

# 한국과 미국의 초등학교 과학 교과서 비교 연구: 3학년 물질 영역의 과학적 개념 및 탐구 과정을 중심으로

서예원

(이화여자대학교)

## A Comparative Study on Elementary Science Textbooks in Korea and the U.S. : Focusing on 3<sup>rd</sup> Grade Scientific Concepts and Inquiry Process in 'Matter' Units

Suh, Yewon

(Ewha Womans University)

### ABSTRACT

The purpose of the study is to compare elementary school science textbooks (3<sup>rd</sup> grade) in Korea and the U.S., centering on the ways to present scientific concepts and inquiry process in the units of 'matter.' The analysis is focused on: a) general structure of the units; b) how to present scientific concepts in terms of its connections and complexity; c) how to present inquiry process in terms of its types and skills. The findings of the study are as follows. First, the contents of 'matter' units are scientific discipline-based in both countries. The general structure of the units in Korean textbooks is unrestricted compared to those in the U.S. Second, the connections among the concepts are poor and the level of complexity is low in Korean textbooks, which are contrary to those in the U.S. textbooks. Third, it is a common feature that the inquiry process is based on learners' everyday experiences with simple experiments in two countries' textbooks. However, the inquiry process in the U.S. textbooks is provided with detailed instructions while the process in Korea is presented with diverse activities without formal guidelines. Based on the results, the study suggests three recommendations to improve Korean textbooks: a) science contents should be linked to other disciplines in order to promote practical applications; b) scientific concepts are required to be tightly connected and provided with in-depth explanations; c) inquiry process is needed to be presented with specific guidance to facilitate scientific thinking.

**Key words** : science textbook, elementary school science, science concept, inquiry process, physical science (matter)

### I. 서론

우리나라의 학교 교과서는 해방 이후 현재 7차 교육과정에 이르기까지 교수 학습 상황에서 '무엇을 어떻게 가르칠 것인가'를 가장 구체적으로 제시하는 중요한 학습의 도구가 되어왔다.

전통적으로 교과서는 교수 학습 과정에서 학습

동기의 유발, 학습 자료 또는 탐구 과제의 제시, 탐구 활동의 유도 등 다양한 역할을 담당하는 것으로 알려져 있다 (신세호 등, 1979). 그러한 역할 덕분에 교과서는 교육 실체에 있어 수업의 내용과 방법을 결정하는 핵심적 자료로 사용되어 왔으며, 따라서 교과서가 없이 이루어지는 수업은 상상조차 하기 어려운 정도가 되었다. 그러나 미국, 영국 등을 비

못한 세계 여러 나라에서는 교사를 돕고 학습을 지원하는 자료가 단지 교과서로 국한되어서는 안 되며, 다양한 시청각 자료와 컴퓨터 관련 시설 등이 학습 자료에 포함되어야 한다는 주장이 이미 오래 전에 제기되었다(UNESCO, 1997). 우리나라에서도 교과용 도서를 다양한 교수 학습 자료의 하나로 간주함으로써 수업에 있어 지나친 교과서 의존도를 개선하려는 움직임이 나타나고는 있지만, 현실적으로는 아직도 교과서가 학생들의 지적 발달을 직접적으로 돕고 국가의 교육이념을 구현하는 가장 중요한 수단이라는 견해가 지배적인 것으로 보인다(김헌수, 2006; 이용숙, 2005; 허강, 2005).

과학과의 경우, 우리나라는 교육과정을 새롭게 개정할 때마다 교과, 아동, 학문, 인간 중심 등 그 총괄적 구성에 있어 미국의 교육사조와 이론들을 적극적으로 도입해왔다. 현행 7차 교육과정(교육부, 1997)과 앞으로 실행될 수시개정안(교육인적자원부, 2007)에도 미국 과학교육의 최종 목표인 ‘과학적 소양 (scientific literacy)’이라는 용어가 등장하였으며, 특히, 2007년 2월 고시된 초등학교 교육과정에서는 과학과의 목표를 “일상생활의 문제를 창의적이고 과학적으로 해결하는데 필요한 과학적 소양을 기른다”(교육인적자원부, 2007: 158)로 진술하고 있다. 이러한 교육과정의 궁극적 목표는 교과서의 체제를 구성하고 내용을 조직하는 기반이 된다. 그렇다면 과학적 소양을 기르기 위한 교과서는 어떻게 구성해 할까?

미국의 ‘국가과학교육기준(National Science Education Standards)’이 제시한 바에 따르면 과학적 소양이란 “개인적 의사결정을 하고, 사회·문화적 문제에 참여하며, 경제적 생산성을 위해 요구되는 과학적 개념과 과정에 대한 지식과 이해(NRC, 1996: 12)”이다. 이 같은 정의를 살펴보면 과학적 소양은 일상생활에서 부딪히게 되는 과학과 관련된 다양한 사회 문제를 해결할 수 있는 능력을 의미하며, 그러한 능력의 토대가 되는 것은 바로 과학적 개념과 과정을 깊이 있게 이해하는 것임을 쉽게 알 수 있다. 견고하고 확실한 과학적 개념과 탐구 능력이 없이는 과학적 소양을 발달시킬 수 없다. 왜냐하면 그러한 지식과 탐구 과정 기능을 갖추었을 때에야 비로소 학생들은 그들이 처한 문제에 대해 창의적이고 목적적으로 도전하고 해결할 수 있기 때문이다(QCA, 2004). 현재 우리나라 교사와 학생들이 공

식적으로 사용하는 가장 중요한 교수 학습 자료로서 교과서의 지위와 역할을 고려해볼 때, 과학 교과서를 통해 국가적 목표인 과학적 소양을 기르기 위해서는 무엇보다도 학생들이 기본적인 과학 개념과 탐구 과정을 충분히 이해하고 경험할 수 있도록 교과서 내용을 구성해야 한다.

그러나 과학 교과서에 관한 분석 연구들은 기존 교과서의 내용 구성에 많은 문제점이 있음을 지적하고 있다. 즉, 개념들간의 적절한 연계가 이루어지지 않고, 분절적인 사실의 암기를 강조하며, 다양한 상황에 학생들이 배운 지식을 적용하도록 하는 데 실패하고 있다는 것이다(Eichinger & Roth, 1991; Staver & Bay, 1989; Tull, 1991). 이러한 맥락에서 우리나라 초등학교 과학 내용 구성 및 체제 개선을 위해 행해진 교과서 관련 연구를 살펴보면, 미국의 초등학교 과학 교과서 내용을 분석한 하병권(1998)의 연구, 미국 초등학교 교과서인 McGraw-Hill Science의 외형 및 내용을 분석한 김효남(2002)의 연구, 우리나라와 미국의 초등 과학 교과서 중 지구과학 영역을 비교, 분석한 허남조와 동료들(2004)의 연구 등과 같이 우리나라와 미국 교과서의 내용을 비교, 분석하는 것들이 많다. 이러한 연구들은 주로 미국 과학 교과서의 내용 체계 특성을 제시하거나 양국 교과서에서 다루어지는 내용의 단원, 페이지, 문장 등과 관련된 수량적 비교를 함으로써 우리나라 교과서의 전반적 내용 구성 또는 체제에 관한 개선 방향을 제공하고 있다. 그러나 교과서에서 핵심적인 과학 개념과 탐구 과정을 어떻게 조직하고 어떤 방식으로 제시해야 할 것인가에 관해 세밀하고 구체적인 시사점을 주는 데에는 미흡한 점이 있다.

본 연구의 목적은 과학적 소양이라는 목표를 달성하기 위해 기초가 되는 과학적 개념과 탐구 과정을 초등학교 과학 교과서에서 어떻게 제시하고 있는지 한국과 미국의 사례를 비교, 분석하는 것이다. 이를 위하여 한국과 미국 초등학교 3학년 과학 교과서의 ‘물질’ 영역에 관한 단원들의 내용을 분석하고자 한다. 구체적인 연구문제는 다음과 같다.

첫째, 한국과 미국 교과서의 물질 영역은 어떠한 구성 체계를 이루고 있는가?

둘째, 한국과 미국 교과서의 물질 영역은 과학적 개념을 어떻게 제시하고 있는가?

셋째, 한국과 미국 교과서의 물질 영역은 탐구 과정을 어떻게 제시하고 있는가?

본 연구는 초등학교 과학 교과서의 과학 학문 분야 중 물질 영역에 관심을 두고, 구체적 분석의 범위를 과학적 개념과 탐구 과정으로 제한하고 있다. 이는 앞서 언급한 바와 같이, 아동들이 실생활 속에서 겪게 되는 수많은 과학 관련 문제들을 의미 있고 창의적으로 해결하려면 무엇보다 과학적 개념과 탐구 과정에 관한 깊이 있는 이해가 근본이 되어야 한다는 믿음에 기인한다.

과학 교과서가 과학교육의 궁극적 목표인 과학적 소양을 달성하기 위한 하나의 중요한 교수 학습 자료라는 전제하에, 한국과 미국 교과서의 구성 체계를 비교, 분석한 본 연구의 결과는 우리나라 초등학교 과학 교과서 개발을 위한 기초 자료로서, 특히 과학적 개념과 탐구 과정을 어떻게 조직·제시해야 하는가의 문제에 관한 유용한 통찰력을 제공할 것으로 기대한다.

## II. 연구 방법

### 1. 분석 대상

본 연구를 위해 우리나라 국가 교육과정에서 따라 편찬된 과학 3-1, 3-2 (교육인적자원부, 2006)와 미국 Harcourt사에서 만든 Harcourt Science(3<sup>rd</sup> grade, 2005 Ed.)를 분석의 대상으로 사용하였다<sup>1)</sup>. 대상 교과서를 3학년으로 정한 이유는 우리나라의 경우, 초등학교 1~2학년이 ‘슬기로운 생활’이라는 통합교과를 이용해 과학을 학습하므로 최초로 ‘과학’ 교과를 학습하는 시기가 3학년이기 때문이다. 따라서 ‘과학’이라는 교과와 테두리 안에서 기본적인 과학 개념과 탐구 방법이 어떠한 방식으로 제시되고 있는가를 조사하기에는 3학년 교과서가 적합하다고 판단하였다. 또한, 보다 질적이고 깊이 있는 분석을 위해 3학년의 한 학년으로 분석 대상을 제한하였다.

미국의 교과서를 선정하는데 있어서는 우리나라와 교과서 발행 체제가 다르기 때문에 매우 다양한 교과서들 중에 하나를 선택해야 했는데, Harcourt Science의 경우 약 90년의 전통을 가지고 있으며, 미국 전역에서 가장 대중적으로 사용되고 있는 질 높은 교과서 중 하나이기 때문에 분석의 대상으로

선정하였다.

### 2. 분석 방법 및 과정

#### 1) 교과서 검토 절차

3학년 과학 교과서의 물질 영역을 비교, 분석하기 위해서 Tull(1990)의 방법을 토대로 한 Shiao(2000)의 교과서 검토 절차를 수정하여 도입하였다. 구체적인 절차는 다음과 같다.

첫째, 우리나라와 미국의 3학년 물질 영역에 해당하는 단원의 내용을 검토하여 각 단원의 기본적인 학습 개념들을 추출하였으며, 이를 요약, 정리하여 그 관계를 파악하였다.

둘째, 양국 교과서 3학년 물질 영역의 단원에 제시되어 있는 모든 문장들, 즉 설명문과 의문문이 주요 학습 개념들과 어떻게 연결되어 있는지 조사하였다. 또한, 문장들이 ‘과학적 개념’에 관한 것인지 ‘탐구 과정’에 관한 것인지에 따라서도 분류하였다. 또한, 문장 이외의 형태로 제시된 교과서의 나머지 부분, 예를 들어 삽화, 사진, 도표 등은 ‘도해(diagram)’의 항목으로 분류하여 ‘과학적 개념’ 및 ‘탐구 활동’을 어떻게 지원하고 있는지 검토하였다.

#### 2) 교과서 내용의 분석

교과서의 내용 분석은 앞서 행해진 교과서 검토 절차를 바탕으로 먼저 물질 영역에 관한 양국 구성 체계의 특성을 명확히 밝힌 후, 과학적 개념과 탐구 과정이 어떠한 방식으로 제시되고 있는가에 관한 구체적 분석을 실시하였다. 분석에는 두 나라 교과서의 특징적인 면들을 잘 보여주는 실제 사례들을 첨가하여 보다 구체적인 이해를 돕고자 하였다.

첫째, 물질 영역이 어떻게 구성되어 있는지 그 체계를 조사하였다. 먼저, 교과서 검토를 통해 얻어진 자료를 토대로 두 나라가 물질에 관하여 다루고 있는 전체적 내용을 각 단원 별로 정리하였으며, 그러한 내용들이 어떠한 형식으로 구성되어 있는지 교과서에 포함된 다양한 요소들을 비교하였다. 또한, 각 단원의 도입부와 정리 단계의 특징을 통해 두 나라 교과서의 전체적인 구성 체계가 어떠한

1) 본 연구는 교과서를 지칭함에 있어, 우리나라의 교과서는 한국 또는 우리나라 교과서, 미국은 미국 교과서라고 표기하였다. 우리나라의 경우, 모두가 동일한 과학 교과를 사용하므로 한국 교과서라는 표기가 적절하다. 그러나 Harcourt Science는 미국 교과서 전체를 대표하는 것이 아니다. 따라서 본 연구에서 ‘미국 교과서’로 표기된 것은 모두 Harcourt School Publishers에서 발행한 Harcourt Science 교과서로 제한하여 해석해야 한다.

공통점과 차이점을 갖는지 분석하였다. 교과서의 외형적 체제 비교나 쪽수 차이와 같은 양적 비교는 기존 연구에서 많이 행해졌으므로 본 연구에서는 이를 제외하였다.

둘째, 과학적 개념의 제시 방식을 조사하기 위해서 물질 영역과 관련된 단원 속의 핵심 개념을 추출하였으며, 구체적인 분석은 Shiao(2000)의 연구를 기반으로 가) 개념들간의 상호 관련성, 나) 개념 설명의 복잡성에 초점을 두었다. 개념들간의 상호관련성에 관한 연구 결과는 각 개념들의 연결 관계를 쉽게 파악할 수 있도록 개념도를 이용하였으며, 개념 설명의 복잡성은 설명 문장, 사용된 예시, 지원 자료를 바탕으로 핵심 개념을 얼마나 상세하게 설명하고 있는지에 초점을 두어 분석하였다.

셋째, 탐구 과정의 제시 방식을 탐색하기 위해서 박재근과 박현우(2006)의 연구에서 사용했던 분석틀을 부분적으로 도입하였다. 교과서의 탐구에 관한 내용 및 활동은 먼저 탐구 활동이 수행되는 활동 형태와 활용하는 탐구 재료의 특성에 따라 가) 해보기, 나) 실험하기, 다) 생각하기로 분류하였다. 이후 핵심적인 과학 개념과 탐구 과정과의 관계를

**표 1.** 과학적 개념의 분석 준거 : 개념들간의 상호 관련성과 개념 설명의 복잡성

과학적 개념의 분석	제시 방식의 특성
개념들간의 상호 관련성	교과서에 제시된 과학적 개념들은 각각 어떻게 서로 관련되어 있는가?
개념 설명의 복잡성	각 개념들을 얼마나 자세하게 설명하고 있으며, 어떠한 예시와 지원 자료를 제시하고 있는가?

**표 2.** 탐구 과정의 분석 준거 : 탐구 유형과 탐구 기능

탐구 유형	정의	탐구 기능	
		기본	통합
해보기(Doing)	실험 기구가 아닌 간단한 도구나 재료를 사용하여 탐구 활동을 수행하는 것	관찰	문제 인식
실험하기(Experimenting)	절차에 따라 실험 기구를 사용하여 탐구 활동을 수행하는 것	분류	가설 설정
		추정	변인 통제
		예상	자료 변환
		추리	자료 해석
생각하기(Thinking)	그림, 도표, 설명, 모델 등과 같은 자료를 가지고 생각하는 과정을 통해 탐구 활동을 수행하는 것	(기록)	결론 도출
		(비교)	일반화 (실험 계획/설계) (실험)

주: 탐구 기능의 ( )는 미국 교과서에만 제시하고 있는 탐구 기능을 뜻한다.

알기 보기 위해 개념도를 만든 후, 각 유형 별로 어떠한 탐구 기능을 제시하고 있는지 우리나라와 미국의 초등 과학 교육 과정에서 공통적으로 다루고 있는 기능들을 추출하여 그 특성을 자세하게 기술하였다. 이때, 탐구 과정과 관련된 절차나 보조 수단 등의 특징적인 면도 함께 분석하고 기술하였다.

### III. 연구 결과

우리나라와 미국의 초등학교 3학년 과학 교과서 중 물질 영역에 관한 과학적 개념과 탐구 과정의 구성 및 제시 방식에 관한 연구 결과는 연구 문제의 순서에 따라 제시하고자 한다.

#### 1. 물질 영역의 구성 체계

우리나라와 미국 교과서의 물질 영역에 관한 전체적인 구성 체계를 분석한 결과는 다음과 같다.

첫째, 전체적인 교과서의 단원 구성에서 차이가 드러났다. 먼저 내용 구성의 측면에서 살펴보면, 우리나라의 경우 3학년 교과서를 1학기와 2학기의 두 권으로 나누고 있으며, 각 학기마다 물질에 관한 내용을 두 단원씩 다루고 있다. 이 단원들은 서로 통합되어 있지 않고 다른 영역들과 섞여 한 단원씩 제시되고 있으며, 많은 소단원들로 이루어져 있다. 반면, 미국 교과서는 물질 영역은 하나의 큰 단원(chapter)으로 묶고 있으며, 이를 다시 네 개의 하위 단원(lesson)으로 나누고 있다. 이러한 구성의 차이를 보면, 우리나라 교과서는 미국 교과서에 비해 과학의 각 학문 영역을 조화롭게 제시하고 있는 것처럼 해석할 수 있다. 그러나 그것은 단원의 배치

로 인해 표면상 드러나는 것일 뿐이며, 사실상 그 내용과 쪽수에 있어서는 과학의 네 가지 기본영역을 기계적일 정도로 동일하게 배분하고 있다는 지적을 받고 있다(박재근 등, 2006; 이양락 등, 2004). 따라서 학습 내용은 양국 모두 과학의 학문 영역을 중심으로 구성하고 있다고 볼 수 있다.

구성 형식에 있어서는 우리나라 교과서가 ‘읽을거리,’ ‘알아두어야 할 점,’ ‘한걸음 더’ 등의 요소들을 일정한 규칙 없이 각 단원에 따라 자유롭게 배치하고 있는 것에 비해, 미국은 탐구(investigate), 개념학습(learn about), 연결(links)의 요소들을 매 하위 단원마다 같은 순서로 구성하고 있다. 우리나라와

미국 초등학교 3학년 과학 교과서의 내용 및 형식의 구성 체계를 비교한 결과는 표 3과 같다.

둘째, 각 단원의 도입 방식을 살펴보면, 양국 모두 실생활과 관련된 구체적인 경험을 통해 자연스럽게 학습해야 할 핵심 개념들과의 연계를 유도하고 있다는 점에서 공통된 특성을 보이고 있다. 그러나 우리나라 교과서는 주로 만화나 삽화 등을 이용해 학습 동기를 유발하고, 개념에 관한 간단하고 다양한 경험을 하도록 구성하고 있는 것에 반해, 미국 교과서는 실물 사진과 더불어 한 가지의 탐구 활동만을 제시하고 이를 일정한 형식에 따라 깊이 있게 경험하도록 구성하고 있다는 점에서 차이를 나

**표 3.** 한국과 미국 초등학교 과학 교과서의 물질 영역 내용 및 형식의 구성 체계

한국		미국		
단원	소단원	단원	소단원	
내용	3-1.1. 우리 주위의 물질	- 우리 주위에 있는 물체가 어떤 물질로 이루어져 있는지 알아봅시다. - 물질이 성질에 따라 우리 생활에 어떻게 이용되는지 알아봅시다. - 주위에서 볼 수 있는 것을 고체와 액체로 구분하여 봅시다. - 주위에서 가루물질을 찾아 관찰하여 봅시다. - 알코올램프의 사용법을 익혀 가루물질을 가열하여 봅시다. - 요오드 용액과 식초를 이용하여 가루물질을 구별하여 봅시다. - 가루 혼합물 속에 들어있는 물질을 알아내어 봅시다.	1. What are the three states of matter?	- Physical properties of matter - States of matter Solids Liquids Gases
	3-1.3. 소중함 공기	- 우리 주위에 공기가 있음을 알아봅시다. - 공기가 공간을 차지하는지 알아봅시다. - 공기를 다른 곳으로 옮겨봅시다. - 풍선으로 여러 가지 모양을 만들어 봅시다. - 공기와 우리 생활은 어떤 관계가 있는지 알아봅시다.	2. How can matter be measured and compared?	- Density - Measuring matter Measuring mass Volume Density
	3-2.4 여러 가지 가루 녹이기	- 가루를 물에 넣어 관찰하여 봅시다. - 소금은 물에 계속 녹을까요? - 가루를 물에 빨리 녹이는 방법을 알아봅시다. - 어떻게 하면 각설탕을 빨리 녹일 수 있을까요? - 누가 누가 더 빨리 녹일까요?	3. What are some useful properties of matter?	- Floating and sinking - How water interacts with other matter Water and sugar Floating and sinking Floating transportation
	3-2.7. 섞여있는 알갱이의 분리	- 철가루와 모래의 혼합물을 분리하여 봅시다. - 모래와 자갈의 혼합물을 분리하여 봅시다. - 콩, 쌀, 좁쌀의 혼합물을 분리하여 봅시다. - 여러 가지 고체의 혼합물을 분리하여 봅시다.	4. What are chemical and physical changes?	- Changes in a penny - Physical and chemical changes Chemical changes Using physical and chemical changes
형식	- 단원에 알맞은 다양한 개념 설명 및 탐구 활동 - 읽을거리 - 알아두어야 할 점 - 이런 실험도 있어요. - 한걸음 더 - 생각해보기	- Investigate Activity purpose (materials) Activity procedure Draw conclusions - Learn about Summary Review - Links		

타냈다. 예를 들어, 우리나라 교과서 '3-1, 4. 소중한 공기'의 도입 부분은 학습자가 공기의 존재를 경험할 수 있도록 인도하는 문장들과 함께 풍선, 선풍기, 부채 등으로 할 수 있는 활동들을 만화로 예시하고 있다. 그러나 미국 교과서 '단원 1. 물질을 세 가지 상태는 무엇인가?'에서는 '물질의 물리적 특성'이라는 제목하에 비닐 봉지에 공기를 붙여넣은 활동을 '활동 목적,' '활동 절차,' '결론 내리기'의 세 부분으로 나누어 집중적으로 탐구하도록 하고 있다(그림 1).

셋째, 단원의 정리 단계에서는 두 나라 교과서가 구성 체계의 확연한 차이를 보였다. 우리나라의 교과서는 물질의 특성에 관한 학습을 한 후 주로 그와 관련된 놀이나 경기(게임)의 형식을 통해 배운 내용을 종합하고 적용할 수 있는 활동으로 단원을 마무리하고 있다. 그러나 미국의 경우에는 단원을 마치는 단계에서 '요약'이라는 부분을 따로 마련하여 각 단원에서 학습한 핵심 개념들을 설명하고 '검토'에서 배운 내용에 관한 질문을 함으로써 학습자

의 반성적 사고를 지원하고 있다. 또한, '연결'에서 수학, 쓰기, 읽기, 공학 등 다양한 학문과 과학과의 연계된 학습을 시도하고 있다. 예를 들어, 우리나라 교과서 '3-2, 7. 섞여있는 알갱이의 분리'의 마지막 부분을 보면 콩, 쌀, 좁쌀, 철가루의 혼합물을 분리하는 경기를 통해 물질이 가진 고유한 특성에 따라 분리할 수 있음을 이해하고 있는지 학습자가 스스로 생각하고 적용하도록 하고 있다(그림 2). 한편, 미국 교과서 '단원 4. 화학적, 물리적 변화는 무엇인가?'의 마지막 단계(p. E31)는 '요약'에서 "물리적 변화란 자르거나 접는 것과 같이 물질의 크기나 모양에 변화가 생기는 것이다"와 같이 학습한 개념을 재정리하고 '검토'에서 "폭발은 느린 화학적 변화일까 아니면 빠른 화학적 변화일까?" 등의 질문을 통해 학습자의 비판적 사고를 장려하고 있다. 쓰기 영역과의 '연결'을 보면 학습자들이 생활에서 경험한 물리적, 화학적 변화에 관해 이미 알고 있는 노래에 가사를 만들어 보는 활동을 제시하여 과학과의 통합을 시도하고 있다.

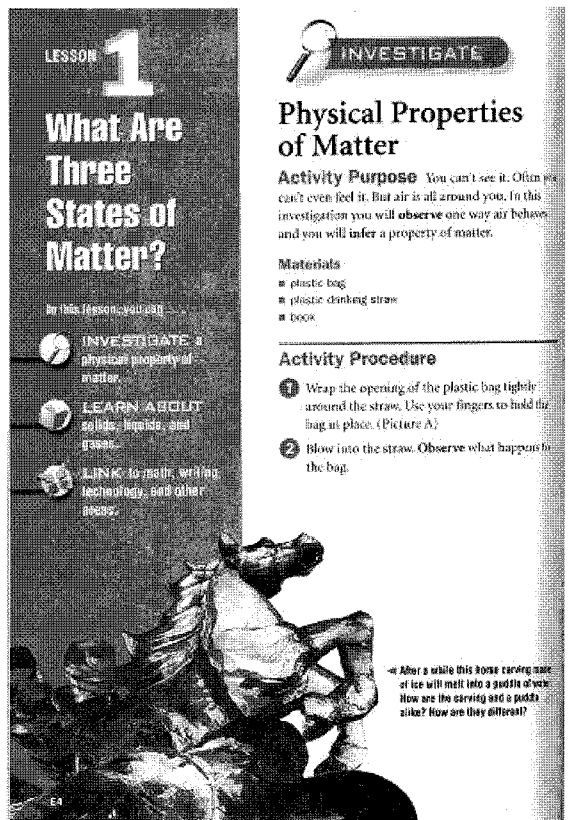
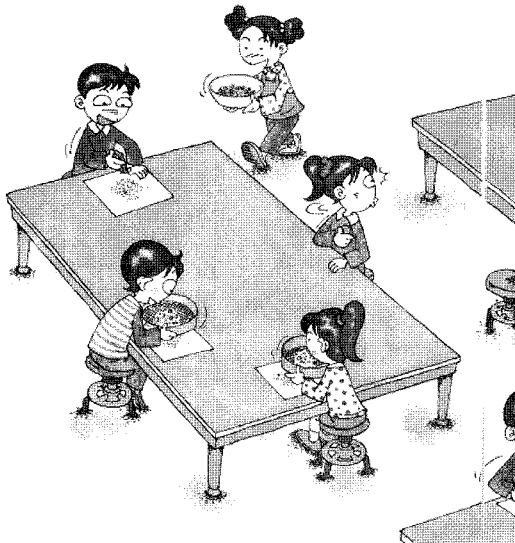


그림 1. 한국과 미국 교과서의 물질 관련 단원에 제시된 도입 단계 비교

여러 가지 고체의 혼합물을 분리하여 봅시다.  
 폼, 쌀, 좁쌀의 혼합물에 열가루도 섞어 있다면, 이 네 가지를 어떻게 분리할 수 있을까요?



### Summary

Physical changes are changes to the size or shape of a substance such as cutting or folding; and changes of state such as melting, freezing, and boiling. During physical changes, no new substances are formed. Chemical changes, or chemical reactions, form new substances. Changes in color or releases of energy show chemical changes have taken place. Burning and rusting are examples of chemical changes.

### Review

1. What changes happen to a substance during a physical change?
2. What is a chemical change?
3. Describe one physical change in the production of steel.
4. Critical Thinking Is an explosion a slow or fast chemical reaction? Explain your thinking.

## LINKS



**Solve a Two-Step Problem** Some knife blades are made of hard, high-carbon steel, which can be made very sharp. High-carbon steel is made up mostly of iron with a little carbon. Suppose a block of high-carbon steel contains 396 grams of iron and 4 grams of carbon. What fraction of the block is carbon?



### WRITING LINK

**Expressive Writing—Song Lyrics** You see physical and chemical changes happening all around you. Set them to music. Choose a tune you know. Then write words for a song that will help someone else see these changes, too.



### HEALTH LINK

**Food Changes** Food gives your body energy. To get this energy, your body must change food physically and chemically. Use library resources to find out more about one of these changes. Then report to the class to share what you learned.



### GO TECHNOLOGY LINK

Visit the Harcourt Learning Site for related links.

그림 2. 한국과 미국 교과서의 물질 관련 단원에 제시된 정리 단계 비교

## 2. 물질 영역의 과학적 개념 제시

물질 영역의 과학적 개념이 두 나라 교과서에 어떻게 제시되고 있는가를 알아보기 위해 분석 준거에 따라 두 가지로 나누어 연구한 결과는 다음과 같다.

첫째, 개념들 간의 상호 관련성을 분석한 결과, 우리나라와 미국의 교과서는 핵심 개념들을 제시하고 조직하는 방식에 커다란 차이가 있음이 드러났다. 먼저, 우리나라의 교과서를 조사하기 위해 그림 3을 살펴보면, 3학년 교과서에서 다루고 있는 물질 영역의 핵심 개념은 무엇이고 서로 어떻게 관련되어 있는지 알 수 있다.

각 개념들은 단원의 제목과 밀접하게 관련되어 있으며, 그 수가 단원에 따라 일정하지 않으며 적은 편이다. 예를 들어, 3학년이 처음으로 접하게 되는 과학 단원인 '3-1. 1. 우리 주위의 물질'에서는 물질 영역의 가장 기초적인 개념들을 여러 개 소개하고 있지만, 이후에는 한 단원당 단 하나씩의 중요한 개념을 다루고 있다. 이렇게 각 단원에서 다루고 있는 개념의 수가 적다는 것은 학습자가 한 개념을 좀 더 신중하고 깊이 있게 이해할 수 있는 기회가 많아짐을 의미한다. 그러나 개념들간의 상호 관련성에 있어서는 개념을 제시하는 방식이 분절적이거나

나 과학적 용어를 생략 또는 구체적인 용어로 대체하는 등 문제점을 보였다. 우선, 물질의 상태에 관한 개념을 단원에 따라 구성함으로써 세 가지 상태를 한꺼번에 다루지 않고 고체와 액체를 먼저 학습하도록 한 후, 기체는 다른 단원에서 배우도록 제시하고 있다. 혼합물의 경우에도 물질의 화학적, 물리적 특성에 관한 개념을 학습하기 위해 1학기의 가루물질의 혼합물과 2학기의 섞여 있는 알갱이의 혼합물로 분리하여 거의 1년의 시간차를 두면서 제시하고 있다. 이렇게 물질에 관한 핵심 개념들을 서로 연결하여 통합적으로 제시하지 않고 단원에 따라 많은 시간 차이를 두고 학습하도록 조직하는 것은 개념들 간의 상호 관련성과 전체적인 체계를 이해하기 어렵게 만들 수 있다. 또한, 그림 3에 표시한 바와 같이 핵심 개념을 과학적 용어로 제시하지 않고, '기체'는 '공기'로, '용액과 용해'는 '가루 녹이기'로 대체하고 있는 것도 문제점으로 지적할 수 있다. 학습하고 있는 내용이나 활동을 통해 학습자가 자연스럽게 개념을 습득하도록 한다는 의미에서 '공기'나 '가루 녹이기'는 적절한 학습 주제나 소재목으로 활용할 수 있다. 그러나 물질의 상태를 '고체,' '액체,' '공기'로 분류하는 것은 개념의 위계에 맞지 않는 부적절한 제시 방식이다. '가루 녹이

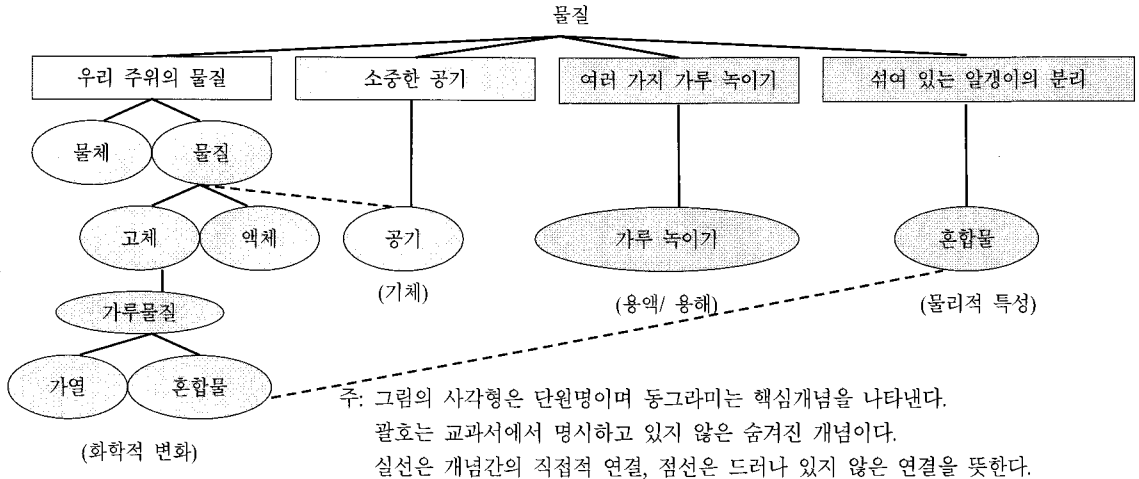


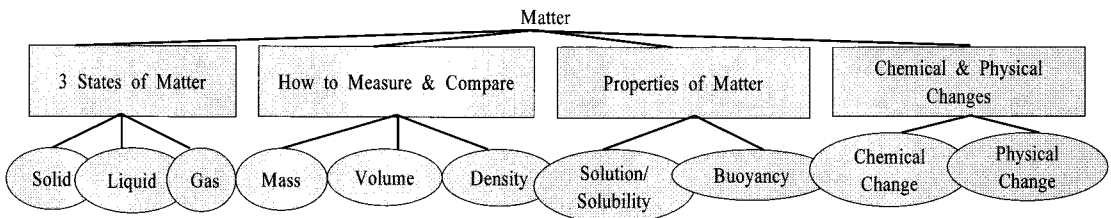
그림 3. 한국 초등학교 3학년 교과서 물질 영역의 핵심 개념

기'도 가루를 녹이는 활동을 경험했다고 해서 '용액'이나 '용해'라는 과학적 용어를 저절로 학습할 수 있는 것은 아니다.

미국 교과서에 제시된 핵심 개념들의 상호 관련성을 분석한 결과, 우리나라에 비해 훨씬 많은 수의 개념을 제시하고 있었으며, 그 구성이 체계적인 것으로 밝혀졌다. 그림 4에서 보는 바와 같이 미국의 교과서는 단원의 제목을 학습 개념과 관련된 구체적인 활동이나 사물, 사건으로 대체하여 제시하는 우리나라와는 달리, 물질을 학습하는데 있어 가장 중요하고 본질적인 주제로 표현하고 있다. 그리고 각 단원마다 핵심 개념들을 연결하여 조직하고 있다. 이를 좀더 구체적으로 살펴보면, 물질 영역에서는 맨 먼저 물질의 상태에 관한 '고체,' '액체,' '기체'의 세 가지 개념을 함께 제시한 후 다음 단원에서 그러한 물질을 어떻게 측정하고 비교할 수 있는지 이해하기 위해 '질량,' '부피,' '밀도'의 개념을 소개하고 있다. 이러한 개념들은 이후 모든 물질에

관한 학습의 기반이 되는 매우 기초적이고 중요한 것들이지만 우리나라 3학년 교과서에는 생략되어 있다. 또한, 물질이 가지는 독특한 특성을 '용액'과 '용해(도)'의 개념을 통해 이해하도록 구성하고 있으며, 마지막에는 물질의 변화에 관한 개념을 '화학적 변화'와 '물리적 변화'로 나누어 설명하고 있다. 미국 교과서는 이와 같이 물질 영역에 관하여 학습해야 할 내용들을 기본적인 개념들을 토대로 조직함으로써 개념들 간의 관련성을 한 눈에 파악할 수 있고, 왜 그러한 개념들이 물질을 학습하는데 유용한지 쉽게 이해할 수 있는 것으로 보인다.

둘째, 개념 설명의 복잡성에 있어서 두 나라의 교과서는 가장 확연한 차이를 보였다. 우리나라의 교과서는 핵심 개념에 관한 직접적인 설명을 거의 포함하지 않고 있다. 대신 다양한 탐구 활동을 통해 개념을 이해하도록 함으로써 명확하게 걸어로 드러나지 않는, 은유적 또는 암시적인 개념 제시 경향을 보인다. 반면, 미국 교과서는 각 단원마다 거의



주: 그림의 사각형은 단원 제목의 일부이며, 동그라미는 핵심개념을 나타낸다.

그림 4. 미국 초등학교 3학년 교과서 물질 영역의 핵심 개념



대부분의 지면을 할애하여 매우 구체적으로, 심도 있게 개념을 설명하고 있으며, 다양한 실물 사진과 삽화로 이를 뒷받침하고 있다. 우리나라와 미국 교과서에 제시된 물질에 관한 개념 설명의 복잡성 차이는 표 4를 통해 잘 이해할 수 있다.

표 4는 물질의 세 가지 상태를 설명하는 방식에 있어 양국의 차이를 뚜렷하게 보여주는 구체적 사례이다. ‘고체’의 경우, 우리나라 교과서는 개념적 설명이라기보다는 고체의 특징을 간단하게 표현하고 있으며, 그에 관한 이해를 돕기 위해 만화의 형식으로 지원하고 있다. 이때 사용되는 만화는 단순한 활동을 묘사할 뿐, 개념의 이해를 돕는데 직접적으로 사용했다고 보기 어렵다(그림 5). 그러나 미국의 교과서는 고체를 한정된 형태와 공간을 갖는 물질로서 정확하게 개념 정의하고 있으며, 부가적

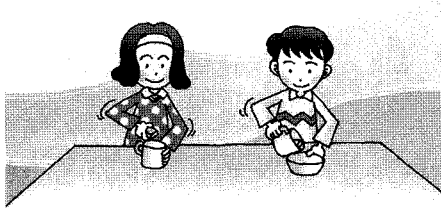
설명을 통해 왜 고체가 한정된 형태와 공간을 갖게 되는지 알기 쉽고 자세하게 서술하고 있다. 또한, 구체적 사물인 열쇠의 사진과 함께 열쇠 내부의 입자들이 어떻게 배열되어 있는지 그림으로 나타냄으로써 학습자가 개념을 더 잘 이해할 수 있도록 돕고 있다(그림 5). 개념 설명의 지원은 모두 실물 사진을 사용하며, 눈으로 직접 볼 수 없을 경우에만 그림으로 대체하고 있는 것도 미국 교과서의 큰 특징이다.

‘기체’의 경우, 우리나라는 아예 기체라는 용어도 사용하지 않으며, 개념적 설명은 제공하지 않고 있다. 대신 여러 가지 탐구 활동으로 공기란 눈에 보이지는 않지만 일정한 공간을 차지한다는 것을 깨닫도록 유도하고 있다. 그러나 미국 교과서에서 제시하고 있는 것과 같은 기체의 개념을 학습자들

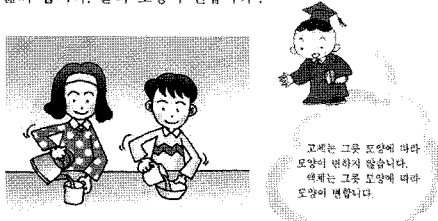
표 4. 한국과 미국 초등학교 과학 교과서의 물질 영역 개념 설명의 복잡성

핵심 개념 설명	한국 교과서	미국 교과서	
고체	설명	고체는 그릇 모양에 따라 모양이 변하지 않습니다(p. 8).	고체는 한정된 형태를 가지며 일정한 공간을 차지하는 물질입니다. 부가설명: 고체 속의 입자들은 작은 공을 촘촘하고 고르게 쌓아놓은 것처럼 아주 가깝게 붙어 있습니다. 각각의 입자들은 한 점을 위주로 앞, 뒤로 움직입니다. 이러한 입자의 배열은 고체가 한정된 형태를 갖도록 합니다(p. E6).
	예시	지우개	열쇠
	지원 자료	만화, 실물 사진	실물 사진, 삽화 (그림)
액체	설명	액체는 그릇 모양에 따라 모양이 변합니다(p. 8).	액체는 용기의 모양과 같은 형태를 가지며, 일정한 공간을 차지하는 물질입니다. 부가설명: 물질이 액체 상태일 때, 그 입자들은 서로 미끄러지듯이 움직입니다. 입자들은 고체일 때처럼 서로 붙어있지 않습니다. 그것들은 자리를 이동하며 움직입니다. 그러나 여전히 서로 가깝게 자리하고 있습니다.
	예시	물	물
	지원 자료	만화, 실물 사진	실물 사진, 삽화(그림)
기체	설명	공기가 있음을 물 속에서 확인하여 봅시다(p. 36). 공기가 공간을 차지하고 있는지 알아봅시다.(p. 37). 배구공에 있는 공기를 풍선에 옮길 수 있을까요? 어떻게 옮길 수 있는지 이야기하여 봅시다(p. 38). 풍선에 공기를 넣어 여러 가지 모양을 만들어 봅시다(p. 40).	기체는 한정된 형태를 가지지 않으며 일정한 공간을 차지하지 않는 물질입니다. 부가설명: 액체 속의 입자들처럼, 기체 속의 입자들은 일정한 형태로 배열되어 있지 않습니다. 그렇지만, 액체 속의 입자들과는 다르게 기체 속의 입자들은 더 이상 가깝게 자리하지 않습니다. 이것은 기체 속의 입자들이 액체 속의 입자들보다 훨씬 빠르게 움직이고 있기 때문입니다.
	예시	수조, 종이배 실험, 배구공 활동, 비커와 삼각플라스크 활동, 풍선	수증기
	지원 자료	만화, 실물 사진	실물 사진, 삽화(그림)

지우개를 그곳에 담아 봅시다. 또, 다른 모양의 그곳에 옮겨 봅시다.  
지우개의 모양이 변합니까?



이번에는 그곳 속에 들어 있는 물을 다른 모양의 그곳에 옮겨 봅시다. 물의 모양이 변합니까?



This old key is a solid. It keeps its shape when you put it into a lock. ▶

All matter is made up of small bits called *particles*. The particles are so small that they can be seen only with the strongest microscopes. These tiny particles are always moving quickly.

The arrangements of particles give matter properties. Each arrangement is called a *state of matter*. A door key is an example of matter in the solid state. When you touch a door key, it stops your finger. A **solid** is matter that has a definite shape and takes up a definite amount of space. The particles in a solid are close together, like neat and even stacks of tiny balls. Each particle moves back and forth around one point. This arrangement of particles gives a solid its definite shape.

✓ How are particles arranged in a solid?

▶ The particles in this metal key are arranged in a tight, regular pattern.

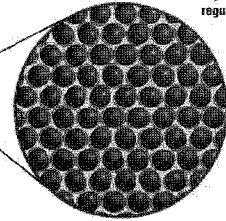


그림 5. 한국과 미국 교과서에 제시된 개념 설명의 복잡성 비교: 고체

이 과연 자연스럽게 언어낼 수 있을 것인지, 또 기체가 왜 그러한 속성을 갖고 있는지를 어떻게 개념적으로 이해할 것인지에 관해서는 의문을 갖게 된다.

### 3. 물질 영역의 탐구 과정 제시

물질 영역의 탐구 과정 제시에 관한 특징을 파악하기 위해서, 분석 준거에 따라 ‘해보기,’ ‘실험하기,’ ‘생각하기’의 세 가지로 탐구 유형을 나누고, 유형별로 각각 어떠한 탐구 기능을 포함하고 있으며 어떻게 조직하고 있는지 살펴보았다.

첫째, ‘해보기’는 우리나라와 미국 교과서 모두에서 가장 많이 다루고 있는 탐구 유형이다. 그런데 미국의 경우, ‘해보기’와 ‘실험하기’를 통합하여 제시하고 있으므로, 두 가지 탐구 유형에 관한 분석 결과를 함께 제시하고자 한다. 먼저, 우리나라 교과서는 앞서 개념 제시 방식에서 검토한 바와 같이, 직접적인 개념 설명을 제한하고 대신 다양한 탐구 활동을 제공하고 있으므로 전체적 구성으로 보았을 때 탐구 과정이 교과서 지면의 대부분을 차지한다. 탐구 유형별로는 ‘해보기’가 대다수를 차지하고 있으며, 구체적 사물과 관련된 다양한 활동을 제시하고, 관찰, 분류, 예상의 기초적 탐구 기능을 사용하도록 구성하고 있다.

그림 6은 각 탐구 유형이 핵심 개념과 어떻게 관련되어 있는지 잘 나타내고 있다. 우리나라 교과서

물질 영역의 ‘해보기’는 주로 일상생활과 밀접한 관련이 있는 여러 가지 활동을 특정한 규제 없이 놀이의 수준으로 자유롭게 탐색하도록 함으로써 학습자가 내용에 대해 흥미를 느낄 수 있도록 한다는 장점이 있다. 또한 ‘공기가 있다는 것을 어떻게 알 수 있을까요?’와 같은 개방적 질문을 통해 학습자의 다양한 사고를 자극하고 있다. 그러나 활동 과정에 관한 구체적 안내라든가 활동으로 인해 얻은 결론 등에 관해 과학적으로 생각해 볼 수 있는 탐구 과정 요소들을 명확하게 제시하지 않고 있어 단순히 재미있는 활동에 그칠 우려가 있다. ‘실험하기’의 경우, 그림 6을 보면 네 단원 중 세 단원에서 제시하고 있음을 알 수 있다. 1학기에는 가루 물질의 변화와 특성을 알아보는 실험과 공기가 공간을 차지하는지 종이배로 확인하는 실험의 두 가지를 제시하고 있는데, 기초 탐구 기능을 활용할 수 있도록 구성하고 있다. 그러나 2학기에는 각설탕을 빨리 녹이는 방법을 찾기 위해 가설 설정, 변인 설정 및 통제, 결론 도출 등 통합 탐구 기능을 필요로 하는 높은 수준의 실험을 하도록 하여 학습 순서에 따라 실험의 난이도를 높여가고 있다(그림 7).

미국의 경우에는 ‘해보기’와 ‘실험하기’를 따로 구분하기 어렵게 구성되어 있다. 탐구 과정이 일정한 형식의 구애 없이 교과서의 대부분을 차지하고 있는 우리나라와는 달리, 미국 교과서는 두 가지 유

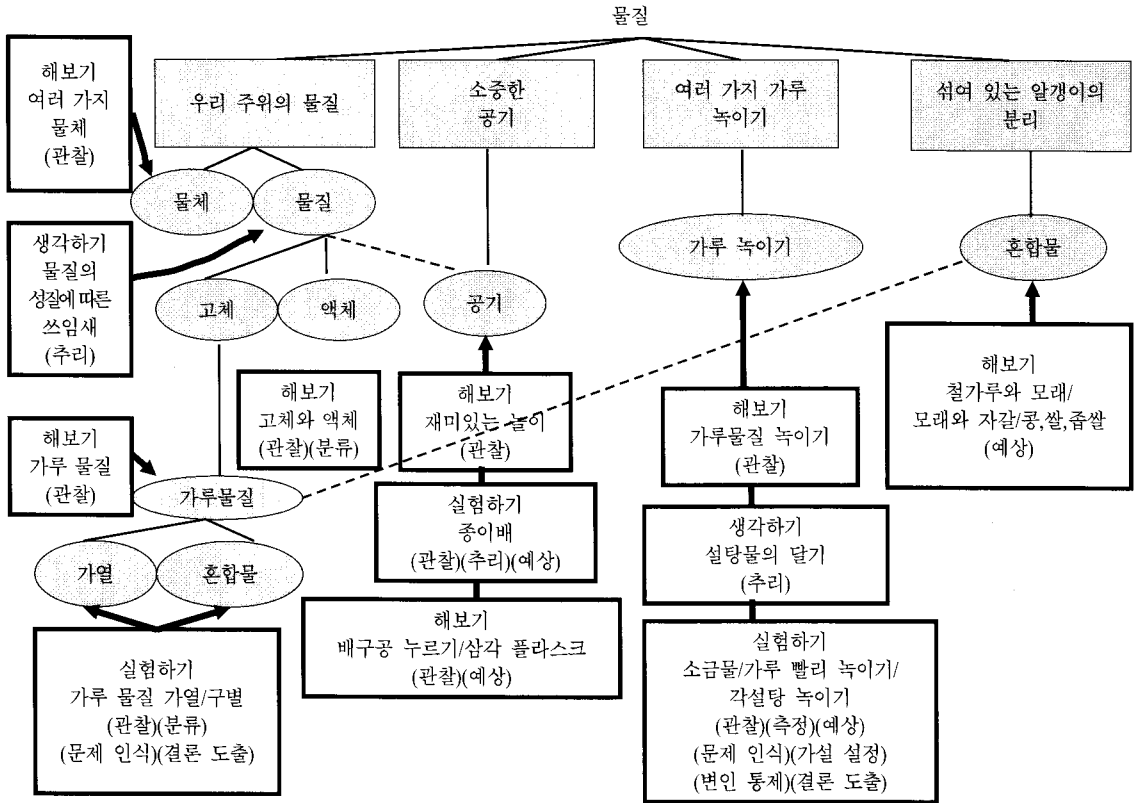


그림 6. 한국 초등학교 3학년 교과서 물질 영역의 탐구 과정: 핵심 개념과의 관계를 중심으로

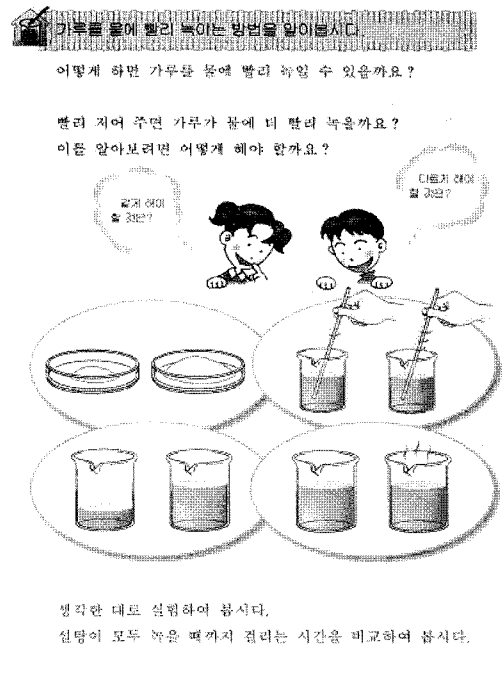


그림 7. 한국 3학년 1학기와 2학기에 제시된 실험의 난이도 비교: 탐구 기능을 중심으로

형을 통합한 형태의 활동을 ‘조사하기(Investigate)’라는 새로운 제목으로 제시하고 있으며, 각 단원의 도입부에 항상 같은 형식으로 하나씩 규칙적으로 제시하고 있다(그림 8).

그림 9에서 보는 것처럼, ‘조사하기’는 활동의 목적과 방법, 활동으로 인해 얻을 수 있는 결론을 단계별로 상세하게 나누어 안내하고 있으며, 활동에 필요한 자료 및 교구도 구체적으로 서술하고 있다. 따라서 학습자는 제시하고 있는 탐구 활동을 통해 무엇을 경험해야 할지 명확하게 파악할 수 있을 것으로 보인다. 탐구 기능은 각 단계에서 진한 글씨로 강조하여 표시하고 있으며, 특히 ‘결론 내리기’ 부분에서 “과학자들은 종종 하나의 특성만을 제외한 나머지는 모두 같은 두 상황을 보게 됩니다. 3단계와 5단계에서 같은 특성은 무엇이고, 다른 특성은 무엇인가요?”와 같은 질문이나 설명을 제시함으로써 학습자가 직접 경험하고 수집한 자료가 핵심 개념과 어떤 관계가 있는지 생각하고 답하는 과정을 촉진하고 있다. 이러한 구성은 학습자가 탐구 활동을 하는 동안 어떠한 과학 탐구 기능을 수행하고 있는지 그리고 그러한 기능이 하고 있는 활동과는 어떤 관계가 있는지 스스로 점검하도록 유도함으로써 보다 조직적이고 체계적인 학습을 하도록 이

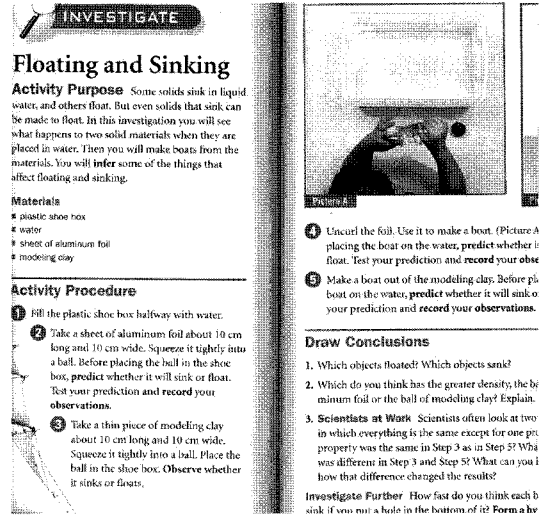


그림 9. 미국 교과서 단원 3. 물질의 유용한 특성은 무엇일까요?: 탐구 과정과 기능

끌어 줄 것으로 기대된다. 그러나 탐구 활동 과정을 번호를 매겨 순서대로 제시한다거나, 한 단원에 한 가지 활동만을 다룸으로써 학습자의 호기심을 저하하고 학습에 대한 흥미를 감소시킬 수도 있다.

둘째, ‘생각하기’의 탐구 유형을 제시하는 방식에 있어서는 두 나라 모두 여러 탐구 기능 중에서

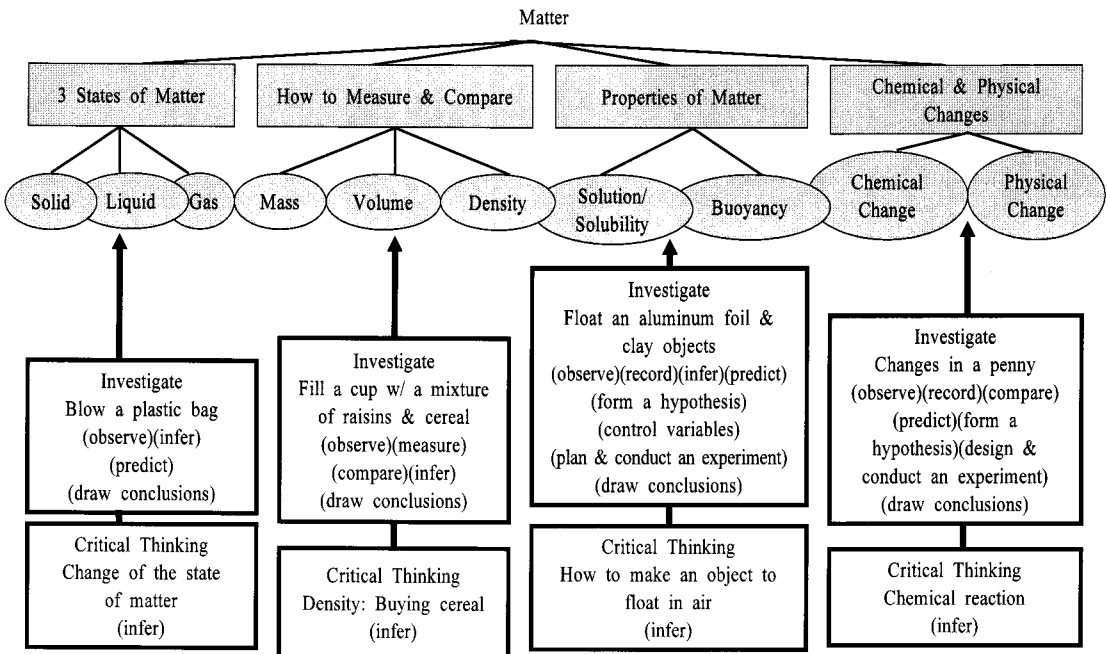


그림 8. 미국 초등학교 3학년 교과서 물질 영역의 탐구 과정: 핵심 개념과의 관계를 중심으로

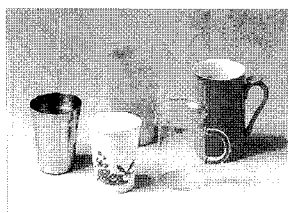
‘추리’를 기반으로 하고 있다는 공통점을 보였다. 그러나 우리나라 교과서는 학습자의 사고를 자극할 수 있는 다양한 질문과 함께 그에 관한 그림이나 사진 등 보조 수단을 풍부하게 제공하고 있는 반면, 미국은 각 단원의 정리 단계에서 가장 핵심적인 질문 하나만을 기타 보조 자료 없이 문장의 형태로 제시하고 있다. 예를 들어, 우리나라 교과서 ‘3-1. 1. 우리 주위의 물질’에서 ‘생각하기’에 해당하는 부분을 보면, 물질이 각각의 고유한 특성에 따라 일상생활에서 어떻게 사용되고 있는지에 관해 학습자의 사고를 자극하고 있다. 이때, 아동들에게 친숙한 만화의 형식을 이용해 작은 문제 상황(장난감 비행기를 만들고 싶은데, 어떤 물질을 사용해야 할까?)을 던져주고, 이를 해결하기 위해 생각해볼 수 있는 단서(예: 가벼운 물질이어야 하는데……)를 함께 제공하여 물질의 쓰임새와 성질간의 관련성을 생각해 보도록 유도하고 있다(그림10). 또한, 여러 물질로 만들어진 컵의 사진을 통해 물질의 종류에 따른 장, 단점을 비교하여 생각해 볼 수 있도록 하고 있다. 이렇게 우리나라 교과서의 ‘생각하기’는 한 주제나 개념에 관해 비교적 많은 지면을 할애하여 학습자의 다양하고 구체적인 생각을 이끌어내도록 안내하는 특징을 가지고 있다. 그러나 전체 탐구 유형 중에서 ‘생각하기’가 차지하는 비중을 보았을 때는 한 학기에 한 번씩만 제시함으로써 다른 탐구

유형들에 비해서 낮은 빈도를 차지하고 있다. 미국 교과서의 경우, 세 번째 단원 ‘물질의 유용한 속성은 무엇일까요?’에서는 마지막 ‘검토(review)’ 부분에 ‘비판적 사고(critical thinking)’란을 마련하고, 하나의 질문(어떻게 하면 물체를 공중에 띄게 할 수 있을까요?)을 제시하고 있다(그림 10). 이러한 핵심적 질문은 이미 학습한 개념들을 점검하도록 하는 중요한 질문들(예: 설탕이 물에 녹으면 어떤 변화가 일어나나요? 무엇이 같게 남아있나요?) 다음에 배치하고 있으며, 지엽적인 질문이 아니라 관련된 모든 개념을 통합하여 적용하도록 하는 특징을 보인다. 그러나 우리나라 교과서와는 달리 질문에 관련된 상황이나 예시를 따로 제공하지 않고 있으며, 삽화나 사진과 같은 부가 자료도 없다. 간단한 평가 문제(test prep)가 함께 제시되고 있을 뿐이다. 이렇게 미국 교과서의 ‘생각하기’는 기본적인 개념의 이해를 매우 강조하고 있으며, 개념과의 관련성을 따져 보도록 하는 종합적 질문의 형태이기 때문에 각 단원마다 끝부분에 하나씩 동일하게 구성하고 있다. 그러나 사고를 촉진하는 부가적인 설명이나 지원 자료가 생략되어 있기 때문에 학습자들이 스스로 생각하는 과정을 잘 이끌어 나갈 수 있을지에 관해서는 의구심을 갖게 한다. 우리나라와 미국 3학년 교과서에서 제시하고 있는 탐구 과정을 그 유형과 기능에 따라 비교, 분석한 결과를 요약하면

여러 가지 물질은 서로 다른 성질을 지니고 있습니다. 물체를 만들 때에는 그 쓰임새에 맞는 물질을 사용합니다.



같은 종류의 물체 중에서 서로 다른 물질로 만든 예를 찾아보고, 장점과 단점을 비교하여 봅시다.



## Review

1. What changes happen to sugar when it dissolves in water? What stays the same?
2. What happens when you add more of a material to water than the water will dissolve?
3. How can you float a piece of solid material that is denser than water?
4. **Critical Thinking** What could you do to make an object float in air?
5. **Test Prep** Any material that floats in water —
  - A is denser than water
  - B has the same density as water
  - C is less dense than water
  - D is made of metal

그림 10. 한국과 미국 교과서에 제시된 ‘생각하기’의 비교

표 5. 한국과 미국 교과서의 물질 영역 탐구 과정의 특징: 탐구 유형 및 탐구 기능

탐구 유형	한국	미국
해보기	일상 생활과 밀접하게 관련된 구체적 사물을 이용하여 핵심 개념에 관한 직접적 경험 제공 탐구 기능: 관찰, 분류, 예상	해보기와 실험 하기의 통합 활동 목적의 명확한 진술 활동에 필요한 자료 소개 활동 절차의 단계 제시 활동을 통해 얻은 결론의 강조 (과학자 활동과의 비교) 추가 탐구 활동 제안 탐구 기능에 관한 조언(tip)
실험하기	기초적 탐구 기능을 활용하는 간단한 실험 가설 설정 및 변인 통제 등을 포함한 수준 높은 실험	탐구 기능: 관찰, 측정, 추리, 예상, 기록, 비교, 가설설정, 변인설정, 변인통제, 실험계획, 실험설계, 실험, 결론도출
생각하기	구체적인 예와 그림(만화), 사진 등을 부가적으로 제시하고 생각을 자극하는 다양한 질문을 제공 탐구 기능: 추리	각 단원의 마지막 부분에 비판적 사고(critical thinking)이라는 제목과 함께 핵심 개념과 관련된 중요한 질문을 한 가지씩 제공 탐구 기능: 추리

표 5와 같다.

#### IV. 결론 및 논의

본 연구는 과학적 소양을 달성하기 위한 초등학교 과학 교과서의 특징을 알아보기 위해 과학적 개념 및 탐구 과정을 중심으로 우리나라와 미국 3학년 교과서의 물질 영역에 관한 구성 체계와 내용의 특징을 비교, 분석하였다. 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 물질 영역의 전체적인 구성 체계를 탐색한 결과, 우리나라와 미국은 모두 과학의 학문 영역에 따라 내용을 조직한다는 공통점이 드러났다. 그러나 형식의 면에 있어서는 미국 교과서가 매 단원 동일한 요소들을 규칙적으로 배치하는 반면, 우리나라는 좀 더 자유로운 형태로 다양한 요소들을 구성하고 있다는 점에서 차이가 났다. 각 단원의 도입과 정리 단계를 제시하는 데 있어서도 두 나라 교과서의 차이점을 발견할 수 있었는데, 우리나라는 주로 만화, 삽화, 게임의 형식으로 학습자가 간단하고 재미있는 활동을 경험할 수 있도록 꾸며져 있고, 미국은 ‘활동 목적,’ ‘요약,’ ‘검토’와 같은 세부적인 절차와 항목을 통해 조직적인 안내를 제시하고 있었다.

둘째, 물질 영역의 과학적 개념 제시 방식을 분석한 결과, 두 나라 교과서의 뚜렷한 차이점을 알 수 있었다. 먼저, 개념들 간의 상호 관련성을 분석

한 결과, 우리나라 교과서는 다루고 있는 개념들의 수도 적을 뿐 아니라 제시하는 방식이 분절적이었으며 핵심적 개념을 위해 과학적 용어 대신 구체적인 활동이나 예시를 사용하고 있었다. 미국의 경우에는 물질 영역에 관한 학습을 위해 꼭 필요한 기본 개념들을 선정하여 그에 따라 단원을 구성함으로써 개념들 간의 관련성을 쉽게 파악할 수 있었다. 개념 설명의 복잡성 면에 있어서 우리나라 교과서는 직접적인 설명을 거의 제시하지 않았으며, 설명이 있다고 해도 매우 단순하거나 활동으로 대체하고 있었다. 그러나 미국 교과서는 명확한 개념 설명뿐 아니라 물체의 상태에 따른 입자 배열에 이르기까지 자세한 부가적인 설명을 제공함으로써, 어린 학습자이지만 쉽고 깊이 있게 개념을 이해할 수 있도록 구성하고 있었다. 개념 설명을 지원하는 방식에 있어서도 우리나라는 대부분 만화의 형식, 미국은 실물 사진과 사실적으로 묘사한 그림의 형식을 사용한다는 점에서 차이를 보였다.

셋째, 물질 영역의 탐구 과정 제시 방식을 조사한 결과, 탐구 유형에 있어서 양국 교과서 모두 일상 생활과 관련된 ‘해보기’ 활동이 가장 많으며, 간단한 실험을 위주로 한다는 점과 기초적, 통합적 탐구 기능을 함께 활용하도록 한다는 점에서 공통된 특성을 나타냈다. 우리나라 교과서는 지면의 거의 대부분이 탐구 활동을 지원하고 있지만, 직접적으로 탐구 기능을 명시하거나 특별한 지시를 하지 않음으로써 개방적이고 자유로운 놀이 수준의 탐색을 지원하고 있었다. 또한, 학기에 따라 탐구 기

능의 난이도를 조절하고 있다는 것도 특이한 점으로 지적되었다. 미국 교과서는 한 단원에 하나씩만 탐구 활동을 구성하고 있기 때문에 상대적으로 탐구 활동의 양은 적으나, 탐구의 활동과 목적, 결론을 단계별로 상세하게 안내하고 있으며, 활동에 요구되는 탐구 기능도 명확하게 제시하여 체계적인 탐구를 지도하고 있었다. ‘생각하기’에 관해서는 우리나라 교과서가 여러 가지 질문과 그림, 사진 등을 함께 구성함으로써 학습자의 보다 풍부하고 다양한 사고를 촉진하는 반면, 미국 교과서는 주로 핵심 개념과 관련된 한가지의 종합적 질문으로 비판적 사고를 신장시키는데 초점을 두고 있었다.

이상의 연구 결과를 바탕으로, 과학적 소양을 신장시키기 위한 초등학교 과학 교과서의 구성 방향에 대하여 제안하고자 한다.

첫째, 물질 영역을 구성함에 있어 학습자의 구체적 경험과 관련된 흥미로운 활동과 친근한 소재 등을 계속적으로 제공하되, 체계적인 안내와 다른 교과나 학문과의 연계를 시도해야 한다. 과학적 소양은 모든 국민을 고도의 지식과 기술을 갖춘 과학자로 만드는 것을 목적으로 하지 않는다. 따라서 과학적 소양은 과학을 쓸모없고 난해한 학문으로 접근하기보다 삶을 살아가는데 있어 반드시 필요하고 유용한 상식과 교양으로 이해함으로써 달성할 수 있다(Hazen, 2002). 본 연구의 결과, 우리나라 교과서는 전반적으로 학습자의 흥미를 유도하는 데 많은 비중을 두고 구성하고 있음이 드러났으며, 이 같은 특성은 과학적 소양을 기르기에 적절하다고 볼 수 있다. 그러나 미국 교과서에 비해 단순한 활동이 너무 많고, 그것을 경험하기 위한 조직적인 안내는 부족한 것으로 보인다. 또한, 타 학문과의 관련성을 찾아보기 어려웠다. 보다 실용적인 학문으로서 과학에 접근하고 실생활과 밀접하게 관련짓기 위해서는 다른 교과와 통합하여 질병, 환경, 자원문제 등 개인적, 사회적인 쟁점들을 도입하고 심도 있게 논의하는 것이 중요하다. 현실의 삶에 있어서 과학적 문제를 해결한다는 것은 그것들에 대해 ‘어떻게 반응하고, 행동하고, 해결할 것인지 스스로 판단하고 결정할 수 있다’(NRC, 1996)는 의미이기 때문이다.

둘째, 물질에 관한 기초 개념들 간의 연결을 강화하고 개념적인 설명을 심층적으로 제공할 필요가 있다. 물질 영역의 과학 개념이 어떻게 제시되

고 있는지 두 나라의 교과서를 비교, 분석한 본 연구의 결과, 개념의 관련성 및 복잡성에 있어 우리나라 교과서가 특히 많은 문제점을 가지고 있음을 알 수 있었다. 미국 교과서의 개념 소개 및 설명 방식이 명시적이라고 한다면 우리나라 교과서에서 개념을 다루는 방식은 매우 암시적이다. 핵심적 개념, 과학적 용어, 개념적 설명은 대부분 겉으로 드러나지 않고 관련된 활동에 감추어져 있다. 또한, 개념의 이해를 돕기 위한 지원 자료도 만화의 형식을 위주로 하고 있다. 이러한 특성은 우리나라 과학교육 목표에 제시되어 있는 것처럼 학습자가 “일상생활의 문제를 창의적이고 과학적으로 해결(교육인적자원부, 2007:158)”하도록 지원하기 위해서인 것으로 보인다. 즉, 직접적으로 개념을 제시하기 보다는 학습자가 개념과 관련된 활동을 경험함으로써 다양하게 생각하고, 스스로 문제를 해결하는데 가치를 두고 있는 것이다. 그러나 여러 가지 생각을 통해 문제를 분석하고, 새롭고 유용한 해결책을 산출하는 능력은 기본적 과학 개념의 이해를 전제로 하고 있다는 점을 간과해서는 안 된다. 깊이 있는 과학적 지식과 이해 없이, 창의적이고 과학적인 문제해결력을 육성한다는 것은 모래 위에 집을 짓는 것과 마찬가지이다. 핵심적 개념들을 이해하고 그것들을 관련시켜 풍부한 지식 기반을 마련한 후에야 비로소 직면한 문제를 의미 있게 해결할 수 있다. 우리나라 교과서의 경우, 학습에 관하여 아동들이 가지고 있는 의문들을 충족시키기 위한 만족스러운 설명은 어디에서도 찾아볼 수 없다. 단지, 만화의 형식으로 내용을 제시하거나 게임이나 활동을 경험한다고 해서 아동들이 정확한 기초 개념을 형성할 수 있을지 다시 한 번 검토해 보아야 한다. 이러한 점과 관련하여, 실물 사진과 사실적 모형그림을 통해 물질에 관한 여러 추상적 개념을 정교하게 설명하고 있는 미국 교과서는 우리에게 많은 시사점을 주고 있다.

셋째, 개방적이고 자유로운 탐구 과정은 현재와 같이 유지하면서 체계적인 안내나 지침을 첨가할 것을 권고한다. 우리나라 교과서의 탐구에 관한 분량은 미국 교과서에 비해 압도적으로 많으며, 탐구에 필요한 기초적, 통합적 기능들도 조화롭게 잘 조직하고 있다. 다만, 개념 제시 방식과 유사하게 탐구 과정 역시 직접적인 설명이나 지시 사항이 거의 없이 ‘활동’ 중심으로 구성되어 있다는 점은 개

선할 여지가 있는 것으로 보인다. 탐구 과정을 체계적으로 안내한다는 것은 순서에 따라 기계적으로 탐구를 지도한다는 뜻이 전혀 아니다. ‘과학적으로’ 사고하고 행동한다는 것은 마치 과학자가 문제를 해결하는 것처럼 문제를 주의 깊게 분석하고 일련의 탐구 방법을 통해 적절한 해결책을 산출한다는 의미이다. 따라서 아동들이 탐구 활동을 하는 동안 과학적 탐구가 평상시의 탐구와 어떻게 다른지 알 수 있어야 하며, 스스로 어떠한 탐구 기능을 사용하고 있으며, 그 역할과 유용성은 무엇인가에 대해서도 깨닫도록 도와주어야 한다. 또한, 탐구 활동을 구성함에 있어, 과학에 관한 아동의 흥미와 단순한 재미를 혼동해서는 안 된다. 과학과 관련된 진정한 흥미를 조성하기 위해서는 아동들이 경험하고 있는 사물, 사건, 현상 등에 관해 가지고 있는 궁금함과 호기심을 이끌어 내도록 해야 한다. 그리고 그러한 것들을 충족시킬 수 있는 구체적 경험이 발달 단계와 이해 수준에 알맞도록 뒷받침되어야 한다.

과학적 소양은 과학에 관한 기초적 지식을 이해하고 탐구하는 충분한 경험을 통해 일상생활에서 과학의 가치를 깨닫고 스스로의 삶을 의미 있게 살아가는 데 초점을 두고 있다. 과학적 소양을 육성하기 위해 바람직하다고 생각하는 모든 것들을 다 교과서에 담을 수는 없는 일이다. 무엇보다 기본에 충실하고, 그것을 바탕으로 실제적인 문제에 적용하고 활용할 수 있도록 다양한 보조 자료와 환경적 지원을 병행할 때 과학 교과서는 교수 학습 과정에 더 의미 있고 중요한 역할을 담당하게 될 것이다.

## 참고문헌

- 교육부(1997). 초·중등학교 교육과정. 교육부 고시 제 1997-15호.
- 교육인적자원부(2006). 과학 3-1. 대한교과서주식회사.
- 교육인적자원부(2006). 과학 3-2. 대한교과서주식회사.
- 교육인적자원부(2007). 초등 학교 교육과정. 교육인적자원부 고시 제 2007-79호 [별책 2].
- 김현수 (2006). 과학과 교육과정, 교과서의 변천과 발전 방향. 교과서 연구, 48, 13-19.
- 김효남 (2002). 미국 초등과학 교과서 McGraw-Hill Science 의형 및 내용 분석. 청람과학교육연구논총, 12(1), 41-52.
- 박재근, 박현우(2006). 우리나라와 일본의 초등학교 과학 교과서 생물 영역에 대한 비교 연구. 초등과학교육, 25(3), 318-330.
- 신세호, 한면희, 이종렬 (1979). 교과서구성 개선에 관한 연구: 국민학교를 중심으로. 연구보고 제 109집. 한국 교육개발원.
- 이양락, 박재근, 이봉우(2004). 과학 교육 내용 적정성 분석 및 평가. 한국교육과정평가원 연구보고 RRC 2004-1-6.
- 이용숙 (2005). 제 7차 중학교 국어과 교과서와 미국 교과서 내용 체계 분석. 교육과정연구, 23(2), 187-220.
- 하병권(1998). 미국의 초등학교 과학 교과서 내용의 분석 연구. 과학과 수학교육 논문집, 24, 153-188. 서울교육대학교 과학교육연구소.
- 허강 (2005). 교과서 연구. 교과서 연구, 44, 47-51.
- 허남조, 유병태, 한영옥(2004). 우리나라(7차 교육과정)와 미국의 초등학교 과학과 교과서 3, 4, 5, 6학년의 지구 과학 영역 비교 및 분석. 과학교육연구, 29, 325-351. 부산교육대학교 과학교육연구소.
- Eichinger, D. & Roth, K. J. (1991). *Critical analysis of an elementary science curriculum Bouncing around or connectedness?* East Lansing, MI: Center for the Learning and Teaching of Elementary Subject.
- Harcourt School Publishers (2005). *Harcourt science(3<sup>rd</sup> grade, 2005 Ed.)*. Orlando, Florida: Harcourt, Inc.
- Hazen, R. M. (2002). Why should you be scientifically literate? ActionBioscience.org Original Article. Retrieved on Jul. 9, 2007 from <http://www.actionbioscience.org/new-frontiers/hazen.html>
- National Research Council (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- Qualifications and Curriculum Authority (QCA) (2004). *Creativity: Find it, promote it*. Suffolk: QCA Publications.
- Shiao, Y-S. (2000). Organization of biological concepts in elementary science textbooks. *Proceedings of National Science Council*, 10(2), 61-70.
- Staver, J. R., & Bay, M. (1989). Analysis of the conceptual structure and reasoning demands of elementary science texts at the primary (K-3) level. *Journal of Research in Science Teaching*, 26(4), 329-349.
- Tull, D. I. (1991). Elementary textbooks versus the child: Conflicting perceptions of biology. *A paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching*, Wisconsin.
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) (1997). *Guide for sustainable book provision*. Paris: UNESCO.