

# 한국과 미국 고등학교 지구과학 교과서의 지질학 탐구활동의 비교 분석

배현경<sup>1</sup> · 정공수<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>충남대학교 교육대학원 과학교육전공, 305-764, 대전광역시 유성구 대학로 79

<sup>2</sup>충남대학교 자연과학대학 지질환경과학과, 305-764, 대전광역시 유성구 대학로 79

## A Comparative Analysis on Inquiry Activities in Geology of High School Earth Science Textbooks of Korea and the U.S.

Hyun Kyung Bae<sup>1</sup> and Gong Soo Chung<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>Major in Natural Science Education, Graduate School of Education, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

<sup>2</sup>Department of Geology and Earth Environmental Sciences, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

**Abstract:** To present the suggestions for improvement in science textbooks of high school, scientific inquiry activities in geology of earth science textbooks of Korea and the U.S. were assessed in the areas of the contents, processes and contexts. Regarding the contents of inquiry activities, Korean textbooks contain more number of inquiry activities (5.8 per section) than the U.S. curriculums (4 per section). Inquiry activities of Korean textbooks mostly fall on the interpretation of diagrams and graphs whereas those of the U.S. textbooks more hands-on experiment, data transformation and self designing. As for the number of inquiry process skills per inquiry activity, Korean curriculums contain an average of 1.8 whereas the American ones 3. It suggests that the U.S. textbooks require more integrated process skills than the Korean earth science curriculums. In the process skills of all textbooks studied, the highest frequent elements were inferring and data interpretation; the percentage of these two elements was an average of 73.3% in Korean textbooks and 46.2% in the U.S. This suggests that the Korean textbooks emphasize the process skill on particular area, and uneven distribution of elements of process skills may hinder the development of integration ability of students. Particularly in the integrated process skills, the U.S. textbooks presented all 7 elements, while Korean ones presented only 2 to 4 elements, indicating that the Korean textbooks may have weak points in providing various inquiry activities for students compared to the American textbooks. In inquiry context analysis, Korean curriculums provide simplistic inquiry contexts and low applicability to real life whereas the U.S. curriculums provide more integrated inquiry contexts and high applicability to real life.

**Keywords:** inquiry activities, geology, inquiry process skill, inquiry context, earth science textbook

**요약:** 고등학교 과학교과서의 개선을 위한 제안을 제시하기 위해 한국과 미국 고등학교 지구과학 교과서의 지질학 영역에 있는 탐구 활동이 탐구내용, 탐구과정, 탐구상황 면에서 평가되었다. 탐구활동의 내용에서, 한국 교과서는 단위 당 5.8개로 미국 교과서의 단위 당 4개보다 더 많은 탐구활동 개수를 포함하고 있었다. 한국 교과서는 대부분 도표나 그래프 등 자료해석에 관련된 탐구활동을 포함하고 있고 미국 교과서는 스스로 조작하는 실험이나 자료변형 그리고 직접 설계할 수 있는 탐구활동 기회를 제공하고 있다. 탐구활동 1개당 사용된 탐구과정 개수는 한국 교과서가 평균 1.8개인 반면 미국 교과서는 3개로 미국 교과서가 한국 교과서보다 더욱 다양한 탐구과정을 사용한다는 것을 알 수 있다. 모든 교과서에서 가장 많이 사용된 탐구과정 요소는 추리와 자료해석으로 이 두 요소의 비율은 한국 교과서는 평균 73.3%이고 미국 교과서는 46.2%였다. 즉 한국 교과서는 특정 탐구과정 요소만을 강조하였고, 이런 고르지 못한 탐구과정 요소의 분포는 학생의 통합능력 신장에 저해요인으로 작용할 수도 있을 것으로 판단된다. 특히 통합적 탐구과정에서 미국

\*Corresponding author: gschung@cnu.ac.kr

Tel: 82-42-821-6429

Fax: 82-42-822-8733

교과서는 7개의 모든 요소가 다 제시되었지만 한국 교과서는 단지 2개 내지 4개의 요소만이 제시되어 한국 교과서가 미국 교과서보다 학생들이 다양한 탐구능력을 함양할 수 있게 하는 탐구활동을 제공하는데 있어 취약점을 갖고 있다는 것을 말해 준다. 탐구상황 분석에서 한국교과서는 다소 단편적인이고 실생활과 관련이 낮은 탐구 상황이 제공되었고, 미국 교과서는 좀 더 실생활과 관련되어 적용된 탐구 상황의 내용들로 구성되어 있음을 보여주었다.

주요어: 탐구활동, 지질학, 탐구과정, 탐구상황, 지구 과학 교과서

## 서 론

과학에서 탐구활동은 과학자들이 과학을 연구하고 학생들이 과학을 배우는 가장 기본적인 요소이다. 미국 국가과학교육 기준(National Science Education Standards) (NRC, 1996)에 의하면 “과학적 탐구는 과학자들이 자연세계를 연구하고 그들의 연구로부터 얻은 증거에 기초하여 설명을 제시하는 다양한 방법이다. 과학적 탐구는 학생들이 지식을 발전시키는 활동이고 과학적 아이디어에 대해 이해하는 것이며 과학자들이 자연세계를 어떻게 연구 하는지를 이해하는 것이다”로 정의하고 있다. Nelson and Ketelhut (2007)는 과학적 탐구는 실제적인 물질과 작용에 학생이 중심이 되어 상호 반응하는 형태를 취하여야 한다고 주장하였다. 과학적 탐구는 과학지식을 생성·검증하는 방법이자 그 과정으로서 과학적 방법을 통해 자연을 이해하고 과학지식을 사회에 응용할 목적으로 수행된다(조희형과 최경희, 2005). 또한 과학적 탐구는 학습의 한 수단이자 과정이기도 하며 효율적인 방법이다(Wolf and Fraser, 2008). 권재술(2001)은 탐구학습을 “의문을 해결하는 과정”이라고 정의하고, 탐구학습이 이루어지기 위해서는 학생들이 알고 싶어 하는 간절한 의문이 있어야 할뿐만 아니라 활동의 결과로 그것을 알았다는 감동이 있어야 한다고 했다. 학생들은 학습의 한 방법으로 과학적 탐구를 수행하는 과정에서 지식을 획득하고 개념·원리·모형·이론 등을 이해한다. 그러므로 과학적 탐구는 모든 영역의 과학 교육과정 및 교육학습 프로그램의 주요한 구성요소가 된다. 또한 그런 특성 때문에 과학 교육과정과 프로그램 내용을 선정조직할 때는 과학적 탐구를 통한 교수·학습 전략 및 평가의 방법을 강조한다(NRC, 1996; NSTA, 2004).

우리나라의 교육과정은 정부 수립 이후 일곱 차례 개정되었고, 지난 1960년대에 학문중심 교육사상에 따라 탐구중심의 과학교육이 강조되었다. 현재 실시하고 있는 제7차 과학과 교육과정(교육부, 1998)은

교육과정 내용을 지식과 탐구로 나눈 학문중심 교육사상과 STS 과학사상에 따라 개발되어 목적을 설정하고, 내용을 선정·조직하였다. 특히 제7차 과학과 교육과정에서는 과학적 탐구와 그 과정을 과거의 어느 교육과정에서보다 더 강조한다. 그러나 그 내용 체계를 살펴보면 탐구의 중요성에 비해서 탐구에 대하여 자세하게 안내되어 있지 않고, 과학적 탐구 및 그 과정과 활동의 의미는 물론이고 그 교수·학습 방법도 제시하지 않고 있다(조희형과 박승재, 1999). 우리나라도 소위 3차 교육과정기로 알려지는(1973~1981) 시기인 1973년 미국의 학문 중심 교육사조를 받아들여 새로운 교육과정을 제정, 공포하였다. 현대 과학 철학의 면밀한 연구와 검토가 없던 상태에서 70년대 이후 우리나라의 과학교육은 미국의 과학교과 내용을 전적으로 답습하게 되었으며, 학문중심의 이론에 따른 과학교과 내용은 중고등학교 현장에서 단순기능으로서 실험 기술을 숙달하게 하거나 기계적인 지식 암기에 몰두하게 하여 현재의 과학교육자들이 주장하는 탐구학습이나 개념중심교육은 교육 현실과는 괴리가 있는 단지 이론에 그치고 있는 것이다(정진우 외, 1999).

탐구중심 과학수업은 탐구에 의한 과학수업과 탐구로서의 과학수업으로 대별되기도 한다(Chiappetta and Koballa, 2001). 탐구에 의한 과학수업은 1960년대의 학문중심 교육사상에 따라 일어난 교육과정 개혁운동의 산물이다. 그것은 과학적 탐구의 원리와 과정에 따른 수업을 말하며, 순수한 탐구의 과정 또는 내용을 약간 지닌 과정을 중시하며, 과학적 탐구의 기능과 태도의 함양에 그 목적이 있다. 탐구로서의 과학수업은 산물로서의 과학에 대한 교수·학습뿐만 아니라 과정으로서의 과학에 대한 교수·학습과, 내용과 과정의 유기적인 관계 즉 과정을 지닌 내용을 강조한다. 과학 교수·학습 과정에서는 과학지식을 과학의 과정과 따로 다룰 것이 아니라 과학지식은 반드시 그것이 형성·검증된 과정을 동시에 다루어야 한다는 것이다(Chiappetta and Koballa, 2001). 또한 우

리나라 제6 및 7차 과학과 교육과정에서도 탐구로서의 과학 교수-학습을 강조하고 있고, 특히 고등학교 과학은 탐구로서의 과학을 다루도록 명시되어 있다(조희형과 최경희, 2005).

미국의 국가과학교육 기준은 “과정으로서의 과학” 이상의 것을 요구하고 있다. 과정으로서의 과학에서는 학생들이 관찰하고, 추론하고, 실험하는 기능들을 배우는 활동에 국한되기 쉽다. 과학 학습의 중심은 탐구이다. 탐구 활동에 참여하는 학생들은 사물과 사건을 기술하고, 문제를 제기하고, 설명을 구성하고, 현재의 과학 지식에 비추어 그러한 설명을 테스트하고, 자신의 생각을 다른 사람들과 함께 나눈다. 또, 문제를 찾아내고 비판적이고 논리적으로 사고하며, 대안적인 설명을 고려한다. 이 과정에서 학생들은 과학적 추론 능력, 사고 기능을 결합하여 과학을 능동적으로 이해하게 된다(서혜애 외, 2000).

교과서는 교육과정의 실현에 있어 가장 중요한 과학 교수-학습의 자료이자 도구이다. 그 동안 과학 교과서에 대한 연구가 계속되어 왔다. 특히 한국과 미국의 과학교과서의 비교 연구는 우리나라 과학 교과서와 미국의 과학 교과서의 장단점을 파악하게 하고 우리나라 과학교과서에 대한 문제점을 파악하게 하는 기초가 된다고 볼 수 있다. 한국과 미국 과학 교과서의 비교 연구로서 김성은 외(2007)에 의한 한국과 미국의 초등학교 과학교과서 5, 6학년 삽화 비교 연구, 김광명(2005)의 날씨 개념을 중심으로 한국과 미국 초등학교 과학교과서의 비교분석, 허남조 외(2005)에 의한 우리나라(7차 교육과정)와 미국의 초등학교 과학과 교과서 3~6학년의 지구과학영역 비교 및 분석, 김효남(2002)에 의한 미국 초등과학교과서 McGraw-Hill Science 외형 및 내용 분석 등 초등학교 과학 교과서에 대한 분석이 수행된 바 있다. 중등교육에 대한 연구로는 제6차 교육과정에 의한 한국 고등학교 화학II와 미국 교과서의 비교(송호봉과 임재한, 1997), 한국의 중학교 과학교과서와 미국 SciencePlus의 생물영역 비교(박광순, 1997) 등이 있다. 그러나

미국 고등학교 지구과학 교과서와의 비교분석은 거의 이루어지지 않았다.

본 연구의 목적은 한국과 미국의 고등학교 지구과학 교과서의 전체적인 구성 체계를 비교하고, 탐구내용, 탐구과정, 탐구상황의 관점에서 지질영역의 탐구 활동을 분석하여, 한국의 지구과학 교과서의 발전적인 방향을 모색하는데 있다. 이런 연구 목적을 위해 한국의 과학교과서 3종과 미국의 과학교과서 2종을 비교 분석하였다.

## 연구 내용 및 방법

### 연구 자료

본 연구에 사용한 우리나라 제 7차 교육과정에 의한 ‘지구과학 I’ 3종과 ‘지구과학 II’ 3종 및 미국 유명 출판사의 고등학교 지구과학 교과서 2종이다(Table 1). 탐구활동에 대한 분석은 각 교과서의 지질영역에 해당하는 단원을 대상으로 하였다. 교과서명은 Table 1에 제시된 약칭으로 사용하였다.

### 연구 방법

한국과 미국의 지구과학 교과서의 내용 분포, 구성 요소 등 전체적인 구성 체계를 분석하고, 지질영역의 탐구활동을 탐구내용, 탐구과정, 탐구상황의 3가지 관점에서 분석하였다. 탐구내용은 한국 교과서에 탐구라고 표시되어 있는 부분과 미국 교과서에 Lab과 Maps in Action으로 되어 있는 탐구활동 부분에 한정하였다. 한국 교과서에 수록된 탐구내용의 수는 금성출판사의 지구과학 I(이문원 외, 2006)에 5개, 지구과학 II(이문원 외, 2008)에 33개, 중앙교육진흥연구소의 지구과학 I(경제복 외, 2004)에 9개, 지구과학 II(경제복 외, 2008)에 29개, 교학사의 지구과학 I(우종욱 외, 2005)에 8개, 지구과학 II(우종욱 외, 2008)에 32개이다. 미국 교과서에 수록된 Lab과 Maps in Action의 수는 Holt Rinehart Winston 출판사의 Earth Science(Allison et al., 2006)에 60개, McGraw-

**Table 1.** Korean and the U.S. textbooks analyzed in this study

Textbook	Symbol	Publisher	Author
Earth Science I	K-GS	Keumseong	Lee et al. (2006, 2008)
Earth Science II	K-JA	Joongang Kyoyoukjinheung Institute	Kyung et al. (2004, 2008)
	K-KH	Kyohak-sa	Woo et al. (2005, 2008)
Earth Science	A-HR	Holt Rinehart Winston	Allison et al. (2006)
	A-MG	McGraw-Hill	Hess et al. (2005).

**Table 2.** Elements of scientific inquiry process skills (Kim et al., 2005)

Type	Element	Meaning
Basic inquiry process skills	Observing	Observation on objects or events in a variety of ways using one or more of the senses and indirect methods, i.e., hand lenses, microscopes, and thermometers
	Classifying	Identification procedure for classifying and grouping objects by their properties or similarities and differences
	Measuring	Measurement of objects or phenomena by using standardized units of measure. Measuring volume, mass, weight, temperature, area, length, and time, using appropriate units and instruments
	Predicting	Forecasting a future event based on prior experience, i.e., observations, inferences, or experiments
	Inferring	Suggesting explanations for events or phenomena based on observations or prior experience.
Integrated inquiry process skills	Recognizing problem	Procedure for systematic statement of definitions of study themes and study areas to recognize objective and purpose
	Formulating hypothesis	Proposing a tentative explanation for occurrence of some specified group of phenomena
	Controlling variables	Identifying the manipulated (independent) variable, responding (dependent) variable, and variables constant in an experiment and management of the investigation conditions
	Transforming data	Constructing and using written reports, diagrams, graphs, or charts to transmit information learned from science experiments; after an investigation, reporting the question tested, the experimental design used, results, and conclusion drawn, using tables and graphs where appropriate.
	Interpreting data	Organizing and stating in his/her own words information derived from a science investigation; revising interpretations of data based on new information or revised data
	Drawing conclusions	Drawing conclusions based on new information or interpreting data
	Generalization	Comprehensive statement of a scientific law or conclusion.

**Table 3.** Elements of inquiry context

Element	Meaning
Scientific context	Truth, principle, concept, model and inquiry skill for the successful learning of science and the intellectual understanding of natural world
Personal context	Knowledge about the method using scientific truth and principle in daily life and the matter related to safety, health, welfare, habit and life style
Social context	Social controversy, public policy, scientific and technological development influenced by the management and modification of biological and physical environment related to science
Technological context	Matter related to the practical application of scientific knowledge, process and product of technical development

Hill 출판사의 Earth Science(Hess et al., 2005)에 72 개이다. 이들 탐구활동에 대한 예로 한국 교과서의 “화산이 활동할 때는 어떤 물질이 분출되는지 기체, 액체, 고체로 구분하여 이야기해 보자(이문원 외, 2006; 금성출판사 지구과학 I, p. 90)”와 미국 교과서의 “Where would you expect a new volcano to form 1 million years from now?(Allison et al., 2006; Holt Rinehart Winston, p. 338)”가 있다. 탐구 과정은 제7차 과학 교육과정에서 제시하고 있는 기본적 탐구과정과 통합적 탐구과정에 포함된 탐구요소를 사용하여 관찰(observing), 분류(classifying), 측정

(measuring), 예상(predicting), 추리(inferring)를 포함하는 기본적 탐구과정(basic inquiry process skills)과 문제인식(recognizing problem), 가설설정(formulating hypothesis), 변인통제(controlling variables), 자료변환(transforming data), 자료해석(interpreting data), 결론 도출(drawing conclusions) 및 일반화(generalization)를 포함하는 통합적 탐구과정(integrated inquiry process skills)으로 구분하였다(Table 2). 이는 AAAS (1990)에서 쓰고 있는 용어를 대부분 그대로 사용하여 구분된 것이다. 탐구상황은 NAEP(The National Assessment of Educational Progress) 제5차 평가들의

**Table 4.** The number of pages, sections and chapters in textbooks

Textbook	K-KS	K-JA	K-KH	A-HR	A-MG
Page	578	506	424	788	814
Section	8	8	8	8	8
Chapter	23	22	23	30	31

‘상황’ 범주에 속하는 4가지 상황으로 분류하였는데, 이들은 과학적 상황(scientific context), 개인적 상황(personal context), 사회적 상황(social context), 그리고 기술적 상황(technological context)이다(Table 3).

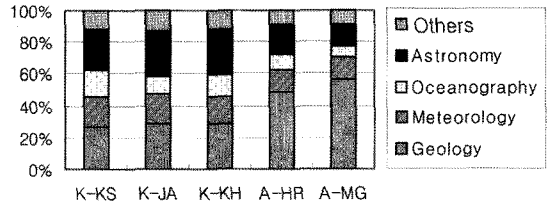
## 연구 결과 및 토의

### 교과서 구성 체제 분석

교과서의 외형을 먼저 보면, 한국 교과서는 ‘지구 과학 I’과 ‘지구과학 II’로 나누어져있고, 그 크기는 4×6배판(187 mm×257 mm)으로 모두 동일하였고, 미국 교과서는 Earth Science 한 권으로 되어 있으며 A-HR 교과서는 한국 교과서보다 가로 3 cm, 세로 2 cm가 더 크고, A-MG 교과서는 가로가 1.5 cm 정도 크게 나타났다. 목록과 부록을 제외한 교과서의 전체 페이지수와 단원의 개수는 Table 4와 같다. 한국의 교과서는 검인정체제로 국가가 교육제도를 관장하기 때문에 출판사별로 그 구성과 배열순서가 유사하게 나타나 있으나 미국은 자유 인정제로 출판사별로 다양한 단원으로 구성된다. Table 4에서 나타나는 것처럼, 미국 교과서는 한국 교과서보다 더 많은 페이지와 단원으로 구성되어 있다.

지구과학 교과서에 나온 내용의 영역은 크게 지질, 대기, 해양, 천문으로 나눌 수 있다. 그리고 나머지를 기타로 하여 5가지 영역을 페이지수로 구분하면 Fig. 1과 같은 구성 비율을 보인다. 한국 교과서는 출판사별로 구성이 유사하여 각 영역의 평균값을 보면 지질 27.8%, 천문 27.6%, 대기 18.4%, 해양 13.7%, 기타 12.5%로 지질 영역이 천문 영역과 비슷하게 가장 많은 부분을 차지하고 있다. 반면 미국 교과서는 지질 영역이 A-HR는 48.5%, A-MG는 56.8%로 다른 영역에 비해 월등히 많은 부분을 차지하고 있음을 볼 수 있다.

미국 교과서의 내용 중에서 주목할 만한 것은 본문의 내용 중 환경과 관련된 부분에 ‘Environmental Connection’ 표시가 주어져 있다는 것이다. 환경과 관련된 내용을 하나의 과목이나 단원으로 따로 구성



**Fig. 1.** Percent of content sections in earth science textbooks based on the number of pages.

한 것이 아니라, 본문 내용의 중간 중간에 관련된 환경내용을 접목시켜 통합적이고 총체적인 시각을 제시하고 있다. 한국 교과서의 경우, 개정된 지구과학 교과서에는 환경과 자연 단원을 별도로 설정하여 놓고 있다. 그러나 이 부분은 대학 입시에 출제되지 않을 것이라고 예상되기 때문에 실제로 학교 현장에서는 환경에 대한 과목이 거의 가르쳐지지 않고 있는 실정이므로, 환경과 관련된 내용은 별도의 단원으로 설정하지 말고 과학교육 과정 전반에 걸쳐 다루어질 필요가 있다고 본다(정진우 외, 1999). 또 신동희 외(2005)는 세계 주요 선진국의 과학 교육 과정에 나타난 지구과학 교육의 존재 양상과 구성 내용 분석을 기초로 우리나라의 지구과학 내용을 전통적 지구과학과 환경 지구과학의 상황으로 구분하여 제시하였으며, 그 결과 우리나라는 지구과학 개념을 전통적인 과학의 개념 체계에 따른 상황에서 설명한 경우가 압도적으로 많아서, 교과서 차원에서 생활할 관련 소양을 함양하는데 실패했다고 지적했다. 이들은 또한 환경 지구과학 상황에서 자연 재해가 매우 중요함에도 불구하고 지구과학 개념 전개에서 자연 재해 상황을 잘 활용하지 못하였음을 지적하였다. 지구환경 문제에 대한 심각성이 점점 더 대두되는 현실인 만큼 환경 문제와 관련 있는 지구과학 교육에 대한 중요성도 커질 것이다. 그러므로 과학적 지식과 환경적 상황에 대한 내용이 잘 접목된 미국 교과서가 우리나라 교과서의 내용 개발에 중요한 시사점을 주고 있다고 생각된다.

**Table 5.** The number of pages, units and inquiry activities in geology section

	K-GS	K-JA	K-KH	A-HR	A-MG
Page	152	144	122	382	462
Unit	7	6	7	15	18
Inquiry Activities	38	38	40	60	72

### 탐구내용 분석

지구과학 교과서의 내용 영역 중에서 Fig. 1에 나타난 것처럼 가장 많은 부분을 차지하고 있는 지질 영역의 탐구활동을 대상으로 탐구내용, 탐구과정, 탐구상황에 대하여 분석하였다. 탐구활동은 한국 교과서의 탐구라고 되어 있는 부분과 A-HR 교과서의 Lab, Maps in Action, A-MG 교과서의 Lab이라고 되어 있는 활동 부분으로 한정하여 분석하였다. 각 교과서의 지질영역에 해당하는 페이지수와 중단원 개수, 탐구활동 개수는 Table 5와 같다.

지질영역의 탐구활동은 K-GS 교과서에서 단원별로 평균 5.4개, K-JA 교과서에서 6.3개, K-KH 교과서에서 5.7개, A-HR와 A-MG 교과서에서 4개씩 제공되고 있다. 한국 교과서는 단원의 중요도에 따라 탐구활동의 개수가 다르게 제공되는 반면, 미국 교과서는 단원별로 규칙적으로 4개씩의 탐구활동이 제공되고 있다. 또한 지질영역의 페이지수에 대한 탐구활동의 개수를 살펴보면, K-GS 교과서는 4페이지, K-JA 교과서는 3.8 페이지, K-KH 교과서는 3.1 페이지, A-HR와 A-MG 교과서는 6.4 페이지 당 1개의 탐구활동이 제공된다. 이를 통해서 한국 교과서가 미국 교과서보다 더 많은 탐구활동이 제공되고 있음을 알 수 있다.

탐구활동의 제시 방식은 한국 교과서에서는 본문의 앞부분이나 중간에 탐구활동이 제시 되어 학생들이 알아야 할 내용에 대한 과학적 탐구를 먼저 수행할 수 있게 하고, 그 뒤에 탐구활동과 관련된 본문 내용이 자세하게 설명되는 형식으로 진행된다. 그래서 본문 내용을 배우기 전에 학생들에게 학습 내용에 대한 관심을 유도하고 미리 사고할 수 있는 기회를 제공해주고 있다. 미국교과서는 본문 내용의 진행과 관련되어 전개되는 탐구활동과 단원의 마지막에 앞에서 배운 내용들을 활용하여 적용하는 탐구활동이 제공되고 있어, 학생들에게 함양된 지식을 바탕으로 탐구에 적용할 수 있는 기회를 제공해주고 있다. 그런데 이 양락 외(2005)의 1학년~10학년의 과학과 교육과정 지구과학 내용의 적정성에 대한 연구에서 보면, 탐구

활동이 중요하기는 하지만, 탐구활동을 통하여 지구과학 개념을 이끌어내는 방식으로 구성되어 있어서 현재 한국 교과서에 제시된 탐구활동은 과학개념 및 탐구과정 모두에서 제대로 된 학습이 이루어지지 못하고 있다고 하였다. 그들은 모든 수업을 실험실습 중심의 탐구활동으로 전제한다면 이는 강의 수업에 비해 많은 시간이 소요되므로 과학과의 수업 시수 증가가 고려되어야 하거나 국가 수준에서 꼭 필요한 탐구활동 요소만 제시하고 나머지는 학교 실정에 따라 수업을 진행할 수 있도록 해야 한다고 했다. 그러므로 효과적으로 탐구활동이 이루어질 수 있는 수업 시수와 탐구활동의 양적 적절성에 대한 연구가 필요하다고 본다.

각 교과서의 지질 영역에 해당하는 탐구활동 내용을 구성하는 요소별 개수를 Table 6에 제시하였다. 우선 두드러진 특징은 K-GS, K-JA, K-KH 세 교과서에서 그림이나 그래프, 표, 글 등을 포함하는 자료(data)가 평균 75.0%로 높게 나오고 탐구 절차(procedure)가 평균 38.1%로 나온 반면, A-HR와 A-MG 두 교과서에서 자료가 28.9%로 낮게 나오고 탐구 과정이 79.2%로 높게 나와 상반된 양상을 보여주고 있다. 이런 결과가 나온 이유는 한국 교과서의 탐구내용은 그림, 그래프 등의 자료가 주어져 있고 이를 해석하여 문제를 정리하는 활동이 주를 이루고 있으나, 미국 교과서는 실험이나 자료수집, 자료변환 등의 탐구 과정을 통한 해보기 활동으로 학생이 직접 자료를 구성해서 문제를 정리하는 탐구활동이 주가 됨을 반영한다. 또 한국 교과서는 탐구를 먼저 진행하고 해당하는 내용이 뒤에 정리되는 형식으로 진행되므로 해당 단원의 중요 그림이나 그래프 등이 탐구활동에 먼저 포함되어 나오게 되는 경우가 많은 반면, 미국 교과서의 경우는 본문 내용이 충분히 설명된 후에 내용을 바탕으로 적용하는 형식으로 탐구가 진행되는 경우가 많아 자료가 탐구활동의 구성요소로 포함되어 있지 않기 때문인 것으로 보인다.

자료와 정보는 과학적 탐구의 필수적 요소이다. 또한 과학적 탐구 과정 가운데에서 자료와 정보를 수

**Table 6.** The number of components in inquiry activities

	K-GS	K-JA	K-KH	A-HR	A-MG
Objective	0 (0.0)	29 (76.3)	0 (0.0)	15 (25.0)	65 (90.3)
Material	4 (10.5)	7 (18.4)	10 (25.0)	15 (25.0)	16 (22.2)
Safety	3 (7.9)	2 (5.3)	0 (0.0)	34 (56.7)	29 (40.3)
Data (graphic, figure, table...)	32 (84.2)	26 (68.4)	29 (72.5)	18 (30.0)	20 (27.8)
Procedure	15 (39.5)	18 (47.4)	11 (27.5)	45 (75.0)	60 (83.3)
Synthesis	38 (100)	37 (97.4)	40 (100)	60 (100)	72 (100)

( ) : percentage of individual component against the number of all inquiry activities in each textbook.

집하는 단계가 가장 길다(조희영과 최경희, 2005). 문제를 제기하고 절차를 설계하고, 정보를 수집하고, 결론을 도출하는 과정에 따라 이루어지는 문제해결은 과학과 기술이 무엇인지 느끼게 해주며, 문제해결은 학생들로 하여금 능동적으로 학습에 임하게 하고, 그에 따라 의미 있는 학습이 일어나게 한다(조희영과 최경희, 2005). 그런데 한국 교과서의 경우 주어진 자료를 통해 자료를 해석하고 문제를 해결하는 형식이 대부분을 차지하고 있어 문제제기, 절차설계, 정보수집, 결론도출의 과학적 탐구의 전반적인 부분을 경험할 수 있게 하는데 부족함이 있었다.

미국 교과서에서는 실험의 과정을 학생 스스로 설계하여 수행할 기회를 제공(특히 Design Your own GeoLab)하고 있었다. 절차가 단계적으로 자세히 제시된 실험, 즉 실험에서 사용되는 도구를 제시하고, 실험 방법을 알려주며, 자료를 얻는 방법과 자료를 처리하는 방법까지 제공하는 설명서와 같은 실험은 학생들에게 검증될 가설을 형성하고, 실험의 결과를 예상하고, 관찰, 측정, 실험의 계획을 수립하고, 자신의 실험 절차에 따라 수행하여 결론을 내는 등의 기회를 거의 제공해 주지 못한다(Germann, 1996)고 하였다. 한국의 제7차 과학과 교육과정의 고등학교 과학에서 ‘탐구로서의 과학’을 강조한 것처럼 한국 고등학교 지구과학 교과서의 내용체계는 지식과 탐구를 병렬로 두고, 과학지식과 탐구 과정을 통합한 구성으로 이루어져 있다(조희영과 최경희, 2005). 탐구가 강조된 만큼 효율적인 탐구활동을 위해 그러나 탐구활동의 내용면에서는 과학적 탐구능력의 모든 부분을 다루고 경험할 수 있도록 학생 스스로 실험의 과정

을 설계하고 수행하거나 탐구의 전반적인 과정을 경험해 볼 수 있는 탐구 내용과 구성에 대한 연구가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

### 탐구과정 분석

제7차 과학 교육과정에서 제시하고 있는 기본적 탐구 과정과 통합적 탐구과정에 포함된 탐구요소를 사용하여 각 교과서별 지질영역에 수록된 탐구활동의 탐구과정을 분석하여 Table 7에 정리하였다. 중학교 과학교과서에 대한 탐구요소의 적절성 분석에서 각 교과서에 기재되어 있는 탐구 요소의 이름과 그 내용이 잘 일치하지 않는 경우가 많다는 분석(박효순과 조희영, 2003; 유모경과 조희영, 2003)처럼, 앞에서 정리하였던 K-GS, K-JA, K-KH 교과서의 탐구활동 유형에 제시된 탐구 요소의 이름과 내용에 적용된 탐구과정이 다른 경우가 많이 있었다.

Table 7에 정리되어 있는 각 교과서의 탐구활동 개수에 대한 탐구과정의 수를 보면, K-GS은 탐구활동 1개 당 평균 1.8개, K-JA는 2.1개, K-KH은 1.5개, A-HR는 3.0개, A-MG는 3.1개의 탐구 과정이 포함되어 있다. 평균적으로 탐구활동 1개 당 1.8개의 탐구과정을 포함한 한국 교과서에 비해, 미국 교과서가 더 많은 탐구과정을 포함하고 있다는 것을 알 수 있다. 즉, 미국 교과서는 하나의 탐구활동을 수행하는 동안, 여러 가지의 탐구기능을 사용하여 문제를 해결할 수 있게 한다는 것이다. 이는 단원 마지막에 앞에서 배운 내용을 바탕으로 문제를 해결하는 2페이지에 걸친 긴 탐구활동이 제공되고 있는 것이 큰 영향을 끼친다고 할 수 있겠다.

**Table 7.** The number of inquiry process skills in Korean and the U.S. textbooks. Parenthesis represents the percentage of individual component against the number of all inquiry process skills in each textbook

	Basic Process Skills					Integrated Process Skills							Total
	O	C	M	P	I	RP	FH	CV	ID	TD	DC	G	
K-GS	5 (7.2)	4 (5.8)	2 (2.9)	2 (2.9)	18 (26.1)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	33 (47.8)	5 (7.2)	0 (0.0)	0 (0.0)	69 (100)
K-JA	8 (10.1)	5 (6.3)	4 (5.1)	0 (0.0)	26 (32.9)	0 (0.0)	1 (1.3)	0 (0.0)	31 (39.2)	3 (3.8)	0 (0.0)	1 (1.3)	79 (100)
K-KH	3 (4.9)	1 (1.6)	4 (6.6)	3 (4.9)	25 (41.0)	0 (0.0)	2 (3.3)	0 (0.0)	20 (32.8)	3 (4.9)	0 (0.0)	0 (0.0)	61 (100)
Total	16 (7.7)	10 (4.8)	10 (4.8)	7 (2.4)	69 (33.0)	0 (0.0)	3 (1.4)	0 (0.0)	84 (40.2)	11 (5.3)	0 (0.0)	1 (0.5)	209
A-HR	24 (13.6)	8 (4.5)	14 (7.9)	4 (2.3)	40 (22.6)	7 (4.0)	10 (5.6)	3 (1.7)	48 (27.1)	6 (3.4)	9 (5.1)	4 (2.3)	177 (100)
A-MG	32 (14.2)	10 (4.4)	15 (6.7)	16 (7.1)	40 (17.8)	7 (3.1)	13 (5.8)	4 (1.8)	56 (24.9)	12 (5.3)	13 (5.8)	7 (3.1)	225 (100)
Total	56 (13.9)	18 (4.5)	29 (7.2)	20 (5.0)	80 (19.9)	14 (3.5)	23 (5.7)	7 (1.7)	104 (25.9)	18 (4.5)	22 (5.5)	11 (2.7)	402

O (Observing), C (Classifying), M (Measuring), P (Predicting), I (Inferring), RP (Recognizing Problem), FH (Formulating Hypothesis), CV (Controlling Variables), TD (Transforming Data), ID (Interpreting Data), DC (Drawing Conclusions), G (Generalization)

모든 출판사의 교과서에서 가장 많이 사용된 탐구 과정 요소는 추리(inferring)와 자료해석(interpreting data)이다(Table 7). 추리의 예로는 “화산 활동 지역과 지진 발생 지역은 서로 어떤 관계가 있는가? 또 관계가 있다면 그 까닭은 무엇인가?(이문원 외, 2006, p. 101)”, “해령 부근 암석의 연령 분포를 통하여 알 수 있는 사실은 무엇인가?(경제복 외, 2008, p. 82)”, “학교 운동장이나 집 근처의 암석과 토양의 색이 서로 다른 이유는 무엇인가?(우종욱 외, 2005, p. 70)”, “Trace fossils are evidence of the movement of an animal on or within soft sediment. Why are imprints, molds, and casts not considered trace fossils?(Allison et al., 2006, p. 207)”, “What types of information can be inferred from a set of fossil footprints?(Hess et al., 2005, p. 126)” 등이 있고, 자료해석의 예로는 “그림 4-17은 산맥의 분포와 해령 및 해구의 위치를 나타낸 것이다. 산맥의 분포와 화산대, 지진대는 어떠한 관계가 있는가?(이문원 외, 2006, 102p)”, “그림 9는 인접해 있는 여러 지역의 지층 단면을 나타낸 것이다. 각 지역의 지층을 대비하고자 할 때, 건층(열쇠 층)으로 적당한 암상은 무엇인가?(경제복 외, 2008, p. 282)”, “지질도를 보고 그 지역의 암석 분포를 말해 보자(우종욱 외, 2008, p. 253)”, “(Using table) What properties were most useful and least useful

in identifying each rock sample? Explain?(Allison et al., 2006, p. 151)”, “Study the graph at right. Over what range of velocities would flowing water carry a pebble?(Hess et al., 2005, p. 217)” 등이 있다. 그러나 이 두 탐구과정 요소를 합한 비율을 보면, K-GS은 73.9%, K-JA은 72.1%, K-KH은 73.8%로 반 이상을 차지하고 있고, A-HR는 49.7%, A-MG는 42.7%를 차지하고 있다. 즉 한국 교과서는 평균 73.3%로 대부분 추리와 자료해석의 탐구 과정이 주를 이룬다는 것을 알 수 있다. 그리고 Fig. 2에서 볼 수 있는 것처럼, 한국 교과서와 미국 교과서의 평균 탐구과정 분포를 비교해보면, 한국 교과서는 추리와 자료해석에서 월등히 높은 비율을 보여주고 있고, 분류와 자료변환은 미국 교과서와 비슷한 수준을 보여주고 있으며, 나머지 8개 탐구과정은 미국 교과서보다 낮은 결과를 보여주고 있다.

기본적 탐구과정만을 분석한 결과는 Fig. 3과 같다. 기본적 탐구는 탐구의 가장 기초적이고 초보적인 탐구요소를 말한다. K-JA을 제외하고는 모든 교과서에서 5가지의 기본 탐구과정이 모두 제시되었고, 가장 많이 제시된 기본 탐구과정은 추리이고, 다음으로 관찰, 측정 순으로 나타났다. 기본적 탐구과정 중 추리가 차지하는 비율이 K-GS은 58.1%, K-JA은 60.5%, K-KH은 69.4%로 반 이상을 차지하고 있으며, A-HR



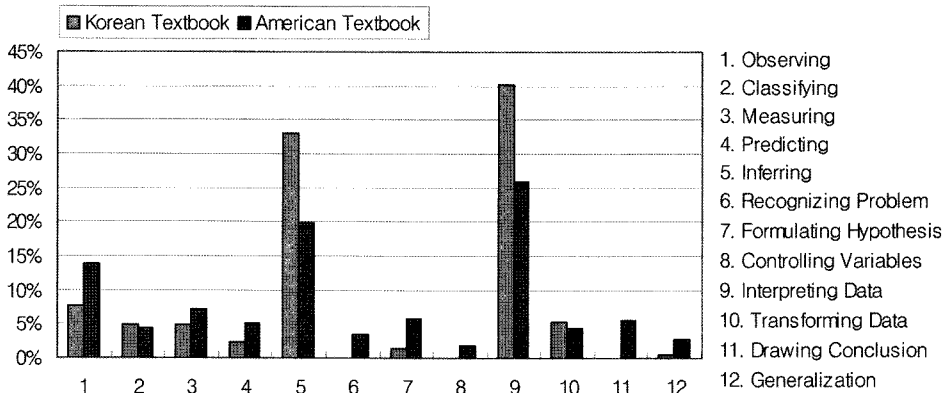


Fig. 2. Comparison of the components of inquiry process skills in the Korean and the U.S. textbooks.

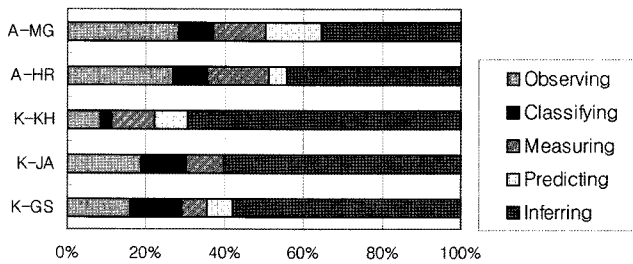


Fig. 3. Basic process skills in the Korean and the U.S. textbooks.

와 A-MG도 역시 추리가 많이 차지하고 있지만 비교적 다른 과정도 고르게 분포한 것으로 나타났다(Fig. 3). 과학적 방법으로서의 추리는 관찰 측정 분류 과정에서 얻어진 자료를 바탕으로 어떤 사건이나 현상을 설명하는 과정 즉, 과학적 연구에서는 추리를 관찰 자료나 이미 알고 있는 몇 가지의 구체적인 지식으로부터 포괄적인 결론을 이끌어내는 귀납적 일반화 과정, 또는 과학적 법칙이나 이론으로부터 특정한 사실을 도출하는 연역적 정신 활동으로 정의하므로, 추리는 자연과 환경의 이해에 필수적인 수단이다(김창만 외, 2003). 교과서에 제시된 대부분의 탐구 활동이 본문 내용이 시작되기 전에 위치해 자료가 주어지고 그와 관련된 현상이나 사건에 대한 원인을 찾아내는 문제가 주를 이루고 있어 추리가 많이 사용된 것으로 보인다.

통합적 탐구과정은 기초적 탐구요소가 복합적으로 포함된 일종의 고차원적 사고방식으로서 과학적 연구에 필수적인 기능의 구성요소이다(김창만 외, 2003). 모든 교과서의 탐구활동에서 통합적 탐구과정 중 자료해석이 가장 많이 사용되는 것으로 나타났다. 특히 주목할 만한 사항은 미국 교과서에서는 7개의 통합

적 탐구과정이 다 제시되어 있는 반면, 한국 교과서에서는 문제인식과 변인통제와 결론도출은 하나도 제시되지 않았다(Fig. 4). 예를 들어 미국 교과서에서는 사막의 바람에 대한 탐구활동 후, 같은 물질을 사용하여 dune migration을 어떻게 모델링할 수 있는지에 대한 새로운 문제를 제기하여 문제를 인식하고 설계할 수 있는 활동을 제공하고(Allison et al., 2006, p. 449), 페트리 접시에 있는 결정의 크기에 영향을 주는 변인 요소가 무엇인지를 물어보는 활동(Hess et al., 2005, p. 115), 강의 속도와 경사에 대한 실험을 한 후에, 유속과 경사의 각에는 어떤 관계가 있는지 정리해 보는(Hess et al., 2005, p. 233) 결론도출의 과정을 경험할 수 있게 해주고 있다. 자료변환은 실제로 자료해석에 해당되기 때문에(조희형과 최경희, 2005), 자료해석과 자료변환을 합한 비율을 보면, A-HR는 62.1%, A-MG는 60.7%를 차지하는 반면, K-GS은 100%, K-JA은 94.4%, K-KH은 92.0%로 한국 교과서에서는 특정 과정에만 편중되어 있는 것으로 조사되었다. 특정한 기능에 치중되어 있는 탐구 과제는 학생들에게 문제를 인식하고, 해결하고, 자연 현상을 조사하여 답을 내리는데 그들이 가지고 있는

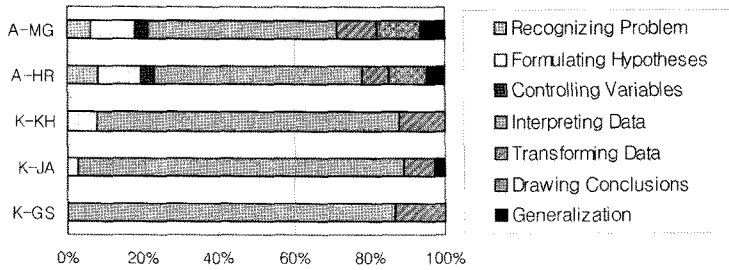


Fig. 4. Integrated process skills in the Korean and the U.S. textbooks.

과학 지식과 경험을 사용하는 것을 어렵게 한다 (Germann, 1996)고 볼 수 있다.

위의 탐구과정 분석에서 본 것처럼, 각 교과서의 탐구활동에서 관찰이나 측정, 추리, 자료 해석과 같은 단편적인 활동이 많이 사용되었고, 한국 교과서의 경우, 그 비율이 더 컸다. 특히 통합적 탐구과정은 미국 교과서에서는 모든 요소가 다 다루어진 것과 달리, 한국 교과서에서는 자료해석과 자료변환 이외에는 거의 사용되지 않았다. 최근 우리나라가 참가한 대규모의 국제 비교 연구 TIMSS-R과 PISA 2000에 나타난 우리나라 학생들의 지구과학 성취도 연구(신동희와 박정, 2002)에서 보면, 우리나라 학생들이 세계적으로 두각을 나타낼 수 있는 데 가장 크게 기여한 것은 복합 정보 이해 또는 과학의 탐구와 관련된 문항들이 아니라 단순 정보 이해와 관련된 문항들이라는 사실은 우리나라의 과학 교육에 주는 시사점이 크다. 이는 지난 30년 간 꾸준히 과학 탐구 기능을 강조해 오고 있는 우리의 과학 교육 방향과는 전혀 다른 식의 결과로 실질적으로 우리의 학교 과학 교육의 질이 크게 향상되지 못했음이 드러난 셈이다(신동희와 박정, 2002). PISA 2006 결과 분석 연구를 보면, 우리나라 학생의 과학 성취도가 2000년 이후부터 계속해서 하락하고 있는 것으로 나타났다. 이는 과학기술의 경쟁력이 곧 국가 경쟁력과 직결되며, 우리나라의 미래 과학기술의 경쟁력은 곧 학교 과학 교육에 의해 영향을 받는다는 점을 고려할 때 우려되는 상황이다(이미경 외, 2007). 또한 과학교육에서의 탐구활동에 대한 연구를 보면, 탐구 활동 중심의 교육에서는 교사가 중심이 되어 학생들은 수동적으로 참여할 수밖에 없는 고도로 구조화된 연역적인 '확인' 실험보다는 학생들이 중심이 되어 능동적으로 참여할 수 있도록 고안된 귀납적이거나 가설 연역적 '탐구' 실험이 더 효율적인 것으로 알려져 있다. 즉 학생들

이 긴밀한 상호 작용을 바탕으로 과학적 탐구의 모든 과정을 경험하도록 함으로써 과학적 지식의 학습 효과를 극대화시켜서 궁극적으로 학생들의 사고력을 가장 성숙된 단계인 가설 연역적 사고를 할 수 있는 단계로 발전시키는 것을 목표로 한다(이덕환, 2005). 따라서 통합적인 탐구를 수행할 수 있는 능력을 키우기 위해서는 다양한 탐구과정을 통해 문제를 해결할 수 있도록 하는 교과서의 개발이 이루어져야 할 것으로 판단된다.

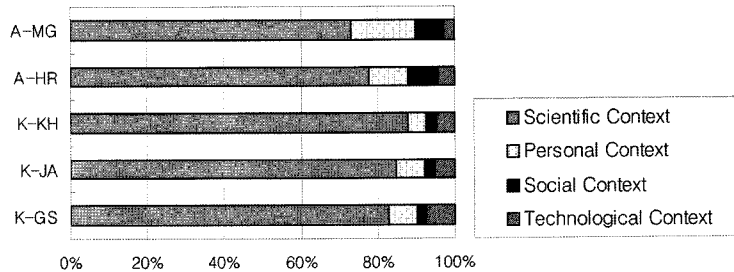
### 탐구상황 분석

탐구상황은 NAEP 제5차 평가들의 '상황' 범주에 속하는 과학적, 개인적, 사회적, 기술적 상황인 4가지 상황으로 분류하여 Table 8과 Fig. 5에 정리하였다. 하나의 탐구활동에 하나 이상의 탐구상황이 존재하는 경우도 있어서 Table 8에 나타난 탐구상황의 개수는 Table 5의 탐구활동 개수와 일치하지 않는다.

Fig. 5에서 볼 수 있는 것처럼 5종의 교과서 모두 과학적 상황이 가장 높은 비율을 차지하고 있고, 4가지의 모든 탐구상황이 다 제시된 것으로 나타났다. 과학적 상황 이외의 상황은 미국 교과서가 평균 24.7%, 한국 교과서가 평균 14.9%로 미국 교과서에 약간 더 많이 나타났는데, 이는 특히 단원의 마지막에 제공되는 A-HR 교과서의 'Chapter Lab'과 'Maps in Action', A-MG 교과서의 'GeoLab'을 통해 앞에서 배운 내용을 실생활에 적용할 수 있는 탐구활동이 많이 제공되었기 때문이다. 과학적 상황 이외의 상황에 대한 내용들을 보면, A-HR 교과서에서는 미국의 암석과 광물 생산에 관한 지도를 해석하고 텍사스에 석재가 없다면 어느 주에서 구해 오는 것이 가장 가까운지 구하기, 내가 살고 있는 지역에서 발생하는 주요 지진의 확률과 지진의 원인 찾기, 내가 지질학자이고 시공무원에게 화산분출 예측에 대한 의뢰를

**Table 8.** The number of inquiry context

	K-GS	K-JA	K-KH	A-HR	A-MG
Scientific Context	34	33	36	52	57
Personal Context	3	3	2	7	13
Social Context	1	1	1	5	6
Technological Context	3	2	2	3	2
Total	41	39	41	67	78

**Fig. 5.** Percent of inquiry context in the Korean and the U.S. textbooks.

받았을 경우 간단한 화산 모형에서의 가스분출을 이용해 시민들의 이주 여부 결정하기 등이 있고, A-MG 교과서에서는 광물의 물리적·화학적 성질을 통해서 광물에 대한 field guide를 만들기, 지형도를 이용하여 1993년에 뉴욕에서 발생한 산사태의 원인을 알아보기, 플로리다의 주유소에서 발생한 가솔린 유출 사건에 대해 지도를 가지고 지하수의 흐름 방향과 오염물질의 이동 방향 알아보기 등 과학적 지식을 현 생활에 직접 적용할 수 있는 탐구활동이 제공되고 있다. 반면 한국 교과서에 나타난 과학적 상황 이외의 상황에 대한 내용들을 보면, 스칸디나비아 반도가 융기한 까닭에 대해 토의하기, 화산의 피해 조사하기, 우리나라에서도 지열 발전을 세울 수 있는지 토의하기, 우리 고장의 광물 자원 분포가 산업 발달과 어떤 관계가 있는지 토의하기 등 상대적으로 단편적인 활동에 그치고 있다.

김찬중 외(1999)에 의하면 상황 또는 맥락(context)은 최근에 들어서서 많은 관심을 받고 있다. 이는 사람의 학습이나 사고가 상황에 많은 영향을 받는다는 것이 알려졌기 때문이다. 또한 우리가 과학의 어떤 내용을 학습한 뒤에도 학습한 것을 모든 상황에 자유롭게 활용하지 못하기 때문이다. 즉 학습한 상황과 유사한 상황에서는 학습 내용을 잘 활용하지만 새로운 상황에서는 잘 활용하지 못하는 경우가 많다. 이는 학교에서 배운 과학을 일상생활에서 제대로 활용할 수 있어야 된다는 최근의 사회적 요구에 큰 장애

가 된다. 즉 과학적 소양을 갖춘 민주 시민의 양성은 배운 과학 지식을 일상적, 사회적, 기술적 상황에서 활용할 수 있는 사람을 길러 내야함과 같은 뜻이 된다(김찬중 외, 1999). 과학과 관련된 중요한 사회적 논점과 문제들은 과학적 수단만을 통해서 해결할 수 있는 것이 아니고, 과학적 지식과 탐구적 수단이 통합되어야 협상에 유용하다고 했다(Sadler et al., 2007). 많은 교육자들은 사회과학적 논점들은 과학 교육의 현대적인 이해에 기초를 두고 있으므로 사회 과학은 오늘날 과학 교실의 필수 요소라고 최근 논의해 오고 있다(Driver et al., 2000; Hughes, 2000; Zeidler et al., 2002). 제7차 교육과정에 나타난 지구 과학의 목표에도 명시된 것처럼 탐구능력을 길러 실 생활에 이를 적용하고 활용하려면 탐구상황에 대한 좀 더 다각적인 시도가 필요할 것으로 보여진다.

## 결론 및 제언

한국과 미국의 고등학교 지구과학 교과서의 전체적인 구성 체계를 비교하고, 탐구내용, 탐구과정, 탐구상황의 관점에서 지질영역의 탐구활동을 분석하여, 한국의 지구과학 교과서의 발전적인 방향을 모색하기 위해 3종의 한국 고등학교 지구과학 교과서와 2종의 미국 고등학교 지구과학 교과서의 전체 구성 체계를 비교하고, 지질 영역에 포함되어 있는 탐구활동을 비교 분석한 결과는 다음과 같다.

전체적인 구성면에서 미국교과서는 한국교과서보다 더 많은 페이지와 단원수로 구성되어 있다. 한국 교과서는 검인정체제로 국가가 교육제도를 관장하여 출판사별로 그 구성과 배열순서가 유사하고, 내용 영역에 있어서 평균값으로 지질 27.8%, 천문 27.6%로 비슷하게 많은 부분을 차지하고 있는 반면, 미국은 자유 인정제로 출판사별로 다양한 단원으로 구성되어 있으며, 지질영역이 A-HR는 48.5%, A-MG는 56.8%로 가장 많은 부분을 차지하고 있었다. 그리고 내용면에서 특징적인 것은 환경 단원이 별도로 설정된 한국 교과서와는 달리 미국 교과서에서는 과학적 지식과 환경에 관련된 내용이 전반적으로 잘 접목되어 있어 환경 문제가 중시되어지는 현실에 잘 부합된다고 판단되고, 한국의 교과서 개발에 이를 반영할 필요가 있다고 본다.

지질영역 탐구활동의 분석 결과를 살펴보면, 먼저 탐구활동 빈도수는 한국 교과서가 단원별로 평균 5.8개, 미국 교과서는 4개의 탐구활동이 제공되고, 지질영역의 전체 페이지수에 대한 탐구활동 수로 보면, 한국 교과서는 평균 3.6 페이지, 미국 교과서는 6.4 페이지 당 1개의 탐구활동이 제공되어 한국 교과서가 더 많은 탐구활동을 제공하고 있었다. 탐구활동의 진행방식은 한국 교과서는 탐구활동을 통해 학생들의 관심을 유도하여 지구과학 개념을 이끌어내는 방식으로 되어 있고, 미국 교과서는 본문 내용의 진행과 관련되어 전개되는 탐구활동과 단원의 마지막에 앞에서 배운 내용들을 활용하여 적용하는 탐구활동이 제공되고 있었다. 탐구활동의 구성요소에 있어서는 한국 교과서는 그림이나 그래프, 표, 글 등의 자료가 평균 75.0%, 과정이 평균 38.1%로 나온 반면, 미국 교과서는 자료가 28.1%, 과정이 84.4%로 상반된 양상을 보여주고 있는데, 이는 한국 교과서의 탐구내용은 자료가 주어지고 이를 해석하여 문제를 정리하는 활동이 주를 이루고 있고, 미국 교과서는 실험이나 자료변환 등의 과정을 통한 해보기 활동으로 학생이 직접 자료를 구성해서 문제를 정리하는 탐구 활동이 주를 이루고 있기 때문으로 본다. 한국 교과서는 자료를 통해 문제를 해결하는 형식이 많이 차지하고 있어 과학적 탐구의 전반적인 부분을 경험하기에 부족하다고 생각되며, 미국 교과서에 나타난 것처럼 학생 스스로 실험의 과정을 설계하고 수행하거나 탐구의 전반적인 과정을 경험해 볼 수 있는 탐구 내용과 구성에 대한 연구가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

지질영역 탐구활동의 탐구과정에 대한 분석 결과를 보면, 한국 교과서는 탐구활동 1개 당 평균 1.8개의 탐구과정이 사용되는 반면, 미국 교과서는 평균 3.1개로 1개의 탐구활동을 수행하는데 있어 더 많은 탐구과정을 사용하여 문제를 해결할 수 있게 하고 있었다. 모든 교과서에서 가장 많이 사용된 탐구과정 요소는 자료해석과 추리로, 두 과정을 합한 비율은 미국 교과서가 평균 46.2%인 반면, 한국 교과서는 평균 73.3%로 반 이상을 차지하고 있어 이 두 가지 탐구 과정이 주를 이룬다는 것을 알 수 있었다. 특히 주목할 만한 사항은 모든 교과서에서 대부분 5개의 탐구요소가 다 제시된 기본적 탐구과정과는 달리 통합적 탐구과정은 미국 교과서에서는 7개의 과정이 다 제시되었지만, 한국 교과서에서는 자료해석과 자료변환을 합한 비율이 K-GS 교과서는 100%, K-JA 교과서는 94.4%, K-KH 교과서는 92.0%로 특정 과정에만 편중되어 있다는 것을 알 수 있었다. 학생들은 자연 세계에 대한 과학적인 앎의 방식을 배우는 동안 탐구의 일부 선택된 특징만을 경험하게 되지만, 온전한 탐구를 수행할 수 있는 능력 또한 개발해야 한다(서혜애, 2000)는 관점에서 볼 때, 한국의 교과서에서 통합적 탐구과정을 경험할 수 있는 기회가 더욱 확대되어야 할 것으로 판단된다.

NAEP 제5차 평가들의 '상황' 범주의 4가지 상황을 이용하여 탐구상황 분석한 결과 5종의 교과서 모두 과학적 상황이 85%이상의 높은 비율을 차지하고 있었지만, 과학적 상황 이외의 상황에 대한 탐구내용을 살펴보면, 한국 교과서는 상대적으로 단편적인 내용으로 구성되어 있음을 알 수 있었다. 과학적 탐구 상황을 통해 학생들이 기본 개념을 익히는 것도 중요하지만, 제7차 교육과정에 나타난 지구과학의 목표에도 명시된 것처럼 탐구능력을 길러 실생활에 이를 적용하고 활용하려면 탐구 상황에서 좀 더 현실적인 문제를 제시할 필요가 있다고 본다.

우리나라 학생의 과학 성취도가 2000년 이후부터 계속해서 하락하고 있는 것으로 나타나고 있는데, 이는 과학교육과 많은 관련이 있다고 본다. 탐구 교과목으로서의 과학분야에서 국제 경쟁력을 갖추기 위해 우리나라 교과서는 탐구 활동에 기초적인 기능인 기본적 탐구 기능뿐만 아니라 고차원적인 사고방식으로 과학적 연구에 필수적인 기능을 하는 통합적 탐구 과정 또한 다양하게 구현됨은 물론 다양한 탐구 상황을 통해 실생활에 어떻게 적용되고 활용되는지에

대한 문제제시가 필요하다고 본다. 지구과학 교과서에 제시된 지질분야 탐구활동을 통해 학생들이 지구과학에 대한 흥미와 관심을 갖게 하고 자연 현상을 과학적으로 관찰할 수 있는 탐구 능력과 문제 해결력을 기르는데 도움이 될 수 있어야 하겠다. 그리고 나아가 학생들이 효율적인 탐구 활동을 통해 학습을 할 수 있는 여건을 마련할 수 있는 환경적인 요인들과 제도적인 요인들(예를 들면 입시위주의 교육제도로부터의 탈피) 또한 극복될 수 있어야만 할 것으로 판단된다.

## 감사의 글

이 논문은 충남대학교 교육대학원 석사학위 논문의 일환으로 작성된 것이다. 본 논문의 심사과정에서 여러 가지 좋은 제안과 비평을 통해 본 논문이 한 단계 더 개선될 수 있도록 심사해주신 심사 위원님들께 깊은 감사를 드립니다.

## 참고문헌

- 경재복, 윤일희, 이경훈, 김기룡, 황원기, 이기영, 2004, 지구과학 I. (주)중앙교육진흥연구소, 서울, 267 p.
- 경재복, 윤일희, 이경훈, 김기룡, 황원기, 이기영, 2008, 지구과학 II. (주)중앙교육진흥연구소, 서울, 347 p.
- 권재술, 2001, 탐구의 본질과 과학 수업 절차. 전북교육, 18, 45-51.
- 교육부, 1998, 과학과 교육과정. 대한교과서주식회사, 서울, 102 p.
- 김광명, 2005, 한미 초등학교 과학교과서의 비교 분석: 날씨 개념을 중심으로. 과학교육연구, 28, 51-75.
- 김성은, 김상윤, 백진희, 2007, 한국과 미국의 초등학교 과학교과서 5, 6학년 삽화 비교 연구. 과학교육연구, 31, 21-39.
- 김정률, 김명숙, 박예리, 2005, 10학년 과학 교과서 지구단원의 탐구 과제 분석. 한국지구과학회지, 26, 501-510.
- 김찬중, 채동현, 임채성, 1999, 과학교육개론. 북스힐, 서울, 518 p.
- 김창만, 김인환, 김정성, 2003, 과학교육탐구. 박영사, 서울, 645 p.
- 김효남, 2002, 미국 초등과학교과서 McGraw-Hill Science 외형 및 내용분석. 청람과학교육연구논총, 12, 41-52.
- 박광순, 1997, 한국의 중학교 과학교과서와 미국 SciencePlus의 생물영역 비교. 과학교육연구, 28, 65-81.
- 박효순, 조희형, 2003, 중학교 2학년 과학 교과서의 탐구영역 분석. 한국과학교육학회지, 23, 239-245.
- 서혜에, 오필석, 홍재식, 2000, 국가과학교육 기준. 교육과 학사, 서울, 386 p.
- 송호봉, 임재한, 1997, 제6차 교육과정에 의한 한국 고등학교 화학 II와 미국 교과서의 비교. 경기대학교 논문집, 41, 119-152.
- 신동희, 박정, 2002, 국제 비교 연구에 나타난 우리나라 학생들의 지구과학 성취도: 성 차이를 중심으로. 한국지구과학회지, 23, 207-220.
- 신동희, 이양락, 이기영, 이은아, 이규석, 2005, 지구환경을 고려한 미래지향적, 지구과학 교육과정 제안. 한국과학교육학회지, 25, 239-259.
- 우종욱, 정진우, 위수민, 임청환, 홍성일, 이석형, 2005, 지구과학 I. (주)교학사, 서울, 221 p.
- 우종욱, 정진우, 위수민, 임청환, 홍성일, 이석형, 2008, 지구과학 II. (주)교학사, 서울, 303 p.
- 유모경, 조희형, 2003, 중학교 1학년 과학 교과서의 탐구영역 분석. 한국과학교육학회지, 23, 494-504.
- 이덕환, 2005, 과학 교육에서의 탐구 활동과 창의력 향상. 경기과학, 118, 8-25.
- 이문원, 전성용, 권석민, 진만식, 신석주, 임부철, 2006, 지구과학 I. (주)금성출판사, 서울, 283 p.
- 이문원, 전성용, 권석민, 진만식, 신석주, 임부철, 2008, 지구과학 II. (주)금성출판사, 서울, 391 p.
- 이미경, 손원숙, 노언경, 2007, PISA 2006 결과 분석 연구: 과학적 소양, 읽기 소양, 수학적 소양 수준 및 배경 변인 분석. 한국교육과정평가원, 서울, 344 p.
- 이양락, 광영순, 김동영, 2005, 제7차 과학과 교육과정 지구과학 내용의 적정성 분석 및 평가. 한국지구과학회지, 26, 759-770.
- 정진우, 우종욱, 김찬중, 임청환, 이연우, 소원주, 정남식, 이경훈, 이항로, 홍성일, 윤선진, 정철, 박진홍, 1999, 지구과학교육론. 교육과학사, 서울, 419 p.
- 조희형, 박승재, 1999, 교수-학습 이론과 과학교육. 교육과학사, 서울, 406 p.
- 조희형, 최경희, 2005, 과학교육의 이론과 실제. 교육과학사, 서울, 669 p.
- 허남조, 유병태, 한영옥, 2005, 우리나라(7차 교육과정)와 미국의 초등학교 과학과 교과서 3, 4, 5, 6학년의 지구과학영역 비교 및 분석. 과학교육연구, 29, 325-351.
- Allison, M.A., DeGaetano, A.T., and Pasachoff, J.M., 2006, Earth Science. Holt Rinehart Winston, Austin, Texas, USA, 954 P.
- American Association for the Advancement of Science, 1990, Science: A process approach (SAPA II). Delta Education, Inc., Hudson, New Hampshire.
- Chiappetta, E.L. and Koballa, T.R., 2001, Science instruction in the middle and secondary schools. 5th ed, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, USA, 337 p.
- Driver, R., Newton, P., and Osborne, J., 2000, Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. Science Education, 84, 287-312.
- German, P.J., 1996, Analysis of nine high school biology laboratory manuals: Promoting scientific inquiry. Journal of Research in Science Teaching, 33, 475-499.

- Hess, F.S., Kunze, G., Leslie, S.A., Letro, S., Millage, C., Sharp, L., and Snow, T., 2005, *Earth Science-Geology, the Environment, and the Universe*. McGraw Hill, NY, USA, 1002 p.
- Hughes, G., 2000, Marginalization of socioscientific material in science-technology-society science curricula: Some implications for gender inclusivity and curriculum reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 426-440.
- National Research Council, 1996, *National science education standards*. National Academy Press, Washington, DC, USA, 272 p.
- National Science Teachers Association, 2004, *Position statement on the scientific inquiry*. VA, USA.
- Nelson, B.C. and Ketelhut, D.J., 2007, Scientific inquiry in educational multi-user virtual environments. *Educational Psychology Review*, 19, 265-283.
- Sadler, T.D., Barab, S.A., and Scott, B., 2007, What do students gain by engaging in socioscientific inquiry? *Research in Science Education*, 37, 371-391.
- Wolf, S.J. and Fraser, B.J., 2008, Learning environment, attitudes and achievement among middle-school science students using inquiry-based laboratory activities. *Research in Science Education*, 38, 321-341.
- Zeidler, D.L., Walker, K.A., Ackett, W.A., and Simmons, M.L., 2002, Tangled up in views: Beliefs in the nature of science and responses to socioscientific dilemmas. *Science Education*, 86, 343-367.

---

2008년 10월 23일 접수

2008년 11월 21일 수정원고 접수

2008년 12월 2일 채택