

# 통합 개념을 중심으로 한 고등학교 1학년 과학교육과정의 내용 구성

이현지 · 이경희<sup>1</sup> · 최병순\*

한국교원대학교 · <sup>1</sup>공주대학교

## Contents Organization of Science Curriculum for the 10th Grade Students Focusing on the Integrated Concepts

Hyoen-Ji Lee · Kyung-Hee Lee<sup>1</sup> · Byungsoon Choi\*

Korea National University of Education · <sup>1</sup>Kongju National University

**Abstract:** Science has an essentially integrated character as a discipline that explores the natural phenomena. And the integrated science education is required to achieve the goals of science education to forster scientific literacy of all students. In this respect, we defined the basic concepts and principles that can penetrate the natural phenomena as an integrated concepts in this study, and organized the contents of integrated science curriculum around them. Integrated concept centered curriculum was intended for the 10th grade students and the breadth and depth of learning concepts were represented by presenting the achievement level of the learning concepts. Contents organization of integrated science curriculum presented in this study was meant to provide a new perspectives to the revision of the national integrated science curriculum that is currently in progress.

**Key words:** integrated concept, integrated science curriculum

### I. 서론

교육부는 2014년 9월에 소위 ‘2015 문·이과 통합형 교육과정’의 총론 주요 사항을 발표하였다. 2015년 9월에 고시할 예정인 새 교육과정은 현행 교육과정이 추구하는 인간상을 기초로 지식정보 사회가 요구하는 핵심역량을 갖춘 창의·융합형 인재상을 담고 있는데, 이를 위한 주요 개정 방향의 하나로 고등학교 생들의 기초 소양 함양을 위해 모든 학생이 배우는 공통과목을 도입하고, 통합적 사고력을 키우는 ‘통합 과학’ 과목 신설을 제안하였다(교육부, 2014).

그 동안 교육과정 개정 과정에서 초등학교와 중학교 과학은 정도의 차이는 있으나 통합과학을 지향하여 왔다. 그러나 고등학교 과학에서는 1992년에 고시된 제6차 교육과정에서 처음으로 통합과학을 지향한 ‘공통과학’ 과목이 신설되었으며, 그 정신을 반영한 ‘공통과학’ 과목이 1997년에 고시된 7차 교육과정에서도 유지되었다. 2009년에 개정된 과학 교육과정의 고등학교 ‘과학’에서는 보다 과감한 통합이 시도되었다. 새롭게 개발된 고등학교 ‘과학’은 융합과학이라고 불리기도 하였는데, 전통적으로 분리하여 가르치던 과학의 네 영역을 허물고 ‘우주와 생명’과 ‘과학과 문명’이라는 두 영역으로 통합

\*교신저자: 최병순(bschoi@knu.ac.kr)

\*\*이 연구는 한국교원대학교 2014학년도 KNUe 학술연구비 지원을 받아 수행하였음.

\*\*\*2015년 6월 4일 접수, 2015년 7월 25일 수정원고 접수, 2015년 8월 10일 채택

하였다. 이는 인류의 과거와 현재, 그리고 미래에 대해 누구나 가질법한 궁금증을 풀어나가는 스토리텔링 형식으로 과학의 내용을 통합하여 제시하고 있다는 점에서 신선하고 의미 있는 시도였다. 그러나 이러한 시도가 학생들의 흥미 유발이나 융합적 사고의 신장에 기여할 수 있는 반면에 방대한 학습량과 수준 높은 현대 과학의 도입으로 학생들의 학습과 교사들의 지도에 어려움이 많다는 점이 지적되었다(윤희정 등, 2011; 신영옥, 최병순, 2012; 하혜정 등, 2012).

2009 개정 교육과정에 따른 소위 융합과학 과목에 대한 이러한 문제점의 지적은 교육과정에 제시된 내용의 구조상 광범위한 과학 내용, 특히 현대 과학 내용이 포함될 수밖에 없었다는 점에서 이미 과학교육과정 자체가 문제점을 내포하고 있었다고 말할 수 있다. 게다가 융합과학을 배우게 될 학생들이 중학교에서 학습한 과학 내용의 범위 및 수준과 그들의 인지 수준을 고려하면, 과학교육과정 개발자들이 교육과정 개발을 너무 단순하게 생각했던 것으로 판단된다.

2015 문·이과 통합형 교육과정의 주요 내용에 따르면, ‘통합과학’은 과학 기술에 관한 기초 소양을 함양하는 것을 목표로 자연현상에 대한 통합적 이해가 가능하고 통합적 사고력을 키울 수 있는 과목이어야 함을 강조하였다(교육부, 2014). 따라서 이 연구에서는 이러한 목표를 달성할 수 있는 통합교육과정의 유형으로 통합개념 중심의 과학교육과정을 설정하고, 2009 개정 융합과학에서 소홀히 다루어졌던 고등학교 1학년 학생들의 과학학습 경험과 인지 수준을 고려하여 통합의 접근 방식은 심리적·기능적 통합 방식에 근거한 ‘통합과학’ 과목의 내용 구성 안을 제시하였다.

## II. 이론적 배경 및 선행 연구

### 1. 통합과학의 정의와 유형

통합교육과정이란 지식과 학습 경험의 통합을 통한 학습자의 전인적 발달을 목적으로 교과들의 틀을

벗어나 각 교과들의 지식을 의미 있게 재구성한 교육과정, 교육내용들이 결합되어 개별적 교육내용들이 지니지 않은 전체성을 만들고 있는 상태(김대현, 1993)라 할 수 있다. 이런 관점에서 ‘통합과학’의 교육과정을 구성한다고 볼 때, 어떤 학습 요소를 중심으로 과학 지식과 경험을 통합할 것인가, 통합의 정도는 어느 수준으로 할 것인가, 통합의 접근 방법은 어떻게 할 것인가가 중요한 고려 요인이 되고, 그에 따라 다양한 유형의 통합 교육과정이 가능하다.

통합의 학습 요소에 따른 분류는 통합 개념 중심의 통합, 과정기능 중심의 통합, 현상 중심의 통합, STS적 통합으로 유형화할 수 있다(권재술과 최병순, 1996). 통합 개념 중심의 통합이란 다양한 자연 현상을 관통하는 통합 과학개념을 중심으로 과학 내용을 재구성하는 방법을 말한다. 미국 과학진흥협회(AAAS, 1989)에서는 계, 모형, 항상성, 패턴과 변화 등의 통합 개념을 제안한 바가 있다. 과정기능 중심의 통합이란 과학의 탐구과정 기능을 중심으로 내용을 구성하는 방법으로, 과학지식의 학습보다는 과학지식이 생성되는 과정의 학습을 더 중요하게 보는 경우이다. 현상 중심의 통합이란 자연 현상을 중심으로 과학 내용을 구성하는 방법을 말한다. 자연과학은 자연 현상에 대한 탐구를 통하여 자연 현상에 내재한 규칙성을 찾아내고, 그러한 규칙성이 나타나는 이유를 밝히는 학문이다. 그런데 자연 현상은 하나의 과학적 개념으로 설명되지 않고, 다양한 과학개념이 관련되어 있으므로 현상 중심의 내용 구성이 가능하다. STS적 통합이란 학교의 과학교육이 자연 현상의 탐구뿐만이 아니라 과학, 기술, 사회 간의 상호작용을 다루는 것을 강조하는 STS적 과학교육에 바탕을 두고 있다. 따라서 STS적 통합은 STS적 과학교육의 특성상 통합적 구성이 될 수밖에 없다.

통합의 정도는 통합의 형태에 따라 소극적인 부분 통합에서부터 적극적인 완전 통합까지 여러 유형을 생각할 수 있다. 소극적인 부분 통합은 서로 다른 교과를 유지한 채 교과 내용 사이의 관련성을 강조하는 수준의 통합인 반면에, 적극적인 완전 통합은 기존 교과들의 벽을 헐고 학습자나 사회의 요구

와 관련된 주요 문제를 중심으로 교육 내용을 새롭게 조직하는 형태를 띤다. 이런 형태의 통합으로는 통합의 정도가 강해지는 순서에 따라 합산 통합, 기여적 통합, 융합적 통합, 종합적 통합의 네 가지 유형이 있다(김종건 등, 1996). 통합의 접근 방법에 따라서는 논리적·구조적 통합과 심리적·기능적 통합으로 구분할 수 있다(Ingram, 1979). 논리적·구조적 통합은 각 교과목의 지식을 중심으로 교육 내용을 선정하고, 내용의 조직도 지식 체계 자체를 중심으로 하는 논리적 측면이 강조된다. 반면에 심리적·기능적 통합은 지식을 통합적 경험을 촉진하는 자료로 사용한다. 이는 학생 중심·경험 중심의 접근이라고 말할 수 있으며 심리적·사회적 관점에 따라 내용을 조직한다. 심리적·기능적 통합은 학습자의 심리에 근거를 두고 있으며, 통합적 요소의 관점이 학생들의 동기 및 흥미와 같은 개인적 맥락만이 아니라 학생들이 살고 있는 사회적 맥락에서 다루는 방식이다(김종건 등, 1996).

## 2. 통합 과학교육과정의 필요성

자연과학은 자연 현상에 대한 탐구를 통하여 그 안에 내재한 규칙성을 찾아내고, 그러한 규칙성이 나타나는 이유를 밝히는 학문이다. 자연과학을 그 연구 대상에 따라 물리학, 화학 등으로 구별하고 있기는 하지만, 사실상 그 구분이 명확하지는 않다. 물리화학, 생물리학, 생화학과 같은 간학문의 등장은 그 구분을 더욱 어렵게 하고 있다. 이는 각 학문 영역이 분류 기준에 따라 세분화될 수 있음과 동시에 각 영역을 구분할 수 있는 절대적 기준이 없음을 의미하기도 한다(조희형, 박승재, 1994). 한 자연 현상에 물리적, 화학적, 생물학적 개념이 함께 관련되어 있는 자연 과학의 속성을 보더라도 각 학문 영역의 구분이 절대적인 의미가 없다고 말할 수 있다.

이러한 관점과 더불어 자연과학을 통합적 관점에서 가르치는 것이 중요하다는 주장은 많이 제기되고 있다. 그 이유로 우선 교육의 의도와 실천의 일치성을 위한 측면을 생각할 수 있다(APEID, 1982).

예를 들어, 과학교육의 목표가 자연을 통합적으로 이해할 수 있는 안목을 키우는 것이라거나, 통합적 사고력을 키우는 것이라면 분과적 과학교육보다는 통합적 과학교육이 효과적이라 할 것이다. 둘째로 통합과학은 지식의 변화에 능동적으로 대처하기 위해 필요하다는 것이다(Ingram, 1979). 현재 과학 지식은 매우 빠르게 팽창하고 있으며 점차 세분화되고 있다. 따라서 세분화된 많은 지식들은 보다 큰 이해의 맥락 속에서 결합함으로써 다양한 지식들 간의 상호관련성을 증대할 필요가 있다. 그렇게 함으로써 교수·학습의 효과를 증진시키고 동시에 지식의 유용성도 증대시킬 수 있다. 즉, 지식의 변화에 따른 분과별 교육과정의 한계를 극복하고, 단편적 지식의 습득이 아닌 통합적 지식의 학습을 위해 통합적 과학교육과정이 필요하다는 것이다. 셋째로 통합 교육과정은 학생들에게 학습에 용이한 교육과정을 제공할 수 있다는 것이다. Haigh(1975)는 왜 통합을 하는가에 대한 분명한 대답은 아동에게 흥미 있는 학습 경험을 제공할 수 있기 때문이라고 주장하면서, 통합된 수업은 심리적 기초에 따라 교육과정을 조직하고 학생들의 흥미, 요구, 호기심에 따라 학습 경험을 제공하기 때문에 그들의 참여 활동을 격려하고 학습 동기를 유발할 수 있다고 주장한다. 마지막으로 통합과학은 우리가 사회에서 직면하는 간학문적 문제에 효과적으로 대처할 수 있는 능력을 키워줄 수 있다는 것이다. 현대 사회에서 개인이나 사회가 공동으로 당면하는 문제는 대부분 복합적인 것이어서 어느 전문 분야의 단편적 지식이 아니라 여러 분야의 지식을 종합하여 응용할 수 있는 통합된 지식이 필요하다. 예를 들면, 환경이나 에너지 같은 현대 사회의 복잡한 문제를 해결하기 위해서는 어느 한 분야의 전문적, 단편적 지식보다는 다학문적 통합된 지식이 필요하다. 그러므로 많은 학자들은 분과중심 교육과정보다는 통합과학 교육과정이 미래사회를 살아갈 학생들에게 보다 넓은 안목과 창의적 문제해결력을 키워 줄 수 있을 것이라고 보고 있다(Yager, 1987).

### 3. 국내·외 통합과학 교육과정 연구

권재술과 박범익(1978)이 개념중심 접근법과 과정중심 접근법을 비교하면서 통합과학의 필요성을 제시한 이후로 국내에서는 교육과정 통합의 논거 및 통합 교육과정의 정당성에 관한 연구(김재복, 1984), 중학교 과학의 통합적 내용 구성 방안 연구(신희명, 이원식, 1985; 홍숙자, 1993; 최미화, 최병순, 1999), 통합과학 교육의 실태 조사(이학동, 1987), 중학교에서 통합 과학교육 실시상의 문제점 및 해결 방안에 관한 연구(이영주, 1993) 등이 이루어져 왔다. 그러나 그 수가 적은데다 특히 고등학교 과학의 통합적 내용 구성 방안에 관한 연구는 매우 적었다.

고등학교 수준의 통합과학에 관한 연구가 비교적 활발해진 것은 2009개정 과학교육과정에서 소위 융합과학이란 과목이 통합과학의 형태로 등장하면서 부터이다. 고등학교 수준에서의 통합과학은 제 6차 및 제 7차 과학교육과정에서 부분적 통합의 형태로 개발되어 적용되었다. 그러나 2009년에 개정된 소위 융합과학은 보다 많은 관계자들의 관심의 대상이었는데, 그것은 융합과학이 이전과는 달리 종합적 통합의 형태로 내용을 완전히 새롭게 재구성하였기 때문이다. 따라서 융합과학의 운영실태에 관한 연구(김진영 등, 2012; 신영옥, 최병순, 2012; 하혜정 등, 2012; 심재호, 2014), 융합과학의 정착을 위한 제언(손정우, 2012) 등이 이루어졌다. 융합과학에 대한 이러한 관심은 통합과학에 대한 연구의 필요성을 고조시켜 통합과학의 효과에 관한 연구(이효녕 등, 2012), big idea를 중심으로 한 통합과학 교육과정의 설계(방담이 등, 2013), 통합 개념을 중심으로 한 외국 교육과정의 내용 요소 분석(이윤하 등, 2014), 통합과학 교육의 국내 연구 동향 분석(이효녕 등, 2014) 등으로 연구의 외연을 넓혔다.

외국에서 이루어진 통합과학 교육과정에 관한 연구로는 Project 2061(AAAS, 1989)에서 비롯되어 미국에서 이루어진 일련의 연구를 들 수 있다. Project 2061에서는 모든 미국인을 위한 과학교육

의 목표를 과학적 소양의 함양에 두고, 이를 위해 계, 모형, 항상성, 변화의 패턴 등과 같은 공통 주제(commen themes)를 중심으로 한 과학교육을 제안하였다. 이러한 과학교육의 방향은 이후의 연구에서도 지속적으로 제안하고 있는데, 과학적 소양을 위한 표준(AAAS, 1993)에서는 공통 주제로 계, 모형, 항상성과 변화, 척도를 제시하고 있으며, 1996년에 출판된 미국 과학교육 기준(NRC, 1996)에서도 과학 내용 기준 중에 통합 개념 및 과정기능으로 계/차원/조직, 증거/모형/설명, 변화/항상성/측정, 진화와 평형, 구조와 기능을 제시하였다. 유치원에서 고등학교까지의 학생들을 위한 과학교육의 틀(NRC, 2010)에서는 분절된 과목을 연결지으며, 대부분의 과학과 공학에서 중요하게 다루어지는 개념들을 관통 개념(crosscutting concept)으로 설정하였다. 이러한 관통 개념들은 다양한 과학 과목속의 지식들을 과학적이고 일관성 있게 체계를 구성해주는 역할을 한다고 주장하면서 관통 개념으로 패턴, 원인과 결과, 척도/비율/양, 계와 계의 모형, 에너지와 물질, 구조와 기능, 안정성과 변화의 7가지를 제시하였다. 이들 7가지 관통 개념은 최근에 발간된 차세대 과학기준(NRC, 2013)에 그대로 적용되었다.

이윤하 등(2014)의 연구에 의하면, 캐나다 온타리오의 교육과정과 싱가포르의 교육과정에서도 통합 개념과 유사한 의미인 기본적 개념(fundamental concept)과 주제(theme)를 각각 적용한 과학교육 과정을 제시하고 있다. 캐나다의 온타리오 교육과정에서 적용하고 있는 기본적 개념은 시간이 지나도 변하지 않는 현상이나 모든 문화에 공통적으로 적용할 수 있는 현상과 관련된 개념으로, 이들 개념은 모든 과학 지식을 깊게 이해할 수 있는 체계를 제공하며, 학생들은 이를 적용한 학습을 통하여 과학 내 하위 영역 사이를 연결 지을 수 있는 기본적 개념을 찾음으로써 통합된 사고가 가능해진다. 이 교육과정에서 설정한 기본적 개념으로는 물질, 에너지, 계와 상호작용, 구조와 기능, 지속성과 관리, 변화와 연속성이 있다. 싱가포르 교육과정에서 적용하고 주제는 초등 교육과정에서는 다양성, 순환, 계, 상호작용, 에너지를 중등교육과정에서는 과

학과 기술, 측정, 다양성, 모델과 계, 에너지, 상호 작용이다. 교육과정에서는 각 주제에 맞게 세부 주제를 설정하여 내용을 통합적으로 구성하였다.

지에 대한 인식. 사례 깊은 시민으로서 과학적 아이디어를 가지고 과학과 관련된 이슈에 기꺼이 참여하는 자세 등을 의미한다.

### III. 통합 개념 중심의 통합과학 교육과정 구성 방안

#### 1. 통합과학 교육과정의 구성 원리

고등학교 1학년 과학 교육과정을 통합과학으로 구성하고자 하는 것은 고등학교 1학년 과학의 목표와 관련이 있다. 2015 개정 교육과정의 주요 내용(교육부, 2014)에 따르면, 고등학교 1학년 과학은 ‘통합과학’으로 구성하며, 이를 통해 ‘과학 기술에 관한 기초 소양을 함양하고, 자연 현상에 대한 통합적 이해를 바탕으로 통합적 사고력을 키운다’고 진술하고 있다. 이는 고등학교 2학년부터 시작되는 선택중심 교육과정으로 들어가기 전에 고등학교의 모든 학생들을 대상으로 통합과학을 가르침으로써 그들의 과학적 소양 함양, 자연 현상에 대한 통합적 이해, 통합적 사고력의 신장을 꾀하겠다는 의도이다.

그러면 어떤 학습 요소를 중심으로 교육과정을 구성하면 이러한 교육 목표를 효과적으로 달성할 수 있을까? 이에 대한 올바른 판단을 위해서는 주요한 목표로 제시된 과학적 소양의 의미를 보다 명확히 할 필요가 있다. PISA 2012(한국교육과정평가원, 2014)에서는 과학적 소양을 다음과 같이 정의하였다.

과학적 소양: 과학적 지식을 가지고, 그 지식을 사용하여 과학관련 이슈에 대하여 문제를 인식하고, 새로운 지식을 습득하며, 과학적 현상을 설명하고, 증거에 기반을 둔 결론을 도출하는 능력. 인간이 누리는 지식과 탐구의 한 형태로서 과학의 특징을 이해하는 능력. 과학과 기술이 어떻게 우리의 자원 환경, 정보 환경, 문화 환경을 형성하는

과학적 소양에 관한 PISA 2012의 정의에 의하면, 과학관련 이슈를 인식하고 증거에 입각한 올바른 결론 도출을 위해서는 과학지식의 이해와 이의 활용 능력이 전제되어야 한다. 또한, 사례 깊은 사회의 구성원으로서 과학관련 이슈에 동참함에 있어서도 과학지식의 이해는 필수적이다. 이는 통합 교육과정을 구성하는 학습 요소가 과정 기능, 현상, 혹은 STS 보다는 통합 개념일 때가 과학적 소양의 함양에 보다 효과적일 수 있음을 의미한다. 과정 기능 중심, 현상 중심, STS 중심의 교육과정 구성에서는 체계적인 개념 학습을 위한 내용 구성이 매우 어렵기 때문이다. NRC(2010)에서 제안한 K~12 과학교육 틀에서도 통합 개념은 다양한 과학 영역의 지식들을 체계적으로 구성해 주는 역할을 함으로써 과학지식의 통합적이고 체계적인 이해에 도움을 주며, 이는 통합 개념이 자연 현상에서 규칙성을 발견하고 자연 현상에 내재한 메카니즘을 찾아내 인과관계를 연구하는 자연 과학의 속성과 밀접히 관련되기 때문이라고 주장한다. 따라서 이 연구에서는 통합과학의 교육과정을 통합 개념을 중심으로 구성하였다.

통합교육과정을 구성함에 있어서 고려해야 할 다른 요인은 통합의 접근 방법과 통합의 정도이다. 2015 개정 교육과정에 따르면, 고등학교 1학년을 대상으로 하는 ‘통합 과학’은 모든 학생을 대상으로 필수적으로 제공되는 교과이므로 교육과정은 학생들에게 흥미 있고 용이한 학습 경험으로 구성하는 것이 중요하다. 따라서 이 연구에서는 심리적·기능적 기초에 따라 교육과정을 학생들의 관심과 요구에 맞는 학습 경험으로 조직하고, 동시에 학생들이 살고 있는 사회적 맥락에서 문제를 다루고자 하였다. 이 연구에서 추구하는 통합 개념 중심의 통합과 심리적·기능적 통합은 기존에 과학의 영역에 따라 구분되어 가르치던 물리, 화학, 생명과학, 지구과학의 학문간 벽을 허물고 이들 영역을 관통하는 통합개념 중심으로 학습 경험을 재구성하는 것이므

로 종합적 통합에 해당된다. 따라서 이 연구에서 개발하고자 하는 통합 교육과정의 구성 원리를 그림으로 나타내면 그림 1과 같다.

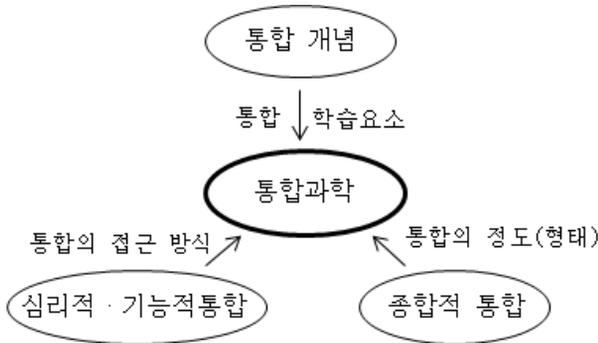


그림 1. 통합과학 교육과정의 구성 원리

## 2. 통합 개념의 설정

### 1) 설정 절차 및 설정된 통합 개념

통합 개념의 설정을 위해서 통합 개념 중심의 교육과정 연구에 관한 선행 연구를 고찰하였다. 동시에 2009개정 교육과정에 따른 중학교 및 고등학교 과학 교육과정, 물리I, 물리II, 화학I, 화학II, 생명과학I, 생명과학II, 지구과학I, 지구과학II 교육과정을 분석하여 각 통합 개념의 범주에 드는 내용 요소를 추출하였다. 교과서 분석을 통해서 우리나라 중등 과학교육과정 내용이 각 통합 개념에 관련된 내용 요소들을 어느 정도 포함하고 있는지 확인할 수 있었다. 이 분석 결과는 Lapp & Flood(1985)의 통합 개념 설정의 준거와 함께 연구자들이 통합과학에 포함될 통합 개념을 설정하는데 참고 자료로 활용되었다. 이러한 절차를 거쳐 연구자들이 1차로 설정한 통합 개념은 계, 구조와 기능, 상호작용, 안정성과 변화, 원인과 결과이었다. 1차로 설정된 통합 개념의 타당도와 현장 적합도를 검토하기 위해서 통합과학에 대한 연구 경험이 있는 과학교육 전문가 1인과 현장 교육경력이 10년 이상이면서 석사학위 이상의 학위를 가진 과학교사 8인(과학의 네 영역별로 2인)을 대상으로 설문을 실시하였다. 설문에 대한 응답 내용을 숙고한 끝에 연구자들은

설문에 응한 검토위원들의 의견을 세 가지로 정리하였다. 첫째로, 계를 구성하는 요소들은 일반적으로 계 내에서 혹은 계 사이에서 상호작용을 하기 때문에 계와 상호작용을 구분하지 말고 함께 다루는 것이 효과적일 것이다. 둘째로, 에너지는 과학의 세부 영역에서 모두 중요하게 다루는 통합 개념이므로 이번 통합과학 교육과정에 포함되는 것이 좋겠다. 셋째로, 원인과 결과는 개념의 성격상 다른 통합 개념과는 구분된다. 따라서 제외하는 것이 좋겠다. 연구자들은 협의 결과 검토위원들의 의견에 타당성이 있다고 판단하고, 이들 의견을 반영하여 최종적으로 네 가지의 통합 개념을 확정하였는데 계와 상호작용, 구조와 기능, 안정성과 변화, 에너지가 그들이다.

### 2) 설정한 통합 개념의 의미

설정한 네 가지 통합 개념에 대한 의미를 선행 연구의 고찰 결과를 바탕으로 정리하였는데, 여기서는 편의상 계와 상호작용의 의미에 대해 정리한 내용만을 제시하였다.

계와 상호작용: 자연현상은 복합적이기 때문에, 이를 이해하기 위해서는 한 단일 계를 독립시키고 그 계의 단순화된 모델을 만드는 것이 도움이 된다. 과학자들은 임의의 계와 그 밖의 것들 사이에 인위적인 경계를 상상한다. 그리고 경계 바깥의 것들의 영향을 계에 가해지는 힘 혹은 계를 지나는 물질과 에너지의 흐름으로 간주하면서 구체적으로 계를 연구한다. 식탁 위에 놓인 책에 가해지는 지구의 중력이나 생태계 안의 생물체가 배출하는 이산화탄소를 예로 들 수 있다. 계를 설계할 때 물질이나 에너지가 계의 안과 밖을 이동하는지 고려해야 한다. 실험실뿐만 아니라 현장 조사에서 연구하는 계가 물리적으로 고립되었는지 혹은 외부 상황이 어느 정도로 통제되었는지는 연구의 설계와 결과 해석에 있어서 중요한 요소이다(NRC, 2010).

계를 구성하는 요소들은 에너지와 물질

그리고 정보를 교환하는 상호작용을 하며, 서로 밀접한 관계를 맺고 있다. 전체 계를 이해하기 위해서 계를 구성하는 요소들의 상호작용을 이해하는 것은 매우 중요하다. 학생들은 지구계를 구성하는 수권, 지권, 외권, 생물권간의 상호작용을 이해함으로써 지구계가 구성요소들이 유기적으로 연결된 집합이라는 것을 인지하게 된다. 또한 생물계의 모든 생명체는 그들이 살고 있는 환경과 상호 관계를 유지하면서 변화가 일어난다. 생물체의 행동 양식은 그 생물체가 속해 있는 환경, 즉 다른 생물체의 종류와 수, 식량과 자원의 한계, 환경의 물리적 특성 등에 의해 달라진다. 생태적 지위나 서식처, 식물의 천이와 같은 생태계의 궁극적인 모습은 유기체들 간의 상호작용의 결과라고 할 수 있으며, 진화도 고립된 상태에서 일어나는 것이 아니라, 한 생명체와 그것을 둘러싸고 있는 환경과의 상호작용의 영향을 받는다(최미화, 1998).

물체와 물체 간에도 상호작용이 있다. 모든 물체사이에는 만유인력이 작용하며, 특히 물체가 떨어지는 현상은 지구와 물체 사이에 상호 작용하는 힘의 결과이다. 배가 물에 뜨는 현상이나, 내뿜는 힘으로 위를 향해 올라가는 로켓의 원리도 힘의 상호작용 결과이다. 또한, 성질이 다른 두 물체를 마찰시켜 얻는 정전기 현상이나, 전하를 띤 입자 사이의 반응인 이온 반응도 상호 작용의 관점에서 설명할 수 있다. 또한 더 미시적으로 분자 간에도 상호작용이 일어나며 이러한 상호작용은 분자로 이뤄진 물질의 성질을 결정하기도 한다(최미화, 1998). 또한 대기와 바다는 서로 상호작용하여 날씨의 변화와 해류를 일으키며 이것은 결국 인간에게까지 영향을 미친다. 그러나 전체 계의 속성과 상태는 계를 구성하는 요소의 그것과는 많이 다를 수 있으며, 구성 요소들의 상호작용으로부터 예측할 수 없는 전혀 다른 성질을 갖기도 한다(NRC, 2010). 계는 다른 계와 상호작용할 수 있으며 좀 더 거대하고 복잡한 계의 구성요소가 될 수 있다. 예를 들

어 식물계와 동물계로 구성된 생태계는 지구계에 속하고, 지구계는 다시 태양계에 속하고, 태양계는 다시 우주라는 커다란 계의 구성 요소가 된다(최미화, 1998).

계의 진정한 의미를 이해하기 위해서 구성 요소간의 관련성을 이해해야 하는 계의 속성은 인간 사회라는 계의 속성과 매우 유사하다. 그래서 자연계의 사물이나 현상을 계라는 관점에서 해석하는 것은 더불어 사는 인간 사회에 대해서도 시사하는 바가 있다. 인간이 삶을 영위하는 과정에서 밀접한 관련이 있는 것들을 범주화하고 영역을 구분하는 것은 사회화의 필연적인 속성이다. 개인은 소통을 통해 다른 개인과 상호작용하며 밀접한 관계를 갖게 되고 그것이 반복되면서 사회(계)를 이룬다. 사회 집단의 구성 요소 뿐 아니라 집단과 집단 사이에서도 상호작용을 통해 균형을 유지하거나 보다 나은 새로운 전망을 제시한다. 인류가 지구에 미치는 영향도 이런 관점에서 바라볼 수 있다. 경제적 원인과 산업계의 요구에 의한 인간의 활동이 환경에 미치는 이익과 불이익, 인간의 활동에 기인한 생태계 변화, 파괴된 생태계의 복구 등을 상호 작용의 관점에서 바라보고 이해하는 것은 의미 있는 일이다(최미화, 1998). 인류는 모든 사고와 인식에서 인간과 자연의 상호작용을 이해하는 능력을 갖춰야만 한다. 인간은 자연과 떨어져서는 살 수 없으므로 인간도 살고 자연도 살 수 있는 진정한 생태계를 이루기 위한 노력이 필요하다. 서로가 없으면 존재할 수 없는 관계맺음에 대해 알아야 하는 진정한 이유가 여기에 있다.

### 3. 통합과학 교육과정의 내용 구성

#### 1) 내용 구성 절차

통합 개념을 중심으로 통합과학 교육과정의 내용을 구성하는 과정에서는 기본적으로 앞에서 진술한 통합과학 교육과정의 구성 원리를 충실히 따르는데 초점을 맞추었다. 이 과정에서 중요한 것은 각 통합

개념에 적절한 내용 요소를 구성하는 문제와 그것이 고등학교 1학년 학생들의 수준에 맞는 것이어야 한다는 점이다. 이를 위해, 다음과 같은 절차에 따라 통합 개념별 교육과정 내용을 구성하였다.

(1) 2009개정 중학교 과학교육과정과 고등학교 과학교육과정(선택 교육과정의 일반 과목)을 분석하여, 앞에서 설정한 각 통합 개념의 범주에 속하는 내용 요소를 추출한다.

(2) 현장 교육경험이 10년 이상이면서 석사학위 이상의 학위를 가진 물리, 화학, 생명과학, 지구과학 전공 교사 각 2인에게 설문하여 추출한 내용 요소의 타당성을 검토한다.

(3) 검토 결과에 따라 각 통합 개념별 내용 요소를 수정 및 보완한다.

(4) 통합 개념별 내용 요소를 학년 수준별(중학교, 고등학교 1학년, 고등학교 2~3학년)로 재구성한다.

(5) 고등학교 1학년 수준에 적절한 내용 요소를 중심으로 통합적 교육과정으로 재구성한다.

(6) (2)에서 검토했던 교사들에게 설문하여 (5)에서 재구성한 내용의 타당성을 검토한다.

(7) 교사들의 검토 결과에 바탕을 두고, 연구자들이 협의를 통해 통합과학 교육과정 내용을 확정한다.

## 2) 통합 개념별로 구성된 교육과정 내용

내용 구성 절차에 따라 연구자들이 확정된 통합과학 교육과정의 내용 체계는 표1과 같다. 교육과정 내용의 수준과 범위는 2015개정 교육과정의 주요 사항에서 통합과학을 8단위로 제시하고 있는 점을 고려하여 결정하였다.

표 1. 통합과학 교육과정의 내용 체계

통합 개념	내용 요소
계와 상호작용	- 수권의 상호작용
	- 생태계의 상호작용
	- 반응계의 상호작용
구조와 기능	- 생명체의 구조와 기능
	- 물질의 구조와 기능

안정성과 변화	- 반도체와 신소재
	- 항상성과 진화
	- 지권의 안정성과 변화
에너지	- 운동의 안정성과 변화
	- 에너지의 형태와 사용
	- 에너지의 보존과 전달
	- 에너지의 효율과 대체에너지의 개발

이 연구에서는 네 가지 통합 개념별로 교육과정 내용을 개발하였으나, 여기서는 편의상 '계와 상호작용'에 관한 교육과정 내용만을 예시하였다. 교육과정 내용은 통합 개념의 하위 내용 요소별로 내용 요소의 개관을 진술하고, 해당 내용 요소에 따른 학습을 충실히 수행했을 때, 학생들에게 기대되는 성취 수준을 진술하였다.

통합 개념 중심으로 교육과정 내용을 구성하는 과정에서 과학 지식을 학생들의 실제 경험적 활동과 어떻게 통합하며, 이를 어떻게 학생들이 살고 있는 사회적 맥락에서 다룰 것인가는 학습 요소의 심리적·기능적 통합의 관점에서 매우 중요하다. 이 연구에서는 지식을 경험과 통합하는 방식은 성취 수준을 학생들의 경험, 활동, 탐구를 나타내는 행동동사로 기술하고 학습 요소를 학생들의 관심과 요구에 맞는 학습 경험으로 조직함으로써 구체화시키고, 지식과 경험을 사회적 맥락에서 다루는 방식은 내용 요소의 개관을 실생활과 관련지어 진술하고 '통합 개념의 의미 진술'의 마지막 문단에서 통합 개념의 속성을 인간 사회의 속성과 관련지어 진술함으로써 구체화시키고자 하였다.

통합 개념별로 교육과정 내용을 구성할 경우에는 내용을 개념의 위계에 맞춰 체계적으로 구성하는 것이 아니기 때문에, 현장에서 실제로 학생들을 지도하는 교사의 입장에서는 개념 위계상 선수 개념의 결핍으로 지도가 어려운 상황을 염려할 수도 있다. 그러나 그러한 문제를 해결할 정도로 통합과학 교육과정의 내용 구성을 구체적으로 제시하지 않는 한, 이는 통합과학 교육과정의 한계로 인식할 수밖에 없을 것이다.

**가. 계와 상호작용**

가) 수권의 상호작용

우리가 살고 있는 지구는 기권, 수권, 지권, 생물권으로 구성되는데 이 중 수권은 지구 표면의 물이 해양, 호수, 하천, 빙하, 눈 등의 형태로 분포된 영역을 뜻한다. 수권은 지표의 70%를 차지하며 다양한 동식물의 서식 장소이다. 수권을 구성하는 물은 상변화를 통해 지구 대기에 큰 영향을 미치며 생명체를 구성하는 주요한 성분으로서 없어서는 안 될 매우 소중한 자원이다.

수권은 물의 순환을 통해 지구 대기와 상호작용을 하며 암석의 풍화 및 침식을 통해 암석의 성분을 물속에 용해시킨다. 또한 다양한 생물들에게 물을 공급하고 생물로부터 배출된 물질로 인해 변화를 겪는다. 이러한 상호작용을 통해 지구 내의 물질과 에너지를 이동시키고, 지구의 기후를 조절하며, 생물권의 생존 영역과 환경을 유지시킨다. 구성요소 간의 상호작용이 존재함으로써 지구는 균형이 깨지더라도 원래 상태로 회복되면서 일정한 상태를 유지할 수 있었다. 이 단원에서는 수권과 환경과의 상호작용을 통해 지구가 어떻게 유지되어 왔으며 어떤 변화를 겪어왔는지 알아본다. 또한 각각의 상호작용이 지구계를 유지시키는데 어떤 의미가 있는지 생각해본다.

이 영역은 7~9학년군 ‘수권의 구성과 순환’, 지구과학1의 ‘소중한 지구’와 연계된다.

[학습 내용 성취 수준]

- (1) 물이 순환하는 원리와 순환과정에서 나타나는 지구의 다양한 변화에 대해 이해한다.
- (2) 해수 속의 염류가 암석으로부터 유래된다는 것을 알고, 물이 어떻게 다른 물질을 용해시키는지 이해한다.
- (3) 생물이 수권으로부터 어떠한 방법으로 물을 공급받으며, 생물이 배출한 물질로 인해 수권에 어떤 변화가 생기는지 조사한다.
- (4) 지구계의 균형이 깨지면 인류의 삶에 어떤 변화가 일어날지 예상해보고 지구 외의 다른 행성에서는 어떤 상호작용이 가능

할지 생각해본다.

- (5) 수권으로부터 인간이 얻는 자원의 가치를 알고, 인간 활동이 수권에 미치는 영향을 안다.

**나) 생태계의 상호작용**

생태계는 상호작용하는 유기체와 그들과 서로 영향을 주고받는 주변의 무생물 환경을 포함한다. 자연환경 상에 있어 생물들은 그물처럼 연계되어 있으며 작은 미생물에서부터 거대한 동물에 이르기까지 모든 상호작용이 밀접하게 연관되어 있다. 이 영역을 학습함으로써 우리가 살아가고 있는 지구 생태계가 구성요소들의 상호작용을 통해 어떻게 유지되는지 이해한다. 더불어 인간과 자연이 함께 공존하는 생태계의 중요성을 깨닫는 것은 중요한 학습목표이다.

이 영역에서는 육상생태계와 수중생태계의 특징, 두 생태계 내부 구성요소 간의 상호작용과 생태계 간의 상호작용에 대해 배우고 생물과 환경의 상호작용을 통하여 생태계가 안정적으로 유지될 수 있음을 알게 된다. 그러나 인간의 활동이 생태계의 안정성을 파괴시키기도 하므로 인간의 활동이 육상생태계와 수중생태계에 어떤 영향을 미치는지에 관한 탐구를 계획하고 수행해본다. 또한 학생들이 인간 활동의 부정적인 영향을 최소화하기 위한 방안들을 평가해보는 것은 지속 가능한 생태계를 유지할 수 있는 밑거름이 된다. 또한 생물이 환경에 적응하고 진화해가는 과정을 생물과 환경의 상호작용의 관점에서 살펴본다.

하나의 생태계 안에 사는 유기체들은 먹이사슬을 통해 서로 밀접하게 연관되어 있다. 이 먹이사슬을 통해 영양 물질이 여러 유기체에 걸쳐 순환하고 에너지가 이동함을 세포호흡과 광합성의 순환적 과정을 통해 알게 되며, 이를 글이나 그림으로 표현해봄으로써 생태계가 끊임없이 역동적으로 움직이고 있음을 이해한다. 또한 원활한 물질의 순환과 에너지의 흐름이 생태계가 평형을 유지할 수 있는 조건임을 알게 된다.

이 영역은 5~6학년군 ‘생물과 환경’, 생명과학1의 ‘자연 속의 인간’과 연계된다.

## [학습 내용 성취 수준]

(1) 육상생태계와 수중생태계의 공통점과 차이점을 확인하고, 그것을 도표를 사용하여 설명한다.

(2) 육상생태계와 수중생태계 내의 요소들 간의 상호작용을 설명하고, 두 생태계의 요소들이 더 큰 생태계의 지속 가능성을 보장하는데 어떤 역할을 하는지 안다.

(3) 증은 환경에 어떻게 적응하며 진화해 왔는지 생물과 환경의 상호작용의 관점에서 설명한다.

(4) 인간의 활동이 육상생태계와 수중생태계에 미치는 영향을 조사하고, 이러한 요인이 생태계의 지속 가능성에 어떠한 영향을 미치는지 설명한다.

(5) 생태계를 보존하기 위해 선택된 계획의 효과를 평가한다.

(6) 세포흡과 광합성의 상호보완적 과정을 생태계 내의 에너지 흐름과 물질의 순환적 관점에서 설명한다.

## 다) 반응계의 상호작용

생물 또는 무생물에서 관측되는 다양한 현상의 바탕에는 화학 반응이 존재한다. 또한 화학반응은 계 안에서 일어나는 물질의 순환과 에너지의 전달과 매우 밀접한 연관이 있다. 이처럼 중요한 생물학적, 지구물리학적 현상의 원인이 되는 화학반응의 원리를 이해하는 것은 과학에서 매우 필수적이다.

주기율표의 주기적인 성질을 통해 원자와 전자의 상태를 예측할 수 있으며 이에 대한 이해를 통해 다양한 화학반응의 기본 원리를 깨달을 수 있다. 원자와 전자의 상호작용을 이해하면 화학반응을 설명하고 예측하는 것이 가능하다.

물질들은 다른 물질과의 상호작용을 통해 새로운 물질을 만든다. 반응하는 물질을 이루고 있던 원자들이 새롭게 배열되어 전혀 다른 성질의 물질을 만들기 때문이다. 배열이 달라질 때 계의 전체적인 에너지가 보존되기도 하고, 방출 또는 흡수되기도 한다. 이러한 에너지의 변화는 반응의 속도를 결정짓는 중요한 열쇠가 된다. 또한 우리가 추구하는

생성물을 만들기 위해 어떤 화학 반응의 결과를 정성적으로 예측할 필요가 있다. 계의 구성요소가 많은 경우 계의 정확한 미래를 예측하는 것은 불가능할 수 있으므로 많은 경우 평균적인 변화를 예측한다. 이것이 바로 확률인데 반응의 방향성을 결정하는 엔트로피와 밀접한 관련이 있다. 에너지와 엔트로피는 화학반응의 원리를 이해하는데 빠져서는 안 될 중요한 개념이다.

오늘날 다양한 산업 공정에서 화학 반응이 사용되고 있으며 이것이 인간의 건강과 안전에 미치는 영향을 분석하는 것은 매우 의미 있는 일이다. 오늘날의 인류는 많은 화학 반응의 생성물을 이용하고 그로부터 혜택을 받는 삶을 누리고 있기 때문이다. 또한 사회의 요구나 환경적 문제점을 해결하기 위해 사용되는 화학 반응의 적용을 분석하고 효과를 평가해 봄으로써 화학반응이 인간의 삶과 밀접한 관련이 있음을 알 수 있다.

이 영역은 7~9학년군 ‘여러 가지 화학 반응’, 화학의 ‘달은꼴 화학반응’과 연계된다.

## [학습 내용 성취 수준]

(1) 반응계를 구성하는 요소로서 원자와 분자, 전자가 있음을 이해한다.

(2) 주기율표의 주기적인 성질을 토대로 원자의 최외각 전자를 설명할 수 있는 모델을 개발한다.

(3) 주기율표의 주기적인 성질 및 원자의 최외각 전자를 토대로 간단한 화학 반응의 결과를 설명한다.

(4) 일상생활에서 사용되는 여러 가지 화학 반응이 원자나 분자, 이온, 전자들의 상호작용으로 이루어짐을 다양한 예를 통해 이해한다.

(5) 실험을 통해 화학 반응 시 에너지가 출입하는 것을 관찰하고 이것이 화학 반응의 속도와 관련이 있음을 설명할 수 있는 증거를 수집한다.

(6) 화학 반응의 방향성에 영향을 주는 것은 엔탈피와 엔트로피이며 이를 통합한 자유에너지를 정성적으로 이해한다.

(7) 다양한 화학 반응이 인간의 삶에 어떤

영향을 미치는지 분석한다.

(8) 화학 반응을 사회의 요구나 환경적 문제점을 해결하기 위해 적용한 후 효과를 평가한다.

#### IV. 결 언

그 동안 고등학교 1학년 과학을 통합과학의 형태로 개발해야 한다는 지향에는 대부분 전문가들의 공감에 있었으나, 통합과학에 대한 선행 연구가 불충분한데다 통합과학을 가르칠 교사 양성도 안 되었던 터라 본격적인 통합과학 교육과정의 개발은 계속 미루어져 왔었다. 그런 중에도 제6차와 7차 교육과정 개정에서는 고등학교 1학년 과학교육과정을 '공통과학'으로 개발하면서 부분적인 통합을 시도했었다. 2009 개정 과학교육과정에서는 비로소 획기적인 형태의 통합과학 교육과정의 개발이 이루어졌다. 그러나 학생들의 학업준비도와 인지수준에 대한 고려가 미흡한 채 방대한 학습량과 수준 높은 현대과학 개념이 많이 도입됨으로써 배우는 학생이나 가르치는 교사들에게 큰 어려움을 주었다. 이 연구에서는 자연 현상을 관통하는 기본 개념이나 원리를 통합 개념으로 정의하고, 이를 중심으로 현행 과학교육과정의 내용 범위에서 학생들의 수준에 적절한 내용 요소를 추출하여 고등학교 1학년 학생들을 위한 통합과학 교육과정을 개발하였다. 이는 현재 진행되고 있는 문·이과 통합형 과학과 교육과정의 개정에 새로운 관점을 제시할 수 있다는 데 의미가 있다고 하겠다. 그러나 이 연구는 선행 연구에 바탕을 두고 이루어진 이론적 연구이다. 따라서 이 교육과정의 효과를 검증하기 위한 현장 연구를 진행해야 하는 것이 추후 과제라 하겠다. 현장 연구를 통해서, 통합 개념 중심의 선택적 내용 구성이 가져올 수 있는 선수 개념 결핍 등 학교 현장의 학습 과정에서 나타날 수 있는 통합과학 교육과정의 한계점이 확인되고, 이를 개선하기 위한 방안이 제시되어야 할 것이다.

#### 참 고 문 헌

- 교육부(2014). 2015 문·이과 통합형 교육과정 총론 주요 사항. 교육과정정책과.
- 권재술, 박범익(1978). 통합과학 과정의 접근 방법에 관한 비교 연구. 한국과학교육학회지, 1(1), 35-44.
- 권재술, 최병순(1996). 통합교과(중등학교 과학과)의 교육과정·교과서 구조 개선 연구. 교육과정 개정 연구위원회.
- 김대현(1993). 학교에서의 통합교육과정 개발. 한국 교육, 20(1), 89-104.
- 김재복(1984). 교육과정의 통합적 접근에 관한 연구. 동국대학교 박사학위 논문.
- 김종건, 권낙원, 권재술, 김재형, 박영목, 이상혁, 이종원, 조난심, 최병순, 최용규(1996). 통합교과의 교육과정·교과서 구조 개선 연구. 교육과정 개정 연구위원회.
- 김진영, 오원근, 정진수, 김성원(2012). 2009 개정 과학과 교육과정에 따른 고등학교 '과학'에 대한 물리전공 교사와 타전공 교사의 인식 비교. 새물리, 62(2), 104-114.
- 방담이, 박은미, 윤희정, 김지영, 이윤하, 박지은, 송주연, 동효과, 심병주, 림희준(2013). Big idea를 중심으로 한 통합형 과학교육과정 틀 설계. 한국과학교육학회지, 33(5), 1041-1054.
- 손정우(2012). 융합형 과학의 효과적인 정착을 위한 제언. 한국과학교육학회 제61차 동계 학술대회. 2월 2~4일.
- 신영옥, 최병순(2012). 2009 개정 고등학교 '과학'의 운영 실태와 교사들의 인식 조사. 한국과학교육학회지, 32(10), 1599-1612.
- 심재호, 신명경, 이선경(2010). 2007 개정 과학과 교육과정의 주요 내용의 실행에 관한 과학교사의 인식. 한국과학교육학회지, 30(1), 140-156.
- 신희명, 이원식(1985). 중학 통합 교육과정에 관한 연구. 서울대학교 사대 논집, 30, 95-103.
- 윤희정, 윤원정, 우애자(2011). 2009 개정 과학과 교육과정과 융합형 과학 교과서에 대한 과학교사

의 인식. 교과교육학 연구, 15(3), 757-776.

이영주(1993). 현행 과학교육에 있어서의 통합 과학교육. 연세대학교 대학원 석사학위 논문.

이윤하, 윤희정, 송주연, 방담이(2014). 통합개념을 중심으로 한 싱가포르, 캐나다, 미국의 과학 교육과정 내용 요소 분석. 한국과학교육학회지, 34(1), 21-32.

이학동(1987). 통합 과학교육의 실태 조사(상). 과학교육. 시청각교육사, 24(10), 86-90.

이효녕, 권혁수, 박경숙, 정창렬, 오희진, 남정철 (2012). 과학 통합교육의 효과: 과학적 지식, 탐구능력, 과학관련 태도에 대한 메타 분석. 교원교육, 28(2), 223-245.

조희형, 박승재(1995). 과학론과 과학교육. 교육과학사.

최미화(1998). 통합 주제를 중심으로 한 중학교 수준의 통합과학 내용 구성 방안. 한국교원대학교 대학원 석사학위 논문.

최미화, 최병순(1999). 통합 주제를 중심으로 한 중학교 수준의 통합과학 내용 구성 방안. 한국과학교육학회지, 19(2), 204-216.

하혜정, 박현주, 김종희, 손정우, 김용진(2012). 고등학교 융합형 과학의 교수활동에 대한 생물 교사들의 어려움. 생물교육, 40(2), 267-277.

홍숙자(1993). 중학교 과학과 교육과정의 통합 과학적 고찰. 전북대학교 대학원 석사 학위 논문.

한국교육과정평가원(2014), PISA 2012 주요 결과: 수학·읽기·과학·문제해결력. 한국교육과정평가원 자료집. PIM 2014-12.

AAAS(1989). Science for All Americans. Washington, DC: AAAS Publication.

AAAS(1993). Benchmarks for Science Literacy. New York: Oxford University Press.

APEID(1982). Integrating subject areas in the primary education curriculum: A joint innovative project. Bangkok: UNESCO Regional Office for Education in Asia and the Pacific.

Haigh, G.(1975). Integrated!. London: George Allen & Unwin.

Ingram, J.B.(1979). Curriculum Integration and Lifelong Education. London: Hamburg and Pergamon Press.

NRC(1996). National Science Education Standard. Washington, DC: the National Academy Press.

NRC(2010). A Framework for K-12 Science Education:practices, crosscutting concepts, and core ideas. Washington, DC: the National Academy Press.

NRC(2013). Next Generation Science Standards: For States, By States. Washington, DC: the National Academy Press.

Yager, R.(1987). Science and Technology Education for All. 16th Pacific Science Congress. Seoul, Korea. September 1987.

## 국 문 요 약

과학은 자연 현상을 탐구하는 학문으로서 본질로 통합적인 성격을 띤다. 또한, 모든 학생을 위한 과학적 소양을 키우기 위한 과학교육의 목표를 효과적으로 달성하기 위해서는 통합적 과학교육이 요구된다. 이러한 관점에서 이 연구는 자연 현상을 관통하는 기본 개념이나 원리를 통합 개념으로 정의하고, 이를 중심으로 통합과학 교육과정의 내용을 구성하였다. 구성된 통합 개념 중심 과학교육과정의 대상은 고등학교 1학년이며, 성취수준을 제시하여 학습 내용의 수준과 범위를 나타내었다. 이 연구에서 제시한 통합과학 교육과정의 내용 구성은 현재 진행되고 있는 문·이과 통합형 과학과 교육과정의 개정에 새로운 관점을 제시할 수 있다는 데 의미가 있다.

주요어: 통합 개념, 통합과학 교육과정