제 6차 교육과정에 따른 고등학교 공통과학 교과서의 탐구영역 분석

- 탐구 실험을 중심으로 -

박원혁 · 김은아[1]

(부산대학교) · [1](부산대학교 교육대학원)

The Analysis of Inquiry Scopes in High School General Science Textbook Based on the 6th Curriculum

- Emphasizing the Analysis of Inquiry Experiment -

Park, Won-Hyuck · Kim, Eun-A[1]

(Pusan National University) · [1](Graduate School of Education, Pusan National University)

ABSTRACT

In order to obtain data for developing an ideal science curriculum, four kinds of General Science textbooks based on the 6th curriculum were analyzed. Particularly inquiry activities were analyzed by Scientific Inquiry Evaluation Inventory(SIEI). The results are as follows:

1) The average number of inquiry activities in four kinds of textbooks is 115.5. And the number in each textbook is very diverse : textbook A contains 94 inquiry activities, textbook B 147, textbook C 100 and textbook D 121.

2) As for the number of inquiry activity scopes in four kinds of textbook, observation comes to 22, experiment 117, interpreting data 196, investigation 64, discussion 51, classification 4 and prediction 8. And then the conceptional inquiry activity is about 2.3 times as many as the inquiry experiment.

3) According to the analysis of each inquiry task by SIEI, textbook A has 268, textbook B 328, textbook C 207 and textbook D 304.

4) In the analysis of the structure of inquiry activity, the evaluation of the competition and cooperation scale shows more emphasis on common tasks, no pooled results(87.1%). The discussion scale mostly consists of activities without discussion required among students(83.5%). The evaluation of openness scale shows more emphasis on activities with problems, procedures and answers presented(58.3%). In the evaluation of inquiry scope scale, the inquiry scope scale mostly has the activities to demonstrate or verify the contents of the text(66.9%).

5) As for the analysis of inquiry activities as a whole. The inquiry pyramid in four kinds of General Science textbooks shows the type I that emphasizes the inquiry activities in low level such as gathering and organizing data. The inquiry index in four kinds of

textbooks is average 47.8, shows very high level (above 35).

Key words : Science curriculum, General science textbook, Inquiry activity, Scientific inquiry evaluation inventory(SIEI), Inquiry activity scope

*1999년 6월 23일 받음.

I. 서 론

1. 연구의 필요성 및 목적

현대 사회는 각종 통신기술과 컴퓨터의 발달로 정보화 시대로 접어 들면서 인류 역사상 새로운 국면을 맞이하게 되었다. 과학의 눈부신 발전은 과학 지식의 가변성을 더욱 실감케 하여 학생들이 학교에서 배웠던 과학 지식은 졸업한 후 얼마되지 않아 이미 낡은 지식으로 전락되는 예가 점점 늘어나고 있다. 그러므로 해가 다르게 발전하고 변해가는 과학 지식을 학생들에게 가르치기보다는 나중에 사회에 나가서 필요한 지식을 적절한 방법으로 찾을 수 있도록 과학지식이 얻어지기까지의 과정 즉, 과학하는 방법을 강조하여 가르칠 필요가 있다.

학생들은 교사가 일방적으로 제공하는 지식을 수동적으로 암기하는 것보다 탐구 과정과 과학적 사고 방식에 보다 신경을 쓰고 이런 능력을 배양함으로써 일상 생활과 자신이 종사할 직업에 유용하게 활용하는 것이 바람직하다.

우리 나라 교육 과정의 과학 과목에 '탐구'가 강조된 것은 1974년부터 적용된 제 3차 교육 과정이다. 제 3차 교육과정은 학문중심 교육사조를 근간으로 하여 지식의 구조, 탐구과정, 발견학습을 강조하고 있다. 제 4차 및 5차 교육 과정은 큰 변화는 없지만 인간중심 교육과정의 성격이 반영되어 있다. 제 5차 교육 과정에서도 탐구 방법이 강조되고 있으나 실제 운영면에서 미흡한 점이 많았다. 따라서 제 6차 교육과정에서는 내용에서도 '지식'과는 별도로 필수적인 '탐구 활동'을 명시함으로써 이를 더 강조하고 있다(교육부,1995).

제 6차 과학과 교육 과정은 과학적 탐구방법, 기본적 과학 지식, 과학적인 사고방법, 스스로 문제를 발견하고 해결하려는 태도, 그리고 과학 · 기술 · 사회의 상호 관련성 등 과학의 보편적 성격을 균형있게 다루고 있으며, 특히 탐구활동을 강조하고 있다. 탐구활동은 학생들의 경험 및 실생활 문제와 관련짓도록 할 뿐만 아니라 학생 스스로 문제를 발견하고 창의적으로 해결할 수 있는 능력을 길러 주며, 탐구학습은 학교의 실험실에서만 이루어지는 것이 아니라 학생의 실생활 문제를 해결하는 과정에서도 이루어질 수 있다. 이번 교육 과정에서는 특히 학생의 문제 해결력 신장에 역점을 두어 가능하면 실생활 및 경험 관련 소재를 대폭 도입하여 학습동기를 유발하도록 하였다. 또한 교과서에 제시된 내용이 너무 많고 어려워서 학생들은 흥미를 잃고 교사는 이의 지도를 위해 암기 위주의 주입식 수업을 하지 않을 수 없다. 따라서 학습 부담을 줄이기 위해 어려운 내용은 삭제하도록 교육 과정에 제시하고 있다. 이러한 개정 방향에 따라서 고등학교의 과학과는 공통 필수 과목으로 '공통 과학'을 신설하였으며, 이를 잘 활용한다면 우리 나라 교육을 개혁할 수 있는 전환점이 될 수 있다(교육부,1995).

고등 학교의 '공통 과학'은 모든 학생들에게 과학의 핵심을 경험할 수 있도록 하는 과목이다. '공통 과학'은 전체적으로 탐구 활동을 통하여 교수 · 학습이 이루어지도록 함으로써 중학교에서 학습한 개념만 가지고도 과학 교육에서 바라는 교수 · 학습이 이루어지도록 하였으며, 경험 중심 및 생활 중심의 학습을 통해 과학적 탐구 능력과 문제 해결력을 신장 시키고 과학의 본성과 과학의 영향 등을 인식할 수 있도록 하였다. 탐구 활동은 실험에만 치우치지 않고 조사 활동, 자료 수집 및 해석, 토의 등을 학생 활동 중심으로 구성하여 균형있는 탐구 과정 및 탐구 방법을 익히도록 하였다.(교육부,1995)

이렇게 교육 과정상에서 탐구 활동이 강조되고 있으나, 교육 현장에서 탐구 학습이 잘 이루어지기 위해서는 여러 가지 교육 여건과 환경이 갖추어져야 한다. 그러나, 우리 나라의 과학 교육 환경은 탐구 학습 이론을 적용하기에 무리가 많다고 과학교사들이 지적한다. 우선 대학 입학 시험 제도가 탐구 학습에 방해가 되고, 학급당 학생수가 넘치도록 많으며, 과학 교사의 잡무가 너무 많아서 교재 연구를 할 시간적 여유가 없고, 실험 시설이나 기구가 매우 부족하다. 또한 이수단위에 비해 교과서의 학습 내용, 실험 종목이 많고, 실험 내용이 너무 어려워 학생들이 스스로 결과를 찾아낼 수 없는 것이 많다. 탐구 학습을 저해하는 요인들이 이처럼 다양하고 복잡한 만큼, 이러한

문제를 해결하기 위한 방안도 종합적으로 이루어져야 한다. 과학 교육을 지원한다고 실험 기구나 충분히 사준다거나, 실험 성적을 몇 % 반영해야 한다는 지침을 내린다고 해서 간단히 해결될 문제가 아니다. 오히려 이렇게 단편적인 처방은 문제를 더 악화시킬 수도 있다(정건상,1991).

본 연구에서는 1996년부터 공통필수 과목으로 사용되고 있는 공통 과학 교과서를 중심으로 탐구 활동 영역을 조사하고, 탐구 실험의 구조를 분석함으로써, 과학 교육 목표에서 제시한 과학적 탐구 능력의 신장 및 문제 해결에의 활용 등이 잘 반영되었는지를 평가해 보고 이의 바람직한 방향을 모색하고자 한다.

2. 선행연구

교과서에 대한 분석 연구로는 김영애(1990)가 초.중.고등학생 생물 영역에서 공통 실험내용의 연계성에 대해 허명(1984)의 과학탐구 평가표(SIEI, Scientific Inquiry Evaluation Inventory)의 방법을 사용하여 분석하였다. 그 결과, 초.중.고등학교에 연계된 14가지의 관찰, 실험 내용 중 6개가 관찰이었고, 추론,상관관계,인과관계,외연의 분석률이 저조한데 이 요소들이 과학적 사고력를 신장 시키는데 크게 작용하므로 고학년으로 갈수록 이 부분의 개발에 힘써야 한다고 역설하였다.

김영(1990)이 제5차 교육과정의 중학교 과학 2 교과서와 제 4차 교육과정에 의한 구교과서의 비교 분석 연구에서 교과목표와 교육내용 및 실험에 대한 다양한 분석을 하였다. 그 중 실험 목표를 분석한 결과, 제 4차와 제 5차 교육과정의 교과서에서 공통적으로 원리와 법칙응용을 목적으로 하는 실험이 가장 많았으며, 과학적 창조 능력을 신장하는 것을 목적으로 한 실험은 전혀 없었다고 보고했다.

정건상과 허명(1990)은 제 5차 교육과정의 과학 I(상)과 생물 교과서의 탐구활동을 허명의 과학 탐구 평가표(SIEI)를 사용하여 분석하였으며, 그 결과 과학I(상)의 경우 하위 수준의 탐구활동인 자료의 수집과 정리에 편중되어 있으며, 생물 교과서의 경우는 과학I(상)에 비해 자료의 해석 및 분석, 자료의 종합과 평가 활동이 고르게 배분되어 있으나 가설 설정 및 실험 설계와 같은 상위 수준의 탐구 활동은 거의 다루고 있지 않은 것으로 나타났다. 그리고 탐구활동에서 문제, 방법, 답이 모두 제시된 경우가 많고, 교과내용의 증명이나 시범활동 등이 상당한 비율을 차지하여 학생의 문제해결 능력 신장에 별로 도움을 주지 못하며, 탐구활동을 통한 흥미와 동기 유발을 일으키기에도 미흡하다고 지적하였다.

강순자와 허명 등(1993)은 제 5차 교육과정의 고등학교 생물영역 교과서와 BSCS 녹판의 교육목표 비교 분석 연구를 통하여 우리나라 교과서의 3차원적 분석(내용,행동,상황의 범주)을 시도하였다. 이때 분석 도구로는 NAEP 제 5차 과학 평가틀을 기초로 약간의 수정을 거친 평가틀을 제작하여 사용하였으며, 교과서의 내용은 사람의 기관계를 다룬 단원으로 제한하였다. 그 결과, 행동의 범주에서 지식과 이해의 영역이 80.2%로 월등히 높았으며 탐구 영역은 9.9%에 불과했다. 그리고 상황 범주에서는 과학적 상황이 89.6%로 거의 대부분을 차지하며 기술적 상황의 목표는 없는 것으로 나타나 과학-기술-사회의 상호 관계에 대한 내용을 소홀히 하였음을 보여 주었다.

손연아와 이학동(1994)은 탐구적 통합과학 교재 개발을 위한 "FAST program" 과 "중등과학 교과서" 의 탐구 활동 비교 분석에서, 기존 교과서는 실험실에서만 가능한 탐구활동주제로 제한하였기 때문에 탐구활동수가 적어 학생들의 탐구활동 기회가 적었으며, 자료의 수집과 정리가 대부분을 차지하여 고등탐구력 신장에 저해가 있으며,대부분의 탐구활동이 교과내용의 증명이나 시범실험으로 선개념설명→후확인실험의 형식으로 구성되어 있어 학생들의 과학에 대한 흥미와 관심을 잃게 하므로, 학생 스스로가 탐구과정을 통해 나온 결과를 다른 학생과 비교,토의하는 과정을 거쳐 과학지식보다는 과학을 이해하는 과정과 탐구,사고하는 과정이 중요하다는 것을 인식할 수 있도록 해야한다고 주장한다.

강동진과 정충덕(1996)은 제 6차 교육과정에 따른 고등학교 생물 교과서의 탐구활동을 SIEI를 사용하여 분석하였다. 그 결과, 대부분의 탐구활동은 자료

수집과 정리 단계에 치우쳐, 하위 수준의 탐구 활동이 높게 분포하는 탐구 피라미드 형태 I 으로 나타났고, 탐구 구조에서 대부분 토론이 없거나 문제, 방법, 답이 모두 제시된 활동이었으며 교과내용의 증명이나 시범 활동으로 나타나, 학습자의 흥미를 유발하고 고등 탐구 능력을 배양하기 위해서는 모든 영역이 고르게 안배되어 적절한 수준을 유지해야 한다고 지적하였다.

남중욱(1996)은 대학 수학능력 시험의 과학 탐구 영역 문항을 분석한 결과, 자료해석 및 분석,자료종합 및 평가, 가설설정 및 실험설계에 대한 문항이 대부분 출제되었으며 자료수집과 정리에 대한 문항은 거의 출제되지 않았고, 결론, 추론 및 가설설정과 같은 일부 한정된 탐구 과정 요소 측정에 치중되어 나타났다.

노수봉(1997)은 중학교 과학 교과서에 나타난 생물 탐구활동의 분석 연구에서 제 6차 교육과정에 의한 중학교 교과서의 생물 탐구 활동을 SIEI를 사용하여 분석하였다. 그 결과, 자료 수집과 정리면에서 83.6%로 대부분을 차지하였고 자료의 종합 및 평가는 1.6%, 가설의 설정 및 실험 설계는 0.5%로 나타나 자연현상에서 문제를 발상하여 가설설정과 실험설계 및 실험 과정을 개발하여 실험을 수행하면서 조건을 통제하는 탐구과정이 더욱 많이 주어져야 창의력과 사고력을 높일 수 있다고 하였다.

이러한 연구들을 살펴볼 때 제 6차 교육과정에 의한 공통과학 교과서에 대하여 탐구실험을 중심으로 분석한 사례가 없었다. 따라서 본 연구자는 공통과학 교과서를 탐구활동 중심으로 SIEI를 사용하여 분석하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구재료

제 6차 교육과정에 의해 각 출판사에서 1997년 3월 1일에 발행한 고등학교 공통과학 교과서 중 부산시내 인문계 고등학교에서 많이 쓰이는 4종을 선택하여 분석하였고 편의상 출판사별로 A교과서, B교과서, C교과서 그리고 D교과서로 표기하였다.

A교과서, 고등학교 공통과학, (주)교학사, 강만식 등, 1997

B교과서, 고등학교 공통과학, 금성교과서(주), 김시중 등, 1997

C교과서, 고등학교 공통과학, 대한교과서, 한종하 등, 1997

D교과서, 고등학교 공통과학, (주)천재교육, 우규환 등, 1997

2. 연구방법

1) 탐구 활동 영역 비교

제 5차 교육과정에서도 탐구 방법이 강조되었으나 실제 운영면에서 미흡한 점이 많아, 제 6차 교육과정에서는 내용에서도 '지식'과는 별도로 필수적인 '탐구 활동'을 명시함으로써 탐구 능력을 신장시키고자 하였다. 또한 과학 학습이 학교의 실험실에서만 이루어지는 것이 아니므로 실험실외 활동을 강조하여 생활 속에서 탐구활동이 이루어 질 수 있도록 하였다.(교육부,1995)

따라서 교과서에 실린 탐구활동의 횟수,영역별 분포를 조사하였고, 이를 다시 탐구실험(관찰,실험)과 개념적 탐구활동(자료해석,조사,토의,분류등)으로 구분하였다.

2) SIEI에 의한 탐구활동의 분석

탐구 활동 분석을 위한 평가도구로는 허명(1984)이 개발한 과학 탐구 평가표(SIEI)를 사용하였으며, 이는 평가수준에 따라 크게 3가지 영역으로 나누어져 있다.

수준 1은 각각의 탐구 과제에 대한 분석이다. 탐구 과제는 실험방법, 실험과정, 정리 및 고찰 등과 같은 학생들의 행동과 사고를 유발하는 활동을 말하며 실험목적, 준비물, 유의사항, 설명문 등의 내용은 제외된다.

수준 2는 탐구활동의 구조적 분석이다. 탐구활동의 구조적 분석은 탐구 활동 주제가 전체적으로 어떻게

구성되어 있는가를 평가하는 것으로 경쟁/협동 구조의 평가, 토론구조 평가, 탐구자유도 평가, 탐구영역 평가 등 4개의 소범주로 구분하여 평가하며 각각의 소범주 속에는 3-4개의 항의 평가요소가 있다. 탐구 활동 내용과 주제는 물론 교과서에 수록된 내용까지도 고려하여 어느 항목에 해당하는지를 판단하여 분석하였다.

수준 3은 과학 탐구 과정의 종합적 평가이다. 전체적인 탐구 활동 평가는 탐구 피라미드(inquiry pyramid), 탐구 지수(inquiry index)의 2가지 영역에 대해 분석하였다. 탐구 피라미드는 수준 1의 자료를 기초로 가로축은 탐구과제수를, 세로축은 수준 1의 분석 코드 번호를 표시하여 피라미드 형태로 도식화하는 방법이다. 탐구 피라미드의 형태는 삼각형(I 형), 사각형(II형), 역삼각형(III형), 마름모형(IV 형), 절구형(V형)의 5종류로 구분된다.

탐구지수는 교육과정에서 전체에 배당된 총수업시간에 대한 탐구활동에 배당된 시간의 비율을 나타낸 것이다. 일반계 고등학교 총이수시간은 17주이며, 제6차 교육과정에서 공통과학 과목은 공통필수 과목으로 8단위이다. 따라서 총수업시간은 17주×8단위×50분=108.8시간이다. 연구자는 탐구 활동에 배당된 시간을 탐구실험은 1주제에 50분을 활동시간으로, 개념적 탐구활동은 주제에 관계없이 20분을 배정하여 탐구지수(%)=총탐구활동시간/총수업시간×100에 의해 계산하였다.

Ⅲ. 연구 결과 및 논의

1. 탐구 활동 영역 비교

공통과학 4종 교과서의 탐구 활동 횟수는 Table 1과 같이 총 462회였고, 평균 탐구 활동 횟수는 115.5회로 나타났다.

교과서별 비교에서 B 교과서가 147회로 가장 많고, D 교과서가 121회, C 교과서가 100회, A 교과서가 94회로 가장 적어, 교과서별로 현저한 차이가 나타났다.

각 교과서의 구성은 8개 단원(C 교과서 제외)으로, 단원별 탐구 활동 횟수는 'Ⅰ.과학의 탐구'가 16회, 'Ⅱ.물질'이 63회, 'Ⅲ.힘'이 49회, 'Ⅳ.에너지'가 80회, 'Ⅴ.생명'이 69회, 'Ⅵ.지구'가 79회, 'Ⅶ.환경'이 86회, 'Ⅷ.현대과학과 기술'이 20회로 나타나, 'Ⅶ.환경' 단원이 가장 비중있게 다루어져 있다. 이는 제 6차 교육과정에서 학문적인 것보다는 실생활 문제 관련, 과학·기술·사회의 상호 관련성을 강조하는 경향이 반영된 것이라 할 수 있다.

탐구 활동 영역별 비교는 Table 2와 같다. 관찰 활동은 공통과학 4종 교과서 모두 5-7회로 비슷한 값을 나타냈고, 실험 활동은 B 교과서가 35회로 가장 많고, C 교과서가 24회로 가장 적게 나타났다. 자료해석 활동은 B 교과서가 65회, C 교과서가 36회로 거의 2배 정도 차이를 나타냈고, 조사 활동은 B

Table 1. Analysis of the number of inquiry activities in four kinds of general science textbooks

Section	Textbook				Total	Average	%
	A	B	C	D			
The inquiry of science		4	6	6	16	4	3.46
Material	14	20	14	15	63	15.75	13.64
Force	12	14	11	12	49	12.25	10.61
Energy	15	28	18	19	80	20	17.32
Life	15	22	16	16	69	17.25	14.93
The earth	20	23	15	21	79	19.25	17.10
The environment	17	27	20	22	86	21.5	18.61
The modern science and technology	1	9	·	10	20	5	4.33
Total	94	147	100	121	462	115.5	100

Table 2. Analysis of the number of inquiry activity scopes in four kinds of general science textbooks

Inquiry activity	scopes	Textbook				Total	Average	%
		A	B	C	D			
Observation		5	5	5	7	22	5.5	4.76
Experiment		26	35	24	32	117	29.25	25.33
Interpreting data		41	65	36	54	196	49	42.42
Investigation		12	23	12	17	64	16	13.85
Discussion		3	18	20	10	51	12.75	11.04
Classification		3	0	0	1	4	1	0.87
Prediction		4	1	3	0	8	2	1.73
Total		94	147	100	121	462	115.5	100

교과서가 23회, A와 C 교과서가 12회로 약 2배 차이를 나타냈고, 토의 활동도 C 교과서가 20회, A 교과서가 3회로 약 7배 차이를 나타냈다. 분류 활동은 A 교과서 3회, D교과서 1회로 일부 실려 있지만, B 교과서와 C 교과서에는 나타나지 않았고, 예상 활동도 A 교과서 4회, B 교과서 1회, C 교과서 3회로 일부 실려 있지만 D 교과서에는 나타나지 않았다. 따라서 B 교과서는 타 교과서보다 실험, 자료해석, 조사 활동이 많이 수록되어 전체적으로 탐구 활동 횟수가 증가하였고 타 교과서와의 편차가 크게 나타난 것이다.

탐구활동 영역별 비교는 관찰, 실험과 같은 탐구 실험이 평균 34.75회(30.09%)였고, 자료해석, 조사, 토의, 분류, 예상와 같은 개념적 탐구 활동이 평균 80.75회(69.91%)로, 개념적 탐구 활동이 탐구 실험에 비해 약 2.3배정도 많이 나타났다. 탐구 실험은 주로 실험 활동으로 평균 29.25회(25.33%)였고, 개념적 탐구 활동은 특히 자료해석이 평균 49회(42.42%)로 매우 높게 분포하였다. 제 6차 교육과정의 생물 I 교과서는 탐구 활동 주제 중 탐구 실험이 평균 10.5회, 개념적 탐구 활동이 평균 20.0회를 나타냈고, 생물 II 교과서에서는 탐구 활동 주제 중 탐구 실험이 평균 20.4회, 개념적 탐구 활동이 평균 26.2회를 나타냈다(강동진과 정충덕,1996). 개념적 탐구활동은 주로 언어정보를 통해 개념적 실험을 수행하는 새로운 탐구방법(정건상과 허명,1990)으로, 제 5차 교육과정에 도입된 이후 제 6차 교육과정에서는 탐구영역이 구분되어 교과서에서 많이 다루어 지고 있으며, 특히 공통 과학에서는 전체적으로 탐구 활동을 통하여 교수 · 학습이 이루어지도록 구성함으로써 더욱 강조되었다고 생각된다.

2. SIEI에 의한 탐구 활동 분석

1) 수준1에서의 분석

수준1에서의 분석 결과는 Table 3에서 보는 바와 같다. 고등학교 공통 과학 교과서 4종의 탐구 과제는 총 1107개, 평균 276.75개로 나타났는데, B 교과서가 328개로 가장 많았고, C 교과서가 207개로 가장 적었다. 자료의 수집과 정리(1.1)에 대한 활동은 A 교과서가 62.31%로 가장 높고 C 교과서는 55.56%로 가장 적게 나타났으며, 자료의 해석 및 분석(1.2) 활동은 D 교과서가 32.57%로 가장 높고 A 교과서가 27.99%로 가장 적게 나타났다. 자료의 종합 및 평가(1.3)활동은 C 교과서가 5.80%로 가장 높고 D 교과서가 3.29%로 가장 낮으며, 가설 설정 및 실험 설계(1.4)활동은 C 교과서가 8.21%로 가장 높고 D 교과서는 활동이 없는 것으로 나타났다.

자료의 수집과 정리(1.1) 활동이 62.06%로 가장 높게 분포하였고, 자료의 해석 및 분석(1.2)은 30.80%를 보였으며 자료의 종합 및 평가(1.3)는 4.52%였고 가설 설정 및 실험설계(1.4)는 2.62%로 가장 낮게 나타났다. 정건상(1991)의 제 5차 교육과정에 따른 고등학교 과학 I (상)과 생물 I 교과서의

Table 3. Analysis of each task in the inquiry activities in four kinds of general science textbooks (level 1)

Science process		Textbook A		Textbook B		Textbook C		Textbook D		Total	Average	%
		Total	%	Total	%	Total	%	Total	%			
1.1. Gathering and Organizing Data	111. Manipulating Apparatus	62		81		33		67		243	60.75	
	112. Observation	33		57		37		51		178	44.5	
	113. Measurement	41		44		22		48		155	38.75	
	114. Describing, Recording Data	12	62.31	10	64.02	14	55.56	12	64.14	48	12	62.06
	115. Classification	1		1		·		3		5	1.25	
	116. Transforming Data	18		17		9		14		58	14.5	
	Total	167		210		115		195		687	171.75	
1.2. Interpreting and Analyzing Data	121. Inference	46		58		31		60		195		
	122. Determining Relationship	3		10		11		7		31	7.75	
	123. Causal Explanation	19	27.99	30	31.31	14	30.43	23	32.57	86	21.5	30.80
	124. Extrapolation	3		1		4		6		14	3.5	
	125. Predicting Experimental Results	4		5		3		3		15	3.75	
	Total	75		104		63		99		341	85.25	
1.3. Synthesizing Results and Evaluation	131. Summarizing	·		·				1		1	0.25	
	132. Drawing a Conclusion	13		11		8		7		39	9.75	
	133. Formulating a Generalization or Model	·	5.60	2	3.96	1	5.80	2	3.29	5	1.25	4.52
	134. Evaluation	2		·		3		·		5	1.25	
	Total	15		13		12		10		50	12.5	
1.4. Hypothesizing and Designing an Experiment	141. Formulating a Problem	·		·		2		·		2	0.5	
	142. Generating a Hypothesis	·		·		2		·		2	0.5	
	143. Controlling Variables	2	4.10	1	0.31	5	8.21	·	0	8	2	2.62
	144. Developing Experimental Procedure	2		·		5		·		7	1.75	
	145. Designing an Experiment	7		·		3		·		10	2.5	
	Total	11		1		17		·		29	7.25	
Sum		268	100	328	100	207	100	304	100	1107	276.75	100

탐구활동에 대한 분석에서는 자료의 수집과 정리 활동이 과학 I(상) 교과서에서 80.2%, 생물 교과서에서 65.3%로 가장 많이 나타났고, 가설 설정 및 실험 설계 활동이 생물 교과서에서만 0.5%로 가장 낮게 나타났다. 제 6차 교육과정에서는 자료의 수집과 정리 활동이 생물 I 교과서에서 78.5%, 생물 II 교과서에서 79.9%로 가장 높게 분포하였고, 가설 설정 및 실험 설계 활동이 생물 I 교과서에서 0.6%, 생물 II 교과서에서 1.0%로 가장 낮게 나타났다(강동진과 정충덕, 1996). 이러한 자료를 토대로 보면 공통 과학 교과서가 탐구 활동을 강조하고는 있으나, 아직도 자료의 수집과 정리 활동과 같은 초보적인 탐구 활동에 더 많은 비중을 두고 있으므로, 가설을 설정하여 이에 대한 실험을 설계하고 실험과정을 개발하는 통합적인 탐구 능력 신장을 위한 고등 탐구 활동에 대한 보완이 필요한 것으로 사료된다.

2) 수준 2에서의 분석

Table 4에서 보는 바와 같이 공통 과학 교과서의 탐구 활동 평균 주제수는 35개로 나타났다. 경쟁/협동 구조의 평가(2.1)에서 같은 공동 과제를 가지고 개인이나 분단이 실험하더라도 같은 결과를 얻는 탐구 활동(공동과제,조별결과)이 B교과서가 95%로 가장 높고, A교과서가 80.6%로 가장 낮게 나타났다. 그리고 공동과제로 각각 차이가 있는 분단의 실험 결과를 종합하여 결과를 얻는 활동(공동과제,결과종합)은 C교과서가 13.8%로 가장 높고, B교과서가 2.5%로 가장 낮게 나타났다. 개인이나 분단이 다른 탐구 과제로 실험하더라도 같은 결과를 얻는 활동(분리과제,조별결과)은 A교과서만이 3.2%로 나타났고, 다른 탐구 과제로 얻은 결과를 조별로 종합하는 활동(분리과제,결과종합)은 A교과서가 6.5%로 가장 높고 C교과서는 나타나지 않았다.

토론 구조의 평가(2.2)에서 토론이 없는 활동은 B교과서가 92.5%로 가장 높고, A교과서가 77.4%로 가장 낮게 나타났으며 교사의 지도에 의하여 학생들이 토론할 수 있는 활동은 A교과서가 22.6%로 가장 높고 B교과서가 7.5%로 가장 낮게 나타났다. 학생들 스스로 자율적인 토론 활동을 요구하는 활동은 전혀 나타나지 않았다.

탐구 자유도 평가(2.3)에서 문제, 방법, 답이 제시된 탐구 활동이 D교과서가 71.8%로 가장 높고 B교과서가 45%로 가장 낮으며, 문제, 방법만 제시된 활동은 B교과서가 55%로 가장 높고 D교과서가 28.2%로 가장 낮다. 문제만 제시된 활동은 A교과서만 16.1%로 나타났고 즉시적 현상만 제시된 활동은 전혀 나타나지 않았다.

탐구 영역 평가(2.4)에서는 교과 내용의 증명이나 시범 활동이 C교과서가 75.9%로 가장 높고 A교과서가 58.1%로 가장 낮으며, 교과 내용의 연장 활동은 A교과서가 41.9%로 가장 높고 C교과서가 24.1%로 가장 낮게 나타났다. 새 아이디어의 개발을 위한 탐구 활동은 전혀 나타나지 않았다.

교과서 전체에 대한 비율은 총 139개의 탐구 활동 주제 중 경쟁/협동 구조의 평가(2.1)에서 공동과제, 조별결과가 121주제(87.1%), 공동과제,결과종합이 12주제(8.6%), 분리과제,조별결과 활동은 1주제(0.7%), 분리과제,결과종합이 5주제(3.6%)로 나타났다. 제 5차 교육과정의 과학 I(상)과 생물 I 이 분석결과 공통과제, 조별결과 활동이 각각 81.3%, 57.1%로 조사 되었으며(장건상, 1991) 이에 대하여 제 6차 교육과정에서 같은 실험문제와 과제를 제시하고 조별결과를 요구하는 주제가 다소 많이 취급된 것은 개인 탐구력 신장을 바탕으로 협동하여 문제를 해결할 수 있는 능력을 배양시키려는 목적이 있는 것으로 나타났다.

토론 구조의 평가(2.2)에서 토론이 없는 활동이 116주제(83.5%), 교사의 지도에 의하여 학생들이 토론 할 수 있는 활동이 23주제(16.5%), 자유 토론 활동 주제는 전혀 나타나지 않았다. 제 5차 교육과정의 과학 I(상)과 생물 I 에서 토론 없는 활동이 각각 81.3%, 57.1%(장건상, 1991)보다 높게 나타나는 것과 자유토론 활동주제가 없다는 것은 탐구사고에 대한 토의 과정의 중요성을 간과할 우려가 있다. 그러므로 다양한 방법으로 결과에 도달할 수 있도록 토론할 수 있는 활동주제의 내용이 보완되어야 할 필요가 있다.

탐구 자유도 평가(2.3)는 문제, 방법, 답이 모두

Table 4. Analysis of the structure of inquiry activity in four kinds of general science textbooks (level 2)

	Evaluation scale	Textbook A Total	A %	B Total	B %	C Total	C %	D Total	Total %	Average	%
2.1. Competition/ Cooperation Scale	1. Common Tasks, No Pooled Results	25	80.6	38	95	25	86.2	33	84.6 121	31	87.1
	2. Common Tasks, Pooled Results	3	9.7	1	2.5	4	13.8	4	10.3 12	3	8.6
	3. Different Tasks, No Pooled Results	1	3.2	·	·	·	·	·	· 1	0.25	0.7
	4. Different Tasks, Pooled Results	2	6.5	1	2.5	·	·	2	5.1 5	1	3.6
2.2. Discussion Scale	1. No Discussion Among Students	24	77.4	37	92.5	23	79.3	32	82.1 116	29	83.5
	2. Discussion Required(Guided)	7	22.6	3	7.5	6	20.7	7	17.9 23	6	16.5
	3. Discussion Required(Open)	·	·	·	·	·	·	·	· ·	·	·
2.3. Openness Scale	1. Problem Procedure and Answer Given	15	48.4	18	45	20	69	28	71.8 81	21	58.3
	2. Problem and Procedure Given	11	35.5	22	55	9	31	11	28.2 53	13	38.1
	3. Problem Given	5	16.1	·	·	·	·	·	· 5	1	3.6
	4. None is Given	·	·	·	·	·	·	·	· ·	·	·
2.4. Inquiry Scope Scale	1. Demonstrating or Verifying the Content of Text	18	58.1	25	62.5	22	75.9	28	71.8 93	23	66.9
	2. Extending the Content of Text	13	41.9	15	37.5	7	24.1	11	28.2 46	12	33.1
	3. Exploring New Ideas	·	·	·	·	·	·	·	· ·	·	·

제시된 탐구 활동이 81주제(58.3%), 문제, 방법만 제시된 활동이 53주제(38.1%), 문제만 제시된 활동은 5주제(3.6%)이며, 즉시적 현상만 제시되고 학생들이 방법을 찾아서 결과를 알아내는 탐구 활동은 나타나지 않았다. 이는 문제 방법만 제시하므로서 답을 자기 스스로가 해결하도록 요구하는 탐구활동에 비중을 두고 있는 것으로 나타났다. 그러나 즉시적 현상만 제시되었을 때 학습자가 대처할 수 있는 방안도 모색되어야 한다.

탐구 영역 평가(2.4)에서는 교과내용의 증명이나 시범 활동이 93주제(66.9%), 교과내용의 연장이 46주제(33.1%)이고, 학생의 새 아이디어의 개발을 위한 탐구활동은 분석되지 않았다. 장건상(1991)의 제 5차 교육과정에서 탐구영역평가 중 교과내용의 증명 및 시범활동의 주제가 62.5% (과학Ⅰ(상) 및 52.4%(생물Ⅰ)인데 비하여 제 6차 교육과정에서 다소 높게 나타난 것은 증명이나 시범활동을 강화시키므로서 올바른 탐구자세를 갖추도록 하는데 중점을 둔 것 같다.

이러한 결과를 보면, 제 6차 교육과정에서도 탐구

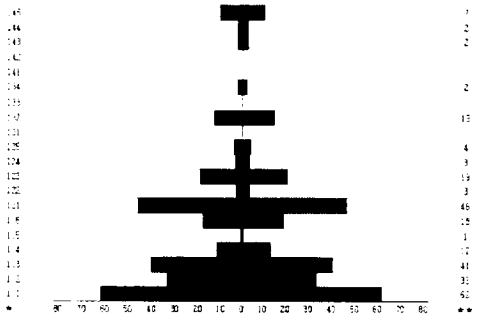

Fig. 1.

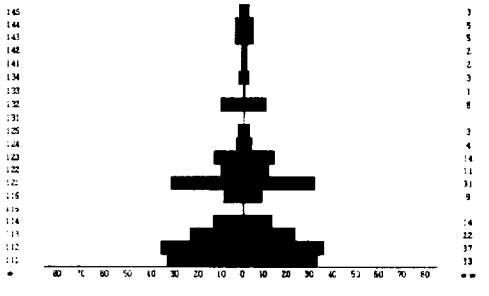

Fig. 2.

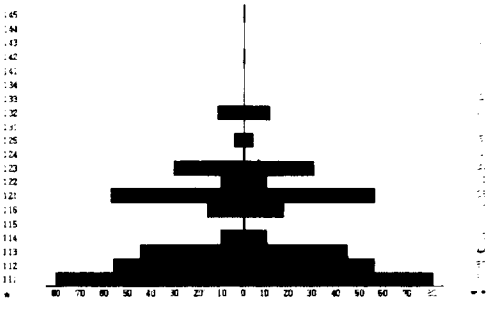

Fig. 3.

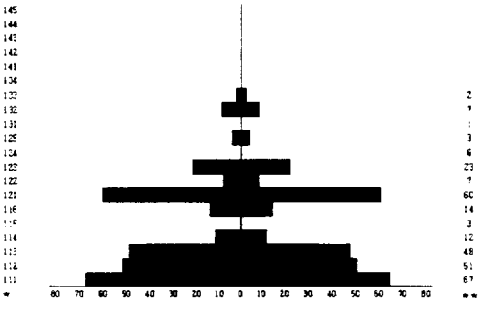

Fig. 4.

활동 구조가 다소 낮은 수준에 속하고 있으므로 학생의 창의력과 사고력을 키울 수 있도록 고등 탐구 능력을 적절히 배분하는 방향으로 교과서를 편성해야 할 것이다.

3) 수준 3에서의 분석

공통 과학 4종 교과서에 대한 탐구 과정을 종합적으로 평가한 탐구 피라미드 구조는 Fig. 1~4에서 보는 바와 같이 모두 형태 I의 구조를 나타내고 있어 교과서의 탐구 활동 주제가 하위 수준의 탐구 활동 위주로 구성되어 있다고 판단된다. 주로 자료 수집과 정리를 하는 탐구 활동 중 기구 조작과 관찰이 주류를 이루며, 자료해석 및 분석 탐구 활동 중엔 추리가 가장 많이 차지하고 있다.

제 6차 교육과정의 중학교 과학 교과서의 생물 영역 분석(노수봉,1997)과 제 6차 교육과정의 고등학교 생물 교과서 분석(강동진과 정충덕, 1996)에서도 주로 자료의 수집과 정리와 같은 하위 수준의 탐구 활동이 많이 나타나 형태 I의 탐구 피라미드를 나타냈다.

본 연구는 교과서의 탐구 영역을 탐구 실험(관찰, 실험) 중심으로 탐구 과제를 분석하였기에, 탐구 실험은 주로 실험실 활동으로 자료 수집과 정리 단계에 속하는 기구조작, 관찰, 측정, 자료기록 등의 탐구 활동들이 강조되어 하위 수준이 많이 나타난 것으로 생각된다. 상위 수준의 탐구 활동이 많이 분포할 것으로 예상되는 개념적 탐구 활동의 탐구 구조는 본 연구에서 생략하여 추후 연구 과제로 남겨 놓는다.

공통 과학 교과서의 탐구 지수는 Table 5와 같이 평균 47.8로 매우 높은 수준(35이상)이었다. B 교과서의 탐구 지수가 58.9로 가장 높고, A 교과서는 40.2로 탐구 지수가 가장 낮은 것으로 나타났다. 제 5차 교육과정의 과학 I(상), 생물 교과서의 탐구 지수는 각각 15.9(보통 수준), 14.3(낮은 수준)으로 나타났다(정건상,1991). 제 6차 교육과정은 교과서가 개념 중심으로 구성되어 있지 않고 탐구 활동을 실제적으로 강조하도록 편성되어 탐구 활동 시간이 많이 확보된 것으로 생각된다.

IV. 결론 및 제언

제 6차 교육 과정에 따른 고등학교 공통과학 교과서 4종의 탐구 활동을 과학 탐구 평가Table(SIEI)로 분석한 결과는 다음과 같다.

1. 4종 공통과학 교과서의 탐구 활동 횟수는 총 462회였고, 평균 탐구 활동 횟수는 115.5회로 나타났다. 각 교과서별 탐구활동 횟수를 살펴보면, A교과서가 94회, B교과서가 147회, C교과서가 100회, D교과서가 121회로 교과서마다 현저한 차이가 나타났다.

각 교과서의 구성은 8개 단원(C 교과서 7개 단원)으로, 단원별 탐구 활동 횟수는 'Ⅰ.과학의 탐구'가 16회(3.46%), 'Ⅱ.물질'이 63회(13.64%), 'Ⅲ.힘'이 49회(10.61%), 'Ⅳ.에너지'가 80회(17.32%), 'Ⅴ.생명'이 69회(14.93%), 'Ⅵ.지구'가 79회(17.10%), 'Ⅶ.환경'이 86회(18.61%), 'Ⅷ.현대과학과 기술'이 20회(4.33%)로 나타나, 'Ⅶ.환경' 단원이 가장 비중있게 다루어져 있다.

2. 공통과학 4종 교과서의 탐구 활동 영역별 비교에서, 관찰이 22회(4.76%), 실험이 117회(25.33%),

Table 5. Analysis of inquiry index in four kinds of general science textbooks (level 3)

Textbook	Inquiry experiment		Conceptional inquiry activity		Total inquiry	Inquiry index(%)
	No. of subject	Activity time	No. of subject	Activity time	activity time	
A	31	24.8	63	18.9	43.7	40.2
B	40	32	107	32.1	64.1	58.9
C	29	23.2	71	21.3	44.5	40.9
D	39	31.2	82	24.6	55.8	51.3
Total	139	111.2	323	96.9	208.1	·
Average	34.75	27.8	80.75	24.23	52.03	47.8

자료해석이 196회((42.42%), 조사가 64회(13.85%), 토의가 51회(11.04%), 분류가 4회(0.87%), 예상이 8회(1.73%)로 나타났다. 그리고 자료해석, 조사, 분류, 예상과 같은 개념적 탐구활동이 관찰, 실험과 같은 탐구 실험에 비해 2.3배 정도 많이 나타났다.

3. SIEI에 의한 각각의 탐구 과제 분석 결과, 4종 공통 과학 교과서의 탐구 과제는 총 1107개로, A교과서가 268개, B 교과서가 328개, C 교과서가 207개, D교과서가 304개로 나타났다. 대부분의 탐구활동은 기구조작, 관찰, 측정 등과 같은 자료의 수집과 정리 단계에 치우쳐 나타나, 자료의 수집과 정리(1.1) 활동이 62.06%로 가장 높게 분포하였고, 자료의 해석 및 분석(1.2)은 30.80%를 보였으며 자료의 종합 및 평가(1.3)는 4.52%였고 가설 설정 및 실험설계(1.4)는 2.62%로 가장 낮게 나타났다.

4. 탐구활동을 구조적으로 분석한 결과, 경쟁/협동 구조의 평가(2.1)에서 공동과제,조별결과 활동이 대부분으로, 공동과제,조별결과가 121주제(87.1%), 공동과제,결과종합이 12주제(8.6%), 분리과제,조별결과 활동은 1주제(0.7%), 분리과제,결과종합이 5주제(3.6%)로 나타났다. 토론 구조의 평가(2.2)에서 대부분 토론이 없는 활동으로 나타났으며, 토론이 없는 활동이 116주제(83.5%), 교사의 지도에 의하여 학생들이 토론 할 수 있는 활동이 23주제(16.5%), 자유토론 활동 주제는 전혀 나타나지 않았다. 탐구 자유도 평가(2.3)는 문제,방법,답이 모두 제시된 탐구 활동이 대부분이었고, 문제,방법,답이 모두 제시된 탐구 활동이 81주제(58.3%), 문제,방법만 제시된 활동이 53주제(38.1%), 문제만 제시된 활동은 5주제(3.6%)이며, 즉시적 현상만 제시되고 학생들이 방법을 찾아서 결과를 알아내는 탐구 활동은 나타나지 않았다. 탐구 영역 평가(2.4)에서는 교과내용의 증명이나 시범 활동이 대부분으로 나타났으며, 교과내용의 증명이나 시범 활동이 93주제(66.9%), 교과내용의 연장이 46주제(33.1%)이고, 학생의 새 아이디어의 개발을 위한 탐구활동은 분석되지 않았다.

5. 탐구 활동을 종합적으로 분석한 결과에 따르면, 공통 과학 교과서의 탐구 활동 주제가 자료의 수집과 정리 등과 같은 하위 수준의 탐구 활동 위주로 구성되어 있어, 4종 모두 형태 I의 탐구 피라미드를 나타내고 있다. 4종 교과서의 탐구 지수는 평균 47.8로 매우 높은 수준(35이상)을 나타내고 있으며, B 교과서의 탐구 지수가 58.9로 가장 높고, A 교과서는 40.2로 탐구 지수가 가장 낮은 것으로 나타났다.

이상과 같은 결과에 고등학교 공통 과학의 교육목표를 달성하기 위하여 다음과 같은 제언을 하고자 한다.

첫째, 제 6차 교육 과정에서는 제작자의 자율에 의한 교과서 제작을 권장하고 있어 교과서마다 탐구 활동의 횟수와 영역에 현저한 차이를 보였다. 어떤 교과서를 선택하느냐에 따라 탐구 능력을 신장시킬 수 있는 기회가 달라질 수 있으므로, 검정 기준을 강화하여 탐구 활동의 횟수와 영역을 균등히 배분 시키고 적절한 수준으로 교과서가 편성될 수 있도록 해야 할 것이다.

둘째, 교과서에 수록된 각각의 탐구 활동 분석 결과, 자료의 수집과 정리에 관한 초보적인 탐구 활동이 강조되고 가설 설정 및 실험 설계 등과 같은 통합적인 탐구 활동이 매우 적어 학습자의 사고력과 창의력을 신장 시키기에 미흡한 점이 많다. 그러므로, 고등 탐구 능력을 배양하기 위해서는 자료의 수집과 정리, 자료 해석 및 분석, 자료 종합 및 평가, 가설 설정 및 실험 설계와 같은 모든 영역의 탐구 활동들이 고르게 분포하여 할 필요가 있다.

셋째, 기존 교과서는 탐구 활동 주제가 대부분 문제, 방법, 답이 모두 제시되어 있어 학생들이 탐구 활동을 한 결과가 교과서에 제시된 답과 다르게 나타나면 학생들은 그때까지 자신이 열심히 한 탐구 활동이 모두 허사라고 느끼게 되고 이것이 반복되면 과학에 대한 자신감을 잃게 된다. 그러므로 새 교과서에는 문제,방법 또는 문제만을 제시하여 학생 스스로가 결과를 정리할 수 있는 기회를 주고 그러한 과정을 통해 얻은 방법과 지식은 매우 의미가 있음을 깨달아 미래에도 자신있게 과학을 대할 수 있도록 구성되어야 할 것이다. 그리고 조별, 모둠별 토론이 필요없을 정도로 명확한 결과를 보여주는 주제는 줄이고, 다양성 있는 결과가 나타나 학생들이 열띤 토론을 거쳐 결론을 내릴 수 있는 탐구 활동 주제를 늘려야 하겠다.

네째, 학습 내용을 적정화해야 한다. 제 6차 교육과정 개정의 중점 사항으로 다소 개선되기는 했지만, 아직도 과학 교과서에 제시된 학습 내용이 너무 어렵고 분량이 많다. 과학 교육은 모든 학생들을 과학자로 만드는 것이 목표가 아니라 과학적 소양을 갖춘 사람을 기르는 것이므로, 학문 중심적인 학습 내용을 대폭 줄이고 실생활에 활용할 수 있는 내용을 포함시켜 많은 선행 지식을 가지고 있지 않아도 대부분의 학생들이 쉽게 이해하고 탐구 활동을 수행할 수 있도록 편찬해야 한다.

적 요

제 6차 교육과정에 의해 발행된 4종의 공통과학 교과서의 탐구영역 중 탐구실험을 중심으로 과학탐구 평가표(SIEI)를 사용 하여 탐구 활동을 분석하였다.

공통과학 4종의 교과서의 탐구활동의 평균 횟수는 115.5회로 나타났고, 교과서별 비교에서 B교과서가 147회로 가장 많고, D교과서가 121회, C교과서가 100회, A교과서가 94회로 가장 적어 교과서별로 차이가 나타났다.

탐구활동 영역별 횟수는 관찰이 22회, 실험이 117회, 자료해석이 196회, 조사가 64회,, 토의가 51회, 분류가 4회 그리고 예상이 8회로 개념적 탐구 활동이 탐구실험에 비해 약 2.3배 정도 많이 나타났다.

탐구과제수는 A교과서가 268개, B교과서가 328개, C교과서가 207개 그리고 D교과서가 304개로 C교과서가 가장 적었다.

탐구활동의 구조적 분석 중 경쟁/협동구조의 평가에서 공동과제, 조별결과가 87.1%, 토론구조평가에서 토론이 없는 활동이 83.5%, 탐구자유도 평가에서 문제, 방법, 답이 모두 제시된 탐구활동이 58.3%, 탐구영역평가에서 교과내용의 증명이나 시범활동이 66.9%로 이들이 각 평가영역에서 가장 높게 나타났다.

공통과학4종의 교과서에 대한 탐구과정을 종합적으로 평가한 탐구피라미드 구조는 모두 형태 I 구조를 나타내었고, 탐구지수는 평균 47.8로 매우 높은 수준이었다.

V. 참 고 문 헌

1.강만식, 정창희, 이원식, 홍승수, 이창진, 장병기, 윤용 (1997). 고등학교 공통 과학. (주)교학사.

2.강동진, 정충덕 (1996). 제 6차교육과정에 따른 고등학교 생물 교과서의 탐구 영역 비교 분석. 한국생물교육학회지, 24(2):153-165.

3.강순자, 허명, 김명선 (1993). 우리나라 고등학교 생물영역 교과서와 BSCS 녹 판의 교육목표 비교 분석. 한국생물교육학회지, 24(2) :153-165.

4.교육부 (1995). 고등학교 과학과 교육과정 해설, 대한교과서 주식회사.

5.김시중, 박승재, 이학동, 문정대, 우종옥, 정풍호, 정완호, 채우기, 민경덕, 오희 균, 성민웅, 이상진, 김봉섭, 송진웅, 김영수, 지원균 (1997). 고등학교 공통과 학(주) 금성교과서

6.김영 (1990). 신 구 교육과정의 중학교 과학 2중 생물 영역에 대한 비교 연구. 석사학위논문, 부산대학교.

7.김영애 (1990). 초.중.고등학교 생물 영역에서 공통 실험 내용의 연계성에 관 한 연구. 석사학위논문, 이화여자대학교.

8.남중욱 (1996). 대학수학능력시험의 과학 탐구 능력 문항분석. 석사학위논문, 한국교원대학교.

9.노수봉 (1997). 제 6차 중학교 과학 교과서에 나타난 생물 탐구 활동의 분석. 석사학위논문, 한국교원대학교.

10.손연아, 이학동 (1994). FAST program과 중등과학교과서의 탐구활동비교분 석. 한국과학교육학회지, 14(1):45-57.

11.우규환, 홍종배, 안태인, 권병두, 김영준, 이성묵, 이희선, 손병주, 홍숙윤, 김 용숙, 임건일, 전성용 (1997). 고등학교 공통과학. (주)천재교육.

12.정건상 (1991). 고등학교 생물과 탐구학습의 실태 조사와 문제점 분석. 박사학 위논문, 한국교원대학교.

13.정건상, 허명 (1990). 제 5차 교육과정에 따른 고등학교 과학I(상) 생물교과서 의 탐구활동에 대한 분석. 한국과학교육학회지, 10(1) :77-93.

14. 한종하, 이문원, 최돈형, 최우섭, 이상훈, 최승언, 허명, 김경호, 노석구 (1997). 고등학교 공통과학, (주)대한교과서.

15. Hur, Myung(1984). The analysis of inquiry leaning among high school biology students and its application to the development of an instrument for evaluating inquiry activity in science curricula, Doctor of education project report, Columbia University.