



과학과 교육과정에 제시된 개념의 연계성에 대한 국제 비교 연구 - 달과 암석의 순환 개념을 중심으로

이효녕¹, 김진숙², 박병열^{1*}, 전재돈¹

¹경북대학교, ²한국교육과정평가원

International Comparative Study on the Science Curriculum Concepts Continuity - Focus on the Concepts of Moon and Rock cycle -

Hyonyong Lee¹, Jin Sook Kim², Byung-yeol Park^{1*}, Jaedon Jeon¹

¹Kyungpook National University, ²Korea Institute for Curriculum and Evaluation

ARTICLE INFO

Article history:

Received 21 July 2015

Received in revised form

30 July 2015

16 August 2015

Accepted 20 August 2015

Keywords:

science curriculum,
curriculum continuity,
science standard, moon,
rock cycle, Taiwan,
the United Kingdom,
Finland, the United States,
Canada

ABSTRACT

The purpose of this study is to derive suggestions and implications to strengthen the science curriculum continuity of Korea through comparative analysis with focus on the continuity of science curriculum in six countries (Taiwan, the United Kingdom, Finland, the United States, Canada, Korea). Original and Korean translations of the national curriculums of each country gathered from NCIC comparatively analyzed the contents of the 'Moon' and 'Rock cycle' based on features of curriculum configuration, vertical, and lateral connectivity. As a result, it was found that the concepts of Big Ideas or Cross-cutting Concept was utilized internationally to strengthen the linkage between grades or subjects. In particular, dealing with the aspect of the system was important. In the comparison of countries for the content, Korea deals with the most frequency on the 'Moon' and 'Rock cycle'. The contents of the chapter about the moon were simply repeated from elementary to high school levels with some variation. Korean science curriculum holds different perspectives and contents about the Rock cycle compared to other countries. In conclusion, Korea's curriculum requires appropriate tools to strengthen curriculum linkage and by doing so, it will be able to take advantage of the systems approach. Moreover, it is important to constitute the curriculum based on a sufficient understanding of the learning development of students according to their grade levels for the effective application of the curriculum.

1. 서론

1. 연구의 필요성 및 목적

국내외의 시대적·사회적 상황이 변하고 과학·기술이 발달함에 따라 사회에 필요한 인재의 속성은 바뀌고 있으며 교육 목표와 방향은 지속적으로 바뀌고 있다. 그 대표적인 예는 국내의 국가 수준의 교육과정이나 교육 기준이 개정되고 있다는 것이다. 우리나라의 교육과정은 다양한 이유로 제1차에서부터 제7차, 2007 개정, 그리고 2009 개정 교육과정을 지나면서 내용상의 체계와 구성에 많은 변화가 있었다 (Leem & Kim, 2013; Park, 2005). 특히, 교육과정의 질과 수준을 지속적으로 높이고 사회적인 요구를 충족시키기 위해 모든 학년에 걸쳐 각 교과에 대한 내용 지식을 더욱 긴밀하게 구성하고 체계적으로 연계시키는데 교육과정 개정의 초점을 두고 있다 (Ministry of Education and Human Resources Development, 2007; Ministry of Education, Science and Technology, 2009, 2012). 이와 같이 교육과정을 개정하는 과정에서 내용 상의 종적·횡적 연계성을 강화하기 위한 노력들은 과

학, 기술, 수학 교과는 물론 다른 학교 교과들에 대한 학생들의 효과적인 학습을 위해 중요시 된다.

교육과정 연계성에 관련된 주요 선행 연구에 의하면 과거(70~80년대) 과학과 교육과정의 연계성에 대한 연구에서 연계성의 개념이 연구자에 따라 다르게 다루어 졌다. 이를 극복하기 위해 Song *et al.* (1991)은 수학 및 과학과 교육과정의 연계성 분석을 위한 구체적인 분석 준거를 개발하여 제시하였다. 그러나 이러한 준거의 개발에도 불구하고 90년대에는 교육과정 연계성에 대한 연구의 수행이 미비하였다. Hwang (1999)은 이러한 상황에 대해 교육과정 연계성에 대한 문제를 논의하는데 있어서 '교육과정 연계성'이라는 용어가 학술적 개념으로 자리 잡을 필요성을 언급하며, 초·중등 교육과정의 연계성 부족 문제가 그 중요성에 비해 비교적 시급한 문제로 다루어지지 않고 있음을 지적하기도 하였다. 이후 교육과정 연계성의 중요성이 부각되면서 다양한 연구들이 이루어지게 되었다. Kim (2006)은 교육과정 연계성의 개념을 계속성과 계열성, 통합성, 접합성, 그리고 연결성의 개념으로 분류하고, 연계성 개념의 엄밀성을 강조하였고, Nam *et al.* (2010)은 학교급별 연계 현황 및 문제를 진단하고 교육과정의 연계성을 강화하기 위한

* 교신저자 : 박병열 (bypark2020@gmail.com)

** 본 논문은 한국교육과정평가원의 지원을 받아 수행된 연구이며, 경북대학교 과학교육연구소의 일부 지원을 받아 수행된 연구임.

*** 본 논문은 Kim *et al.* (2013)의 2013년도 한국교육과정평가원 연구 보고서의 데이터를 활용하여 재구성하였음.

<http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2015.35.4.0677>

개선 방안을 제시하였다. 뿐만 아니라, 과학 교육과정 연계성 분석을 위한 도구의 개발(Paik *et al.*, 2000), 교육과정 내용제시 방법을 중심으로 한 연계성의 고찰(Son, 2004), 통합개념을 중심으로 싱가포르와 캐나다, 그리고 미국의 과학 교육과정 내용 요소의 분석(Lee *et al.*, 2014) 등과 같은 과학과 교육과정 연계성에 대한 연구들도 다시 활발히 이루어지게 되었다(Kim, 2013; Lee, 2004; Yoo & Kim, 2013; Yun & Park, 2014).

그러나 교육과정 연계성에 대한 연구들은 방대한 교육과정 내용의 특성 상 해당 교과와 모든 내용을 세부적으로 다루기가 어렵다. 지금까지 진행된 연구들도 입자(Kim & Kim, 2012), 진화(Woo & Cha, 2013), 물(Paik *et al.*, 2000)과 같은 특정 개념을 중심으로 분석하거나, 기상(Kook & Kim, 2004) 또는 지질(Suh, 2008)과 같이 단일이나 내용 영역을 중심으로 분석이 이루어진 경우가 많다. 따라서 교육과정의 연계성에 대한 정밀한 분석을 위해서는 많은 연구자들이 참여하여 다양한 영역과 개념에 대해 협력적으로 연구가 이루어질 필요가 있다. 또한 최근의 연구에서는 단순히 우리나라의 교육과정만을 분석하기 보다는 다른 나라와의 비교 연구를 통해 연계성 측면에서 교육과정의 효과적인 구성을 위한 시사점을 찾고자 하는 경향을 보인다(Kim *et al.*, 2013; Kim & Kim, 2012; Kwon & Jang, 2004; Lee *et al.*, 2014; Paik, 2014; Suh, 2008). 특히, 국제적인 과학 교육의 동향이 잘 반영된 미국의 차세대 과학 기준(NGSS), 과학 교육 분야의 인프라가 잘 구축된 핀란드, 그리고 최근 국제 성취도 평가(PISA or TIMSS)에서 긍정적인 결과를 나타낸 캐나다, 영국, 대만 등과 같은 국가들과 교육과정을 비교 분석하는 것은 의미가 있을 것이다(Organization for Economic Cooperation and Development [OECD], 2010; International Association for the Evaluation of Educational Achievement [IAEEA], 2012). 교육적 성과나 그 효과가 검증되어 있는 선진 국가들의 교육과정에서 우리나라의 교육과정에 도입 가능한 체계나 연계성과 관련된 시사점을 이끌어 낼 수 있다면 우리나라 교육과정 구성의 효과를 향상 시키는데 기여할 것이다.

교육과정 연계성에 대한 연구는 그 중요성과 필요성의 관점에서 볼 때, 교육과정에 포함된 대부분의 개념이나 영역들에서 조사와 분석이 요구된다. 교육과정의 개정이 수시 개정 체제로 변하고, 교육과정의 교육적 효과를 위해 종적·횡적 연계성이 더욱 강조되고 있는 이 시점에서, 우리나라 과학과 교육과정을 구성하는 내용의 종적·횡적 연계성을 결정하는 준거나 기준에 대한 연구가 더욱 절실히 요구된다. 이전에 수행된 연구들이 현행 교육과정의 구성에 상당한 도움을 준만큼, 새롭게 수행되는 연계성에 대한 연구는 이후의 교육과정 개정에 있어 긍정적인 영향을 미칠 수 있을 것이다. 따라서 이 연구에서는 우리나라를 포함한 6개국(대만, 영국, 핀란드, 미국, 캐나다, 한국)의 과학과 교육과정의 연계성에 초점을 둔 비교 분석을 통해서 우리나라 과학과 내용 영역의 교육과정 연계성 강화 방안과 시사점을 도출하고자 한다.

2. 용어의 정의

선행 연구들에서 교육과정 연계성의 개념은 계속성(continuity), 계열성(sequence), 통합성(integration), 접합성(articulation), 관계성(relation) 그리고 연결성(connection) 등의 의미로 사용되고 있다(Fogarty, 1991; Hwang *et al.*, 2006; Kim, 2006; Lee, 1949/1987; Paik

et al., 2000). 이는 학자들이 학습자의 어떤 특성에 관심을 기울이고, 교육과정 구성의 핵심적 요소를 무엇으로 보는지에 따라 교육과정 연계성의 의미가 다양하게 해석될 수 있음을 나타낸다. 이 연구에서는 교육과정 연계성에 대한 선행 연구의 고찰 및 전문가 델파이 기법을 통해 Kim *et al.*(2013)가 정의한 것을 적용하였으며 그 내용은 다음과 같다.

“교육과정에서 연계성은 학생 수준을 고려하여 횡적으로는 교과 내 또는 교과 간 내용의 적절성을, 종적으로는 시간상 유·초·중등학교에 걸친 학습 내용의 계열성을 말한다.” (Kim *et al.*, 2013, p. 37)

이러한 연계성의 정의는 교육과정의 내용을 효과적으로 구성하는 방법으로써 계속성, 계열성, 통합성의 개념을 전체적으로 포괄하고 있다. 계속성은 서로 다른 교육과정에서 특정 요소나 지식 또는 기능이 동일하게 조직되는 것을 의미하며, 계열성은 이러한 요소나 지식 그리고 기능들이 발전적인 형태로 나타나는 것을 의미한다. 통합성은 서로 다른 학교급과 교과 교육과정에서 그것들이 서로 유기적인 관련성을 가지고 구성되는 것을 의미한다(Kim, 2006). 접합성은 학교 급 사이에서 개념의 연결이 어떤 지점에서 일어나는지에 대해 초점을 맞추고 있으며, 관계성과 연결성은 교육과정 내용 사이의 관계와 연결 자체에 그 초점을 두고 있다(Kim *et al.*, 2013). 이 개념들은 부분적으로 계속성과 계열성, 통합성의 개념에서 포괄할 수 있는 내용을 다루고 있다고 판단하여, 이 연구에서는 접합성, 관계성, 연결성의 속성을 포함하는 개념으로써의 계속성, 계열성, 그리고 통합성의 개념을 기준으로 연계성을 분석하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

이 연구에서 비교한 국가는 교육과정 내용이 표준화되어 국가교육과정정보센터(NCIC)에 탑재된 17개국들 중 비교의 의의가 크다고 판단되는 아시아의 대만과 유럽의 영국과 핀란드, 미주에서 미국(캘리포니아)과 캐나다(온타리오)로 우리나라를 포함하여 총 6개 국가이다. 선정된 국가의 교육과정 원문과 국문 번역본을 국가교육과정정보센터를 통해 수집하여 분석에 사용하였다(Table 1). 이들 국가는 대부분 과학의 내용을 물리, 화학, 생물, 지구과학과 같이 네 영역으로 구분하여 우리나라와 유사하게 다루고 있으며, 비교적 최근에 교육과정이 개정되어 적용되고 있다.

개념 연계성의 분석 대상으로는 ‘달’과 ‘암석의 순환’에 대한 개념을 선정하였다. 이는 각 나라별로 교육과정 내용에서 다루어지는 핵심적인 개념들의 출연 빈도와 그 중요성을 바탕으로 선정되었다. 연구를 진행하는 과정에서 과학 개념들 중 물리, 화학, 생물, 지구과학 교과별로 각각 ‘빛’, ‘전기’, ‘물질의 상태’, ‘화학 결합’, ‘광합성’, ‘소화’, ‘달’, ‘암석의 순환’의 8가지 개념이 분석 대상 후보로 선정되었고, 이 연구에서는 그 중에서 ‘달’과 ‘암석의 순환’에 대한 개념의 연계성을 중심으로 분석하였다.

Table 1. Original curriculum statements for analysis

Country	Curriculum statements
Taiwan	<ul style="list-style-type: none"> Department for National primary and secondary Education [教育部國民及學前教育署]. (2008a). Ordinary high school compulsory syllabuses [普通高級中學必修科目課程綱要]. Taipei: National Education Department for primary and secondary. Department for National primary and secondary Education [教育部國民及學前教育署]. (2008b). 9 years national basic curriculum for natural life and technology learning [國民中小學九年一貫課程綱要自然與生活科技學習領域]. Taipei: National Education Department for primary and secondary.
United Kingdom	<ul style="list-style-type: none"> Department for Education. (2011). The Framework for the National Curriculum. A report by the Expert Panel for the National Curriculum review. London: Department for Education. Department for Education. (2013). The National Curriculum in England : Framework document for consultation. London: Department for Education.
Finland	<ul style="list-style-type: none"> Finnish National Board of Education. (2003). National Core Curriculum For Upper Secondary Schools 2003. Helsinki: Finnish National Board of Education. Finnish National Board of Education. (2004). National Core Curriculum for Basic Education 2004. Helsinki: Finnish National Board of Education.
United States	<ul style="list-style-type: none"> National Research Council [NRC] (2013). Next generation science standards: For states, by states. Washington, DC: National Academies Press.
Canada	<ul style="list-style-type: none"> Ontario Ministry of Education. (2007). The Ontario Curriculum Grades 1-8: Science and Technology. Ontario: Queen's Printer for Ontario. Ontario Ministry of Education. (2008a). The Ontario Curriculum, Grades 9 and 10: Science. Ontario: Queen's Printer for Ontario. Ontario Ministry of Education. (2008b). The Ontario Curriculum, Grades 11 and 12: Science. Ontario: Queen's Printer for Ontario.
Korea	<ul style="list-style-type: none"> Ministry of Education and Human Resources Development. (2007). A guide for science curriculum. Seoul: Ministry of Education and Human Resources Development. Ministry of Education, Science and Technology. (2009). Elementary and secondary school curriculum : General statement (MEST Notification No. 2009-41). Seoul: Ministry of Education, Science and Technology. Ministry of Education, Science and Technology. (2012). Science curriculum (MEST Notification No. 2011-361). Seoul: Ministry of Education Science and Technology.

2. 연구 절차

이 연구에서는 우리나라를 포함한 6개국의 과학과 교육과정의 과학 영역에서 다루고 있는 ‘달’과 ‘암석의 순환’에 대한 개념을 분석하여 내용의 연계성 측면에서 비교하였다. 이 연구에서 중점적으로 다루고 있는 과학과 교육과정의 종적 연계성은 교과 내용의 계속성과 계열성 정도이다. 학생들이 학년(군)이 올라감에 따라 학업 내용(개념)이 어떻게 반복되고 지속되는지에 대한 분석을 중심으로 종적인 계속성을 비교하였다. 계열성에 대해서는 이전 학년(군)의 내용(개념)을 바탕으로 다음 학년(군)의 내용(개념)이 어떻게 전개 되었는지를 다루는 ‘교과 내용(개념)의 위계’를 분석하여 그 내용이 확대 또는 심화(교과 분화 및 전문화)되는 관계를 비교하였다. 횡적 연계성은 동일 학년(군)을 기준으로 과학 교과(영역) 간 개념(내용)의 관련성이 있는지에 초점을 두고 분석하였다. 아울러, 교과(영역) 간 개념(내용)의 수준(난이도), 범위 등에 대해서도 교육과정의 문서상에 그 근거나 관련 내용이 제시 되어 있는지에 대해 분석하였다. 예를 들어, 대만에서는 7~9학년의 ‘자연과 과학기술’ 교과의 교육과정에서는 “태양, 달, 지구의 모형으로 부터 낮과 밤, 사계절, 일식, 월식 및 조석 현상을 이해한다.”라고 제시 되고 있으며, 10~12학년의 ‘기초 지구과학’ 교과의 교육과정에서는 우주속의 지구 단원에서 “태양 복사, 태양풍, 우주 방사선, 소천체(혜성, 운석) 등을 포함한 지구 밖의 우주 환경에 대한 개황을 안다.”, 지구의 기원론 단원에서 “태양, 달, 지구의 상대적인 운동에서 나온 역법(인류가 어떻게 천체를 이용하여 년, 월, 일을 나누었는지)을 이해 한다.” 등과 같이 제시되어 있다. 이때, 내용의 서술에 있어서 중학교에서는 모형을 이용하여 일식과 월식 및 조석 등에 대해 낮은 차원에서 현상적인 측면으로 접근하는 반면, 고등학교에서는 우주 환경과 같은 더욱 포괄적인 개념을 다루고, 현상의 원인이 되는 천체의 상대적인 운동을 다루고 있다. 또한, 추가적으로 시간의 개념을 함께 다루고 있다. 이로 보아, 달 개념에 대해 중학교에서보다 고등학교에서 동일한 개념에 대해 종적으로 그 수준이나 난이도가 상대적으로 높아졌다고

Table 2. Standards and indicators of science curriculum continuity (Kim *et al.*, 2013)

	Standards	Continuity Indicators
종적	계속성	<ul style="list-style-type: none"> 학년(군)/학교급 간 계속성 [반복되는 개념(내용)] 학년(군)/학교급 간 종적 지속성 [지속되는 개념(내용)]
	계열성	<ul style="list-style-type: none"> 교과(영역)의 학년(군)/학교급 간의 연계성 [개념(내용) 구성의 연계성]
횡적	통합성	<ul style="list-style-type: none"> 교과(영역) 간 개념(내용)의 관련성 교과(영역) 간 개념(내용)의 수준 교과(영역) 간 개념(내용)의 범위

할 수 있다. 그리고 10~12학년의 동일 교과 내에서 서로 다른 단원에서 달에 대한 개념을 연계하여 다룰 수 있다는 점을 들어 횡적 연계성을 분석할 수 있다. 즉, 달의 운동과 우주 환경을 연계하여 다룰 수 있는 정도를 파악하여 다른 교과나 단원에서 동일한 개념을 얼마나 언급하고 있는지를 분석하는 방법으로 횡적인 연계성을 평가하였다.

교육과정 분석을 위한 틀은 초·중등학교 교육과정 연계성에 대한 국제 비교(Kim *et al.*, 2013) 연구 과제에서 수행한 델파이 조사를 통해 개발된 교육과정의 종적, 횡적 연계성 요소를 기초로 구성된 것을 활용하였다(Table 2). 과학과 교육과정 연계성은 아직까지 국제적으로 검증된 기준이나 세부 지표가 없음을 고려하여, 각 나라별 교육과정 연계성의 요소 별로 ‘교과 내용의 위계와 분화(전문화)’, ‘교과 간 관련성과 연계성’을 중심으로 분석하였다.

횡적 연계성은 학년(군)에서 다루는 과학과 교과 내용이 해당 학생들이 잘 이해할 수 있고(학습 능력), 수업시간 내에 배울 수 있으며(학습량), 교과 간 또는 교과 내에서 다루는 지식수준(난이도)이나 관련성을 고려하는 것이 중요하다. 그러나 해당 개념이 학생들의 학습능력, 지적 수준에 비교하여 적합한지 여부는 학생들의 인지 발달에 대한 연구 자료가 기반이 되어야 하나, 국제비교를 통해 이러한 부분까지 다루기는 충분한 연구 자료나 관련 문헌이 부재하여 학생 발달에 대한 부분은 다루지 않는다.

이 연구에서의 기준과 지표를 적용한 분석은 어느 정도 한계점을

Table 3. The construction and content area of science curriculum in Taiwan

Grade (Cluster)	Elementary school	Middle school	High school
	1~6	7~9	10~12
Content area	물질과 에너지, 생명세계, 지구환경, 생태정보, 과학기술, 과학적 태도, 생명 중시, 환경 보호, 과학기술의 활용	· 물질의 구성, 물체의 운동, 물질의 상호 작용, 전기와 자기장, 파동, 일과 에너지, 양자 현상, 우주학 · 물질의 구조와 변화, 화학에너지, 응용화학 · 생명의 특성, 유전, 진화와 생물다양성, 동식물의 구조와 기능, 생물과 환경, 생명 과학의 응용 · 지구의 기원, 태양계, 지구의 구조, 지구의 변화, 자연재해, 지구의 환경 변화, 지구환경의 관측, 지구 환경의 특징	

Table 4. The construction and content area of science curriculum in The United Kingdom

Grade (Cluster)	Elementary school			Middle school	High school
	1~2	3~4	5~6	7~9	10~11
Content area	과학 관련 활동				
	디자인 및 기술			에너지, 전기, 힘 화학적·재료적 활동 유기체, 행동, 건강 환경, 지구, 우주	· 에너지, 전기 및 방사 · 화학 및 물질의 행동 특성 · 유기체와 건강 · 환경, 지구와 우주
	과학				
	에너지, 운동과 힘				
	물질의 행동 방식				
생명과 생물 환경, 지구와 태양계					

가지고 있다. 교육과정의 연계성이 실제 학교 현장에서는 어떻게 적용되는지에 대한 평가 결과나 관련 선행 연구의 증거가 미흡하면 현장 중심의 연계성을 판단하는데 어려움이 있다. 이 연구는 연계성에 초점을 둔 교육과정 내용의 비교 분석을 통해서 우리나라 과학과 교육과정 연계성의 강화 방안과 시사점을 도출하고, 더 나은 교육과정을 위한 기초 자료를 제시하는 데 그 목적이 있다. 그렇기 때문에 심층적인 교육과정의 질적인 분석과 현장 적용 측면에 대한 분석은 다루지 않고, 각 나라에서 제시한 교육과정 문서에 기술된 내용을 중심으로 국제비교를 수행하였다.

III. 연구 결과

1. 각 나라별 과학과 교육과정의 구성과 내용 영역

가. 대만

각 국가들의 과학과 교육과정을 비교하기 위해 비교 대상 국가들의 과학과 교육과정의 구성과 내용 영역을 우선적으로 분석하였다. 대만의 경우, 초·중등학교의 기본 학제는 6-3-3제로서 한국과 같다. 초등학교 6년, 중학교 3년을 의무교육으로 규정하고 있으며, 이 기간(9년)을 국민교육(국민중소학9년 일관 교육과정)으로 명명하였다. 의무교육은 인본정서와 통합 능력, 민주적 소양, 향토와 국제의식을 갖추고 평생토록 학습하는 건전한 국민을 양성하는 것을 그 목적으로 삼고 있다 (Department for National primary and secondary Education [教育部國民及學前教育署], 2008b). 이 시기의 교육과정에서 과학과는 통합 능력에 근거하여 ‘자연과 과학기술’ 교과로 결합되어 있으며, 후기 중등 교육에서 물리, 화학, 생물, 지구과학의 갈래를 두고 있다. 자연과 과학 기술 교과에서 양성하고자 하는 과학과 기술의 기본 능력은 모두 8개의 항목(과정 기능, 과학과 기술 인지, 과학과 기술 본질, 과학 기술의 발전, 과학 태도, 사고 지능, 과학 응용, 설계와 제작)으로 나누어진다. 이러한 기본 능력은 각 단계별로 세분화 되어 교육과정을 구성하는 근본이 되고 있다. 자연과 과학기술의 학습 내용은 물질과 에너지,

생명세계, 지구환경, 생태정보, 과학기술 등 과학과 기술의 인지적 학습 영역뿐만 아니라 과학적 태도와 생명을 중시하고 환경을 보호하는 정의적 영역과 과학기술과 정보를 습득하고 활용하여 일상생활에서 실천하고 평생학습의 개념을 포함하고 있다. 고등학교에서 과학은 한국과 마찬가지로 물리, 화학, 생물, 지구과학이라는 4분과 체제를 채택하고 있으나 공통과학에 해당하는 교과는 존재하지 않는다(Department for National primary and secondary Education [教育部國民及學前教育署], 2008a). 과학과의 초·중등학교 과정과 고등학교 과정에서 모두 나선형 교육과정의 이념을 채택하여 학년이 올라가면서 동일한 개념과 원리를 배우더라도 양적으로 팽창하며 질적으로 심도 있는 학습을 하게 된다. 다만 차이가 있다면 국민중소학9년 일관 교육과정의 경우 인지적인 영역뿐만 아니라 정의적 영역과 기능적 영역이 분리되어 제시되어 있지만, 고등학교 교육과정에서는 정의적 영역이나 기능적 영역이 교육과정상 따로 제시되어 있지는 않고, 인지적 영역의 학습 중에 함께 배양되어야 한다고 나타내고 있다. 대만의 과학과 교육과정의 구성과 내용 영역을 정리하면 Table 3과 같다.

나. 영국

영국의 과학과 교육과정의 경우, 1~6학년까지 교과의 명칭은 ‘과학과 기술의 이해’로 과학영역과 기술영역을 함께 가르치도록 되어 있으며, 교육과정 내용을 학년별로 제시하지 않고 크게 초반, 중반, 후반의 세 부분으로 나누어 제시하고 있다(Department for Education, 2013). 초반에는 주로 과학과 관련된 활동을 주로 다루며, 이러한 활동은 중반, 후반으로 갈수록 더욱 고차적으로 내용이 깊어진다. 중반에서부터는 과학 교과와 관련된 내용이 제시되면서 우리나라에서의 물리, 화학, 생물, 지구과학에 해당하는 내용영역을 전반적으로 다루기 시작하며, 후반에서 그 내용이 분리되어 ‘에너지, 운동과 힘’, ‘물질의 행동방식’, ‘생명과 생물’, ‘환경, 지구와 태양계’와 같이 독자적인 4개의 영역으로 나타난다. 이때부터 나타난 네 영역이 중학교와 고등학교의 내용과 연계되도록 되어 있다. 특징적으로 초등학교과정에서 중반과 후반에 디자인 및 기술과 관련된 내용을 과학과 함께 가르치는 것을 볼 수

Table 5. The construction and content area of science curriculum in Finland

Grade (Cluster)	Elementary school		Middle school	High school
	1~4	5~6	7~9	10~12
Content area	환경과 자연 (생물학, 지리학, 물리학, 화학, 건강 교육의 통합 교과)	물리학, 화학, 생물학, 지리학	물리학, 화학, 생물학, 지리학	물리학 (필수과정, 특별과정) 화학 (필수과정, 특별과정) 생물학 (필수과정, 특별과정)

있다. 7~9학년까지는 과학영역을 ‘에너지, 전기, 힘’, ‘화학적·재료적 활동’, ‘유기체, 행동, 건강’, ‘환경, 지구, 우주’의 네 영역으로 구성하고 있다. 과학과, 과학의 역할에 대해 학습하는 데 기본이 되는 ‘과학적 사고’, ‘응용 및 과학의 영향’, ‘문화적 이해’, ‘공동 연구’의 다섯 가지 핵심 개념을 제시하고 있으며, 학생들이 학습하는 데 필요한 과학의 필수적인 기술과 방법들인 ‘실험과 탐구 기술’, ‘증거의 비판적 이해’, ‘의사소통’의 세 가지 핵심 방법을 제시한다. 10~11학년까지는 과학영역을 구성하는 영역은 중학교에서와 크게 다르지 않다. 다만 물리, 화학, 생물, 지구과학에 해당하는 영역의 제목이 ‘에너지, 전기 및 방사’, ‘화학 및 물질의 행동 특성’, ‘유기체와 건강’, ‘환경, 지구와 우주’로 중학교에서의 그것과 조금 다르게 제시되며 그에 따라 내용 구성에도 조금의 차이가 있다. 영국의 과학과 교육과정의 구성과 내용 영역을 정리하면 Table 4와 같이 나타낼 수 있다.

다. 핀란드

핀란드의 과학과 교육과정은 물리학, 화학, 생물학 교과를 중심으로 이루어져 있다. 초등 교육과정의 경우, 교육 내용이 각 학년 별로 제시되어 있지는 않으나, 크게 1~4학년, 5~6학년의 두 학년 군으로 나누어져 있다. 1~4학년까지는 생물학, 지리학, 물리학, 화학, 그리고 건강 교육이 통합된 ‘환경과 자연’이라는 하나의 교과를 통해 과학교육이 이루어지고 있으며, 5~6학년에서는 물리학, 화학, 생물학, 지리학이 각각의 교과 영역으로 교육과정이 편성되어 있다(Finnish National Board of Education, 2004). 특징적인 것은 ‘지리학’ 교과가 과학 교과들과 함께 제시되어 지구과학과 관련된 내용을 포함하고 있다는 것이다. ‘환경과 자연’ 교과에 대한 교육은 탐구 및 문제를 중심으로 하는 접근을 기반으로 한다. 이러한 경험 중심의 교수법을 통해 학생들이 자연과 환경에 대한 적극적인 관계로 발전하는 것을 목표로 한다. 5학년에서부터 제시되는 물리학과 화학, 생물학과 지리학 영역에서는 과학을 공부하는 학생들에게 흥미를 유발하고, 안전하고 좋은 환경의 중요성을 인식하도록 도우며, 환경을 돌보고 환경에 대해 책임감을 갖고 행동하도록 가르치는 것을 중심으로 하고 있다. 지구과학 영역에 대한 내용이 따로 제시되어 있지 않지만, 관련성을 바탕으로 물리학, 화학, 생물학, 지리학 영역에서 지구과학 내용이 포함되어 제시된다.

7~9학년까지는 과학 영역이 ‘물리학’, ‘화학’, ‘생물학’의 세 교과로 구성된다. 학생들은 이들 교과에 대한 교육을 통해 초등 교육과정에서 배운 과학 지식과 과학의 본성에 대한 개념을 확장하고 실험적인 정보 획득의 기술을 강화할 수 있다. 뿐만 아니라, 학생들은 자연을 학습하는 것에 긍정적인 경험을 통해 환경에 대한 인식의 수준을 높일 수 있다. ‘지구과학’ 영역의 경우, ‘지리학’ 교과에서 지구의 표면운동과 관련된 내용을 다루고 있다. 이러한 교육과정을 거쳐 학생들은 과학의

특성을 바탕으로 지식을 수용하고, 다양한 상황에서 지식을 적용할 수 있는 능력을 획득하게 된다. 10~12학년까지의 과학과 교육과정은 중학교급과 마찬가지로 ‘물리학’, ‘화학’, ‘생물학’ 영역으로 이루어져 있다. 그러나 각각의 교과 영역에서 ‘필수과정’과 ‘특별과정’이 운영되고 있다. 교육과정이 무학년제로 운영되면서 학생들은 ‘필수과정’을 포함하여 ‘특별과정’에서 몇 개의 교과를 선택하여 학습할 수 있도록 되어있는 것이 특징이다(Finnish National Board of Education, 2003). 핀란드의 과학과 교육과정의 구성과 내용 영역을 정리하면 Table 5와 같다.

라. 미국

미국에서 2013년 개정된 NGSS(Next Generation Science Standards)는 각 주에서 개별적으로 운영하고 있는 교육과정에 대해 국가적인 기준과 방향을 제시하기 위해 구성되었다(NCR, 2013). NGSS는 기존의 ‘K-12’에 기초를 두고 있다. 유치원~5학년까지는 학년을 구별하고 있으며, 중학교와 고등학교의 경우 학년 군으로 제시하고 있다. 초등학교에서는 학생들에게 기대되는 능력과 내용 영역을 함께 제시하고 있으며 중학교 이상에서는 내용 영역만을 제시하고 있다. 각각의 학교급에서 학습할 내용 영역은 Physical Science(PS), Life Science(LS), Earth and Space Science(ESS), Engineering Design(ETS)의 4개의 영역으로 구분하여 제시하고 있다. 만 5~10세까지 K, 1~5학년에 이르는 초등교육을 기본 교육으로 받게 된다. 이 때 만 5세의 K학년은 의무교육(만 6~15세)에 포함되지 않는다. 이 시기의 학습자는 물상 과학(PS), 생명 과학(LS), 지구와 우주 과학(ESS), 공학 설계(ETS) 등 4개의 핵심 영역에 대한 이해를 시작하고, 학습자 주변 세상에 대한 문제의 답을 찾거나 규칙을 탐구하게 된다. 6학년에서 8학년의 전기 중등교육 시기의 학습자는 물상 과학(PS), 생명 과학(LS), 지구와 우주 과학(ESS), 공학 설계(ETS) 등 4개의 핵심 영역에서 기본 교육 시기에 세워진 개념들과 능력에 근거하여 핵심 개념들을 융합하거나 교차시켜 실생활에서 일어나는 물리학적·생명 과학적·지구와 우주과학적인 현상들을 이해하고 설명할 수 있게 된다. 후기 중등교육의 고등학교 과정에서 과학은 중학교 과정의 물상 과학(PS), 생명 과학(LS), 지구와 우주 과학(ESS), 공학 설계(ETS) 등 4개의 핵심 영역의 개념과 능력에 기초를 두고 있으며 이 개념들을 좀 더 발전시킨 형태를 띠고 있다. NGSS는 수행 기대(Performance Expectations)와 그 수행 기대를 나타낼 정확한 핵심 개념(Disciplinary Core Ideas), 과학 및 공학적 실습(Science and Engineering Practices), 학문 간 교차 개념(Crosscutting Concepts)으로 구성되어 있다. 수행 기대란 학생들이 반드시 이해하고 행동으로 옮길 수 있는 것들을 서술한 것이다. 특히, 7가지의 교차 개념으로 ‘패턴’, ‘원인과 결과’, ‘규모나 범위, 양, 비율’,

Table 6. The construction and content area of science curriculum in The United States

Grade (Cluster)	Elementary school		Middle school	High school
	K	1~5	6~8	9~12
Content area	물상 과학, 생명 과학, 지구 우주 과학	물상 과학, 생명 과학, 지구 우주 과학, 공학 설계	물상 과학, 생명 과학, 지구 우주 과학, 공학 설계	물상 과학, 생명 과학, 지구 우주 과학, 공학 설계

Table 7. The construction and content area of science curriculum in Canada

Grade (Cluster)	Elementary school		Middle school	High school
	1 ~ 8		9 ~ 10	11 ~ 12
Content area	생명 체계의 이해, 물체와 에너지의 이해, 지구와 우주 체계의 이해, 구조와 역학의 이해		과학적 조사, 기술과 직업탐구, 생물학, 화학, 지구와 우주과학, 물리학	생물, 화학, 지구와 우주과학, 환경과학, 물리학, 과학

Table 8. Grade clusters including concept of 'Moon' in each National Science Curriculum

Country	Subject	Grade(Cluster)											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Taiwan	자연과 과학기술									(1)			
	기초 지구과학												(2)
United Kingdom	과학과 기술의 이해						(3)						
	과학									(4)			
Finland	물리와 화학						(5)						
	물리학												(6)
United States	과학			(7)		(8)			(9)				
	지구과학											(10)	
Canada	과학과 기술						(11)						
	지구와 우주과학									(12)			(14)
Korea	과학				(15)	(16)			(17)				(18)
	지구과학1												(19)
	지구과학 실험												(20)

‘시스템과 시스템 모델’, ‘에너지와 물질’, ‘구조와 기능’, ‘안정성과 변화’를 제시하여 학년 간 그리고 교과 간 연계를 위해 활용하고 있다. 이러한 교차개념은 교과 내용의 국한되지 않고 개념들의 특성에 따라 교과와 학년의 경계를 넘어서서 학습할 수 있는 기회를 제공하게 된다. 그러한 의미에서 교차개념은 종적·횡적 연계성의 측면에서 상당히 중요한 의미를 지닌다고 할 수 있다. 미국 과학과 교육과정의 구성과 내용 영역은 Table 6과 같다.

마. 캐나다

캐나다(온타리오주)의 경우, 과학은 기술영역과 함께 구성되어 있다. 1학년에서 8학년까지 과학 교과의 명칭은 ‘과학과 기술’이며, 생명 시스템의 이해, 물질과 에너지의 이해, 지구와 우주 시스템의 이해, 구조와 역학의 이해 4가지 내용 영역을 중심으로 통합적으로 제시되고 있으며, 이러한 영역은 고등학교에서 생물학, 화학, 지구와 우주 과학, 물리학과 연계된다(Ontario Ministry of Education, 2007). 9~10학년까지는 1~8학년과 다르게 ‘과학’이란 명칭을 가진 교과가 있다. 과학은 과학적 조사 기술과 직업 탐구, 생물학, 화학, 지구와 우주 과학, 물리학의 5개의 영역으로 구분하여 각 학년마다 각각 순수 과학과 응용과학으로 구분하여 제시하고 있으며, 11~12학년에서의 과학은 생물학, 화학, 지구와 우주 과학, 환경 과학, 물리학, 과학과 같은 6개의 과목에서 다양한 선택 과목을 제시하고 있다(Ontario Ministry of Education, 2008a, 2008b). 각 영역에서는 ‘기본 개념’과 ‘빅 아이디어(Big ideas)’를 기준으로 교육을 편성한다. 기본 개념은 모든 과학적, 기술적 지식의 습득을 위한 체계를 제공하는 주요 생각들로서 학생들로 하여금

과학과 기술에 대한 지식을 수학 및 사회와 같은 다른 과목의 지식과 결합할 수 있도록 도와준다. 빅 아이디어는 이론적으로 살펴보면 광범위한 개념, 원리 또는 과정에 초점을 두기 위한 각각의 사실과 기술을 넘어서는 개념이다(Kang et al., 2008). 즉, 학생들이 수업 시간에 학습한 많은 세부 사항을 포괄할 수 있는 넓고 중요한 이해로 각 학년 수준에 제시된 기본 개념들의 방향을 설명해 준다. 빅 아이디어에 대한 깊은 이해에 도달하기 위해서는 기본 개념을 이해하고, 탐구 및 문제 해결 기술을 개발하며, 이러한 개념들과 기술을 교실을 넘어선 환경과 연결해야 한다. 캐나다에서는 이러한 빅 아이디어를 활용하여 다양한 분야의 내용을 구성함에 있어 종적·횡적 연계성을 충분히 고려하고자 하였다. 캐나다 과학과 교육과정의 구성과 내용 영역은 Table 7과 같이 나타낼 수 있다.

2. 개념 연계성 특성의 비교

가. ‘달’ 개념 연계성

‘달’과 ‘암석의 순환’에 대한 개념의 연계성을 살펴보기 위해 각 비교대상 국가의 교육과정 문서에 제시된 내용을 살펴보았다. 달은 천체 영역에서 다루는 핵심적인 주제들 중의 하나로 태양과 지구, 달 사이의 상호 작용과 위치 관계에 따른 위상 변화, 식 현상, 조석 현상 등과 같은 자연 현상에 직접적인 관련성을 가진다. 달에 대한 학습은 이러한 자연 현상을 과학적으로 이해할 수 있도록 도움을 준다. 따라서 달과 관련된 학습내용을 체계적으로 구성하여 학습자에게 제시하는 것은 매우 중요하다. 달과 관련된 학습 내용의 조직 현황을 알아보기

Table 9. Content statements for concept of 'Moon' in each National Science Curriculum

Country	Content Statements
Taiwan	(1) 환경 인식 · 태양, 달, 지구의 모형으로부터 낮과 밤, 사계절, 일식, 월식 및 조석 현상을 이해한다.
	(2) 우주 속의 지구 (지구가 있는 우주 환경) · 태양 복사, 태양풍, 우주 방사선, 소천체(혜성, 운석) 등을 포함한 지구 밖의 우주 환경에 대한 개황을 안다. 지구의 기원론 (역법 탐색의 근원) · 태양, 달, 지구의 상대적인 운동에서 나온 역법(인류가 어떻게 천체를 이용하여 년, 월, 일을 나누었는지)을 이해한다.
United Kingdom	(3) 환경, 지구와 태양계 · 시간 측정(년, 월, 일을 포함하여)이 낮과 밤과 태양계에서 지구의 위치와 어떻게 관련되는지 연구하고 설명한다.
	(4) 환경, 지구, 우주 · 천문학 및 우주 과학은 자연에 대한 통찰력과 태양, 달, 별, 행성 및 다른 천체의 움직임에 대한 관찰을 제공한다.
Finland	(5) 크기와 구조 · 하루 시간, 계절, 달의 위상, 일식과 같이 지구와 달의 운동 때문에 나타나는 현상들을 안다. · 태양계의 구조를 안다. · 밤하늘을 관찰할 수 있다. (핵심 내용: 지구와 달의 운동과 그 결과 나타나는 현상들, 태양계의 구조, 밤하늘)
	(6) 회전과 중력 · 물질과 우주의 구조에 관한 기본 개념을 스스로 터득하고, 물리학의 개념과 원리의 기본 단위로서 자연의 구성 요소와 현상에 대한 이해를 구조화할 수 있다. (핵심 내용: 운동량과 회전 평형, 회전·등속·등가속도 모형, 회전운동 방정식, 각 운동량 보존, 회전 에너지, 회전 운동과 가속도, 중력과 중력 운동, 포물선과 행성 운동, 위성과 인공위성의 사용)
United States	(7) 지구과학 · 학생들은 지구가 태양을 공전하는 여러 행성 중의 하나이며, 달은 지구를 공전함을 안다.
	(8) 태양계 · 학생들은 태양계가 지구와 달, 태양, 다른 8개의 행성, 행성들의 위성, 소행성과 혜성과 같은 작은 천체들을 포함함을 안다.
	(9) 태양계 안의 지구 · 학생들은 우주 밖에 있는 모든 밝은 천체의 빛의 원천이 별이고, 달과 행성들은 태양 빛을 반사할 뿐, 스스로 빛을 내지 못함을 안다. · 학생들은 행성, 행성의 위성, 혜성, 소행성과 같은 태양계에 있는 천체의 모양, 일반적인 구성, 상대적 위치, 크기, 운동을 안다.
	(10) 우주(태양계)에서 지구의 위치 · 학생들은 행성과 달의 표면 형성 및 지구상 생명체의 대량 멸종을 통해 소행성의 충돌이 주었던 큰 영향의 흔적을 안다.
Canada	(11) 지구와 우주의 이해 (우주) · 지구를 일부분으로 포함하는 시스템의 특성과 지구, 태양, 달 사이의 관계에 대한 조사 · 태양, 지구 및 다른 행성들, 자연 위성, 혜성, 소행성, 유성을 포함하는 태양계의 요소를 명확히 알고, 그것들의 물리적 특성들에 대해 질적 용어(예를 들어, 지구 표면은 매우 젖다; 대부분은 물로 덮여 있다; 달은 지구의 유일한 자연 위성이다; 혜성은 우리 태양계의 가장 큰 물체이다; 그들의 중심은 언 액체에 갇힌 암석입자들을 포함 한다; 그들의 꼬리는 가스와 먼지로 이루어져 있다.)로 묘사한다. · 우주의 물체 중 빛을 발하는 것(예를 들어, 별)과 빛을 반사하는 것(달과 행성)을 명확히 안다. · 지구와 달, 태양의 상대적인 위치와 운동의 영향에 대해 설명한다(예를 들어, 일식과 월식, 주기적으로 변하는 달의 모양, 조석 등을 보여 주기 위해 모형이나 시뮬레이션을 사용한다).
	(12) 우주에 대한 연구 · 천문학적 현상의 원인(예를 들어, 북극광, 일식, 달의 위상, 혜성) 다양한 현상들을 지구에서 어떻게 잘 관찰할 수 있는지 설명한다.
	(13) 우주 탐험 · 밤하늘의 패턴(예를 들어, 별자리), 천체의 운동(예를 들어, 태양, 달, 행성, 별, 은하)에 대해 직접 관찰과 컴퓨터 시뮬레이션, 별자리를 조사, 그래픽이나 다른 형식을 이용하여 기록한다. · 주요 천문 현상의 원인(예를 들어, 북극광, 일식 및 월식)과 지구에서 볼 수 있는 다양한 현상들을 어떻게 잘 볼 수 있는지를 설명한다.(예를 들어, 일식은 맨눈이 아닌 태양 필터가 장착된 망원경을 통해서만 볼 수 있다.)
	(14) 행성 과학 (태양계의 과학) · 지구를 포함하여 단단한 물체 사이의 상호작용이 태양계를 형성하는 데 도움이 되는 방법에 대해 조사한다.(예, 작은 물체의 증가, 달의 형성, 행성 고리의 형성) · 태양계에서 구성요소의 특성을 결정하는 요인을 파악한다.(예, 행성, 달 또는 다른 물체가 고체인지 기체인지 확인 할 수 있도록 하는 태양으로부터의 거리에 따른 온도 변화)
Korea	(15) 지구와 달 · 지구와 달의 모양이 동글다는 것을 안다. · 달 표면의 여러 모습을 관찰하고, 달의 환경을 추리할 수 있다. · 지구와 달의 모습을 비교하여 지구에 생명이 존재할 수 있는 이유를 설명할 수 있다.
	(16) 지구와 달의 운동 · 여러 날 동안 관찰한 달의 모양이 달라지는 것을 달의 공전으로 설명할 수 있다. · 태양과 지구, 달의 운동을 모형이나 역할 놀이를 통해 이해한다.
	(17) 태양계 · 지구와 달의 모양과 크기를 알고, 자전과 공전으로 인해 나타나는 현상을 이해한다. · 달의 모양 변화와 일상생활을 연관하여 이해한다. · 태양계를 구성하는 천체를 알고, 태양계 행성을 분류하여 그 특징을 알고, 행성도 위성을 가질 수 있음을 안다.
	(18) 우주와 생명 (태양계와 지구) · 행성의 운동에 관한 케플러의 법칙을 알고, 뉴턴의 운동법칙을 이용하여 케플러 법칙을 설명할 수 있다. · 지구와 달의 공전과 자전 및 식 현상을 설명할 수 있다.
	(19) 다가오는 우주 (천체관측) · 달과 태양, 지구의 상대적인 위치 관계로 달의 위상을 설명할 수 있다. · 일식과 월식이 일어나는 원리를 이해하고 이 때 관찰할 수 있는 현상을 설명할 수 있다. · 달의 위상이 같더라도 달의 적경과 적위에 따라 달의 남중고도와 관측 가능한 시각이 달라짐을 설명할 수 있다.
	(20) 우주의 탐구 (천체의 관측) · 천체 사진 촬영을 위한 기초 이론부터 실제 촬영 사진을 얻기까지 과정을 이해하고, 달, 행성 및 별의 일주 운동 등의 천체 사진을 촬영할 수 있다. 우주의 탐구 (달과 행성의 운동) · 달 관측을 통하여 달의 운동을 이해한다. · 달 표면의 크레이터를 관측하기 좋은 조건을 파악하고, 크레이터의 높이를 측정할 수 있다. · 행성의 관측을 통하여 행성의 운동을 이해한다. · 행성을 관측한 자료로부터 케플러 제 3법칙을 유도하고, 목성과 그 위성을 관측한 자료를 이용하여 목성의 질량을 계산할 수 있다.

Table 10. Grade clusters including concept of 'Rock Cycle' in each National Science Curriculum

Country	Subject	Grade(Cluster)											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Taiwan	과학								(1)				
	기초 지구과학											(2)	
United Kingdom	과학								(3), (4)		(5)		
Finland	환경과 자연			(6)									
	지리학								(7)			(8)	
United States	과학		(9)		(10)		(11)						
	지구과학											(12)	
Canada	과학과 기술				(13)								
	지구와 우주과학												(14)
Korea	과학			(15)					(16)				
	지구과학1											(17)	
	지구과학2											(18)	
	고급 지구과학											(19)	
	지구과학 실험											(20)	

위해 우리나라를 포함한 6개 나라의 교육과정 문서 내에서 달에 대한 내용이 어떻게 다루어지고 있는지 분석하였다. 각 나라별로 교육과정 문서에서 ‘달’에 대해 다루고 있는 학년(군)을 제시하면 Table 8과 같으며, 구체적으로 교육과정 문서에 명시된 내용은 Table 9로 나타낼 수 있다.

대만의 교육과정에서는 7~9학년의 자연과 과학기술 교과에서 태양과 달의 모형을 이용하여 일식과 월식, 그리고 조석 현상에 대해 가르치고 있으며, 10~12학년에서는 지구 밖의 우주환경에 대해 다루면서 태양과 달 및 지구의 상대적인 운동과 역법을 연계하여 천체를 이용한 시간의 개념에 대해 제시하고 있다. 저학년에서 일식이나 월식, 조석과 같이 눈으로 직접 관찰할 수 있는 낮은 수준의 현상에 대해 학습하고, 고학년에서 시간의 개념을 포함한 좀 더 높은 수준의 내용을 다루고 있다. 다른 모든 국가에서는 초등학교에서 달에 대한 개념을 학습하는 것에 반해, 대만은 초등학교에서 달의 개념을 다루고 있지 않다.

영국에서는 초등교육과정의 후기에 해당하는 5~6학년에서 년, 월, 일을 포함한 시간의 측정에 대해 태양계에서의 지구의 위치와 관련하여 다루고 있다. 이후 7~9학년에서 달의 움직임에 대한 관찰을 제공하며 조금 더 구체적으로 다루고 있다. 대만과 영국의 경우, 다른 나라에서는 구체적으로 다루고 있지 않는 년, 월, 일을 포함한 다양한 수준의 ‘시간’ 개념을 다루고 있다는 점에서 특징적이다.

핀란드는 5~6학년에서 물리와 화학 교과에서 지구와 달의 운동과 그 결과 나타나는 현상에 대해 제시하고, 달의 위상 및 식 현상에 대해서도 다루고 있다. 10~12학년에서는 물리 교과에서 물질과 우주의 구조에 관한 기본 개념에 대해 천체의 운동과 관련된 법칙들과 연계하여 다루게 된다. 저학년에서 현상에 대해 탐구하고, 고학년에서 그러한 현상과 관련된 요소와 구조, 물리학적 원리를 다루고 있다는 점에서 개념의 수준과 깊이가 깊어짐을 알 수 있다. 그러나 다른 나라들과는 달리, 핀란드는 중학교 교육과정에서 달에 대한 개념을 직접적으로 언급하고 있지는 않다.

미국에서는 3학년에서 현상적 측면에서 달이 지구를 공전한다는 내용을 다루고 있으며, 5학년에서 태양계라는 전체적인 관점에서 하나의 구성 요소로서 달을 제시하고 있다. 이후, 8학년에서 달이 스스로 빛을 내지 않고 태양 빛을 반사한다는 내용과 행성의 위성으로서 달의 모양, 구성, 위치 및 크기와 운동을 다루고 있다. 9~12학년 동안에 학생들은 지구과학 교과를 통해 달 표면의 형성과 같은 더욱 세부적인

것에 대해 알게 된다. 이와 같이 미국의 경우, 달 개념에 대한 교육과정의 조직이 다른 나라들 보다 상당히 체계적이며, 낮은 수준에서 높은 수준으로의 단계적 구성을 잘 이루고 있다.

캐나다에서는 초등학교 6학년에서 시스템으로서의 지구와 태양, 그리고 달의 관계를 다루고, 달의 특성과 상대적인 위치, 운동에 의한 모양, 그리고 조석 등에 대해 제시하고 있다. 9학년에서는 달의 위상에 대해 그 원인과 잘 관찰할 수 있는 방법에 대해 다루고, 달의 운동이나 주요 천문 현상에 대해 관찰 또는 시뮬레이션 등의 방법들을 사용하여 학습하게 된다. 12학년에서 태양계의 형성과 관련하여 태양으로부터의 거리에 따른 요인이 달의 형성과 특성에 미치는 영향에 대해 다루게 된다. 이러한 내용의 구성은 저학년에서 비교적 현상에 초점을 둔 낮은 수준의 개념을 다루고, 고학년에서 그러한 현상의 원인이나 세부적인 구조와 특징을 파악하는 높은 수준의 내용을 다루고 있는 다른 나라들의 구성과 크게 유사하다. 특히, 캐나다의 경우, 직접 관찰하거나 컴퓨터를 활용한 시뮬레이션, 조사, 그래픽 등과 같은 다양한 매체를 활용한 탐구를 지향하고 있다.

우리나라는 비교 국가들 중 교육과정 내에서 달에 대한 개념을 가장 많이 다루고 있다. 3~4학년에서 달의 모양, 달의 표면과 환경, 그리고 생명의 존재와 관련하여 지구와 달을 비교하는 내용을 담고 있으며, 5~6학년에서는 달의 위상 변화를 달의 공전으로 설명하고, 태양과 지구, 달의 모형이나 역할 놀이를 통해 운동을 다루고 있다. 7~8학년에서는 달의 모양과 크기, 자전과 공전에 의한 현상과 그에 따른 달의 모양 변화를 일상생활과 연관하여 다룬다. 10~12학년에서는 운동법칙과 케플러 법칙 등을 바탕으로 하여 달의 공전과 자전 그리고 식 현상을 이해하게 된다. 지구과학1 교과에서는 달과 태양, 지구의 상대적인 위치에 의한 달의 위상과 식 현상에 대해 다시 다루고, 달의 관측에 대해서도 제시하고 있다. 지구과학 실험 교과에서는 달을 포함한 천체의 사진을 촬영하고, 달 표면의 크레이터에 대해서도 다루고 있다. 일반적으로 저학년에서는 현상과 관찰을 기초로 한 낮은 수준의 개념을 다루고, 고학년으로 갈수록 원리나 구조 등과 같은 고차원의 개념을 다루고 있다. 그러나 달의 위상 변화를 달의 공전으로 설명하는 내용이 초, 중, 고등학교에서 동일하게 반복되고 있고, 더욱이 교육과정 문서상의 서술에서는 그 수준의 차이를 확인하기 어렵다. 또한, 식 현상에 대해서도 마찬가지로 중학교와 고등학교에서 구분하기 어려운 수준에서 동일하게 다루어지고 있다. 달에 대한 개념에 대해 교육과정 문서상

Table 11. Content statements for concept of 'Rock cycle' in each National Science Curriculum

Country	Content statements
Taiwan	(1) 환경 인식 · 지구의 지형 변화와 지각의 표층 구조의 학설을 안다. 암석권, 수권, 대기권, 생물권의 변동 및 서로에게 미치는 영향을 안다. 변화하는 지구 (지구의 구조: 고체 지구의 구조) · 고체 지구 내부에 층상 구조가 있음을 안다. · 고체 지구가 다른 종류의 암석으로 구성되고, 암석은 광물로 구성되어 있음을 안다.
	(2) 지구 환경의 특징 (웅장하고 아름다운 강산: 풍화, 침식, 운반, 퇴적) · 지질 작용이 지표 변화에 미치는 영향을 이해한다. · 암석의 형성, 풍화, 퇴적 등 암석이 순환하는 과정을 안다. · 어떤 것은 매우 빠르고 어떤 것은 매우 느리게 진행되는 지표 변화의 물리 화학적인 법칙 및 상호 관계를 안다.
	(3) 환경, 지구, 우주 · 지질학적 활동은 화학적·물리적 과정에 기인한다. (지질 활동 : 암석의 순환 과정, 암석의 생성 및 풍화 작용을 포함한다.)
United Kingdom	(4) 물질, 물질의 특성 및 지구 · 5단계: 학생들은 암석의 풍화 같은 예를 적절한 전문 용어를 사용하여 추상적인 아이디어를 끌어내어, 물질과 물질의 특성과 지구와 관련된 과정과 현상을 기술한다. 학생들은 퇴적물이 바위로 형성되는 예를 통해, 한 단계 이상의 설명이나 모형을 사용해 과정과 현상을 설명한다. · 7단계: 학생들은 암석의 순환 같은 예를 통해, 추상적인 아이디어 및 적합한 용어와 다양한 의미의 나열을 통해, 물질, 물질의 특성, 지구와 관련된 광범위한 과정과 현상을 기술한다. · 우수한 실적: 학생들은 서로 다른 시간 규모를 통해 암석의 생성과 파괴가 발생하는 것처럼, 물질, 물질의 특성, 지구에 대해 깊고도 넓은 이해와 지식을 설명한다.
	(5) 환경, 지구와 우주 · 지구의 표면과 대기는 지구의 시초부터 현재에 이르기까지 변화해왔고 현재도 변화하고 있다.
Finland	(6) 생물과 환경 · 지도와 지형의 주요 특징 · 지도의 표현 수단을 이해한다. · 지도를 읽는 데 있어서 범례, 나침반 방향, 축척 등을 사용하는 방법을 이해한다. · 학교 운동장과 주변 환경을 간단한 지도로 그리는 방법을 이해한다.
	(7) 지리학 · 지구상의 전 지구적 사건들의 영향을 이해한다. · 지구 표면의 변화를 가져오는 암석권에 해당하는 요소들의 영향을 이해한다.
United States	(8) 푸른 지구 · 기권, 수권, 암석권의 구조와 기능에 대해 설명할 수 있다. · 지도나 이미지를 사용하여 자연 경관의 기원과 발달, 구조를 해석하는 방법을 알고, 자연 경관이 어떻게 그리고 왜 변화하는지 이해한다.
	(9) 지구과학 · 학생들은 다양한 암석의 물리적인 특성을 비교하는 방법과 암석이 서로 다른 광물의 조합으로 구성되어 있음을 안다. · 학생들은 큰 암석이 부서지고, 풍화됨으로 작은 암석이 만들어졌음을 안다. · 학생들은 토양의 일부는 암석의 풍화로, 일부는 유기체의 물질로 만들어졌으며, 서로 다른 색깔, 조직, 수분 함유량, 다양한 종류의 식물이 성장하도록 하는 능력이 토양에 따라 서로 다름을 안다.
	(10) 암석과 광물 · 학생들은 암석의 특성과 형성 방법(암석의 순환)을 추론함으로써 화성암, 퇴적암, 변성암을 구분하는 방법을 안다. · 학생들은 광물의 특성을 나타낸 표를 이용하여 일반적인 조암 광물(석영, 방해석, 장석, 운모, 각섬석을 포함)과 광석 광물을 확인하는 방법을 안다. 파도, 바람, 물, 얼음 · 학생들은 지구의 어떤 변화는 침식과 같은 느린 작용의 결과이고, 어떤 변화는 산사태, 화산 폭발, 지진과 같은 빠른 작용에 의한 결과임을 안다. · 학생들은 열고, 녹는 자연적인 과정과 뿌리의 성장이 암석을 부수어 작은 조각으로 만든다는 것을 안다. · 학생들은 물의 이동이 지형을 침식시킴을 안다. 특히 다른 지역으로부터 물이 암석을 이동시키고, 조약돌, 모래, 침적토, 진흙 형태로 퇴적시킴으로써 지면의 모양을 바꾸게 된다.
(11) 지면의 형성 · 학생들은 강과 개울이 침식시키고, 퇴적물을 운반하며, 경로를 바꾸고, 둑을 범람시키는 역동적인 시스템이고, 이는 자연적이며 되풀이되는 유형임을 안다. · 학생들은 해변이 강으로부터 모래가 공급되고, 파도의 작용에 의해 해안을 따라 모래가 움직이게 하는 역동적인 시스템임을 안다.	
(12) 역동적인 지구의 활동 · 학생들은 판구조 과정을 포함하여 암석의 형성에 관한 물리적 화학적 조건에 근거하여 암석의 특성을 설명하는 방법을 안다.	

에서 다른 어느 국가들 보다 자세하고 구체적으로 풍부하게 다루고는 있으나, 내용상의 단순 반복이 어느 정도 나타나고 있음을 알 수 있다.

나. ‘암석의 순환’ 개념의 연계성

암석의 순환은 지구과학의 지질학 영역에서 순환의 개념이 적용되는 과정으로, 지구 시스템 속에서 암석이 환경에 따라 그 상태가 변화한다는 개념을 포함하고 있다. 학생들은 퇴적작용, 마그마의 분출 등에

다른 암석의 형성 과정을 학습하고, 유수에 의한 풍화와 침식에 의해 암석이 부서지고 이동한다는 개념을 이해함으로써 자연 환경이 상호 작용하는 과정을 배우게 된다. 이러한 내용에 대한 학습은 인간의 생활과 밀접한 관련을 가지는 지질 환경에 대해 과학적이고 실질적인 지식을 습득할 수 있게 해준다. 따라서 암석의 순환에 대한 학습은 학생들에게 매우 중요하다고 볼 수 있다. 그에 따라 여러 나라의 교육과정 문서 내에서 암석의 순환과 그 과정에 포함되는 개념들을 어떻게 다루고 있는지 비교, 분석하였다. 비교 대상의 각 나라별로 교육과정에서

Table 11. Content statements for concept of 'Rock cycle' in each National Science Curriculum

Country	Content statements
	<p>지구와 우주의 이해</p> <p>(13) · 화성암, 퇴적암, 변성암이 어떻게 만들어지는지 설명한다(예를 들어, 화성암은 지표의 깊은 곳에서 뜨거운 액체 상태의 마그마가 표면으로 나와(화산 분출 후에) 식어 굳어 형성된 것이다. 퇴적암은 바람이나 물에 침식된 지표의 퇴적물들이 강, 호수, 바다의 바닥에 쌓이고 압력을 받아 굳어 형성된 것이다. 혹은 바닷물이 증발하거나 용해된 미네랄이 바다 바닥에 침전되어 만들어진다. 변성암은 원래 있던 암석이 열이나 압력의 영향으로 변성된 것이다).</p>
Canada	<p>지구 물질</p> <p>(14) · 돌보기를 사용하여 일반적인 화성암(예, 화강암, 흑요석, 안산암, 현무암, 반려암)을 조사하고, 조직(예, 반상질, 현정질, 비현정질)과 구성(예, 산성, 중성, 염기성)에 따라 분류하고 이러한 정보를 바탕으로 그것들의 기원(예, 분출암, 관입암)을 결정한다.</p> <p>· 돌보기를 사용하여 퇴적암(예, 역암, 각력암, 셰일, 석회암, 돌로스톤, 규질암, 석고, 암염, 석탄)을 조사하고 그것들을 구성하는 조직(예, 조립 혹은 세립, 쇄설성)을 바탕으로 분류하고, 그것을 구성하는 물질(예, 구성 광물, 화학 성분, 화석 함유)에 대한 정보를 바탕으로 그것들의 기원을 결정한다.</p> <p>· 돌보기를 사용하여 변성암(예, 점판암, 천매암, 편암, 편마암, 규암, 대리암)을 조사하고, 생성 당시 모암의 종류와 온도, 압력, 화학 조건에 따른 특징(예, 엽리, 결정)을 바탕으로 분류한다.</p> <p>· 퇴적물을 이동시키는 유형(예, 물, 바람, 빙하)과 퇴적물의 운반 유형(즉, 녹은짐, 뜬짐, 밀짐)을 구분하고 설명한다.</p> <p>· 지구 역사를 통해 주요 암석 종류의 계속적인 재생산되는 과정(즉, 암석의 순환)을 설명한다.</p>
	<p>지표의 변화</p> <p>(15) · 흙의 생성 과정을 알고 흙과 생물의 관계를 이해한다.</p> <p>· 유수에 의해 지표면이 깎이거나 쌓이면서 변화될 수 있음을 안다.</p> <p>· 강 주변 지형의 특징을 유수의 작용과 관련지어 설명할 수 있다.</p> <p>· 바닷가 주변 지형의 특징을 바닷물의 작용과 관련지어 설명할 수 있다.</p> <p>화산과 지진</p> <p>· 화산 활동으로 여러 가지 물질이 분출된다는 것을 안다.</p> <p>· 화성암의 생성 과정을 알고, 화강암과 현무암의 특징을 이해한다.</p> <p>지층과 화석</p> <p>· 지층의 형성 과정을 알고 쌓인 순서를 이해한다.</p> <p>· 퇴적암이 만들어지는 과정을 이해하고, 그 특징에 따라 퇴적암을 구분한다.</p> <p>· 화석의 생성 과정을 이해한다.</p>
	<p>지구계와 지권의 변화</p> <p>(16) · 지권은 다양한 암석과 광물로 구성되어 있으며, 지권을 이루는 물질은 순환하고 있음을 이해한다.</p> <p>· 광물과 암석이 우리 생활의 여러 분야에 다양하게 이용되고 있음을 안다.</p>
Korea	<p>소중한 지구</p> <p>(17) · 지하자원의 개발과 이용에 대한 예와 경제적 가치를 설명한다. 지하자원의 생성 과정과 개발 과정을 알고, 그것의 활용 사례와 경제적 가치를 설명할 수 있다.</p> <p>· 자원으로서는 토양의 중요성을 알고, 다양한 토양의 생성 과정 및 유실 또는 저하 요인과 이에 대한 방지 대책을 제시한다.</p> <p>생동하는 지구</p> <p>· 지진, 화산 등 지각의 변화를 일으키는 과정과 원리를 판구조론과 연계하여 설명할 수 있다.</p> <p>· 풍화 작용의 과학적 원리와 현상을 이해한다.</p>
	<p>지구의 구조와 지각의 물질</p> <p>(18) · 조암광물의 여러 가지 성질을 조사하고, 그 특징을 설명할 수 있다.</p> <p>· 마그마의 생성과정과 분화작용을 이해한다.</p> <p>· 마그마의 종류와 산출 상태에 따라 다양한 화성암이 생성됨을 이해한다.</p> <p>· 퇴적암의 생성과정과 퇴적구조를 이해하고 퇴적환경을 해석하는 데 이를 활용한다.</p> <p>· 변성암의 생성과정과 주요 변성암의 특징을 설명할 수 있다.</p>
	<p>고체 지구과학</p> <p>(19) · 마그마의 생성 과정과 냉각에 의해 화성암이 형성되는 과정 및 마그마의 화학조성과 냉각속도에 따라 다양한 종류의 화성암이 생성됨을 이해하고, 화성암의 산출상태, 조직, 광물 성분과 화학 조성 등을 통해 화성암을 이해한다.</p> <p>· 변성암은 고온, 고압, 화학 성분의 변화 또는 이들의 복합적 작용에 의해 생성되고, 그 결과 다양한 변성 구조가 나타남을 이해한다. 이를 통해 변성암을 분류하고, 변성 광물의 종류와 변성 광물의 조합을 통해 변성 작용을 유추할 수 있음을 이해한다.</p> <p>· 퇴적암은 퇴적물이 퇴적되는 장소와 기원에 따라 분류하며, 퇴적물의 다짐과 교결 작용이라는 암석화 작용을 거친다는 것을 이해한다. 퇴적암에 나타난 다양한 퇴적구조를 통해 퇴적 환경을 유추할 수 있음을 이해한다.</p>
	<p>고체 지구의 탐구</p> <p>(20) · 야외 지질 조사를 통하여 자연에서 산출되는 화성암, 변성암, 퇴적암을 채집하여 분류하고 암석의 특징을 이해함으로써 암석의 성인과 생성 환경을 안다.</p>

‘암석의 순환’에 대해 다루고 있는 학년(군), 그리고 교육과정 문서에 명시된 내용을 제시하면 Table 10, Table 11과 같다.

구체적인 교육과정 내용에 따르면, 대만은 ‘암석의 순환과 관련하여 7~9학년에서 지형의 변화와 지각의 표층 구조에 대한 학설들에 대해 다루고, 암석권의 변화와 다른 권역 사이에 미치는 영향에 대해 다루고 있다. 10~12학년에서는 고체 지구를 구성하는 요소로서 암석과 광물을 제시하고 있으며, 지질 작용에 의한 지표의 변화와 암석의 형성과 풍화, 퇴적 등과 같은 암석이 순환하는 과정에 대해 다루고

있다. 이때, 암석의 순환과 관련하여 빠른 반응과 느린 반응, 그리고 물리 화학적인 법칙과 상호관계에 대해서도 다루게 된다. 이와 같이, 저학년에서는 지구계의 각 권역과 같은 거시적 관점에서 단순한 개념을 먼저 다루고, 고학년에서 암석의 형성과 풍화, 퇴적과 같은 구체적인 내용을 다루고 있다.

영국의 경우, 7~9학년에서 바위의 순환 과정, 바위의 생성 및 풍화 작용을 포함하는 화학적·물리적 지질 활동을 다루고 있다. 또 암석의 순환에 대해 퇴적물이 바위가 되고, 암석이 풍화되는 과정을 구체적인

설명이나 모형으로 지도하도록 하고 있다. 이후, 10~11학년에서 지구의 표면이 지구의 시초에서부터 계속해서 변화하고 있음을 제시하고 있다. 지구 표면의 변화에 대한 내용은 암석이 다양한 지질학적 활동을 통해 끊임없이 순환하고 있다는 개념을 포함하고 있다. 영국은 대만 그리고 미국과 동일하게 학생들에게 암석의 순환 과정에서 시간적으로 다양한 규모의 물리·화학적 과정이 있음을 제시하고 있다. 특히, 영국은 학생들로 하여금 적절한 용어와 추상적인 아이디어를 사용하여 설명이나 모형을 구상하도록 강조하고 있다.

핀란드에서는 암석의 순환에 대해 과학적 관점에서 다루기보다는 지리학의 관점에서 지표면의 변화를 다루고 있다. 1~4학년까지 환경과 자연 교과에서 지도와 지형의 특징에 대해 포괄적으로 다루며, 7~9학년의 지리학 교과에서 지구 표면의 변화에 영향을 미치는 요소들에 대해 다룬다. 10~12학년 동안에는 지리학 교과에서 지구의 유동적인 지형 및 구조, 그리고 지구 표면을 형성하는 내부적·외부적 사건들에 대해 다루게 된다. 핀란드는 지구과학을 교과로 구분하고 있지 않으며, 지구과학과 관련된 많은 부분을 지리학 교과에서 가르치고 있는 것이 특징이다. 교육과정 내용에서는 암석의 순환에 대해 구체적으로 언급하지 않고 있으나 해당 내용에 대해 전 지구적 시스템 내에서 이해할 수 있도록 안내하고 있다.

미국의 교육과정에서는 2학년에서 암석의 물리적인 특성과 암석을 구성하는 다양한 광물 조합을 학습하도록 하고 있으며, 큰 암석의 풍화 작용과 그 산물에 대해 다루고 있다. 4학년에서는 암석의 형성과 특성을 통해 화성암, 퇴적암, 변성암을 구분하고, 물의 이동, 화산 폭발, 산사태 등과 같은 구체적인 예를 통해 빠른 반응과 느린 반응의 풍화 및 침식작용에 대해 다룬다. 6학년에서는 강이나 개울에 의한 침식과 운반 및 퇴적 작용에 대해 학습하게 된다. 9~12학년 동안에는 판구조 과정을 포함하여 암석의 형성에 관한 물리적·화학적 조건에 근거한 암석의 특성에 대해 다루고 있다. 미국은 암석에 대한 내용이 2학년, 4학년, 6학년, 9~12학년에 단계적으로 제시되어 있어 학생들이 쉬운 개념에서부터 복잡하고 어려운 개념을 자연스럽게 학습할 수 있도록 그 내용이 구성되어 있다. 이러한 내용의 제시 방법은 교육과정의 계속성 측면에서 비교적 효과적인 내용 조직 형태라 할 수 있다.

캐나다에서는 4학년에서 화성암, 퇴적암, 변성암이 구체적으로 어떻게 만들어 지는지를 다루고 있으며, 암석이 순환하는 과정들에 대해 다루고 있다. 중학교 과정에서는 암석의 순환과 관련된 내용이 없으며, 이후 12학년에서는 암석의 조직이나 구성 등에 대한 정보를 바탕으로 암석의 기원을 밝히고 분류하는 방법들을 제시하고 있다. 특히, 고학년에서는 돋보기를 사용하여 직접 암석의 특징을 관찰하고 특징을 분석하는 과정을 강조하고 있다. 암석에 대한 학습 내용은 저학년에서 낮은 수준의 기본적인 개념을 다루고 고학년에서 구체적이고 높은 수준의 개념을 다루고 있기는 하나, 두 학습 시기가 크게 동떨어져 있어 내용의 연계가 계속성 측면에서 다소 떨어진다고 할 수 있다.

우리나라에서는 3~4학년 과정에서 유수에 의한 풍화 침식과 그에 따른 지표의 변화 그리고 강 주변의 지형 및 바닷가 주변 지형의 특징을 다룬다. 7~9학년에서는 지권의 구성 요소로서 암석과 광물을 제시하고, 이것들이 순환하고 있음을 다루고 있다. 10~12학년에서는 지하 자원의 개발 및 이용과 다양한 활용적인 측면에서 토양을 다루고 있고, 지각의 변화를 일으키는 지진, 화산 등의 과정과 원리를 판구조론과 연계하여 제시한다. 또 풍화작용의 과학적 원리와 현상에 대해서도

다루고 있다. 지구과학2 교과에서는 화성암과 퇴적암, 변성암에 대해 그 생성과정과 특징을 다루고 있으며, 조암광물의 성질과 특징도 다루고 있다. 고급 지구과학 교과에서는 화성암과 퇴적암, 변성암의 생성과정에서 여러 가지 요인들에 의해 다양한 조직, 성분, 조성, 구조들을 갖는 암석이 형성될 수 있음을 다루고 있다. 지구과학 실험 교과에서는 야외 지질 조사를 통해 자연에서 산출되는 암석의 특징을 직접 알아볼 수 있도록 하고 있다. 우리나라는 다른 나라들에 비해 암석의 순환에 대해 다양한 관점에서 그리고 여러 수준에서 다루고 있어 연계성의 측면에서 비교적 짜임새 있는 내용 조직을 나타내고 있다. 또한 암석의 순환에 대해 과학, 지구과학1, 지구과학2, 고급 지구과학, 지구과학 실험의 여러 교과에서 다루고 있으며, 내용의 수준도 단계적으로 제시되고 있다.

IV. 결론 및 제언

교육과정은 교육의 목표를 실현하기 위한 모든 절차의 기준이 되며 교육이 나아가야 할 방향을 제시한다. 교육의 출발점에서 평가까지 모든 활동의 지표가 되는 교육과정은 학습자의 이해를 위해 적절한 수준과 범위에서 다루어지는 것이 매우 중요하다. 이 연구에서는 우리나라를 포함한 6개 국가의 과학과 교육과정에서 제시하고 있는 ‘달’과 ‘암석의 순환’에 대한 내용을 연계성 측면에서 살펴보았다. 이들 국가의 교육과정에서 나타나는 내용 구성의 특징을 분석하여 교육과정 구성의 국제적 경향을 제시하고, 이를 바탕으로 우리나라 과학과 교육과정의 개선점에 대한 함의를 도출하였다. 이 연구를 통해 얻은 결론을 정리하면 다음과 같다.

첫째, 미국과 캐나다는 교육과정의 학년 간 그리고 교과 간 연계의 강화를 위해 빅 아이디어나 교차 개념 등과 같은 연결 고리 역할을 하는 개념을 활용하고 있다. 연계성은 큰 개념을 중심으로 하여 체계적으로 구성할 필요가 있다. 우리나라는 물질과 에너지, 생명과 지구의 두 분야로 구분하고 그 내용을 세분하고 있으나, 이는 실제 운영 교과목의 교과 내용 영역에 따라 구분된 것으로 종적·횡적인 연계를 위해 내용 체계나 개념의 구성에 반영되는 빅 아이디어나 교차 개념의 의미로 적용되지는 않는다. 또한 학습 영역을 분과적으로 명확하게 구분하는 경향이 있어 다른 나라에 비해 비교적 횡적 연계성이 반영되지 못하고 있다고 볼 수 있다. 그리고 최근 우리나라의 교육과정 개정 방향이 내용 축소를 고려하고 있어 연계성의 측면에서 학년 및 학교급 간의 개념(내용)의 계속성은 다소 약화되었다고 볼 수 있다. 빅 아이디어를 구체적으로 활용하여 내용을 제시할 경우 학년에 제약을 받지 않고 연결되는 고리를 갖게 되며, 이를 통하여 학습자는 반드시 기억해야 할 핵심 내용을 토대로 효과적인 학습이 가능해질 수 있다. 따라서 교육과정에서 내용을 구성할 때 연계성 확보를 위해 구체적인 빅 아이디어를 설정할 필요가 있다. 이러한 노력의 일환으로 Park *et al.* (2012)는 상황, 내용, 성취를 포함하는 과학교육 내용표준을 개발하면서 교차 개념의 의미를 적용하였으며, 이러한 표준이 고려되어 교육과정이 구성된다면 더욱 짜임새 있는 교육과정을 기대할 수 있을 것이다.

둘째, 시스템의 관점에서 종적·횡적 연계성을 강조하여 내용을 구성할 수 있다. 이 연구를 통해 분석한 여러 나라의 교육과정 중에서 특징적으로 시스템적 측면을 다룬 나라는 캐나다, 미국이 대표적이다.

캐나다에서는 과학을 구성하는 각각의 영역 안에서 기본 개념과 빅 아이디어를 중심으로 한 시스템적 관점으로 내용을 구성하고 있다. 특히, 6가지 기본 개념 중에 하나로서 ‘계와 상호작용’을 다루며 계의 투입과 산출, 구성요소의 관계를 포함하고 있다. 미국의 차세대 과학교육기준(NGSS)에서도 과학 핵심영역의 이해와 발달에 초점을 맞추어 ‘패턴(pattern)’이나 ‘원인과 결과’, 그리고 ‘시스템과 시스템 모델’이라는 교차개념을 중심으로 내용을 구성하고 있다. 횡적 연계성의 관점에서 ‘시스템’의 개념은 우리나라 과학과 교육과정 내용의 많은 부분에서 다루어 질 수 있다. 예를 들면, 지구계, 물질의 순환, 몸의 구성, 화학 반응, 소화계, 순환계, 호흡계, 에너지와 같은 개념들은 시스템적 측면에서 충분히 그 연관성을 가진다. 이러한 과학적 개념들 내에서 구성요소의 역할, 상호작용 관계 등의 관점으로 연계될 수 있으며, 그러한 내용의 구성을 학생들이 과학 개념을 학습하는데 긍정적인 도움이 될 수 있을 것이다. 종적 연계성의 관점에서는 시스템의 수준을 고려할 수 있다. 다시 말해, 시스템을 어떻게 정의하느냐에 따라 ‘큰’ 시스템과 ‘작은’ 시스템, 그리고 ‘많은’ 시스템과 ‘적은’ 시스템, 또 ‘간단한’ 시스템과 ‘복잡한’ 시스템과 같이 시스템의 수준에 위계가 생성될 수 있다. 학년 군 그리고 학생의 수준에 따라 적절한 위계의 시스템을 중심으로 한 과학 내용을 구성하게 된다면, 종적 연계성뿐만 아니라 횡적 연계성도 강화할 수 있을 것이다.

셋째, 내용의 위계적 측면에서 분석한 결과 ‘달’과 ‘암석의 순환’에 대한 내용에서 저학년에서 다루지 않은 시간적 개념을 고학년에서 포함한다거나, 저학년에서 다루고 있는 단순한 현상에 대해 물리학적, 구조적 원리를 점차 확대·적용하고 있는 경향을 볼 수 있었다. 또한, 개별적인 개념 요소들의 학습에서부터 전체적이고 포괄적인 관점을 요구하는 학습이 이루어지기도 하며, 여러 관련 요소의 상호관련성을 고려하도록 그 내용을 구성하고 있었다. 이러한 내용의 조직은 Bruner(1960)가 제시한 지식의 구조에 기반을 둔 나선형 교육과정 구성 방법의 한 형태로 아직까지 세계적으로 적용되고 있음을 확인할 수 있다. 그러나 우리나라 교육과정의 경우, 동일한 내용에 대한 동일한 수준에서의 단순 반복과 같은 현상을 발견할 수 있었다. Lee *et al.* (2005)는 이러한 현상이 나선형 교육과정의 과도한 적용에서 오는 부작용이라고 보고 학년 수준에 맞는 내용을 해당 학년에서 종료되도록 하여 학년 간에 일어나는 내용의 단순 반복을 방지해야 할 것을 주장하였다. 결국, 학습자의 이해 수준에 따라 학문의 특성을 반영하여 교육과정을 구성하되 그 수준과 특성의 정의를 다양한 근거를 바탕으로 명확히 한 뒤에 이루어져야 할 것이다. 구체적인 방법의 일환으로 학생들의 과학 개념에 대한 이해 정도와 그 발전 경로를 장기적으로 분석한 ‘학습 발달 과정’을 반영하여 교육과정을 구성하는 것도 하나의 방안이 될 수 있을 것이다(Maeng *et al.*, 2013).

교육과정의 국제 비교는 내용의 연계를 위해 개념과 개념 사이를 연결하는 더욱 큰 개념이 적용되고 있음을 나타내고 있다. ‘계’, ‘상호작용’, ‘투입과 산출’, ‘구성요소의 관계’, ‘시스템’, ‘패턴’, ‘원인과 결과’, ‘모델’ 등의 개념이 학년 간, 교과 간의 연계를 위한 연결 고리 역할로 활용되고 있으며, 그로 인해 교육과정 내용의 구성이 긴밀해질 수 있다. 교육과정의 연계성 강화를 위해 우리나라 교육과정에도 이러한 연결 고리 역할을 할 수 있는 적합한 도구가 요구되며, 이러한 관점에서 좀 더 많은 연구자들의 논의가 필요하겠다. 또한, 교육과정의 학년 수준에 따른 적합한 적용을 위해 학습자의 학습 발달 과정에

대한 충분한 이해를 바탕으로 교육과정을 구성해야 할 것이다.

국문요약

이 연구의 목적은 우리나라를 포함한 6개국(대만, 영국, 핀란드, 미국, 캐나다, 한국)의 과학과 교육과정에 대한 연계성에 초점을 둔 비교 분석을 통해서 우리나라 과학과 교육과정의 연계성을 강화할 수 있는 방안과 그 시사점을 도출하는데 있다. 국가교육과정정보센터(NCIC)에서 수집한 각 나라의 교육과정 원문과 국문 번역본을 분석 대상으로 하였고, 교육과정 구성의 특징과 종적·횡적 연계성 요소를 기초로 한 과학과 내의 ‘달’과 ‘암석의 순환’에 대한 내용을 비교 분석하였다. 그 결과, 국제적으로 교육과정의 학년 간 그리고 교과 간 연계의 강화를 위해 빅 아이디어(Big Ideas)나 교차 개념(Crosscutting Concepts) 등과 같은 연결 고리의 역할을 하는 개념을 활용하고 있음을 알 수 있었고, 그 중에서도 시스템의 관점을 중요하게 다루고 있었다. 내용에 대해서는 비교 국가들 중 우리나라는 ‘달’과 ‘암석의 순환’에 대해 가장 높은 빈도로 다루고 있었으나, 달의 내용 중 일부를 초·중·고등학교에서 비슷한 수준으로 동일하게 다루고 있는 단순 반복 현상을 확인할 수 있었다. 반면, 암석의 순환에 대해서는 다른 나라들에 비해 다양한 관점과 수준에서 다루어 비교적 짜임새 있는 조직 구성을 보였다. 결론적으로, 우리나라 교육과정에 교육과정의 연계성 강화를 위해 이러한 연결 고리 역할을 할 수 있는 적합한 도구가 요구되며, 그 방안으로 시스템적 접근을 활용할 수 있을 것이다. 더욱이 교육과정의 효과적인 적용을 위해 학년 수준에 따른 학습자의 학습 발달 과정에 대한 충분한 이해를 바탕으로 교육과정을 구성하는 것이 무엇보다 중요할 것이다.

주제어: 과학과 교육과정, 교육과정 연계성, 과학 기준, 달, 암석의 순환, 대만, 영국, 핀란드, 미국, 캐나다

References

- Bruner, J. (1960). *The Process of education*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Department for Education. (2011). *The Framework for the National Curriculum. A report by the Expert Panel for the National Curriculum review*. London: Department for Education.
- Department for Education. (2013). *The National Curriculum in England : Framework document for consultation*. London: Department for Education.
- Department for National primary and secondary Education [教育部國民及學前教育署]. (2008a). *Ordinary high school compulsory syllabuses [普通高級中學必修科目課程綱要]*. Taipei: National Education Department for primary and secondary.
- Department for National primary and secondary Education [教育部國民及學前教育署]. (2008b). *9 years national basic curriculum for natural life and technology learning [國民中小學九年一貫課程綱要自然與生活科技學習領域]*. Taipei: National Education Department for primary and secondary.
- Finnish National Board of Education. (2003). *National Core Curriculum For Upper Secondary Schools 2003*. Helsinki: Finnish National Board of Education.
- Finnish National Board of Education. (2004). *National Core Curriculum for Basic Education 2004*. Helsinki: Finnish National Board of Education.
- Fogarty, R. (1991). *How to integrate the curricula*. NY: Skylight.

- Hwang, G.-H. (1999). Meanings and criteria of curriculum continuity. *The Journal of Curriculum Studies*, 17(1), 167-192.
- Hwang, Y., Kang, H.-S., & Yoo, J.-S. (2006). Research on the shared articulation of science and mathematics in early childhood and elementary school curricula. *Journal of Early Childhood Education*, 26(3), 33-57.
- International Association for the Evaluation of Educational Achievement [IAEEA]. (2012). TIMSS 2011 International Results in Science. Boston: TIMSS & PIRLS.
- Kang, H., Lee, W., Huh, Y., Lee, J., Yoo, J., Park, Y., Choe, H., & Park, C. (2008). *Understanding by design* (G. Wiggins & J. McTighe, Trans.). Seoul: Hakjisa. (Original work published 2005).
- Kim, D. (2013). Present states and issues of curriculum continuity. In Korea Institute for Curriculum and Evaluation (Ed.), *A strengthening plan for improvement of national curriculum continuity* (Research report ORM 2013-35, pp.77-80). Seoul: Korea Institute for Curriculum and Evaluation.
- Kim, D.-H., & Kim, H.-N. (2012). International comparison of contents about particle concept in national science curricula. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 31(2), 164-176.
- Kim, J.-S. (2006). An investigation on the concept of curriculum continuity. *The Journal of Curriculum Studies*, 24(4), 83-108.
- Kim, J.-S., Park, S.-K., Choi, J., & Lee, H. (2013). International comparative studies on the sequence and integrity of elementary and secondary school curricula (Research report RRC 2013-3). Seoul: Korea Institute for Curriculum and Evaluation.
- Kook, D.-S., & Kim, H.-M. (2004). An analysis on the conceptual connection of meteorology contents in science courses of elementary, middle and high school. *Bulletin of Science Education*, 20(1), 9-27.
- Kwon, C.-S., & Jang, M.-S. (2004). A comparative study on the connection between elementary and secondary science contents of DPRK and Republic of Korea. *Journal of the Korean Earth Science Society*, 25(7), 558-564.
- Lee, H. (1987). *Basic principle of curriculum and instruction* (R. W. Tyler, Trans.). Seoul: Kyoyookbook. (Original work published 1949).
- Lee, Y., Yoon, H., Song, J.-Y., & Bang, D. (2014). Analysis of science educational contents of Singapore, Canada and US focused on the integrated concepts. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 34(1), 21-32.
- Lee, Y.-R. (2004). Analysis of curriculum development processes and the relationship between general statements of the curriculum and science curriculum. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 24(3), 468-480.
- Lee, Y.-R., Kwak, Y., & Kim, D.-Y. (2005). Analysis and evaluation of the earth science content relevance in the 7th national science curriculum. *Journal of the Korean Earth Science Society*, 26(8), 759-770.
- Leem, Y., & Kim, Y.-S. (2013). A historical study on the Korean science curriculum for the elementary and secondary schools. *Biology Education*, 41(3), 483-503.
- Maeng, S., Seong, Y., & Jang, S. (2013). Present states, methodological features, and an exemplar study of the research on learning progressions. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 33(1), 161-180.
- Ministry of Education and Human Resources Development. (2007). *A guide for science curriculum*. Seoul: Ministry of Education and Human Resources Development.
- Ministry of Education, Science and Technology. (2009). *Elementary and secondary school curriculum : General statement* (MEST Notification No. 2009-41). Seoul: Ministry of Education, Science and Technology.
- Ministry of Education, Science and Technology. (2012). *Science curriculum* (MEST Notification No. 2011-361). Seoul: Ministry of Education Science and Technology.
- Nam, S.-K., Lee, K.-H., & Song, K.-O. (2010). Diagnosis of present situation for educational articulation in school system (MEST Notification No. 2009-11). Seoul: Ministry of Education, Science and Technology.
- National Research Council [NRC] (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. Washington, DC: National Academies Press.
- Ontario Ministry of Education. (2007). *The Ontario Curriculum Grades 1-8: Science and Technology*. Ontario: Queen's Printer for Ontario.
- Ontario Ministry of Education. (2008a). *The Ontario Curriculum, Grades 9 and 10: Science*. Ontario: Queen's Printer for Ontario.
- Ontario Ministry of Education. (2008b). *The Ontario Curriculum, Grades 11 and 12: Science*. Ontario: Queen's Printer for Ontario.
- Organization for Economic Cooperation and Development [OECD]. (2010). *PISA 2009 Results: What students know and can do, Vol. 1*. Paris: OECD.
- Paik, N.-J. (2014). Review of statements of achievement standards in subject curriculum : Focusing on the national science curriculum of Republic of Korea and the U. S.. *The Journal of Curriculum Studies*, 32(2), 101-131.
- Paik, S.-H., Kim, H.-N., & Cho, B.-K. (2000). Development of a tool for K-12 science curriculum articulation. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 20(2), 262-273.
- Park, C.-H. (2005). The transition of curriculum development and implementation system in liberated Korea. *The Journal of Curriculum Studies*, 23(3), 35-55.
- Park, H., Kim, Y., Noh, S., Jeong, J.-S., Lee, E., Yu, E., Lee, D., Park, J., & Baek, Y. (2012). Developmental study of science education content standards. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 32(4), 729-750.
- Son, M. (2004). An appraisal of the sequential coherence between primary-secondary curriculum : A study on the organization and presentation of content knowledge in the primary science curriculum. *Asian Journal of Education*, 5(2), 159-181.
- Song, S.-H., Lee, Y.-H., Lee, J.-R., Kim, S.-W., Kang, S.-H., Park, J.-Y., Kang, S.-J., Kim, K.-H., & Yoo, K.-H. (1991). Development and application of an analysis taxonomy for curricular articulation in mathematics and science. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 11(2), 119-131.
- Suh, Y. (2008). An analysis of sequence of earth science content in elementary school curriculum in Korea and the U. S.. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 27(4), 356-370.
- Woo, H., & Cha, H. (2013). A study on connectivity of the unit of evolution between secondary school biology textbooks reformed according to the 7th and 2009 revised Korea national science curriculum. *Biology Education*, 41(4), 618-637.
- Yoo, Y.-E., & Kim, E.-J. (2013). Analysis of the continuity and sequence in the science education curriculums for kindergarten, elementary school, and middle school. *Journal of Early Childhood Education*, 33(4), 241-265.
- Yun, E., & Park, Y. (2014). Relationship of using science terminology between science curriculum and middle school science textbooks in the 2009 national curriculum. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 34(7), 667-675.