 권치순과 신원섭, 2010; 권치순과 조한수, 2011; 권계현과 박일우, 2010; 백남권, 2012; 서예원, 2007; 심규철 등, 2007; 신동희와 오가희, 2011; 양일호 등, 2007; 유지연 등, 2011; 이정아, 2011). 이러한 연구들을 통해 현 과학 교과서의 문제점과 개선 방안에 대한 유용한 정보들을 얻을 수 있지만, 이 정보들은 대체적으로 학술적이고 특정 영역에 제한되어 있다고 할 수 있다. 특히 교과서의 가장 중요한 수요자라고 할 수 있는 교사가 실제로 교과서를 활용하여 학생들의 과학 학습을 지도할 때 발생하는 문제점과 개선 방안에 대한 실질적인 정보는 매우 제한적이었다. 따라서 교과서를 통해 교육과정을 효과적으로 구현하기 위해서는 비록 소수의 교사들이라 할지라도 이들이 실제적인 교수-학습 경험을 통해 현 교과서에 대하여 제기하는 비판과 문제점에 많은 관심을 가질 필요가 있다. 최근 고시된 '2011년 개정 교육 과정(교육인적자원부, 2011)'에 따라 새로운 교과서가 개발되고 있는 현 상황을 고려할 때, 그 필요성과 중요성은 더욱 크다고 할 수 있다.

이에 이 연구에서는 초등학교 교사들에 의해 제기된 2007 개정 교육과정에 따른 초등학교 3~4학년 과학 교과서의 문제점을 분석하고, 그 개선 방안을 제안하였다. 이를 통해 얻은 정보들은 새 교육과정에 따라 교과서를 개발하는 과정에서 유용하게 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

II. 연구 방법 및 절차

1. 연구 대상 및 절차

2011 개정 교육과정에서는 2007 개정 교육과정의 초등학교 3~4학년 과학 16개 단원 중 '날씨와 우리 생활(3학년 1학기)' 단원과 '열 전달과 우리 생활(4학년 2학기)' 단원이 제외되었다. 이 2개 단원을 제외한 14개 단원에 대해, 각 단원별로 3~4명, 총 53명의 초등학교 교사를 선정하였으며, 이들의 구체적인 배경 정보는 표 1과 같다. 이 교사들은 모두 과학 심화 전공자이고, 해당 단원을 지도한 경험이 있었다. 또한, 각 단원별로 1명의 교사는 2011 개정 교육과정에 따른 초등학교 3~4학년 과학 교과서의 해당 단원을 집필하고 있었다. 선정된 교사를 대상으로 전자 우편에 의한 설문 조사를 실시하였다. 각 단원별로 새 교과서 집필 교사를 제외한 2~3명의 교사가 각각 차시별 문제점을 문서로 정리하고, 이를 새 교과서 집필 교사 1명이 검토하면서 자신의 의견을 추가하여 공통된 의견을 정리하였다. 경우에 따라서는 3~4명의 교사가 함께 논의하면서 해당 단원에 대한 설문지를 작성하기도 하였다. 따라서 본 연구에서 분석된 설문은 교사 개인보다는 3~4명의 공통된 의견이라고 볼 수 있다.

2. 검사 도구

이 연구에서는 '초등학교 3~4학년 과학 교과서의 문제점에 대한 설문지'를 사용하였다. 이 설문지는 '배경 정보'와 '해당 단원의 문제점'의 두 부분으로 구성하였다. '배경 정보' 부분은 단원명, 해당

표 1. 설문에 참여한 교사들의 배경 변인별 빈도(%)

| | 구분 | 빈도(%) |
|-------|-----------------|----------|
| 성별 | 남 | 18(34.0) |
| | 여 | 35(66.0) |
| 교직 경력 | 5년 미만 | 3(5.7) |
| | 5~10년 미만 | 19(35.8) |
| | 10~15년 미만 | 20(37.7) |
| | 15~20년 미만 | 7(13.2) |
| | 20년 이상 | 4(7.5) |
| 지역 | 강원도 | 8(15.1) |
| | 수도권(서울, 경기, 인천) | 28(52.8) |
| | 충청도 | 8(15.1) |
| | 경상도 | 4(7.5) |
| | 전라도 | 4(7.5) |
| | 제주도 | 1(1.9) |

교사 모두의 지역, 성, 교직 경력을 묻는 문항으로 구성하였다. ‘해당 단원의 문제점’ 부분에서는 과학 교과서, 실험 관찰, 교사용 지도서 등의 과학 교과용 도서를 사용하여 해당 단원을 지도할 때의 문제점을 제시하도록 하였다. 이때 구체적인 사례와 근거를 들면서 서술하도록 하였다. 사례와 근거를 제시할 경우에는 과학 교과용 도서의 관련 내용을 이미지 형태로 제시하고, 해당 쪽수를 기재하도록 하였다. 응답의 편의를 위해서 문제점을 크게 ‘탐구 활동 측면에서의 문제’, ‘과학 지식 측면에서의 문제’, ‘과학 학습 평가 측면에서의 문제’ 세 가지 차원에서 고려해 보도록 하였고, 이에 해당되는 예시 범주와 사례도 제시하였다. 그러나 예시 범주와 사례는 참고만 하고 응답자가 자유롭게 문제점과 사례를 서술하도록 강조하였다.

이 설문지는 모든 연구자들이 함께 개발하였으며, 여러 차례에 걸친 연구자들 간의 논의를 통한 수정 작업과 초등학교 교사들의 검토를 통해 최종 완성하였다.

3. 결과 분석

자료 분석을 통해 도출한 범주를 바탕으로 자료를 재검토하는 과정을 지속적으로 반복하여 범주를 정교화 시키는 질적 자료 분석 방법인 지속적 비교 방법(Strauss & Corbin, 1998)을 사용하여 설문지를 분석하였다. 우선 연구자 중 2인이 모든 설문지를 분석하여 타당한 문제점이라고 판단되는 내용만을 합의의 통해 선정하였다. 따라서 이후 제기된 문제점은 해당 교사들과 연구자들이 공통적으로 인정한 문제점이다. 선정한 내용을 연구자 2인이 각자 분석하여 일차적으로 범주를 추출하고, 추출된 범주를 바탕으로 모든 설문지의 해당 내용을 다시 분석하면서 범주의 적절성과 타당성을 점검하고 범주를 정교화 시켰다. 이러한 과정을 거쳐 최종 범주를 확정하고, 이 범주에 따라 설문지의 사례들을 다시 코드화하였으며, 연구자가 분류한 코드가 불일치하는 경우 모두 논의를 통하여 합의에 이르렀다. 또한 모든 연구자들 간의 반복된 논의를 통해 연구 결과를 해석하고 결론을 도출하였다.

III. 연구 결과 및 논의

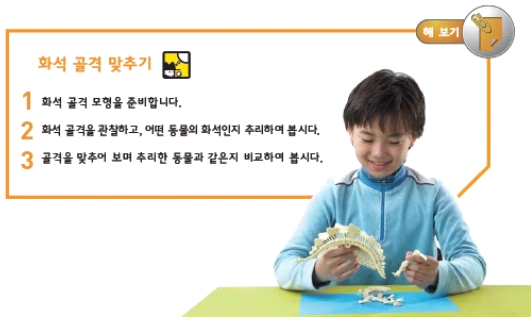
연구 결과는 ‘탐구 활동 측면’, ‘과학 지식 측면’, ‘과학 학습 평가 측면’ 세 차원으로 구분하고, 각 차원에 해당되는 세부 범주별로 그 범주에 해당되는 문제점이 포함된 단원과 그 발생 빈도를 제시하였다. 또한 각 범주별로 나타나는 대표적인 문제점의 사례를 들면서 특징을 기술하고 논의하였다.

1. 탐구 활동 측면에서의 문제

탐구 활동 측면에서의 문제는 크게 5가지로 범주화되었으며, 이를 분석한 결과는 표 2와 같다. 총 14개 단원 중 ‘학습 목표와 연계성이 부족한 활동인 경우’는 4개(28.6%) 단원, ‘탐구 활동 수행 자체가 어려운 경우’는 8개(58.1%) 단원, ‘탐구 활동 방법이나 재료의 개선이 필요한 경우’는 9개(64.3%) 단원, ‘실험 관찰의 내용, 형식, 분량 등이 부적절한 경우’는 11개(78.6%) 단원, ‘교사를 위한 활동 방법 안내가 미흡한 경우’는 7개(50.0%) 단원에서 지적되었다. 전체적으로 가장 높은 빈도를 나타낸 것은 ‘탐구 활동 방법이나 재료의 개선이 필요한 경우’와 ‘실험 관찰의 내용, 형식, 분량 등이 부적절한 경우’로 각각 탐구 활동 측면에서의 문제점 중, 33.3%의 발생 빈도를 보였다. ‘탐구 활동 수행 자체가 어려운 경우’와 ‘교사를 위한 활동 방법 안내가 미흡한 경우’가 나타난 단원도 각각 절반 정도로 비교적 많은 편이었다. ‘학습 목표와 연계성이 부족한 활동인 경우’가 나타난 단원도 약 30%나 되었다. 즉, 교과서를 활용하여 탐구 활동을 진행할 때 대부분의 단원에서 다양한 문제점, 특히 탐구 활동 방법이나 재료 및 실험 관찰의 적절성 측면에서의 문제점이 비교적 많이 발생되고 있음을 알 수 있다. 각 범주의 구체적 내용과 예는 다음과 같다.

1) 학습 목표와 연계성이 부족한 활동인 경우

이 범주는 탐구 활동 내용이나 결과가 해당 차시의 주요 학습 목표 혹은 학습 내용과 거리가 있는 경우이다. 예를 들어, 4학년 2학기 ‘지층과 화석’ 단원에는 해보기 활동으로 화석 골격 맞추기 활동이 제시되어 있다. 그런데 이 활동이 ‘과학자들이 화석을 발굴하는 과정을 따라 할 수 있다.’와 ‘화석의 이용 사례를 제시하고 설명할 수 있다.’는 학습 목표를 달성하는데 비효과적이며, 단순히 만들기 활동으로 끝날 수 있음이 지적되었다.



이 활동이 학습목표에 적합하지 않은 활동인 것 같다. 과학자처럼 화석을 발굴하고 연구하는 과정을 알아보는 활동인 것 같은데 만들기 수업으로 끝나는 경우가 되기 때문이다. 이렇게 시중에 판매되고 있는 화석 모형은 골격을 맞추는 활동이 과연 화석 발굴과정 및 화석의 이용사례를 알아보는 학습목표에 얼마나 부합되는 활동인지도 의문이 생긴다. 실제 이 활동을 하면서 아이들은 오로지 모형 골격 맞추기에 급급하지 실제 화석 발굴과정이나 화석 이용사례와 연관시키지 못하는 경우가 대부분이다.

(‘4학년 2학기 교과서 72쪽’ 관련 지적 내용 중에서)

‘해보기 활동’은 학생의 흥미 유발을 위한 것일 수 있고 교사의 재량에 따라 수행하지 않을 수 있는

것이기도 하지만, 교과서에 제시된 모든 활동을 충실하게 수행하려는 교사라면 이는 충분히 당면할 수 있는 문제이다. 이외에도 가면을 쓰고 만나서 식물체를 만들어 보는 역할극(3학년 2학기 교과서 89쪽), 나무껍질 본뜨기 활동(4학년 2학기 교과서 29쪽) 등도 주요 학습 목표와 연관성이 낮은 활동으로 지적되었다.

다른 범주에 비해 이 범주의 발생 비율은 낮지만 (6.9%) 교과서에 제시된 활동이 학습 목표에 긴밀하고 유기적으로 연계되어야 하는 것은 매우 중요한 요건이다. 그럼에도 이에 대해 충분한 검토 과정이 이루어지지 않았기 때문에 이런 결과가 나타났다고 볼 수 있다. 따라서 이후 탐구 활동을 선정할 경우에는 학습 내용을 이해하고 학습 목표를 달성하는 데 효과적으로 활용될 수 있는 활동인지를 검토하여 엄선하는 것이 필요하다.

2) 탐구 활동 수행 자체가 어려운 경우

이 범주에는 활동 과정이 복잡하거나 어려워서 학생 스스로 수행하기 어려운 경우, 시간이 오래 걸리는 활동이라 1~2차시로 진행하기 어려운 경우, 기타 현실적인 학교 여건으로 수행이 거의 불가능한 경우 등이 해당되며, 발생 비율은 11.5%이

표 2. 탐구 활동 측면에서의 문제에 대한 분석 결과

| 단원명 | 문제점 | 학습 목표와 연계성이 부족한 활동인 경우 | 탐구 활동 수행 자체가 어려운 경우 | 탐구 활동 방법이나 재료의 개선이 필요한 경우 | 실험 관찰의 내용, 형식, 분량 등이 부적절한 경우 | 교사를 위한 활동 방법 안내가 미흡한 경우 |
|-------------------|-----|------------------------|---------------------|---------------------------|------------------------------|-------------------------|
| 3-1-1. 우리 생활과 물질 | - | - | 1 | 3 | - | - |
| 3-1-2. 자석의 성질 | - | - | - | 2 | 1 | 1 |
| 3-1-3. 동물의 한 살이 | - | - | - | 4 | 3 | - |
| 3-2-1. 액체와 기체의 부피 | - | - | 1 | 2 | 1 | - |
| 3-2-2. 동물의 세계 | - | - | - | 1 | - | - |
| 3-2-3. 혼합물의 분리 | 2 | - | 1 | - | - | 1 |
| 3-2-4. 빛과 그림자 | 1 | - | - | - | 3 | 2 |
| 4-1-1. 무게 재기 | - | - | - | 4 | 1 | - |
| 4-1-2. 지표의 변화 | - | - | - | - | 2 | 1 |
| 4-1-3. 식물의 한 살이 | - | - | 2 | 3 | 5 | 1 |
| 4-1-4. 모습을 바꾸는 물 | - | - | 1 | - | 2 | 1 |
| 4-2-1. 식물의 세계 | 2 | - | 1 | 6 | 2 | - |
| 4-2-2. 지층과 화석 | 1 | - | 2 | 4 | 7 | 6 |
| 4-2-4. 화산과 지진 | - | - | 1 | - | 2 | - |
| 계 | | 6 | 10 | 29 | 29 | 13 |

있다. 대표적인 예로 3학년 2학기 ‘혼합물의 분리’ 단원에 제시된 두부 만들기 활동을 들 수 있다. 이 활동은 불과 뜨거운 물을 다루어야 할 뿐만 아니라 활동이 복잡하고 시간도 많이 걸리기 때문에, 교사의 도움이 없이 초등학교 3학년 학생들끼리 이 활동을 수행하기는 어렵다. 교사가 콩물이나 간수를 적절하게 준비하는 것도 현실적으로 어려운 상황이다.

이 두부 만들기 활동은 고학년이나 최소한 4학년 이상에서 실시해야 한다. ... (중략)... 이 활동은 뜨거운 물을 아이들이 들고 부어야 하는 활동인데, 아무리 주의를 주어도 뜨거운 냄비나 그릇을 떨어뜨리거나 화상을 입는 경우가 많았다. 그리고 허겁지겁 깔고 덩어리를 걸러내는 거름 방법을 이용하는데, 이때 허겁지겁 엉켜버리고 멍쳐서 아이들은 이것 편다고 하다가 손을 데이고, 그릇을 흔들고, 물을 엷지른다. 고학년인 경우 좀 더 뜨거운 물과 그릇을 잘 다룰 수 있을 것이다. 또, 지도서에는 수업 하루 전에 콩을 불린 다음 수증기 전에 갈아서 학생들에게 제공하라고 되어 있지만, 현 학교 실정에서 다인수 학습, 다 학급의 경우 교사가 콩을 갈아 준비하기란 매우 어려운 일이다. 대부분 콩물을 사서 준비하는데 냉장 보관을 해도 쉽게 상하기도 하며, 이 경우 응고가 되지 않아 실험이 제대로 안 되는 경우가 많다. (3학년 2학기 교과서 96-97쪽) 관련 지적 내용 중에서)

이외에도 야외에 나가 지층이나 암석을 관찰하고 채취하는 활동(4학년 2학기 교과서 54-55쪽)의 경우, 학교 근처에서 적절한 장소를 찾기도 어렵고, 한 차시 수업을 위해 야외 학습 인솔을 준비하기에도 현실적으로 어려움이 있다는 점이 지적되었다. 또, 식물을 키우거나 싹을 틔우는 등 장기간의 활동이 필요한 경우(4학년 1학기 교과서 88-89쪽), 수업을 2차시 이상으로 분리 배정해야 하나, 현재 교과서에서는 1차시로 구성되어 있어 교과서대로 활동을 수행하기 어렵다는 점이 지적되었다. 일주일 동안 가정에서 사용하는 물의 양을 조사하는 활동(4학년 1학기 실험 관찰 51쪽)과 같이 실험 관찰에서 학생들이 직접 수행하기 어려운 내용이 제시된 경우도 있었다.


이상의 결과는 탐구 활동 선정 시 그 활동의 적절성뿐만 아니라, 학생들의 발달 수준이나 학교 여건 등도 함께 고려할 필요가 있음을 보여준다. 바람직한 탐구 활동이라 하더라도 실제로 수행되지 못한다면 제 기능을 발휘할 수 없기 때문이다. 따라서 이후에는 탐구 활동의 수행 가능성과 현실성

측면을 적극 검토하여 탐구 활동을 선정할 필요가 있다. 특히 두부 만들기와 같이 복잡함과 안전상의 문제로 해당 학년 학생들이 직접 수행하기 어려운 활동은 다른 활동으로 대체되거나, 고학년으로 이동하는 것이 바람직할 것이다.


3) 탐구 활동 방법이나 재료의 개선이 필요한 경우


이 범주는 탐구 활동 방법의 일부 과정에서 개선이 필요하거나, 사용되는 재료의 개선이 필요한 경우이다. 즉, 탐구 활동의 전면적 개선보다는 부분적 개선이 필요한 경우에 해당된다. 이 범주의 발생 비율이 33.3%이므로, 현재 교과서에 제시된 많은 탐구 활동이 부분적인 개선을 통해 더 정교화 될 필요가 있음을 알 수 있다. 예를 들면 3학년 2학기 ‘자석의 성질’ 단원의 자석에 서로 다른 성질의 두 극이 있음을 알아보는 활동에서 붙임딱지를 붙이는 방법이 오히려 학생들에게 혼란을 줄 수 있음이 지적되었다. 기존 자석에 붙임 딱지를 붙이지 않고 기존 자석에 다른 자석을 가까이 할 때 같은 반응을 보이는 것끼리 같은 색 붙임 딱지를 붙인다면 이 문제를 해결할 수 있을 것이다.

어떻게 할까요?



- 1** 막대 자석 하나를 기준으로 삼고 한쪽 극에 붙임 딱지를 붙입니다.


- 2** 기준인 막대 자석에 다른 막대 자석을 가까이 대어 봅니다. 서로 밀면 같은 색 붙임 딱지를 붙이고, 서로 잡아당기면 다른 색 붙임 딱지를 붙입니다.



활동으로 제시한 ‘밀어내는 극에는 같은 색을 붙이고’라는 설명은 인력과 척력에 대해 이미 알고 있다고 생각하고 만들어낸 활동임을 의미한다. 전혀 자석에 대해 알지 못하는 학생을 가정하면, 밀어낸다고 하면 서로 다르다고 생각해서 다른 색을 붙이는 것이 더 어울린다고 생각할 수 있기 때문이다.

(‘3학년 1학기 교과서 70쪽’ 관련 지적 내용 중에서)

재료의 개선이 필요한 경우의 예로는 3학년 2학기 ‘액체와 기체의 부피’ 단원에 작은 종이배를 할

용하는 활동이 있는데, 학생들이 작은 종이배를 잘 접지 못하므로 작은 종이배를 다른 준비물로 대체하는 것이 좋을 지적인 경우가 있었다. 또한 4학년 1학기 ‘무게 재기’ 단원에는 물체를 옷걸이나 나무막대에 매달아 수평을 잡아보는 활동이 있는데, 이 경우 옷걸이나 나무막대 자체의 무게가 물체의 무게보다 훨씬 작은 것이 바람직하지만, 제시된 준비물에는 그 점이 충분히 고려되어 있지 않음이 지적되기도 하였다.

종이배를 학생들에게 접으라고 하였더니 접는 방법을 몰랐다. 교사의 안내에 의해 따라 접게 하였는데, 실험에 사용되는 종이배라 작게 접어야 한다. 학생들은 작은 종이배 접기가 쉽지 않았다. 교사가 일일이 접어줘야 했다. 종이배 접는데 시간이 많이 걸리므로...(중략)... 대신 간단한 구조물을 만들어 실험하면 좋을 것 같다. (‘3학년 2학기 교과서 34-35쪽’ 관련 지적 내용 중에서)

중이로 된 동물들의 가벼운 무게에 비해 나무막대의 무게가 많이 나가 매달린 물체에 의해 수평이 결정되기도 막대의 무게로 수평이 결정되는 것 같다. (‘4학년 1학기 교과서 32-33쪽’ 관련 지적 내용 중에서)

이외에도 가격이 더 저렴하고 쉽게 구할 수 있는 준비물로 대체해야 하는 경우, 실험 관찰 부록에 제시된 사진 자료가 부적절하거나, 사진 자료 활용에 대한 안내가 미흡한 경우, 불필요한 활동 단계를 없애야 하는 경우 등과 같은 많은 수정 사항이 제안되었다.

교과서 개발 과정에서 교과서에 제시된 탐구 활동이 제대로 수행되는 지를 실증적으로 검증하는 과정이 부족한 것이 이 결과의 원인으로 생각된다. 학교 과학 시간에 행해지는 실험 혹은 탐구 활동은 ‘예시적 과학 실험(Woolnough & Allsop, 1985)’인 경우가 많다. 즉, 대부분의 활동은 새로운 지식을 발견하기 위한 것이라기보다는 의도된 결과를 재현함으로써 학생들의 과학 지식에 대한 이해를 돕기 위한 것이다. 그러나 탐구 활동 방법이나 재료가 부적절한 경우에는 예시적 과학 실험으로써의 목적을 효과적으로 달성하기 어렵다. 따라서 탐구 활동 방법이나 재료가 최적의 것으로 제시될 수 있도록 하기 위하여, 실제 지도 경험을 바탕으로 관련 측면에 대한 지속적인 수정과 보완이 이루어져야 할 것이다.

4) 실험 관찰의 내용, 형식, 분량 등이 부적절한 경우

이 범주는 주로 수업 중 실험 관찰의 활용과 관련된 문제이다. 실험 관찰과 교과서의 연계성이 부족한 경우, 실험 관찰에 기록할 양이 많거나 기록 형식 또는 방법이 부적절한 경우, 실험 관찰에 불필요한 활동이 제시되어 있거나 활동 방법에 대한 안내가 미흡한 경우 등이 이 범주에 포함된다.

대표적인 예로 4학년 2학기 ‘지층과 화석’ 단원의 실험 관찰에 기록할 양이 너무 많아 주어진 시간 안에 의미 있는 활동이 이루어지기 어려움을 지적한 경우가 있었다. 반드시 그럴 필요는 없겠지만 실험 관찰에서 주어진 빈 칸을 모두 채워야 하는 것으로 생각하는 경향이 있는 교사나 학생의 입장이 반영된 지적으로 보인다.

두 쪽에 걸쳐 화석을 관찰하여 그림으로 나타내고 이들과 특징을 쓰는 부분이 있는데, 한 시간 동안 화석 8가지를 관찰하고 이를 그림으로 나타내기에는 시간이 부족하다. 제 시간 안에 완성하려면 관찰 시간이 아주 적거나 그림을 대충 그려야 할 것이다.

(‘4학년 2학기 실험 관찰 30-31쪽’ 관련 지적 내용 중에서)

실험 관찰과 교과서의 연계성이 부족한 경우의 예로는 4학년 1학기 ‘무게 재기’ 단원 중 그래프를 이용하여 물체의 무게와 용수철이 늘어난 길이를 나타내는 활동을 들 수 있다(교과서 25쪽, 실험 관찰 7쪽). 그래프 그리는 방법은 실험 관찰에 설명되어 있는데, 이를 위해 필요한 점은 교과서에 나타나 있어 불편하다는 내용이다. 또, 교과서에 그래프를 그려보자는 내용이 제시되어 있으나, 실험 관찰에는 그래프를 그리는 난이 없는 경우도 있었다(4학년 1학기 실험 관찰 43쪽). 특이한 사항으로 실험 관찰에서는 탐구 활동뿐 아니라 주요 학습 내용도 정리할 수 있어야 한다는 의견이 소수 있었는데, 모두 탐구 활동의 분량이 적고 개념 설명이 많은 차시와 관련된 것이었다.

겉쳐보는 활동이 없으므로 지층의 경계를 굳이 투명용지에 옮겨 그릴 필요가 없거나(4학년 2학기 실험 관찰 26쪽), 탐구 활동에서 사용한 비닐장갑을 실험 관찰에 굳이 붙일 필요가 없다(3학년 2학기, 실험 관찰 15쪽)고 지적한 경우가 실험 관찰에서 불필요한 활동이 제시된 경우의 예이다.

실험 관찰의 역할과 기능 및 교육적 효과에 대해서는 선행 연구에서도 논란이 되어 왔다. 즉, 실험 관찰은 획일화된 기록장으로 교과서 내용과 중복되어 학습량을 증가시키는 역할을 하고 있으므로 교과서와 통합되어야 한다고 지적된 바 있다(김효남, 2005; 이양락, 2007). 반면, 교과서와 실험 관찰을 통합할 경우, 교과서에 활동 결과를 기록함으로써 좋은 지질의 교과서를 1회성으로 사용하고 버리게 된다는 비판도 있다(임채성 등, 2007). 학생용 활동지로서 좀 더 개방적인 실험 관찰 구조가 제안되기도 하였다(권치순 등, 2007; 김경순, 2002). 따라서 위에 제시된 문제점들은 실험 관찰의 역할과 기능에 대한 관점이나 실제 이용 정도에 따라 판단이 다소 다를 수 있다. 그러나 탐구 활동 측면 문제의 3분의 1을 차지할 만큼 빈번하게 지적된 것은 교사들이 실험 관찰을 실제로 활용하는 데 많은 불편함이나 어려움이 있음을 의미하므로, 이를 개선하기 위한 노력이 필요하다. 즉, 실험 관찰의 내용과 형식 및 분량을 가능한 학생들이 쉽게 기록할 수 있도록 최적화하고, 교과서와 유기적으로 구성하며, 불필요한 활동을 없애야 할 것이다. 이를 위해 실험 관찰의 적절한 내용과 형식 및 분량에 대한 연구가 필요하며, 이후 세심한 주의를 기울여 실험 관찰을 개발해야 할 것이다.

5) 교사를 위한 활동 방법 안내가 미흡한 경우

이 범주는 주로 교사용 지도서의 문제로 성공적인 탐구 활동을 수행하는 데 필요한 주의 사항이나 효과적인 진행 방법 등에 대한 안내가 미흡한 경우로, 14.9%의 발생 비율을 나타냈다. 예를 들어 3학년 2학기 ‘빛과 그림자’ 단원에서 레이저 빛이 나아가는 모습을 잘 관찰하기 위해 수조에 향 연기를 채우는 내용이 나온다. 이때, 향 연기를 지나치게 많이 넣으면 오히려 빛이 나아가는 길이 잘 보이지 않으며, 주위를 어둡게 하고 빛의 세기가 적절한 레이저를 사용해야 한다. 그런데 이러한 사항들이 지도서에 충분히 제시되어 있지 않아 실험을 실패하는 경우가 많다는 것이 지적되었다.

빛이 나아가는 모습을 살펴보기 위해 향 연기를 모아 불빛을 쏘아보는 실험이 생각처럼 잘 되지 않는다. 향을 피워 수조 안에 연기를 채우는데 시간이 많이 걸리며, 겨울철인데 환기에 어려움이 있다. 수조의 크기와 향 연기 양을 어느 정도로 해야 효과적인지 구체적 설명이 지

도서에 추가되었으면 좋겠다.

(‘3학년 2학기 교사용 지도서 303쪽’ 관련 지적 내용 중에서)

또, 다른 예로 4학년 1학기 ‘모습을 바꾸는 물’ 단원에서 효과적으로 물을 얼리는 방법이나 물이 어는 과정을 관찰하는 방법 등에 대한 안내가 부족하여 활동이 의도대로 진행되지 않음을 지적한 경우가 있었다. 교사용 지도서에 얼음을 갈아서 실험하게 하거나 얼음과 소금의 적절한 비율과 효과적인 관찰 방법에 대해 보다 자세히 안내되었다면 활동의 성공률을 높일 수 있었을 것이다.

계절적으로 여름이라 얼음을 얼리기는 쉽지가 않다. 워낙 더운 날씨라서 실험에 성공한 모둠이 적었다. 또한 실험 관찰에 물이 얼 때의 모습 변화를 관찰하여 기록하게 되어 있어 일정 간격을 두고 시험관을 얼음에서 꺼내 관찰해야 하기 때문에 실험에 많이 실패하지 않았나 생각한다. ... (중략) ... 얼음이 어는 모습의 관찰에서 얼음이 잘 얼지 않는데 관찰하기도 어렵고 어디서부터 어는지를 관찰하는 것은 더욱더 어려운 활동이다. ... (중략) ... 실험 활동 과정에서 쉽게 얼릴 수 있는 방법을 자세히 안내하고, 얼음이 어는 과정을 관찰하기 위하여 2개의 시험관을 준비하여 얼리도록 하면 좋을 것이다.

(‘4학년 1학기 교사용 지도서 311쪽’ 관련 지적 내용 중에서)

이외에 관련 서적이거나 웹사이트, 장소 등과 같이 성공적인 탐구 활동 수행에 필요한 추가 정보가 제공되어 있지 않다는 지적도 있었다.

대부분의 학교 과학 탐구는 과학 지식을 예시하기 위해 잘 고안된 것이며, 성공적인 수행을 위한 과정적 지식과 기술은 이전 교사 세대로부터 전수되거나 여러 번의 시행착오 경험을 통해 터득되는 경우가 많다(윤혜경, 2008). 상당수의 초등 예비 및 현직 교사들이 과학 지식 영역보다 실험 실습 영역에서 많은 어려움을 겪고 있다는 사실도 이와 같은 맥락에서 이해할 수 있다(윤혜경, 2004; 이수아 등, 2007). 따라서 이후 교사용 지도서에서는 이 연구의 사례를 참고로 탐구 활동에서 발생할 수 있는 여러 가지 문제점과 대안에 대하여 충분히 안내할 필요가 있다. 특히 과학 교과뿐 아니라 전 교과를 지도해야 하고, 같은 학년을 여러 번 지도하는 경우보다 학년 간 이동이 잦은 초등학교 과학교육의 현실을 고려할 때, 그 중요성은 더욱 크다.

2. 과학 지식 측면에서의 문제

표 3은 과학 지식 측면에서의 문제를 분석한 결과이다. 그 문제점은 ‘학습 주제와 연계성이 부족한 경우’, ‘내용 설명이 부족한 경우’, ‘기타’의 3가지 범주로 분류할 수 있었다. 총 14개 단원 중에서 이 3가지 문제점이 나타난 단원은 각각 10개(71.4%), 6개(42.9%), 5개(35.7%) 단원이었다. 과학 지식 측면에서의 문제는 탐구 활동 측면에 비해 그 종류가 다양하지 않고 발생 비율도 낮았음을 알 수 있다. 그러나 ‘학습 주제와 연계성이 부족한 경우’가 70% 이상의 단원에서 나타난 것으로 보아, 이 문제점이 특정 단원에 한정된 것이 아니라, 대부분의 단원에 공통적으로 해당되는 것임을 알 수 있다. 이보다 다소 낮은 비율이지만 ‘내용 설명이 부족한 경우’와 내용상 오류나 학생 수준과 맞지 않는 내용과 관련된 ‘기타’ 범주도 약 30~40% 정도의 단원에서 나타났으므로, 이 또한 간과할 수 없는 문제점이라 볼 수 있다. 각 범주의 내용과 예는 다음과 같다.

1) 학습 주제와 연계성이 부족한 경우

이 범주는 제시된 삽화나 글이 학습 주제와 직접

표 3. 과학 지식 측면에서의 문제에 대한 분석 결과

| 단원명 | 문제점 학습 주제와 연계성이 부족한 경우 | 내용 설명이 부족한 경우 | 기타 |
|-------------------|---------------------------------|------------------|----|
| 3-1-1. 우리 생활과 물질 | 1 | - | 1 |
| 3-1-2. 자석의 성질 | 4 | 1 | - |
| 3-1-3. 동물의 한 살이 | 3 | 1 | - |
| 3-2-1. 액체와 기체의 부피 | 1 | - | 1 |
| 3-2-2. 동물의 세계 | - | - | - |
| 3-2-3. 혼합물의 분리 | 2 | - | - |
| 3-2-4. 빛과 그림자 | 3 | 4 | 3 |
| 4-1-1. 무게 재기 | 3 | 1 | 2 |
| 4-1-2. 지표의 변화 | - | - | - |
| 4-1-3. 식물의 한 살이 | 2 | - | - |
| 4-1-4. 모습을 바꾸는 물 | - | - | - |
| 4-2-1. 식물의 세계 | 2 | 3 | - |
| 4-2-2. 지층과 화석 | 2 | 1 | - |
| 4-2-4. 화산과 지진 | - | - | 1 |
| 계 | 23 | 11 | 8 |

적으로 관련이 없거나 관련성이 적은 경우로, 발생 비율(54.8%)이 가장 높았다.

다음은 3학년 2학기 ‘혼합물의 분리’ 단원의 주요 내용이 물리적 방법을 통한 혼합물의 분리인 반면, 제시된 교과서의 일부 사례는 화학적 방법을 통한 혼합물 분리 사례임을 지적한 경우이다.

② 철과 알루미늄을 얻는 과정에서 혼합물의 분리를 설명한다.

- 자연에 존재하는 철과 알루미늄은 순수한 원소 상태로 존재하지 않고 화합물 형태로 존재한다. 철광석에서 철을 분리하거나 보크사이트에서 알루미늄을 분리하는 것은 물리적인 방법이 아닌 화학적인 방법을 사용한다. 이 차에서는 물리적인 방법으로 혼합물을 분리하는 것을 다루므로 철이나 알루미늄의 화합물이 들어 있는 광석에서 순수한 철이나 알루미늄을 생산하는 과정은 다루지 않는다.
- 철 성분이 들어 있는 철광석이나 알루미늄 성분이 들어 있는 보크사이트 광석이 다른 암석과 섞여 있기 때문에 이 암석 덩어리 혼합물에서 철광석과 알루미늄 광석을 골라 내는 과정인 혼합물 분리에 초점을 맞추어 지도한다.

교과서에는 광석으로부터 혼합물 분리 방법으로 철과 알루미늄을 얻는 과정을 보여줌. 지도서에는 실제로는 화학물 분리이나 단순히 혼합된 것을 분리하는 혼합물 분리 과정만 언급하라고 함. 초등 과학에서의 이러한 ‘코끼리에서 뽕뽕만’ 지도하라는 식의 유의 사항으로 원론적으로 틀릴 수도 있는 과학 개념을 가르치게 함.

(‘3학년 2학기 교사용 지도서 245쪽’ 관련 지적 내용 중에서)

아래 사례처럼 교과서에 제시된 삽화가 주요 내용을 부각하지 못하거나 교과서의 내용과 전혀 관련이 없음을 지적한 경우도 있었다.



교과서 44쪽의 순비기나무와 갯메꽃의 줄기가 땅위에 살짝 덮여있거나 줄기가 기어가듯이 뻗어가는 특징을 설명하고 있으나, 제시된 사진은 줄기가 아니라 잎이나 꽃의 모양만 강조되어 있어 학습내용에 도움이 되지 않는 시각자료이다.

(‘4학년 2학기 교과서 44쪽’ 관련 지적 내용 중에서)

이 결과는 학습 주제와 학습 내용의 연계성 측면 및 학습 내용 간의 연계성 측면, 특히 삽화와 글의 연계성 측면에 대한 고려나 검토 과정이 부족했기 때문에 나타난 것으로 보인다. 이런 문제점은 학생

들이 학습 내용을 이해하거나 구조화하는 데 장애 요인으로 작용할 수 있다. 따라서 교사는 교과서에 제시된 내용을 맹목적으로 받아들이지 않고 그 내용과 학습 주제와의 관련성을 능동적으로 검토하여 학생들을 지도해야 할 것이다. 또한 추후 교과서 개발 시 학습 주제와 학습 내용의 연계성을 높이기 위한 노력이 필요하다.

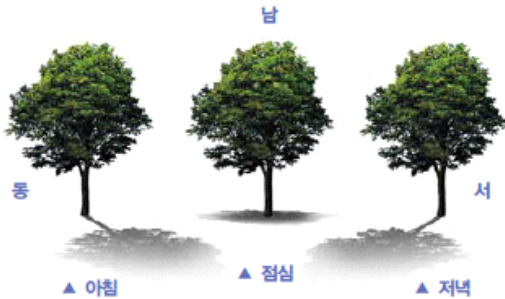
2) 내용 설명이 부족한 경우

이 범주는 과학 지식 측면에서 오류가 없고 학습 내용 간의 연계성이 높은 편이나 내용 설명이 부족한 경우이며, 26.2%의 발생 비율을 보였다. 3학년 1학기 ‘동물의 한 살이’ 단원과 2학기 ‘빛과 그림자’ 단원에서 구체적인 설명 없이 삽화만으로 정보를 제시하거나, 설명과 삽화가 간단하게 제시되어 그 내용을 이해하기 어려움을 지적한 경우가 그 예이다.

장수풍뎡이처럼 애벌레와 성충의 모습이 확연히 달라 구분이 쉬운 것도 있으나, 사마귀처럼 애벌레와 성충의 모습이 큰 차이가 없는 동물도 있다. 그러한 경우, 학생들은 개념의 혼동이 올 수 있다고 생각한다. 그러므로 그림뿐 아니라 특징 설명, 애벌레와 성충으로 나누게 되는 이유, 즉, 다른 점을 간단히 제시해 주는 것이 학생들의 이해를 도울 것이다.

(‘3학년 1학기 교과서 118-119쪽’ 관련 지적 내용 중에서)

교실 밖에 나가서 나무 그림자를 관찰하여 봅시다. 태양은 하루 동안 위치가 조금씩 변하므로 햇빛을 받아서 생기는 물체의 그림자도 그 길이와 방향이 계속 바뀝니다.



▲ 하루 동안의 그림자 길이와 방향

이것은 그림자의 방향과 길이를 설명하기 위한 문장이다. 그러나 이것을 이해하려면 지구의 자전과 태양의 남중고도까지 이해해야 하는 어려운 부분이다. 그것을 단지 한 문장으로 간단하게 설명하게 되면 결국 나머지는 교사의 몫이 된다.

(‘3학년 2학기 교과서 137쪽’ 관련 지적 내용 중에서)

이 결과는 시각 자료를 통한 정보 제공 비중이 비교적 높은 초등학교 과학 교과서의 특성(강훈식 등, 2008)과 관련이 있다. 즉, 시각 자료는 글로 제공하지 못하는 이미지 정보를 제공할 수 있다는 장점이 있는 반면, 글보다는 의미를 명시적으로 제공하지 못한다는 단점이 있다(van Someren et al., 1998). 따라서 글이 없거나 부족한 상황에서 시각 자료만으로 정보를 제시할 경우, 학생들은 내용 이해에 혼동을 겪기 마련이고, 이는 오개념 유발로 이어질 수 있다. 특히 상대적으로 사고력이 부족하고 시각적 정보를 선호하는 성향이 있는 초등학교 학생들의 경우에는 더욱 그러하다. 그러므로 가능한 글 정보는 구체적으로 제시하고 시각 자료는 글 정보를 보완하는 형태로 제공하는 것이 바람직하며, 교사나 교과서 개발자들은 추후 교과서 활용이나 개발 시 이런 점들을 충분히 반영할 필요가 있다.

3) 기타

상대적으로 발생 빈도가 낮은 ‘기타’ 범주로는 글이나 삽화에 불명확한 표현이 포함되어 있거나 오류가 있는 경우(11.9%) 및 학생들의 수준보다 어려운 내용이 제시된 경우(7.1%)가 있었다. 가령, 4학년 1학기 ‘무게 재기’ 단원에서 물체에 따라 늘어난 용수철의 길이가 실제와 다르게 그려져 있음을 지적하거나, 3학년 1학기 ‘우리 생활과 물질’ 단원에서 제시된 과학 이야기의 내용이 학생들의 수준에 적합하지 않을 뿐만 아니라 학생들에게 혼란을 줄 수 있음을 지적한 경우가 있었다.



차시를 안내하는 왼쪽의 삽화에서 무거운 물체와 가벼운 물체에서 늘어난 용수철이, 늘어난 길이는 다른데 용수철의 간격이 똑같이 그려져 있다.

(‘4학년 1학기 교과서 23쪽’ 관련 지적 내용 중에서)

탄소라는 물질 자체가 학생들이 이해하기 힘든 소재인

것 같다. 구체적인 원소의 개념으로 학생들이 다양한 매체를 통하여 접해볼 수는 있다고 하더라도 탄소 나노 튜브, 풀러렌으로 전개했을 때는 약간 비약이 있는 듯하다. 또한 탄소 나노 튜브가 알루미늄보다 훨씬 가볍고 강철보다 더 단단하다는 설명은 앞서 배운 철은 플라스틱보다 더 단단하다는 내용과 비교할 때 학생들에게 혼돈을 줄 수 있다.
(‘3학년 1학기 교과서 38-39쪽’ 관련 지적 내용 중에서)

이 결과는 교사들이 초등학교 3~4학년 과학 교과서에서는 내용 상 오류나 학생 수준에 맞지 않는 내용이 비교적 적다고 인식했음을 보여준다. 이는 해당 교과서에서 다루는 과학 지식이 많지 않고 그 수준도 높지 않을 뿐 아니라, 교과서 개발 과정에서 다양한 경로를 통해 과학 지식에 대한 반복적인 검토 과정을 거쳤기 때문일 수 있다. 또한 초등학교 교사들이 과학 지식 측면에서의 전문성이 비교적 부족하여 관련 문제점을 모두 인지하지 못했을 가능성도 있다. 그러나 5개 단원(35.7%)에서 이와 관련된 문제가 지적된 점은 고려할 만하다. 즉, 교사들이 과학 교과서에 의존하여 수업하는 경향이 있는 우리나라 초등학교 과학교육 현실을 고려할 때, 이 문제점은 해당 학습 내용에 대한 학생들의 이해 과정에 부정적인 영향을 줄 수 있다. 따라서 내용상 오류나 학생 수준에 맞지 않는 내용을 검토하여 즉각적으로 개선할 뿐만 아니라, 추후 교과서 개발 과정에서 이 부분에 대해 좀 더 신중히 검토할 필요가 있다.

3. 과학 학습 평가 측면에서의 문제

과학 학습 평가 측면에서의 문제를 분석한 결과(표 4), ‘평가 문항에 오류가 있는 경우’, ‘학습 내용과 평가 문항의 연계성이 부족한 경우’, ‘기타’ 범주의 문제점이 각각 3개(21.4%), 3개(21.4%), 5개(35.7%) 단원에서 나타났다. 연구 참여 교사들이 탐구 활동 측면과 과학 지식 측면보다 과학 학습 평가 측면과 관련된 문제점을 상대적으로 적게 제기했음을 알 수 있다. 초등학교 3~4학년 과학 교과서에서 과학 학습 평가와 관련된 내용은 교과서의 단원 마무리에 제시된 평가 문항, 교사용 지도서에 제시된 평가 문항 및 평가 관련 지도 내용, 실험 관찰에 작성할 내용 등과 같이 다양하다. 따라서 이런 결과는 과학 학습 평가 측면에서 제시된 내용에 비해 교사들이 지적한 문제점은 상대적으로 적었음

표 4. 과학 학습 평가 측면에서의 문제에 대한 분석 결과

| 단원명 | 문제점 | 평가 문항에 오류가 있는 경우 | 학습 내용과 평가 문항의 연계성이 부족한 경우 | 기타 |
|--------|------------|------------------|---------------------------|----|
| 3-1-1. | 우리 생활과 물질 | - | - | - |
| 3-1-2. | 자석의 성질 | - | - | - |
| 3-1-3. | 동물의 한 살이 | - | - | - |
| 3-2-1. | 액체와 기체의 부피 | 2 | 1 | - |
| 3-2-2. | 동물의 세계 | - | - | 1 |
| 3-2-3. | 혼합물의 분리 | - | - | 1 |
| 3-2-4. | 빛과 그림자 | - | - | - |
| 4-1-1. | 무게 재기 | - | - | - |
| 4-1-2. | 지표의 변화 | - | - | - |
| 4-1-3. | 식물의 한 살이 | 1 | 1 | 2 |
| 4-1-4. | 모습을 바꾸는 물 | - | - | - |
| 4-2-1. | 식물의 세계 | 1 | - | 1 |
| 4-2-2. | 지층과 화석 | - | 2 | 1 |
| 4-2-4. | 화산과 지진 | - | - | - |
| 계 | | 4 | 4 | 6 |

을 의미한다. 이는 평가 관련 문제점이 포함된 단원이 실제로 적었을 수도 있지만, 다른 요인의 영향 또한 무시할 수 없다. 예를 들어, 다른 측면에 비해 교사들의 과학 학습 평가 측면에 대한 관심이 나 전문성이 부족하기 때문일 수 있다(김호진 등 2000; 민희정, 2012; 안지연, 2000; 윤민화, 2010; 장수미와 김재영, 2002). 즉, 연구 참여 교사들의 과학 학습 평가 관련 전문성이 충분했다면 좀 더 다양한 답변이 나왔을 가능성이 있다. 또, 다른 측면에 비해 교과서나 실험 관찰, 교사용 지도서에 과학 학

습 평가 관련 내용 자체가 적었던 것도 한 가지 원인으로 보인다. 그럼에도 불구하고 약 20~35% 정도의 단원에서 과학 학습 평가 측면의 문제점이 제기된 결과는 효과적인 과학 학습 평가 환경을 조성하는 데 장애 요인이 될 수 있으므로, 이에 대한 개선 노력이 필요하다. 각 범주에 대한 보다 구체적인 논의 내용은 다음과 같다.

1) 평가 문항에 오류가 있는 경우

이 범주는 평가 문항의 질문이나 선택지에서 오류 또는 의미가 모호한 표현이 있거나, 부적절한 답안이 제시된 경우이며, 발생 비율은 28.6%였다. 그 예로, 3학년 2학기 ‘액체와 기체의 부피’ 단원의 교사용 지도서에 제시된 선택지에서 확실한 오답이 아닌 경우가 제시되거나, 4학년 2학기 ‘지층과 화석’ 단원의 교사용 지도서에서 문제와는 전혀 다른 예시 답안이 제시되었음을 지적한 경우가 있었다.

나만의 부피 측정 기구를 만들 때 고려해야 할 사항으로 적합하지 않은 것은 어느 것입니까? (⑤)

- ① 눈금의 간격을 얼마로 할 것인가?
- ② 모양과 크기는 어떤 것이 좋을까?
- ③ 측정 기구에 무엇을 표시할 것인가?
- ④ 최대 측정 부피를 얼마로 할 것인가?
- ⑤ 측정 기구의 이름은 무엇으로 지을 것인가?

나만의 부피 측정 기구를 만드는 것이므로 나만이 알아 볼 수 있는 이름을 지어도 괜찮지 않나 생각이 든다. 따라서 보다 확실한 오답을 제시해야겠다.

(‘3학년 2학기 교사용 지도서 133쪽’ 관련 지적 내용 중에서)

실험 관찰 32쪽 2번 문제는 나뭇잎 화석이 만들어지는 과정을 글과 그림으로 나타내라는 것인데 지도서에 제시된 예시 답안은 삼엽충 화석이 만들어 지는 내용으로 나옴.

(‘4학년 2학기 지도서 206쪽’ 관련 지적 내용 중에서)

이런 결과가 나타난 이유는 평가 문항 개발 과정에서 어휘의 적절성과 표현의 명확성 및 선택지와 답안의 적절성 측면에 대한 고려와 검토 과정이 부족했기 때문으로 보인다. 평가 문항에서 의미가 모호한 표현이 포함되어 있을 경우, 타당한 평가 과정이나 결과를 기대하기 어렵다. 즉, 그 평가 문항은 출제자의 의도와는 전혀 다른 문제가 되거나 문

제 자체가 성립되지 않을 수 있다. 또한 학생들이 질문이나 선택지의 의미를 잘 이해하지 못하거나 다른 맥락에서 이해하여 잘못 답할 수도 있다. 한편, 부적절한 선택지나 답안이 제시될 경우에는 평가 문항 개발과 활용 능력 등과 같은 평가 관련 전문성이 다소 부족한 초등학교 교사들이 잘못된 평가 과정을 거칠 위험이 있다. 별다른 여과 과정 없이 그 평가 문항과 답안을 바탕으로 평가를 진행할 가능성이 있기 때문이다. 따라서 교사가 현재의 평가 문항과 답안을 활용하여 평가를 진행할 경우 그 오류 가능성을 염두에 두고 신중히 검토한 후 진행할 필요가 있다. 이러한 노력은 이후 평가 문항 개발 과정에서도 지속되어야 할 것이다.

2) 학습 내용과 평가 문항의 연계성이 부족한 경우

학습하지 않은 내용이 평가 문항에 포함되어 있는 경우가 이 범주에 해당되며, 28.6%의 발생 비율을 보였다. 다음이 그 사례로 4학년 1학기 ‘식물의 한살이’ 단원과 관련된 내용이다.

강낭콩 씨앗을 수확한 후에 다음 해까지 보관하는 방법으로 바른 것은 어느 것입니까? (③)

- ① 물에 삶아서 보관한다. ② 물통에 담가 보관한다.
- ③ 잘 말린 후 서늘한 곳에 보관한다. ④ 따뜻하고 습기가 있는 곳에 보관한다.
- ⑤ 소금물에 담가 보관한다.

지도서에 제시된 평가 문항 중 1번의 경우 강낭콩 씨앗을 수확하여 다음해까지 보관하는 방법에 대하여 묻고 있다. 본 차시에서 씨앗을 심는 방법과 과정에 대하여 공부한 활동에 대한 평가 문항으로는 적당하지 않아 보인다.

(‘4학년 1학기 교사용 지도서 249쪽’ 관련 지적 내용 중에서)

과학 학습 평가의 주요 목적 중 하나는 학습 내용에 대한 학생들의 이해 수준을 진단하여 부족한 부분에 대한 도움을 주거나 이후 수업을 개선하기 위한 것이므로(권재술 등, 1998), 평가 문항은 학습 내용과 밀접한 관련이 있어야 한다. 그렇지 않은 경우에는 가르치는 내용과 평가하는 내용이 달라 평가 자체의 의미가 없어지기 때문이다. 따라서 이후에는 학습 내용과의 연계성이 낮은 평가 문항의 사용을 자제하고, 연계성이 높은 평가 문항을 개발 및 활용하기 위해 노력해야 할 것이다.

3) 기타

‘기타’ 범주는 단원 마무리에서 과학 글쓰기의 반복(21.4%), 교과서와 실험 관찰 내용의 중복(14.3%), 평가 방법에 대한 안내 부족(7.1%)에 관한 지적 사항을 포함한다.

매 단원 과학 글쓰기 형태가 똑같이 제시되어 학생들에게 지루함을 느끼게 한다. 특히 글쓰기를 어려워하거나 싫어하는 학생들에게는 과학 글쓰기 활동 때문에 과학 교과가 싫어지는 경우도 생기고 있다.

(‘4학년 1학기 교과서 115쪽’ 관련 지적 내용 중에서)

교과서에 만화가 제시되어 있고, 단원 관련 문제가 2문제 제시되어 있다. ‘식물이 살아가는 장소와 그곳에 사는 식물의 특징을 세 가지 써 봅시다.’와 같이 ‘써 봅시다.’라고 문제가 제시되어 있어, 수업 중 교과서에서 이미 질문에 대한 답을 찾고 써보기 쉬운데, 이와 완전히 일치하는 내용으로 실험 관찰에 같은 만화와 문제가 제시되어 소모적이다. 심지어는 교과서에서 한 번 써보고 언급한 내용을 실험 관찰에서 다시 언급하게 되는 문제점이 있다.

(‘4학년 2학기 실험 관찰 19쪽’ 관련 지적 내용 중에서)

실험 관찰에는 단순하게 한살이 과정에서 볼 수 있는 특징적인 변화를 그림이나 글로 정리하게 되어 있으며, 일반적인 수업 상황에서는 다양한 정리 활동들을 병행하게 된다. 책 만들기나 역할놀이, 신문 만들기 등의 활동을 통해 대 단원의 정리활동을 겸하게 되는데, 그에 따른 수행 평가 형태의 평가 활동도 다양하게 이루어진다. 그러나 지도서에 이런 다양한 활동을 통해 평가할 수 있는 방법에 대한 안내와 그 평가 기준에 대한 자세한 안내가 부족해 보인다.

(‘4학년 1학기 교과서 109쪽’ 관련 지적 내용 중에서)

단원 마무리에서 과학 글쓰기의 반복 및 교과서와 실험 관찰 내용의 중복 문제는 관점에 따라 문제가 아니라고 생각할 수도 있다. 하지만 과학 수업에 가장 실질적인 영향을 미치는 교사들이 이를 문제점으로 인식하고 이 문제점이 30% 정도의 단원에서 나타난 점은, 이후 교과서 개발 과정에서 충분히 고려할 만한 사항이다. 즉, 새 교과서 개발 과정에서는 과학 글쓰기의 반복을 줄이고 교과서와 실험 관찰 내용의 중복을 최소화하는 방안에 대해 고민할 필요가 있다. 한편, 평가 방법에 대한 안내가 부족한 상황에서, 교사의 평가 관련 전문성이 충분할 경우에는 별 문제가 없겠지만, 그렇지 못한

경우에는 교사들이 평가를 수행하는 데 많은 어려움을 겪거나 평가 자체를 수행하지 않을 수 있다. 따라서 평가 방법에 대한 구체적인 안내와 교사들의 평가 관련 전문성 제고를 위한 노력이 필요하다.

IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 초등학교 교사들에 의해 제기된 2007 개정 교육과정에 따른 초등학교 3~4학년 과학 교과서의 문제점을 분석하였다. 그 결과, 다음과 같은 결론 및 시사점을 얻을 수 있었다.

첫째, 탐구 활동 측면에서 ‘학습 목표와 연계성이 부족한 활동인 경우’, ‘탐구 활동 수행 자체가 어려운 경우’, ‘탐구 활동 방법이나 재료의 개선이 필요한 경우’, ‘실험 관찰의 내용, 형식, 분량 등이 부적절한 경우’, ‘교사를 위한 활동 방법 안내가 미흡한 경우’의 5가지 범주의 문제가 초등학교 교사들에 의해 지적되었고, 다른 측면에 비해 발생 빈도가 높았다. 이는 2007 개정 과학과 교육과정의 주요 목표인 탐구 능력 신장을 달성하기 위해 과학 교과서에 탐구 활동의 비중이 늘어난 반면(교육인적자원부, 2007; 임채성 등, 2007), 이에 대한 실제적이고 체계적인 검토 과정이 상대적으로 부족했기 때문으로 보인다. 이런 문제점은 과학 탐구에 대한 지도 경험과 능력 등의 부족으로 인해 과학 탐구 지도에 많은 어려움을 겪고 있는 초등학교 교사(이수아 등, 2007; 조현준 등, 2008; 진순희와 장신호, 2007)들이 현 초등학교 3~4학년 과학 교과서의 탐구 활동을 의미 있게 진행하는 데 장애 요소로 작용할 가능성이 크다. 따라서 이런 문제점을 개선하기 위한 노력이 매우 필요하며, 이때 이 연구에서 제시한 개선 방안을 참고할 수 있을 것이다. 예를 들어, 학생들의 수준이나 학습 목표와의 연계성을 고려하여 탐구 활동을 재구성 또는 재선정할 필요가 있다. 성공적인 탐구 활동이 이루어질 수 있도록 탐구 활동 방법이나 재료, 실험 관찰의 내용과 형식 및 분량 등을 최적화하거나 이에 대하여 교사용 지도서에 충분히 안내해야 할 것이다.

둘째, 초등학교 교사들은 과학 지식 측면에서의 문제점으로 ‘학습 주제와 연계성이 부족한 경우’와 ‘내용 설명이 부족한 경우’ 및 기타 문제점들을 지적하였다. 초등학교 교사들은 여러 과목을 동시에 가르쳐야 할 뿐 아니라, 교육대학교에서 과학 심화

전공을 선택하지 않은 경우가 많으므로, 과학 지식이 부족한 편이다(정효혜와 김재영, 2005). 따라서 교과서나 교사용 지도서에 오류가 있거나 부적절하거나 불충분한 내용이 제시되어 있더라도, 이를 교사가 직접 찾아내기는 현실적으로 어려운 일이다. 이로 인해 교사는 초등학생들에게 잘못되었거나 불필요한 내용을 그대로 가르치게 되어 학생들의 학습 내용 이해에 혼란을 초래할 수 있다. 그러므로 과학 교과서에 제시된 과학 지식 측면에서의 문제점을 무엇보다 우선적으로 개선할 필요가 있다. 이를 위해, 추후 교과서 개발 과정에서는 가능한 오류가 없고 학습 내용과 연관성이 높으면서 학생 수준에 적합한 내용을 충분히 제시하도록 노력할 필요가 있다.

셋째, ‘평가 문항에 오류가 있는 경우’와 ‘학습 내용과 평가 문항의 연계성이 부족한 경우’ 및 기타 문제점들이 초등학교 교사들이 과학 학습 평가와 관련하여 제시한 문제점이었으며, 일부 단원에서 이러한 문제점이 나타났다. 과학 학습 평가는 학생들의 수준을 점검하고 학습 동기를 강화시키며 수업 개선을 위한 도구로 활용될 수 있으므로, 효과적인 과학 수업을 위해 중요한 과정이다(권재술 등, 1998). 그러나 초등학교 교사들의 과학 학습 평가 문항 개발과 활용 능력 및 경험과 시간 등이 부족한 편이므로, 초등학교에서 과학 학습 평가는 대개 교과서나 교사용 지도서 또는 여러 관련 기관에서 제공한 자료의 평가 문항을 그대로 활용하는 형태로 이루어지는 경향이 있다. 교사가 직접 평가 문항을 개발한다 하더라도 그 자료들, 특히 교과서나 교사용 지도서의 평가 문항을 일부 변형하여 활용할 가능성이 크다. 따라서 학교 현장에서 과학 학습 평가가 효과적으로 이루어지기 위해서는 이 연구에서 제시된 개선 방안을 참고하여 과학 학습 평가 관련 문제점을 개선하기 위한 노력이 필요하다. 가령, 이후 평가 문항 개발 과정에서는 문항의 오류를 최대한 감소시키고 학습 내용과의 연계성을 높이기 위해 노력해야 할 것이다. 또한 단위 마무리에서 과학 글쓰기의 반복 및 교과서와 실험 관찰의 내용 중복 문제를 개선하고, 교사용 지도서에 평가 방법에 대한 안내를 구체적으로 제시하기 위한 노력도 필요하다. 이러한 노력과 더불어 초등학교 교사들의 평가 관련 전문성을 제고하기 위한 방안을 마련하기 위해서도 노력할 필요가 있다.

이 연구에서 제기된 문제점은 현 초등학교 5~6학년 과학 교과서나 중등 과학 교과서에서도 나타날 가능성이 크다. 따라서 과학과 교육과정의 목표를 효과적으로 달성하기 위해서는 이 연구에서 제시한 문제점과 개선 방안을 참고하여 새로운 초·중등학교 과학 교과서, 특히 초등학교 3~4학년 교과서를 개발할 필요가 있다. 한편, 초등학교 교사들이 과학 수업 전문성이 부족하거나 시간적 제약으로 충분히 검토하지 못하여 실제로 더 많은 문제점이 있음에도 그것을 인지하지 못했을 가능성이 있으므로, 추후에는 이를 보완한 후속 연구도 필요하다.

참고문헌

- 강대훈, 백성혜(2003). 용해 현상에 대한 초등학교 과학 교과서의 내용 분석 및 지도 실태. *초등과학교육*, 22(2), 138-148.
- 강훈식, 윤지현, 이대형(2008). 제7차 초등학교 3~6학년 과학 교과서에 제시된 외적 표상들의 활용 실태 분석. *초등과학교육*, 27(2), 158-169.
- 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.
- 고한중, 송정미, 강석진(2010). 초등학교 과학 교과서의 이독성 연구. *초등과학교육*, 29(2), 134-143.
- 교육인적자원부(2007). *과학과 교육과정*. 교육인적자원부 고시 제2007-79[별책 9호].
- 교육인적자원부(2011). *과학과 교육과정*. 교육인적자원부 고시 제2011-361호[별책 9].
- 권계현, 박일우(2010). 우리나라와 미국 초등 과학 교과서의 천문 영역 내용 비교 분석. *초등과학교육*, 29(2), 166-185.
- 권재술, 김범기, 우종욱, 정완호, 정진우, 최병순(1998). *과학교육론*. 서울: 교육과학사.
- 권치순, 김경진, 이종수, 허인혁, 전우수, 김재영, 김경호, 이대형, 김남일, 채동현, 노석구, 이면우, 여상인, 유병길, 김기명, 신영준, 임채성, 왕경순, 전영석, 김미정, 이현정, 장신호, 심병주, 한세란 (2007). 차세대 과학 교과서 개발: 초등학교 3·4학년 ‘과학’ 교과용 도서 개발을 위한 연구·기획. 한국초등과학교육학회 차세대 과학 교과서 개발 보고서.
- 권치순, 신원섭(2010). 초등학교 과학 교과서에 제시된 용어 유형 분석. *대한지구과학교육학회지*, 3(2), 141-147.
- 권치순, 조한수(2011). 한국과 핀란드 초등과학 교과서의 체제와 내용 비교 분석. *대한지구과학교육학회지*, 4(2),

- 134-141.
- 김경순(2002). 과학과 ‘실험 관찰’ 보조교과서에 대한 교사들의 인식과 활용실태. 춘천교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 김호진, 성민용, 광대오(2000). 중등학교 과학교사들의 학습 평가에 관한 실태조사. 한국과학교육학회지, 20(1), 101-111.
- 김효남(2005). 초등과학 교육과정 개정의 방향 및 교과용 도서의 개발 방향. 한국교육대학교 교과교육공동연구소 학술세미나 자료집, 333-343.
- 민희정(2012). 과학교사의 학생평가 실태분석 및 교사연수를 통한 평가전문성 모델 개발. 한국교육대학교 대학원 박사학위논문.
- 백남권(2012). 한·일 초등학교 과학 교과서의 삽화 비교 연구. 한국일본교육학연구, 16(2), 43-60.
- 서예원(2007). 한국과 미국의 초등학교 과학 교과서 비교 연구: 3학년 물질 영역의 과학적 개념 및 탐구 과정을 중심으로. 초등과학교육, 26(5), 509-524.
- 신동희, 오가희(2011). 아시아 5개 국가의 초등 과학 교과서 지구과학 내용 비교: 외국인 근로자 가정 초등학생들을 위해. 초등과학교육, 30(1), 38-50.
- 심규철, 박종석, 박상우, 신명경(2007). 초등 교과서에서 제시된 과학 탐구 활동의 분석. 초등과학교육, 26(1), 24-31.
- 안지연(2000). 과학과 수행평가에 대한 중학교 교사들의 인식 및 실시현황. 이화여자대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 양일호, 이정은, 임성만(2007). 초등학생들은 과학 교과서에 나오는 삽화를 어떻게 이해하고 있을까? 초등과학교육, 26(5), 475-488.
- 유지연, 이지현, 노태희(2011). 2007 개정 교육과정에 의한 초등학교 과학과 교과용 도서의 삽화에 나타난 성격할 고정관념 분석. 초등과학교육, 30(4), 553-561.
- 윤민화(2010). 중학교 물질 영역의 성취기준과 평가기준에 근거한 과학교사의 평가 문항 제작 능력 및 인식 조사. 한국교육대학교 대학원 석사학위논문.
- 윤혜경(2004). 초등 예비 교사들이 과학 수업에서 겪는 어려움. 초등과학교육, 23(1), 74-84.
- 윤혜경(2008). 과학 실험실습 교육에서 초등교사가 느끼는 딜레마. 초등과학교육 27(2), 102-116.
- 이수아, 전영석, 홍준의, 신영준, 최정훈, 이인호(2007). 초등 교사들이 과학 수업에서 겪는 어려움 분석. 초등과학교육, 26(1), 97-107.
- 이양락(2007). 차기 교육과정에 따른 초등 과학 교과서의 개발 방향. 한국초등과학교육학회 제52차 동계 학술대회 자료집.
- 이정아(2011). 2007개정 교육과정 초등 과학 교과서의 시각 이미지에 대한 언어학적 분석: 날씨의 변화 단원을 중심으로. 초등과학교육, 30(4), 482-489.
- 임채성, 윤혜경, 장명덕, 임희준, 신동훈, 김미정, 박현우, 이인선, 권치순, 이대형, 김남일(2007). 초등학교 3~4학년 차세대 과학 교과서 체제 개발 연구. 초등과학교육, 26(5), 580-595.
- 장수미, 김재영(2002). 교사의 관심도에 기초한 초등 과학과 수행평가의 실태 분석. 초등과학교육, 21(2), 227-239.
- 정효해, 김재영(2005). 초등교사와 학생의 과학과 교수학습에 대한 곤란도 연구. 초등과학교육, 24(5), 531-538.
- 조현준, 한인경, 김효남, 양일호(2008). 초등학교 과학탐구 수업 실행의 저해 요인에 대한 교사들의 인식 분석. 한국과학교육학회지, 28(8), 901-921.
- 진순희, 장신호(2007). 과학 탐구에 대한 초등 교사들의 지도 경험. 초등과학교육, 26(2), 181-191.
- Armbruster, B. B. (1993). Reading to learn. *The reading teacher*, 46(4), 346-347.
- Bentley, M., Ebert, C. & Ebert, E. S. (2000). *The natural investigator: A constructivist approach to teaching elementary and middle school science*. Belmont, CA: Wadsworth.
- Martin, D. J. (1997). *Elementary science methods: A constructivist approach*. Albany, NY: Delmar Publishers.
- Roth, K. J., Anderson, C. W. & Smith, E. L. (1987). Curriculum materials, teacher talk and student learning: Case studies in fifth grade science teaching. *Journal of Curriculum Studies*, 19(6), 527-548.
- Strauss, A. & Corbin, J. (1998). *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Van Someren, M. W., Reimann, P., Boshuizen, H. P. A. & de Jong, T. (1998). *Learning with multiple representations*. Oxford, UK: Elsevier.
- Wellington, J. & Osborne, J. (2001). *Language and literacy in science education*. Buckingham, England: Open University Press.
- Woolnough, B. & Allsop, R. T. (1985). *Practical work in science*. Cambridge University Press.