



2015 개정 과학과 교육과정 ‘통합과학’과 사범대학 예비 과학 교사 교육 내용의 분석을 통한 예비 과학 교사 교육에 대한 시사점

김남희, 심규철*
공주대학교

Educational Implications for Pre-Service Science Teacher Training through the Comparative Analysis between 'Integrated Science' based on the 2015 Revised Science Curriculum and Educational Contents presented in the Pre-Service Science Teachers' Textbooks of the College of Education

Nam Hui Kim, Kew-Cheol Shim*
Kongju National University

ARTICLE INFO

Article history:

Received 16 December 2015
Received in revised form
26 December 2015
Accepted 28 December 2015

Keywords:

pre-service science teacher,
teacher training,
high school students,
science curriculum,
Integrated science

ABSTRACT

The purpose of this study is to examine implications of pre-service science teacher training by analyzing science field integration and connection between learning content presented in 'Integrated Science' for high school students based on the 2015 revised science curriculum, and in pre-service science learning materials (textbooks) of the college of education. For this study, the 2015 revised 'Integrated Science' curriculum and 11 types of pre-service science teachers' learning materials related to physics, chemistry, biological science, and earth science were selected. The results were as follows. Most of the learning content presented in the 2015 revised 'Integrated Science' curriculum had integrated two or more science fields. Also, almost all learning content presented in the 2015 revised 'Integrated Science' curriculum were included in pre-service science teachers' education content, with educational content for chemistry introduced at the highest rate. The textbooks for pre-service science teachers had the most learning contents of 'Energy and Environment' domain of 'Integrated Science' for high school students. Accordingly, these results suggest that 'integrated science materials' should be developed for proper the curriculum implementation. Also, training courses for science teachers responsible for 'Integrated Science' are required. Furthermore, a revised curriculum for the college of education and a method to link with certification examinations for secondary school teachers are needed.

1. 서론

1960년 이후, 우리나라는 급격한 산업 발달을 통해 과거 선진국들의 기술을 이전받아 모방했던 추격형 혁신체제를 벗어나 점차 스스로 문제를 새롭게 정의하고 해결해내는 연구 활동이 포함된 탈추격형 혁신체제로 전환되고 있다(Kim *et al.*, 2012; Song, 2006; Shim & Song, 2015). 이러한 한국 경제 성장을 이끌 주요 원동력으로써 전에 없던 것들을 생각하고 만들어내는 '창의적 인적 자본'이 제시되었으며, 이러한 '창의적 인적 자본'의 축적은 주어진 문제를 해결하는 것이 아니라 문제를 스스로 만들어내어 해결해내는 창의적 인재 교육을 통해 가능하다고 보았다(Kim & Chung, 2007; Kim *et al.*, 2012). 이에 교육의 목적은 '지식의 전달'에서 '지식의 활용을 통한 새로운 지식 창출'로 확장되었으며, 미래 교육은 창의적 인재 양성 과정을 포함해야 한다(KOFAC, 2009).

창의적 인재에 대해 다양한 정의들이 있으나, 일반적으로 창의적 인재란 '창의적인 사고를 통해 여러 학문 분야를 융합하고, 이를 활용하여 자신이 직면한 문제 상황을 해결하며, 새로운 결과물을 만들어내는 사람'을 말한다(Kim & Chung, 2007). 이러한 창의적 인재 양성을

위해서는 창의성을 발현시키기 위해 학생들로 하여금 다양한 흥미 영역을 경험하게 하며, 문제 해결 능력을 향상시키기 위해 여러 분야를 아우르는 관점을 갖도록 유도할 필요가 있다(Plucker & Runco, 1999). 또한 창의적인 과학 기술 인재 양성을 위해서는 학생들에게 창의력 및 상상력을 극대화할 수 있는 경험들을 제공해야 한다(Lee, 2008). 이러한 맥락에서 융합교육의 필요성이 증가하고 있다(Lee & Oh, 2012).

특히 과학의 경우, 자연 환경에서 실제 접하는 문제 상황들은 학생들이 배우는 교과목들처럼 명확히 분리되어있지 않다(Shin & Han, 2011). 또한 실제 학생들이 직면하는 다양한 문제 상황 역시 한 분야의 지식만으로는 해결할 수 없는 복잡한 특성을 지닌다(Kwon & Ahn, 2012). 따라서 이러한 측면들을 고려했을 때, 과학 교과에서 융합교육 또는 통합교육의 중요성은 점점 증가하고 있다고 말할 수 있다.

이러한 흐름에 따라 융합교육을 위한 다양한 정책들이 마련되었다. 특히 MEST(2010)는 '2011년 주요 정책 과제'의 세부 목표 중 하나로써 '창의적 인재 육성'을 제시하였으며, 세계적인 과학 기술 인재 양성에 대한 방안으로 STEAM 교육을 제시하였다. 2012년에는 '2012년 주요 정책 과제' 중 하나로써 STEAM 교육을 선정한 후, 이를 '융합인

* 교신저자 : 심규철 (skcshim@kongju.ac.kr)
<http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2015.35.6.1039>

재교육'이라 명명하여 강조하고 있다(MEST, 2011a). 이러한 경향은 국가 수준 교육과정에도 반영되어 2009 개정 과학과 교육과정에는 창의적 인재 양성을 위해 지나친 개념 중심, 인위적 분과 과목 구분을 뛰어넘을 수 있는 새로운 교과목을 포함시켰다(MEST, 2009). 이것이 소위 '융합형 과학'이라 불리는 2009 개정 고등학교 '과학'이다(MEST, 2009).

2009 개정 고등학교 '과학'의 경우, 교과서에 제시된 학습 내용들을 살펴보면 4개 과학 분야들의 인위적인 분과 과목 구분을 벗어나고자 하는 그 목적에 다소 부합하는 결과를 내었다는 긍정적인 측면을 가지고 있으나(Kim & Shim, 2015), 이를 수업하는 교사들은 '창의적 융합 인재 양성'이라는 교육과정 본래 목표에는 공감하는 것과 별개로 교과서 자체에는 다소 부정적인 인식을 가지고 있는 것으로 나타났다(Yoon, Yoon & Woo, 2011). 그리고 그 원인으로는 2009 개정 고등학교 '과학'에 대한 교사들의 인식 부족, 비전공 과학 분야에 대한 수업의 어려움, 교사들조차 제대로 이해하지 못하고 있는 최신 과학 내용의 수록 등이 제시되었다(Kim & Shim, 2015; Yoon, Yoon & Woo, 2011). 이렇듯 일선 교사들이 겪는 어려움들은 예비 과학 교사에게서도 동일하게 나타날 확률이 높으며(Kang, 2009), 실제 2009 개정 고등학교 '과학'을 수업함에 있어 예비 과학 교사들의 교육 내용이 부족하다는 선행 연구 결과가 제시되기도 하였다(Kim & Shim, 2015). 따라서 교사들뿐만 아니라 예비 과학 교사들로 하여금 본인의 전공 분야뿐만 아니라 과학 내 타 전공 분야까지 심도 있게 접근할 수 있는 교육과정 마련이 필요하다(Kim & Shim, 2015).

한편 MOE(2014)는 2009 개정 교육과정에서 추구한 인재상들을 기초로 하여 지식 정보화 사회에서 요구하는 '핵심 역량을 갖는 창의 융합형 인재'를 새로운 인재상으로 선정하고, 이를 위한 새로운 교육 과정 개발을 위해 '2015 문·이과 통합 교육과정 총론 주요 사항'을 발표하였다. 2015 개정 교육과정은 인문학적인 상상력과 과학기술의 창조력을 갖춘 창의융합형 인재 양성을 위한 다양한 교육 개혁 방안들을 포함하고자 하였으며(MOE, 2014), 이를 바탕으로 MOE(2015)는 2015 개정 교육과정을 발표하였다. 특히 2015 개정 과학과 교육과정의 경우, 학습 내용의 연계를 중시한 새로운 교육과정 개발 방향에 적합하도록 각 과학 분야들을 '운동과 에너지', '물질', '생명', '지구와 우주'로 구별하여 균등하게 배분하던 체제에서 벗어나, 이들의 핵심개념들을 체계적으로 구성함으로써 학교급, 학년, 과학 분야 간 연계를 가능하게 하고자 하였다(MOE, 2014). 또한 과학 개념의 이해뿐만 아니라, '과학적 핵심역량'이라 제시된 '과학적 사고력', '과학적 탐구 능력', '과학적 문제 해결력', '과학적 의사소통 능력', '과학적 참여와 평생학습 능력' 등을 함께 함양하고자 하였다(MOE, 2015). 이에 고등학교 과학과 교육과정에서는 '통합과학' 과목이 새롭게 등장하였다(MOE, 2015).

'통합과학'은 자연 현상을 통합적으로 이해하고, 이를 바탕으로 미래 사회 시민으로써 필요한 과학적 소양을 함양하고자 함을 목적으로 한다(MOE, 2015). 그리고 기존 과학과 구성 영역이었던 '운동과 에너지', '물질', '생명', '지구와 우주' 4개 영역을 다시 통합하여 '물질과 규칙성', '시스템과 상호작용', '변화와 다양성', '환경과 에너지'라는 4개 영역을 제시하였는데, 이들은 총 9개 핵심개념으로 구성된다(MOE, 2015). 특히 이 핵심개념들은 '통합과학' 교육과정의 내용체계를 봤을 때 각 영역에 해당하는 내용과 내용요소들을 포괄적으로 포함

하고 있다(MOE, 2015).

그러나 현재 학교 현장에서 과학 분야들이 통합된 교과목들을 공통과학 전공 이수자들이 전담하지 않는 것(Shim & Song, 2015; Yoon, Yoon & Woo, 2011)에 반해, 실제 예비 과학 교사들 중 공통과학을 필수로 이수하거나, 복수전공으로 선택하는 학생들이 과반수인 학과는 전체의 50% 정도에 불과하다(Yang *et al.*, 2013). 또한 과학 교사들과 예비 과학 교사들은 과학 내 타 전공 과학 분야를 가르치는데 있어 어려움을 느낄 수 있다(Kim & Shim, 2015; Yoon, Yoon & Woo, 2011)는 선행 연구 결과들을 고려했을 때, 현재 예비 과학 교사들이 과학 분야가 통합된 내용을 가르치기 위해서 얼마나 준비되고 있는가를 살펴볼 필요가 있다. 그러나 아직 새로 발표된 2015 개정 '통합과학'에 대해 과학 교사 및 예비 과학 교사 교육 관점에서 '통합과학'의 과학 통합성에 대한 연구들은 진행되지 않았으며, 이는 예비 과학 교사들을 대상으로 대학에서 이뤄지는 교육 내용과의 연관성 연구 역시 마찬가지이다.

따라서 기본적인 과학 개념들을 통합적으로 이해하고 과학 탐구 경험을 통해 과학적 핵심역량을 키우고자 의도하는 '통합과학'의 성격을 고려하여 예비 과학 교사들이 나중에 현장에 나가 본 교과를 수업해야 할 때, '통합과학'이라는 교과 내에서 각 과학 분야들이 어떤 방식으로 연관되어 있으며, 수업을 원활하게 진행하기 위해 교사들이 명확히 이해해야 하는 개념들이 예비 과학 교사 교육과정에서 충실하게 다뤄지고 있는지를 확인하기 위해 '통합과학'에 제시된 학습 내용의 과학 분야 통합성 및 학습 내용과 예비 과학 교사들이 각 과학 분야 강의들에서 기초로 배우고 있는 일반 과학 교재에 제시된 교육 내용 간 연관성을 분석할 필요가 있다.

이에 따라 본 연구에서는 2015 개정 '통합과학' 교육과정의 성취기준 속 학습 내용들에 나타난 과학 분야들을 확인하여 이들의 과학 분야 통합성을 분석하고, 학습 내용과 예비 과학 교사들이 배우는 일반 과학 교재에서 추출한 교육 내용들을 비교 분석하여 이들 사이에 나타나는 연관성을 파악하고자 하였다. 이를 통해 통합 과학 교육에 대한 시사점과 더 나아가 2015 개정 과학과 교육과정에 제시된 '통합과학'의 현장 도입을 준비하는 교사 및 예비 과학 교사 교육에 대한 시사점을 제공하고자 한다. 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 2015 개정 과학과 교육과정의 '통합과학'에 제시된 학습 내용의 과학 분야 통합성은 어떠한가?

둘째, 2015 개정 과학과 교육과정의 '통합과학' 학습 내용과 예비 과학 교사 교육 내용 간 연관성은 어떠한가?

II. 연구 내용 및 방법

1. 분석 대상

가. 2015 개정 '통합과학' 교육과정

본 연구에서는 객관적인 분석을 위해 2015 개정 과학과 교육과정에 제시된 '통합과학' 교육과정을 분석 대상으로 선정하였다(Table 1). 분석 대상은 2015 개정 '통합과학' 교육과정에 따라 '물질과 규칙성', '시스템과 상호작용', '변화와 다양성', '환경과 에너지'의 4개 영역, '물질의 규칙성과 결합', '자연의 구성 물질', '역학적 시스템', '지구시

Table 1. List of teaching materials(Textbooks) for pre-service science teachers

과학 분야	제목	연도	저자	출판사
물리학	일반물리학 (9TH EDITION)	2011	David Halliday 외 2인	범한서적
	일반물리학 (8TH EDITION)	2010	Raymond A. Serway 외 2인	복스힐
	수학 없는 물리	2010	Paul G. Hewitt	Pearson Education Korea
화학	일반화학 (8TH EDITION)	2011	Steven S. Zumdahl 외 1인	사이플러스
	일반화학 (6TH EDITION)	2008	David W. Oxtoby 외 2인	사이플러스
	화학의 기본개념 (9TH EDITION)	2013	Leo J. Malone 외 1인	자유아카데미
생명과학	생명과학 (9TH EDITION)	2012	Jane B. Reece 외 3인	바이오사이언스
	생명 생물의 과학 (9TH EDITION)	2012	David Sadava 외 3인	라이프사이언스
	생명과학 (역동적인 자연과학)	2009	Peter J. Russell 외 3인	라이프사이언스
지구과학	지구과학개론	2005	한국지구과학회	교학연구사
	지구환경과학	1997	한국지구과학회	대한교과서주식회사

Table 2. Learning contents presented in 'Integrated Science' based on the 2015 revised science curriculum

연번	영역	핵심개념	성취기준 속 학습 내용
1	물질과 규칙성	물질의 규칙성과 결합	<ul style="list-style-type: none"> - 우주 초기 진화과정에서 나타나는 지구와 생명체, 우주를 구성하는 원소들 - 우주 기본입자들의 응집되어 생성된 무거운 원소들 - 원소들의 주기성과 자연의 규칙성 - 지구와 생명체를 이루는 원소들이 결합을 형성하는 이유와 그 종류 - 인류에게 필요한 물질이 만들어지는 결합의 차이 및 각 화합물의 성질
		자연의 구성물질	<ul style="list-style-type: none"> - 광물, 탄소화합물과 같이 특정한 규칙성에 따라 지각과 생명체를 구성하는 다양한 형태의 물질 - 단백질, 핵산과 같이 기본적 단위체의 다양한 조합을 통해 형성된 생명체 구성 물질 - 물질의 여러 가지 물리적 성질을 변화시켜 개발한 다양한 신소재
2	시스템과 상호작용	역학적 시스템	<ul style="list-style-type: none"> - 지구상 물체들을 구성하는 일정한 힘을 받아 끊임없이 변화하면서도 지속성을 유지하는 체계적인 시스템 - 일상생활에서 나타나는 충돌로 인한 안전사고 및 안전장치의 효과성
		지구시스템	<ul style="list-style-type: none"> - 태양계를 이루는 구성요소이며, 그 자체로 시스템을 이루는 지구시스템 - 지구시스템 내부 물질순환 및 에너지 흐름에 의해 나타나는 다양한 자연 현상 - 판구조론 관점에서 해석하는 지권의 변화 및 이러한 변화가 지구시스템에 미치는 영향
3	변화와 다양성	생명시스템	<ul style="list-style-type: none"> - 지구시스템의 생물권 및 생명체에서 나타나는 다양한 세포 수준의 활동 - 생명 시스템 유지를 위한 화학 반응과 생체 촉매 - 유전자부터 단백질까지 생명 시스템 유지를 위해 필요한 세포내 정보의 흐름
		화학변화	<ul style="list-style-type: none"> - 지구와 생명 역사에 큰 변화를 가져온 광합성, 화석연료 사용, 철의 제련에서 나타나는 공통점 - 생명 현상 및 일상생활에서 산화-환원 반응에 의해 일어나는 다양한 변화 - 산성과 염기성으로 구별하는 다양한 물질 분류 - 산과 염기에 의한 중화 반응 및 활용 사례
4	환경과 에너지	생물다양성과 유지	<ul style="list-style-type: none"> - 지구 환경의 변화를 나타내는 지질시대와 변화에 적응한 생물들의 생물 다양성 - 변이와 자연선택에 의한 내성 생명체의 출현 및 인간의 활동이 생물 다양성에 미치는 영향 - 유전적 다양성, 종 다양성, 생태계 다양성을 포함한 생물다양성 보전 방안
		생태계와 환경	<ul style="list-style-type: none"> - 생태계 구성 요소와 생물과 환경의 상호작용 및 인간의 생존을 위한 생태계 보존 - 생태계 평형 유지 과정 및 환경 변화가 생태계에 미치는 영향 - 엘니뇨, 사막화 등과 같은 지구 기후 변화가 지구 환경과 인간에게 미치는 영향 및 문제 해결 방안 - 에너지의 사용과 열효율
4	환경과 에너지	핵 발전과 차세대 에너지	<ul style="list-style-type: none"> - 발전기 모형을 통해 확인하는 화석 연료나 핵에너지의 전기에너지 변환 과정 - 발전소에서 가정 및 사업장까지 이어지는 원거리 전력 수송 과정 - 태양 에너지의 생성 및 이로 인해 나타나는 지구의 에너지 순환 및 전환 - 지구 기후 변동의 해결책으로써의 핵 발전과 태양광, 풍력발전의 장단점과 개선방안 - 에너지 문제를 해결하기 위한 차세대 에너지 기술 개발의 필요성 및 파력, 조력, 연료전지와 같은 발전의 원리를 이용한 대안적 방안

스탬’, ‘생명시스템’, ‘화학변화’, ‘생물다양성과 유지’, ‘생태계와 환경’, ‘핵 발전과 차세대 에너지’라는 9개 핵심개념으로 이뤄져 있으며, 이에 해당하는 성취기준의 수는 총 32개이다(MOE, 2015). 교육과정 에 제시된 ‘영역’은 교과서에 제시된 ‘대단원’과 내용 수준이 같으며, 핵심 개념은 ‘중단원’과 내용 수준이 같다.

나. 예비 과학 교사 교육 내용과의 연관성 분석을 위한 일반 과학 교재

본 연구에서는 2015 개정 ‘통합과학’ 교육과정 학습 내용에 대한 예비 과학 교사 교육 내용 분석을 위해 4개 과학 분야(물리학, 화학, 생명과학, 지구과학)에서 총 11종 일반 과학 교재를 선정하였다. 분석

을 위한 일반 과학 교재 선정 방식은 Kim & Shim(2015)이 사범대학 예비 과학 교사 교육 내용 선정을 위해 사용한 교재 선정 방식을 차용 하였으며 그 목록은 Table 1과 같다.

2. 연구 방법

가. 2015 개정 ‘통합과학’ 교육과정에 제시된 학습 내용 추출

본 연구에서는 2015 개정 ‘통합과학’ 교육과정에 제시된 학습 내용을 추출하기 위해 우선 교육과정에 제시된 각 성취기준 및 성취기준 해설을 정리하여 각 성취기준에 제시된 과학적 개념을 포함할 수 있는 학습 주제들을 추려내고 이들을 학습 내용으로 추출하였다(Table 2).

Table 3. Learning contents presented in teaching materials(textbooks) for pre-service science teachers

과학 분야 (학습 주제수)	교육 내용에 해당하는 학습 주제
물리학 (31)	1차원 운동, 2차원 운동, 뉴턴의 운동 법칙, 에너지 보존, 운동량과 충돌, 회전 운동과 중력의 법칙, 회전 평형과 회전 동역학, 고체와 유체, 기계 운동론, 열과 물질의 열적 성질, 열역학 법칙, 진동과 파동, 소리[음파], 물질의 자성, 고체의 전도성, 전기력과 전기장, 전기 에너지와 전기용량, 전류와 전기 저항, 직류 회로, 자기장, 전자기 유도와 유도계수, 교류 회로와 전자기 진동, 전자기파, 빛의 반사와 굴절, 파동 광학, 광학 기기, 상대성 이론, 양자 물리, 원자 물리, 핵물리와 핵에너지, 쿼크와 경입자와 대폭발
화학 (34)	물질의 분류, 원자, 분자와 이온, 화합물의 성분원소, 원소와 화합물의 질량 측정, 화학반응식의 구성 및 종류, 수용액에서의 화학반응, 기계, 에너지의 본질과 종류, 화학 반응에서의 열화학, 주기율표와 원자들의 주기성, 공유결합, 이온결합, 액체와 고체, 용액의 특성, 화학 반응 속도, 화학 평형, 산과 염기, 용해도 평형, 화학 반응에서의 열역학, 산화-환원 반응, 전지, 자연발생방사능과 이용, 유발핵변환과 이용, 주족 원소, 전이금속의 성질, 분자와 빛의 상호작용, 무기재료물질, 고분자, 유기화합물의 응용, 탄화수소, 탄화수소 유도체, 생화학적 화합물의 종류, 생명체 내에서의 생화학반응
생명과학 (54)	생명의 특성, 생명체의 화학적 구성, 물의 특성과 생명, 탄소화합물, 세포의 구조와 기능, 세포막과 막수송, 생명체내에서의 에너지 변환, 세포호흡, 광합성, 세포 신호 교환, 세포주기, 감수분열, 멘델의 유전, 유전자와 염색체, 유전자 복제, 유전자 발현, 유전자 발현 조절, 생명공학, 다윈의 진화론, 집단의 진화, 유전체 진화, 종의 개념과 분화, 지구 생물의 역사, 생물의 계통발생과 계통수, 바이러스, 원핵생물, 원생생물, 식물의 계통 분류, 균류, 동물의 계통 분류, 식물의 구조와 기능, 관다발 식물 물질 수송, 식물의 영양, 식물의 생식, 외부 신호에 대한 식물의 반응, 동물의 형태와 기능, 동물의 영양, 순환계, 면역계, 호흡계, 배설계, 내분비계, 동물의 생식, 동물의 발생, 신경 전달, 신경계, 감각계, 근골격계, 동물의 행동, 생물권, 개체군생태학, 군집생태학, 생태계, 보존생물학과 복원생태학
지구과학 (43)	지구의 탄생, 지구의 형성과 크기, 지구의 구조, 지구의 자기장과 중력장, 지구의 에너지, 대기의 상태, 대기의 이동, 대기 중 물, 해수의 성질, 해류와 조류, 해저지형과 해양의 역할, 일기의 변화, 기후와 변화, 전 지구적 물질 순환, 지표변화, 판구조론, 지진, 변성작용과 변성암, 퇴적작용과 퇴적암, 화산활동과 화산암, 조산운동과 조류운동, 지질구조, 우리나라의 지질구조, 지질시대와 생물, 화석과 화석화 작용, 우리나라의 지질시대, 우주의 기원, 별의 진화, 우주의 모습, 은하의 세계, 우리 은하, 태양, 태양계의 형성과 구조, 지구의 운동, 달과 흑성의 운동, 천구와 별자리 좌표, 시와 역, 지구의 자원, 지하수, 지구물리탐사, 환경오염, 환경재해, 환경보전

학습 내용으로 선정한 성취기준 속 학습 주제의 범위와 수준은 성취기준 및 성취기준 해설에 제시된 내용을 기준으로 하였다.

나. 예비 과학 교사 교육 내용 추출

본 연구에서는 예비 과학 교사들이 배우는 일반 과학 교재에 실린 예비 과학 교사 교육 내용을 추출하기 위해 Kim & Shim(2015)이 제시한 사범대학 예비 과학 교사 교육 내용 추출 방식을 참고로 하여, 각 과학 분야 일반 과학 교재 목차의 챕터 수준에서 학습 주제들을 추려내어 예비 과학 교사 교육 내용으로 추출하였다. 이러한 과정에서 ‘생화학’과 같이 추려진 학습 주제가 과학 분야의 전공과목과 동일한 수준일 경우에는 그보다 한 단계 낮은 수준에서 학습 주제를 추려내어 예비 과학 교사 교육 내용으로 추출하였다(Table 3).

다. 2015 개정 ‘통합과학’ 교육과정에 대한 과학 분야 통합성 분석

본 연구에서는 2015 개정 ‘통합과학’ 교육과정 성취기준의 학습 내용에 나타난 과학 분야 통합성을 알아보기고자, 각 학습 내용에 제시된 과학적 개념들의 과학 분야들을 확인한 후 체크하였으며, 이 때 학습 내용에 해당하는 과학 분야가 여러 개인 경우는 각 과학 분야들을 중복 체크하였다. 예를 들면 ‘우주 초기 진화과정에서 나타나는 지구와 생명체, 우주를 구성하는 원소들’의 경우, 성취기준 및 성취기준 해설에 제시된 과학적 개념들이 물리학, 화학, 생명과학, 지구과학 분야에서 모두 확인되었으므로, 4개 과학 분야 모두 중복 체크하였다. 이러한 결과를 토대로 2015 개정 ‘통합과학’ 교육과정 성취기준의 학습 내용에 나타난 과학 분야 통합성을 알아보기 위해 각 학습 내용들에 제시된 과학 분야들을 확인하고, 여기서 나타난 과학 분야들을 물리학, 화학, 생명과학, 지구과학으로 표시하여 각 학습 내용 안에서 과학 분야들이 어떤 식으로 통합되어 나타났는지 그 통합 유형을 확인하였다. 이후 이러한 과학 분야 통합 유형을 영역 별로 분석하여 그 경향을

라. 2015 개정 ‘통합과학’ 교육과정과 예비 과학 교사 교육 내용 간 연관성 분석

본 연구에서는 2015 개정 ‘통합과학’ 교육과정과 예비 과학 교사 교육 내용 간 연관성 분석을 위해, 2015 개정 ‘통합과학’ 교육과정에 제시된 성취기준의 학습 내용과 예비 과학 교사 교육 내용을 비교·분석 하였다. 그 방식은 다음과 같다. 우선 32개 성취기준의 학습 내용에 제시된 과학적 개념들을 확인하고 이들이 소개된 예비 과학 교사 교육 내용을 확인하였다. 통합과학 교육과정의 하나의 학습 내용에 제시된 과학적 개념들이 여러 예비 과학 교사 교육 내용에서 확인된 경우에는 확인된 모든 예비 과학 교사 교육 내용에 해당하는 것으로 간주하였다. 예를 들면 ‘우주 초기 진화과정에서 나타나는 지구와 생명체, 우주를 구성하는 원소들’의 경우, 해당 학습 내용에 제시된 ‘우주 초기의 진화 과정’이 물리학 분야의 ‘쿼크와 경입자와 대폭발’, 지구과학 분야의 ‘우주의 기원’에 각각 소개되므로 이를 확인하여 두 개 예비 과학 교사 교육 내용에 해당하는 것으로 하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 2015 개정 ‘통합과학’ 교육과정에 제시된 성취기준들의 학습 내용에 대한 과학 통합성 분석 결과

2015 개정 ‘통합과학’ 교육과정에 제시된 성취기준들의 학습 내용에 대한 과학 통합성을 분석한 결과는 다음과 같다. 우선 학습 내용에 제시된 과학 분야를 분석한 결과, 전체 32개 학습 내용 중 생명과학 분야가 확인된 것이 21개(76%)로 가장 많았으며, 물리학 분야가 확인된 것이 13개(42%)로 가장 적었다(Figure 1).

2015 개정 ‘통합과학’ 교육과정에 제시된 영역 별로 학습 내용에 나타난 과학 분야를 분석한 결과를 살펴보면 각 영역에 따라 높은

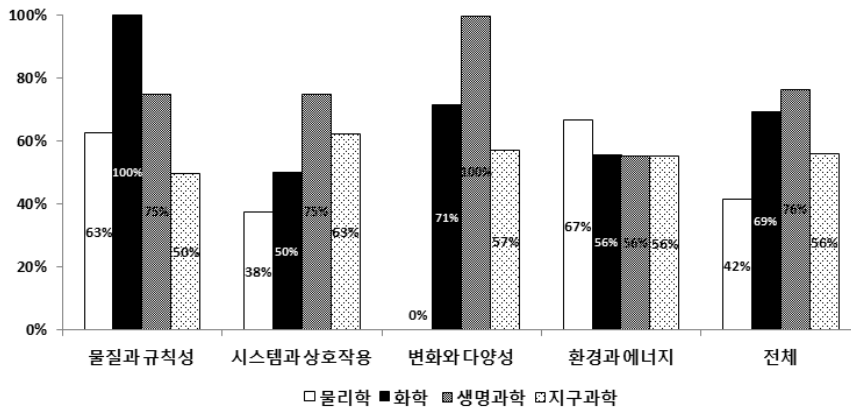


Figure 1. The percentage of learning contents presented in domain of 'Integrated Science' based on the 2015 revised science curriculum according to science field

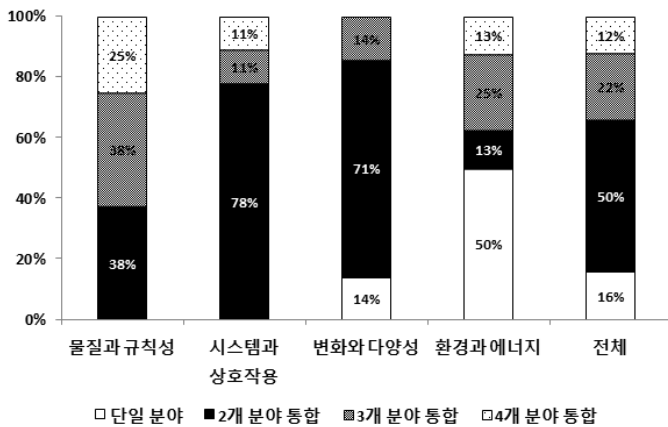


Figure 2. The percentage of integrated types of science field of learning contents presented in 'Integrated Science' based on the 2015 revised science curriculum according to domain

비율로 나타나는 과학 분야에 차이가 있음을 알 수 있다(Figure 1), '물질과 규칙성' 영역에서는 제시된 모든 학습 내용에서 화학 분야가 확인되었으며, '시스템과 상호작용' 영역에서는 물리학 분야를 제외한 다른 과학 분야들이 과반수의 학습 내용에서 확인되었다. '변화와 다양성' 영역에서는 제시된 모든 학습 내용에서 생명과학 분야가 확인되었으나, 물리학 분야가 확인된 것은 없었다. '환경과 에너지' 영역은 물리학 분야가 상대적으로 많은 학습 내용에서 나타난 것으로 보이나, 나머지 화학, 생명과학, 지구과학 분야 역시 반수 이상의 학습 내용에서 확인되었다. 이는 '물질과 규칙성' 영역은 화학 분야, '시스템과 상호작용', '변화와 다양성' 영역은 생명과학 분야, '환경과 에너지' 영역은 물리학 분야가 상대적으로 비중 있게 다루지고 있음을 의미한다.

2015 개정 '통합과학' 교육과정에 제시된 성취기준의 학습 내용에서 나타나는 과학 분야 통합 유형을 분석한 결과는 다음과 같다. 우선 전체 학습 내용들 중 단일 과학 분야만이 제시된 것은 전체 32개 중 4개(13%)개에 불과하였으며, 나머지 28개(87%) 학습 내용에서는 2개 이상 과학 분야들이 함께 제시된 것을 확인할 수 있었다(Figure 2). 또한, 이들 중 2개 과학 분야가 통합되어 나타난 학습 내용이 15개로 전체 47%를 차지하고 있으며, 3개 과학 분야가 통합되어 나타난 학습 내용이 8개(25%), 4개 과학 분야 모두 통합된 학습 내용은 5개로 전체 학습 내용의 16%에 해당하는 것을 알 수 있었다. 이는 '통합과학'

교육과정에 제시된 학습 내용들 중 87%에서 각 과학 분야들이 통합되어 제시되어 있다는 의미로 해석 가능하다. 즉, 2개 이상 과학 분야가 함께 제시되어 설명되는 학습 내용들이 전체 학습 내용들 중 80% 이상을 차지하고 있다는 측면에서, 이는 '각 과학 분야의 분과적 구성'이란 한계를 넘고자 했던 '통합과학'의 목적(MOE, 2014)에 적절한 내용 구성이라 판단이 가능하다. 또한 이렇게 과학 분야의 통합성이 높게 나타난 것은 과학을 교과나 소재 중심으로 통합하여 학생들에게 교육했을 때 학생들의 과학적 지식의 습득, 과학과 관련된 태도의 형성, 과학적 탐구 능력 획득에 효과적이었다는 선행연구 결과(Lee et al., 2012)에 비추었을 때, 매우 긍정적으로 평가할 수 있다.

좀 더 세부적으로 각 학습 내용들에서 과학 분야들이 어떤 식으로 통합되었는지 그 유형을 살펴보면, 학습 내용에서 단일 분야로서 확인된 과학 분야는 물리학 분야와 생명과학 분야였다. 학습 내용에서 2개 과학 분야가 통합되어 제시된 과학 분야 통합 유형의 경우, 화학과 생명과학 분야가 함께 제시된 화학-생명과학 유형이 8개로 가장 많았으며, 이는 전체 학습 내용의 25%를 차지한다. 3개 과학 분야가 통합된 유형들의 경우, 화학과 생명과학 분야, 지구과학 분야가 함께 제시된 화학-생명과학-지구과학유형이 4개로 가장 많았다. 4개 과학 분야가 통합된 과학 분야 통합 유형의 경우 5개로 전체 학습 내용 중 16%에 해당되며, 이는 분석 결과 확인된 학습 내용의 과학 분야 통합 유형들 중 두 번째로 많았다.

또한 '영역' 별로 과학 분야 통합 유형을 살펴보면, 영역에 따른 차이가 있으나, 상대적으로 학습 내용에서 과학 분야의 통합성이 낮은 영역들이 확인되었다(Figure 2). '물질과 규칙성'과 '시스템과 상호작용' 영역에서는 한 개 과학 분야만이 제시된 단일 분야 학습 내용이 확인되지 않았다. '물질의 규칙성' 영역에서는 2개 과학 분야 통합 유형, 3개 과학 분야 통합 유형, 4개 과학 통합 유형이 각각 유사한 비율로 나타나있으며, '시스템과 상호작용' 영역에서는 2개 과학 분야가 통합된 유형들이 반수 이상 나타난 것을 확인할 수 있다. '변화와 다양성'과 '환경과 에너지'에서는 단일 분야만이 제시된 학습 내용들이 확인되었다. '변화와 다양성' 영역 역시 2개 과학 분야가 통합된 유형이 반수 이상 확인되었으며, '환경과 에너지'에서는 전체 학습 내용 중 절반에 해당하는 것들에서 단일 과학 분야만이 제시되었음을 확인하였다.

이러한 연구 결과는 다음과 같은 의미들을 시사한다. 우선 2015 개정 '통합과학' 교육과정에 제시된 학습 내용들의 과학 분야 통합성

이 높은 것은 매우 긍정적이나 과학 분야가 통합된 유형을 살펴봤을 때, 두 개 과학 분야들이 결합된 유형이 전체 과반수를 차지했다 (Figure 2)는 분석 결과는 하나의 통합체로써 이해해야하는 자연 현상의 속성을 고려했을 때(Gang *et al.*, 2007), 적절한 통합 과학 교육의 실행을 위해 이를 보완할 수 있는 방안 마련이 필요함을 시사한다. 따라서 이를 위해 2015 개정 '통합과학' 교육과정이 현장에 도입될 때 함께 활용 가능한 다양한 통합과학 관련 소재들을 개발 및 보급할 필요가 있다.

또한 기존에 통합 과학 교육을 위해 실행되었던 제 6차 교육과정의 '공통과학', 제 7차 교육과정의 고등학교 1학년 '과학', 2009 개정 교육과정의 고등학교 '과학'의 경우, 통합적인 과목의 성격에도 불구하고, 과학 교사들이 '과학 내 타전공 분야를 수업할 때 느끼는 지식의 부족과 이로 인한 자신감의 상실', '교육과정에 대한 이해 부족' 등으로 인해 각 과학 분야들을 나누어 분절적 수업을 실행하고 있다는 문제가 제기되었다(Noh *et al.*, 2000; Shin & Choi, 2012; Yoon, Yoon & Woo, 2011). 이러한 문제는 과학 분야의 강한 통합성과 본 과목이 수능 필수 과목이 될 수 있다는 측면을 고려할 때, 2015 개정 '통합과학' 교육과정에서도 동일하게 나타날 수 있다(Song & Na, 2015). 따라서 이에 대한 대처 방안을 마련할 필요가 있다. 우선 과학 교사들이 과학 내 타 전공 과학 분야에 대해 지식이 부족하다고 느끼는 것은 분과적 전공 이수에 의해 야기되었다고 판단할 수 있으므로, 이를 극복하기 위해서 과학 교사들을 대상으로 자신의 전공 분야뿐만 아니라 과학 내 타 전공 분야까지 포괄적으로 다루어 교사들의 지식 이해를 돕고, 통합적 사고 경험을 제공할 수 있는 교사 연수 과정을 마련해야한다 (Shin & Choi, 2012). 또한 교육과정의 실행의 주체인 교사가 교육과정에 대해 이해가 부족할 경우, 의도한 교육과정이 제대로 실행되지 못할 수 있다(Kim & Kim, 2015)는 측면을 고려할 때, 현장에서 '통합과학'이 실시되기 전에 현장 과학 교사들을 대상으로 하여 교육과정의 목적과 내용 등에 대해 명확히 이해할 수 있는 전문 연수 프로그램들을 마련해야한다. 더불어 예비 과학 교사 교육 측면에서 과학 교사들이 겪는 어려움들을 예비 과학 교사들이 동일하게 경험할 수 있다(Kang, 2009)는 점과 현재 예비 과학 교사 양성 체제에서 전국 53개 과학교육 관련 학과들 중 공통과학 복수전공이 필수로 지정되어 있거나, 복수전공으로 선택한 학생들이 학과 내 반수 이상인 학과는 전체의 약 50%에 불과하다는 점(Yang *et al.*, 2013)을 고려했을 때, 분과적 전공 이수 한계를 타파하고자 하는 노력이 필요하다. 따라서 예비 과학 교사들이 '통합과학' 교육과정에 미리 대비하고, 통합 과학 교육을 접할 수 있도록 사범대학 교육과정 내 통합 과학 교육과정을 마련하고, 이를 현재 중등 과학 임용체제와 연계하는 방안을 고려할 필요가 있다.

2. 2015 개정 '통합과학' 교육과정에 제시된 학습 내용과 예비 과학 교사 교육 내용 간 연관성 분석 결과

2015 개정 '통합과학' 교육과정에 제시된 성취기준의 학습 내용과 예비 과학 교사 교육 내용 간 연관성을 분석한 결과, 2015 개정 '통합과학' 교육과정에 제시된 성취기준의 학습 내용들은 예비 과학 교사 교육 내용에서 모두 포함하고 있는 것을 확인할 수 있었다(Figure 3). 이는 예비 과학 교사들이 사범대학에서 배우는 교육 내용들을 성실히 습득한다면 2015 개정 '통합과학' 교육과정에 제시된 학습 내용을 충

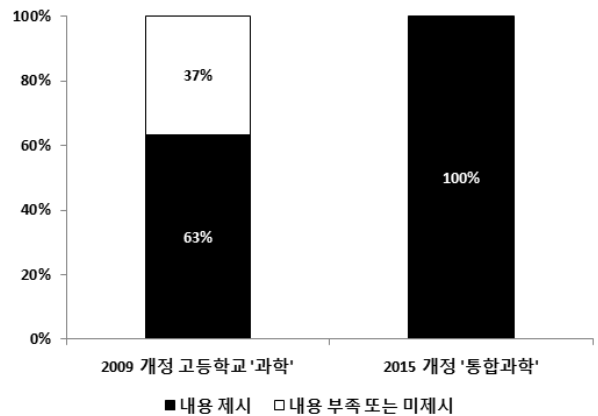


Figure 3. Connection among learning contents' presented in high school 'science' based on the 2009 revised science curriculum and 'Integrated Science' based on the 2015 revised science curriculum, and teaching materials for pre-service science teachers

분히 숙지할 수 있다는 의미로 해석 가능하다. 이러한 결과는 전체 학습 내용 중 37%가 예비 과학 교사 교육 내용에서 내용이 부족하거나 미제시되어 과학 교사 및 예비 과학 교사들을 대상으로 하는 별도의 교육 프로그램이 필요했던 2009 개정 고등학교 '과학'(Kim & Shim, 2015)에 비해 긍정적인 측면을 보인다고 사료된다.

2015 개정 '통합과학' 교육과정 성취기준의 학습 내용과 예비 과학 교사 교육 내용 간 연관성을 과학 분야 별로 분석한 결과, 2015 개정 '통합과학' 교육과정에 제시된 성취기준의 학습 내용에서 지구과학 분야의 예비 과학 교사 교육 내용의 수가 전체 43개 중 23개(53%)로 가장 많았으며, 상대적으로 물리학 분야의 예비 과학 교사 교육이 전체 31개 중 17개(55%)로 가장 적었다. 그러나 비율을 살펴보면 화학 분야의 예비 과학 교사 교육 내용 34개 중 21개(62%)가 제시되어 가장 높은 비율로 소개되었음을 확인할 수 있었으며, 상대적으로 생명과학 분야의 예비 과학 교사 교육 내용 43개 중 19개(35%)만이 제시됨으로써 가장 적은 교육 내용들이 소개되었음을 확인할 수 있었다. 이는 학습 내용의 과학 통합성 분석 시 생명과학 분야가 가장 높게 나온 것과 배치된 결과라 생각할 수 있으나, 실제 '생물권'과 '생태계'와 같이 각 학습 내용에서 반복적으로 제시된 과학적 개념들이 많은 경우, 과학 분야 통합성 분석에서는 중복 체크가 되나, 예비 과학 교사 교육 내용에서는 단일 체크됨으로써 나타나는 결과라 사료되며, 이런 의미에서 생명과학 영역은 상대적으로 일부 교육 내용들이 반복되어 제시되었음을 알 수 있었다.

또한 이러한 분석 결과는 2015 개정 '통합과학'을 수업하기 위해서 각 과학 분야 별로 평균적으로 51%의 예비 과학 교사 교육 내용을 숙지해야함을 의미한다. 이러한 수치는 수업을 위해 각 과학 분야 예비 과학 교사 교육 내용의 86.6%를 배워야했던 2009 개정 고등학교 '과학'에 비해서는 상대적으로 낮은 수치임을 알 수 있다(Kim & Shim, 2015), 이는 2009 개정 고등학교 '과학'에서 지도의 어려움 중 하나로 지적되었던 '과도한 학습량'의 한계를 벗어나고자 한 2015 개정 교육과정의 의도(MOE, 2014)가 반영된 결과로 해석이 가능하다. 그러나 교사와 함께 교육과정 실행의 주요 요인으로 작용하는 교과서의 경우 (Fullan & Porfreat, 1982), 교육과정의 목표를 달성하기 위해 교육과정에 제시된 학습 내용을 학생 수준에 맞게 선정하고 조직한 학습도서로써 역할을 수행하게 된다(KNUE, 2009). MEST(2011b)는 고시 제

Table 4. Learning contents presented in teaching materials for pre-service science teachers regarding 'Material and Regularity' domain of 'Integrated Science' based on the 2015 revised science curriculum

영역	핵심개념	성취기준의 학습 내용	과학 분야 별 예비 과학 교사 교육 내용			
			물리학	화학	생명과학	지구과학
물질과 규칙성	물질의 규칙성과 결합	- 우주 초기 진화과정에서 나타나는 지구와 생명체, 형성되는 우주를 구성하는 원소들		원자, 분자와 빛의 상호작용, 유발핵변환과 이용, 주기율표와 원자들의 주기성, 주족원소, 공유결합, 이온결합, 물질의 분류	생물체의 화학적 구조	우주의 기원, 별의 진화, 태양, 지구의 탄생, 광물
		- 우주 기본입자들의 응집되어 생성된 무거운 원소들	쿼크와 경입자와 대폭발, 빛의 반사와 굴절, 원자물리, 핵물리와 에너지			
자연의 구성물질	자연의 구성물질	- 지구와 생명체를 이루는 원소들이 결합을 형성하는 이유와 종류		액체와 고체, 무기재료물질, 탄화수소, 고분자, 생화학적 화합물의 종류	탄소화합물	지구의 구조, 광물
		- 인류에게 필요한 물질이 만들어지는 결합의 차이 및 각 화합물의 성질	쿼크와 경입자와 대폭발, 고체의 전도성, 열과 물질의 열적 성질, 물질의 자성			

Table 5. Learning contents presented in teaching materials for pre-service science teachers regarding 'System and Interaction' domain of 'Integrated Science' based on the 2015 revised science curriculum

영역	핵심개념	성취기준의 학습 내용	과학 분야 별 예비 과학 교사 교육 내용			
			물리학	화학	생명과학	지구과학
역학적 시스템	역학적 시스템	- 지구상 물체들을 구성하는 일정한 힘을 받아 끊임없이 변화하면서도 지속성을 유지하는 체계적인 시스템	회전 운동과 중력의 법칙, 1차원 운동, 2차원 운동, 뉴턴의 운동법칙, 운동량과 충돌,			태양계의 형성과 구조, 지구의 자기장과 중력장
		- 일상생활에서 나타나는 충돌로 인한 안전사고 및 안전 장치의 효과성				
시스템과 상호작용	지구 시스템	- 태양계를 이루는 구성요소이며, 그 자체로 시스템을 이루는 지구시스템	핵물리와 핵에너지	유발핵변환의 이용	생물권 생태계, 지구생물의 역사,	전 지구적 물질 순환, 지구의 에너지, 판구조론, 지표 변화, 일기의 변화, 지진, 화산활동과 화산암, 조산운동과 조륙운동, 지구의 구조
		- 지구시스템 내부 물질순환 및 에너지 흐름에 의해 나타나는 다양한 자연 현상				
생명 시스템	생명 시스템	- 판구조론 관점에서 해석하는 지권의 변화 및 이러한 변화가 지구시스템에 미치는 영향				
		- 지구시스템의 생물권 및 생명체에서 나타나는 다양한 세포 수준의 활동	생물체 내에서의 생화학 반응, 화학 반응 속도, 생화학적 화합물의 종류	생물권의 특성, 생명체내에서의 에너지 변환, 세포의 구조와 기능, 세포막과 물질수송, 유전자와 염색체, 유전자 발현		

2011-29호를 통해 고등학교 과학과의 모든 도서를 인정도서를 전환함으로써 교과서의 다양성을 증가시키고자 하였다. 그러나 교과서의 큰 편차는 수업을 담당하는 과학 교사로 하여금 수업 부담으로 작용할 수 있다(Shim, Kim & Park, 2002)는 측면을 고려하여, 교과서 제작 시, 교육과정의 주요 과학 개념들을 중심으로 교육 내용을 선정하되, 이들의 활동이나 구성적 측면을 다양화시킬 수 있는 방안을 마련해야 한다(Shim, Kim & Park, 2002). 또한 교육과정에 준하여 학생 이해 수준을 고려한 학습 내용의 선정 및 교과서 개발이 가능하도록 교과서의 개발 방향, 교과서 구성 체계, 내용 선정 및 조직, 내용 수준 범위에 대한 ‘가이드라인’이 제시될 필요가 있다(KNUE, 2009).

2015 개정 ‘통합과학’ 교육과정에 제시된 학습 내용과 예비 과학 교사 교육 내용 간 연관성을 영역 별로 분석한 결과, ‘물질과 규칙성’

영역에서는 2개 핵심개념에서 5개 학습 내용이 제시되었으며, 분석 결과, 총 28개 교육 내용이 확인되었다(Table 4). 각 핵심개념에서는 물리학, 화학, 생명과학, 지구과학 분야가 모두 확인되었으며, 과학 분야별로는 중복되는 교육 내용을 포함하여, 화학 분야에서 13개로 가장 많은 교육 내용이 소개되었고, 생명과학 분야가 2개로 가장 적은 교육 내용이 소개되었음을 확인하였다. 각 예비 과학 교사 교육 내용 중 소개되는 교육 내용이 차지하는 비율 역시 화학이 전체 34개 중 13개, 38%로 가장 높았다.

‘시스템과 상호작용’ 영역에서는 3개 핵심개념에서 8개 학습 내용이 제시되었으며, 분석 결과, 총 30개 교육 내용이 확인되었다(Table 5). 중복된 교육 내용을 포함하여, 지구과학에서 11개로 가장 많은 교육 내용이 제시되었으며, 각 예비 과학 교사 교육 내용들 중 소개되

Table 6. Learning contents presented in teaching materials for pre-service science teachers regarding 'Change and Diversity' domain of 'Integrated Science' based on the 2015 revised science curriculum

영역	핵심개념	성취기준의 학습 내용	과학 분야 별 예비 과학 교사 교육 내용			
			물리학	화학	생명과과학	지구과학
변화와 다양성	화학 변화	- 지구와 생명 역사에 큰 변화를 가져온 광합성, 화석연료 사용, 철의 제련에서 나타나는 공통점		산화-환원 반응, 산과 염기, 전지, 생화학적 화합물의 종류	생명체내에서의 에너지 변환, 광합성, 호흡, 물의 특성과 생명, 탄수화합물	
		- 산화-환원 반응에 의해 생명 현상 및 일상생활에서 일어나는 다양한 변화 - 산성과 염기성으로 구별하는 다양한 물질 분류 - 산과 염기에 의한 중화 반응 및 활용 사례				
	생물 다양성과 유지	- 지구 환경의 변화를 나타내는 지질시대와 변화에 적응한 생물들의 생물 다양성 - 변이와 자연선택에 의한 내성 생명체의 출현 및 인간의 활동이 생물 다양성에 미치는 영향 - 유전적 다양성, 종 다양성, 생태계 다양성을 포함한 생물다양성 보전 방안			지구 생물의 역사, 보존생물학과 복원생태학, 원핵생물, 다윈의 진화론	지질시대와 생물, 화석과 화석화 작용, 환경보전

Table 7. Learning contents presented in teaching materials for pre-service science teachers regarding 'Environment and Energy' domain of 'Integrated Science' based on the 2015 revised science curriculum

영역	핵심개념	성취기준의 학습 내용	과학 분야 별 예비 과학 교사 교육 내용			
			물리학	화학	생명과과학	지구과학
환경과 에너지	생태계와 환경	- 생태계 구성 요소와 생물과 환경의 상호작용 및 인간의 생존을 위한 생태계 보존 - 생태계 평형 유지 과정 및 환경 변화가 생태계에 미치는 영향 - 엘니뇨, 사막화 등과 같은 지구 기후변화가 지구 환경과 인간에게 미치는 영향 및 문제 해결 방안 - 에너지의 사용과 열효율		에너지 보존, 열역학법칙	생태계, 개체군생태학, 군집생태학, 생물권, 생명체내에서의 에너지 변환	기후와 변화, 환경재해, 환경보존, 대기의 이동, 해류와 조류, 전 지구적 물질 순환, 태양, 화석과 화석화 작용, 지구의 에너지
		- 발전기 모형을 통해 확인하는 화석 연료나 핵에너지의 전기에너지 변환 과정 - 발전소에서 가정 및 사업장까지 원거리 전력 수송 과정 - 태양 에너지의 생성 및 이로 인해 나타나는 지구의 에너지 순환 및 전환 - 지구 기후 변동의 해결책으로써의 핵 발전과 태양광, 풍력 발전의 장단점과 개선방안 - 에너지 문제를 해결하기 위한 차세대 에너지 기술 개발의 필요성 및 파력, 조력, 연료전지와 같은 발전의 원리를 이용한 대안적 방안	전자기 유도과 유도계수, 전기에너지와 전기용량, 상대성이론, 핵물리와 핵에너지, 양자물리	분자와 빛의 상호작용, 화학 반응에서의 열역학	생태계	태양, 지구의 자원, 지구의 에너지, 전 지구적 물질순환, 환경보전

는 교육 내용이 차지하는 비율 역시 지구과학이 전체 43개 중 11개, 26%로 가장 높았다. 그리고 핵심개념 중 '지구시스템'에서는 물리학, 화학, 생명과학, 지구과학 분야에 해당하는 교육 내용들이 모두 확인되었으나, 나머지 2개 핵심개념에서는 각각 물리학-지구과학 분야, 화학-생명과학 분야만이 확인되었다.

'변화와 다양성' 영역에서는 2개 핵심개념에서 7개 학습 내용이 제시되었으며, 총 16개 교육 내용이 확인되었다(Table 6). 이는 본 영역이 4개 영역 중 가장 적은 교육 내용이 소개된 영역임을 의미하며, 중복되어 제시된 교육 내용을 포함하여 생명과학 분야에서 9개로 가장 많은 교육 내용이 확인되었고, 각 예비 과학 교사 교육 내용 중 소개되는 교육 내용이 차지하는 비율 역시 전체 54개 중 9개, 17%로 가장 높았다. 본 영역에 제시된 2개 핵심개념 모두 전 과학 분야가 제시된 경우는 없고, 각각 화학-생명과학, 생명과학-지구과학 분야가 융합되어 나타남을 확인할 수 있었다.

'환경과 에너지' 영역은 2개 핵심개념에서 9개 학습 내용이 제시되었으며, 총 33개 교육 내용이 확인되었다(Table 7). 4개 영역 중 가장 많은 교육 내용이 제시되었으며, 핵심개념별로 봤을 때 4개 과학 분야

에 해당하는 교육 내용이 모두 나타남을 확인할 수 있었다. 본 영역에서는 지구과학이 14개로 가장 많은 교육 내용이 제시되었는데, 각 예비 과학 교사 교육 내용 중 소개되는 교육 내용이 차지하는 비율 역시 전체 43개 중 14개, 33%로 가장 높았다.

2015 개정 '통합과학' 교육과정의 학습 내용과 예비 과학 교사 교육 내용을 분석한 결과, '환경과 에너지' 영역에서 가장 많은 교육 내용이 소개되었으며, '변화와 다양성' 영역에서는 상대적으로 가장 적은 교육 내용이 소개되었다. 과학 분야 별로 봤을 때, 물리학 분야와의 연관성이 다른 과학 분야에 비해 특별히 강하게 나타나는 영역은 없었으나, '변화와 다양성' 부분에서는 아예 확인되지 않아 연관성이 없음을 확인할 수 있었다. 또한 화학 분야와 상대적인 연관성이 가장 강한 영역은 '물질의 규칙성' 영역이었으며, 생명과학 분야와 상대적인 연관성이 가장 강한 영역은 '변화와 다양성' 영역이었다. 지구과학 분야와의 상대적 연관성이 가장 높게 나타난 영역은 '시스템과 상호작용', '환경과 에너지' 영역이었다. 특히 '물질의 규칙성' 영역과 '환경과 에너지' 영역은 핵심개념 수준에서 4개 과학 분야들이 상대적으로 고르게 나타남을 확인할 수 있었으며, 이는 두 개 영역이 다른 영역에 비해 상대적

으로 과학 분야 간 연관성이 높다는 의미로 파악이 가능하다. 이는 4개 과학 분야들이 상호 유기적인 연관성을 갖도록 조직되면 학습효과가 증가할 수 있다는 측면에서 긍정적인 평가가 가능하다.

IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 2015 개정 '통합과학' 교육과정에 제시된 성취기준의 학습 내용과 예비 과학 교사 교육 내용 간 분석을 통해 2015 개정 '통합과학' 교육과정에 나타난 과학 분야의 통합성과 2015 개정 '통합과학' 교육과정에 제시된 성취기준의 학습 내용과 예비 과학 교사 교육 내용 간 연관성을 알아봄으로써 통합 과학 교육에 대한 시사점 및 과학 교사와 예비 과학 교사들을 위한 교사 교육에 대한 시사점을 고찰하고자 하였다. 이를 위해 2015 개정 '통합과학' 교육과정에 제시된 4개 영역, 9개 핵심개념에서 총 32개 학습 내용과 예비 과학 교사 교육 내용들을 비교분석하였다.

2015 개정 '통합과학' 교육과정의 학습 내용에 나타난 과학 통합성 분석 결과, 전체 32개 학습 내용들 중 생명과학 분야가 포함된 학습 내용이 가장 많았다. 또한, 각 학습 내용에 나타난 과학 분야 통합 유형을 분석한 결과, 2개 이상 과학 분야가 통합된 학습 내용들이 전체의 87%를 차지하는 것으로 확인되었다. 이러한 연구 결과는 각 과학 분야들의 분과적 체제에서 벗어나 핵심개념을 체계적으로 구성하여 유사한 개념을 중심으로 학습 내용을 연계하고자 하였던 2015 개정 '통합과학'의 교육과정의 목적에 비추어 긍정적인 측면이라 사료된다. 그러나 교육과정의 일부 '영역'에서 상대적으로 과학 분야의 통합성이 낮은 경향이 확인되었다.

2015 개정 '통합과학' 교육과정의 학습 내용을 기준으로 예비 과학 교사 교육 내용의 연관성을 분석한 결과, '통합과학'에 제시된 학습 내용들은 예비 과학 교사 교육 내용에서 모두 확인되었다. 이는 수업을 위해 예비 과학 교사 교육 내용을 충실히 준비하면 2015 개정 '통합과학' 교육과정의 학습 내용을 원활하게 수업할 수 있다는 측면에서 비교적 긍정적이라 할 수 있다. 또한 중복된 개념들을 제외하고, 2015 개정 '통합과학' 교육과정 학습 내용에서 지구과학 분야의 예비 과학 교사 교육 내용이 가장 많이 확인되었으나, 각 과학 분야 별 교육 내용의 비율로 봤을 때는 화학 분야가 가장 높은 비율로 소개되었음을 확인할 수 있었다. 이는 전체 학습 내용의 과학 분야 분석 결과, 생명과학 분야가 가장 많이 확인된 것과 배치되는 결과라 보일 수 있다. 다만 이는 각 학습 내용에서 반복 제시된 개념들을 중복 체크했던 과학 분야 통합성 분석과는 달리 예비 과학 교사 교육 내용에서는 단일 체크가 됨으로써 나타난 결과로 파악된다. 또한 2015 개정 '통합과학' 교육 내용의 학습 내용에는 4개 과학 분야에서 평균 51%의 교육 내용이 소개되었는데 이는 본 과목을 수업하는 과학 교사들이 수업을 위해 각 과학 분야 별 교육 내용의 51% 이상을 숙지해야함을 의미하며, 2009 개정 고등학교 '과학'의 난점으로 지적되었던 '과도한 학습량'을 극복하고자 한 새로운 교육과정의 의도가 반영되었다는 측면에서 긍정적인 결과라 사료된다. 그러나 이러한 특성이 현장에 반영되기 위해서는 교육과정의 내용뿐만 아니라 교과서의 개발에도 주의가 필요하다. 따라서 교과서의 다양성을 유지하면서도 내용의 적정화를 위해 교육과정의 주요 개념들을 중심으로 교과서의 내용을 선정하되, 교과서의 활동이나 구성에서의 다양성을 추구할 필요가 있다. 또한 교육과

정에 준하며 학생 이해 수준에 적합한 교과서 개발이 가능하도록 과학 검·인정 도서 편찬 상의 가이드라인이 제시되어야 할 것이다.

2015 개정 '통합과학' 교육과정의 학습 내용과 예비 과학 교사 교육 내용을 분석한 결과, '환경과 에너지' 영역에서 가장 많은 교육 내용이 소개되었다. 과학 분야 별로 봤을 때, 물리학 분야와의 연관성이 다른 과학 분야에 비해 특별히 강하게 나타나는 영역은 없었으나, '변화와 다양성' 영역에서는 연관성이 없음을 확인할 수 있었다. 또한 화학 분야는 '물질의 규칙성' 영역에서 상대적 연관성이 강한 것으로 확인되었으며, 생명과학 분야와 상대적 연관성이 가장 강한 영역은 '변화와 다양성' 영역이었다. 지구과학 분야와는 '시스템과 상호작용', '환경과 에너지' 두 개 영역에서 상대적으로 연관성이 강하게 나타났다. 특히 '물질의 규칙성' 영역과 '환경과 에너지' 영역은 핵심개념 수준에서 4개 과학 분야들이 상대적으로 고르게 확인되어 상대적으로 수평적 연관성이 강하게 나타남을 알 수 있었다.

이러한 결과들을 종합했을 때, 2015 개정 '통합과학' 교육과정의 학습 내용들은 과학의 과도한 분과적 성향에서 벗어나, 핵심 개념들을 중심으로 학습 내용을 연계시키고자 했던 '통합과학' 교육과정의 목적에 부합하는 과학 분야 통합성이 확인되었다는 측면에서 긍정적인 평가가 가능하다. 또한 예비 과학 교사 교육 내용과의 연관성 분석 결과, 예비 과학 교사 교육 내용을 충분히 숙지하면 2015 개정 '통합과학' 학습 내용을 모두 다룰 수 있다는 점 역시 긍정적인 평가가 가능하다. 그럼에도 불구하고 과학 통합적 내용들을 수업하는 교사들이 '과학 내 타 전공 분야의 지식 부족'이나, '교육과정에 대한 이해 부족' 등으로 인해 수업 부담을 느낄 수 있다는 측면을 고려해야 한다. 이에 현장에서 '통합과학'이 실행되기 전에 과학 교사들이 '과학 내 타 전공 분야에 대한 이해를 넓힐 수 있는 교사 연수 과정을 마련하고, '통합과학'의 교육과정 및 교육 내용에 대해 명확히 이해할 수 있는 전문 연수 프로그램들을 실시해야 한다. 또한, 이런 어려움이 예비 과학 교사에게도 동일하게 나타날 수 있다는 측면을 고려하여 예비 과학 교사들을 위한 대안을 마련해야 한다. 우선 '과학 내 타 전공 분야의 지식 부족'의 원인 중 하나가 분과적 전공 이수로 지목되고 있음에도 불구하고, 현재 예비 과학 교사들 중 공통과학 복수전공 이수자의 숫자는 많지 않다. 따라서 예비 과학 교사들을 대상으로 과학 분야의 내용을 두루 다루며, '통합과학'의 지도 및 통합 과학 교육을 경험할 수 있는 사범대학 교육과정을 마련할 필요가 있다. 또한 이를 현재 중등임용 체제와 연계함으로써 사범대학뿐만 아니라 실제 교원 임용 체제를 연계한 현실적 방안을 제시해야 한다. 또한 교육과정이 현장에서 실행될 때 주요한 요인으로 작용하는 교사 요인뿐만 아니라 교과서 요인들을 고려하여 '통합과학' 교육이 원활하게 진행될 수 있도록 교과서의 다양성을 유지하면서 학생의 이해 수준에 적합한 학습 내용이 교과서에 담길 수 있도록 학습 내용의 선정과 조직을 위한 교과서 개발의 가이드라인 역시 제공되어야 할 것이다.

국문요약

본 연구는 2015 개정 '통합과학' 교육과정에서 추출한 학습 내용에 대해 과학 분야 통합성 분석과 예비 과학 교사 교육 내용과의 연관성 분석을 실시하였다. 이를 통해 예비 과학 교사 교육에 대한 시사점을 고찰하고자 하였다. 이를 위해 2015 개정 '통합과학' 교육과정과 물리

학, 화학, 생명과학, 지구과학 분야에서 사용하는 11종 사범대학 예비 과학 교사 교재를 분석대상으로 선정하였다. 그 결과, 2015 개정 '통합 과학' 교육과정의 학습 내용들은 비교적 과학 분야 통합성을 가진 것으로 나타났다. 또한 2015 개정 '통합과학' 교육과정에 제시된 학습 내용들은 모두 예비 과학 교사 교육 내용에 포함되었으며, 화학 분야의 교육 내용이 가장 높은 비율로 소개되었음이 확인되었다. 또한 예비 과학 교사들을 위한 교육 내용에는 '통합과학'의 '환경과 에너지' 영역 교육 내용들을 가장 많이 포함하고 있는 것으로 나타났다. 위와 같은 내용을 종합했을 때, 새로운 교육과정이 제대로 실행되기 위해서는 본 교과를 가르칠 교사들을 위해 통합과학 관련 소재들과 다양한 연수 과정이 개발되어 현장에 보급될 필요가 있다. 또한, 예비 과학 교사들을 위해 사범대학 교육과정 개편, 임용 체제와의 연계 방안 마련 등이 요구된다.

주제어 : 예비 과학 교사, 교사 교육, 고등학생, 과학과 교육과정, 통합 과학

References

- Fullan, M., & Stiegelmeier, A. (1982). *The meaning of educational change*. New York, USA: Teachers College Press.
- Gang, H., Kim, E., Noh, S., Park, H., & Son, J., (2007). *Integrated science education*. PaJu, Gyeonggi: Korea Studies Information.
- Kang, K. (2009). Analysis of difficulties experienced by pre-service secondary science teachers in student-teacher practice. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 29(5), 580-591.
- Kim, N., Han, H., Hong, B., & Shim, K. (2012). Analysis of fusing science and STEAM factors of learning contents related to life science presented in high school 'science' and the connection between 'science' and 'life science I' or 'life science II'. *Biology Education*, 40(1), 121-131.
- Kim, N., & Shim, K. (2015). Educational implications of pre-service science teachers' education by analysis of connection between learning contents presented in the high school "Science" and in the pre-service science textbooks of college of education. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 35(3), 363-374.
- Kim, S., & Chung, U. (2007). Creative human capital as future growth engine and educational innovation. *Korean Economic Journal*, 46(4), 187-214.
- Kim, S., & Kim, K. (2015). A study on conflicts that teachers experience in curriculum implementing. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 15(1), 261-285.
- Kim, W. (2012). Building conceptual framework to bring up talents capable of creative fusion: From the perspective of fusion between science and technology and art. *The Journal of the Korean Society for the Gifted and Talented*, (11)1, 97-119.
- Korea Foundation for the Advancement of Science & Creativity[KOFAC]. (2009). Trends in policy and education case analysis about domestic and foreign mathematics, science, and the creativity education.
- Korea National University of Education[KNUE]. (2009). Considerations on the science text books compilation and reference research. Korea National University of Education. Research results report.
- Kwon, N., & Ahn, J. (2012). The analysis on domestic research trends for convergence and integrated science education. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 32(2), 265-278.
- Lee, H., Kwon, H., Park, K., Jung, C., Oh, H., & Nam, J. (2012). The effects of integrated science instruction : A Meta-analysis on scientific knowledge, scientific inquiry ability, and science-related attitude. *Korean Journal of Teacher Education*, 28(2), 223-246.
- Lee, K., & Oh, E. (2012). A study on the perception of curriculum for cultivating students' creativity in secondary school. *Journal of Curriculum Integration*, 6(1), 45-68.
- Lee, I. (2008). *Convergence of knowledge*. Seoul: Godswin
- Ministry of Education (MOE). (2014). Main points of the general guidelines for 2015 liberal art and natural science integrated curriculum. Ministry of Education. Retrieved from <http://ncic.re.kr/mobile.revise.board.view.do>
- Ministry of Education (MOE). (2015). 2015 revised curriculum -Science-. Seoul: Ministry of Education.
- Ministry of Education (MOE). (2015). High school science curriculum. Seoul: Ministry of Education.
- Ministry of Education and Science Technology (MEST). (2009). High school science curriculum manual. Ministry of Education and Science Technology.
- Ministry of Education and Science Technology (MEST). (2010). Republic of Korea driven by creative person and advanced technology. 2011 Business report.
- Ministry of Education and Science Technology (MEST). (2011a). Realizing advanced nation through the human resources superpower. 2012 Business report.
- Ministry of Education and Science Technology (MEST). (2011b). National, authorized, admitted notice about elementary and junior high school textbook. Ministry of Education and Science Technology.
- Noh, T., Kwon, H., Kim, H., & Park, S. (2000). A study on science teachers' perceptions of the 6th high school science curriculum and their practices. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 20(1), 20-28.
- Plucker, J., & Runco. M. (1999). Enhancement of creativity. In M. A. Runco & S. Pritzker(Eds.) *Encyclopedia of creativity*(pp 669-675). San Diego, CA: Academic Press.
- Shin, Y., & Choi, B. (2012). A survey on the management status and science teachers' perception of science in high school based on 2009 curriculum revision. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*. 32(10), 1599-1612.
- Shin, Y., & Han, S. (2011). A study of the elementary school teachers' perception in STEAM(Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) education. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 30(4), 514-523.
- Shim, K., Kim, H., & Park, Y. (2002). Analysis of inquiry activities presented in the 7th grade life science textbooks based on the 7th curriculum. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*. 22(3), 550-559.
- Shim, K. C., & Song, S. C. (2015). A study on the perception of science teachers about convergence "Science" for high school students by experiences of teaching and professional development. *Biology Education*, 43(2), 158-169.
- Song, J., & Na, J. (2015). Directions and issues of 2015 national science curriculum and their implications to science classroom culture. *School Science Journal*, 9(2), 72~84.
- Song, W. (2006). *In search of post catch-up innovation system*. Seoul: Science & Technology Policy Institute.
- Yang, C., Kwak, Y., Han, J., & Noh, T. (2013). Current status of teacher education curriculum and recruitment of general science teachers and ways to improve them as suggested by professors from the department of science education. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 33(2), 345-358.
- Yoon, H., Yoon, W., & Woo, A. (2011). High school science teachers' perceptions of the 2009 revised science curriculum and the science textbook. *Journal of the Research Institute of Curriculum Instruction*, 15(3), 757-776.