



영국 왕립생물학회의 학교 생명과학교육을 위한 교육과정 분석 연구를 통한 교육적 시사점

심규철
공주대학교

Educational Implications through Analysis of the School Biology Curriculum of the Royal Society of Biology for School Biology Education in the United Kingdom

Kew-Cheol Shim
Kongju National University

ARTICLE INFO

Article history:

Received 26 December 2022

Received in revised form

2 February 2023

22 February 2023

Accepted 27 February 2023

Keywords:

school biology, biology curriculum, school biology education, the United Kingdom

ABSTRACT

The purpose of this study is to analyze the school biology curriculum of the Royal Society of Biology (RSB) for school biology education in the United Kingdom (UK), and to examine the implications for Korean school biology education. The RSB school biology curriculum consists of three dimensions (the practices of biology, the concepts of biology, and the application of biology) and seven big questions. The contents of RSB school biology curriculum are structured according to age, 5-11, 11-16, and 16-19. The practices of biology of the UK RSB school biology curriculum emphasize biology activities should be linked to other communities and communicated and shared through evidence-based discussions. The concepts of biology dimension of the UK RSB school biology curriculum systematized the contents to be detailed considering school-level and ages with 5-7, 7-11, 11-14, 14-16, and 16-19 years old. The UK RSB biology curriculum is composed of human health, biological structure and function, biological growth and reproduction, and biological coexistence, showing a significant difference from Korean national curriculum when comparing the content elements with the core concepts of biology. In terms of the application of biology of the RSB school biology curriculum, three themes were commonly applied to all students, regardless of school level or age, such as development of application methods to promote health and environmental welfare, evaluation of the impact and application of biology knowledge. However, the content elements of the three themes were systematized according to the ages of 5-11, 11-16, and 16-19 years old. It is necessary to reorganize the contents of biology curriculum in Korea by referring to the content system of the UK RSB biology curriculum and to research ways to strengthen connectivity according to age or school level as well as dimensions and big questions.

1. 서론

미래사회는 인공지능, 사물 인터넷, 빅 데이터 등 지능정보기술이 이끄는 지능정보사회, 아울러 포스트 코로나(COVID-19 이후) 시대 또는 뉴노멀 시대를 맞이하게 될 것으로 예측하고 있다(Schwab, 2016; UBS, 2016; UNESCO, 2020). 이를 대비하고 교육환경 변화에 대응할 수 있는 과학기술 인재 양성에 대한 요구가 증가하고 있다(Ministry of Education[MOE], 2020, 2021; Shim, 2021). 미래 인재의 양성은 전 세계 모든 나라의 화두이며, 관심을 기울이고 있는 당면 문제이기도 하다. 주요 국가에서는 우수한 과학기술 분야의 인재 양성을 위한 노력과 투자를 기울여 오고 있다(Helin, 2021; MOE, 2015, 2021; OECD, 2018; Royal Society, UK, 2008; Royal Society Science Policy Centre, UK [RSSPC, UK], 2014; UNESCO, 2016). 지능정보사회, 뉴노멀 시대, 제4차 산업혁명 시대를 이끌어 갈 미래 과학 인력의 확보 및 국민의 과학적 소양 함양이 국가경쟁력의 중요한 요소임은 누구도 부인할 수 없다. 다양한 정보통신기술과 스마트 기술 보급

으로 인한 초연결사회 및 지능정보사회에 대비하기 위해 국내외 과학 교육 환경은 근본적인 변화에 직면하였으며, 미래사회가 요구하는 이러한 인재상 육성에서 과학 교육의 역할이 주목받고 있다(Kim *et al.*, 2017; Korea Employment Information Service[KEIS], 2020; MOE, 2021; Shim *et al.*, 2021 Shim, Han & Kim, 2018).

과학기술 분야의 우수한 인재 양성에 대한 사회적 요구는 꾸준히 증가하고 있으며, 미래사회에는 과학기술 소양을 갖추고 창의적이고 융합적인 사고 능력을 가진 인재에 대한 요구가 매우 높을 것으로 예측하고 있다(Lund *et al.*, 2021; Smit *et al.*, 2020; UNESCO, 2020; UBS, 2016; WPP & Kantar, 2019). 그러나 과학기술 인재에 대한 수요에 비해 공급이 적어 창의적인 우수 인재 확보에 어려움을 겪고 있으며, 4차 산업혁명에 따른 세계 경제 및 사회 패러다임의 빠른 변화에 유연하게 대응할 수 있는 창의적인 과학 인재 양성은 어느 때보다도 중요하다(MOE, 2020; Shim *et al.*, 2021; UBS, 2016; WPP & Kantar, 2019). 우리나라는 주요 국가들과 달리 심각한 저출산에 따른 학령인구 감소와 고령화 사회에 따른 사회·경제적 파급효과에 대비하기 위한 우수 과학기술 인재 양성을 위한 교육 체제에 대한

* 교신저자 : 심규철 (skcshim@kongju.ac.kr)
<http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2023.43.1.49>

검토가 시급한 가운데 있다(Korea Employment Information Service[KEIS], 2020; MOE, 2021; Seol, 2020; Shim *et al.*, 2021).

여러 국제기구에서는 연구 보고서를 통해 지식, 태도, 기능, 가치 등과 관련한 글로벌 학습 역량을 제안하고 있는데(OECD, 2016, 2018; UNESCO, 2016), OECD(2019a, 2019b)는 급변하는 세상을 이끌어갈 미래 학습자가 어떻게 자신의 삶을 향해 나아갈 것인지 미래 인재를 교육하기 위한 새로운 패러다임으로 학습 나침반 2030을 도식화하여 제안하고 있다. OECD는 학습 나침반 2030에서 학생들이 글로벌 사회에 기여하고 더 나은 미래를 만들어 가기에 필요한 변혁적 역량(transformative competencies)으로 새로운 가치 창출하기, 긴장과 딜레마에 대처하기, 책임감 갖기 세 가지로 구분하여 제안하고 있다. 이러한 역량을 통해 학생들이 목적, 호기심 그리고 새로운 아이디어, 시각과 경험을 향한 열린 사고를 갖추고, 문제해결을 위한 다양한 접근 방식을 찾기 위해 비판적 사고와 창의력을 사용하며, 다른 사람들과 협력함으로써 문제에 대한 해결책을 찾을 수 있다는 것이다. 국내외를 막론하고 사회적 변화의 흐름을 반영하여 초·중등 과학 교육을 강화하기 위한 국가 사회적인 노력을 기울이고 있으며, 주요 국가에서 변혁적 역량을 갖춘 과학 소양인 육성을 위해 과학과 교육 과정을 개정하고 있다(Australian Curriculum Assessment, and Reporting Authority(ACARA), 2020; California Department of Education[CDoE], 2018; Department for Education, UK[DfE, UK], 2015, 2016; Department of Education, U.S.[MoE, U.S.], 2015; Helin, 2021; MOE, 2015, 2021; OECD, Royal Society, UK, 2008; Royal Society Science Policy Centre, UK [RSSPC, UK], 2014; UNESCO, 2016).

우리나라의 경우, 역량 기반 교육과정이란 별칭으로 일컬어지는 2015 개정 교육과정을 개정한 바 있다. 2015년 교과 역량을 강조하는 교육과정으로 개정됨에 따라 미래 인재양성을 위한 과학과 교과 역량에 기반한 교육적 접근을 시도하고 있다(Kim *et al.*, 2017; Kim & Kim, 2017; Kwak, 2012; Kwak *et al.*, 2014; Song *et al.*, 2017; Song & Shim, 2018). 2015 개정 교육과정에 따른 과학과 교육과정(이하 2015 개정 과학과 교육과정)은 학생들이 과학과 교육을 통해 함양해야 할 지식, 기능, 태도 등을 포괄하는 획득한 지식의 실천적 역량을 강조하고 있다(MOE, 2015; Shim, Han & Kim, 2018). 또, 교육부에서는 2025년 전면 시행을 목표로 역량 함양 교육과정이라는 별칭하에 2022 개정 교육과정을 개발하여 발표하였다(MOE, 2022). 2022 개정 교육과정 총론의 취지에 부합하는 과학과 교육과정 개발을 통해 과학과가 추구하는 역량을 갖춘 과학 소양인 육성이라는 과학 교육 목표를 고려한 초·중·고 교육과정 기본 방향 및 내용을 제시하였다(MOE, 2021, 2022).

한편, 영국 왕립학회에서도 학교 과학 교육에 대한 관심을 가지고 꾸준히 연구 보고서를 발간하여 왔으며(Royal Society, UK, 2008; Royal Society Royal Society Science Policy Centre, UK (RSSPC), 2014), 2021년 영국 왕립생물학회에서는 학교 생명과학 교육 체계를 개발하고 학교 생물교육 지원을 위한 학교 생명과학 교육과정을 제안하였다(Royal Society of Biology, UK(RSB, UK), 2021). 우리나라에서도 미래세대를 위한 국가 교육과정 개정을 지원하기 위해 수년간의 연구를 수행해 온 바 있다(Kim *et al.*, 2017; Song *et al.*, 2018). 그러나 영국 왕립생물학회에서는 생물 교사, 생명과학자, 생물 교육자 등으

로 구성된 교육과정 위원회 중심으로 초·중등 학교 생명과학 교육 지원을 위한 생명과학 교육 내용 체계를 개발하고 다양한 학문적 검토와 현장 검토를 통하여 2021년 ‘진화하는 5-19세 생명과학: 5-19세 생명과학 교육과정을 위한 권고와 체계(Evolving 5-19 biology: recommendations and framework for 5-19 biology curricula)’(이하, 영국 왕립생물학회 학교 생명과학 교육과정 또는 RSB 생명과학 교육과정)을 발간하였다.

본 연구에서는 영국 왕립생물학회 학교 생명과학 교육과정의 구성 및 내용 체계를 분석하고자 하였다. 영국 왕립생물학회 학교 생명과학 교육과정의 차원(dimension), 대질문(big question), 주제(theme), 내용(contents) 등을 분석하여 우리나라 교육과정 체계와 비교함으로써 2030 개정 과학과 교육과정의 생명과학 분야 개발에 대한 교육적 시사점을 얻고자 하였다.

II. 연구 내용 및 방법

1. 분석 대상

본 연구에서는 영국 왕립생물학회(The Royal Society of Biology)에서 학교 생명과학 교육을 위해 제안한 키스톤 아이디어를 분석하고자 하였다. 영국 왕립생물학회에서는 2019년부터 2021년까지 세상을 변화시키는 생명과학(biology changing thw world) 프로젝트를 진행하여 왔다(RSB, UK, 2019). 이 프로젝트는 생명과학 발달을 위해 국가 정책에 긍정적인 영향을 주고 변화를 유도하려는 목표로 하고 있다. 이에 그중에서 생명과학 발달의 근간인 학교 생명과학 교육의 근거가 되는 학교 생명과학 교육과정을 지원하기 위한 일환으로 생명과학 교육과정 체계를 개발하고 이를 위한 학교 생명과학 교육과정을 제안하고자 하였다. 이를 위해 영국 왕립생물학회에서는 영국 왕립생물학회 내 교육과정 위원회(The Curriculum Committee)에서 학교 생명과학 교육을 위해 발간한 보고서 Recommendations and framework for 5-19 biology curricula (<https://www.rsb.org.uk/education>)를 개발하였다. 영국 왕립생물학회 교육과정 위원회는 생명과학자, 생명과학 교육자, 생물 교사 등으로 구성되어 있으며, 영국 RSB 학교 생명과학 교육과정은 탐구(practices of biology), 지식(concepts of biology), 응용(application of biology) 3개 차원과 7개의 대질문(big questions)으로 구성되어 있다(Table 1).

Table 1. Dimensions and big questions of the framework for 5-19 ages school biology, RSB,UK

Dimension	Big question
Practices of biology (biology as a science)	How do we study the biological world?
Concepts of biology (core concepts of biology)	What are organisms and what are they made of?
	How do organisms grow and reproduce?
	Why are organisms so different?
	How do organisms stay healthy?
	How do organisms live together?
Application of biology (biology in the world)	How do people use biological knowledge?

2. 분석 방법

본 연구에서는 RSB 학교 생명과학 교육과정을 차원, 대질문, 주제로 구분하여 분석하고자 하였다. 탐구(practices of biology), 지식(core concepts of biology), 응용(application of biology) 3개 차원과 대질문(big questions), 주제(theme)는 5-11 ages, 11-16 ages, 16-19 ages로 구분하여 비교·분석하였다. 영국 RSB 생명과학 교육과정의 만 5-11세, 만 11-16세, 만 16-19세가 우리나라의 초등학교, 중학교, 고등학교와 유사하지만, 학교급 및 연령과 학년에서 다소 차이가 있어 이를 5-11 ages, 11-16 ages, 16-19 ages 3개로 구분하여 연계성을 파악할 수 있도록 분석하였다.

영국 RSB 생명과학 교육과정 분석 결과는 우리나라 과학과 교육과정과의 비교하기 위해 2015와 2022 개정 과학과 교육과정의 생명과학 분야와 비교하였다. 우리나라 과학과 교육과정은 영국 RSB 생명과학 교육과정과는 달리 탐구, 지식, 응용으로 차원으로 구분하지

Table 2. Content framework for the biology field of 2015 revision of science national curriculum, Korea

영역	핵심 개념	기능
생명과학과 인간의 생활	생명과학의 특성과 발달과정 생명공학기술	문제 인식 탐구 설계와 수행 자료의 수집·분석 및 해석 수학적 사고와 컴퓨터 활용 모형의 개발과 사용 증거에 기초한 토론과 논증 결론 도출 및 평가 의사소통
생물의 구조와 에너지	생명의 화학적 기초 생명의 구성 단위 동물의 구조와 기능 식물의 구조와 기능 광합성과 호흡	
항상성과 몸의 조절	자극과 반응 방어 작용	
생명의 연속성	생식 유전 진화와 다양성	
환경과 생태계	생태계와 상호 작용	

Table 3. Content framework for the biology field of 2022 revision of science national curriculum, Korea

영역	핵심 개념(지식·이해)	과정·기능
생명 시스템의 구성	생명과학의 특성 생명의 구성단계 사람의 기관계의 통합적 작용, 대사성 질환 생태계, 개체군, 군집	생물 특성과 생명 활동 관계 추론하기 생명 현상에서 문제 발견 및 가설 설정하기 생명과학 탐구 설계, 수행 및 조사하기 생명과학적 근거를 기반으로 자료 해석, 분석 및 결론 도출하기 모형 생성하여 생명 현상 설명하기 다양한 매체를 활용하여 협력적 소통하기
항상성과 몸의 조절	뉴런과 신경계 내분비계의 특성 항상성 유지 원리 면역과 백신	
생명의 연속성과 다양성	염색체, DNA, 유전자 생식세포 형성 진화, 생물의 다양성	
세포와 물질대사	물질대사와 에너지 생명활동 에너지, 효소 세포호흡과 광합성	
생물의 유전	유전자와 유전물질 유전자의 발현 생명공학기술	

않고 있는데, 2015 개정 교육과정은 내용 체계표에 영역(핵심 개념)과 기능으로 제시하고 있으며(MOE, 2015), 2022 개정 교육과정은 지식·이해, 과정·기능, 가치·태도 범주로 구분하여 내용 요소를 제시하고 있다(MOE, 2022). 이에 2015 개정 과학 교육과정에서 생명과학 I, II의 영역에 해당하는 생명과학과 인간의 생활, 생물의 구조와 에너지, 항상성과 몸의 조절, 생명의 연속성, 환경과 생태계, 2022 개정 과학과 교육과정 지식·이해 범주의 영역(과 내용 요소)을 RSB 생명과학 교육과정과 비교하였다. 2015 개정 과학과 교육과정의 생명과학 분야 기능과 2022 개정 과학과 교육과정의 생명과학 분야 과정·기능을 RSB 생명과학 교육과정의 탐구 차원으로 비교하였으며(Table 2 & 3), 제시되어 있지 않은 응용 차원은 비교·분석하지 않았다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 영국 왕립생물학회(RSB) 학교 생명과학 교육과정의 탐구 (practices of biology) 차원의 특징

영국 RSB 생명과학 교육과정에서 첫 번째 차원은 생명과학 탐구(practices of biology)에 해당한다. 영국 RSB 생명과학 교육과정의 탐구 차원 하위 범주의 대질문(big question)은 “우리는 생명과학 세계를 어떻게 연구할까?(How do we study the biological world?)” 1개로 구성되어 있으며, 6개의 주제(theme)를 가지고 있었다(Table 4). 이를 살펴보면, 생명과학 세계에 대한 문제 제기하기, 실험 및 조사 활동 설계하기, 실험 및 조사 활동 수행하기, 자료 분석, 해석 및 평가하기, 설명, 분류 체계 및 모형 개발하기, 의사소통 및 증거 기반 토론에 참여하기로 이루어져 있었다. 영국 RSB 생명과학 교육과정의 탐구 차원은 과학의 과정을 중심으로 구성되어 있다고 할 수 있다(Choi, Park & Kim, 2015; Shim et al., 2004).

영국 RSB 생명과학 교육과정과 2015와 2022 개정 과학과 교육과정을 비교하면, Table 5와 같다. 우리나라 2015 과학과 교육과정은 과학의 탐구과정을 보다 세분화하여 모형의 개발과 사용, 의사소통, 증거에 기초한 토론과 논증을 별도의 기능 요소로 구분하였으며, 수학적 사고와 컴퓨터 활용 요소를 추가하여 STEM 역량을 포함하려는 시도를 하였다(Jung & Lee, 2018; Kim & Jun, 2020; MOE, 2015). 전체적으로 살펴보면, 영국 RSB 생명과학 교육과정의 탐구 관련 내용이 우리나라 기능 또는 과정·기능과 거의 유사한 것으로 보이며(MOE, 2015, 2022), 특히 2022 개정 과학과 교육과정의 탐구와 관련된 과정·기능 내용 요소는 생명 현상에서 문제 발견 및 가설 설정하기, 생명과학 탐구 설계, 수행 및 조사하기, 생명과학적 근거를 기반으로 자료 해석, 분석 및 결론 도출하기, 생물 특성과 생명 활동 관계 추론하기, 모형 생성하여 생명 현상 설명하기, 다양한 매체를 활용하여 협력적 소통하기로 되어 있는데, 2015 개정 과학과 교육과정에 비해 영국 RSB 생명과학 교육과정의 탐구 차원과 유사하다고 할 수 있다.

그러나 영국 RSB 교육과정 위원회에서 제안하고 있는 탐구 차원의 내용을 살펴보면, 보다 구체적으로 어떠한 생명과학 교육을 해야 하는 것인지를 설명해 놓고 있다는 것이 차이점이라 할 수 있다. 생명과학 세계에 대한 문제 제기에서는 생명과학 세계에 대한 과학적 질문을 제기하는 것이 그 질문으로부터 새로운 탐구와 조사 활동이 이

Table 4. Big questions and theme of the practices of biology dimension of the framework for 5-19 ages school biology

Big question	Theme
How do we study the biological world?	Asking questions about the biological world (5-19 ages): 생명과학 세계(Biological World)에 대한 연구는 질문을 통해 촉발될 수 있으며, 그 질문들 중 일부는 과학적 조사(scientific investigation)를 통해 다른 것들보다 더 검증받을 수 있는 것들이다. 생명과학자들은 과학적 탐구를 통해 얻은 데이터(관찰 및 측정)의 증거를 기반으로 질문에 대한 설명을 개발하려고 한다.
	Planning practical experiments and investigative work (5-19 ages): 생명과학자들은 안전하고 윤리적이며 반복 가능한 방법으로 그 분야를 포함한 다양한 환경에서 데이터를 수집하기 위해 실제 실험과 조사 활동을 포함한 과학적 연구를 계획한다. 과학적 탐구는 생명 현상에 대한 질문에 답하거나 가설이나 예측을 시험하는 것을 목표로 한다고 할 수 있다.
	Carrying out practical experiments and investigative work (5-19 ages): 생명과학자들은 실제 실험과 조사 활동을 통해 그 분야를 포함한 다양한 환경에서 데이터를 수집한다. 생명과학자들은 안전하고 윤리적이며 객관적이고 반복 가능한 방식으로 연구한다.
	Analysing, interpreting and evaluating data (5-19 ages): 생명과학자들은 추론을 하고 결론을 도출하기 전에, 수집한 데이터를 질적으로 또는 양적으로 처리, 해석, 분석 및 평가해야 한다.
	Developing explanations, classification systems and models (5-19 ages): 데이터를 수집하고 분석하는 과정(cycle, 또는 반복된 과정)을 통해 생명과학자들이 과학적 설명, 분류 시스템 및 모델을 개발하고 개선할 수 있는 근거를 찾는다. 과학적 설명, 분류 시스템 및 모델은 생명과학 현상을 이해하고 생명과학 세계에 대한 질문에 답하는 데 도움을 준다.
	Communicating information and engaging in evidence-based arguments (5-19 ages): 생명과학자들은 증거 정보 토론(evidence-informed debate)과 의사결정을 용이하게 하기 위해 과학 커뮤니티 내뿐만 아니라 외부의 다양한 청중들과 그들의 작업에 대해 소통한다.

Table 5. Comparison of the practices of biology dimension between 2015 & 2022 revision of science national curriculum, Korea and the 5-19 biology curriculum of RSB, UK

RSB, UK	2015 Revision	2022 Revision
문제 제기(asking questions)	문제 인식	생명 현상에서 문제 발견 및 가설 설정하기
실험 및 조사 활동 설계(planning experiments and investigative work)	탐구 설계와 수행	생명과학 탐구 설계, 수행 및 조사하기
실험 및 조사 활동 수행(carrying out experiments and investigative work)	자료의 수집·분석 및 해석	
자료 해석, 분석 및 평가(interpreting, analysing and evaluating data)	결론 도출 및 평가	생명과학적 근거를 기반으로 자료 해석, 분석 및 결론 도출하기
설명, 분류 체계 및 모형 개발(developing explanations, classification systems and models)	모형의 개발과 사용	생물 특징과 생명 활동 관계 추론하기
		모형 생성하여 생명 현상 설명하기
의사소통 및 증거 기반 토론 참여(communicating information and engaging in evidence-based arguments)	의사소통	다양한 매체를 활용하여 협력적 소통하기
	증거에 기초한 토론과 논증	
-	수학적 사고와 컴퓨터 활용	-

루어지기 때문에 증거를 기반으로 하는 질문을 제기해야 함을 강조하고 있었다. 실험 및 조사 활동 설계에서는 생명 현상을 설명하고 예측하기 위한 연구를 설계해야 하고 방법이 과학적으로 타당하더라도 안전과 윤리 측면을 고려하여 설계해야 함을 강조하고 있었다. 실험·조사 활동 수행에서는 다양한 환경에서 실험·활동을 수행하여 객관적이고 신뢰할만한 데이터를 수집해야 하지만 안전과 윤리적인 면을 고려해야 함을 역시 강조하고 있었다. 자료 분석, 해석 및 평가에서는 추론을 통해 결론을 도출하기 위해 데이터를 질적·양적으로 처리하고 평가하는 절차를 경험해야 함을 포함하고 있었다. 설명, 분류 체계 및 모형 개발에서는 반복 과정을 통해 수집한 데이터를 설명하고 모형을 개발하기 위한 근거를 찾아 생명과학 세계에 대해 던졌던 질문에 대한 답할 수 있도록 해야 함을 강조하고 있었다. 마지막으로 의사소통 및 증거 기반 토론에 참여에서는 근거있는 정보를 가지고 토론하고(evidence-informed debate), 과학 공동체뿐만 아니라 대중의 다른 사람들과 소통해야 함을 강조하고 있었다.

최근 들어 우리나라 과학과 교육과정에서도 의사소통이나 의사결정에 대한 역량을 강조하고 있지만(MOE, 2011, 2015) 여러 분야의

사람들과 소통과 공유에 대해서는 교육 내용으로 충분히 다루고 있지 못한 면이 있었다. 2022 개정 과학과 교육과정에서는 의사소통이 협력적 소통하기로 변화된 것은 긍정적인 면이라 할 수 있으나(MOE, 2022), 영국 RSB 생명과학 교육과정 탐구 차원의 마지막 단계의 의사소통 부분에서 생명과학 활동이 다른 공동체와도 연계되어야 하며, 증거 기반의 토론을 통해 소통하고 공유해야 한다는 과학의 대중성 부분까지 포괄한다는 측면에서 시사하는 바가 크다고 할 수 있다 (Choi, 2013; Lee & Han, 2005; Son, 2016).

2. 영국 왕립생물학회(RSB) 학교 생명과학 교육과정의 지식(core concepts of biology) 차원의 특징

영국 RSB 생명과학 교육과정에서 두 번째 차원은 생명과학 지식 (concepts of biology)에 해당한다. 영국 RSB 생명과학 교육과정의 지식 차원 하위 범주에는 5개의 대질문이 있었다(Table 6). 지식 차원의 대질문은 ‘생명체란 무엇이며, 무엇으로 이루어졌는가?(What are organisms and what are they made of?)’, ‘생명체는 어떻게 성장하고

Table 6. Big questions and theme of the core concepts of biology dimension of the framework for 5-19 ages school biology

Big question	Theme
What are organisms and what are they made of?	Defining life (5-19 ages): 모든 생물은 생존하기 위해 특정한 것들을 필요로 하고 그들은 생활사 단계에서 특징적인 과정을 수행한다. 생명 현상은 생명체의 기능을 지원하기 위한 통합된 방식으로 생물학적 구조가 조직되어 작동할 때 나타나는 특성이다.
	Cell structure and function (11-19 ages) : 모든 생물은 세포로 이루어져 있다. 원핵세포와 진핵세포 사이에는 유사점과 차이점이 있다. 현미경 사용하여 세포의 구조와 기능에 대해 이해하여야한다.
	Tissues, organs and systems (5-19 ages): 사람, 동물과 식물은 조직, 기관, 기관계를 포함한 체계를 이루고 있으며, 이러한 구성체계들이 함께 작동하여 생명을 유지한다.
	Biochemistry (11-19 ages) : 물질을 생성하고 분해하는 화학 반응은 생명체에서 항상 일어난다. 광합성과 세포 호흡은 살아있는 세포 안에서 일어나는 중요한 화학 반응 과정이다. 생명체에서의 수 많은 화학 반응의 속도는 효소에 의해 조절된다.
How do organisms grow and reproduce?	Reproduction, growth and development (5-19 ages): 생식은 생물이 같은 종류의 새로운 개체를 생산하는 생명의 특성 중 하나이다. 다른 유형의 생명체들은 각기 다른 생활사와 생식 전략을 가지고 있으며, 자라고 나이가 들면서 변화한다.
	Inheritance and the genome (11-19 ages) : 각 세대의 생명체는 환경의 영향을 받기 전에 이전 세대의 유전체의 DNA에 저장된 유전정보에서 유래된 특징을 물려받는다. 유전체를 이해함으로써 건강관리, 생명공학, 농업, 분류에 대한 중요한 시사점을 얻을 수 있다.
Why are organisms so different?	Variation, adaptation, evolution (5-19 ages): 생물은 다른 환경 안에서 살아남기 위해 다른 방식으로 적응해 왔다. 생물군의 특성은 자연선택에 의한 진화 과정을 통해 세대에 따라 변화한다.
	Classification (5-19 ages): 생물은 유사성과 차이에 따라 분류될 수 있는데, 이를 통해 살아있고 멸종한 생물의 엄청난 다양성을 이해하는 데 도움을 준다.
How do organisms stay healthy?	Physical and mental health (5-19 ages): 인간과 동물들은 좋은 건강에서 나쁜 건강까지 다양한 신체적, 정신적 건강을 가지고 있다. 개개 생물의 신체적, 정신적 건강은 신체, 행동, 환경, 그리고 다른 생물 간의 상호작용에서 비롯된다. 질병은 다양한 방법으로 치료될 수 있다.
	Health and human lifestyles (5-19 ages): 전염성이 없는 질병에 걸릴 위험은 유전체에 저장된 정보, 환경, 생활양식 등의 상호작용 요인에 따라 달라진다. 많은 생활습관 요인들이 긍정적이고 부정적인 방식으로 신체적, 정신적 건강에 영향을 미친다.
	Health and infectious disease (5-19 ages): 사람, 동물, 식물의 몇몇 질병은 다양한 병원체에 감염되어 발병한다. 전염성이 있는 감염병의 효과적인 예방 또는 치료는 질병의 식별, 질병의 원인이 되는 병원체 및 전파 방법에 따라 달라진다.
How do organisms live together?	Interdependence of organisms (5-19 ages): 같은 장소에 사는 생물들은 상호 작용한다. 모든 생물은 생존하기 위해 음식(먹이)과 양분을 필요로 한다. 식물은 스스로 양분을 만드는 반면 인간을 포함한 동물들은 다른 생명체를 먹는다. 먹이 공급 관계는 생태계 내 상호의존성의 한 측면이다.
	Environmental interactions and processes (5-19 ages): 생물은 서식지의 환경과 상호작용한다. 이러한 환경은 시간이 지남에 따라 변하며 이것은 그곳에 살고있는 생물들에게 긍정적 또는 부정적 영향을 미친다.
	Biodiversity and human impacts (5-19 ages): 사람의 행동은 지역적, 전지구적 서식지와 그곳에 사는 생물에 긍정적·부정적 모두에서 영향을 미친다. 사람의 행동 중 일부는 우리의 식량과 다른 자원에 의존하는 생물에 영향을 미친다.

생식할까?(How do organisms grow and reproduce?), ‘생명체는 왜 서로 다를까?(Why are organisms so different?)’, ‘생명체는 어떻게 건강을 유지할까?(How do organisms stay healthy?)’, ‘생명체는 어떻게 함께 살고 있을까?(How do organisms live together?)’이다. 각각의 대질문은 2개에서 4개의 주제를 포함하고 있으며, 총 14개 주제들이 5세부터 19세까지, 즉 우리나라의 초등학교, 중학교, 고등학교 등과 같이 학교급별로 내용의 수준을 구분하여 구성하고 있었다.

영국 RSB 생명과학 교육과정 지식 차원 대질문 ‘생명체란 무엇이며, 무엇으로 이루어졌는가?’는 ‘생명의 정의(defining life)’, ‘조직·기관·기관계(tissue, organs, and systems)’, ‘세포의 구조와 기능(cell structure and function)’, ‘생화학(biochemistry)’ 4개 주제로 구성되어 있었으나, ‘세포의 구조와 기능’, ‘생화학’ 내용은 11세 이상에서 다루도록 하고 있었다. 그리고 ‘조직, 기관과 기관계’는 하위 요소로 교환 및 수송(exchange and transport), 조화 및 조절(coordination and control)로 구분하여 연령별 교육 내용의 차별성을 두고 있었으며, 교환 및 수송은 11-16세 연령 학생들을 중심으로 학습하도록 하여 16세 이상에서는 학습 내용으로 다루지 않고 있었다. ‘생화학’ 부분도 하위 범주로 구분하고 있었는데, 생화학적 분자(Biochemical molecules), 광합성(photosynthesis), 세포호흡(cellular respiration) 3개로 구성되어 있었다. 그러나 생화학적 분자는 14세 이상에서 학습

하는 내용으로 다루고 있었다.

대질문 ‘생명체는 어떻게 성장하고 생식할까?’에서는 ‘생식, 성장과 발달’, ‘유전과 유전체’ 2개 주제로 구성되어 있었으나, ‘유전과 유전체’ 주제는 11세 이상에서 다루도록 하고 있었다. ‘생식, 성장과 발달’ 주제는 성장·발달, 생식 2개 하위 요소로 나누어 연령별 수준을 달리하여 학습 내용을 체계화하고 있었다. ‘유전과 유전체’ 주제는 하위 요소로 구분하지 않고 학습 내용을 연령별로 체계화하고 있었으며, 우리나라에서는 고등학교에서 다루고 있는 DNA에 저장된 유전정보의 전달과 DNA의 구조를(MOE, 2015, 2022) 우리나라 중학교 수준에 해당하는 11-14세, 14-16세 시기에 각각 다루고 있다는 것이 특징이었다.

대질문 ‘생명체는 왜 서로 다를까?’에서는 ‘변이, 적응과, 진화(variation, adaptation and evolution)’, ‘분류(classification)’ 2개 주제로 구성되어 있었으며, 하위 요소로 구분하지 않고 5-7세, 7-11세, 11-14세, 14-16세, 16-19세로 구분하여 전 연령층에 걸쳐 학습 내용을 체계화하여 학습하도록 하고 있는 것이 특징이었다. 영국 이외에도 미국이나 오스트레일리아 등 주요 국가에서도 달리 우리나라 교육과정에서는 특정 연령층에 제한적으로 다루고 있는 것과는 대조적이라 할 수 있다(ACARA, 2022; CDoE, 2018; MOE, 2015, 2022).

대질문 ‘생명체는 어떻게 건강을 유지할까?’에서는 ‘신체·정신

Table 7. Comparison of the core concepts of biology dimension between 2015 & 2022 revision of science national curriculum, Korea and the 5-19 biology curriculum of RSB, UK

RSB, UK	2015 revision	2022 revision
· 인간의 건강(How do organisms stay healthy?): 신체 건강, 정신 건강, 건강과 인간의 생활, 감염병	· 항상성과 몸의 조절 : 자극과 반응, 방어 작용	· 생명 시스템의 구성: 대사성 질환 · 항상성과 몸의 조절: 뉴런과 신경계, 내분비계의 특성, 항상성 유지 원리, 면역과 백신
· 생물의 구조와 기능(What are organisms and what are they made of?): 생명의 정의, 조직, 기관, 기관계, 세포의 구조와 기능, 생명의 생화학	· 생물의 구조와 에너지 : 생명의 화학적 기초, 생명의 구성 단위, 동물의 구조와 기능, 식물의 구조와 기능, 광합성과 호흡	· 생명 시스템의 구성: 생명의 구성 단계, 사람의 기관계의 통합적 작용, · 세포와 물질대사: 물질대사와 에너지, 생명활동 에너지 효소, 세포호흡과 광합성
· 생물의 성장과 생식(How do organisms grow and reproduce?): 생식, 성장, 발생, 유전, 유전체 · 생물의 차이(Why are organisms so different?): 변이, 적응, 진화, 분류	· 생명의 연속성 ; 생식, 유전, 진화와 다양성 · 생명과학과 인간의 생활 : 생명공학기술	· 생명의 연속성과 다양성: 염색체, DNA, 유전자, 생식세포 형성, 진화, 생물의 다양성 · 생물의 유전: 유전자와 유전물질, 유전자의 발현, 생명공학기술
· 생물의 공존(How do organisms live together?): 생물의 상호의존성, 상호작용, 인간의 영향	· 환경과 생태계 : 생태계와 상호 작용	· 생명 시스템의 구성: 생태계, 개체군, 군집
	· 생명과학과 인간의 생활 : 생명과학의 특성과 발달과정	· 생명 시스템의 구성: 생명과학의 특성

건강(physical and mental health)', '건강과 인간의 생활양식(health and human lifestyles)', '건강과 감염병(health and infectious diseases)' 3개 주제로 구성되어 있었으며, 하위 요소로 구분하지 않고 있었다. 그리고 대질문 '생명체는 왜 서로 다를까?'와 마찬가지로 전 연령층에 걸쳐 학습 내용을 체계화하여 학습하도록 하고 있었다. 이는 건강에 대한 것을 생명과학의 과학 지식 이해와 과학적 사고 그리고 과학적 증거 기반 학습과 실천이 인간 생활에 매우 중요하다는 인식을 바탕에 두고 있기 때문이라고 생각한다(OECD, 2019a, 2019b; RSB, UK, 2019; Song *et al.*, 2018).

대질문 '생명체는 어떻게 함께 살고 있을까?'에서는 '유기체의 상호의존성(interdependence of organisms)', '환경적 상호작용과 과정(environmental interactions and processes)', '생물 다양성과 인간의 영향(biodiversity and human impacts)' 3개 주제로 구성되어 있었다. 여기에서도 하위 요소를 구분하지 않고 전 연령층을 고려하여 내용 수준을 체계화하고 있었다. 무엇보다도 인간의 행동과 기후변화가 환경과 생태계에 영향을 미치고 있다는 것을 특정 연령에 국한하지 않고 전 연령층에 걸쳐 학습 내용으로 다루고 있었으며, 이는 환경 문제와 기후변화 문제해결에 미래세대를 위한 교육의 중요성을 강조하고 있음을 시사한다고 생각한다(IPCC, 2022; MOE, 2020, 2021; WMO, 2022).

영국 RSB 생명과학 교육과정과 2015와 2022 개정 과학과 교육과정의 지식 차원을 비교하면, Table 7과 같다. 영국 RSB 생명과학 교육과정 내용을 우리나라 과학과 교육과정 생명과학의 영역 또는 핵심 개념(내용 요소)과 비교해보면, 유사한 듯 보이지만 상당한 차이를 나타내고 있었다. 특히, 인간의 신체 건강, 정신 건강, 인간의 생활 및 감염병을 포함하는 인간의 건강을 하나의 범주로 다루고 있는 것이 커다란 차이점이라 할 수 있다. 영국 RSB 교육과정에서는 인간의 건강에 초점을 두고 생명과학과 인간의 생활을 다루고 있다고 할 수 있다. 반면에, 2015 개정 과학과 교육과정은 항상성과 몸의 조절 영역에서 자극과 반응, 방어 작용 등 인간의 건강과 관련된 내용을 일부 다루기는 하지만 생명과학의 원리 위주로 구성하고 있었다(MOE, 2015). 2022 개정 과학과 교육과정은 생명과학 과목의 생명 시스템의 구성 영역의 대사성 질환을 다루고 항상성과 몸의 조절 영역의 면역

과 백신 부분을 다루고 있을 뿐이다. 그리고, 2015 개정 과학과 교육과정 환경과 생태계 영역 관련해서 영국 RSB 생명과학 교육과정에서는 생물의 공존이라는 범주를 구성하고 있었으나 새롭게 개정된 2022 개정 과학과 교육과정에서는 생명 시스템의 구성에서 생태계, 개체군, 군집을 다루고 있으나 생명과학의 개념 위주로 구성되어 있어 인간과 환경, 인간과 다른 생물들과의 공존에 대한 측면은 매우 부족하다고 할 수 있다. 영국 RSB 생명과학 교육과정이 생명과학의 원리를 다루고 있지만, 학문적 이해와 더불어 인간의 생활 그리고 생태계에서의 인간이라는 측면을 함께 다루고 있음을 알 수 있다. 우리나라에서 차기 교육과정 개정에 국가·사회적 요구 사항 중 학습자의 삶과 연계된 교육, 인간과 환경의 공존을 추구하는 환경·생태교육을 강조하고 있기도 하였으나(MOE, 2021, 2022), 생명과학 분야에서는 오히려 다소 약화된 측면이 있다고 생각된다. 따라서 우리나라 생명과학 교육과정의 영역 또는 범주에 대한 새로운 논의가 이루어질 필요가 있다.

3. 영국 왕립생물학회(RSB) 학교 생명과학 교육과정의 응용 (applications of biology) 차원의 특징

영국 RSB 생명과학 교육과정에서 세 번째 차원은 생명과학 응용(application of biology)에 해당한다. 영국 RSB 생명과학 교육과정의 응용 차원 하위 범주에는 '인간은 생명과학 지식을 어떻게 사용할까?(How do people use biological knowledge?)' 1개의 대질문(big question)으로 구성되어 있었다(Table 8). 영국 RSB 생명과학 교육과정의 응용 차원 대질문은 '건강과 환경 복지 증진을 응용 방법의 개발(developing applications to promote health and environmental wellbeing)', '생명과학 지식의 영향과 적용에 대한 평가(evaluating impacts of biological knowledge and its applications)', '사회에 대한 영향(influencing society)' 3개 주제로 구성되어 있었다. 영국 RSB 생명과학 교육과정의 응용 차원의 주제는 학교급 또는 연령에 따라 구분하지 않고 모든 학생들에게 공통적으로 적용되는 형태로 구성되어 있었지만, 5-11세, 1-16세, 16-19세 연령에 따라 응용 내용들이 추가되는 형태로 체계화하고 있었다(Table 9).

영국 RSB 생명과학 교육과정 응용 차원은 5-11세 연령 학생을

Table 8. Big questions and theme of the application of biology dimension of the framework for 5-19 ages school biology

Big question	Theme
How do people use biological knowledge?	Developing applications to promote health and environmental wellbeing (5-19 ages): 생명과학 지식은 건강과 복지 증진을 위한 새로운 제품, 기술 및 프로세스를 개발하고 우리가 환경과 지속 가능한 상호작용을 하는 방법을 개선하는 데 적용된다.
	Evaluating impacts of biological knowledge and its applications (5-19 ages): 생명과학 지식의 사용할 때, 근거에 기반하여 의사결정할 수 있도록 생명과학 지식의 사용과 관련된 유익성, 위험성 및 윤리적 문제를 평가해야 한다.
	Influencing society (5-19 ages): 생명과학 지식은 단체와 정부를 포함한 개인과 집단의 행동을 변화시킬 수 있다. 생명과학 지식은 사람, 다른 생물, 환경의 안녕(wellbeing)에 영향을 줄 수 있는 이해와 근거에 기반하여 의사결정할 수 있도록 한다.

Table 9. Learning content of the application of biology dimension of the 5-19 biology curriculum of RSB, UK

Big question	Ages	Learning content		
		AB1 ^a	AB2	AB3
How do people use biological knowledge?	5-11	<ul style="list-style-type: none"> • 생명과학 지식을 응용하여 개발된 제품, 기술 및 프로세스 이해 • 인간이나 생물에게 긍정적인 영향을 끼친 생명과학 지식의 응용 	<ul style="list-style-type: none"> • 생명과학 지식 응용과 관련된 다양한 집단의 사람과 환경에 대한 위험, 유익 및 비용 평가 • 생명과학 지식과 관련된 사회 이슈 	<ul style="list-style-type: none"> • 의사결정을 포함한 인간 행동의 변화, 다른 생물과 환경과의 상호 작용에 영향을 미치는 생명과학 지식 응용 방안
	11-16	<ul style="list-style-type: none"> • 생명과학 지식을 적용하여 개발된 제품, 기술 및 프로세스 • 인간의 삶에 긍정적인 영향을 끼친 생명과학 지식의 적용용 • 인간 활동의 부정적 영향을 감소시키기 위한(보전과 지속 가능성 포함) 생명과학 지식의 적용 	<ul style="list-style-type: none"> • 생명과학 지식 응용과 관련된 다양한 집단의 사람과 환경에 대한 위험, 유익 및 비용 평가 • 인지된 위험과 계산된 위험의 구별 • 생명과학 지식의 응용과 관련된 윤리적, 도덕적 문제 • 생명과학 지식의 응용과 관련된 결정을 정당화하기 위해 위험과 윤리에 대한 아이디어사용 	<ul style="list-style-type: none"> • 의사결정을 포함한 인간 행동의 변화, 다른 생물과 환경과의 상호 작용에 영향을 미치는 생명과학 지식 활용 방안 • 안전하고 윤리적인 생명과학 지식의 사용과 응용에 대해 개인, 조직, 정부의 책임
	16-19	<ul style="list-style-type: none"> • 생명과학 지식을 응용하여 개발된 제품, 기술 및 프로세스 • 인간의 삶에 긍정적인 영향을 끼친 생명과학 지식의 응용 • 인간 활동의 부정적 영향을 감소시키기 위한(보전과 지속 가능성 포함) 생명과학 지식의 적용 	<ul style="list-style-type: none"> • 생명과학 지식 응용과 관련된 다양한 집단의 사람과 환경에 대한 위험, 유익 및 비용 평가 • 인지된 위험과 계산된 위험의 구별 • 생명과학 지식의 응용과 관련된 윤리적, 도덕적 문제 • 생명과학 지식의 응용과 관련된 결정을 정당화하기 위해 위험과 윤리에 대한 아이디어 사용 • 같은 문제에 대한 다른 결정이 개인적, 사회적, 경제적, 환경적 맥락에서 적절할 수 있는 이유 제시 	<ul style="list-style-type: none"> • 의사결정을 포함한 인간 행동의 변화, 다른 생물과 환경과의 상호 작용에 영향을 미치는 생명과학 지식 활용 방안 • 안전하고 윤리적인 생명과학 지식의 사용과 응용에 대해 개인, 조직, 정부의 책임

a: theme of the application of biology RSB, UK : AB1(Developing applications to promote human and environmental wellbeing), AB2(Evaluating impacts of biological knowledge and its applications), AB3(Influencing Society)

대해서는 생명과학 지식 응용의 긍정적인 측면, 생명과학 관련 사회적 이슈, 생명과학 지식의 응용 방안에 초점을 두고 있었다. 11-16세 연령 학생에게는 생명과학 지식 활용의 긍정적·부정적 측면, 생명과학 지식 응용의 윤리적·도덕적 문제와 정당화를 위한 아이디어 사용, 안전 및 윤리 관련 생명과학 지식 사용과 응용의 개인·사회·정부의 책임에 대한 것을 추가하고 있으며, 11-16세 연령을 대상으로 하는 학습 주제에 더해 6-19세 연령의 학생들에게는 인간 활동의 부정적 영향 감소를 위한 생명과학 지식의 응용, 같은 문제에 대한 다른 결정이 개인적·사회적·경제적·환경적 맥락에서 적절한 이유 등 추가하여 구성하고 있었다. 우리나라의 2015 개정 교육과정에서는 핵심 역량을 강조하며, 교수·학습 및 평가의 방향에 일부 학습 내용 요소와 연계하여 생명과학 지식을 응용하도록 하고 2022 개정 과학과 교육과정 내용 체계에서는 가치·태도 범주를 구분하고 있을 뿐(MOE, 2015, 2022). 우리나라 과학과 교육과정에서는 생명과학의 응용 차원을 설정하고 있지 않고 있다. 영국 RSB 생명과학 교육과정 응용 차원에서 다루고 있는 내용을 어떻게 반영할 것인지를 고민해 볼 필요가 있다.

IV. 결론 및 제언

본 연구는 영국 왕립생물학회(The Royal Society of Biology, RSB, UK)에서 개발한 학교 생명과학 교육과정의 키스톤 아이디어(Keystone Ideas)를 분석하고 이를 바탕으로 우리나라 생명과학 교육 과정에 대한 교육적 시사점을 얻고자 하였다. 영국 RSB 생명과학 교육과정은 탐구(practices of biology), 지식(concepts of biology), 응용(application of biology) 3개 차원으로 되어 있었다. 탐구 차원은 1개의 대질문과 6개 주제, 지식 차원은 5개의 대질문과 14개 주제, 응용 차원은 1개의 대질문과 3개 주제로 구성되어 있고 5-11세, 11-6세, 16-19세 등 연령별, 우리나라 초등학교, 중학교, 고등학교 학교급별 내용 수준을 구분하여 연계성을 갖도록 체계화하고 있었다.

영국 RSB 생명과학 교육과정 탐구 차원의 내용 요소는 생명과학 세계에 대한 문제 제기하기, 실험 및 조사 활동 설계하기, 실험 및 조사 활동 수행하기, 자료 분석, 해석 및 평가하기, 설명, 분류 체계 및 모형 개발하기, 의사소통 및 증거 기반 토론에 참여하기로 구성되

어 있었으며, 다른 차원들과는 달리 주제들이 연령 또는 학교급에 따라 구분되어 있지 않았다. 영국 RSB 생명과학 교육과정 탐구 차원의 내용 요소들이 우리나라 기능과 거의 유사하였지만, 영국 RSB 교육과정 위원회에서 제안하고 있는 내용을 살펴보면, 단순하게 기능 요소만을 제시하고 있는 우리나라 교육과정과 달리 보다 구체적으로 어떠한 생명과학 교육을 해야 하는 것인지를 설명해 놓고 있었다. 특히, 영국 RSB 생명과학 교육과정 탐구 차원의 생명과학 활동이 다른 공동체와도 연계되어야 하며, 증거 기반의 토론을 통한 소통과 공유를 통해야 함으로써 과학 소양 교육 측면의 생명과학의 대중성을 강조하고 있었다. 과학 소양 측면에서의 생명과학 분야에 국한한 의사소통 또는 협력적 소통을 넘어서는 생명과학 교육을 고려해 볼 만하다.

영국 RSB 생명과학 교육과정은 지식 차원은 학교급 수준의 연령 구분보다 세밀하게, 즉 5-7세, 7-11세, 11-14세, 14-16세, 16-19세로 구분하고 연계성을 갖도록 체계화하고 있었다. 그리고 우리나라 과학과 교육과정 생명과학 분야의 학교급에 따라 연계성 고려를 위한 노력을 하고 있지만, 영역과 내용 요소가 충분히 연계되지 못한 면이 있다. 영국 RSB 생명과학 교육과정은 지식 차원의 내용 요소를 우리나라 과학과 교육과정 생명 영역의 핵심 개념 또는 영역과 내용 요소와 비교해보면, 인간의 건강, 생물의 구조와 기능, 생물의 성장과 생식, 생물의 공존으로 구성되어 우리나라와 상당한 차이가 있었다. 특히, 인간의 신체 및 정신 건강, 인간의 생활 및 감염병 등을 포함하는 인간의 건강을 하나의 범주로 다루고 있는 것이 커다란 차이로 할 수 있다. 그리고 인간의 건강 관련 내용이 우리나라 과학과 교육과정 생명과학 분야의 항상성과 몸의 조절 영역에서 자극과 반응, 방어 작용 등 인간의 건강과 관련된 내용을 일부 다루고 있지만, 생명과학의 원리 위주로 구성된 것과는 대조적이라 할 수 있다. 생명과학의 학문적 특성과 성과에 초점을 두고 있는 우리나라 교육과정과는 달리, 영국 RSB 생명과학 교육과정에서는 인간의 건강에 초점을 두고 생명과학과 인간의 생활을 다루고 있었다는 측면에서 우리나라 교육과정 개발에서 고려해 볼 만하다.

영국 RSB 생명과학 교육과정의 응용 차원에서는 건강과 환경 복지 증진을 응용 방법의 개발, 생명과학 지식의 영향과 적용에 대한 평가, 사회에 대한 영향의 3개 주제들이 학교급 또는 연령에 따라 구분하지 않고 모든 학생들에게 공통적으로 적용되는 형태로 구성되어 있었다. 그리고, 응용 차원 3개 주제들의 내용 요소들을 5-11세, 11-16세, 16-19세 연령에 따라 응용 내용들이 추가되는 형태로 체계화하고 있었다. 우리나라 과학과 교육과정 생명과학 분야에서도 교수·학습 및 평가의 방향에 생명과학 지식 응용 부분을 연계하도록 하고 있으나, 교육 내용을 다루기에는 매우 미흡하여 이를 교육과정에 반영하기 위한 방안 마련을 고려해 필요가 있다. 무엇보다도 영국 RSB 생명과학 교육과정과는 달리 우리나라 과학과 교육과정에서는 생명과학의 응용 차원을 설정하고 있지 않아 생명과학 교육과정 구성 측면에서 고려해 볼 필요가 있다고 생각된다.

우리나라에서는 사회의 변화와 요구에 따라 미래 인재 양성을 목표로 2015 개정 교육과정과 2022 개정 교육과정에서 역량 기반 또는 역량 함양 교육을 시행하여 왔다. 특히 미래사회에서 생명과학 기초 소양을 함양하는 물론 미래 과학기술 사회에 대응하고 과학기술 분야에 기여할 수 있는 인재 양성을 목표로 과학과 교육과정을 개발하여

시행하고 있다. 이는 매우 긍정적인 면이라 할 수 있으나 영국 RSB 생명과학 교육과정의 키스톤 아이디어를 참조하고 우리나라 교육 내용을 중심으로 생명과학 내용 체계를 재구성하여 연령 또는 학교급에 따라 연계성을 강화할 수 있는 방안 연구가 이루어질 필요가 있다. 영국 RSB 생명과학 교육과정 연구진은 생명과학 교육 전문가를 비롯한 생명과학 학문 분야의 전문가와 현장 교육 전문가 등을 망라하여 구성되었으며, 학교 생명과학 교육과정을 개발하기까지는 수년의 기간과 여러 단계의 의견 수렴 과정을 거쳤다. 우리나라 생명과학 교육과정 개발 연구진도 여러 전문가 그룹이 연구에 참여하여 의사결정하는 형태로 생명과학 교육과정을 개발하고 있으나 단기간에만 관심과 노력을 기울이는 과정을 반복하여 왔다. 따라서 여러 전문가 그룹으로 구성된 연구진이 보다 장기간에 걸친 기초 연구와 다양한 의견 수렴 과정을 통해 교육과정을 개발하는 체계적인 접근이 필요하다.

국문요약

본 연구는 영국의 학교 생명과학 교육을 위한 왕립생물학회(RSB)의 생명과학 교육과정을 분석하고, 한국의 생명과학 교육에 대한 시사점을 살펴보고자 하였다. 영국 RSB 학교 생명과학 교육과정은 3개의 차원(생명과학의 실천, 생명과학의 개념 및 생명과학의 응용)과 7개의 대질문(big questions)으로 구성된다. 영국 RSB 학교 생명과학 교육과정은 5-11세, 11-16세, 16-19세의 연령별로 구성되어 체계화되어 있었다. 생명과학의 실천 차원에서 영국 RSB 학교 생명과학 교육과정은 생명과학 활동이 다른 공동체와 연계, 증거 기반 토론 등을 통해 소통하고 공유되어야 한다고 강조한다. 영국 RSB 학교 생명과학 교육과정의 개념 차원은 5-7세, 7-11세, 11-14세, 14-16세, 16-19세의 학교 수준과 연령을 고려하여 내용을 구체적으로 체계화되어 있었다. 우리나라 국가교육과정 생명과학의 핵심 개념과 비교할 때, 영국 RSB 생명과학 교육과정은 인간의 건강, 생물학적 구조와 기능, 생물학적 성장과 재생산, 생물학적 공존 등의 내용 요소들은 상당한 차이를 보였다. 영국 RSB 학교 생명과학 교육과정의 응용 차원에서는 보건 및 환경복지 증진을 위한 응용 방법 개발, 생명과학 지식의 영향 평가 및 응용 등 3가지 주제가 학교 수준이나 연령에 상관없이 모든 학생에게 공통적으로 적용되고 있었다. 영국 RSB 생명과학 교육과정의 내용 체계를 고려하여 볼 때, 우리나라 생명과학 교육과정의 내용 체계를 연령이나 학교 수준은 물론 차원과 대질문을 고려한 연계성 강화를 위한 재구성 방안 연구의 필요성을 시사한다.

주제어 : 학교 생명과학, 생명과학 교육과정, 생명과학 교육, 영국

References

- AAAS (1993). *Benchmarks for science literacy: a tool for curriculum reform*. New York: Oxford University Press.
- Australian Curriculum Assessment, and Reporting Authority [ACARA] (2022). *Science: F-10 version 9.0 about the learning area*. Retrieved Aug 31 2022 from <https://v9.australiancurriculum.edu.au/f-10-curriculum/learning-areas/science/>
- California Department of Education (CDE) (2018). *2016 Science framework for California public schools - kindergarten through grade twelve*. The California Department of Education, Sacramento, U.S.A.
- Choi, S. H., Park, H. Y., & Kim, Y. S. (2015). Changes in the gifted middle school students' cognitive structures related to the scientific inquiry

- process as a result of explicit instruction. *Biology Education*, 43(3), 276-288.
- Department for Education, UK. (DfE, UK) (2015). National curriculum in England: science programmes of study. Department for Education, UK.
- Department for Education, UK. (DfE, UK) (2016). DfE strategy 2015-2020: World class education and care. Department for Education, UK.
- Department of Education, U.S. (DoE, U.S.) (2015). Every student succeeds act(ESSA). Department of Education, U.S.A.
- Helin, J. (2021). Transformative competencies - how to define and implement competencies for SDG target 4.7. Helsinki, Finland: Bridge 47.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2022). Climate Change 2022. Summary for policymakers. In: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Lössche, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press.
- Jung, U., & Lee, Y. (2018). Content analysis on the curriculum achievement standards in the software · mathematics · science convergence teaching and learning material. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 21(5), 11-23.
- Korea Employment Information Service (KEIS) (2020). Prospects of mid-to long-term manpower supply and demand: 2018-2028 overview[중장기 인력수급 전망: 2018-2028 overview]. Sejong, Korea: Korea Employment Information Service and Ministry of Employment and Labor.
- Kim, D., & Kim, S. (2017). Understanding and issues on core competency and competency-based curriculum in higher education. *The Journal of Core Competency Education Research*, 2(1), 23-45.
- Kim, H., Kang, N., Kim, M., Maeng, S., Park, J., Baek, Y., Son, J., Shim, K., Oh, P., Lee, K., Jeong, E., & Han, I. (2017). Basic Research for Next Generation Science Education Standards (Research Rep.). Seoul: Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity.
- Kim, S., & Jun, Y. (2020). Development and application of experiential learning program for high school STEAM convergence class. *Journal of Field-based Lesson Studies*, 1(1), 119-143.
- Kwak, Y. (2012). Research on ways to improve science teaching methods to develop students' key competencies. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 32(5), 855-865.
- Kwak, Y., Son, J., Kim, M., & Ku, J. (2014). Research on ways to improve science curriculum focused on key competencies and creative fusion education. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 34(3), 321-330.
- Lim, Y. (2016). A study on the ways of presenting key competencies in the 2015 revised national curriculum and the implications from the scotland's 'Curriculum for excellence'. *The Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 16(5), 143-167.
- Lund, S., Madgavkar, A., Manyika, J., Smit, S., Ellingrud, K., Meaney, M., & Robinson, O. (2021). The future of work after COVID-19 (Research Rep.). McKinsey Global Institute.
- Ministry of Education (MOE) (2015). 2015 revised national curriculum - Science [2015 개정 교육과정 -과학]. MOE Notice No. 2015-74 [A separate volume 9].
- Ministry of Education (MOE) (2020). After COVID-19, for the future education transformation, Top 10 Policy Tasks (Draft) [코로나 이후, 미래교육 전환을 위한 10대 정책과제(안)]. Sejong: Ministry of Education.
- Ministry of Education (MOE) (2021). Key point of a general guideline of 2022 revised national curriculum [2022 개정 교육과정 총론 주요 사항]. Sejong: Ministry of Education.
- Ministry of Education (MOE) (2022). 2022 revised national curriculum [2022 개정 교육과정]. Sejong: Ministry of Education.
- Ministry of Science, ICT and Future Planning (MOSIFP) (2017). Mid - to long-term comprehensive measures for the intelligence society in response to the fourth industrial revolution (Research Rep.). Gwacheon, Gyeonggi: Ministry of Science, ICT and Future Planning.
- National Research Council, U.S. (NRC, U.S.) (2012). A Framework for K12 Science Education - Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas. Washington, D.C., USA: The National Academies Press.
- NGSS Lead States (2013). Next generation science standards: for states, by states. Washington, DC: The National Academies Press.
- OECD (2016). E2030 conceptual framework: key competencies for 2030 (DeSeCo 2.0). OECD.
- OECD (2018) The future we want. the future of education and skills: education 2030. OECD.
- OECD (2019a). OECD future of education and skills 2030 : learning compass 2030. OECD.
- OECD (2019b). OECD future of education and skills 2030 : transformative competencies 2030. OECD.
- Pratt, H. (2013). The NSTA Reader's Guide to the Next Generation Science Standards. Arlington, USA: NSTA Press.
- Royal Society, UK (2008). A 'state of the nation' report 2008: Science and mathematics education, 14-19. London, UK: The Royal Society.
- Royal Society of Biology, UK (RSB, UK) (2019). Biology changing the world: Royal Society of Biology strategic plan 2019-2021. London, UK: The Royal Society of Biology.
- Royal Society of Biology, UK (RSB, UK) (2021). Evolving 5-19 biology: recommendations and framework for 5-19 biology curricula. London, UK: The Royal Society of Biology.
- Royal Society Science Policy Centre, UK (RSSPC, UK) (2014). Vision for science and mathematics education. London, UK: The Royal Society.
- School of Science and Technology, Singapore (SST, Singapore) (2017). Shaping future innovations, the SST way. School of Science and Technology, Singapore.
- Schwab, K. (2016). The Fourth Industrial Revolution. Colony/ Geneva: World Economic Forum.
- Seol, Y. (2020). Transformational competency-based education according to future-oriented educational design plans. *Korean Journal of General Education*, 14(3), 25-38.
- Shim, K. C., Han, H. J., & Kim, N. H. (2018). Trends in international researches of biology/science education focused on science competency research. *Biology Education*, 46(1), 111-118.
- Shim, K. C., Kang, Y. S., Shin, J. B., & Kim, H. S. (2004). An analysis of learning contents in the life science textbooks under the 7th curriculum: on the unit of stimuli and response. *Biology Education*, 32(2), 114-123.
- Shim, K. C., Son, J., Lee, B. W., Lee, Y. J., and Han, H. J. (2021). A study on the mid to long Term development plan for gifted science academies and science high school [영재학교 · 과학고 중장기 발전방안 연구]. (Research Rep.). Ministry of Education and Korea Education Development Institute.
- Smit, S., Tache, T., Lund, S., Manyika, J., & Thiel, L. (2020). The future of work in Europe - Automation, workforce transitions, and the shifting geography of employment. McKinsey Global Institute.
- Song, J., Kwak, Y., Kim, D., Kim, S., Na, J., Do, J., Min, B., Park, S., Bae, S., Son, Y., Son, J., Oh, P., Lee, J., Im, H., Jeong, D., Joung, Y., & Jeong, J. (2018). Development of Science Education Standards for Next Generation [미래세대를 위한 과학교육표준 개발] (Research Rep.). Seoul: Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity.
- Song, S. C., & Shim, K. C. (2018). Analysis of science key competencies in inquiry activity of integrated science textbooks. *Biology Education*, 46(2), 222-236.
- UBS (2016). Extreme automation and connectivity: The global, regional, and investment implications of the fourth industrial revolution. UBS White Paper for the World Economic Forum, Annual Meeting 2016.
- UNESCO (2016). Global monitoring of target 4.7, themes in national curriculum frameworks, background paper prepared for the 2016 global education monitoring report. IBE-UNESCO.
- UNESCO (2020). Education in a post-COVID world: Nine ideas for public action. UNESCO.
- World Meteorological Organization (WMO) (2022). State of the global climate 2021. (Report WMO-No. 1290) Switzerland: World Meteorological Organization.
- WPP, & Kantar (2019). BrandZ™ Top 100 Most Valuable Global Brands 2019. (Report) WPP and Kantar.

저자정보

심규철(공주대학교 교수)