

ORIGINAL ARTICLE

과학교육과 지속가능발전교육 접목 프로그램이 고등학생의 세계관에 미치는 영향

지덕영¹ · 손연아^{2*}

(¹단국대학교 강사, ²단국대학교 교수)

Effects of Science Education and Sustainable Development Education on High School Students' Worldviews

Dukyoung Ji · Yeon-A Son *

(Dankook University)

ABSTRACT

The study developed and analyzed programs that incorporate observable worldviews-based science education and education for sustainable development(ESD) in science classes to emphasize integration with the background of the times and achieve effective goals of science education aimed at cultivating scientific literacy. As a result of applying the program to actual high school students, students were able to see the transition to the worldviews of ecology in the process of considering various values and making decisions by identifying their own values. Students' worldviews were found to be at odds during the process of identifying their worldviews and approaching values in various aspects of the class due to the conflicting values of each curriculum and teacher worldviews. In the area of individual values, the worldviews should be applied in science education and understanding of the worldviews of teachers and curriculum contents is also required. Through this study, we hope that access to the area of individual values represented by the worldview in science education will help students change fundamental.

Key words : integrated science, worldviews, education for sustainable development, values, ecologicalism

I. 서론

COVID-19로 인해 사회는 급격하게 변화되고 있다. 나라 안과 밖의 이동은 제한되어 있으며, 질병·경제·사회·교육 등 다양한 분야에서 위기가 발생하고 있다(이용섭, 2020). 이러한 위기는 COVID-19 팬데믹 상황으

로 확대되어 사회 전반의 정상적인 흐름에 어려움을 더하고 있다. 특히 교육의 경우, 학교 교실에서 온라인 기반의 가정학습으로 장소가 바뀌었고, 교수자의 역할도 지식을 전달하는 역할 뿐만 아니라 온라인 학습을 주도하고 학습자가 원활하게 참여할 수 있도록 지도하는 역할까지 추가·확대되었다. 학습자 역시 교실에서

Received 29 November, 2020; Revised 13 December, 2020; Accepted 28 December, 2020

*Corresponding author : Yeon-A Son, Dankook University, 152 Jikjeon-ro, Suji-gu, Yongin-si, Gyeonggi-do, 16890, Korea

E-mail : yeona@dankook.ac.kr

This work was supported by the Ministry of Education of the Republic of Korea and the National Research Foundation of Korea (NRF-2017S1A5A2A01025152).

본 논문은 지덕영의 2020년도 박사 학위논문의 내용 일부를 포함하고 수정·보완하였음.

© The Korean Society of Earth Sciences Education. All rights reserved.

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>)

which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

동일하게 받던 교육 시스템에서 벗어나 가정마다 다른 온라인 기반 시설과 각 가정의 생활 방식 차이로 인해 학습 환경에 큰 차이가 생기게 되었다.

COVID-19라는 특별한 상황으로 인해 체감상 급격한 변화로 느껴지긴 하지만 사실 교육은 이미 초연결 시대라고 불리는 4차 산업혁명 시대의 미래사회 변화와 사회적 요구를 만족하게 하기 위한 방향으로 개정되었다고 할 수 있다. 2015 개정 교육과정을 살펴보면 ‘자아정체성을 확립하여 자신의 진로와 삶을 개척하는 자주적인 사람’, ‘기초 능력 바탕위에 새로운 것을 창출하는 창의적인 사람’, ‘인류 문화를 향유하고 발전시키는 교양있는 사람’, ‘배려와 나눔을 실천하는 더불어 사는 사람’의 인간상을 추구하고 있음을 알 수 있다(교육부, 2017).

이러한 교육의 큰 방향과 흐름을 따라 과학과 교육과정에서는 과학을 통한 개인과 사회의 문제를 해결하는 ‘과학적 소양의 함양’을 중요한 목적 중 하나로 설정하였다. 그러나 개인과 사회의 문제는 과학과 기술의 발달로 인해 실제로는 매우 복잡하고 다양하며(권난주와 안재홍, 2012), 사회에서 일어나는 문제는 과학 교과뿐만 아니라 기술, 사회, 환경 등 다양한 교과와 연결되어 있는데 실제 학교 현장에서는 교과들이 분리되어 운영되고 있고 이를 연결 지어 교육하는 것은 매우 어려운 것이 사실이다(신영준과 한선관, 2011).

이와 같은 통합의 중요성을 인식하여 과학교육에서는 ‘통합과학’ 교과를 운영하고 있으며, 자연현상을 통합적으로 이해하여 자연현상과 인간의 관계에 대한 이해, 과학기술의 발달에 따른 미래 생활 예측 및 적용, 사회문제에 대한 합리적 판단 능력 등 미래사회에 필요한 과학적 소양 함양을 위한 과목으로 개발되어 ‘과학 지식과 탐구 방법을 즐겁게 학습’한다는 목적에 맞추어 이론적 지식들을 학습자의 선행 경험과 연계하여 친숙한 상황 속에서 학습할 수 있도록 구성하였다(교육부, 2015). 선행연구를 통해 살펴본 통합과학교육은 과학적 소양을 갖춘 민주시민 양성에 통합과학이 긍정적인 역할을 할 것이라고 인식하고 있지만, 통합과학 수업 준비, 특히 전반적인 통합의 방향과 수업 내용을 재구성 및 조직화 단계가 포함된 수업 준비에 많은 어려움을 겪고 있고(박수경 외, 2001; 안정용 외, 2013; 이은주와 손연아, 2013; 김지영 외, 2015; 김현경과 나지연, 2017), 이러한 어려움을 겪고 있는 과학교사를

위해 특정 생명 영역으로 편중된 주제를 다양하게 설정할 수 있는 컨설팅과 함께 교사 연수프로그램이 필요하다고 인식하였다(맹희주와 손연아, 2012; 신영옥과 최병순, 2012; 이윤하 외, 2014; 송진웅과 나지연, 2015; 윤지현과 강성주, 2016; 박영순 외, 2017; 신소연 외, 2018; 박영순과 신영준, 2019; 맹희주와 손연아, 2019). 또한, 실제로 SSI(과학기술관련 사회쟁점) 수업적용에서 토의·토론, 발표, 글쓰기의 교실 접목 활동이 주를 이루었는데, 학생들의 실천과 참여를 유도하는 교수학습이 더욱더 필요하다고 하였다(최지연 외, 2019). 또한 교원양성기관에서 통합과학에 적합한 교사양성 프로그램이 필요하다고 하였다(이학동, 1986; 이학동 외, 1996; 양찬호 외, 2013; 김남희와 심규철, 2015; 지덕영, 2019). 이와 같은 통합과학교육의 선행연구를 분석한 결과, 사회에서 요구하는 인간상에 통합과학교육이 필요하고 이에 대한 가치는 대다수 교사들이 인식하고 있다는 것을 알 수 있었다.

교육부가 제시한 통합과학 교과와 ‘사회문제의 합리적 판단 능력을 포함한 과학적 소양 함양’이라는 목적 달성 측면에서 ‘지속가능발전교육(Education for Sustainable Development: ESD)’을 과학교육에 접목할 필요가 있으며, 학습자의 선행 경험과 연계하여 친숙한 상황 속에서 학습할 수 있게 한다는 구성 측면에서 학습자의 ‘세계관(Worldviews)’ 역시 과학교육 접목을 고려할 필요가 있다.

지속가능발전교육은 모든 사람이 질 높은 교육의 혜택을 받을 수 있으며, 이를 통해 지속가능한 미래와 사회 변혁을 위해 필요한 가치, 행동, 삶의 방식을 배울 수 있는 사회를 지향하는 교육(UNESCO, 2004)으로 가정, 학교, 사회 차원에서 지속가능성을 향한 변화를 촉진하고 관리하는 역량을 강조하는 것이 핵심이다. 따라서 과학교육과 지속가능발전교육의 접목은 과학교육의 목적을 달성하는데 효과적일 것이다.

지속가능발전교육과 함께 ‘통합과학’ 교과의 운영에서 고려해야 할 것이 세계관이다. 세계관은 세상을 인식하는 개인의 관점, 인식의 틀, 해석의 틀(오준영과 손연아, 2018)이며 사건, 상황과 자신을 포함한 주변 세계에 대한 인식 또는 판단의 가치가 되는 전제의 틀이다(오준영, 2019). 이러한 세계관의 핵심은 학습자 개인의 차이에서 출발한다. 세계관은 사람이 사고하는 기준을 제공하기 때문에(Corbern, 1991) 학생마다 세계관의 차이로 교과에서 주장하는 논리를 판단하는 인식론적 구조(Berger &

Gaunitz, 1979)의 차이가 생기며 이로 인해 교실에서 학습자마다 교육적 성취가 달라진다고 할 수 있다. 그동안 과학교육 안에서 세계관에 대한 논의는 이루어지지 않았으나 가치관에 대한 논의는 프로그램이 개인의 가치관에 미치는 영향(김가형과 이현주, 2017), 과학과 관련된 사회 윤리적 문제(SSI)의 맥락에 따른 인성적 태도와 가치관 분석(장지영 외, 2012) 등 극히 일부에서 논의됐다.

이러한 배경으로 이 연구에서는 세계관 기반 과학교육과 지속가능발전교육을 접목한 프로그램을 개발하고 이를 교실 현장에 적용하여 학생들의 세계관 변화를 분석하여 향후 과학교육에서 지속가능발전교육 프로그램 개발 및 과학교육의 세계관에 대한 시사점을 도출하고자 한다.

II. 연구 절차 및 방법

1. 연구절차

이 연구의 절차는 Fig 1. 과 같다. 세계관을 고려한 과학교육과 지속가능발전교육의 접목 프로그램을 개발하고 적용하기 위해 세계관, 통합과학, 지속가능발

전교육을 문헌분석을 통해 시사점을 얻고 이를 기반으로 프로그램의 방향을 설정하였다. 설정한 방향으로 세계관을 고려한 과학교육과 지속가능발전교육 접목 프로그램을 개발하였다. 프로그램 개발은 과학교육에서 지식, 가치 영역과 지속가능발전교육에서 접목 가능한 역량 측면, 그리고 세계관 영역에서 학생들이 가지고 있는 생각들을 스스로 파악하고 수업 주제와 관련있는 경제·사회·환경·과학적 가치를 파악하는 것의 전략을 프로그램에 추가하였다. 이 과정에서 통합과학교육 전문가 2인과 지속가능발전교육 전문가 2인 그리고 세계관 전문가 1인의 검토 과정을 통해 타당성을 확보하고자 하였다. 완성된 프로그램을 고등학교의 선택형 교육과정인 주문형 강좌 프로그램에 적용하여 학생들의 세계관 변화를 분석하였다. 프로그램 적용 대상 학생은 수도권외의 A, B 고등학교이며, 학교별 각 1개 학급 총 2학급 남학생 18명, 여학생 17명 총 35명이었다. 연구과정에 따른 시기 및 내용은 Fig. 1로 제시하였다.

2. 분석 방법

학생들의 세계관 변화를 분석하기 위해 수업 전·후 실시한 인간/자연/신의 관계를 묻는 서술형 질문지와

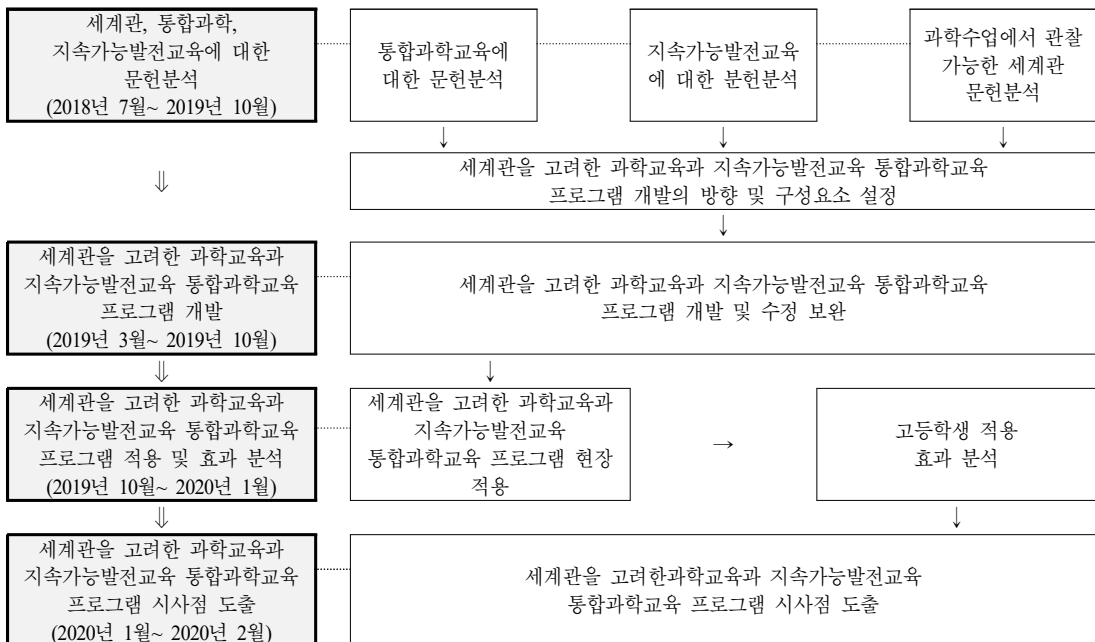


Fig. 1. Procedures of research

학생들이 수업 시간에 활용한 활동지에서 자신이 생각이 변하거나 강화된 이유를 묻는 활동지를 전사하여 분석하였다. 모든 설문지는 학생들이 시행하기 전에 의도와 문항 자체에 대해 충분한 설명과 함께 설문지에 자발적인 참여에 동의를 표시하도록 하여 실제 동의한 학생의 설문지만 분석에 활용하도록 하였다. 설문에는 수업에 참여한 모든 학생이 동의하였고 분석에 활용한 설문지는 모두 35부였다. 모든 자료는 언어 네트워크 분석(Semantic Network Analysis)을 하였다.

수집된 자료는 언어네트워크 분석을 위한 NetMiner 4.3 프로그램에 사용하기 위해 Excel 프로그램으로 전사하였다. 수집된 자료는 비정형 텍스트 자료(unstructured text data)이다. 이를 네트워크 분석이 가능한 형태로 정형화 하기 NetMiner 4.3의 자연어처리 과정을 거쳐 형태로 분리하였다. 분리된 형태소는 분석을 위해 정제(cleaning)를 하였다. 문항에 포함된 ‘과학’과 같은 단어와 ‘~같다’, ‘~이다’와 같이 반복적으로 사용되는 단어들은 의미 없는 단어이기 때문에 분석대상에서 제외어 처리를 하였다. 또한, 같은 뜻을 가진 ‘연관’과 ‘연계’, ‘대답’과 ‘답’ 그리고 ‘답변’과 같이 같은 의미로 사용되는 단어들은 동의어 처리를 하였다.

이와 같은 과정은 반복적으로 수행하였고, 수집된 단어 중 유의미한 단어만을 사용하기 위해 ‘명사’와 ‘형용사’의 품사만 분석 대상에 포함하였다. 이와 같은 과정을 통해 정형화된 단어들은 문장과 단어 사이의 관계인 2-모드(2-mode) 네트워크 구조이다. 이를 단어 사이의 동시 출현 정보를 바탕으로 단어와 단어 사이의 관계인 1-모드(1-mode) 네트워크 구조로 변환하였다. 이 과정 중에 동시 출현 범위(Window size)는 3으로, 동시

출현빈도는 2로 설정하였다. 이와 같은 과정을 통해 생성된 단어 네트워크의 구조를 분석하기 위해 단어의 출현 빈도와 함께 언어 네트워크의 단어의 핵심적인 역할을 분석하기 위해 각 단어들의 연결정도 중심성(degree centrality)을 파악하였다. 연결정도 중심성은 단어가 직접 연결된 이웃 단어들이 많을수록 연결 중심성이 높아 짐을 의미하기 때문에 집단에서 단어의 직접적인 영향력의 크기를 측정할 수 있다. 이와 같은 방법으로 학생들이 응답한 자료에서 중심이 되는 단어를 분석할 수 있으며 이는 학생들의 수업 과정에 따른 시사점과 세계관의 변화를 분석할 수 있다. 이와 같은 방법으로 세계관을 고려한 과학교육과 지속가능발전교육 접목 프로그램의 시사점을 얻고자 하였다.

III. 과학수업에서 관찰 가능한 세계관

Dilthey(1982)에 따르면 우리는 우리가 가진 지식과 경험을 통해 역사를 바라보고 적용시키며, 이에 따라 세계에 대해 여러 가지 태도를 보이게 된다고 하였다(오준영, 2019). 세계관은 대상에 따라 다양한 형태로 관찰 가능하고, 그 범위가 매우 넓어서 이 연구에서는 과학 수업에서 관찰 가능한 세계관으로 범위를 좁혀 몇 가지 기준에 따라 새롭게 분류하고자 한다.

과학을 대상으로 탐구를 한다면 과학에 대한 형이상학적 탐구, 인식론적 탐구, 가치론적 탐구가 가능하다고 하였고(박준호, 2011) 이와 관련하여 오준영(2019)은 과학에서 관찰 가능한 세계관을 포함한 문화의 차원을 Table. 1과 같이 분석하였다.

Table 1. A worldviews of metaphysical graft(Oh, 2019, p. 29)

철학의 영역		Hiebert.(1985)로부터 오준영 재구성	오준영의 연구에서 새롭게 구성된 가능한 세계관
형이상학	인지적 차원 (관념) (세계관)	존재자들(일반 형이상학), 영혼, 신, 우주 등(특수형이상학)	형이상학적 믿음의 체계 (세계관) 형이상학적 믿음(주로 이란 형이상학), 형이상학적 개념(주로 특수형이상학)
인식론		개념적인 내용	설명적인 모형의 제안과 산출된 지식 산출된 지식과 그와 관련되는 현상들
방법론	다양한 방법론 (변칙과 유비와 은유)		
가치론	평가적 차원 (가치)	인지적 신념의 평가	가치체계 인식적 가치의 평가 (이론의 인식적 가치)

1. 과학수업에서 관찰 가능한 세계관의 분류 기준

이 연구에서는 이와 같은 기존의 분석을 기반으로 과학수업에서 관찰 가능한 세계관을 존재론, 윤리적 가치론, 과학적 방법론, 신(기독교)적인 신념의 4가지 기준으로 분류하였다. 존재론은 다른 철학 분야인 역사철학·자연 철학·윤리학 등의 상위에 놓이는 제 1 철학으로 형이상학적 존재론을 과학 수업에서 관찰 가능한 세계관 구분 기준의 첫 번째로 설정하였다. 과학교육의 대상인 자연과학은 우리 주위의 자연을 파악하는 학문이다. 자연을 파악하는 인간의 능력은 감각, 지각 그리고 정신(사유)이 있다. 감각과 지각은 자연에 있는 사물에 대해 인지하는 능력이라면, 정신(사유)은 자연현상에서 변하지 않는 요소나 법칙을 알아내는 능력이다(오준영, 2019). 고대 그리스인은 변하지 않는 요소나 법칙을 존재(On)이라 불렀으며, 이를 기반으로 한 존재론은 서양철학의 핵심이 되었다. 이 연구에서는 존재론의 측면에서 개인이 가장 우선시 하는 것을 정신(영혼)과 물질로 구분하는 것을 첫 번째 기준으로 설정하였고, 이에 따른 구분을 관념론(idealism)과 유물론(materialism)으로 설정하였다. 관념론은 관념(정신)을 실재적(물질적)인 적보다 우선으로 보는 것이고, 유물론은 관념론과 반대로 물질이 일차적, 근본적인 것으로 답하는 철학적 견해이다(한국철학사상연구회, 1998)

두 번째 기준인 가치론은 윤리적·미학적·종교적·법적·정치적·문화적 등 다양한 독립된 가치 영역에서 존재하는 인간의 관념으로 인간의 행동에 영향을 미치고 사회의 발전을 규정하는 이론이라고 할 수 있다. 다양한 가치 영역 중에서 이 연구에서는 윤리적 가치의 관점으로 과학수업에서 관찰 가능한 세계관을 구분하고자 한다. 이에 따른 구분으로는 인간중심주의와 생태주의로 구분할 수 있다. 인간중심주의는 고대 Aristoteles의 ‘식물은 동물을 위하여, 동물은 인간을 위하여 존재한다.’는 주장에서부터 중세 Aquinas의 ‘신의 섭리에 의해 동물은 자연의 과정에서 인간이 사용되도록 운명지어져 있다’는 주장으로 연결되어 오직 인간만이 사고할 수 있는 정신적 능력(이성)을 가졌고, 그로 인해 도덕적 지위를 지닌 유일한 존재라고 정의되어왔다. 근대에서는 인간과 자연을 분리하여 생각하는 Decarte의 인식론적 차원에 따라 자연을 기계적 인과법칙에 종속된 물질이라는 사상이 등장했고, 자연을 정복의

대상으로 보고 인간이 자연을 정복하기 위해 지식을 쌓는 것을 강조했던 베이컨의 행위론적 사상이 등장했으며, 자연의 도덕적 지위를 부정하고 자연에 대한 도덕적 의무를 인간의 도덕성 실현을 위한 간접적 의무로 규정하는 윤리학적 차원의 인간중심주의가 등장했다. 이러한 인간중심주의는 인간에게 많은 부와 삶의 양적 향상을 가져다 주었다. 이와 동시에 인간에게는 인간의 욕구 충족을 위한 자연의 도구화와 필연적 파괴·개발을 최우선 과제로 삼음으로써 심각한 환경파괴와 차원의 고갈, 생물 다양성의 감소 위기 등 인류의 중대한 과제를 야기하였다(김원열 외, 2008). 그뿐만 아니라 물질만능주의와 극심한 빈부 격차와 인간성 상실 등의 문제가 나타났다. 이러한 변화 속에 인류는 자연에 대한 정복이 아닌 자연과 공존하고 자연의 다양성을 인정하며 자연과의 공동체를 이루는 패러다임을 인식(김원열 외, 2008)하게 되었다. 패러다임의 변화를 생태주의(ecologism)로 정의할 수 있으며, 산업사회 및 자본주의가 제공하는 물질적 풍요와 사회적 성격을 근본적으로 바꾸지 않더라도 인류가 직면한 환경 위기에 대한 해결방안을 찾는 전통적 환경주의보다 한층 진보한 개념이다. 이 연구에서 생태주의는 사회적 존재로서의 인간의 위치를 자연의 일부분으로 보고, 인간이 자연 전체에 대한 직접적이고 도덕적인 의무를 지닌다는 관점으로 정의하고자 한다.

과학수업에서 관찰 가능한 세계관의 분류기준의 세 번째는 과학적 방법론으로 이 연구에서는 과학적 방법론의 결과로 논증 가능한 과학적 지식인 진화론과 엔트로피적 세계관의 두 가지 이론으로 구분하고자 한다. 진화론은 다양한 유전형질 중에 환경에 적합한 형질만 살아남아 결국 생물은 환경에 적응하며 진화한다는 것이 핵심으로 종 사이의 연결성과 환경에 적응 측면에서 긍정적인 측면을 강조한다. 이에 비해 엔트로피적 세계관은 열역학 제 2법칙에 등장하는 개념으로 에너지 흐름에서 에너지는 점차 열에너지의 형태로 쓸모없게 변하는 것이 핵심으로 부정적인 측면을 강조한다.

마지막으로 네 번째 기준은 신(기독교)적 세계관으로 Descartes의 ‘실체는 그것이 존립하기 위해 다른 것을 필요로 하지 않고 독립적으로 존재하는 것이며 이런 실체는 우리가 주변에서 볼 수 있는 실체가 아니고 이에 걸맞은 조건을 갖춘 실체는 신밖에 없다’는 말처럼 신만이 절대자로 존재하며, 인간은 신으로부터 권리를 부여받은 것을 의미하는 세계관이다.

Table 2. An observable worldviews in science classes

구분	물활론적 세계관	목적론적이고 유기체적 세계관	기독교적 세계관	인과론적이고 기계론적인 세계관	진화론적 세계관	엔트로피적 세계관
존재론	유물론	관념론			유물론	
가치론	생태주의		인간중심주의			생태주의
과학적 방법론					진화론	엔트로피
신(기독교)적 세계관			기독교적			

2. 과학수업에서 관찰 가능한 세계관

지금까지의 과학 수업에서 관찰 가능한 세계관의 분류기준에 따라 총 6가지의 세계관을 구분하였다(Table 2). 각 세계관의 특징은 이 연구에서 설정한 기준과 시대의 흐름 그리고 시대별 가장 중심이 되었던 사상에 따라 다음과 같이 정리하였다.

물활론적 세계관은 물질로서의 질료인과 작용인으로서의 신화적 생명력이 결합되어 나타난 것이라고 하였고, 무엇보다도 물활론적 자연관과 Thales의 주장이 현대의 전체론적 환경윤리와 유사하다고 보았으며, 환경 즉, 자연을 바라보는 관점이 인간을 포함한 전체적 관계를 강조하였다는 점에서 전체적 생태주의와도 일치하는 부분이 있다.

목적론적이고 유기체적 세계관은 각각의 자연에는 내재한 목적이 있다고 믿는 관점에서 출발하여 모든 동·식물과 인간에 이르기까지 각각의 위계가 있음을 인정하였고, 이는 질서 있고 조직화된 텔로스적 세계관으로 중세 인간중심적 사고의 바탕이 되었다.

기독교적 세계관은 창조주와 피조물이 분명히 구분되어 있고, 창조적 질서에 따라 인간은 신으로부터 자연을 관리·지배할 수 있는 권위를 부여받은 존재로서 자연은 인간에게 유기적으로 종속되어 있다고 보는 관점이 지배적인 세계관이다.

인과론적이고 기계론적인 세계관은 근대적 계몽주의 사고방식의 등장으로 초월적 또는 초자연적 세계에 속한 신이 합리적이고 안정된 법칙에 따라 자연이 마치 시계와 같이 기계적으로 움직이도록 만들었다는 사상이 주를 이루고 있다. 자연은 단지 인간을 위한 기계 도구에 지나치지 않는다는 생각이 인과론적이고 기계론적인 세계관의 기반이 되었다.

진화론적 세계관은 인과론적이고 기계론적인 세계관이 중심이 된 산업혁명 시대에 생물 종은 창조주의

계획에 따라 만들어져 절대적으로 변하거나 없어지지 않고, 안정적이라는 시대의 믿음과 달리 다양한 실험적 증거로 자연선택에 의한 종 사이에 변화를 인정하는 것으로 인간과 자연의 계급이 없는 생태주의에 기초한다. 또한 오랜 시간에 걸친 자연선택의 결과로 종의 변이를 믿어 낙관적인 생각이 기반에 있는 세계관이다.

마지막으로 엔트로피적 세계관은 인간을 포함한 모든 자연은 동일한 엔트로피의 법칙을 따른다는 세계관으로 모든 에너지는 점차 쓸모없는 형태의 에너지로 변화된다는 진화론적 세계관이 물리법칙에 적용하는 것으로 인간과 자연을 분리했던 인과론적이고 기계론적인 세계관과 반대되는 세계관이다.

이와 같이 6가지의 세계관을 과학수업에서 대표적으로 관찰 가능한 세계관으로 구분하였다. 과학수업에서 관찰 가능한 세계관을 분류해 본 결과, 학생들은 지식 및 개인의 성장 과정에서 얻은 하나의 세계관만을 견고히 하지 않고, 이후의 성장 과정과 사회 배경에 따라 위에서 분류한 세계관에 치우치는 것을 관찰할 수 있었다.

IV. 과학교육과 지속가능발전교육 접목 프로그램 설계

학생들의 세계관 변화를 고려한 과학교육과 지속가능발전교육의 접목 프로그램 개발을 위해 이 연구에서 수행한 과학수업에서 관찰 가능한 세계관 분류 기준과 통합과학교육과 지속가능발전교육 인식(지덕영 외, 2019)에 대한 시사점을 기반으로 2가지 주제의 프로그램을 개발하였다.

1. 이론적 구조 설정

이 연구에서는 이론적 구조에 포함되어야 할 내용으로 크게 3가지를 제시하였다. 먼저 통합과학교육의 교육적 접목 요소와 지속가능발전교육의 역량, 지속가능발전목표(SDGs), ESD 접목 요소, 그리고 세계관 접목 전략을 활용하였다. 2가지 주제의 이론적 구조는 Fig. 2와 같다.

2. 전개도 개발

세계관을 고려한 과학교육과 지속가능발전교육 통합 프로그램 개발의 이론적 구조를 바탕으로 각 3차시 수업으로 구성된 두 가지 주제(1주제, 2주제로 명명)의 블록타임, 총 6차시의 수업 전개도와 교수학습과정안을 구성하였다. 1주제(3차시 블록타임)에는 ‘가치 갈등을 어떻게 해결할 수 있을까?’의 주제로 SSI 문제해결 학습모형을 모형을 적용하여 구성하였다. SSI(Socio-Scientific Issues)는 과학과 사회를 연결하는 과학과 인간 그리고, 사회적 관점의 통합적 접근이 필요하다. 또한, 학생들은 다양한 입장과 가치, 윤리를 고려하여 의사결정을 해야 하기 때문에(방담이 외, 2015) 이 연구의 목적과 상당부분 일치하여 SSI 의사 결정 모형을 적용하였다. SSI 수업 모형 중 의사 결정 모형은 다양한 사례나 자료의 수집으로 사회에 실제로 일어나는 다양성과 복잡성을 이해하는 데 유리하고, 실제 논쟁점과 사례를 조사하여 주제의 실제

감을 경험할 수 있으며, 학생들의 입장 결정이나 교사의 중립적 태도에 대한 심리적 부담이 적은 장점이 있어(이현주 외, 2014) 이 연구에서 이 수업 모형을 사용하였다.

SSI 의사 결정 모형은 이현주 등(2014)이 개발한 1) 문제상황의 명료화, 2) 잠정적 가치판단, 3) 가치판단의 구체화, 4) 교류와 조정, 5) 합의된 해결책의 제시의 5단계에 따라 이 연구주제에 적용하였으며, 1주제(3차시 블록타임)와 2주제(3차시 블록타임)의 수업 전개도는 Fig. 3과 Fig. 4와 같다.

3. 교수학습과정안 개발

2가지 주제의 이론적 구조와 전개도를 바탕으로 개발한 세계관을 고려한 과학교육과 지속가능발전교육 통합프로그램의 교수학습과정안은 학습자 특징, 수업 주제, 학습 목표 등이 제시되었고, 세부적으로 수업 단계별 교수학습 활동에서 교사의 발문과 학생의 활동이 포함된 교사-학생 활동과 교사의 지도 관점 등의 수업에 전반적인 내용이 포함되어 있다. 또한 이 연구의 목적에 따라 과학교육의 접목 요소, 지속가능발전교육의 역량, 지속가능목표(SDGs)의 지속가능발전교육 접목 요소, 세계관 접목 요소를 같이 제시하였다. 이 연구에서 개발한 세계관 접목 과학교육과 지속가능발전교육 통합프로그램의 교수학습과정안의 일부는 Fig. 5 같으며, 1주제(3차시 블록타임)와 2주제(3차시 블록타임)에서 각각 1차시 부분을 발췌하였다.

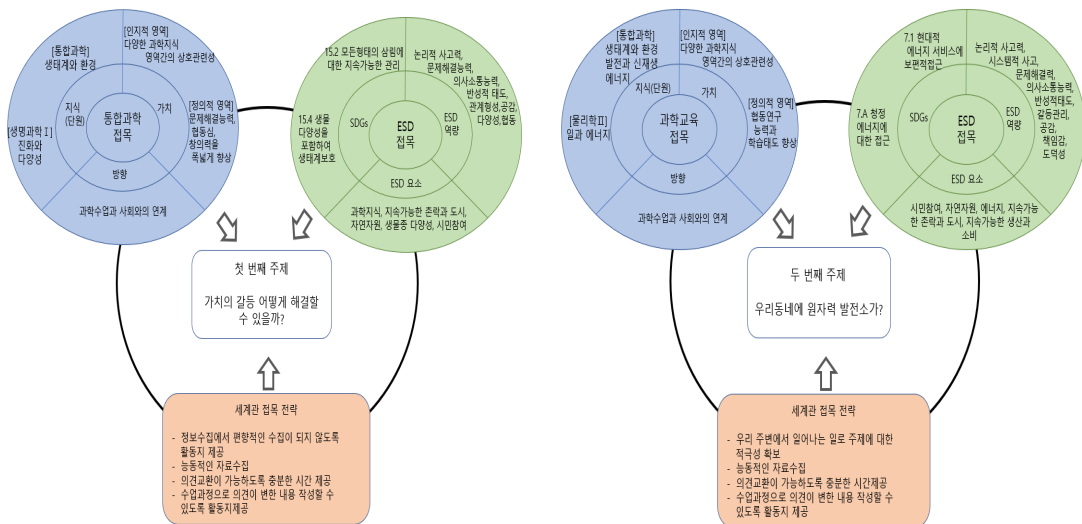


Fig. 2 Theoretical structure used in the study

1주제(3차시 블록타임)프로그램 전개도: 가치의 갈등을 어떻게 해결할 수 있을까?

수업 단계	교수학습전략	과학교육접목 요소	지속가능발전 교육 접목 요소	세계관 접목 요소
문제 상황의 명료화	<ul style="list-style-type: none"> • 가치갈등 사례 분석하기 - 가리왕산의 개발을 둘러싼 갈등 분석하기 - 개발과 관련된 당사자들의 언행으로 드러나는 가치관 파악 - 가치관에 따라 관계자들이 맺는 관계를 가치관계도 작성하기 	[지식] 생태계와 환경 [가치] 과학지식의 상호관련성	논리적 사고력, 다양성, 의사소통능력, 관계형성	편향적이지 않은 자료 수집 자신의 가치관을 드러낼 수 있도록 유도
잠정적 가치 판단	<ul style="list-style-type: none"> • 가치 갈등 사례에서 충돌하는 가치 파악하기 - 작성한 가치관계도에서 유사하거나 대립 되는 관계를 분석하기 - 대립되는 관계에서 충돌하는 가치가 무엇인지 서술하기 - 대립하는 가치의 양면성 파악하기 	[지식] 생태계와 환경 진화와 다양성 [가치]	관계형성, 논리적 사고력, 다양성	편향적이지 않은 자료 수집 가치의 양면성
가치 판단의 구체화	<ul style="list-style-type: none"> • 가치 판단하기 - 충돌하는 가치에서 자신이 지지하는 가치는 무엇인지 입장과 근거 마련하기 	[가치] 문제해결능력	논리적 사고력, 문제해결능력, 반성적 태도	인간 중심주의 결과를 인지 할 수 있는 과정
교류와 조정	<ul style="list-style-type: none"> • 토론의 역할 나누기 - 사회자, 찬성, 반대의 역할 정하기 - 모둠별 개인 휴대기기를 이용하여 자신의 의견을 정당화할 수 있는 근거 마련하기 • 토론하기 - 찬성과 반대의 의견 듣기 - 찬성과 반대에 따른 질의 응답하기 	[지식] 생태계와 환경 진화와 다양성 [가치] 문제해결능력	논리적 사고, 의사소통능력, 공감, 다양성, 협동	의견 교환이 가능한 충분한 기간 제공
합의된 해결책의 제시	<ul style="list-style-type: none"> • 토론 마무리 - 모둠별로 자신의 처음 생각의 갈등이나 강화된 내용에 대해 의견 나누기 - 모둠별로 발표하기 - 다양한 가치에 대해 공감하지만 지속가능한 환경을 위해서 우리가 자연과 같이 상호작용하고 있음을 인식하게 하기 	[가치] 문제해결능력, 협동심 [방향] 과학과 사회와의 관계	반성적 태도, 공감, 다양성, 협동	자신의 생각을 되돌아 볼 수 있는 기회 제공 생태주의로의 추구

Fig. 3. Lesson development used in the study(1 topic)

2주제(3차시 블록타임)프로그램 전개도: 우리동네에 원자력 발전소가?

수업 단계	교수학습전략	과학교육접목요소	지속가능발전교육 접목 요소	세계관 접목 요소
문제 상황의 명료화	<ul style="list-style-type: none"> 원자력발전소 건설에 대한 찬반 설문지 작성 용인시에 원자력 발전소가 건설된다는 가정으로 학생들이 공론화위원회 학생위원으로 원자력 발전소 건설의 찬반 설문을 작성 용인시의 인구 증가로 인한 전기 부족 문제 접근 하루 동안 전기를 사용할 수 없게 된다면 일어날 수 있는 일 작성하기 	[지식] 발전과 신재생에너지 [가치] 과학지식의 상호관련성 [방향] 과학수업과 사회와의 관계	논리적 사고력, 의사소통능력, 시스템적 사고, 문제해결력, 공감, 도덕성	주변에서 일어나는 소재로 자신의 세계관을 파악하고 주제에 접근하도록
잠정적 가치 판단	<ul style="list-style-type: none"> 가상의 전기 부족으로 인한 문제 동영상이 시청 우리나라 1차 에너지원별 구성비율 유추하기 석탄, 석유, 천연가스, 원자력, 신재생으로 구분된 에너지원의 구성 비율 유추하기 지구의 에너지 시스템 분석 지구의 에너지원에 대해 파악 지구에서 일어나는 에너지 순환 과정을 모듈별로 그림 그리기 작성한 에너지 순환과정에서 모듈별 기준을 설정하여 에너지를 구분하기 모듈별 발표하기 	[지식] 발전과 신재생에너지 일과 에너지 [가치] 과학지식의 상호관련, 협동연구 능력과 학습태도 향상	논리적 사고, 시스템적 사고, 문제해결력	에너지 관계로 과학지식의 엔트로피 내용 접목
가치 판단의 구체화	<ul style="list-style-type: none"> 원자력 발전소 건설에 고려해야 할 것 분석하기 경제, 사회, 환경, 과학적 가치에 대해 양면성 분석하기 자신이 지지하는 입장을 근거와 함께 제시하기 원자력 발전소 건설에서 충돌하는 가치에서 자신이 지지하는 가치는 무엇인지 입장과 근거 마련하기 	[지식] 발전과 신재생에너지 일과 에너지 [가치] 과학지식의 상호관련, 협동연구 능력과 학습태도 향상	갈등관리, 공감, 책임감, 도덕성	생태주의로의 추구, 인간중심주의의 활동으로 인한 피해 확인
교류와 조정	<ul style="list-style-type: none"> 모듈별 원자력 발전소 건설에 대한 토의 자신이 지지하는 입장을 바탕으로 모듈별 토의하기 	[가치] 과학지식의 상호관련, 협동연구 능력과 학습태도 향상	의사소통능력, 문제해결력, 반성적 태도	다양한 가치의 양면성을 확인하여 자신의 생각의 변화를 유도
합의된 해결책의 제시	<ul style="list-style-type: none"> 토의 마무리 모듈별로 자신의 처음 생각의 같거나 강화된 내용에 대해 의견 나누기 최종 원자력 발전소 개발에 대한 찬반 설문지 작성 설문지 작성으로 자신이 가지고 있던 생각의 변화를 분석하고, 그 이유를 서술하기 	[가치] 과학지식의 상호관련성 [방향] 과학수업과 사회와의 관계	반성적 태도, 시스템적 사고, 논리적 사고	생태주의로의 추구

Fig. 4. Lesson development used in the study(2 topic)

1주제 교수학습 과정안				2주제 교수학습 과정안					
학습자 특징	1. 학습자는 고등학교 주문화 교육과정 수강상으로 수업에 적극적으로 참여하고 활동적인 고등학교 학생이다.	지시	1~3차시(1~3/3)	학습자 특징	1. 학습자는 가리왕산 개발을 주제 토론 수업을 진행하였다.	지시	1~3차시(1~3/3)		
	2. 수업에 적극적으로 참여하고 자신의 의사를 정확히 표현할 수 있다.	수업 대상학년	고등학교 2학년		2. 주문화 교육과정을 신청한 학생들로 능동적인 자로 수업이 가능하다.	수업 대상학년	고등학교 2학년		
	3. 개인과 모둠별 주제 연구를 진행 중이다.	수업모형	SSI 의사결정 모형		3. 자신의 의견을 발표하고 다른 의견을 수용할 수 있다.	수업모형	SSI 의사결정 모형		
수업 주제	가치의 갈등을 어떻게 해결할 수 있을까?			수업 주제	우리 동네에 원자력 발전소가?				
학습목표	인지적	가치갈등문제에 포함되어 있는 다양한 가치를 분석할 수 있다.		학습목표	인지적	모둠별로 에너지의 종류별로 수집하고 분류할 수 있다.			
	기능적	가치갈등사례를 분석하여 가치 관계도를 모둠별로 작성할 수 있다.			기능적	모둠별로 에너지의 순환 과정을 그림으로 표현할 수 있다.			
	태도적	다른 사람의 의견을 존중하는 자세를 배울 수 있다.			태도적	다른 사람의 의견을 존중하는 자세를 배울 수 있다.			
단계	교수-학습 활동				단계	교수-학습 활동			
	시간(분)	교사-학생활동	지도관점	과학교육 집중요소		ESD 집중요소	세계관 집중요소	과학교육 집중요소	ESD 집중요소
문제 상황의 영률화	30	<ul style="list-style-type: none"> ■ 수업 진행 방식 소개 <ul style="list-style-type: none"> - 수업에서 하는 활동들이 정답이 없고 자신의 의견을 정확히 표현하는 것이 중요한 과정이라고 설명한다. - 전체적인 수업의 진행 과정이 갈등 상황이다. 자신의 의견 제시 - 가치 판단 - 근거 제시 - 토론 과정을 안내함. ■ 수업 목표 제시 <ul style="list-style-type: none"> 인지적 가치갈등문제에 포함된 다양한 가치를 분석할 수 있다. 기능적 가치갈등사례를 분석하여 가치 관계도를 모둠별로 작성할 수 있다. 태도적 다른 사람의 의견을 존중하는 자세를 배울 수 있다. ■ 가치 갈등 사례의 예시 제시 <ul style="list-style-type: none"> “PPP” 내용 <ul style="list-style-type: none"> - 2018 평창동계올림픽 홍보 영상 및 스키장 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 자신이 지지하는 영역에 대해 사전 자유수업이 되지 않고 가치의 양면성에 대해 모두 수업을 할 수 있도록 지도한다. 	<ul style="list-style-type: none"> 과학, 지식과 사례와의 연계 문제해결능력 탐색심 창의력 의사소통능력 가성상 	<ul style="list-style-type: none"> ESD 154 영역을 다 포함하여 생태 보호 	<ul style="list-style-type: none"> 세계관의 가치 판단을 할 수 있도록 하는 자료 수집 지도 	<ul style="list-style-type: none"> 과학교육 집중요소 ESD 집중요소 세계관 집중요소 	<ul style="list-style-type: none"> 과학교육 집중요소 ESD 집중요소 세계관 집중요소 	
	30	<ul style="list-style-type: none"> ■ 원자력발전소 건설에 대한 찬반 쟁점지 작성 <ul style="list-style-type: none"> - 음인사에 원자력 발전소 건설한다는 가정으로 학생들이 긍정/부정/중립/반대/원자력 발전소 건설의 찬반 쟁점을 작성 “공통의 위험” “책임질” “필요없어” “대체” “위험함” 이 상황에서 상황에 따라야 할 평가 영역을 고려하여 학생들이 적극적으로, 자신들의 의견을 정확히 제시할 수 있도록 설명함 ■ 음인사의 일종의 “경험”으로 아이들에게 물어 들어오는 것을 설명하는 것 ■ 음인사의 일종의 “경험”으로 아이들에게 물어 들어오는 것을 설명하는 것 ■ 하류 용인 “원자력” 사용될 수 없다면 일어날 수 있는 일을 작성함 ■ “공통의 위험” “책임질” “필요없어” “대체” “위험함” 이 상황에서 상황에 따라야 할 평가 영역을 고려하여 학생들이 적극적으로, 자신들의 의견을 정확히 제시할 수 있도록 설명함 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 음인사의 일종의 “경험”으로 아이들에게 물어 들어오는 것을 설명하는 것 ■ 음인사의 일종의 “경험”으로 아이들에게 물어 들어오는 것을 설명하는 것 ■ 하류 용인 “원자력” 사용될 수 없다면 일어날 수 있는 일을 작성함 ■ “공통의 위험” “책임질” “필요없어” “대체” “위험함” 이 상황에서 상황에 따라야 할 평가 영역을 고려하여 학생들이 적극적으로, 자신들의 의견을 정확히 제시할 수 있도록 설명함 	<ul style="list-style-type: none"> 과학교육 집중요소 ESD 집중요소 세계관 집중요소 	<ul style="list-style-type: none"> 과학교육 집중요소 ESD 집중요소 세계관 집중요소 				

Fig. 5. Teaching learning courses used in research

가치의 갈등을 어떻게 해결할 수 있을까?

일시 2019년 9월 11일 (토) 반 박보, 신영

활동 1 가치 갈등 사례 분석하기

1. 다음에 나타나는 가치갈등사례를 살펴보고 질문에 답해보자.

사태

가리왕산 개발을 둘러싼 갈등 ‘개발이나, 보존이나’
- 평창동계올림픽 스키장 건설

1. 2018 평창동계올림픽 홍보내용 및 스키장 건설을 위한 가리왕산 개발 찬성 입장

공식 발표됨



개최효과

국기발령에 따라가 경기장내 및 체력장내에 제각각의 단상장

- 피서문화에 대한 관광진흥을 위한 관광을 위한 단상장
- 국가 브랜드 향상을 통해 지역과 국제 관광에 활기를 불어넣고 일자리 창출, 지역 경제 활성화에 기여
- 국가 브랜드 향상을 통한 지역과 국제 관광에 활기를 불어넣고 일자리 창출, 지역 경제 활성화에 기여
- 지역 주민의 삶의 질 향상을 위한 단상장
- 지역 주민의 삶의 질 향상을 위한 단상장
- 지역 주민의 삶의 질 향상을 위한 단상장
- 지역 주민의 삶의 질 향상을 위한 단상장

비전과 전략



개최효과

국기발령에 따라가 경기장내 및 체력장내에 제각각의 단상장

- 피서문화에 대한 관광진흥을 위한 관광을 위한 단상장
- 국가 브랜드 향상을 통해 지역과 국제 관광에 활기를 불어넣고 일자리 창출, 지역 경제 활성화에 기여
- 국가 브랜드 향상을 통한 지역과 국제 관광에 활기를 불어넣고 일자리 창출, 지역 경제 활성화에 기여
- 지역 주민의 삶의 질 향상을 위한 단상장
- 지역 주민의 삶의 질 향상을 위한 단상장
- 지역 주민의 삶의 질 향상을 위한 단상장
- 지역 주민의 삶의 질 향상을 위한 단상장

출처 : 2018평창동계올림픽 조직위원회 공식 홈페이지 (<http://pyeongchang2018.com/horizon/kor/index.asp>)

사태

스키장 건설을 위한 가리왕산 개발에 찬성하는 신문기사(일부 발취 후 재구성)

가리왕산 개발을 둘러싼 찬반 쟁점이 제기되었다. 이 날 가리왕산 개발에 찬성하는 입장을 피력한 강원도청과 평창군 주민들은 가리왕산을 대체할 수 있는 다른 부지는 없고 개발을 통해 창출되는 이익이 훨씬 크다는 입장을 피력한다. 지형토목자료 나온 유네스코기념일 대묘는 가리왕산 대체지로 지목된 도원이 실제 경기를 치르는 데 부적합하다는 의견을 냈고 찬성파는 경기장이 들어서서 지역에는 보편 가치가 높은 피크닉은 오히려 우호하였다.

- OO일보

2. 스키장 건설을 위한 가리왕산 개발에 반대하는 입장



5000 vs 130

스키장은 5000여 명이 사용하는 시설로, 130만 원의 예산으로 건설할 수 있다.



30 vs 1800

스키장은 30만 명이 사용하는 시설로, 1800만 원의 예산으로 건설할 수 있다.



50,000 vs 1800

스키장은 50,000여 명이 사용하는 시설로, 1800만 원의 예산으로 건설할 수 있다.



300만 vs 130

스키장은 300만 명이 사용하는 시설로, 130만 원의 예산으로 건설할 수 있다.



1000 vs 130

스키장은 1000여 명이 사용하는 시설로, 130만 원의 예산으로 건설할 수 있다.



1000 vs 130

스키장은 1000여 명이 사용하는 시설로, 130만 원의 예산으로 건설할 수 있다.

출처 : 녹색연합 - 가리왕산 숲을 끼리는 사람들, 사진작가 : 임태영 (<http://justwind.wiki/gariwangmountain>)

Fig. 6. Part of a 1 topic activity

4. 활동지 개발

세계관 접목 과학교육과 지속가능발전교육 통합프로그램의 교수학습과정안을 근거로 학생들이 수업에 활용할 활동지를 개발하였다. 활동지는 1가지 주제마다 3차시 수업의 모든 활동지를 포함하였다. 자료수집은 교사가 최소한의 자료를 제공하고 학생들이 휴대폰 등을 활용하여 능동적으로 자료를 수집할 수 있도록 하였다. 모든 과정의 마지막 단계는 본 수업과정을 통해 자신의 생각이 변한 이유를 서술하도록 구성하였다. 1주제 활동지의 일부는 Fig. 6과 같다.

V. 연구 결과

1. 학생들의 세계관 변화

2가지 주제 통 6차시의 세계관을 고려한 과학교육과 지속가능발전교육의 효과성을 분석하기 위해 학생

들이 응답한 인간, 자연, 신의 관계에 대한 서술형 설문지를 분석하였다. 단어 집단 사이의 핵심적인 단어를 의미하는 연결정도중심성을 비교하면 세계관을 고려한 과학교육과 지속가능발전교육 프로그램을 적용한 후에 인간(사전: 0.494, 사후: 0.382), 신(사전: 0.270, 사후: 0.145), 이익(0.034, 사후: 순위권 밖)등의 주요 단어가 연결정도중심성이 감소하였고, 자연(사전: 0.371, 사후: 0.509), 생각(0.135, 사후: 0.236)등이 연결정도중심성이 증가하였다. 이를 통해 인간보다 자연을 생각하는 것이 세계관을 고려한 과학교육과 지속가능발전교육을 통해 변화된 세계관으로 볼 수 있다.

세계관을 고려한 과학교육과 지속가능발전 접목 프로그램이 학생들의 세계관에 미치는 영향을 분석하기 위해 세부 하위 군집구조를 비교하면 Fig. 7 과 같다. 하위 군집이 증가(사전: 4개, 사후: 6개)로 증가한 것으로 학생들이 생각이 다양하게 증가한 것을 알 수 있다. 프로그램 적용 전 볼 수 없었던 진화(G1)와 개발에 대한 상호 보호 및 조화의 생태주의적 관점의 집단(G4)

Table 3. Key words on the questionnaire before and after class

순위	단어	사전		사후		
		빈도	연결정도중심성	단어	빈도	연결정도중심성
1	인간	190	0.494	자연	119	0.509
2	자연	162	0.371	인간	114	0.382
3	신	118	0.270	생각	52	0.236
4	생각	73	0.169	존재	35	0.164
5	생명	33	0.135	신	55	0.145
6	존재	46	0.124	가치	9	0.109
7	가치	17	0.079	속	7	0.073
8	부여	11	0.079	특별	4	0.073
9	창조	16	0.056	관계	6	0.055
10	이용	16	0.045	관리	6	0.055
11	종교	9	0.045	권한	4	0.055
12	개발	9	0.034	부여	4	0.055
13	공존	7	0.034	생명	12	0.055
14	권리	7	0.034	세상	6	0.055
15	동물	11	0.034	우위	6	0.055
16	속	8	0.034	창조	11	0.055
17	이익	9	0.034	개발	10	0.036
18	필요	10	0.034	권리	4	0.036
19	과정	5	0.022	보호	4	0.036
20	노력	5	0.022	상호	4	0.036

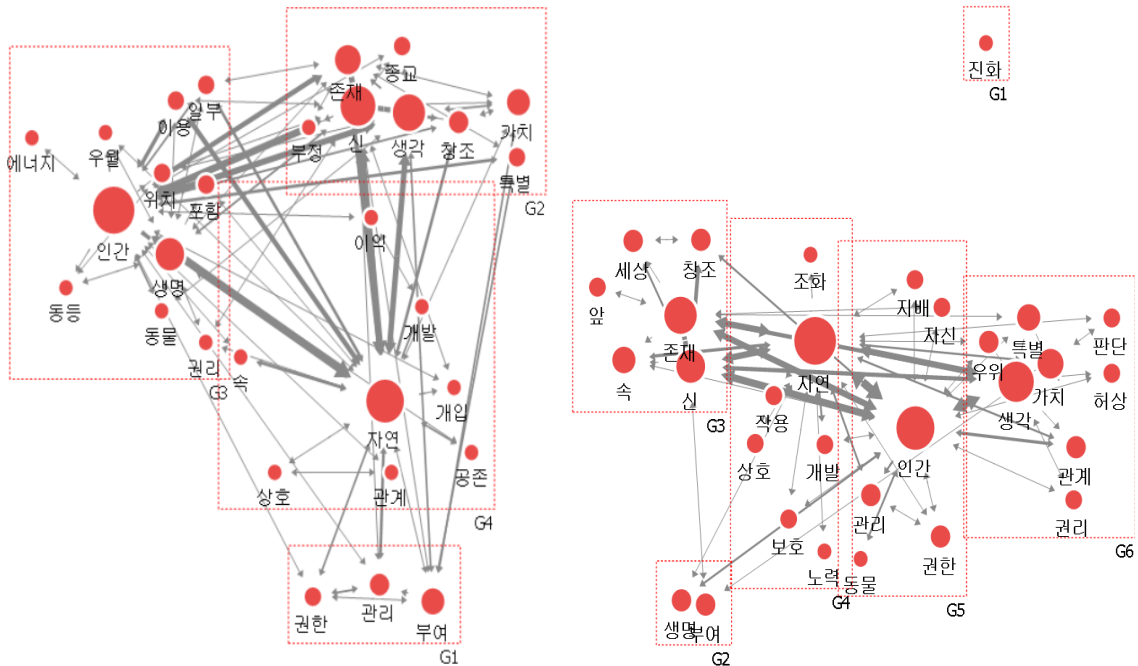


Fig. 7. Structure of cluster network of questionnaires for students before and after classes

Table 4. Words that appear in sub-cluster structures

군집	사전		사후	
	주요 단어	강한 연결 단어	주요 단어	강한 연결 단어
1	권한, 관리, 부여	자연-관리	진화	
2	신, 생각, 존재, 창조	신-자연	생명, 부여	인-생명
3	인간, 생명, 포함	인간-자연	신, 속, 존재, 창조	신-인간
4	자연, 이익, 개발, 상호	자연-인간, 자연-신	자연, 상호, 작용, 개발, 노력	자연-인간
5			인간 관리, 권한	인간-신
6			생각, 가치, 특별, 우위	자연-생각

이 나타난 것을 알 수 있었다. 또한 신과 관련된 종교적 집단은 크게 달라지지 않았다. 이를 통해 학생들은 자신의 생각을 먼저 알아보고 사회 문제 해결에 다양한 관점으로 해석하고 이에 대한 해결책을 분석해보는 프로그램을 통해 학생들이 다양한 생각과 함께 생태주의적 세계관으로 확대가 된 것을 알 수 있었다.

2. 수업 과정에서 학생들의 세계관 분석

세계관을 고려한 과학교육과 지속가능발전 접목 프로그램을 고등학생에게 적용하였고 자신의 생각이 변화되거나 강화된 이유를 서술하는 활동지를 전사하여 분석하였다.

1주제에서는 학생들의 개발에 관한 생각에서 경제보다는 환경이 단어 네트워크에서 중요한 역할을 하고 있고 인간, 이익보다 자연, 보호가 단어 네트워크에서 중요한 역할을 하고 있음을 알 수 있었다.

2주제에서는 찬성보다 반대가 단어 네트워크에서 중요한 역할을 하고 있다. 에너지, 경제, 발전 등 인간 중심적 단어도 중요한 역할을 하고 있다. 구체적으로 의미를 해석하기 위해 군집 구조를 보면 다음과 같다.

세계관을 고려한 과학교육과 지속가능발전 접목 프로그램이 학생들의 세계관에 미치는 영향을 분석하기 위해 세부 하위 군집구조를 비교하면 Fig. 8과 같다. 하위 군집이 증가(사전: 4개, 사후: 6개)로 증가한 것으로 학생들이

Table 5. Key words that appear on topic 1 and topic 2 to why students are changing their thoughts

순위	1주제(3차시)			2주제(3차시)		
	단어	빈도	연결정도중심성	단어	빈도	연결정도중심성
1	개발	53	0.608	1	에너지	33
2	생각	68	0.608	2	경제	5
3	환경	35	0.490	3	문제	14
4	가치	27	0.431	4	발전	19
5	경제	24	0.353	5	사람	18
6	자연	25	0.333	6	사회	10
7	반대	17	0.255	7	이익	7
8	보호	16	0.255	8	반대	13
9	사회	9	0.255	9	부족	6
10	측면	7	0.255	10	위험	12
11	의견	14	0.235	11	찬성	5
12	찬성	16	0.235	12	환경	11
13	같다	13	0.216	13	개발	7
14	이익	19	0.216	14	건설	5
15	인간	13	0.216	15	방사능	6
16	복구	6	0.196	16	신재생	7
17	생태	11	0.196	17	증가	6
18	입장	15	0.196	18	고려	8
19	처음	9	0.196	19	비용	5
20	가능	9	0.176	20	사고	6

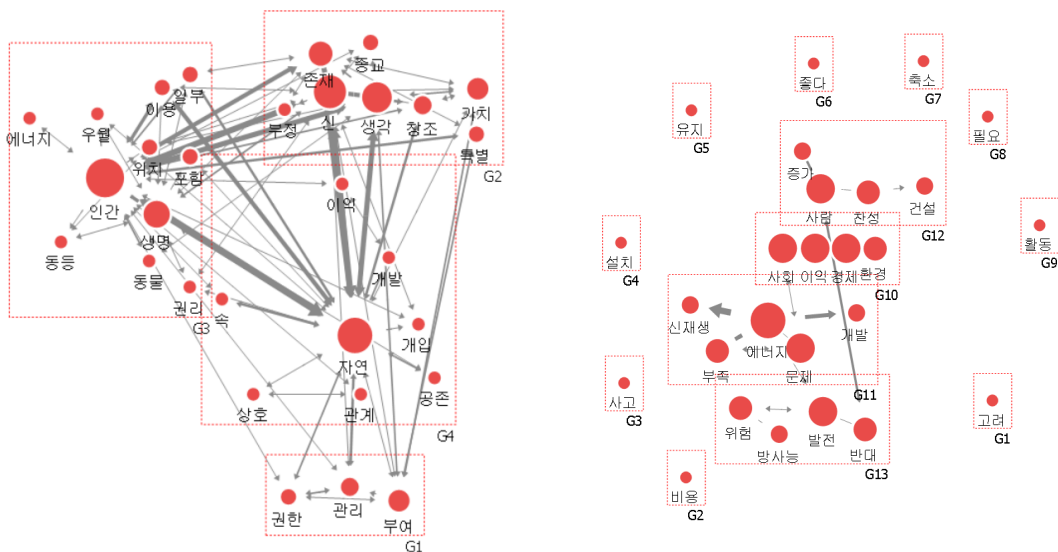


Fig. 8. Cluster network structure of reason for thought change

Table 6. Words that appear in the sub-cluster structure of students' thought changes

군집	1주제(3차시)		군집	2주제(3차시)	
	주요 단어	강한 연결 단어		주요 단어	강한 연결 단어
1	권한, 관리, 부여	자연-관리	10	사회, 이익 경제, 환경	이익-경제
2	신, 생각, 존재, 창조	신-자연	11	에너지, 부족, 신재생	신재생-에너지
3	인간, 생명, 포함	인간-자연	12	사람, 찬성, 건설	사람-증가
4	자연, 이익, 개발, 상호	자연-인간, 자연-신	13	방사능, 반대, 위험	사람-반대

생각이 다양하게 증가한 것을 알 수 있다. 프로그램 적용 전 볼 수 없었던 진화(G1)와 개발에 대한 상호 보호 및 조화의 생태주의적 관점의 집단(G4)이 나타난 것을 알 수 있었다. 또한 신과 관련된 종교적 집단은 크게 달라지지 않았다. 이를 통해 학생들은 자기 생각을 먼저 알아보고 사회 문제를 다양한 관점으로 해석해 본 후, 이에 대한 해결책을 분석해보는 프로그램을 통해 생태주의적 세계관으로 점차 확대된 것을 알 수 있었다.

1주제(3차시 블록타임) ‘가치 갈등을 어떻게 해결할 수 있을까?’에서 학생들의 생각이 강화되거나 변화가 생긴 이유를 활동지의 언어 네트워크로 분석하면, 환경 보호에 대한 생각(G2, G4)과 함께 경제적 이익(G2, G3) 등을 모두 고려한 토론에서 찬성과 반대의 입장을 모두 확인하는 과정이 생각의 변화를 만든다는 것을 알 수 있다. 따라서 본 주제 3차시 수업을 통해 교사가 의도한 사회의 한 가지 문제에 다양한 가치가 포함되어 있고, 학생 스스로 본인의 생각을 파악한 후에 다양한 가치의 양면성을 파악하고, 다른 사람의 의견을 공감할 수 있는 토론과정이 학생의 세계관에 변화에 영향을 준 것으로 볼 수 있다.

2주제(3차시 블록타임) ‘우리 동네에 우너자력 발전소가?’에서 학생들의 생각이 강화되거나 변화가 생긴 이유를 활동지의 언어 네트워크로 분석하면, 혐오 시설인 원자력 발전소의 개발과 관련하여 학생들이 수업 과정을 통해 생각이 변한 것을 알 수 있었고, 이를 분석한 결과 방사능 폐기물로 인해 반대의 입장도(G13) 파악했고, 사람의 증가로 인한 에너지 부족 문제(G11, G12)와 같은 다양한 가치에 대해 판단하게 함으로써 학생들이 경제와 환경을 모두 고려하여(G10) 생각할 수 있게끔 변화시킨 것으로 나타났다.

Ⅵ. 결론 및 제언

이 연구에서는 통합의 중요성을 인식하여 ‘통합과학’ 교과목의 목적을 달성하기 위해 개인의 가치관 영역인 세계관을 고려하고, 다양한 가치를 판단하여 과학 교육에서 추구하고 있는 과학적 소양 함양을 위해 지속가능발전교육을 접목한 프로그램을 개발하고 이를 교실 현장에 적용하여 학생들이 가지고 있는 세계관의 변화를 분석하였다. 이에 대한 결론은 다음과 같다.

1. 결론

첫째, 과학수업에서 관찰 가능한 세계관을 분석하기 위해 존재론, 윤리적 가치론, 과학적 방법론, 신적인 세계관의 기준을 설정하고 분석한 결과 과학 수업에서는 ‘물활론적 세계관’, ‘유기체적이고 목적론적 세계관’, ‘신(기독교)적 세계관’, ‘인과론적이고 기계론적인 세계관’, ‘진화론적 세계관’, ‘엔트로피적 세계관’의 6가지 세계관이 나타날 수 있다. 이 연구에서 설정한 과학수업에서 관찰 가능한 세계관은 한 개의 세계관이 고정되어 나타나는 것이 아니라 기준에 가지고 있었던 지식, 현재 처한 상황에 따라 여러 가치가 복합적으로 나타날 수 있고, 현재 세계관의 변화 혹은 충돌을 겪는 중일 수도 있다.

둘째, 세계관을 고려한 과학교육과 지속가능발전교육을 접목한 프로그램을 고등학생에게 적용한 결과 수업을 통해 고등학생들은 인간중심적 세계관으로 인해 나타난 인류의 문제에 대해 깊이 있게 공감하였고, 보다 지속가능한 가치를 지향하는 세계관 즉, 생태주의 세계관으로의 변화가 일어났음을 알 수 있었다. 이와 같은 결과를 통해, 사람마다 다르게 갖고 있을 수 있는 다양한 가치들에 대해서 편향적이지 않은 관점으로 접근하여, 학생 개인이 가지고 있는 세계관을 파악하고 그것에 맞는 방향으로 수업 설계를 한다면, 교실 내에

서의 세계관 불일치로 인한 학생들의 가치 충돌이 보다 해소되고, 근본적인 세계관의 변화로 과학교육에서 추구하는 통합성과 과학적 소양 함양에 긍정적인 미래 지향적인 과학 수업이 될 것임을 알 수 있었다. 이와 같은 과정은 과학의 양면성을 고려하여 학생 생각의 변화를 관찰한 연구에서 가치관의 변화를 일으키지 않는 학생은 개별적인 활동과 자기 주장이 강한 학생이었고, 다른 사람의 의견을 수용하고 토론이나 토의 활동에 적극적으로 참여한 학생은 가치관의 변화가 일어났다는 연구(이하얀과 장신호, 2010)와 일치한다.

2. 제언

이상의 결론으로 통합과학의 목적을 달성하기 위해 제언을 하면 다음과 같다. 첫째, 개인의 가치관 영역인 세계관을 고려하는 다양한 교수학습 전략이 필요하다. 세계관은 학생이 자신의 마음 가장 깊숙이 가지고 있는 신념으로 교과 내용이 자신의 신념과 다르면 학습의 효과를 기대하기는 어렵다. 따라서 세계관을 고려한 다양한 수업 전략의 개발이 필요하다. 교수학습 과정에서 학습 주제의 내재화의 단계를 고려하는 것도 방법 중에 하나라고 생각한다.

둘째, 현재 전 세계적으로 논의되고 있는 지속가능한 사회를 위해 생태주의적 세계관을 강조할 필요가 있다. 이를 위해 인간중심주의의 생활 태도가 자연과 환경에 미치는 영향을 수업에서 제시하고 자신의 삶을 되돌아 볼 수 있는 수업의 단계를 제시할 필요가 있다. 현 세대뿐만 아니라 미래 세대를 위해 과학교육에서 생태주의를 강조하는 것은 중요하다고 생각한다.

셋째, 학생의 세계관뿐만 아니라 교사, 그리고 교과 내용의 세계관도 수업에서 고려할 필요가 있다. 교실에서는 다수의 학생뿐만 아니라 교사와 교과 내용도 포함되어 있다. 따라서 교사와 교과 내용의 세계관 역시 고려해야 할 대상이며, 실제 수업 준비와 실제 수업 과정에서 느끼는 교사의 세계관에 대한 이해도 필요하다.

국문요약

이 연구는 시대적 배경으로 통합성을 강조하고 과학적 소양 함양을 목적으로 하는 과학교육의 효과적인

목표 달성을 위해 과학수업에서 관찰 가능한 세계관 기반 과학교육과 지속가능발전교육을 접목한 프로그램을 개발하고 이를 실제 고등학교 수업에 적용하여 분석하였다. 실제 고등학생에게 프로그램을 적용한 결과 학생들은 스스로 자신의 가치관을 파악하여 다양한 가치를 고려하고 의사결정하는 과정에서 생태주의의 세계관으로 전환이 일어난 것을 볼 수 있었다. 프로그램 적용과정에서 다양하게 나타나는 각 교과 내용과 교사 세계관의 불일치로 인한 학생들의 가치 충돌로 자신이 가지고 있는 세계관을 파악하고 수업 과정에서 다양한 측면의 가치에 접근하는 과정 중에 학생들의 세계관이 갈등을 일으키고 있는 것이 나타났다. 개인의 가치관 영역에서 세계관은 과학교육에서 확대 적용하여야 하며 교사 및 교과 내용의 세계관에 대한 이해도 필요하다. 이 연구를 통해 과학교육에서 세계관으로 대표되는 개인의 가치관 영역의 접근이 학생의 근본적인 변화에 도움이 되길 기대한다.

주제어: 통합과학, 세계관, 지속가능발전교육, 가치관, 생태주의

References

- 곽영순, 신영준(2019). 2015 개정 통합과학 수업관찰을 통한 실행된 교육과정 분석. 한국과학교육학회지, 39(3), 379-388.
- 곽영순, 이재봉, 이양락(2017). 2015 개정 교육과정의 ‘통합과학’ 도입에 따른 중등 과학과 현직교사 역량 제고 방안. 한국과학교육학회지, 37(2), 263-271.
- 교육부(2015). 초·중등학교 교육과정(교육부 고시 제 2015-74호).
- 교육부(2017). 2015 개정 교육과정 해설(고등학교).
- 권난주, 안재홍(2012). 융합 및 통합과학교육 관련 국내 연구 동향 분석. 한국과학교육학회지, 32(2), 264-278.
- 김가형, 이현주(2017). 지역사회연계 미세먼지 교육프로그램이 중학생의 이슈에 대한 이해와 시민으로서의 인성과 가치관 함양에 미치는 효과. 한국과학교육학회지, 37(6), 911-920.
- 김남희, 심규철(2015). 2015 개정 교육과정의 ‘통합과학’ 과 사범대학 예비 과학 교사 교육 내용의 분석을

- 통한 예비 과학 교사 교육에 대한 시사점. 한국과학 교육학회지, 35(6), 1039-1048.
- 김원열, 김정인, 이기훈, 조관연 역(2008). 더불어 사는 세계관. 서울: 한경사.
- 김지영, 박은미, 박지은, 방담이, 이윤하, 윤희정(2015). 통합교육의 효과에 대한 메타분석. 한국과학교육학회지, 35(3), 403-417.
- 김현경, 나지연(2017). 2015 개정 과학과 교육과정 적용에 대한 초·중학교 교사의 인식과 요구. 한국과학교육학회지, 37(1), 103-112.
- 맹희주, 손연아(2012). 통합과학 수업컨설팅을 위한 초·중등학교 과학교사들의 통합과학교육 적용 현황 분석 및 교사의 수업능력 진단. 교과교육학연구, 16(2), 539-563.
- 맹희주, 손연아(2019). 초·중등 과학교사들의 통합과학교육에 대한 인식과 교사 전문성에 관한 10년 주기(2008-2018) 비교 연구. 한국과학교육학회지, 39(6), 717-728.
- 박수경, 김상달, 주국영, 남윤경(2001). 중학교 과학수업을 위한 주제 중심 통합단원 개발 및 효과 분석. 한국지구과학학회지, 22(5), 350-359.
- 박준호(2011). 과학기술과 휴머니즘: 사진철학과 사진의 본성=The scope of philosophy of photograph and the nature of photograph. 동서철학연구, 59, 37-56.
- 방담이, 최선경, 현남숙(2015). SSI(Socio-Scientific Issues)를 소재로 한 융복합 교양교과목의 설계 및 운용=Design and practice of SSI-centered integrated course for liberal arts curriculum. 학습자중심교과교육연구, 15(6), 595-616.
- 송진웅, 나지연(2015). 2015 과학과 교육과정 주요 방향 및 쟁점 그리고 과학교실문화. 현장과학교육, 9(2), 72-84.
- 신소연, 박철규, 이창윤, 홍훈기(2018). 2015 개정 교육과정의 '과학탐구실험' 실행에 대한 사례연구-문화역사적 활동이론(CHAT) 측면에서의 이해-. 한국과학교육학회지, 38(6), 885-899.
- 신영옥, 최병순(2012). 2009 개정 고등학교 '과학'의 운영 실태와 교사들의 인식 조사. 한국과학교육학회지, 32(10), 1599-1613.
- 신영준, 한선관(2011). 초등학교 교사들의 융합인재(STEAM)에 대한 인식 연구. 초등과학교육, 30(4), 514-523.
- 안정용, 나지연, 송진웅(2013). 통합 과학교육을 실천하고 있는 두 중등학교의 사례 - 무엇이 통합 과학교육을 가능하게 하는가?-. 한국과학교육학회지, 33(4), 763-777.
- 양찬호, 광영순, 한재영, 노태희(2013). 공통과학 교사양성 교육과정 운영과 임용의 실태 및 과학교육계열 교수들이 제안한 개선 방안. 한국과학교육학회지, 33(2), 345-358.
- 오준영(2019). 서양 고대 그리스와 중세의 철학적 세계관, 그리고 근현대의 과학적 세계관의 영향. 서울: 연세대학교 대학출판문화원.
- 오준영, 손연아(2018). 세계관을 바탕으로 통합과학 교육 전략 제안: 기후변화를 중심으로. 대한지구과학교육학회지, 11(1), 1-20.
- 윤지현, 강성주(2016). 2015 개정 교육과정에서 통합과학과 과학탐구실험 교과에 관해 고등학교 과학 교사들이 기대하는 부분과 우려하는 부분에 대한 분석. 학습자중심교과교육연구, 15(5), 515-546.
- 이용섭(2020). 원격과학수업의 활용도 및 문제점, 학습자 행동분석. 대한지구과학학회지, 13(2), 175-185.
- 이윤하, 윤희정, 송주연, 방담이(2014). 통합개념을 중심으로 한 싱가포르와, 캐나다와 미국의 과학교육과정 내용 요소 분석. 한국과학교육학회지, 34(1), 21-32.
- 이은주, 손연아(2013). 중등과학교사의 통합과학 수업설계 과정에 대한 사례분석 및 컨설팅-통합과학 5단계 수업계획서 설계를 중심으로-. 한국과학교육학회지, 33(1), 208-227.
- 이하얀, 장신호(2010). 과학 연구 윤리 가치관 변화를 위한 초등 과학교육 프로그램의 개발 및 적용. 초등과학교육, 29(2), 195-206.
- 이학동(1986). 통합과학교육의 실태조사. 한국과학교육학회지, 6(2), 43-52.
- 이학동, 김숙향, 노경임, 손연아(1996). 과학교육계 학과에서의 통합과학교사 양성을 위한 사전 교육실태. 생물교육, 24(1), 9-24.
- 이현주, 최윤희, 고연주(2014). 집단지성 원리를 적용한 과학관련 사회·윤리적 쟁점 수업 모형의 개발. 한국과학교육학회지, 34(6), 523-534.
- 장지영, 문지영, 우효숙, 최경희, Joseph Krajcik, 김성원(2012). 과학과 관련된 사회·윤리적 문제(SSI)의 맥락에 따른 중학생들의 인성적 태도와 가치관 분석. 한국과학교육학회지, 32(7), 1124-1138.

- 지덕영(2019). 중등학교 과학교사들의 공통과학 교사자격 증 유무에 따른 통합과학교육과 지속가능발전교육에 대한 인식. *대한지구과학학회지*, 12(3), 224-238.
- 지덕영, 맹희주, 손연아(2019). 지속가능발전교육과 과학교육의 통합에 대한 초중등 과학교사들의 인식. *환경교육*, 32(2), 243-260.
- 최지연, 고연주, 이현주(2019). 2015 개정 교육과정의 통합 과학 및 통합사회 교과서에 제시된 과학기술관련 사회쟁점 비교분석. *학습자중심교과교육학과*, 19(16), 1233-1256.
- Berger, G. H., & Gaunitz, S. C. B. (1978). Self-rated imagery and encoding strategies in visual memory. *British Journal of Psychology*, 70(1), 21-24.
- Cobem, W. W. (1991). World view theory and science education research. NARST Monograph No. 3. Manhattan, KS: National Association for Research in Science Teaching.
- Manfres, B., & Alfrd, K., 한국 철학사상연구회 역(1998). 철학소사전. 서울: 동녘.
- UNESCO (2004). Partnership strategy between UNESCO and the private sector for the decade of education for sustainable development. NY: Draft International Implementation Scheme.