

중학교 과학수업을 위한 주제중심 통합단원의 개발 및 효과 분석

박수경^{1,*} · 김상달¹ · 주국영¹ · 남윤경²

¹부산대학교 지구과학교육과, 609-735 부산광역시 금정구 장전동 산 30번지

²울산여자중학교, 681-262 울산광역시 중구 반구 2동 50번지

Development of Theme-Based Integrated Unit in the Middle School Science and Analysis of it's Effects

Soo-Kyong Park^{1,*} · Sang-Dal Kim¹ · Gook-Yong Ju¹ · Youn-Kyong Nam²

¹Department of Earth Science, Pusan National University, Pusan 609-735, Korea

²Ulsan Girls Middle School, Ulsan 681-262, Korea

Abstract: The purpose of this study is to develop theme-based integrated science unit by the interdisciplinary approach and to analyze it's effects on the science achievement and the attitude towards science learning. 'Interaction' and 'Stability' were selected as the integrated themes, and the main concept and subconcept in relation to the themes were extracted from the four areas of science, and the learning contents were constructed in the integrated ways. While the main concept have relevance to subconcept in the interaction, the main concept have little relevance to subconcept in the stability. Therefore, the stability was to fit with middle school integrated science theme, but the interaction was not. The theme-based integrated science units developed was implemented in middle school, and the results are follows. First, the science achievement of group of theme-based integrated science teaching is significantly higher than those of group of traditional teaching. Second, the scores of the test of attitude toward science learning of the group of theme-based integrated science teaching is significantly higher than those of group of traditional teaching. Third, the students' perception of theme-based integrated science teaching was positive. The students have participation, interest, motivation in theme-based integrated science teaching, and students have difficulty in learning theme-based integrated science teaching.

Key words: interdisciplinary approach, theme-based integrated science, 'interaction', 'stability', science achievement, attitude towards science learning

요 약: 본 연구에서는 간학문적 통합 방식의 주제중심 통합과학 단원을 개발하고 중학교 과학 수업에 적용하여 그 효과를 분석하였다. 관련 선행연구와 교과서 분석을 통하여 '상호작용'과 '안정성'의 두 가지 통합주제를 선정하고 후 과학 네 영역을 포괄하여 주제와 관련된 주개념과 하위개념을 추출하고 해당 학습내용을 통합적으로 구성하였다. 통합주제가 상호작용인 경우 추출된 과학 각 영역별 주개념과 이와 관련되는 하위개념들이 높은 연계성을 가지도록 구성되었으나 통합주제가 안정성인 경우 주개념과 하위개념들을 서로 관련짓는데 어려움이 많았다. 즉 안정성이라는 통합주제는 상호작용이라는 통합주제보다 교과내용을 관통하는 연계성을 마련하기가 어려웠다. 개발된 주제중심 통합과학 단원을 실험 집단인 중학교 3학년 2개 학급을 대상으로 운영하고, 전통적인 분과형 수업을 실시한 통제집단과 비교한 결과는 다음과 같다. 첫째, 주제중심 통합과학 수업과 전통적인 분과형 과학수업이 과학 성취도에 미치는 효과를 검증한 결과, 통합과학 수업이 분과형 과학수업에 비해 중학생들의 과학 성취도에 긍정적인 효과를 미친 것으로 나타났다. 둘째, 주제중심 통합과학 수업이 과학에 대한 태도에 미치는 효과를 검증한 결과, 과학수업의 즐거움 범주에서 통합과학 수업의 효과가 나타났으나 과학적 탐구에 대한 태도 범주와 과학적 태도의 적용 범주에서는 효과가 나타나지 않았다. 셋째, 주제중심 통합과학 수업에 대한 인식 조사 결과 전체적으로 긍정적인 것으로 나타났다. 하위 범주별로는 통합과학 수업 시 학생의 참여 정도와 통합과학 수업에 대한 학습자의 흥미, 동기유발이 높게 평가되었으며, 학습자들이 통합과학 학습을 하는데 아직 어려움을 겪는 것으로 밝혀졌다.

주요어: 간학문적 통합, 주제중심 통합과학, 상호작용, 안정성, 과학성취도, 과학에 대한 태도

서론

통합 교육은 교과별로 내용을 엄격히 분할하여 가르치는 방식이 지닌 한계가 노정되면서 그 대안적인 접근의 하나로 시도되고 있는 방식이다. 즉 각 교과 영역의 경계를 고수하는 대신, 문제나 쟁점, 사고 기능, 개념, 범주 등을 중심으로 교과간의 학습 내용을 통합적으로 재조직하여 가르치거나 활용하도록 하는 방식이라고 할 수 있다. 교과 통합지도는 교과 혹은 학문의 논리 대신 어떤 것을 중심으로 어떻게 그리고 왜 통합할 것인가를 둘러싼 이론적, 실제적인 많은 쟁점과 저항을 안고 있는 아이디어이기는 하지만, 현재 각국에서 교육과정 개혁의 일환으로 상당히 광범위하게 그 가능성과 타당성이 논의되고 있음에 주목할 필요가 있다(양미경, 1997). 특정 자연 현상이 다양한 분야의 과학적 개념과 연관되어 있는 자연과학의 특성을 고려할 때 과학 교육 분야에서도 통합적인 접근 방식의 수업에 대한 필요성이 인식되고 있다. 즉 과학의 교과가 물리, 화학, 생물, 지구과학으로 분리되어 있는 것은 자연현상 자체가 물리적, 화학적, 생물학적, 지구과학적으로 분리되어 있는 것이 아니라 과학의 지식 체계가 그것들을 하나의 원리에 의해 설명하기에는 아직도 미흡하기 때문인 것으로 볼 수 있다.

각 학문영역에 엄청난 양의 세부 지식이 누적되고 있으므로 그 중 필요한 지식들을 효과적으로 학습하기 위해서는 단편적인 것보다는 큰 구조로 연결하여 개념의 상호관계성을 중심으로 학습하도록 해야한다. 그럼으로써 학문에 대한 전문성뿐만 아니라 학문간의 관계에 대한 통합성 까지 이해할 수 있도록 할 때 생산적이고 통찰력있는 사고를 가능하게 해 줄 수 있다(Drake, 1993). 이에 총체적인 자연관에서 바라보면 자연현상은 나눌 수 없는 통일된 하나의 현상이라는 자연과학의 기본성격에 근거하여 본 연구에서는 과학 각 영역이 가지고 있는 주요개념을 찾고 이를 관통하는 기본개념인 주제를 설정하여 이 주제를 중심으로 통합과학단원을 개발하고자 하였다.

각 영역의 학문들이 통합되는 방식에 대해서는 학자들마다 조금씩 다르게 제시하는 유형들이 있으며(Jacobs, 1989; Fogarty, 1991; Drake, 1993) 그 중 Drake(1993)는 통합교육과정의 설계에서 개별 학문의 성격이 어느 정도 드러나는가에 따라 다학문(multi-disciplinary), 간학문(interdisciplinary), 탈학문(trans-

disciplinary)으로 구별하였다.

첫째, 다학문적 통합은 하나의 주제를 개별 학문의 측면에서 다양하게 다룸으로써 한 주제에 대한 통합적 접근을 시도한다. 이 유형은 개별 학문의 구조를 습득하는 것에 목적을 두고 공통주제나 제재를 중심으로 여러 학문들을 조직하는 것이다. 둘째, 간학문적 통합은 여러 학문들에 공통적으로 걸치는 주제를 선정함으로써 개별 학문들간에 경계를 구분짓기 어렵다는 특징이 있다. 이 유형은 학문들의 공통구조를 습득하는데 목적을 두고 이러한 공통주제 자체를 조직의 중심으로 삼아 여러 학문내용을 조직하는 것이다. 셋째, 탈학문적 통합 유형은 사회문제나 기능 등 학문 외적인 주제를 다루며 결과적으로 학문의 경계가 완전히 사라지는 통합방식이다. 이 유형은 개인의 성장이나 사회문제 해결능력의 신장에 목적을 두고 개인적 관심이나 중요한 사회문제를 중심으로 학문과 비학문적 내용을 조직하는 것이다.

여기서 특히 간학문형은 개념이나 과정을 중심으로 각 학문들을 연결 재구성하는 방식으로 하나의 주제를 중심으로 몇 가지의 학문이 통합될 수 있으므로 중학교 과학의 통합적 접근으로 적합한 형태라 할 수 있다. 과학을 구성하는 개념 체계의 의미를 보다 확장하여 자연 세계를 설명하는 포괄적인 원리 혹은 개념으로 보고 이것을 통합주제라고 정의하기로 한다. 통합주제가 되는 개념은 각 학문 영역에서 지식의 구조를 이루는 과학개념들과 다소 의미를 달리하며 상호작용, 순환 및 평형 등과 같은 것이 그 예가 된다. 이러한 통합주제 중심의 통합과학은 서로 상보적인 역할을 할 수 있는 내용들을 선정 조직함으로써 그들간의 상호관련성을 보다 포괄적으로 밝힐 수 있다(최미화, 1998).

이러한 인식을 기반으로 특히 미국에서는 3년에 걸쳐 'project 2061'이라는 과학교육 연구를 진행한 바 있다. 사실에 대한 단순암기보다 과학적 아이디어에 대한 이해를 증진시키는 것이 중요하다는 판단하에 이루어진 이 프로젝트는 하나의 대안으로서 과학교육과정에 주제(theme)를 포함시켜야 함을 역설하였다. 그리고 과학의 주제로서 조직, 인과관계, 체계, 규모, 모델, 변화, 구조와 기능, 연속적/비연속적 속성, 다양성의 10가지를 선정하였다(AAAS, 1990). 이와 같은 선정의 기저에는 포괄적인 개념들을 학습함으로써 기본적인 개념들을 융화시킬 수 있고 자연세계를 설명하는데 있어 보다 통찰력 있는 안목을 갖게 한

다는 가정이 바탕을 이루고 있다.

우리 나라에서는 제 3, 4, 5차 교육과정에서 “통합적 노력”을 표방하였고 제 6차 교육과정에서 통합과학교육의 필요성을 한층 더 부각시켜 고등학교 과정에 ‘공통과학’ 교과를 신설하였다(교육부, 1994). 그러나 이러한 노력에도 불구하고 우리 나라의 통합과학교육은 아직도 연구되어야 할 많은 과제를 안고 있다. 특히 교육의 주된 자료인 과학교과서의 경우 그 내용이 과학 4영역의 통합과는 거리가 멀다. 그 예로 공통과학의 단원구성을 보면 7개의 단원 중 ‘에너지’ 단원과 ‘환경’ 단원만 통합적 성격이 나타나며, 나머지 4개 단원은 물리, 화학, 생물, 지구과학 각 학문 영역이 각 단원의 내용으로 구성되어 있다. ‘현대과학과 기술’ 단원은 과학의 4영역이 단원내의 각 장으로 구분된 장 수준의 통합단원이다. 즉 학습자로 하여금 여러 교과와 내적 연관성과 관계성을 이해할 수 있도록 하는 진정한 의미의 통합교육의 목적을 달성하기 어려운 형태라 하겠다. 이에 기존 교육과정의 내용을 전제로 하되 과학 4영역의 공통분모가 되는 주제를 개념적 촛점으로 학문간의 통합이 가능하게 하는 구체적인 수업 방안이 요구된다.

통합과학과 관련된 국내의 선행연구들로, 통합과학 교육에 대한 이론적 고찰을 시도한 연구(홍영기, 1997; 손연아·이학동, 1999), 중학교 수준의 통합과학 내용 구성 방안을 제시한 연구(최미화, 1998), 에너지 단원에 관한 통합과학적 수업모형이나 교수자료를 개발한 연구들(윤종하, 1997; 이미혜, 1998), 주제중심 초등과학교육과정 내용구성에 관한 연구(조연순·김경자, 1996; 조연순 외, 1998) 등이 이루어졌다. 이에 통합과학 내용 구성을 기초로 실제 수업에서 적용 가능한 통합 단원의 구체적인 수업방안을 제시하고 이를 실제 교실 수업에 운영하여 그 효과를 밝힐 필요가 있다. 따라서 본 연구에서는 우선 국내외 관련 선행 연구 결과를 근거로 중학교 수준의 통합과학 주제를 구조, 순환, 상호작용, 안정성, 에너지의 다섯 가지로 설정하여 통합단원을 구성하였다. 이 때 현행 중학교 과학교육과정 전체 범위에서 통합 주제와 관련되는 주개념과 하위개념을 추출한 결과 특히 상호작용과 안정성이라는 두 가지 통합 주제가 각 과학 영역간 하위개념을 통합하는데 적합한 것으로 분석되었다.

이에 상호작용과 안정성의 주제 중심 통합단원의 구체적인 수업안을 개발하고 이를 현장 수업에 적용한 후 중학생의 과학학습성취도와 과학에 대한 태도

에 미치는 효과를 밝히는데 본 연구의 목적을 두었다. 본 연구의 구체적인 연구문제는 다음과 같다.

첫째, 주제중심 통합과학 단원과 이에 따른 차시계획은 어떻게 이루어져야 하나?

둘째, 주제중심 통합과학 수업이 학습자의 과학성취도에 어떤 영향을 미치는가?

셋째, 주제중심 통합과학 수업이 학습자의 과학에 대한 태도에 어떤 영향을 미치는가?

넷째, 주제중심 통합과학 수업에 대한 학습자들의 인식은 어떠한가?

연구 방법

연구 절차

본 연구는 문헌 연구를 통한 통합과학 단원의 주제설정 및 단원개발과 이를 적용한 실험연구로 이루어졌다. 통합 주제의 설정을 위하여 먼저 현행 6차 교육과정 중학교 과학교과서의 각 학문 영역별 내용 분석결과와 선행연구의 여러 가지 통합주제를 기초로 ‘상호작용’과 ‘안정성’ 주제를 선정하여 단원을 구성하였다.

단원의 구성절차는 ‘주제에 적합한 단원의 개관 → 단원의 목표설정 → 각 차시의 주개념선정 → 하위개념과 이에 따른 주요학습 내용 선정’의 순서로 이루어졌다.

‘상호작용’과 ‘안정성’ 단원은 현장 적용을 위한 구체적인 수업지도안을 작성하고 이에 필요한 학습지를 작성하였다. 통합주제에 관한 이해를 돕기 위해 각 차시의 학습지는 주요 학습내용과 탐구활동, 형성평가를 포함하였다.

실험집단은 본 연구에서 구성한 주제중심 통합과학 단원 수업을 실시하였고 통제집단은 분과형으로 수업을 진행하였다. 사전 사후검사로 과학성취도 검사와 과학에 대한 태도 검사를 실시하였고 실험집단은 주제중심 통합과학 수업에 대한 인식 조사를 위한 설문도 실시하였다.

연구 대상

본 연구의 대상은 울산시내에 소재 하는 단일 여자 중학교의 3학년 4개 학급 총 인원 174명으로 실험집단과 통제집단 각각 2학급 87명이다. 실험집단과 통제집단은 2학년 말 과학평가 점수의 상, 하위 50%를 근거로 학습능력 수준 상위와 하위로 나누었다.

두 집단에 대하여 본 연구에서 개발한 과학성취도 검사와 과학에 대한 태도 검사를 수업 적용 사전에 실시한 결과, 두 집단간에 통계적으로 의미 있는 차이가 나타나지 않았다.

수업 처치

실험집단에는 개발된 주제중심 통합과학 단원인 ‘상호작용’과 ‘안정성’ 단원을 각각 5차시씩 총 10차시의 수업으로 진행하였다. 교사는 수업 도입단계에서 주제별 통합 과학 단원 학습지를 배부하고 통합 주제와 주개념에 대하여 설명하였다. 예를 들어 상호작용이 주제인 수업에서는 자연 현상에서 일어나는 변화가 서로 연관되어 있는 개체들 간의 상호작용의 결과임을 주지시키면서 상호작용이라는 주제를 중심으로 공부하는 필요성을 이해시켰다. 또한 각 차시별로는 힘의 상호작용, 물질간의 상호작용, 생물과 환경의 상호작용 등 주개념을 학습목표로 제시하였다. 전개단계에서 학생들은 통합단원에 포함된 내용 중 1, 2학년에서 이미 배운 부분은 조장의 주도하에 조별로 토론하고 1, 2학년 교과서를 참고로 주제 중심 학습지를 개인별로 완성하였다. 그리고 통합단원에 포함된 내용 중 처음 배우는 3학년 내용에 대해서는 교사가 강의하고 필요하면 탐구활동을 실시하였다. 완성된 학습지는 교사가 점검 평가한 후 개별 학생에게 다시 배부하였다.

한 가지 주제에 대한 5차시 수업 중 마지막 시간에는 주제 중심 통합 단원에 대한 개념도 양식을 제시하고 조별로 완성하도록 하였다.

통제집단은 실험집단과 동일한 내용을 다루되 기존의 분과형으로 수업을 진행하였다. 즉 실험집단에서 통합적으로 다룬 내용을 통제집단에는 영역별로 묶어 ‘물리(1, 2차시)’, ‘화학(3, 4, 5차시)’, ‘생물(6, 7, 8차시)’, ‘지구과학(9, 10차시)’의 순으로 수업을 실시하였다.

검사도구

본 연구에서 사용한 과학성취도 사전 사후 검사도구는 실험처치한 10시간 수업목표와 내용을 근거로 하여 연구자들이 교과 내용 전문가와 협의하여 개발한 후 과학교육 전문가 1인과 교사 2인에게 안면 타당도를 검증 받았다. 문항은 총 20문항으로 5지 객관식 13문항과 주관식 7문항으로 40점 만점으로 구성되었다. 본 연구의 실험 전에 동일학교에서 실험집단

Table 1. Items of students’ perception of theme-based integrated science.

| 범주 | 내용 | 문항번호 |
|------|---------------------|----------------------|
| 범주 1 | 통합과학 수업에 대한 흥미·동기유발 | 1, 11, 12, 16, 23 |
| 범주 2 | 통합과학 수업의 유용성 | 2, 4, 6, 9, 14, 19 |
| 범주 3 | 통합과학 수업 시 학생의 참여정도 | 5, 8, 13, 15, 17, 20 |
| 범주 4 | 통합과학 수업 방법의 적합성 | 3, 18, 21, 22 |
| 범주 5 | 통합과학 수업 시 어려움 | 7, 10 |

외의 한 학급을 선정하여 본 검사도구를 투입한 결과 신뢰도는 Cronbach’s α 계수가 .74로 나타났다.

과학에 대한 태도 검사도구는 Fraser(1981)의 TOSRA 중에서 ‘과학적 탐구에 대한 태도(범주 1)’, ‘과학적 태도의 적용(범주 2)’, ‘과학수업의 즐거움(범주 3)’에 해당하는 문항으로 구성하였다. 과학에 대한 태도 검사도구의 각 영역별 신뢰도는 Cronbach’s α 계수가 범주 1이 0.74, 범주 2가 0.76, 범주 3이 0.73으로 나타났다.

본 연구에서는 실험집단을 대상으로 주제중심 통합과학 수업에 대한 인식 조사를 위한 설문지를 개발하였다. 설문은 Likert 5 척도의 총 23문항으로 5가지 범주로 나뉘어지며 각 범주의 내용과 문항번호는 Table 1과 같다. 인식 조사 설문지의 각 범주별 신뢰도는 Cronbach’s α 계수가 0.69, 0.71, 0.73, 0.76, 0.67의 순으로 나타났다.

자료처리 및 분석

본 연구는 주제중심 통합과학 단원을 학습한 실험집단과 전통적인 분과형 학습을 한 통제집단에 대하여 학습능력을 구획 변인으로 하는 2×2 요인 변량 분석을 실시하였다. 본 연구의 독립변인은 주제 중심 통합과학 단원수업과 전통적 분과형 과학수업이며 종속변인은 과학 학업성취도 점수 및 과학에 대한 태도검사 점수이다. 자료의 모든 통계 처리는 SPSS 8.0 프로그램을 이용하였다.

연구결과 및 논의

주제중심 통합과학 단원의 내용 및 차시계획

주제 중심 통합과학 단원의 개발을 위해 본 연구에서 거친 절차를 살펴보면 다음과 같다. 선정된 주제를 초점으로 통합과학 단원을 구성 할 때 단원의 명칭은 주제와 동일하게 상호작용 단원, 안정성 단원

으로 하였으며 통합 단원의 목표를 우선 설정하였다. 통합 단원의 목표에 비추어 현행 중학교 과학 교육 과정 내용 분석을 기초로 주제에 적합한 각 과학영역의 주개념을 선정한다. 이 때 현행 중학교 1, 2, 3학년 과학 교과서 전체 범위에서 통합 단원의 주제와 관련되는 개념을 선별하여 각 단원 5차시로 구성하였다.

구체적인 차시계획은 주개념을 구성하는 하위개념을 추출하고 각 영역간 하위개념을 통합하는데 초점을 두었다. 이와 같은 절차를 거쳐 추출된 주제의 범위와 수준에 대한 개관 및 개념도와 이에 근거한 차시계획의 예를 살펴보면 다음과 같다.

상호작용 단원

상호작용이란 자연계의 여러 가지 체계들 간에 어떤 상호작용이 일어나며 어떻게 관계를 맺고 있는지를 알 수 있게 해주는 통합 주제이다. 자연에 존재하는 현상들 미시적으로는 입자들의 움직임에서 거시적으로는 천체들의 움직임까지 상호작용이라는 관점에서 설명될 수 있다.

우선 생물계의 모든 생명체들은 그들이 살고 있는 환경과 상호 관계를 유지하면서 변화가 일어난다. 생태적 지위나 서식처, 식물의 천이와 같은 생태계의 궁극적인 모습은 유기체들간의 상호 작용의 결과라고 할 수 있다. 뿐만 아니라 물체와 물체간의 역학적인

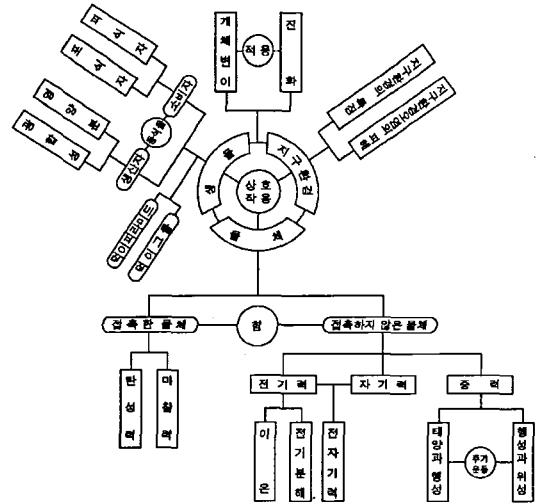


Fig. 1. Concept map of interaction unit.

상호작용의 대표적인 예가 만유인력으로, 물체의 낙하 현상은 지구와 물체 사이의 상호 작용의 결과라 할 수 있다. 또한 성질이 다른 두 물체를 마찰시켜 얻는 정전기 현상이나 전하를 띤 입자 사이의 반응인 이온 반응도 상호작용으로 볼 수 있다(최미화, 1998). 태양계 내에서 지구와 달의 공전과 다른 행성과 위성의 공전 운동도 천체간의 역학적 상호작용 관점에서 통합할 수 있다.

상호작용을 통합 주제로 하는 단원에서 다루는 내용

Table 2. Lesson plans of interaction unit.

| 차시 | 주개념 | 학문영역 | 하위개념 | 학습 내용 |
|----|--------------|----------|---|---|
| 1 | 힘의 상호작용 | 물리+ 지구과학 | 1. 힘의 상호작용으로 변화가 일어난다. 2. 행성과 위성의 힘의 상호작용으로 공전이 일어난다. | 1-1 힘의 개념과 종류 1-2 접촉한 물체 사이에 작용하는 힘(탄성력, 마찰력) 1-3 접촉하지 않은 물체 사이에 작용하는 힘(전기력) 2-1 지구와 달의 공전 2-2 다른 행성과 위성의 공전 |
| 2 | 물질의 상호작용 | 화학+ 물리 | 1. 이온간의 상호작용으로 수용액에 전류가 발생한다. 2. 전기력과 자기력은 상호작용한다. | 1-1 전해질과 비전해질의 개념 1-2 전해질 수용액에 전류가 흐르는 이유 1-3 이온의 종류 1-4 이온간의 상호작용 2-1 전류의 작용 2-2 자기장 안에서 전류가 받는 힘 2-3 전자기력을 이용한 장치 |
| 3 | 생물과 환경의 상호작용 | 생물+ 지구과학 | 1. 동식물의 구조와 기능은 환경에 적용한 결과이다. 2. 진화의 방향은 환경과 유기체의 적응 과정이다. | 1-1 생활 환경에 따른 동물의 구조 1-2 생활 환경에 따른 식물의 구조 2-1 진화의 증거 2-1 진화의 방향과 원인 |
| 5 | 생태계 내의 상호작용 | 생물+ 지구과학 | 1. 생태계의 구성요소들은 서로 상호작용한다. | 1-1 지구의 자연 환경 1-2 생태계 구성요소와 생태계 내에서 유기체 간의 상호작용 1-3 환경 오염과 그 피해 |

범위를 살펴보면 주개념은 힘의 상호작용, 물질간의 상호작용, 생물과 환경의 상호작용, 생태계내의 상호작용이 되고 이러한 주개념 하에 관련성이 높은 하위개념끼리 통합하였다. 예를 들어 힘의 상호작용에서는 중력 개념의 이해를 위해 태양과 행성, 행성과 위성간의 주기 운동 개념을 통합하였고 물질간의 상호작용에서는 이온간의 상호작용, 전기 분해현상이 결국 전기력에 의한 것임을 이해시킨다. 생물과 환경의 상호작용에서는 동식물의 구조와 기능, 진화의 방향이 환경과의 상호작용 결과임을 인식시키고, 생태계 구성요소들이 서로 상호작용하고 있음에 초점을 두어 지구환경을 이해하도록 하였다.

상호작용을 통합주제로 구성한 개념도는 Fig. 1과 같고 차시계획은 Table 2와 같다.

안정성 단원

자연 현상을 이해하기 위해 알아야 할 중요한 주제 중 하나가 안정성이다. 안정성이란 항상성 또는 보존 등과 같은 의미로 파악할 수 있으며 많은 체제의 궁극적인 종착점은 평형상태 또는 일정한 상태를 이룬다는 개념으로 이해될 수 있다. 즉 자연계는 스스로를 유지 보존 할 수 있는 능력이 있고 이것이 여러 가지 현상을 통해 나타남을 이해하는 것이 목적이다.

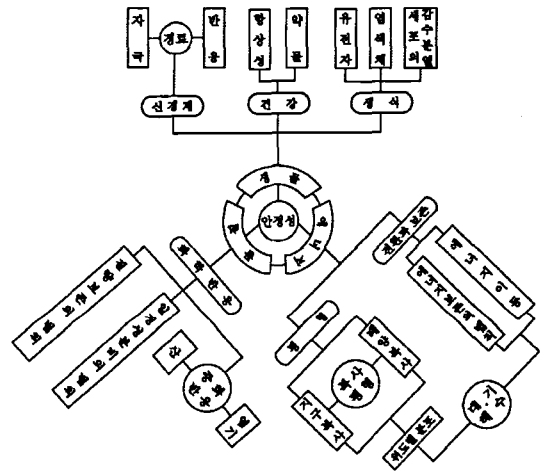


Fig. 2. Concept map of stability unit.

자연현상의 어떤 한 부분에 있어서 계속적인 변화의 과정이 결국은 비평형 상태에서 평형된 상태를 이루어가기 위한 것이라는 것을 깨닫도록 하는 중요한 통합 주제로 볼 수 있다. 이를 위해 각 주제를 생물, 에너지, 물질로 나누어 먼저 생물은 그 현상에 따라 신경계, 건강, 생식의 세 가지 개념 수준으로 나누었다. 에너지에서는 지구환경에 초점을 맞추어 지구가 현재의 온도를 유지하고 있는 이유와 이로 인해 지구 환경이 유지된다는 개념을 통합하였다. 물

Table 3. Lesson plans of stability unit.

| 차시 | 주개념 | 학분영역 | 하위개념 | 주요학습내용 |
|----|-------------|----------|---|--|
| 1 | 지구환경의 안정성 | 물리+ 지구과학 | 1. 에너지는 전환되며 그 총량이 일정하다. 2. 지구는 복사평형을 이루고 있다. | 1-1 에너지의 종류 1-2 에너지의 전환과 보존 2-1 태양·지구복사에너지의 복사 평형 2-2 복사에너지의 위도 분포와 에너지 이동 2-3 지구의 환경파괴와 온난화 |
| 2 | 생태계내의 안정성 | 생물+ 지구과학 | 1. 생태계는 평형을 이루고 있다. 2. 생태계는 여러 환경요인에 의해 파괴된다. | 1-1 생태계평형의 의미 1-2 생태계의 평형이 유지되는 요인 2-1 생태계가 파괴되는 요인 2-2 생태계 평형 파괴의 예 2-3 생태계 평형의 회복 |
| 3 | 화학반응에서의 안정성 | 화학 | 1. 화학변화에서 질량이 보존된다. 2. 산과 염기의 균형으로 중화반응이 일어난다. | 1-1 화학 반응식에서 질량 보존의 법칙 1-2 일정 성분비의 법칙 2-1 산과 염기의 성질 2-2 중화 반응 2-3 중화열 |
| 4 | 생물체 내의 안정성 | 생물 | 1. 혈액은 이물질로부터 몸을 보호한다. 2. 신경계는 외부의 위협에서 몸을 보호한다. 3. 감수분열에 의해 염색체 수는 보존된다. | 1-1 혈액의 구성 1-2 혈액의 보호작용 2-1 자극의 전달과 반사의 경로 2-2 신경계의 구조 |
| 5 | | | | 3-1 감수분열의 과정 3-2 감수분열의 의의 |

질에서는 화학 반응 시 질량보존의 법칙과 일정성분비의 법칙을 통해 물질간의 안정성을 다루었고 중화반응, 염의 생성 반응을 통해 물질간의 안정화 작용을 설명하였다.

안정성을 통합주제로 하는 단원에서 다루는 내용 범위를 살펴보면 주개념은 지구환경의 안정성, 생태계 내의 안정성, 화학반응에서 안정성, 생물체 내의 안정성이 되고 이러한 주개념 하의 하위개념들을 통합하였다. 지구환경의 안정성에서는 에너지 전환 개념과 지구에서의 에너지 평형개념을 통합하였고, 생태계내의 안정성에서는 생태계 평형 요인과 환경요인을 관련지어 이해하도록 하였다. 또 생식에서 감수분열을 통한 유전자와 염색체의 전달을 종족보존을 통해 개체의 안정성 유지의 개념으로 통합하고자 하였다.

또한 화학반응에서의 안정성에서는 질량의 보존, 일정성분비 법칙을 통해 화학변화에서의 안정성을 설명하고 중화반응을 물질의 안정화 개념에 초점을 두어 구성하였다.

안정성을 중심주제로 하는 단원의 개념도는 Fig. 2와 같고 차시계획은 Table 3과 같다.

주제중심 통합과학 수업이 과학성취도에 미치는 효과

주제중심 통합과학 수업을 실시한 실험집단과 과학영역별 분과형 수업을 실시한 통제집단의 과학 성취도 검사 결과를 비교한 결과는 Tables 4, 5에 나타났다.

Table 4와 Table 5에 의하면 전체 과학 성취도에서 실험집단의 평균점수(21.61)가 통제집단의 평균점수

Table 4. Means and standard deviations of science achievement.

| | 통제 집단 | | | 실험 집단 | | |
|-------|-------|-------|------|-------|-------|------|
| | N | M | SD | N | M | SD |
| 전체성취도 | 87 | 16.21 | 7.24 | 87 | 21.61 | 6.62 |
| 상위 | 44 | 20.37 | 5.83 | 44 | 24.33 | 6.00 |
| 하위 | 43 | 11.14 | 6.12 | 43 | 18.95 | 6.15 |

Table 5. ANOVA results on the science achievement by treatment and learning ability.

| | SS | df | MS | F | P |
|---------|---------|----|---------|-------|-------|
| 처치 | 1261.65 | 1 | 1261.65 | 34.76 | 0.000 |
| 학습능력 | 2013.18 | 1 | 2013.18 | 55.41 | 0.000 |
| 처치×학습능력 | 89.23 | 1 | 89.23 | 2.46 | 0.119 |

Table 6. Means and standard deviations for sub-areas of science achievement.

| | 통제 집단 | | | 실험 집단 | | |
|-------|-------|-------|------|-------|-------|------|
| | N | M | SD | N | M | SD |
| 주관식 | | | | | | |
| 전체성취도 | 84 | 4.32 | 2.79 | 87 | 7.91 | 3.31 |
| 상위 | 44 | 5.58 | 2.74 | 44 | 9.12 | 2.74 |
| 하위 | 43 | 3.09 | 2.26 | 43 | 6.73 | 3.43 |
| 객관식 | | | | | | |
| 전체성취도 | 87 | 11.89 | 5.38 | 87 | 13.72 | 4.55 |
| 상위 | 44 | 14.79 | 4.48 | 44 | 15.26 | 4.36 |
| 하위 | 43 | 9.05 | 4.66 | 43 | 12.23 | 4.25 |

Table 7. ANOVA results on the sub-areas of science achievement.

| | SS | df | MS | F | p |
|---------|--------|----|--------|-------|-------|
| 주관식 | | | | | |
| 처치 | 559.19 | 1 | 559.19 | 70.14 | 0.000 |
| 학습능력 | 258.89 | 1 | 258.89 | 32.48 | 0.000 |
| 처치×학습능력 | 0.112 | 1 | 0.112 | 0.014 | 0.906 |
| 객관식 | | | | | |
| 처치 | 144.62 | 1 | 144.62 | 7.34 | 0.007 |
| 학습능력 | 837.04 | 1 | 837.04 | 42.47 | 0.000 |
| 처치×학습능력 | 80.25 | 1 | 80.25 | 4.08 | 0.045 |

(16.21) 보다 유의미하게 높게 나타났으며($p<.001$), 상위수준 학습자와 하위수준 학습자 모두 실험집단이 통제집단보다 전체 성취도가 높게 나타났다. 그러나 수업 처치와 학습능력 수준사이의 상호작용 효과는 없었다.

과학성취도 검사 문항에서 하위 범주별로 점수를 비교한 결과는 Tables 6, 7과 같다.

Table 6과 Table 7에 의하면 주관식 문항의 점수에서 실험집단의 평균점수(7.91)가 통제집단의 점수(4.32) 보다 유의미하게 높게 나타났으며($p<.001$) 상위수준 학습자와 하위 수준 학습자 모두 실험집단이 통제집단보다 높게 나타났다. 객관식 문항의 점수 역시 실험집단(13.72)이 통제집단(11.89) 보다 유의미하게 높게 나타났다($p<.01$).

변량분석결과에 의하면 주관식과 객관식 모두 수업 처치의 주효과는 나타났으나 수업처치와 학습능력 수준 사이의 상호작용 효과는 없었다. 특히 주관식 문항의 응답을 분석한 결과 힘의 개념, 행성운동의 개념, 전해질 수용액에 대한 개념, 먹이연쇄에 대한 개념 등을 묻는 문항에서 실험집단의 정답율이 높게 나타났다. 이와 같은 결과는 힘에 의해 물체가 상호 작용한다는 물리적 개념과 태양계내 행성의 운동이라는 지구과학 개념을 통합한 결과 힘의 개념과 종류,

태양계와 행성 운동에 대한 개념이 더 효과적으로 형성된 것으로 볼 수 있다. 또한 생물과 환경간의 상호작용이라는 개념을 이끌어 내는 문제에서 통제집단은 식물의 환경요소 중 하나를 응답한 경우가 많은 반면 실험집단은 식물의 환경 요소를 하나로 보지 않고 식물과 환경이 서로 영향을 주고받는다라는 점을 강조하였다. 이와 같은 결과는 통합과학 수업을 받은 학습자는 자연환경의 변화가 여러 가지 요인의 상호작용에 의해 복합적으로 일어난다는 것을 이해한 반면 분과형 수업을 받은 학습자는 식물과 환경요소간의 유기적인 관련성을 파악하지 못하였기 때문으로 보인다.

또한 전기력과 자기력의 상호작용으로 전해질 수용액의 특성을 설명한 경우나 생태계 구성요소의 상호작용으로 먹이연쇄나 먹이 피라미드의 개념을 설명한 경우 상호작용이라는 주제가 개별 개념과 원리, 그것들 간의 관계에 대한 이해를 돕도록 교과내용을 조직하는 도구로서 적합함을 보여주는 것이다.

이에 반하여 안정성을 통합주제로 한 통합단원에서 다른 에너지 전환과 보존, 생태계 평형이나 생물체내의 안정성개념 등에 관한 문항에 대한 응답에서는 실험집단과 통제집단의 정답을 차이가 적게 나타났다. 실제로 안정성을 통합주제로 한 경우 과학 각 영역의 하위개념을 추출하였으나 서로 관련짓는데 어려움이 많았다. 즉 안정성이라는 통합주제는 상호작용이라는 통합주제보다 교과내용을 관통하는 어떤 연계성을 마련하기가 어려웠다.

주제중심 통합과학 수업이 과학에 대한 태도에 미치는 효과

주제중심 통합과학 단원의 학습이 과학에 대한 태도에 미치는 효과를 검증하기 위해 ‘과학적 탐구에 대한 태도’, ‘과학적 태도의 적용’, ‘과학수업의 즐거

Table 8. Means and standard deviations for sub-domains of the attitude toward science.

| | 통제 집단 | | | 실험 집단 | | |
|-------------------------|-------|------|------|-------|------|------|
| | N | M | SD | N | M | SD |
| 전체태도 | 87 | 2.76 | 0.41 | 87 | 2.96 | 0.51 |
| 범주 1 (과학적 탐구에 대한 태도) | 87 | 2.70 | 0.52 | 87 | 2.94 | 0.67 |
| 범주 2 (과학적 태도의 적용) | 87 | 2.77 | 0.44 | 87 | 2.94 | 0.50 |
| 범주 3 (과학 수업의 즐거움) | 87 | 3.12 | 0.65 | 87 | 3.30 | 0.75 |

Table 9. ANOVA results on the attitude toward science by treatment and learning ability.

| | SS | df | MS | F | p |
|-------------|------|----|------|------|-------|
| 전체태도 | | | | | |
| 처치 | 1.70 | 1 | 1.70 | 7.96 | 0.005 |
| 처치×학습능력수준 | 2.24 | 1 | 2.24 | 0.11 | 0.746 |
| 범주 1 | | | | | |
| 처치 | 1.28 | 1 | 1.28 | 5.70 | 0.018 |
| 처치×학습능력수준 | 0.13 | 1 | 0.13 | 0.80 | 0.372 |
| 범주 2 | | | | | |
| 처치 | 1.42 | 1 | 1.42 | 2.86 | 0.092 |
| 처치×학습능력수준 | 1.32 | 1 | 1.32 | 0.00 | 0.959 |
| 범주 3 | | | | | |
| 처치 | 2.60 | 1 | 2.60 | 7.21 | 0.008 |
| 처치×학습능력수준 | 2.92 | 1 | 2.92 | 0.08 | 0.776 |

움’의 세 가지 범주에 대한 검사를 실시한 결과는 Table 8과 Table 9와 같다.

과학에 대한 태도 전체의 점수는 실험집단의 평균점수(2.96)가 통제집단의 평균점수(2.76) 보다 유의미하게 높게 나타났고(p<.01) 수업처치와 학습능력 수준과의 상호작용 효과는 없었다. 하위 범주별로 과학수업의 즐거움 범주에서 통합 수업집단의 평균점수(3.30)가 영역별 수업집단의 평균점수(3.12) 보다 높게 나타났으며(p<.01) 수업처치와 학습능력 수준과의 상호작용 효과는 없었다.

과학적 탐구에 대한 태도 범주에서 실험집단의 평균점수(2.94)가 통제집단의 평균점수(2.70) 보다 높게 나타났으나 유의미한 차이가 없었으며(p<.05), 과학적 태도의 적용 범주에서도 실험집단의 점수(2.94)가 통제집단의 평균점수(2.77) 보다 높게 나타났으나 유의미한 차이는 없었다.

이로써 주제중심 통합과학 수업이 분과형 과학수업보다 과학수업에 대한 학습자의 흥미에 긍정적인 영향을 미쳤으나 학습자의 과학적 탐구에 대한 태도와 과학적 태도의 적용 범주에 대해서는 단시간 내에 직접적인 영향을 미치지 어려운 것으로 밝혀졌다.

주제중심 통합과학 수업에 대한 학습자들의 인식 분석

주제 중심 통합과학 수업에 대한 학습자의 인식을 조사하기 위해 실험집단을 대상으로 설문을 하였다. 통합과학 수업에 대한 인식 분석은 23문항 5가지 범주에 대한 분석 결과는 Table 10과 같다.

실험집단의 설문 조사결과 주제 중심 통합과학에

Table 10. Response rates to the perception questionnaire of theme-based integrated science teaching.

| | N | M | SD |
|------|----|------|--------|
| 전체평가 | 87 | 2.88 | 0.4980 |
| 범주 1 | 87 | 3.05 | 0.8419 |
| 범주 2 | 87 | 2.81 | 0.6171 |
| 범주 3 | 87 | 3.11 | 0.8298 |
| 범주 4 | 87 | 2.81 | 0.5955 |
| 범주 5 | 87 | 2.74 | 0.4572 |

범주 1 : 통합과학 수업에 대한 흥미 · 동기유발

범주 2 : 통합과학 수업의 유용성

범주 3 : 통합과학 수업 시 학생의 참여정도

범주 4 : 통합과학 수업 방법의 적합성

범주 5 : 통합과학 수업 시 어려움

대한 인식은 전체적으로 긍정적인 것으로 나타났다. 하위 범주별로 살펴보면 ‘통합과학 수업 시 학생의 참여 정도’가 가장 높게 나타났다. 이것은 특히 통합과학 단원학습 후 각 조별로 완성되지 않은 개념도를 부여하여 이를 변형하거나 완성하도록 함으로써 학생의 참여를 높인 결과로 볼 수 있다. 학습자들은 완성되지 않은 기본개념도를 완성하는 과정을 통해 조별 구성원들끼리 의견을 교환하고 스스로 잘못된 개념을 발견하기도 하였다. 완성된 개념도는 세부적인 하위개념을 적절하게 첨가하여 애초의 기본 개념도와 비교하여 그 구조가 좀더 복잡해졌으며 학습자의 과학적 개념 획득의 입증자료로 볼 수 있다.

‘통합과학수업에 대한 학습자의 흥미, 동기유발’이 다음으로 높게 나타났는데 이것은 통합과학에 대한 생소함 때문에 처음에는 부담을 느끼던 학습자들이 점차 통합과학에 대해 이해하면서 흥미를 느꼈다는 설문지 의견란의 내용과도 일치한다.

그러나 ‘통합과학 수업의 유용성’ 범주와 ‘통합과학 수업 방법의 적합성’은 다른 전체 점수 보다 낮게 나타났다. 통합과학 수업의 유용성은 통합과학 수업의 STS적 성과를 기대할 설문 결과인데 학습지의 내용에 사회적인 문제를 다루는 부분이 작았고, 특히 학습자들이 통합과학 수업을 다른 과목 수업과 연관시킬 수 있는 능력이 아직 부족하며 어렵하다는 것을 알 수 있다. ‘통합과학 수업의 어려움’ 범주의 점수가 가장 낮게 나타난 것으로 보아 통합과학 수업이 학습자들에게 아직 생소한 것으로 보인다.

결론 및 제언

본 연구에서는 주제중심 통합과학 단원을 중학교

과학 수업에 적용하여 나타난 결과는 다음과 같다.

첫째, 주제중심 통합과학 수업과 전통적인 분과형 과학수업이 과학 성취도에 미치는 효과를 검증한 결과, 통합과학 수업이 분과형 과학수업에 비해 중학생들의 과학 학업성취도에 긍정적인 효과를 미친 것으로 나타났다.

학습능력 수준에 따라 두 가지 수업의 효과를 비교한 결과, 상위수준 학습자와 하위수준 학습자 모두 통합과학 수업이 분과형 과학수업보다 과학 학업성취도에 효과적인 것으로 나타났다. 또한 서술형 응답의 결과 상위수준 학습자와 하위 수준 학습자 모두 통합과학 수업이 분과형 과학수업보다 효과적인 것으로 나타났다. 이는 주제중심 통합과학 수업이 자연 세계의 사물이나 현상을 설명하는 과학적 개념들을 관련 지어 학습자로 하여금 학문 영역간의 공통된 논리를 발견하도록 하고 영역간에 학습의 전이가 쉽게 일어나도록 한 결과로 볼 수 있다.

둘째, 주제중심 통합과학 수업과 분과형 과학수업이 과학에 대한 태도에 미치는 효과를 검증한 결과, 통합과학 수업이 분과형 과학수업에 비해 중학생들의 과학에 대한 태도에 긍정적인 효과를 미친 것으로 나타났다. 하위 범주별로는 과학수업의 즐거움 범주에서 통합과학 수업의 효과가 나타났으며 과학적 탐구에 대한 태도 범주와 과학적 태도의 적용 범주에서는 효과가 나타나지 않았다.

셋째, 통합과학 수업집단의 설문 조사결과 주제중심 통합과학에 대한 인식은 전체적으로 긍정적인 것으로 나타났다. 하위 범주별로 살펴보면 통합과학 수업 시 학생의 참여 정도와 통합과학수업에 대한 학습자의 흥미, 동기유발이 높게 평가되었으며, 학습자들이 통합과학 학습을 하는데 아직 어려움을 겪는 것으로 밝혀졌다.

본 연구의 결과에 기초하여 후속 연구를 위한 제언을 하면 다음과 같다.

첫째, 기본적인 과학 개념들을 포함하면서 자연세계에 대한 통찰력있는 안목을 갖게 하는 통합교육 목적을 달성하기 위해 필요한 다양한 통합 주제의 선정과 적용을 위한 연구가 필요하다. 본 연구에서 통합과학 단원의 재구성은 ‘상호작용’과 ‘안정성’을 중심주제로 한 것으로, 과학 네 영역 범위 내에서 주제와 관련된 주개념을 선정한 후 이와 관련되는 하위개념을 추출하고 연결지어 통합하였다. 그 결과 통합주제가 상호작용인 경우, 한 차시 내에 물리와 지

구과학, 화학과 물리, 생물과 지구과학 영역간의 통합이 이루어진 반면 통합주제가 안정성인 경우, 하위 개념들을 연관짓는데 있어서 상호작용 주제보다 과학 영역간 통합이 어려운 것으로 나타났다. 또한 본 연구에서 설정한 주제와 관련되는 개념만을 구성한 결과 기존 교육과정의 모든 내용을 포함하기 어려운 점이 문제점으로 나타났다. 따라서 보다 다양한 주제를 중심으로 내용을 구성하면 기존 교육과정의 내용을 좀 더 많이 포괄하면서 통합교육의 목적도 달성할 수 있을 것이다.

둘째, 본 연구에서는 현장 학교에서 기존의 시간 운영이나 과학 외 타 교과와의 통합의 어려움 등 현실적인 문제들을 감안하여 현재 과학 교과서 내용에 한정하여 간학문적인 통합단원을 구성하였다. 그러나 통합교육이 목적으로 하는 문제해결 능력, 창의력 신장 등을 위해서는 향후 교과간 통합이나 탈학문 통합이 시도되어야 할 것이며 이를 위하여 사회문제 중심의 통합이나 개인 흥미 중심의 통합도 모색되어야 할 것이다.

셋째, 통합 교육과정의 효율적인 현장 적용을 위하여 구체적인 수업 자료와 수업 기법에 대한 실질적인 연구가 필요하다. 본 연구에서와 같이 통합단원 학습 시에 학습자가 주제를 중심으로 엮을 수 있는 하위 개념들을 개념도로 작성하도록 하는 것도 한 가지 방법이 될 것이다. 결국 통합과학 교육에 관한 이론적 방향과 실제적 교수학습방안을 연계성 있게 제시하고 교사가 실제 수업에 활용할 수 있는 다양한 통합과학 수업 자료가 개발될 때 각 학문 영역의 개념들이 단편적으로 제시되는 교육과정의 구성방식을 획기적으로 전환할 수 있을 것이다.

참고문헌

교육부, 1994, 과학과 교육과정 해설. 교육부 고시 제 1992-11호. 교육부.
 손연아 · 이학동, 1999, 통합과학 교육의 방향 설정을 위한

이론적 고찰. 한국과학교육학회지, 19(1), 41-61.
 양미경, 1997, 교과 통합지도의 의의 및 방법적 원리탐색. 교육학연구, 35(4), 11-132.
 이미혜, 1998, 공동과학 에너지단원에 관한 통합과학적 수업모형 개발. 단국대학교 석사학위논문.
 윤종하, 1997, 통합적 접근에 의한 공동과학 에너지 단원의 교수자료 개발. 한국교원대학교 석사학위논문.
 조연순·김경자, 1996, 주제중심 통합교육과정 구성: 속의과정. 교육학연구, 34(1), 251-272.
 조연순 · 최경희 · 서예원, 1998, 창의적 문제해결력 신장을 위한 과학교육과정 개발 연구. 한국과학교육학회지, 18(4), 527-537.
 최미화, 1998, 통합주제를 중심으로 한 중학교 수준의 통합 과학 내용 구성 방안. 한국교원대학교 석사학위논문.
 홍영기, 1997, 중등학교 학문간 통합교육과정의 구성과 운영에 관한 연구. 교육학연구, 35(4), 93-110.
 AAAS, 1990, Project 2061: Science for All Educations. Oxford University Press.
 AAAS, 1989, American Association for the Advancement of Science, Science For All Americans (SFAA). AAAS Publication Washington. D. C.
 AAAS, 1993, American Association for the Advancement of Science. Benchmarks for Science Literacy. New York, Oxford University Press.
 Drake, S.M., 1993, Planning Integrated Curriculum: The Call to Adventure. Alexandria. VA: ASCD, 18-33.
 Fraser, B.J., 1981, Test of Science Related Attitudes, Australian Council for Educational Research.
 Fogarty, R., 1991, The mindful school: How to integrate the curriculum. Palatine. IL: IRI/Skylight Publishing, Inc., 105-117.
 Hirst, P.H. and Peters, R.S., 1970, The Logic of Education. London: Routledge and Kegan Paul.
 Ingram, J.B., 1979, Curriculum Integration and Lifelong Education London: Hamburg and Pergamon Press, 159-163.
 Jacobs, H.H., 1989, Interdisciplinary curriculum: Design and implementation. Alexandria, VA: ASCD, 10-28.
 McNeil, J.D., 1990, Curriculum 4th ed. L.A., CA: Harper Collins, 151-181.
 National Research Council, 1994, National science education standards. Washington, D. C. National Academy Press, 213-254.

2000년 11월 23일 원고 접수
 2001년 10월 8일 수정원고 접수
 2001년 10월 12일 원고 채택