



## 2022 개정 교육과정 고등학교 지구과학 내용 구성 방안 탐색 -천문 영역을 중심으로-

김현종\*  
한국교원대학교

### Exploration of Contents Composition of High School Earth Science for the 2022 Revised Curriculum: Focus on the Area of Astronomy

Hyunjong Kim\*  
Korea National University of Education

#### ARTICLE INFO

##### Article history:

Received 26 October 2021

Received in revised form

2 December 2021

23 December 2021

Accepted 27 December 2021

##### Keywords:

2022 revised curriculum,  
curriculum monitoring,  
Astronomy education,  
Science elective courses,  
Earth Science core concept

#### ABSTRACT

In this study, we propose the composition of contents on the area of astronomy for high school Earth Science elective courses for the 2022 revised curriculum based on high school students' perceptions of changes in Earth Science core concepts over the curriculum revisions, and analysis of learning elements in the area of astronomy for domestic and foreign Earth Science curriculum. Four Earth Science education experts compared and analyzed the astronomy contents presented in Korea, the US, British Columbia (BC) in Canada, Japan, and the International Baccalaureate Diploma Program (IBDP) curriculum. According to the survey results, high school students who answered that they were most interested in the core concepts of astronomy expressed a lot of regret that the contents related to astronomical observation were eliminated from the 2015 revised curriculum. As a result of comparing domestic and foreign curriculum, Korea and IBDP curriculum dealt with the largest amount of learning elements in astronomy. In the case of BC in Canada and IBDP, astronomy was offered as an independent subject, and the curriculums of Japan and Korea dealt with astronomy in the Earth Science subject. According to the results, it is necessary to develop general elective courses in Earth Science with astronomy-related contents with high discriminating power in order to strengthen astronomy education. Since astronomy requires background knowledge from various disciplines and inter-disciplinary learning was required, it is necessary to organize the career-related elective courses in Earth Science so that astronomy can be dealt with according to the knowledge structure of general Astronomy. Based on the research results, ways to organize astronomy contents for Earth Science elective courses were suggested.

#### 1. 서론

교육부는 인공지능 등 4차 산업혁명의 가속화로 인한 급격한 사회 변화, 학령인구 급감 등 교육환경 변화에 대응하고 미래교육으로의 대전환을 준비하기 위해 '포용성과 창의성을 갖춘 주도적인 사람'을 비전으로 하는 2022 개정 교육과정 개발을 추진하고 있으며(MOE, 2021a: 10), 2021년 11월에 총론을 고시하였다(MOE, 2021f). 2022 개정 교육과정의 기본 방향은 미래 사회가 요구하는 역량 함양이 가능한 교육과정 혁신, 고교학점제 등 학습자의 삶과 성장을 지원하는 맞춤형 교육과정 개발, 지역·학교 교육과정 자율성 확대 및 책임교육 구현, 디지털·AI 교육환경에 맞는 교수·학습 및 평가체제 구축이다(MOE, 2021f: 10). 이는 입시 중심의 고등학교 교육과정 운영 전반을 개선하고 고등학교 교육 혁신을 지원하기 위해 2025학년도부터 모든 고등학교에 적용될 고교학점제 및 성취평가제 도입과 연계하여 추진되고 있다(MOE, 2021a: 18).

우리나라의 교육과정은 2000년부터 현재에 적용된 7차 교육과정 이후 2007 개정, 2009 개정, 2015 개정 교육과정까지 변화되어왔다.

2007 개정 과학과 교육과정은 7차 교육과정의 적용 과정에서 드러난 10학년 과학의 이수 단위 부족, 탐구 활동 수행의 어려움, 이공계 기피 현상 등의 문제를 해결할 수 있는 방향으로 개정되었다(MEHRD, 2007). 과학-기술-사회(STS) 교육과정이 도입되면서 자유 탐구 활동이 강조되었으며, 교육과정 운영의 다양화 및 자율화가 처음 시도되었다(Kim, 2019: 285). 2009 개정 과학과 교육과정은 창의와 인성을 강조하며 학생들이 지식을 암기하는 학습 방법을 지양하고 개념의 이해를 통해 과학 지식을 적용할 수 있도록 전체 교과 내용이 약 20% 감축되고 교과 집중이수제가 처음 도입되었다(MEST, 2012). 과학과 필수 단위가 8단위에서 10단위로 증대되었으며, 모든 고등학교 학생들이 최소 15단위(3과목) 이상의 과학 교과목을 필수 이수하도록 변경되었다(Kim, 2019: 286). 대학 입시 체제와 연계되어 수능과 대학별 고사의 시험 범위를 일반 과목으로 제한하였으며, 이에 따라 대학의 '선행학습 영향평가 보고서'가 처음 등장하게 되었다. 2015 개정 교육과정은 핵심역량의 함양을 위해 역량 중심 교육과정을 도입하였으며, '모든 이를 위한 과학(Science for All) 교육'을 목표로 5가지 영역으로 구성된 과학과 핵심역량과 핵심개념에 기반하여 교육과

\* 교신저자 : 김현종 (predige@nate.com)  
http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2021.41.6.441

정을 구성하였다(KOFAC, 2015). 이에 따라 과학과 교육과정도 핵심 역량을 설정하고 교육의 내용, 방법, 평가 등이 핵심역량을 달성할 수 있도록 개정되었다. 과학과 교육과정의 내용 체계는 2009 개정 교육과정의 내용 체계가 영역과 내용 요소로만 구성되었던 것을 세분화하여 영역, 핵심개념, 일반화된 지식, 내용 요소로 구성하였다(MOE, 2015a). 이를 통해 핵심개념을 중심으로 일반화된 지식을 학습할 수 있는 내용 요소를 선정하여 교육 내용을 구조화하였고, 핵심역량의 함양을 위한 성취기준을 제시하였다(MOE, 2015b). 핵심역량 기반의 통합형 과학 교육을 구현하기 위해 ‘통합과학 개념’, ‘과학과 핵심역량’, ‘과학탐구 실행’의 세 요소를 중심으로 공통과목과 선택과목을 구성하였다(MOE, 2014). 10학년의 공통 과목에는 통합사회와 통합과학 과목이 신설되었으며, 과학과 공통교육과정의 시수 확보 및 탐구능력 신장을 위해 과학탐구실험 과목이 새롭게 등장하였다. 대학 입시와 연계하여 2018학년도 고등학교 1학년년부터 적용되었으며, 2022학년도 수능부터는 탐구영역에서 문·이과 구분 없이 2개 과목을 선택하게 되었다(KICE, 2021a).

2022 개정 교육과정은 2015 개정 교육과정과 비교할 때, 내용 면에서 학생의 자기주도성 등 미래사회의 기본 역량과 최근의 기후위기, 인공지능 등 4차 산업혁명과 관련된 급변하는 사회적 변화를 포괄적으로 담아야 한다는 요구가 제기되었다. 과학 I, II과목 체제는 교육과정이 수차례 변화하는 과정 속에서도 거의 50년 동안이나 비슷한 내용 체계가 유지되고 있어 학생과 학교의 다양한 교육 수요에 적절히 대응하지 못하는 실정이다(KICE, 2017; Lee & Kwak, 2020; Kim & Kwak, 2020). 또한, 2022 개정 교육과정의 도입과 함께 2025학년도부터 전면 시행될 고교학점제는 단지 몇몇 교과 내용을 개정하는 수준의 변화가 아니라 학점제 및 이수제의 도입, 학교 밖 교육 활동 인정, 성취평가제 확대 등을 통해 고교 교육의 패러다임 전환을 의미한다(MOE, 2021d). 이에 따라 2022 개정 교육과정은 기존의 교육과정과 달리 OECD Education 2030과 미국의 차세대 과학표준(NGSS, Next Generation Science Standards), 우리나라 미래세대 과학교육표준(KSES, Korean Science Education Standards for the Next Generation) 등을 종합적으로 고려하여 개정되고 있다(Song *et al.*, 2019).

OECD Education 2030에서 교육의 목적은 역량(competencies)을 함양하는 것이며, 이를 위한 교육의 목표는 지식, 기능, 태도 및 가치이다(OECD, 2018). 역량은 지식과 기능 이상의 의미이며, 주어진 상황에서 인지적, 비인지적 자원을 동원하는 능력(OECD, 2003), 단순히 지식을 소유하고 있는 상태가 아니라 과제 수행을 위해 자신이 갖고 있는 지식이나 기술, 전략 등을 재조정하고 능동적으로 운용할 수 있는 능력(Park, 2009), 지식, 기능, 태도를 단순히 축적한 상태 이상의 것으로, 지식, 기능, 태도가 실제 상황에서 통합적으로 발휘되어 나타나는 능력(Lee, 2014) 등으로 정의된 바 있다. 또한, KSES에서는 미래 과학교육이 추구하는 인간상을 ‘과학적 소양을 갖추고 더불어 살아가는 창의적인 사람’으로 설정하여 ‘과학적 소양’을 ‘과학 관련 역량과 지식을 지니고 개인과 사회의 문제해결에 민주시민으로서 참여하고 실천하는 태도와 능력’으로 정의하였다(Song *et al.*, 2018, p.73). 따라서 2015 개정 과학과 교육과정에서 핵심역량을 과학적 사고력, 과학적 탐구능력, 과학적 문제해결력, 과학적 의사소통 능력, 과학적 참여와 평생학습 능력으로 정의한 것은 지식, 기능, 태도 및

가치를 포함하는 총체적 개념의 역량과는 다소 차이가 있다(Embrain Public, 2020). 이는 교육의 과정에서 최종적으로 달성해야 하는 총체적 개념의 역량이 아닌 하위개념으로서 과학 교과의 주요 역량을 선정한 것이다. 2022 개정 교육과정에서 최종적으로 달성해야 하는 교육의 목적인 총체적 개념의 ‘역량’에 비추어 볼 때, 초·중등학교 과학과 교육과정을 통해 달성하고자 하는 역량은 기존의 ‘과학적 소양’에 상응하는 것으로 볼 수 있다. 따라서 2022 개정 과학과 교육과정의 목적은 ‘과학소양교육’에 두어야 하며, 이를 위한 교육의 목표를 ‘지식·이해’, ‘과정·기능’, ‘가치·태도’로 구분하여 일반화된 과학 지식, 과학적 탐구 및 사고과정, 과학과 교과 활동을 통해 함양해야 할 가치 및 태도에 중점을 두고 교육과정을 구성할 필요가 있다.

교육부는 수차례의 교육과정 재구조화 연구와 교육 현장의 목소리를 반영할 수 있는 공청회를 진행한 결과, 2021년 하반기에 총론 주요 사항을 발표하였고(MOE, 2021f), 2022년에 개정 교육과정을 고시하며, 2024학년도 초등학교 적용을 시작으로 모든 고등학교에 고교학점제가 적용되는 2025학년도부터 중·고등학교에 적용할 예정이다(MOE, 2021b: 7). 이에 따라 2023년에 과목별 평가기준 및 교육과정 해설 등 후속지원 과정을 완료하고 교과서 개발을 시작하며, 2024년에는 2022 개정 교육과정이 적용된 2028학년도 대입 방안 발표를 추진하고 있다(MOE, 2021a: 31). 2022 개정 교육과정의 고등학교 이수단위(학점수)는 192단위로 2015 개정 교육과정에 비해 12단위가 감소하였으며, 교육과정 편제상 보통교과는 공통과목과 선택과목으로 구분된다(MOE, 2021e). 공통과목은 학문의 기본 이해를 위한 과목이며, 선택과목은 교과별 학문 내의 분화된 주요 학습 내용 이해 및 탐구를 위한 일반 선택과목, 교과 내·교과간 주제를 융합하여 실생활 체험 및 응용을 위한 융합 선택과목, 교과별 심화학습(일반 선택과목의 심화과정) 및 진로와 관련된 진로 선택과목으로 구분된다(MOE, 2021d: 14). 과학과 일반 선택과목은 기존처럼 4개의 과목(물리학, 화학, 생명과학, 지구과학)으로 구성되며(MOE, 2021f), 2015 개정 교육과정과 마찬가지로 수능 응시 과목으로 지정될 가능성이 높다(Lee & Kwak, 2021). 지구과학 교과에서는 기존의 지질학, 대기과학, 해양학, 천문학 등 네 분야로 구성하였던 내용 체계를 2015 개정 교육과정부터는 지구과학 교과로 묶을 수 있는 세부 전공 학문을 조합하여 지구계를 구성하는 공간인 고체, 유체, 천체를 중심으로 구분하여 각각의 영역을 제시하였다(Kim, 2019; MOE, 2018a). 이는 진로와의 연계성 강화와 학습 요소 성격에 따른 학문적 분류에 근거하므로 2022 개정 교육과정에서도 이러한 기초가 유지된다면 일반 선택과목 지구과학은 고체, 유체, 천체의 내용 분배가 균등하게 이루어질 것으로 보인다(Kim & Kwak, 2020). 또한, 진로 선택과목은 고체와 천체 영역을 융합할 수 있는 행성우주과학, 고체와 유체 영역을 융합할 수 있는 지구시스템과학으로 구분하였다(MOE, 2021f: 47).

최근 국제천문연맹(IAU)은 국가 교육과정에서 천문교육의 강화 필요성을 제시하고 있으며, 이를 위해 학습자 중심 교육, 연구 기반 프로젝트 및 시민 과학을 지원하기 위한 관측기기 보급과 시뮬레이션 등을 강조하고 있다(Miley, 2015; Choi, Lee, & Park, 2019). IAU의 Strategic plan 2020-2030에서는 차세대 천문학자 및 과학자의 발전을 촉진하기 위해 천문학 교육 코디네이터(NAEC)를 육성하고 교사의 전문성 개발을 위한 커뮤니티를 지원하며, 중·고등학교 수준에서 천체 관측과 네트워크 기반의 관측기기 활용을 추진하고 있다(van Dishoeck

& Elmegeen, 2018). 이는 OECD Education 2030의 목표 중 하나인 ‘기능’과 관련된 것이다(OECD, 2018). 기능은 절차적 지식으로 볼 수 있으며, NGSS의 ‘과학과 공학 실천’과 관련된 것으로 과학적 탐구 과정 및 사고전략을 의미한다(OECD, 2014: 2). 미국의 NGSS는 학습 발달과정과의 연계성을 고려하여 ‘과학과 공학 실천’, ‘과목별 핵심개념’, ‘관통개념’으로 구성되어 있다(NGSS, 2013a). 과학과 공학 실천이라는 용어에서 과학적 과정(process)이나 탐구(inquiry), 기능(skills) 대신 ‘실천(practice)’이라는 용어를 사용한 것은 과학적 탐구에 참여하는 것은 기능뿐 아니라 각 실천에 구체화된 지식을 필요로 한다는 것을 강조하기 위한 것이다(NRC, 2012: 41). 따라서 ‘과학과 공학 실천’은 ‘과학소양교육’을 위해 가장 중요한 요소이며, 이는 지구과학의 영역 중 천문 영역에서 구체적으로 실현될 가능성이 높다. 전통적으로 천문학은 수학이나 물리학과 같은 다양한 배경 지식 및 교과 연계 학습이 필요하고 천체관측을 위해서는 관측기기를 다루어야 하며, 소프트웨어 및 시뮬레이션을 활용한 교육을 적용할 수 있다(van Dishoeck & Elmegeen, 2021; Cui & Li, 2018; Choi & Shin, 2021). 천문 관련 지식을 배우는 ‘지식·이해’, 망원경을 비롯한 관측기기 및 소프트웨어를 다루는 ‘과정·기능’, 4차 산업혁명과 관련된 우주 개발의 필요성 등을 탐구하는 ‘가치·태도’를 통해 ‘과학소양교육’을 전반적으로 실현할 수 있을 것이다. 또한, 천문학의 내용과 연구방법은 지구과학 교과와 진로 선택과목뿐만 아니라 실생활 체험 및 응용을 위한 융합 선택과목에서도 다룰 수 있다. 지구과학 교과와 천문 영역은 ‘과학소양교육’을 위한 중요한 내용 영역 중 하나이므로 2022 개정 교육과정의 지구과학 교과에서 천문교육 확대를 고려하여 천문 영역의 내용 체계 및 성취기준을 구성할 필요가 있다.

이러한 맥락에서 본 연구에서는 2022 개정 교육과정 개발을 앞두고 2015 개정 교육과정 고등학교 지구과학 교과목의 핵심개념에 대한 인식을 점검하고, 국내외 지구과학 천문 영역의 교육과정을 분석함으로써 향후 지구과학 교과와 천문 영역 내용 구성 방안을 제안하고자 한다. 구체적인 연구 내용을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 2015 개정 교육과정의 고등학교 지구과학 교과목을 구성하는 내용 영역 및 학습 요소에 대한 고등학생들의 인식을 조사한다.

둘째, 우리나라를 비롯하여 미래 사회를 대비하기 위해 교육과정을 개정하고 있는 국내외 고등학교 교육과정의 지구과학 천문 영역의 내용을 비교, 분석하여 2022 개정 교육과정의 천문 영역 내용 구성을 위한 시사점을 도출한다. 최근 천문교육 강화의 필요성, 천문교육을 통한 과학소양교육의 필요성 등이 강조됨에 따라 지구과학 내용 영역 중에서 천문 영역에 초점을 두고 내용 구성 방안을 도출하고자 한다.

셋째, 학생 인식 조사와 국내외 고등학교 천문 영역 내용 분석을 토대로, 2022 개정 교육과정의 천문 영역 내용 구성(안)을 제안한다.

## II. 연구방법

### 1. 지구과학 교과 내용 영역 및 학습 요소에 대한 고등학생의 인식 조사

본 연구에서는 2009 개정 교육과정에서 2015 개정 교육과정으로 전환하던 시기에 지구과학 교과목을 구성하는 영역 및 학습 요소에 대한 고등학생들의 인식 조사 결과를 활용하였다. 설문 조사는 온라인으로 진행하였으며, 경기도 지역 6개 일반고 학생 중 지구과학 과목을 이수한 고등학교 3학년과 2학년 학생 501명을 대상으로 2019년 12월에 1주간 실시하였다. 설문 조사에 응한 고등학교 3학년 학생 287명은 2009 개정 교육과정 지구과학 I, II 과목을 이수하고 수능에 응시한 학생들이며, 고등학교 2학년 학생 214명은 2015 개정 교육과정 지구과학 I 과목을 이수하고 개정된 내용의 지구과학 II 과목을 학습할 예정인 학생들이다. 설문 조사에서는 교육과정 개정 전, 후의 지구과학 I, II 과목에 대한 각 단원(핵심개념)별 선호도와 학습 요소 변화에 대한 고등학생들의 인식을 탐색하고자 하였다. 설문지는 Table 1과 같이 공통 문항 1문항, 2학년 학생 대상 문항 5문항, 3학년 학생 대상 문항 8문항으로 구성하였다. 설문 조사는 고등학교 2학년

Table 1. Contents of survey questionnaire

구분	범주	문항 내용	문항 수	비고
과목 선택 영향 요소	공통	1-1. 수능이나 성적을 고려하지 않고 내용 측면에서만 볼 때, 학생들이 과학 선택과목 중 지구과학을 선택하는데 가장 큰 영향을 주는 내용은 무엇이라고 생각하나요?	선다형 1문항	복수 응답 가능
2015 개정 지구과학 I 단원에 대한 선호도	2학년 문항	2-1. 지구과학 I 과목의 단원 중 가장 재미있고 학습에 흥미를 느꼈던 단원은 무엇인가요? 2-2. 지구과학 I 과목의 단원 중 가장 어렵고 학습에 흥미를 느끼지 못했던 단원은 무엇인가요? 2-3. 평가(학교 내신, 모의평가)를 고려했을 때, 지구과학 I 과목의 단원 중 가장 준비하기 어려웠던 단원은 무엇인가요?	선다형 3문항	최대 2개 항목 복수 응답 가능
2009 개정 지구과학 I 단원에 대한 선호도	3학년 문항	3-1. 지구과학 I 과목의 단원 중 가장 재미있고 학습에 흥미를 느꼈던 단원은 무엇인가요? 3-2. 지구과학 I 과목의 단원 중 가장 어렵고 학습에 흥미를 느끼지 못했던 단원은 무엇인가요? 3-3. 평가(학교 내신, 모의평가)를 고려했을 때, 지구과학 I 과목의 단원 중 가장 준비하기 어려웠던 단원은 무엇인가요?	선다형 3문항	
2009 개정 지구과학 II 단원에 대한 선호도	3학년 문항	3-4. 지구과학 II 과목의 단원 중 가장 재미있고 학습에 흥미를 느꼈던 단원은 무엇인가요? 3-5. 지구과학 II 과목의 단원 중 가장 어렵고 학습에 흥미를 느끼지 못했던 단원은 무엇인가요? 3-6. 평가(학교 내신, 모의평가)를 고려했을 때, 지구과학 II 과목의 단원 중 가장 준비하기 어려웠던 단원은 무엇인가요?	선다형 3문항	
지구과학 I 학습 요소 변화에 대한 인식	2학년 문항	2-4. 교육과정 개정에 따라 여러분들이 배우지 않게 된 지구과학 I 과목의 내용 중 가장 아쉬운 것은 무엇인가요? 2-5. 교육과정 개정에 따라 여러분들이 새롭게 배우게 된 지구과학 I 과목의 내용 중 가장 중요하지 않다고 생각하는 것은 무엇인가요?	선다형 2문항	
	3학년 문항	3-7. 교육과정 개정에 따라 후배들이 배우지 않게 된 지구과학 I 과목의 내용 중 가장 아쉬운 것은 무엇인가요? 3-8. 교육과정 개정에 따라 후배들이 새롭게 배우게 된 지구과학 I 과목의 내용 중 가장 중요하지 않다고 생각하는 것은 무엇인가요?	선다형 2문항	

과 3학년 학생 모두 수능과 학교 평가가 종료된 후에 진행되었으므로 원활한 설문 참여를 위해 문항을 단순화하고, 대부분 주어진 보기를 선택하는 선다형 문항으로 복수 응답이 가능하도록 제시하였다. 설문 문항은 설문 참여 학생들의 소속학교 과학 교사 6인으로부터 수정 사항 및 내용 타당도를 검증받았으며, 설문 대상이 학생들임을 고려하여 학생들이 이해하기 쉬운 언어로 구성하였다. 설문 문항은 예비조사를 진행하지는 못하였으나 교육과정의 전환 시기에 학생들을 대상으로 설문 조사가 진행된 적이 없으므로 이 결과는 2022 개정 교육과정의 지구과학 교과 내용 체계 및 성취기준 구성에 중요한 시사점을 준다.

## 2. 국내의 고등학교 교육과정의 천문 영역 내용 분석

2022 개정 교육과정의 지구과학 교과 천문 영역 내용 구성(안)을 제안하기 위해 우리나라와 해외의 고등학교 천문 영역 교육과정을 분석하였다. 우리나라를 비롯한 미국, 스웨덴, 에스토니아, 일본, 핀란드, 캐나다 British Columbia(BC)주, 호주 등의 국가에서는 미래 사회를 대비하기 위해 현재 교육과정 개정을 진행 중이거나 완료를 하였다(Kim, 2019). 이들 국가 중 국제 성취도 수준이 비교적 상위권이거나(TIMSS, 2019), 고등학교 교육과정에서 지구과학 과목 개설 및 천문 영역을 직접적으로 다루는 미국, 캐나다 BC주, 일본의 천문 영역 단원(핵심개념) 및 학습 요소를 분석하였다. 또한, 최근 국제 공인 교육 프로그램인 국제 바칼로레아(IB, International Baccalaureate) 프로그램의 수요가 급증하고 있고(Son, 2021) 디플로마 프로그램(DP, Diploma Program)에서 천문 영역의 주제를 다루고 있으므로 IBDP의 내용도 포함하여 분석하였다. 단원(핵심개념)과 학습 요소 분석은 우리나라 교육과정의 국제 비교를 위해 개발된 분석틀(KICE, 2018b)을 본 연구의 목적에 맞게 수정하여 활용하였다. 국내의 교육과정 분석에 활용한 자료와 출처는 Table 2와 같다.

교육과정 분석은 연구자를 포함하여 지구과학교육 전문가 4명의 협의를 통해 진행하였으며, 2021년 8월부터 9월까지 실시간 대면 협의를 총 5회(14시간) 실시하였다. 지구과학교육 전문가 4명은 모두 영재고에 재직 중인 교직 경력 15년 이상의 교사로 영재고에서 지구과학 및 천문학 강의를 운영한 경험이 있다. 또한, 과학교육 박사학위 소지자가 1명, 박사학위 수료자가 1명, 천문학 석사학위 소지자가 1명

이며, 4명 모두 천체관측 및 천문교육에 대한 교사 연수를 기획하고 운영한 경험이 있는 교사들이다. 국내외 교육과정 분석을 위해 먼저 4명의 전문가 협의를 거쳐 우리나라 2009와 2015 개정 교육과정 지구과학 I, II의 천문 영역 성취기준과 내용 요소 및 필수 학습 요소를 추출하였다. 미국, 캐나다 BC주, 일본, IBDP의 교육과정은 각국 홈페이지의 교육과정 공식 문서를 각 1명의 전문가가 번역하여 분석하였다. 각 교육과정에서의 학습 요소 추출은 일차적으로 4명의 전문가가 각자 코딩 작업을 실시한 후, 1차 코딩된 자료를 바탕으로 전문가 협의를 통해 최종적으로 코드를 도출하였다. 교육과정별 코딩 과정과 5회의 실시간 대면 협의 내용은 모두 기록하여 분석하였으며, 최종 합의된 코드별로 각 교육과정의 학습 요소를 추출하여 누락되거나 확대 해석이 일어나지 않았는지 검토하였다. 고등학교 교육과정에 해당하는 천문 영역 내용만을 분석하였으며, 각 교육과정의 문서체계가 상이하므로 핵심개념 및 성취기준, 수행기대, 빅아이디어, 내용 등을 종합적으로 고려하여 필수 학습 요소를 추출하였다. 이를 우리나라 교육과정에서 추출한 필수 학습 요소를 기준으로 배치하였으며, 별의 표면온도, 광도, 질량과 같이 별의 물리량이라는 하나의 범주로 취급할 수 있는 학습 요소는 단순화하여 비교 분석하였다.

## III. 연구결과

### 1. 지구과학 교과 내용 영역 및 학습 요소에 대한 고등학생의 인식

지구과학 과목을 선택하는 데 영향을 주는 영역을 알아보기 위한 공통 문항은 고체, 유체, 천문 영역을 균등하게 3개의 영역으로 제시하였다. 고체 영역은 지구물리, 층서와 지사, 광물과 암석으로, 유체 영역은 대기, 해양, 기후로, 천문 영역은 천체관측, 별, 우주로 구분하였다. 수능이나 학교 평가 등의 요소를 배제하고 내용 측면만을 고려한 설문 결과 Table 3과 같이 ‘천체관측’ 28.9%(314명), ‘별’ 19.3%(210명), ‘우주’ 16.0%(174명) 순으로 응답하여 천문 영역의 응답률이 가장 높게 나타났고, ‘기후’ 9.1%(99명), ‘지구물리’ 7.7%(84명)가 뒤를 이었다. 가장 적은 응답률을 보인 영역은 ‘층서와 지사’ 2.7%(29명), ‘광물과 암석’ 2.2%(24명)으로 나타났다. 따라서 내용 측면에서 과학교과 선택과목 중 고등학생들이 지구과학 과목을 선택하는 이유는 천문 영역의 영향이 가장 크며, 천문 영역 중에서도

Table 2. Sources of domestic and foreign curriculum documents used for analysis

국가	교육과정 자료명	과목(핵심개념)	출처
한국	2009 개정 과학과 교육과정 별책9(교육과학기술부 고시 제2011-361호) 2015 개정 과학과 교육과정 별책9(교육부 고시 제2015-74호)	지구과학 I, II	<a href="http://ncic.re.kr/mobile.dwn.ogf.inventoryList.do">http://ncic.re.kr/mobile.dwn.ogf.inventoryList.do</a>
미국	Appendix E: Disciplinary Core Idea Progressions Within the NGSS Appendix F: Science and Engineering Practices in the NGSS	Earth & Space Science ESS1. A(HS-ESS1-1,2,3.) ESS1. B(HS-ESS1-4.)	<a href="https://www.nextgenscience.org/">https://www.nextgenscience.org/</a> <a href="https://ngss.nsta.org/DisplayStandard.aspx?view=topic&amp;id=50">https://ngss.nsta.org/DisplayStandard.aspx?view=topic&amp;id=50</a>
캐나다 BC주	Area of Learning: SCIENCE - Earth Sciences11 Area of Learning: SCIENCE - Specialized Science12(Astronomy)	Earth Sciences 11 Specialized Science 12 (Astronomy)	<a href="https://curriculum.gov.bc.ca/curriculum/science">https://curriculum.gov.bc.ca/curriculum/science</a>
일본	[理科編 理数編] 高等学校学習指導要領(平成30年告示)解説 [理数編] 高等学校学習指導要領(平成30年告示)解説	地学基礎(지학기초) 地学(지학) 理数地学(이과지학)	<a href="https://www.mext.go.jp/a_menu/hotou/new-cs/1407074.htm">https://www.mext.go.jp/a_menu/hotou/new-cs/1407074.htm</a>
IBDP	IBDP Astronomy Guide IBDP Physics_Astrophysics(standard and higher level option)	Astronomy Physics_Option(Astrophysics)	<a href="https://www.ibo.org/programmes/diploma-programme/curriculum/sciences/">https://www.ibo.org/programmes/diploma-programme/curriculum/sciences/</a>

천체관측에 대한 관심이 매우 높음을 알 수 있다. 또한, 천문 영역은 다른 과학 교과와 차별되는 지구과학 과목만의 가장 큰 매력에 있는 내용이며, 학생들에게 긍정적인 학습 동기를 유발할 수 있는 영역이라고 해석할 수 있다.

2009와 2015 개정 교육과정 지구과학 I, II 단원(핵심개념)에 대한 선호도 조사 결과를 Figure 1~3에 나타냈다. 가장 재미있고 학습에 흥미를 느꼈던 단원으로는 2015 개정 교육과정이 적용된 2학년 지구과학 I의 경우 ‘우주의 구조와 진화’를 선택한 학생이 20.4%(85명)로 가장 많았고, ‘별의 특성과 진화’ 18.5%(77명), ‘대기의 운동과 순환’ 18.3%(76명)이 뒤를 이었다. 2009 개정 교육과정이 적용된 3학년 지구과학 I의 경우 ‘천체관측’을 선택한 학생이 22.7%(126명)로 가장 많았고, ‘우주탐사’ 19.5%(108명), ‘유체 지구의 변화’ 15.1%(84명) 순으로 나타났다. 지구과학II 과목에서는 ‘별의 특성’ 15.7%(69명), ‘은하와 우주’ 13.9%(61명), ‘대기와 해양의 상호작용’ 12.5%(55

명) 순으로 응답하였다. 2009와 2015 개정 교육과정에서 학생들은 공통적으로 천문 영역에 해당하는 단원에 가장 큰 흥미를 느끼고 있었다.

가장 어렵고 학습에 흥미를 느끼지 못했던 단원으로는 2학년 지구과학 I의 경우 ‘지구의 역사’ 17.3%(71명), ‘판구조론’ 16.5%(68명), ‘지구의 구성물질’ 15.8%(65명) 순이었으며, 3학년 지구과학 I의 경우 ‘아름다운 한반도’ 29.3%(164명), ‘고체 지구의 변화’ 18.6%(104명), ‘천체관측’ 15.7%(88명) 순으로 나타났다. 지구과학II 과목에서는 ‘우리나라의 지질’ 16.0%(72명), ‘지구의 변동’ 14.0%(63명), ‘대기와 해양의 상호작용’ 12.0%(54명) 순이었다. 고체 지구 영역에 해당하는 판구조론, 우리나라의 지질, 지구의 역사, 지구의 구성물질 등의 단원은 2학년과 3학년 모두 가장 어렵고 흥미를 느끼지 못하였다. Sim, Park, & Lee(2015)의 연구에서 과학과 선택과목의 선호도를 조사한 결과 암기해야 할 내용이 많기 때문에 어렵다고 생각하는 과목

Table 3. Content elements that have the most influence on choosing Earth Science

영역 및 핵심개념(학습 요소)	비율(%)	인원(명)
◦ 천체관측: 좌표계, 망원경, 태양계 천체의 관측, 일식과 월식 등	28.9	314
◦ 별: 흑체복사, 스펙트럼, 별의 물리량, 별의 진화, H-R도, 외계 행성계 등	19.3	210
◦ 우주: 우리은하, 외부은하, 우주의 구조, 우주론, 암흑 물질, 암흑 에너지 등	16.0	174
◦ 기후: 기후변화요인, 온난화, 복사평형, ENSO, 지구 환경변화 등	9.1	99
◦ 지구물리: 지진파, 지구의 내부구조, 판구조론과 플룸, 지각변동 등	7.7	84
◦ 해양: 표층 순환, 심층순환, 해수의 물리적·화학적 성질, 수온-염분도, 해파, 조석 등	7.2	78
◦ 대기: 고기압과 저기압, 일기예보, 악기상, 대기대순환, 편서풍과 제트류 등	7.0	76
◦ 층서와 지사: 지질시대, 화석, 우리나라의 지질, 지질구조, 퇴적구조, 절대연령과 상대연령 등	2.7	29
◦ 광물과 암석: 광물, 암석, 편광 현미경, 마그마의 생성과정, 지하자원 등	2.2	24

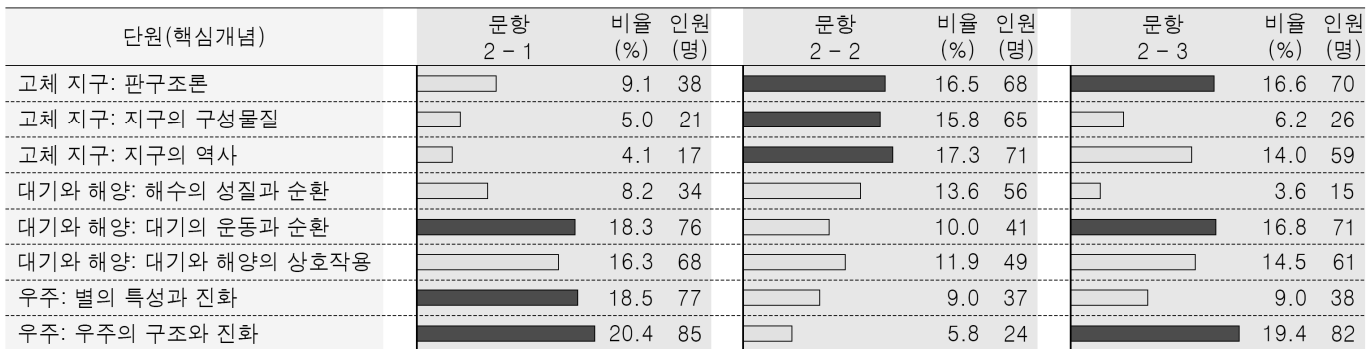


Figure 1. Preference of content elements of Earth Science I in the 2015 revised curriculum

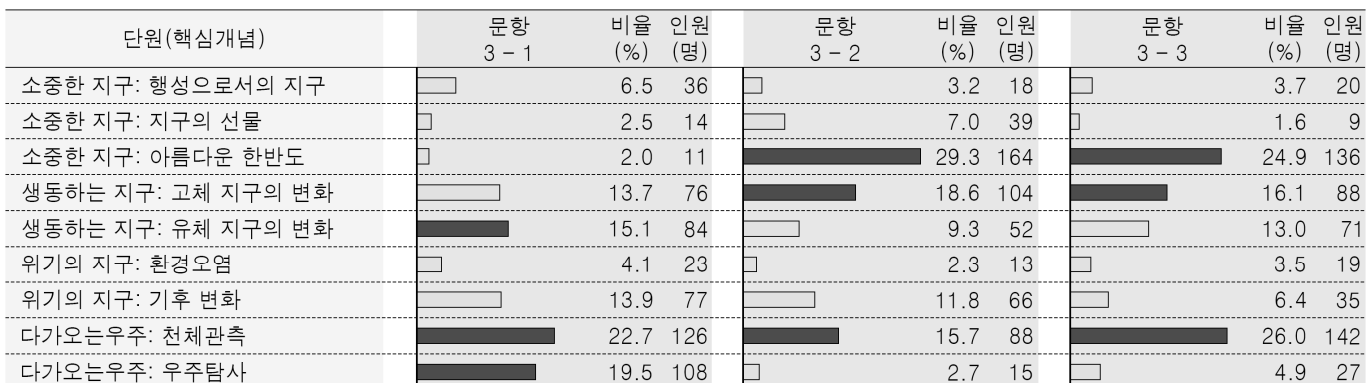


Figure 2. Preference of content elements of Earth Science I in the 2009 revised curriculum

은 생명과학 I 에 이어 지구과학 I 이 2위로 나타났다. 이는 학생들이 지식·이해 요소에 해당하는 지구과학적 개념을 대부분 암기해야 하는 것으로 인식하고 있다는 것을 의미한다. 이전 교육과정의 고체 지구 영역은 암기해야 할 개념의 양이 많고 학생들이 지구과학 과목을 어렵게 느끼는 데 영향을 주었다는 것을 알 수 있다.

학교 내신이나 모의평가를 고려했을 때, 가장 준비하기 어려웠던 단원으로는 지구과학 I 과목에서 2학년의 경우 ‘우주의 구조와 진화’ 19.4%(82명), ‘대기의 운동과 순환’ 16.8%(71명), ‘판구조론’ 16.6%(70명) 순으로, 3학년의 경우 ‘천체관측’ 26.0%(142명), ‘아름다운 한반도’ 24.9%(136명), ‘고체 지구의 변화’ 16.1%(88명) 순으로 나타났다. 지구과학 II 과목에서는 ‘우리나라의 지질’ 15.4%(69명), ‘대기의 운동과 순환’과 ‘은하와 우주’ 12.8%(57명) 순이었다. 특이한 점은 ‘우주의 구조와 진화’ 단원이 가장 큰 흥미를 느끼면서도 평가를 준비하기 가장 어려운 단원으로 조사되었으며, 천체관측 단원 또한 가장 큰 흥미를 느끼는 단원 1위이면서 가장 어렵고 흥미를 느끼지

못했던 단원 3위로 조사된 것이다. 즉, 천문 영역은 학생들이 가장 큰 흥미를 느끼는 내용으로 지구과학 과목을 선택하는 데 많은 영향을 주고 있지만, 평가 측면에서는 오히려 어렵게 인식하고 있었다. 이러한 현상의 원인은 현재의 9등급 상대평가 체계의 영향인 것으로 보인다. 현재 과학 I, II 과목은 대입과 관련하여 내신과 수능의 등급 변별이 매우 중요하다(KICE, 2021b). 특히, 최상위권 학생들을 변별하기 위해 높은 난도의 문항, 이른바 킬러 문항을 출제하고 있다. 학생들이 ‘천체관측’, ‘은하와 우주’, ‘대기의 운동과 순환’ 등의 단원에서 평가에 대비하기 어려워하는 이유는 이 영역에서 난도가 높은 문항이 주로 출제되고 있는 추세가 반영된 것으로 해석할 수 있다.

지구과학 I 학습 요소의 변화에 대한 인식을 알아보기 위한 설문 조사에서는 2009 개정 교육과정에서 다루었던 학습 요소 중 2015 개정 교육과정에서 삭제된 내용 6가지와 새롭게 추가된 내용 7가지로 구성하여 학생들의 반응을 조사하였으며, 그 결과를 Figure 4와 5에 각각 나타냈다. 2009 개정 교육과정의 학습 요소 중 2015 개정 교육과

단원(핵심개념)	문항 3-4			문항 3-5			문항 3-6		
	비율 (%)	인원 (명)	인원 (명)	비율 (%)	인원 (명)	비율 (%)	인원 (명)	인원 (명)	
지구의 구조	3.2	14	6.9	31	6.3	28			
지각의 물질	5.2	23	4.9	22	6.9	31			
지구의 변동	7.5	33	14.0	63	3.8	17			
지구의 역사	9.3	41	7.8	35	10.7	48			
우리나라의 지질	2.3	10	16.0	72	15.4	69			
대기의 운동과 순환	10.9	48	9.4	42	12.8	57			
해수의 운동과 순환	7.3	32	7.6	34	9.8	44			
대기와 해양의 상호작용	12.5	55	12.0	54	6.9	31			
별의 특성	15.7	69	7.3	33	8.9	40			
우리은하	12.3	54	3.8	17	5.6	25			
은하와 우주	13.9	61	10.2	46	12.8	57			

Figure 3. Preference of content elements of Earth Science II in the 2009 revised curriculum

학습 요소	문항 2-4			문항 3-7		
	비율 (%)	인원 (명)	인원 (명)	비율 (%)	인원 (명)	인원 (명)
지구계의 상호작용(지구시스템, 탄소와 물의 순환 등)	2.9	11	2.2	8		
자원(지하 자원의 활용, 신재생 및 친환경 에너지 등)	13.0	49	3.9	14		
한반도의 지질(한반도의 지형, 지질 명소 등)	2.4	9	2.5	9		
환경오염(대기/해양/토양/수질오염, 우주 쓰레기 등)	6.4	24	4.2	15		
천체관측(좌표계, 태양계 천체의 관측, 식 현상 등)	46.9	177	51.5	184		
우주탐사(태양계 천체의 특징, 탐사선, 우주 망원경 등)	28.4	107	35.6	127		

Figure 4. Learning elements that are regrettable to be deleted from the Earth Science I of 2015 revised curriculum compared to with the 2009 revised curriculum

학습 요소	문항 2-5			문항 3-8		
	비율 (%)	인원 (명)	인원 (명)	비율 (%)	인원 (명)	인원 (명)
판구조론의 역사	4.1	16	4.8	17		
플룸 구조와 마그마의 종류	5.3	21	4.2	15		
지사 해석의 법칙, 상대 연령과 절대 연령	20.8	82	21.5	76		
수온-염분도와 심층 순환	10.4	41	10.5	37		
별의 물리량, 흑체복사 법칙, H-R도	24.6	97	18.4	65		
별의 분류와 진화, 별의 에너지원	19.0	75	27.8	98		
은하의 특징과 우주론(대폭발, 급팽창, 가속 팽창 우주)	15.7	62	12.7	45		

Figure 5. Unnecessary learning elements among the learning elements added in the Earth Science I of 2015 revised curriculum compared to the 2009 revised curriculum

정에서 배우지 않게 되어 아쉽게 생각하는 내용으로는 2학년의 경우 ‘천체관측’ 46.9%(177명), ‘우주탐사’ 28.4%(107명) 순으로, 3학년의 경우 ‘천체관측’ 51.5%(184명), ‘우주탐사’ 35.6%(127명) 순으로 응답하였다(Figure 4). 이는 다른 학습 요소의 응답에 비해 압도적으로 높은 응답률이다. 지구계의 상호작용, 환경오염, 자원, 한반도의 지질 영역은 응답 비율의 합이 2학년과 3학년 각각 24.7%, 12.8%로 천문 영역의 학습 요소에 비해 낮게 나타났다. 따라서 학생들은 2015 개정 지구과학 I에서 천체관측과 우주탐사 내용이 삭제된 것에 가장 큰 아쉬움을 보였다. 반면, 2015 개정 교육과정으로 전환되면서 새롭게 배우게 된 지구과학 I 과목의 학습 요소 중 가장 필요성이 낮다고 생각하는 내용은 2학년의 경우 ‘별의 물리량, 흑체복사 법칙, H-R도’ 24.6%(97명), ‘지사 해석의 법칙, 상대연령, 절대연령’ 20.8%(82명), ‘별의 진화’ 19.0%(75명) 순으로, 3학년의 경우 ‘별의 분류와 진화, 별의 에너지원’ 27.8%(98명), ‘지사 해석의 법칙, 상대연령, 절대연령’ 21.5%(76명), ‘별의 물리량, 흑체복사 법칙, H-R도’ 18.4%(65명) 순으로 응답하였다(Figure 5). 이는 2009 개정 교육과정에서 다루었던 ‘천체관측’과 ‘우주탐사’ 단원의 내용에 비해 2015 개정 교육과정에서 다루고 있는 천문 영역 내용에 대한 학생들의 흥미와 만족도가 크게 감소하였다는 것을 의미한다. 2015 개정 교육과정의 지구과학 I의 천문 영역은 별의 특성과 진화, 우주의 구조와 진화로 구성되며, 이는 대부분 2009 개정 교육과정의 지구과학 II 과목에서 다루었던 내용이 이동한 것이다. 2009 개정 교육과정의 지구과학 II는 지구와 우주에 흥미가 많은 이공계 진학자를 위한 과목이므로 학문 중심 내용으로 구성되어 있었다(MEST, 2012). 이러한 내용이 지구과학 I으로 재구성됨에 따라 학생들이 천문 영역의 내용 자체를 어렵다고 생각하게 되었으며, 이는 2009 개정 교육과정에서 지구과학 II가 물리 I에 이어 내용이 가장 어려운 선택과목 2위로 조사된 선행 연구결과와 잘 일치한다(Sim, Park, & Lee, 2015).

## 2. 국내외 고등학교 교육과정의 천문 영역 내용 구성

국내의 고등학교 교육과정의 천문 영역 내용을 분석한 결과 캐나다 BC주와 일본의 교육과정은 우리나라와 마찬가지로 ‘지구과학’ 과목에서 천문 영역을 다루고 있다. 미국의 경우 지구우주과학에 천문 영역을 포함하고 있으며, IBDP의 경우 천문학과 천체물리학을 별도의 교육과정으로 운영하고 있다.

미국의 고등학교 천문학 교육은 국가연구협회(NRC, National Research Council)에서 국가과학교육표준(NSES, National Science Education Standards)을 제시한 이후부터 체계적으로 이루어졌다(NSES, 1996). NSES에서는 주로 내용 중심의 천문학 교육을 강조하였으며, 천체의 특성과 운동(grades K-4), 중력의 특성과 태양계(grades 5-8), 별과 은하 및 우주의 기원과 진화(grades 9-12)로 구분하였다(Schleigh *et al.*, 2015). 2013년도부터 도입되어 유치원부터 고등학교 교육과정까지 적용하고 있는 NGSS는 ‘과학과 공학 실천(scientific and engineering practices)’, ‘과목별 핵심개념(disciplinary core idea)’, ‘관통개념(crosscutting concepts)’으로 구성되어 있다(NGSS, 2013a). 과목별 핵심개념의 지구우주과학(ESS, Earth Space Science)에서 천문 영역의 내용을 학년별로 제시하고 있으며, ESS1. A(The Universe and Its Stars)와 ESS1. B(Earth and the Solar System)

로 구분되어 있다(NGSS, 2013b).

캐나다 BC주의 교육과정은 개념(Concept) 기반의 역량 중심 커리큘럼으로 Know-Do-Understand 모델을 적용하고 있다(BC’s Curriculum, 2021a). 각 학년 수준의 필수 주제와 지식을 설명하는 내용(Know), 핵심역량과 연결되어 학생들이 수행할 수 있는 커리큘럼 역량(Do), 학습 영역의 중요한 핵심개념인 빅아이디어(Understand)로 구성되며, 학습에 대한 개념 기반 접근 방식과 역량 개발에 중점을 둔다(BC’s Curriculum, 2021b). 학년은 K1~K12로 구분되어 있으며, 이중 K10~K12가 고등학교 교육과정에 해당한다. K11(11학년)에서 이수하는 지구과학 과목에서 천문 영역을 다루고 있으며, 행성 지구의 특징과 별의 물리량, 태양-지구-달 시스템 내용이 포함된다(BC’s Curriculum, 2021c). K12(12학년)에서 이수하는 전문과학 교과에서는 독립적인 성격의 천문학 과목(Astronomy)을 개설하고 있다(BC’s Curriculum, 2021d).

일본의 경우 2018년에 고시된 ‘고등학교 학습지도 요령(헤세이 30년 고시) 해설 총칙편’에서 확실한 학력, 학습의 질, 이해수준 향상에 중점을 두었으며(MOE Japan, 2018a), 과학 영역에 해당하는 ‘이과편 이수편’에서는 관찰과 실험, 데이터 분석 등을 강조하였다(Jang, 2020). 천문 영역의 내용은 일반계 고등학교의 지학기초, 지학, 이과 지학 과목에서 다룬다. 일본의 교육과정 문서체계는 우리나라의 교육과정과 가장 유사하며, ‘성격’, ‘목표’, ‘내용과 범위’, ‘정도’, ‘내용의 취급’으로 구성되어 있다(MOE Japan, 2018b). 이 중 ‘내용과 범위, 정도’에 단위별 성취기준과 학습 요소를 자세히 설명하고 있다.

국제 바칼로레아(IB) 프로그램은 1968년, 스위스 제네바에서 고등학교 과정 프로그램(Diploma Program)으로 시작되었으며, 전 세계 대학에서 인정하는 교육과정과 학위를 제공하여 학생들의 국제적 이동을 촉진하겠다는 비영리적 목적 아래 탄생하였다(Lee & Kang, 2018). IB 프로그램 중 대학에 진학할 예정인 16~19세 학생들이 이수하는 DP에 대한 수요가 가장 많고(IBO, 2021; Bames, 2021), 연구도 가장 활발히 진행되고 있다(Kim, 2019). IBDP에서는 지구과학 과목을 별도로 개설하지는 않지만, 천문학(Astronomy)과 물리학의 심화학습으로 천체물리학(Astrophysics)을 개설하고 있다.

미국, 캐나다 BC주, 일본, IBDP의 고등학교 교육과정과 우리나라의 2009 및 2015 개정 교육과정 지구과학 I, II 과목에서 다루는 천문 영역 학습 요소를 비교한 내용은 Table 4와 같다. 교육과정 국제비교 분석틀은 교과목의 구성, 교과교육의 목적 및 목표, 내용의 제시 방식, 내용의 범위와 수준, 교수학습, 평가로 구성(KICE, 2018b)되지만, 본 연구의 목적상 내용의 제시 방식 중 학습 요소만을 추출하여 비교하였다. 천문 영역을 구성하는 단원은 태양계, 별, 은하와 우주로 구분하였으며, 이는 관측을 기반으로 확립된 천문학의 전통적인 특성상 좁은 범위에서 넓은 범위로 내용을 전개하는 지식 체계 프레임 방식이 익숙한 현상으로부터 시작하여 추상적이거나 거시적인 현상으로 개념을 확장하기 유리하다는 이점을 고려한 것이다(Kogure, 2021). 학습 요소의 배치 순서는 교육과정 분석을 진행한 전문가 4명의 협의를 통해 우리나라 교육과정의 순서를 따랐다. 학습 요소의 양은 우리나라와 IBDP가 각각 74개와 70개로 가장 많은 편이었으며, 일본과 캐나다 BC주가 각각 57개와 54개로 뒤를 이었다. 미국의 NGSS의 경우 학습 요소의 양이 34개로 가장 적었는데 이는 여러 개의 과목을 중복하여 분석한 다른 나라의 교육과정과 달리 하나의 교육과정만 분석한

Table 4. Comparison of astronomy area learning elements in domestic and foreign curriculum

단원	한국 (지구과학 I, II)	미국 (ESS1. A, B)	캐나다 BC주 (Earth Science11, Specialized Science 12)	일본 (지학기초, 지학, 이과지학)	IBDP (Astronomy, Astrophysics)
태양계	태양계의 형성과정	태양계의 형성과정	태양계의 형성과정, 각운동량 보존	태양계의 형성과정	태양계의 형성과정
	태양활동	태양활동	태양풍	태양활동	주연감광, 태양 표면과 대기활동(영향), 태양내부구조
	태양계 구성원, 행성의 특징(대기, 구성물질, 자기장, 온도 등)	태양계의 구성원	행성의 특징(대기, 구성물질, 자기장, 온도, 탈출속도 등)	태양계 구성원, 행성의 구분, 지구와 달의 크기, 지구 대기	태양계의 구성원, 행성의 중력장과 자기장, 달의 기원, 오오트구름, 행성대기
	망원경과 좌표계	망원경	망원경과 분광기(분광관측)	-	-
	천체관측(태양, 행성, 달, 식 현상, 별자리)	천체관측(태양, 달, 별, 별자리)	천체관측(달, 일식)	행성의 관측(내행성과 외행성)	성도, 식현상, 광공해
	지구의 자전과 공전, 일주운동과 연주운동	지구의 자전과 공전, 일주운동과 연주운동	-	지구의 자전과 공전(증거), 태양일과 태양력	-
	세차운동	세차운동	기조력, 세차운동	-	-
	케플러 법칙	케플러 법칙, 뉴턴의 중력 법칙	케플러 법칙, 뉴턴의 중력 법칙(중력장)	케플러 법칙, 뉴턴의 중력 법칙	케플러 법칙, 뉴턴의 중력 법칙(중력장)
	행성의 궤도와 공전주기, 회합주기	행성 궤도의 변화, 지구와 달의 궤도	행성의 궤도	행성의 궤도와 공전주기, 회합주기	-
	우주관의 변천	우주관의 변천	-	-	-
태양계 탐사, 우주탐사의 성과	-	우주탐사선과 탐사의 역사, 인공위성	-	-	
별	스펙트럼	스펙트럼, 에너지준위	수소원자의 구조와 스펙트럼	-	수소원자의 구조와 스펙트럼
	별의 물리량(거리, 등급, 크기, 표면온도, 분광형, 광도, 질량, 흑체복사법칙 등)	별의 물리량 (거리, 등급, 광도)	별의 물리량(거리, 등급, 크기, 표면온도, 분광형, 광도, 질량, 화학성분 등)	별의 물리량(거리, 등급, 크기, 표면온도, 분광형, 질량 등)	별의 물리량(거리, 등급, 표면온도, 분광형, 광도, 질량, 흑체복사법칙 등)
	쌍성계의 질량	-	-	쌍성계의 질량	쌍성계와 다중성계
	항성시차, 변광성과 거리지수	항성시차	-	항성시차, 변광성과 거리지수	항성시차, 변광성과 거리지수
	정역학평형, 별의 에너지원(수소핵융합)	별의 에너지원(수소핵융합)	정역학평형, 수소핵융합	별의 에너지원(수소핵융합)	정역학평형, 별의 에너지원
	별의 분류와 H-R도	별의 분류	별의 분류와 H-R도	별의 분류와 H-R도	별의 분류와 H-R도
	질량에 따른 별의 진화, 내부구조	질량에 따른 별의 진화, 내부구조	질량에 따른 별의 진화, 별의 수명	질량에 따른 별의 진화, 내부구조	별 탄생 영역, 질량에 따른 별의 진화, 헬륨 섬광
	별의 종말(백색왜성, 초신성, 중성자별, 블랙홀)	별의 종말(초신성)	별의 종말(백색왜성, 초신성, 중성자별, 펄서, 블랙홀)	별의 종말(백색왜성, 초신성, 중성자별, 블랙홀)	별의 종말(초신성, 중성자별, 블랙홀)
	외계 행성계, 생명가능 지대	-	외계 행성계, 생명가능 지대	생명가능 지대	외계 행성계, 생명가능 지대, 드레이크 방정식
	우리는하의 구성물질 (성간물질, 성단, 성운)	성간물질	성간물질, 성운	우리는하의 구성물질(성간물질, 성단, 성운)	우리는하의 구성물질(성간물질, 성단, 성운)
우리는하의 구조(21cm 수소선, 나선구조)	-	-	-	우리는하의 나선구조	
우리는하의 회전과 질량 분포, 별의 공간운동	별의 공간운동	-	우리는하의 회전과 질량 분포	우리는하의 회전과 질량 분포	
허블의 은하 분류, 특이은하, 충돌은하	-	은하의 종류	허블의 은하 분류, 특이은하	허블의 은하 분류, 은하의 파장별 관측, 특이은하	
은하의 집단, 우주 거대구조	-	-	은하의 집단, 우주 거대구조	은하의 분포, 은하의 집단, 우주 거대구조,	
우주의 팽창과 허블 법칙	우주의 팽창과 허블법칙	적색편이와 허블 법칙	우주의 팽창과 허블 법칙	허블 법칙과 도플러 효과	



	대폭발 우주론, 우주배경복사, 빅뱅핵융합	대폭발 우주론, 우주배경복사, 빅뱅핵융합	대폭발 우주론	대폭발 우주론, 우주배경복사, 빅뱅핵융합	대폭발 우주론, 우주배경복사
	급팽창 우주론, 가속팽창 우주	-	급팽창 우주론	가속팽창 우주	급팽창 우주론, 가속팽창 우주
	표준우주모형, 암흑물질, 암흑 에너지	-	표준우주모형, 기본입자와 상호작용	암흑물질, 암흑 에너지	우주론적 원리, 시공간의 기하학, 상대성이론, 우주의 진화(모델), 우주의 임계밀도, 우주의 스케일 인자, 암흑물질, 암흑 에너지, 표준우주모형, 기본입자와 상호작용
학습 요소의 양	74	34	54	57	70

것에서 원인을 찾을 수 있다. 우리나라는 2009와 2015 개정 교육과정의 지구과학 I, II 4개 과목, 일본은 3개 과목이 포함되었으며, 캐나다 BC주와 IBDP는 천문학 과목을 포함하여 분석하였으므로 상대적으로 학습 요소의 양이 많았다.

태양계 단원은 태양계의 개관에 대한 내용으로 시작하여 천체관측과 태양계 역학, 우주탐사 순으로 배치하여 비교하였다. 태양계의 개관에 대한 내용은 국내의 모든 교육과정에서 다루고 있으며, IBDP에서는 태양의 표면 및 대기 활동과 태양계 천체에 대한 내용을 비교적 자세히 제시하고 있다. 망원경에 대한 내용은 일본과 IBDP에서는 다루지 않고 있으며, 좌표계는 우리나라 교육과정에서만 다루고 있다. 천체관측은 5개 교육과정에서 모두 다루고 있으나 행성의 관측에 대한 내용은 우리나라와 일본의 교육과정에서만 제시하고 있고, 일본의 경우 태양일과 태양력에 대한 내용을 간단히 언급하고 있다. 케플러 법칙과 연관한 행성의 궤도는 IBDP를 제외한 4개 교육과정에서 다루고 있으며, 우리나라의 경우 케플러 법칙을 뉴턴의 중력 법칙과 연관해서 설명하지는 않는다. 우주관의 변천은 우리나라와 미국의 교육과정에서 다루고 있으며, 태양계 탐사는 우리나라와 캐나다 BC주의 교육과정에서만 설명하고 있다.

별 단원은 스펙트럼과 별의 물리량, 별의 에너지원과 H-R도, 별의 진화, 외계 행성계 순으로 배치하여 비교하였다. 별 단원의 내용은 5개 교육과정에서 비교적 상세히 다루고 있으며, 우리나라와 IBDP의 교육과정 학습 요소가 가장 유사하다. 별의 스펙트럼에 대한 내용은 일본을 제외한 4개 교육과정에서 다루며, 미국, 캐나다 BC주, IBDP에서는 수소원자의 구조나 에너지 준위를 비교적 자세히 설명하고 있다. 미국에서는 쌍성계의 질량과 외계 행성계에 대한 내용을, 캐나다 BC주에서는 쌍성계와 항성시차에 대한 내용을 다루지 않았다. 또한, 미국과 캐나다 BC주에서는 공통적으로 세페이드 변광성을 이용한 거리 측정에 대한 내용이 없다. 별의 진화와 종말은 5개 교육과정에서 모두 다루지만 미국의 경우 초신성 폭발에 대한 내용만 간단히 언급하고 있다.

은하와 우주 단원은 우리은하의 구성물질과 구조, 우리은하의 회전과 질량, 은하의 분류와 우주 거대구조, 허블법칙, 우주론 순서로 배치하여 비교하였다. 은하와 우주 단원의 학습 요소는 우리나라와 IBDP의 교육과정이 가장 유사하며, 미국과 캐나다 BC주의 학습 요소는 상대적으로 적은 편이다. 미국의 교육과정에서는 성간물질과 별의 공간운동, 우주의 팽창과 허블법칙, 대폭발 우주론과 증거에 대한 내용만 다루고 있다. 캐나다 BC주의 교육과정에서는 성간물질과 성운, 은하의 종류, 적색편이와 허블법칙, 대폭발 및 급팽창 우주론, 표준우

주모형, 기본입자와 상호작용에 대한 내용만 다루고 있다. 일본의 교육과정에서는 우리은하의 구조와 표준우주모형을 다루지 않고 있다. IBDP는 은하와 우주 단원을 가장 자세하게 다루고 있으며, 특히 우주론적 원리, 시공간의 기하학, 상대성이론, 임계밀도, 스케일 인자 등 우주론에 대한 물리학적 배경 지식을 요구하는 학습 요소가 많다.

### 3. 2022 개정 교육과정 지구과학 교과 천문 영역 내용 구성(안)

2022 개정 교육과정의 고등학교 지구과학 선택과목의 경우 일반 선택과목 1개와 진로 선택과목 2개로 구성되며, 이들 과목 중 천문영역 내용을 직접 포함하는 과목은 일반 선택의 지구과학 과목과 진로 선택의 행성우주과학 과목이다(MOE, 2021f: 47). 각 과목에 포함될 수 있는 천문 영역의 단원(핵심개념)과 학습 요소를 지구과학교육 전문가 4명의 협의를 통해 선정한 결과는 Table 5와 같다. 학습 요소는 지구과학과 행성우주과학 과목 모두 4학점을 기준으로 선정하였으며, 천문 영역에서 다루는 주요 개념이나 원리를 자세히 나열하기 보다 주제별로 통합된 포괄적인 학습 요소를 제시하였다. 이는 KSES에서 학생들의 수행기대와 주제 중심으로 성취기준을 제시한 것과 관련하여 제시된 학습 요소에 의해 학습의 범위가 제한되는 것을 최소화하기 위함이다. 학습 요소와 단원(핵심개념)의 구성은 설문 조사 결과에 근거하여 학생들의 선호도가 높은 내용을 우선적으로 고려하였으며, 총론의 주요 개정 중점과 추진과제를 직접적으로 반영할 수 있는 학습 요소를 포함하였다. 또한, 국내의 교육과정 분석 결과 공통적인 천문 영역의 내용을 포괄할 수 있도록 학습 요소를 선정하였다.

#### 가. 일반 선택과목 지구과학의 내용 구성

지구과학교육 전문가 4명은 공통적으로 많은 학생들이 지구과학에 흥미를 가질 수 있는 학습 요소를 일반 선택과목에 포함하되, 변별력을 확보할 수 있는 내용으로 구성하는 것이 좋을 것으로 판단하였다. 따라서 지구과학 과목의 구체적인 내용 구성(안)을 제시하면 다음과 같다.

첫째, 일반 선택과목 지구과학은 진로 선택과목과의 연계성 강화와 학습 요소 성격에 따른 학문적 분류에 근거한 기존 교육과정의 지구과학 I, II 내용 구성 기초를 유지할 필요가 있다. 따라서 고체, 유체, 천체의 내용이 균등하게 분배되도록 천문 영역 학습 요소의 양을 조절해야 한다. 또한, 일반 선택과목은 수능 응시 과목으로 지정될 가능성이 높으므로(Lee & Kwak, 2021: 153), 학생들의 변별력을 확보해

야 한다. 고등학생들의 인식 조사 결과에 따르면 좌표계, 망원경, 천체의 관측, 일식과 월식 등의 내용을 포함하는 천체관측은 다른 과학 교과와 차별되는 지구과학 과목만의 가장 큰 매력에 있는 내용이다. 또한, 2009 개정 교육과정 지구과학 I의 학습 요소 중 2015 개정 교육과정에서 배우지 않게 되어 가장 아쉽게 생각하는 내용으로 좌표계, 태양계 천체의 관측, 식 현상을 선택한 학생이 가장 많았다. 따라서 천체관측 단원은 일반 선택 지구과학 과목에서 다루어야 할 필요성이 크다. 좌표계와 망원경, 천체의 관측 내용은 디지털·AI 교육환경에 맞추어 다양한 시뮬레이션 프로그램을 활용할 수 있으므로 교육환경 변화에 능동적으로 대처할 수 있다. 망원경을 활용한 탐구 활동을 통해 좌표계를 이해할 수 있고, 실생활과 밀접한 연관이 있는 천체의 관측은 ‘지식·이해’, ‘과정·기능’과 직접적인 관련되는 내용이다. 식 현상은 천체의 관측 학습 요소를 확장하는 과정에서 도입할 수 있으므로 2022 개정 교육과정의 중점 중 깊이 있는 개념적 학습과 탐구능력 함양이라는 목적을 달성하기 유리하다. 또한, 지역 거점 천문대 및 과학교육원 등 학교 밖 자원을 활용하여 학습 경험을 제공할 수 있다. 이를 종합적으로 고려하여 천체관측 단원은 좌표계와 망원경, 천체의 관측, 식 현상으로 구성하였다. 학습 요소는 2009 개정 교육과정 지구과학 I의 학습 요소와 가급적 유사하게 구성하되, 교육과정의 자율성 보장을 위해 주제 위주로 제시하였다. 이러한 구성은 설문 조사 결과 천체관측 내용을 평가 측면에서 어렵게 인식하는 학생들이 많았으므로 학생들을 변별하기 위해서도 유리할 것으로 보인다.

둘째, 주요 학습 내용 이해 및 탐구를 위한 일반 선택과목의 성격을 고려할 때, 국내외 교육과정에서 공통적으로 다루는 내용을 포함해야 한다. 천체관측 단원 외에 우리나라를 비롯한 미국, 캐나다 BC주, 일본, IBDP 교육과정에서 공통적으로 다루는 내용은 태양계의 형성 과정과 특징, 행성의 궤도와 케플러 법칙, 별의 물리량, 별의 진화과정, 성간물질, 우주의 팽창과 허블 법칙, 우주론 등이다. 이 중 내용의 적정화 측면에서 분량이 과도하지 않고, 2015 개정 교육과정에서 교사들의 교수·학습 경험이 풍부한 우주의 구조, 우주의 팽창 단원을 선정하였다. 이 단원들은 2009와 2015 개정 교육과정에서 천체관측 단원과 함께 학생들의 선호도가 높았던 영역이다. 별의 특성과 진화에 대한 내용은 학생들의 선호도는 높지만, 내용이 어렵고 국내외 교육과정 분석 결과 학습 요소의 양이 많으므로 일반 선택과목에서 다루기 어려울 것으로 판단하였다. 외계 행성계와 생명가능 지대에 대한 내용은 지구의 존재에 대한 철학적 사고와 함께 외계 행성 및 생명체 탐사의 성과 등을 다룰 수 있으므로 ‘가치·태도’ 차원과 직접적인 연관이 있다. 이를 고려하여 전문가 협의를 통해 천체관측 단원과 함께 ‘지식·이해’, ‘과정·기능’, ‘가치·태도’의 세 가지 차원 요소를 모두 포함할 수 있도록 외계 행성계와 생명가능 지대, 우주의 구조, 우주의 팽창으로 구성된 우주 단원을 제시하였다. 학습 요소는 2015 개정 교육과정 지구과학 I의 학습 요소와 유사하게 구성하되, 내용의 수준과 분량을 고려하여 우주에 대한 관측적 사실 위주의 내용만을 다루도록 하였다. 이는 우주 단원의 학습 요소가 2009와 2015 개정 교육과정의 지구과학 I에서 지속적으로 다루었던 내용이고 (MEST, 2012; MOE, 2015b), 교과서 개발 및 실제 수업 측면에서 이전 교육과정과 크게 변화되는 내용을 선호하지 않는 현장 교사들의 경향을 고려한 것이다(Lee & Kwak, 2020).

## 나. 진로 선택과목 행성우주과학의 내용 구성

행성우주과학 과목은 교과별 심화학습 및 학생의 진로와 직접적으로 관련된 진로 선택과목이다. 따라서 행성우주과학 과목에서는 천문 영역의 전반적인 심화 내용을 학습하기 위해 천문 영역 학습 요소를 중점적으로 다룰 필요가 있다. 다만, 일반 선택의 지구과학 과목을 수강하지 않은 학생들도 행성우주과학 과목을 수강하는 데 큰 지장이 없도록 내용을 구성하는 것으로 합의하였다. 이는 고교학점제의 취지와 고등학생의 학습 선택권 강화를 위해 다양한 진로 선택을 보장해야 한다는 교육과정 개정의 방향을 고려한 것이다(MOE, 2021d). 따라서 행성우주과학 과목의 구체적인 내용 구성(안)을 제시하면 다음과 같다.

첫째, 행성우주과학에서 다루는 천문 영역의 내용은 천문학의 지식 체계 프레임에 따라 구성해야 한다. 국내외 교육과정을 분석한 결과, 천문 영역을 독립된 교과에서 다루는 캐나다 BC주와 IBDP 교육과정에서는 공통적으로 천문학의 지식 체계 프레임에 따라 ‘태양계’, ‘별’, ‘은하와 우주’ 순으로 내용을 전개하고 있다. 이는 국내외 대학의 천문학과 및 천문학 관련 전공학과, 또는 지구과학교육과의 천문학 교재로 사용되는 ‘기본천문학(Fundamental Astronomy)’, ‘천문학 및 천체물리학(Introductory Astronomy and Astrophysics)’, ‘현대천체물리학(An Introduction to Modern Astrophysics)’ 등에서 대부분 ‘태양계’, ‘별’, ‘은하와 우주’ 순으로 내용을 전개하는 것과 밀접한 연관이 있다. 우리나라의 2009와 2015 개정 지구과학 I, II의 천문 영역 학습 요소도 Table 4와 같이 지식 체계 프레임에 따른 구성이 가능하다. 따라서 행성우주과학 과목의 단원을 ‘태양계’, ‘별’, ‘은하와 우주’로 선정하였다.

둘째, 천문 영역의 심화된 지식뿐만 아니라 과학소양교육의 전반적인 실현 가능성, 학습자 주도성, 관련 분야 진로와의 연관성, 최근의 천문학적 연구 성과 등을 종합적으로 고려하여 내용 체계를 구성해야 한다. 이에 따라 개정 교육과정의 취지를 고려했을 때, 다른 학문 분야와의 연계성 및 주제 중심 학습을 강조한 캐나다 BC주와 IBDP의 교육과정을 적극적으로 반영하여 우리나라 교육과정과의 공통적인 내용 위주로 학습 요소를 선정하였다. 태양계 단원은 태양계의 형성, 태양계의 구성 천체, 태양계 역학, 지구와 달로 구성하였다. 여기에는 최근의 우주개발 및 인공위성 운용과 직접 연관되는 우주환경 내용을 포함하였다(Zhongming *et al.*, 2021). 태양계의 구성 천체는 2009와 2015 개정 교육과정의 융합과학 과목에서 자세히 다루고 있으므로 (MEST, 2012; MOE, 2015b) 융합과학의 학습 요소와 유사하게 구성하였다. 우주관 모형의 변화, 행성의 공전주기와 궤도, 케플러 법칙 등은 태양계 천체의 운동 및 물리학과 연관된 내용이므로 태양계 역학에 포함하였다. 지구와 달은 고체 영역과 연관하여 지구 구성물질 및 내부 구조에 대한 학습 요소를 다룰 수 있으며, 시간(태양시, 항성시, 태음시) 개념과 기조력을 추가한 것은 실생활과 밀접한 연관이 있는 태양-지구-달 시스템을 이해하기 위함이다. 별 단원의 학습 요소는 국내외 교육과정에서 공통적으로 크게 별의 물리량과 별의 진화로 구분할 수 있다. 별의 물리량에서는 흑체복사 법칙을 바탕으로 별의 물리량을 구하는 방법을 전반적으로 이해할 수 있도록 내용을 전개하며, 천체의 거리는 스케일에 따라 거리를 측정하는 방법이 다름을 이해할 수 있도록 학습 요소를 배치하였다. 또한, 별의 진화는 2015

Table 5. Astronomy area learning elements of Earth Science elective courses in 2022 revised curriculum(draft)

과목	단원(핵심개념)		학습 요소(예시)
일반 선택 (지구과학)	천체관측	좌표계와 망원경	지평 좌표계, 적도 좌표계, 광학망원경, 우주망원경(파장별 관측)
		천체의 관측	일주운동과 연주운동, 행성의 겉보기 운동, 내행성과 외행성의 관측, 태양과 달의 관측
		식 현상	일식, 월식, 행성식
	우주	외계 행성계와 생명가능 지대	외계 행성계 탐사 방법, 생명가능 지대, 외계 생명체 존재 가능성
		우주의 구조	은하의 분류, 은하의 집단, 우주 거대구조(은하 장성, 보이드)
		우주의 팽창	허블-르메트르 법칙, 대폭발우주론, 급팽창이론, 가속팽창우주
진로 선택 (행성우주과학)	태양계	태양계의 형성	태양계의 형성과정, 태양계의 물질 분포, 태양의 표면과 대기 활동, 우주환경
		태양계의 구성 천체	암석/가스/얼음형 행성, 행성의 내부 구조, 위성, 카이퍼벨트 천체, 지구의 형성과정과 진화, 행성 대기과 자기장
		태양계 역학	태양계 모형 페라다임의 변화(우주관 모형), 행성의 공전주기와 궤도(회합주기), 케플러 법칙, 뉴턴의 중력 법칙
		지구의 달	지구의 구성물질, 지구의 내부 구조, 자전과 공전, 시간(태양시, 항성시, 태음시), 기조력
	별	별의 물리량	흑체복사 법칙(크기, 질량, 광도), 밝기와 등급(겉보기등급과 절대등급), 스펙트럼과 분광형, 천체의 거리(레이더, 항성시차, 거리지수, 세페이드, 주계열맞추기 등), 쌍성계의 질량
		별의 진화	별의 종류, 에너지원, 내부구조, H-R도(색-색, 표면온도-광도, 색-등급 등), 별의 진화과정(원시성, 전주계열, 주계열, 적색거성열, 점근거성열, 맥동변광성, 질량에 따른 별의 종말 등)
	은하와 우주	우리은하	우리은하의 형태, 성단과 성운, 성간물질(티끌, 기체), 은하 역학(은하의 구조, 회전, 질량 등)
		외부은하	은하의 분류, 은하의 관측(파장별 관측), 특이 은하(활동 은하핵), 충돌 은하
		우주의 구조와 진화	은하의 분포, 은하의 집단, 우주 거대구조, 우주의 진화(모델링)
		우주론	우주론 패러다임의 변화(정적, 정상, 대폭발), 허블-르메트르 법칙, 대폭발 우주론(빅뱅핵합성, 우주배경복사) 급팽창이론, 가속팽창우주, 우주론적 원리, 표준우주모형

개정 교육과정의 내용에서 주계열 이후의 진화 단계 및 각 진화 단계의 경계가 모호한 것을 고려하여 적색거성열, 점근거성열, 맥동변광성을 세분화하였다. 은하와 우주는 IBDP 교육과정에서 가장 최근의 연구 성과를 반영하고 있는 것을 참고하여 우리은하, 외부은하, 우주의 구조와 진화, 우주론으로 구성하였다. 은하와 우주 단원의 학습 요소는 2015 개정 교육과정의 내용을 대부분 유지하였다. 이는 설문 조사에서 은하와 우주, 우주의 구조와 진화 단원에 대한 학생 선호도가 높은 결과를 고려한 것이다. 다만, IBDP에서 다루는 시공간, 상대성이론, 스케일 인자, 기본입자와 상호작용 등은 우리나라의 이전 교육과정까지 물리학 과목에서 다루었으므로(MOE, 2018a) 여기에는 포함하지 않았다.

IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 2009에서 2015 개정 교육과정으로 전환하던 시기에 고등학교 지구과학 교과목을 구성하는 영역 및 학습 요소에 대한 고등학생의 인식 조사 결과와 미래 사회를 대비하기 위해 교육과정을 개정하고 있는 국가들의 고등학교 천문 영역 교육과정을 분석하고, 이를 토대로 2022 개정 교육과정 고등학교 지구과학 교과 천문 영역의 내용 구성(안)을 제안하고자 하였다. 이를 위해 경기도 지역 6개 일반고 학생 중 지구과학 과목을 이수한 고등학교 3학년과 2학년 학생 501명을 대상으로 2019년에 실시한 설문 조사 결과를 활용하여 교육과정 개정 전, 후의 지구과학 I, II 과목에 대한 고등학생들의 각 단원(핵심개념)별 선호도와 학습 요소 변화에 대한 인식을 분석하였다. 또한, 지구과학교육 전문가 4명이 우리나라와 미국, 캐나다 BC주, 일본, IBDP의 교육과정을 비교 분석하여 2022 개정 교육과정 일반 선택과목과 진로 선택과목의 천문 영역에서 다루어야 할 필수

학습 요소를 선정하기 위한 협의를 진행하였다.

연구결과에 따르면, 지구과학 교과목의 내용 측면만을 고려했을 때 고등학생들이 과학 교과 선택과목 중 지구과학 과목을 선택하는 이유는 천문 영역의 영향이 가장 크며, 천문 영역 중에서도 천체관측에 대한 관심이 매우 높았다. 학생들이 가장 큰 흥미를 느끼는 단원은 2015 개정 교육과정 지구과학 I에서 ‘우주의 구조와 진화’, ‘별의 특성과 진화’로 응답하였고, 2009 개정 교육과정 지구과학 I에서 ‘천체관측’, ‘우주탐사’로, 지구과학 II에서 ‘별의 특성’, ‘은하와 우주’로 나타나 지구과학 교과에서 천문 영역의 높은 위상을 확인할 수 있었다. 다만, 평가를 고려했을 때 가장 준비하기 어려운 단원으로 2015 개정 교육과정 지구과학 I에서 ‘우주의 구조와 진화’, 2009 개정 교육과정 지구과학 I에서 ‘천체관측’으로 응답한 학생이 가장 많으므로 천문 영역의 선호도에서 양극화 현상이 나타남을 확인하였다. 2009에서 2015 개정 교육과정으로 전환되며 지구과학 I 과목에서 배우지 않게 되어 가장 아쉽게 생각하는 내용으로는 ‘천체관측’과 ‘우주탐사’의 응답 비율이 압도적으로 높았다.

국내의 교육과정의 천문 영역 학습 요소를 분석한 결과 우리나라의 2009와 2015 개정 교육과정 지구과학 I, II에서는 74개, IBDP에서는 70개, 일본이 57개, 캐나다 BC주는 54개, 미국은 34개로 우리나라의 교육과정에서 다루는 천문 영역의 학습 요소가 가장 많았다. 그러나 우리나라의 경우 2009와 2015 개정 교육과정의 학습 요소를 모두 포함하였다는 점, 각국 교육과정에서 천문 영역을 포함하는 과목 수가 다르다는 점, 천문 영역만을 다루는 과목이 있다는 점, IBDP의 경우 1차시가 60분으로 구성된다는 점 등을 고려했을 때, 이 결과만으로 우리나라의 천문교육에서 가장 많은 내용을 다룬다고 판단하기는 어렵다. 또한, 천문학을 별도 과목으로 편성하고 있는 캐나다 BC주와 IBDP에서는 우리나라 교육과정에서 다루지 않는 별의 화학적 진화,

분광기, 펄서, 헬륨 섬광, 기본입자와 상호작용 등을 자세히 다루고 있다. 학습 요소와 내용 측면에서 볼 때, 태양계 단원은 우리나라와 미국의 NGSS가 가장 유사하였으며, 별 단원은 우리나라와 일본 및 IBDP가, 은하와 우주 단원은 우리나라와 IBDP가 가장 유사하였다.

본 연구의 결과를 통해 도출한 2022 개정 교육과정 지구과학 교과 일반 선택과목과 진로 선택과목의 천문 영역 내용 구성에 대한 시사점은 다음과 같다.

첫째, 천문 영역은 ‘과학소양교육’을 전반적으로 실현할 수 있는 중요한 요소이므로 이를 고려하여 내용 체계를 구성해야 한다. 특히, 많은 학생이 수강할 수 있는 일반 선택과목에서 ‘과학과 공학 실천’을 강조하여 천문 영역에 흥미를 가질 수 있는 학습 요소 위주로 구성할 필요가 있다. 2009 개정 교육과정의 STEAM 등 실생활과 밀접한 관련이 있는 교육과정이 적용되는 시기에는 인식 조사 결과와 같이 지구과학의 내용 중 천체관측에 학생들이 가장 큰 흥미를 보였다. 그러나 2015 개정 교육과정에서 천체관측이 중학교 교육과정으로 배치됨에 따라 고등학교 지구과학의 천문 영역은 이론 중심의 내용으로 구성되었다. 그 결과 ‘지식·이해’ 요소가 상대적으로 강조되어 2015 개정 과학과 교육과정에서 추구하는 과학과 핵심역량의 함양이라는 목적을 달성하기 어려워졌다. 이는 지구과학 I, II의 성취기준과 평가기준을 고려할 때, 다루야 할 개념의 양이 많고 내용이 어려워 2015 개정 교육과정의 핵심 취지인 학생참여형 수업과 과정중심평가를 제대로 실행하기 어렵다는 문제점이 도출된 결과(Lee & Kwak, 2020)와 잘 일치한다. 또한, 천문 영역의 기본 개념과 구면 공간에서 나타나는 천문 현상을 이해하기 위해서는 수준 높은 사고가 요구되므로 IAU에서는 천체관측기기의 활용 및 시뮬레이션 교육 등을 강조하고 있다. 이는 ‘과학과 공학 실천’과 직접 연관되는 것으로 천문 영역에서 과학적 탐구과정 및 사고전략이 중요함을 의미한다. 따라서 천문 영역은 천문학적 ‘지식·이해’ 요소만을 학습하는 것이 아니라 망원경의 조작과 관측, 관측 데이터의 처리, 태양계 역학과 관련된 모델링 등의 복합적인 탐구를 포함하여 천문학적 지식과 이론을 발견해나가는 과정을 경험할 수 있는 방향으로 이루어져야 한다.

둘째, 천문교육의 확대를 위해 지구과학의 진로 선택과목 중 행성 우주과학에서는 천문 영역을 중점적으로 다루어야 한다. 2015 개정 교육과정에서 지구과학 과목 내용 구성은 지구계를 구성하는 영역의 세부 전공 학문을 통합하여 고체, 유체, 천체로 내용을 구성하였다. 2022 개정 교육과정 총론에서는 사회 교과 및 다른 교과와의 선택과목 수를 고려하여 과학 과목에서 각각 2개의 진로 선택과목을 편성하였으므로(MOE, 2021f), 지구과학 진로 선택과목에서 고체, 유체, 천체 영역의 학습 요소 선택과 내용 적정화를 고민해야 한다. 천문 영역은 다른 교과뿐만 아니라 지구계를 구성하는 영역의 다른 학문 분야와 연계 학습이 필요하다. 이는 NGSS의 ‘관통개념’을 충실히 반영할 수 있는 천문 영역의 고유한 특징이며, KSES의 주제중심 종합에서 제시된 ‘탐구 및 실천’ 활동과 수행기대와의 높은 연관성을 반영하는 것이다. 천문 영역에서 고체 지구와 관련되는 내용은 행성과 지구의 내부 구조, 지구의 구성물질, 행성의 중력장과 자기장 등이다. 천문학의 지식 체계 프레임에 따라 영역과 학습 요소를 구성할 때 이러한 고체 지구와 관련되는 내용을 태양계 단원에 포함할 수 있다. 따라서 행성우주과학에서는 천문교육의 확대를 위해 천문 영역 위주의 전반적인 내용을 심화하여 다루되 행성의 특징 및 내부 구조와 관련된

고체 지구 영역의 학습 요소를 포괄하고, 그 외의 고체 지구 영역은 지구시스템과학 및 일반 선택과목에서 다루는 방안을 고려할 수 있다.

셋째, 천문 영역의 내용 체계 구성은 ‘지식·이해’, ‘과정·기능’, ‘가치·태도’를 포괄한 학생의 수행기대를 고려해야 한다. 이전 교육과정의 내용 체계는 영역, 핵심개념, 일반화된 지식, 내용 요소, 기능으로 구성되었으며, 이를 토대로 성취기준과 학습 요소 등을 제시하고 있다. 우리나라와 일본의 교육과정은 성취기준과 성취기준 해설, 학습 요소 등을 자세히 제시하는 반면 미국과 캐나다 BC주의 교육과정은 학생들의 수행기대와 내용 사이의 상호작용에 중점을 둔다. IB에서는 자기 주도적 학습을 통해 배움의 즐거움을 향유할 수 있는 사람을 키워내기 위해 국제적 관점에서의 지식, 기술, 태도를 강조한다. 또한, KSES에서는 ‘과학적 소양’을 강조하여 학생들의 수행기대와 주제중심으로 성취기준을 제시한 바 있다. 따라서 교육과정 문서에 학년별·과목별 학습 내용을 자세히 기술하여 학습의 범위를 제한하는 것보다 주제별로 통합된 학습 요소를 수행기대와 관련하여 제시할 필요가 있다. 이는 미국, 캐나다 BC주, IB 교육과정의 공통된 특징이며, KSES에서 역량, 지식, 참여와 실천을 융합한 수행기대를 통해 ‘과학적 소양’ 함양을 강조한 것과 같은 맥락이다. 2022 개정 교육과정에서 추구하는 ‘과학소양교육’의 목표를 포괄한 수행기대를 제시함으로써 미래 사회가 요구하는 자기주도성, 창의와 혁신, 협력과 소통의 특성을 갖춘 학습자상 구현에 기여할 수 있을 것이다.

2022 개정 교육과정은 2025학년도부터 전면적으로 시행될 고교학점제와 2028학년도 대입체제 개편의 근간이 되므로 매우 중요한 의미가 있다. 본 연구에서는 지구과학 선택과목의 천문 영역을 중심으로 내용 구성을 제안하였으나, 설문 조사 결과를 고려할 때 고체와 유체 영역의 내용 체계 및 학습 요소 구성에도 큰 변화가 필요할 것으로 보인다. 또한, 필수 학습 요소를 바탕으로 구체적인 수행기대, 성취기준, 탐구활동 구성을 위한 연구가 필요하다. 이와 함께 일반 선택과목의 고체와 유체 영역 내용 구성에 대한 연구가 이루어진다면 지구과학 교과의 전 영역에서 수행기대 제시와 함께 영역별 탐구 활동 구성 및 평가방안에 대한 논의가 가능해질 것이다.

## 국문요약

본 연구에서는 교육과정 개정에 따른 지구과학 내용 영역과 핵심개념의 변화에 대한 고등학생의 인식을 조사하고, 국내외 지구과학과 교육과정의 천문 영역 학습 요소 비교·분석을 통해 2022 개정 교육과정 고등학교 지구과학 선택과목의 천문 영역 내용구성(안)을 제안하고자 하였다. 이를 위해 2015 개정 교육과정으로 전환하면서 지구과학 교과목에 도입된 내용 영역 및 핵심개념에 대한 고등학생의 인식을 조사하여 분석하였다. 또한, 4명의 지구과학교육 전문가들이 우리나라를 비롯한 미국, 캐나다 British Columbia(BC)주, 일본, 국제 바칼로레아 디플로마 프로그램(IBDP) 교육과정에 제시된 천문 영역 학습 내용을 비교·분석하였다. 설문 조사 결과, 지구과학 내용 영역 중 학생들이 가장 큰 매력을 느끼는 내용은 천문 영역으로 나타났다. 천문 관련 핵심개념에 가장 큰 흥미를 느낀다고 응답한 고등학생들은 2015 개정 교육과정에서 천체관측 관련 내용이 삭제된 것에 대해 많은 아쉬움을 나타내었다. 국내의 교육과정을 비교한 결과, 우리나라와 IBDP 교육과정이 가장 많은 양의 천문 영역 학습 내용을 다루고

있었다. 캐나다 BC주와 IBDP의 경우, 천문 영역을 독립된 과목으로 개설하며, 우리나라와 가장 유사한 일본의 교육과정은 지구과학 과목에서 천문 영역의 내용을 다루고 있다. 연구결과에 따르면, 천문교육 강화를 위해 학생들이 흥미를 가질 수 있는 학습 요소와 변별력을 확보할 수 있는 천문 관련 내용으로 지구과학 일반 선택과목을 구성할 필요가 있는 것으로 나타났다. 천문 영역은 다양한 학문의 배경지식이 요구되며 교과 연계 학습이 필요하므로 일반적인 천문학의 지식 체계를 따라 진로 선택과목을 구성할 필요가 있다. 연구결과를 토대로 천문교육을 통한 과학소양교육 실현에 초점을 두고 2022 개정 교육과정 지구과학 선택과목의 천문 영역 내용 구성(안)을 제안하였다.

**주제어** : 2022 개정 교육과정, 교육과정 모니터링, 천문교육, 과학과 선택과목, 지구과학 핵심개념

## References

- Adams, J. P., & Slater, T. F. (2000). Astronomy in the national science education standards. *Journal of Geoscience Education*, 48(1), 39-45.
- Barnes, J. (Ed.). (2021). *IB world schools yearbook 2021*. John Catt Educational Ltd.
- British Columbia's curriculum of Canada. (2021a). Retrieved from <https://curriculum.gov.bc.ca/competencies/>
- British Columbia's curriculum of Canada. (2021b). Retrieved from <https://curriculum.gov.bc.ca/curriculum/science/>
- British Columbia's curriculum of Canada. (2021c). Retrieved from <https://curriculum.gov.bc.ca/curriculum/science/11/earth-sciences/>
- British Columbia's curriculum of Canada. (2021d). Retrieved from <https://curriculum.gov.bc.ca/curriculum/science/12/specialized-science/>
- Bretones, P. S., & Megid, N. J. (2011). An analysis of papers on astronomy education in proceedings of IAU meetings from 1988 to 2006. *Astronomy Education Review*, v10 n1 p010102-1-010102-9.
- Choi, J., Lee, K., & Park, J. (2019). The development and application of an astronomy education program reflecting astronomical thinking: A case of planetarium class at science museum. *Journal of the Korean Earth Science Society*, 40(1), 86-106.
- Choi, H. N., & Shin, D. H. (2021). International comparison of research trends in astronomy education programs. *Publications of the Korean Astronomical Society*, 36(1), 25-36.
- Cui, C., & Li, S. (2018). IAU WG, Data-driven astronomy education and public outreach, current status and working plans. *arXiv preprint arXiv:1801.05098*.
- Embrain Public. (2020). Survey results report for exploring the future education system. Embrain Public (p. 50).
- International Baccalaureate Organization (IBO). (2021). Diploma programme curriculum. Retrieved from <https://www.ibo.org/programmes/diploma-programme/curriculum/sciences/>
- Kogure, T. (2021). Education and popularization of astronomy, 1946-2010. In *The History of Modern Astronomy in Japan* (pp. 249-261). Springer, Cham.
- Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity (KOFAC). (2015). 2015 revised curriculum draft development research II-Science curriculum. BD15110002.
- Korean Institute for Curriculum and Evaluation (KICE). (2011). Restructuring of high school elective courses according to the 2009 revised curriculum. CRC 2011-1.
- Korean Institute for Curriculum and Evaluation (KICE). (2014). A study on the guidelines for subject curriculum development. PIM 2015-4.
- Korean Institute for Curriculum and Evaluation (KICE). (2017). A study on the direction of mid to long term high school curriculum for response to the intelligent information society: directions and tasks of the learner-centered high school credit system. CRC 2017-9.
- Korean Institute for Curriculum and Evaluation (KICE). (2018a). A study on restructuring high school curriculum to adopt the credit system. RRC 2018-8.
- Korean Institute for Curriculum and Evaluation (KICE). (2018b). Subjects international comparative study: Focusing on Mathematics, Science and Social Studies. CRC 2018-24.
- Korean Institute for Curriculum and Evaluation (KICE). (2021a). 2022 college scholastic ability test implementation basic plan.
- Korean Institute for Curriculum and Evaluation (KICE). (2021b). Directions for improving the high school curriculum and reorganizing the college admission system for the introduction of the high school credit system. CRC 2021-3.
- Kim, Y. (2019). Reconstruction of Earth Science high school selective courses: Centered on the solid earth area. *The Korean Society for School Science*, 13(3), 283-302.
- Kim, Y., & Kwak, Y. (2020). Research on reconstruction of Earth Science elective courses. *Journal of Korean Society of Earth Science Education*, 13(1), 40-52.
- Kim, S. (2019). An analysis of research trends on the International Baccalaureate. Graduate School of Korea University.
- Kwak, Y. (2019). Exploration of support plans for 2015 Integrated Science curriculum through the performance evaluation of implemented teacher training programs. *Journal of The Korean Association For Science Education*, 39(2), 197-205.
- Lee, I., & Kwak, Y. (2020). Exploration of the status of course completion and ways to raise selection rates of general elective courses in the 2015 revised science curriculum. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 40(2), 217-226.
- Lee, I., & Kwak, Y. (2021). Ways to restructure Science elective courses in preparation for the high school credit system and the 2022 revised curriculum. *Journal of The Korean Association For Science Education*, 14(2), 112-122.
- Lee, J., & Shin, D. (2021). Development of astronomy education programs using astronomical heritage and exploring its educational possibility. *Journal of the Korean earth science society*, 42(3), 325-343.
- Lee, J. E., & Kang, H. S. (2018). Analysis of the IBDP curriculum introduction process and trends of worldwide context: Focusing on curricular issues. *The Journal of Curriculum Studies*, 36(4), 97-123.
- Lee, M. (2014). Lesson study crosses the pacific: Teacher changes and professional development in the field of history education. *Korean Journal of Teacher Education*, 30(4), 471-495.
- Miley, G. (2015). The IAU strategic plan. *Proceedings of the International Astronomical Union*, 11(A29A), 380-381.
- Ministry of Education and Human Resources Development (MEHRD). (2007). Science curriculum. Notification No. 2007-79 of the MEHRD. Seoul: Ministry of Education and Human Resources Development.
- Ministry of Education, Science and Technology (MEST). (2012). Science curriculum. Notification No. 2011-361 of the MEST. Seoul: Ministry of Education Science and Technology
- Ministry of Education (MOE). (2014). Key point about overview of 2015 integrated national curriculum(draft). Press release.
- Ministry of Education (MOE). (2015a). The general explanation of 2015 revised national curriculum. Notification No. 2015-74 [issue 1]. Sejong: Author.
- Ministry of Education (MOE). (2015b). Overview of elementary and secondary school curriculum. Notification No. 2015-74 [supplement 1]. Sejong: Author.
- Ministry of Education (MOE). (2018a). An inquire into the organization and operate of optional subjects following the 2015 revised curriculum system. 11-1342000-000359-01.
- Ministry of Education (MOE). (2018b). Briefing of university entrance system reform in 2022 and high school education innovation plan. Press release.
- Ministry of Education (MOE). (2021a). Future curriculum promotion plan with the people (plan). Press release.
- Ministry of Education (MOE). (2021b). 2022 revised curriculum promotion plan. Press release.
- Ministry of Education (MOE). (2021c). 2025 implementation of high school education for engagement and growth: High school credit system master plan. Press release.
- Ministry of Education (MOE). (2021d). Comprehensive high school credit system implementation plan for the realization of high school education of inclusiveness and growth implementation plans. Press release.
- Ministry of Education (MOE). (2021e). 2022 revised curriculum and education for all; 2021 National Curriculum Communication Forum (3rd).
- Ministry of Education (MOE). (2021f). General summary of 2022 revised curriculum(plan). Press release.
- Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology Japan (MOE Japan). (2018a). High school learning guidance guidelines(announced in 2018) commentary. Retrieved from [https://www.mext.go.jp/content/20200716-mxt\\_kyoiku02-100002620\\_1.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20200716-mxt_kyoiku02-100002620_1.pdf)
- Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology Japan (MOE Japan). (2018b). High school learning guidance guidelines(announced in 2018) commentary. Retrieved from [https://www.mext.go.jp/content/20210902-mxt\\_kyoiku02-100002620\\_06.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20210902-mxt_kyoiku02-100002620_06.pdf)
- National Research Council (NRC). (2012). A framework for K-12 Science

- education: Practices, crosscutting concepts, and core Ideas. Committee on a Conceptual Framework for New K-12 Science Education Standards, Washington, DC: National Academy Press.
- NGSS Lead States. (2013a). Next generation science standards: For States, by States. The National Academies Press.
- NGSS Lead States. (2013b). Based on the disciplinary core ideas in the NGSS final release. The National Academies Press.
- Park, M, J. (2009). Analysis of the characteristics of competence-based curriculum and its critical issues. *The Journal of Curriculum Studies*, 27(4), 71-94.
- Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD). (2003). Definition and selection of competencies: Theoretical and conceptual foundation. OECD Press.
- Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD). (2014). Competency framework. OECD Press.
- Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD). (2018). The future of education and skills: Education 2030. OECD Education Working papers.
- Schleight, S. P. *et al.* (2015). The new curriculum standards for astronomy in the United States. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia*, (20), 131-151.
- Sim, J., Park, H., & Lee, J. (2015). High school students' perceptions on science elective of the 2009 revised curriculum. *Journal of Science Education*, 39(2), 133-150.
- Son, H. (2021). Comparative analysis on 2015 revised curriculum of Korean high school Life Science I, II and International Baccalaureate Biology curriculum. Korea University Graduate School of Education.
- Song, J. *et al.* (2018). A development of Korean science education standards (KSES) for the next generation. Seoul: KOFAC.
- Song, J. *et al.* (2019). Developing performance expectations, school implementation strategies, evaluation indicators of the Korean science education standards (KSES) for the next generation. Seoul: KOFAC.
- van Dishoeck, E. F., & Elmegreen, D. M. (2018). The IAU strategic plan for 2020-2030: OAD. *Proceedings of the International Astronomical Union*, 14(A30), 560-562.
- van Dishoeck, E. F., & Elmegreen, D. M. (2021). Science and survival: insights from astronomy. arXiv preprint arXiv:2101.10346.
- Zhongming, Z. *et al.* (2021). ESA's space environment report 2021.

## 저자정보

김현중(한국교원대학교 지구과학교육 박사과정)