

지구계 수업 모듈 중 그리기 활동을 통한 학생들의 인지 특성 분석

오현석 · 김제흥 · 유은정 · 김찬종*

서울대학교 지구과학교육과, 151-748, 서울시 관악구 관악로 599

An Analysis of Students' Cognitive Characteristics through a Drawing Activity in Teaching Module of the Earth Systems Education

Hyun-Seok Oh, Je-Heung Kim, Eun-Jeong Yu, and Chan-Jong Kim*

Department of Earth Science Education, Seoul National University, Seoul 151-748, Korea

Abstract: The ESE (Earth Systems Education) teaching module was developed to teach an "Earth and Star" unit for the 8th grade (aged 14) students. The planet remodeling activity was developed as a sub-ESE teaching module. The main point of this activity was that students were supposed to remodel planets for life to live on. The purpose of this study was to visualize students' thought and to interpret their understandings through their drawings and writings. A framework of analysis with four categories was designed and applied to analyze students' cognitive structure. In order to explore students' cognitive contents, the analyzing factors were classified into two domains: subsystems of the earth systems and use of science & technology. Results revealed via the planet remodeling activity that students' cognitive characteristics were impacted by ESE activities such as Earth literacy.

Keywords: ESE, cognition, drawing, Earth literacy

요약: 8학년(중학교 2학년)을 대상으로 '지구와 별' 단원의 지구계 수업 모듈을 개발하였다. 그리고 이 수업 모듈 중 태양계 행성을 학습하는 행성 리모텔링 활동을 개발하였다. 이 활동의 핵심은 행성에 생명체가 살 수 있도록 행성을 리모텔링하는 것이다. 본 연구에서는 쓰기와 그리기로 표현된 학생들의 생각의 시각화와 이를 통해 학생들의 이해를 해석하였다. 학생들의 인지구조를 분석하기 위하여 4개로 범주화된 분석틀을 개발하여 적용하였다. 그리고 인지적 내용 특성을 분석하기 위하여 지구계의 구성 요소별 그리고 과학과 기술의 이용별로 분석 요소를 세분화하여 적용하였다. 행성 리모텔링 활동을 통해 분석한 학생들의 인지에는 지구 소양과 같은 지구계 수업의 영향이 나타났다.

주요어: 지구계 교육(ESE), 인지구조, 그리기, 지구적 소양

서론

현재까지 알려진 바로 우리가 살고 있는 지구는 생명체가 살고 있는 유일한 행성이다. 우주 공간에서 지구를 바라보면 마치 푸른색 보석과 같이 아름답게 보인다. 그래서 지구를 블루마블(blue marble)이라고 부르기도 한다. 하지만 이렇게 외형상 아름답게만 보이는 행성 지구는 지질, 대기, 해양 등의 자연 환경과 수많은 동식물과 더불어 인간이 문명을 이루면서 살아가고 있는 아주 복잡한 공간이다. 기술과 산업의 발달에 의한 부작용으로 인하여 현재의 지구는 인간

에 의해 환경이 파괴되고 기후가 변하였다. 그래서, 인간의 발달된 문명의 부정적 산물이 부메랑이 되어 돌아오고 있다. 비근한 예로, 2004년 동남아를 강타한 쓰나미와 같은 자연재해와 2007년 12월 충남 태안 앞바다 원유 유출사고와 같은 인위적인 자연재앙은 지구에서 일어날 수 있는 엄청난 규모의 피해를 단적으로 보여 주고 있다. 전 세계 40만 명에 이르는 지구 과학자들은 지구환경 변화에 대한 전문적 이해와 연구를 바탕으로 이러한 자연재해를 예측하여 인명과 재산의 손실을 최소화하는데 그 역할을 해오고 있다. UN은 보다 건강하고, 안전하고, 풍족한 지구촌을 이루려는 지구과학자들의 노력을 정책적으로 구현시키기 위하여 지구의 해(International Year of Planet Earth)를 선언하였다.

*Corresponding author: chajokim@snu.ac.kr

Tel: 82-2-880-7610

Fax: 82-2-874-3289

살아있는 행성으로서의 지구를 보존하여 후손에게 전달하여 주려면, 무엇보다도 지구에 관한 교육이 중요한 일이다. 그러나 현재 우리나라의 현실에서 지구과학의 위상은 매우 위태롭다. 중등 교육과정에서 지구과학의 위기는 학생들의 이공계열 기피 현상과 현 입시제도에서 선택과목의 변화와 맞물린 과학교과의 위기 상황에서 기인한다. 현 7차 교육과정에서의 과학교과는 3학년에서 10학년까지 ‘과학’이라는 명칭으로 물리, 화학, 생물, 지구과학이 외형상으로만 통합 교과로 되어있을 뿐, 사실상 분과되어 있는 것이나 마찬가지이다. 통합과학으로써의 내용적 연계성보다는 각 교과 간 일정 비율의 내용을 각 학년 과학교과에 교육과정을 배정하고 있다. 그래서 현재의 교육과정은 총체적이고 올바른 자연관을 형성하기에는 부족하다고 볼 수 있다. 이러한 경향은 자기 교육과정에서도 여전히 외형상으로만 과학교과를 이루고 있을 뿐, 실제적으로는 물리, 화학, 생물, 지구과학 분야로 분과되어 있다.

반면, 미국을 필두로 많은 선진국에서는 과학 과목 간의 통합을 위한 많은 노력이 이어져왔다. 이러한 과정에서 지구계 교육(ESE: Earth Systems Education)은 과학교육과정의 현대화를 위한 새로운 접근법을 제공한다(Mayer, 1995).

지구계 교육 관련 국내의 현장 연구는 오하이오 주립대학에서 개발한 지구계 활동 프로그램 중 일부를 수정·보완하여 1~2차시에 걸쳐 수업 현장에 적용하고 그 영향을 살펴본 경우가 대부분이었다. 지구계 교육이 지구를 중심으로 한 통합교육과정인 점에서 한 개의 프로그램이나 활동을 적용하여 그 영향과 가능성을 살펴보는 것은 그 한계점이 분명하다. 7학년 ‘해양단원’에서 지구계 프로그램을 적용한 송지영(2006)의 연구에서도 시스템 사고의 향상에 효과적이기 위하여 단원에 걸친 프로그램의 적용과 더 오랜 시간동안 다양한 지구계 프로그램을 적용해야 한다고 하였다. 따라서, 본 연구에서는 1개의 단원 전체에 대하여 지구계 교육을 실행하는 모듈을 개발하여 적용하고자 하였다. 학생들은 이러한 지구계 교육을 통해 학습한 내용과 각자가 가지고 있는 선행지식 그리고 배경지식이 혼합되어 새로운 개념을 만들거나 오개념으로 잔존하게 되어 수정된 인지구조를 형성하게 될 것이다. Edens, K.M. and Potter, E.(2003)은 특히 그림으로 표현했을 때, 선행 지식은 학생들의 인지구조내의 개념과 오개념에 중요한 역할을 하고

있다고 하였다. 따라서 연구 문제는 다음과 같다.

1. 중학교 2학년 ‘지구와 별’ 단원의 지구계 교육 모듈과 행성 리모델링 그리기 활동 개발
2. 행성 그리기 활동 결과를 분석하기 위한 그리기 분석틀 개발
3. 그리기 활동을 통해 나타난 학생들의 인지구조 특성 분석

이론적 배경

심상(image)과 인지

이미지는 심상(image)이라는 용어로도 많이 사용되고 있는데, 이것은 감각 기관을 통해 현재 감지되고 있지는 않으나 마치 감지되고 있는 것처럼 느껴지는 모든 것들을 뜻한다. 이러한 심상은 시각적 이미지뿐만 아니라 청각, 후각, 미각 등을 포함하는 모든 감각적 양상을 망라하고 있다. 심상과 관련된 연구 중 가장 많은 양을 차지하고 있는 것은 시각적 이미지와 관련된 부분이며, 실제로 인간이 심상을 떠올릴 때 가장 많이 활용하는 상 역시 시각적 이미지이다. Kosslyn(1994)은 시각적 이미지가 문제 해결을 위해 적극적으로 많이 사용된다고 하였는데, 인간은 이러한 시각적 이미지를 통해 현재 실재하고 있지 않으나 연상할 수 있는 것을 마음속에 시각화할 수 있게 되는 것이다(이선화, 2007). 즉, 그림은 심상의 시각적 이미지이다. 이 ‘심상’의 개념을 이해하기 위하여 심리학적 개념인 지각(perception)과 인지(cognition)를 우선 정의할 필요가 있다.

지각이란 감각기관을 통해 들어온 외부로부터의 자극(information, code or signal)을 식별하는 것이다. 지각은 객관적 실체에 대한 주관적 이해의 과정이다. 따라서 사람에 따라 동일한 대상을 다르게 감지할 수 있다는 것을 의미한다. 인지는 지각활동의 결과로 형성된 지식, 정보, 이미지, 도식(schema), 태도, 가치관 등을 포괄한다. 인간은 자신을 둘러싼 외부환경이나 사물을 지각할 때도 인지적, 정의적 특성에 따라 주어진 상황이나 정보에 대해 지각, 기억, 사고하는 등의 인지 활동을 수행한다(조영남, 1991). 이러한 인지들은 독립적으로 두뇌 속에 존재하는 것이 아니라 상호 관련을 맺어 인지구조를 형성하고 있다.

인지구조와 지각은 상호보완적인 작용을 한다. 즉 지각활동에 의해 인지구조가 형성되고, 이 형성된 인지구조에 의해 유사한 대상이나 사건에 대해 유사한

지각을 하는 것이다. 그래서, 인간은 외부세계를 지각함으로써 대상에 대한 인지구조를 형성하고 그것을 여러 가지 수단에 의해 표현한다. 그 중 하나의 표현행위가 그림을 그리는 것이다. 따라서 그림표현의 양식을 통하여 이미지를 포함하는 인지구조를 이해할 수 있을 뿐만 아니라, 학생들이 이러한 인지구조를 가지고 어떠한 지각을 하는가를 직접적으로 파악할 수 있다(강경원, 2000).

시각적 이미지와 멀티미디어 학습의 인지이론

과학교육에서 시각적 이미지의 중요성은 매우 강조되어 왔다. 교육 공학에서 교사와 학생 사이에 교수 목표를 달성을 위해 사용되는 교수매체를 중요하게 생각한다. 특히, 시각화된 교재는 생생한 경험을 제공하며, 학습내용을 명확히 재생하여 추상적인 개념의 이해를 돕고 복잡한 자료를 단순화 시켜준다. 또한 시각적 이미지는 학습을 촉진시키는 전략으로 사용될 수 있으며 창의성을 증진시키는데 기여한다(오은정, 2008).

시각적 이미지의 중요성을 다루는 연구의 기초는 정보처리이론에서 시작한다. 새로운 정보가 투입되고 저장되며 기억으로부터 인출되는 방식을 연구하는 즉, 학습자의 내부에서 학습이 발생하는 기체를 설명하려는 이론이 정보처리이론이다(Brower, 1975). 교육적으로 적용 가능한 정보처리이론의 시사점은 다음과 같다. 첫째, 학습에 대한 주의력을 유지해야 한다. 주의는 장기기억의 정보에 영향을 받기 때문에 새로운 정보를 제시하면서 이와 관련된 학습자의 사전 지식과 경험을 활성화시켜야 한다. 둘째, 핵심개념 중심의 학습이 이루어져야 한다. 단기기억은 짧은 지속성과 제한된 용량을 가지므로 학생들이 사고하고 처리할 수 있는 정보의 양은 매우 제한적이다. 따라서 핵심 개념 위주로 수업을 진행하고 다양한 경험을 통해 학습을 강화해야 한다. 셋째, 정교화 과정을 충분히 활용한다. 정교화는 학습 자료들 상호간에 연결을 형성하는 과정이다. 정교화의 방법으로는 학습 자료에 대해 시각적 혹은 청각적 심상을 형성시켜 머릿속에서 그려 보는 것, 학습 자료들 간의 의미적인 관계를 밝히는 것, 내용의 조직이나 범주를 분석하고 상하좌우의 위계로 조직화해 보는 것, 유추해 보는 것, 구체적인 예를 찾아보는 것 등이 있다. 넷째, 조직자를 적극 활용한다. 지식과 정보를 비언어적인 형태로 표현하는 유효한 방법이 조직자를 활용하는 것이며,

그 중 그래픽조직자가 대표적이다(신지영 외, 2008).

Mayer(2001)는 “멀티미디어 학습의 인지이론(cognitive theory of multimedia learning)을 제안하였다. 학습 환경에서 외적 표상(external representations)은 청각을 통해 들어온 언어와 시각을 통해 들어온 애니메이션을 포함한다. 학습자는 더 심화된 과정을 하기 위하여 청각과 시각의 관련된 면을 선택해야 하며, 소리는 언어적 모델로 이미지는 시각적 모델로 바꾸어야 한다. 이 이론에서 학생들이 그들에게 제시된 글과 그림으로부터 정신적 표상을 형성할 때 멀티미디어 학습이 일어난다고 하였다(Mayer and Moreno, 2003). 멀티미디어 학습효과를 살펴본 연구들에 의하면, 일반적으로 하나의 제시 양식(presentation mode)을 사용하는 것보다는 여러 개의 제시 양식을 사용하여 정보를 제시하는 것이 학습을 촉진시킨다고 한다(김성일, 1997).

지구계 교육(ESE: Earth Systems Education)과 지구적 소양(Earth Literacy)

지구계 교육(ESE)이란 물리, 화학, 생물, 지구과학을 거시적 관점에서 지구계로 통합하려는 새로운 통합 교육과정이다. 전통적인 과학교육에서는 하위 항목으로 물리, 화학, 생물, 지구과학을 위치시킨 후 각각의 분야에서 교육과정이 구성되고 있는 반면, 지구계 교육은 자연 현상에 대한 전통적인 과학교육이 분과적이고 개별적 접근인 것과는 달리 지구에 대한 계(system)적 접근을 취하여 통합적 관점을 추구한다(Johnson, 2006). 이러한 지구계 교육은 우리를 둘러싸고 있고, 우리의 생활기반이 되는 지구계에 대한 시민의 이해를 증진시키고, 지구의 가치를 인식시키기 위하여 고안되었다. 지구계 교육은 모든 과학 교과에 초점을 맞추며, 지구를 과학교육과정의 중심에 위치하게 한다. Mayer(1993)는 지구과학이 이질적인 모학문들의 물리적 집합이 아닌 지구를 중심으로 과학을 통합할 수 있는 중추적 역할을 담당할 수 있다고 주장했다. 지구계 교육에서는 지구에 대한 통합적인 이해를 바탕으로 학생들에게 과학적 지식을 습득하게 할 뿐 아니라, 지구의 아름다움에 대한 이해, 지구계 내의 하위계(subsystems)의 상호작용과 그 영향에 대한 이해, 지구의 소중함과 지구 환경에 대한 책임 의식 함양 등을 갖는 지구적 소양(Earth literacy)을 강조한다(이정아 외, 2007).

우리나라에서는 1990년대에 들어서 지구계 교육이

소개되었고(정진우 외, 1999) 지구계 교육에 대한 연구가 많이 진행되고 있으나, 미국과는 달리 통합과학의 새로운 안 보다는 지구과학 교육의 새로운 대안으로 주로 연구되고 있다. 신동희 외(2005)는 ‘지구환경’이라는 주제를 가지고 통합시키는 지구과학 교육 과정의 새로운 안을 제시하기도 하였다. 최근에는 지구계에 대한 이해나 지구계 교육에 대한 인식에 대한 연구도 진행되었다(정진우 외, 2007, 유은정 외, 2007, 이정아 외, 2007). 하지만, 초기에는 주로 지구계 교육의 소개나 지구계 교육의 현장 적용에 관한 연구들이 진행되었다. 이러한 현장 적용 연구를 통하여 지구계 교육은 지구와 과학에 대한 새로운 인식을 심어 주는 효과적인 수업으로서, 나아가 통합 과학교육과정을 구성하기 위한 새로운 방안으로서 우리나라에 적용될 수 있을 것으로 판단하였다(임은경, 1998). 현장 적용 연구는 지구계 교육의 프로그램을 과학 수업에 적용하는 것이 주를 이루는데, 조규성과 강현아(2002)는 지구 기후 게임을 중심으로 지구계 교육 프로그램의 적용에 따른 학습자의 반응에 관한 연구를 통하여 지구계 교육에 대한 학생들의 반응은 정의적인 영역에서 긍정적인 변화를 보였고 지구계 교육 활동 프로그램은 전통적인 수업 방법보다 학생들의 과학에 대한 긍정적인 태도 변화를 보여주었으며, 장기적으로 지구계 활동 프로그램은 과학적 태도 형성에 좋은 영향을 줄 것이라고 생각하였다. 이러한 연구 결과는 다른 연구에서도 유사하게 드러났다. 10학년 ‘과학’ 수업에서 지구계 교육 프로그램 적용 방안 및 학생 반응을 ‘화산 폭발과 기후의 변화’를 중심으로 살펴본 조규성 외(2006)의 연구에서는 과학

교과에 지구계 교육 프로그램의 적용은 학생들의 과학적 흥미와 호기심 고양 및 과학적 소질과 올바른 자연관 신장에 좋은 영향을 줄 것으로 기대하였다.

지구적 소양(Earth literacy)이란 지구계를 구성하는 여러 하위계들의 상호 작용의 과정과 그 영향에 대한 이해를 말한다. 지구적 소양을 지닌 사람은 정책적이거나 경제적인 선택을 해야 할 때 그것이 지구계와 그 하위계에 미치는 영향에 대해 먼저 고려하게 될 것이며, 그것은 지구의 미래에 중대한 영향을 미치게 된다. 지구계를 구성하는 기본 요소로서 수권, 압권, 빙권, 대기권, 생물권을 지칭한다. 지구계에서 일어나는 현상들은 하위계들 간의 상호 작용에 기인한 것이다(임은경 외, 2000).

지구적 소양을 내포한 지구계 교육의 프로그램들은 기존보다 다양한 활동과 시각적 정보의 사용을 장려한다. 특히 Table 1과 같이 1990년 PLESE(Program for Leadership in Earth Systems Education) 기획위원회가 마련한 지구계 교육의 틀을 기반으로 구성된 일곱 개의 지구계 이해(Earth System understanding; ESU) 중 이해 1(ESU #1)은 문학, 음악, 미술과 관련된 지구의 심미적 가치를 강조하는 것이다. 이러한 점에서 지구계 교육으로 구성된 수업을 통하여 학생들은 자연스럽게 새로운 경험을 언어적 정보와 더불어 시각적 정보를 통하여 하게 된다. 그러면, 각자의 지각 활동의 결과로 지식, 정보, 이미지, 도식, 태도, 가치관 등을 포괄하는 인지를 두뇌 구조 속에 형성하게 된다. 즉, 장기 기억 속에서 지식은 정신적 표상의 형식으로 구조화되어 있고, 기존의 정신적 표상은 새로운 경험에 직면하면 확장, 조정, 재구성 중

Table 1. Earth System Understanding (Mayer, 1991)

ESU #	substance	emphasis
Understanding 1	Earth is unique, a planet of rare beauty and great value.	Aesthetic value of Earth
Understanding 2	Human activities, collective and individual, conscious and inadvertent, are seriously impacting planet Earth.	Stewardship of the Earth
Understanding 3	The development of scientific thinking and technology increase our ability to understand and utilize Earth and space.	Scientific method for problem-solving
Understanding 4	The Earth system is composed of the interacting subsystems of water, land, ice, air, and life	The Earth's subsystem interact with each other
Understanding 5	Planet Earth is more than four billion years old and its subsystems are continually evolving.	The deep history of Earth
Understanding 6	Earth is a small subsystem of a solar system within the vast and ancient universe.	Earth in solar system
Understanding 7	There are many people with careers that involve study of Earth's origin, processes, and evolution.	Earth system related job

하나의 과정을 거쳐 수정이 된다고 하였다. 다시 말해, 학습에 의해 일어날 수 있는 인지구조의 수정은 지식의 점차적인 확장, 이미 소유하고 있는 개념의 더 세련된 조정, 기존 인지의 재구성의 과정을 거쳐게 되는 것이다(이선화, 2007). 학생들은 이렇게 수정된 인지구조를 시각적 이미지인 그림을 통하여 표현할 수 있다.

연구 방법

본 연구는 관련 문헌 고찰을 통하여 지구계 교육(ESE)과 지구계 수업에 대한 이해를 선행하였다. 연구 대상 학년과 단원을 각각 8학년 '지구와 별' 단원으로 설정한 후, 단원 수업에 대한 지구계 수업 모듈을 개발하였다. 개발된 수업 모듈 중 행성 리모델링을 통하여 그리기 활동을 설계하였다. 지구계 수업 모듈과 지구계 활동을 현장 학교에 투입하여 수업을 실행하고 자료를 수집하였다. 그리고 그림 분석틀을 고안하여 자료를 분석하였다. 연구 절차를 간단하게 나타내면 Fig. 1과 같다.

지구계 수업 모듈 개발

본 연구에서는 기존의 지구계 수업이나 활동에서 많이 다루지 않던 천문 분야에 해당하는 8학년 '지구

와 별' 단원을 대상으로 수업 모듈을 개발하였다. 수업 모듈은 기존의 교육과정의 틀을 유지한 채, 일곱 개의 지구계 이해(Earth System understanding; ESU)를 바탕으로 구성하였다(Appendix 1). 개발된 수업 모듈은 연구자가 서울소재 남자 학교인 N 중학교 8학년 5학급(총 156명)을 대상으로 2007년 5-6월 총 13차시에 걸쳐 약 5주 동안 현장 적용하였다. 수업의 진행은 연구자와 4주간 연구자로부터 교육생 실습 지도를 받고 있는 예비교사 1인이 수행하였다. 지구계 수업 모듈을 개발하는 과정에서 연구자는 기본틀을 만들어 수업 지도안을 작성한 후, 과학교육 전문가 1인과 지구계 교육 국외 연수를 받은 현장 교사 2인, 그리고 현직 교사 3인의 도움을 받아 수업 모듈을 수정·보완 하였다. 수업 모듈의 개발, 적용, 평가에 대하여 지구계 교육 전문가 1인의 지속적인 피드백을 받았다.

행성 리모델링 활동

행성 리모델링 수업 활동은 '태양계 행성' 소단원에 대한 학생 중심의 모듈별 협동수업으로 구성하여 개발하였다(Appendix 2). 이 활동은 일곱 개의 지구계 이해(ESU) 중 이해 1-지구의 심미적 가치, 이해 2-지구에 대한 책임의식, 이해 3-과학적 문제 해결 방법, 이해 4-지구계 상호작용, 이해 6-태양계 속의 지구 그리고 이해 7-지구계 관련 직업과 같이 대부분의 이해에 바탕을 둔 지구계 수업으로 구성하였다. 수업은 7-9차시에 걸친 3개 차시로 구성이 되었다. 7차시는 사전 수업의 형태로 KBS에서 제작한 DVD 시리즈 중 화성 탐사에 해당하는 부분-사이언스 21(II) 1편 외계 생명체를 찾아서-을 시청하고 모듈별로 행성을 정하였다. 8차시 수업은 모듈별 행성 리모델링 활동이고 9차시 수업은 그룹별 행성 리모델링 발표와 기존 노래의 가사만을 행성 내용으로 바꾼 '행성송' 부르기로 구성하였다. 이 중 두 번째 차시에서의 활동은 태양계 행성의 특성을 이해하여 이 행성에 생명체가 살 수 있도록 리모델링을 하는 것이다. 학생들은 이전 차시 수업에서 지도 교사가 과제로 제시한 행성별 특성을 개별적으로 조사해 왔다. 행성은 수성, 금성, 화성, 목성 그리고 토성을 대상으로 하였고 지구의 위성인 달도 항목으로 추가하였다. 학생들은 5-6명씩 모듈을 형성하여 행성에 대한 리모델링 활동을 수행하였다. 활동지는 A2크기의 종이로 3개의 구역으로 나뉘었다. 좌측으로부터 첫 번째 구역은

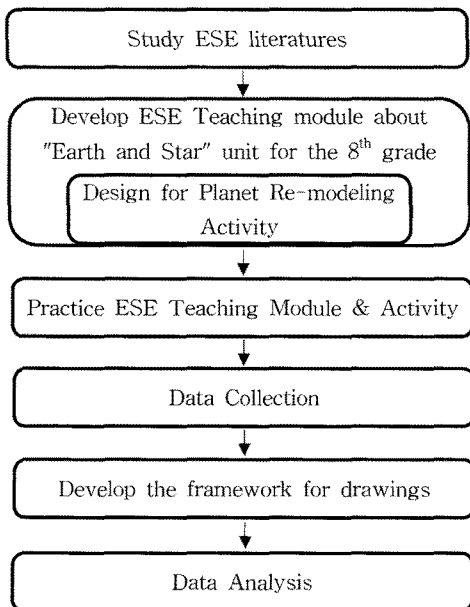


Fig. 1. The procedure of research.

학생들이 그리기를 할 공간으로 활동지 중 가장 넓은 면적을 차지하도록 하였다. 학생들은 모둠별로 개인적으로 조사해온 행성에 관한 자료를 서로 논의하여 활동지의 가운데 영역에 행성의 특성을 기록하였다. 생명체를 살 수 있게 행성을 리모델링하기 위한 과정과 방법을 쓰기 형태로 마지막 구역에 기록하였다. 마지막으로 첫 번째 구역에 리모델링한 내용을 바탕으로 그 행성을 그리기로 표현하였다. 이 행성 리모델링 활동은 연구자가 개발하여 지구계 교육 대학원 수업을 수강 중인 현장 교사 1인과 대학원생 2인(석사과정, 박사과정 각 1명)이 검토하였고 수도권 의 B여중에서 파일럿 테스트를 하였다.

자료의 수집

행성의 특성, 행성의 리모델링 과정과 내용으로 된 쓰기와 리모델링한 행성을 그림으로 표현한 그리기로 구성된 활동지 자료는 28개이다. 본 연구에서는 자료 중 그리기 자료를 주로 분석 대상으로 하였고 쓰기 자료와 수업 자료는 그림의 질적 분석을 하는데 있어서 해석을 위한 보조 자료로 사용하였다. 수업 자료는 교육생 실습에 참여한 예비교사가 수업을 진행한 2개 학급의 8차시 수업과 9차시 수업을 영상 촬영 장비로 녹화하였다. 그 밖에 '지구와 별' 단원의 수업에 사용한 시각적 정보와 언어적 정보로 구성된 PPT(Powerpoint presentaion) 자료와 시청각 자료, 과학송*, 학생들의 과제물**을 수집하여 분석에 이용하였다.

그림 분석을 개발 및 분석

학생들의 모둠별 그리기 자료를 분석하기 위하여 본 연구에서 사용된 그림 분석틀은 행성에 관한 개념 인식 구조 분석틀과 인지 내용 분석틀로 나누어 구안하였다. 학생들의 인식 구조를 분석하기 위하여, 그리기 분석에서 가장 흔하게 사용되는 수집된 자료를 유사한 특성이 있는 것끼리 범주화(categorizing)하여 핵심주제별로 분석하였다. 한편, 인지 내용 분석틀은 그리기 자료로 행성을 리모델링하는 과정에서의 내용 구성 요소를 바탕으로 세분화하여 구성하였다. 인지 내용 분석은 양적 분석인 빈도분석과 동시에 질적으로도 분석하였다.

핵심주제 분석을 위해 Alerby(2000)가 학생들의 환

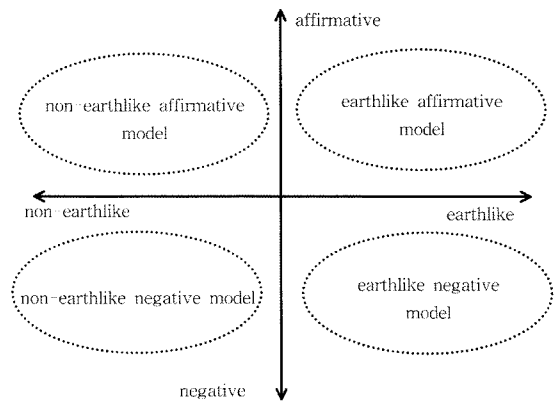


Fig. 2. The framework of analysis for cognitive structure.

경에 대한 인식을 그림으로 표현하게 한 뒤, 이를 분석하기 위해 개발한 분석틀을 참고하였다. 구안된 인지구조 분석틀은 지구적 소양을 바탕으로 크게 두 부분으로 구성하였다. 첫째는 지구계 이해 1(ESU #1)을 바탕으로 리모델링한 행성에서 표현된 요소와 지구의 모습을 비교하여 지구와 유사한(earthlike) 행성과 지구와 다른(non-earthlike) 행성으로 구분하였다. 둘째는, 리모델링한 행성이 지구계 이해 2(ESU #2)를 바탕으로 원래 행성의 특성을 반영하는 관점과 내부 구성원들 사이의 상호작용 등에서 나타난 학생들의 표현에 있어서의 정서적 반응에 따라 긍정적(affirmative) 모델과 부정적(negative) 모델로 구분하였다. 이 두 가지 분류 기준을 혼합하여 Fig. 2와 같이 네 가지의 표현 주제별로 범주화 할 수 있다.

- 지구와 유사하며 긍정적 모델(earthlike affirmative model)
- 지구와 다르며 긍정적 모델(non-earthlike affirmative model)
- 지구와 유사하며 부정적 모델(earthlike negative model)
- 지구와 다르며 부정적 모델(non-earthlike negative model)

행성 리모델링 활동을 통해서 나타나는 학생들의 인지구조의 내용 분석을 위하여 활동의 내용적 측면의 특성을 고려하여 지구계 이해 4(ESU #4)를 바탕으로 한 지구계의 구성요소별로 나누었고 지구계 이해 3(ESU #3)을 바탕으로 한 과학과 기술의 이용별

*자료 출처는 LG 사이언스 랜드(<http://www.lg-sl.net.index.jsp>)로 사이트 내에 탑재된 과학송 중 '우주송'을 의미한다.

**과제물은 모둠별로 기존 노래의 곡을 사용하되 가사만을 행성에 관한 내용으로 개사하여 만든 과학송(행성송)을 의미한다.

Table 2. The framework of analysis for cognitive content

	item of content
1) Earth's Subsystems	① Water
	② Land
	③ Ice
	④ Air
	⑤ Life · Animal and Plant · Human
2) Using Science and Technology	① Photosynthesis
	② Gravity
	③ Formation of Water
	④ Energy
	⑤ Planet resources
	⑥ Satellite
	⑦ Magnetic field
	⑧ etc.

나누었다. 이렇게 각각의 요소를 세분화하여 내용 분석을 실시하였다. 여기서 지구계의 구성요소는 지구계 시스템 과학 개념으로 지구의 하위계인 수권, 암권, 빙권, 대기권, 생물권으로 세분화한 것을 이용하였다. 생물권은 다시 동식물과 문명으로 세분화하여 구별하여 동식물과 사람 사이의 상호 관계에 관한 학생들의 인지구조의 내용 특성을 살펴보고자 하였다. 과학과 기술의 이용은 8학년 ‘지구와 별’ 단원을 포함한 이전 교육과정에서 학생들이 학습한 내용과 관련된 과학과 기술의 내용 요소별로 세분화하였다 (Table 2).

분석은 일차적으로 분석틀에 의한 항목별 빈도 분석을 실시하였고, 항목별로 묶어서 질적인 분석을 실시하였다. 그리기 분석틀에 의한 활동지 분석은 연구자 외에 지구과학 교육을 전공한 현직 중학교 교사이자 대학원에서 지구계 수업 관련 과정을 이수한 2명의 전문가와 교차하여 분석을 실시하였다. 그림의

해석에서 이견이 있는 부분은 공동으로 논의하여 일치하는 부분만을 분석하였다.

연구 결과

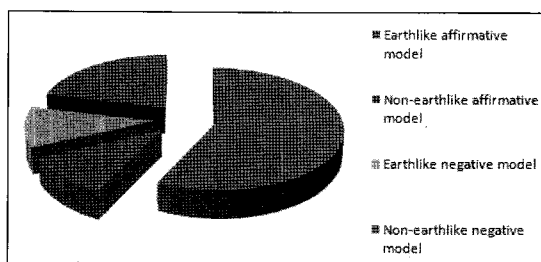
인지구조 특성

수집된 총 28 개의 학생 활동지 자료 중 수성 리모텔링이 3개이고 나머지 금성, 화성, 목성, 토성 그리고 달의 리모텔링이 각각 5개씩이다. 이를 지구계 특성 반응과 정서적 반응을 살펴보기 위한 인지 구조 분석틀로 범주화하였다. 지구계 특성 반응으로 살펴보면 지구와 유사한 모델이 19개(68%), 지구와 다른 모델이 9개(32%)로 나타났고 정서적 반응이 긍정적인 모델은 19개(68%), 부정적 모델이 9개(32%)로 분류되었다. 대체적으로 학생들은 행성 리모텔링 활동에서 그리기를 통하여 본질적으로 지구와 다른 행성임에도 불구하고 생명체가 살 수 있도록 리모텔링하는 과정에서 지구를 표준 모델로 생각하고 있는 것으로 보인다. 한편, 실제 생명체가 살지 못하는 행성을 리모텔링하는 과정에서도 긍정적인 정서적 반응을 보이고 있다. 지구계 특성과 정서적 반응을 동시에 고려하여 범주화하면 Table 3과 같다. 각각의 범주에 해당하는 활동지를 차례대로 살펴보았다.

지구와 유사하며 긍정적 모델(Earthlike affirmative model): Fig. 3은 화성을 리모텔링한 활동지이다. 극관을 구성하는 것으로 추정되는 얼음을 녹여 얻은 물을 정수기로 사용하는 모습이 표현되었다. 그리고 강이 흐르고 나무들이 수풀을 이루고 있는 자연의 모습을 표현하고 있다. 비록, 거주 공간의 모습은 공상과학 영화에서나 나오는 독특한 형태를 하고 있으

Table 3. Categorizing by the framework of cognitive structure

	Earthlike affirmative model	Non-earthlike affirmative model	Earthlike negative model	Non-earthlike negative model
n(%)	16(57%)	3(11%)	3(11%)	6(21%)



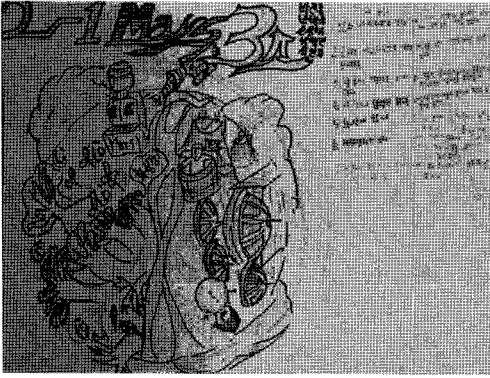


Fig. 3. Earthlike affirmative model.

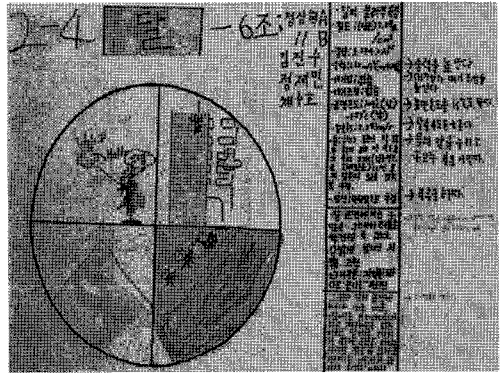


Fig. 5. Earthlike negative model.



Fig. 4. Non-earthlike affirmative model.

나 이를 제외하고는 전체적으로 묘사된 자연, 도구 등의 형태가 지구의 일상에서 볼 수 있는 모습과 유사하게 표현하였다. 또한, 화성의 특징을 이용하여 생명체가 살 수 있게 하고 온천이나 눈사람 등의 사람이 즐겁게 즐기는 모습을 나타내고 있다. 즉, 화성의 리모델링에 대한 학생들의 긍정적인 사고를 그리기로 표현하였다고 볼 수 있다.

이와 같이, 지구와 유사하며 긍정적 모델들은 대체적으로 행성의 리모델링이 완성된 결과를 보여주고 행성의 특징을 유익하게 사용하거나 행성에 거주하는 생명체들 간의 조화로운 모습이나 행복한 모습을 표현하는 경향이 많았다.

지구와 다르며 긍정적 모델: Fig. 4는 Fig. 3과 마찬가지로 화성을 리모델링한 활동지이다. 그러나 Fig. 3과는 달리 지구에서 볼 수 있는 모습이 거의 등장하지 않는다. 오히려 화성의 본래의 특성에 가깝게 행성을 묘사하고 있다. 하지만, 화성의 특성 때문에 생명체가 살지 못하기 때문에 지구와 다르게 모습을 형

상화하지는 않았다. 오히려 화성의 극관이 물이 얼어 있는 것으로 추정된다는 선행지식과 7학년에서 배우고 5차시에서 망원경의 원리를 학습할 때 배운 볼록 렌즈는 빛을 모아주는 도구라는 특성을 활용하여 물을 생성하려는 과정을 그리기로 표현하고 있다. 또한 화성이 지구보다 태양으로부터 멀리 떨어져 있어 평균 기온이 낮아 생명체가 살기 어려움을 극복하기 위하여, 다소 황당하기는 하지만 보일러를 설치하기도 하였다. 이처럼 화성의 특징을 이용하여 생명체가 살 수 있게 하는 등으로 긍정적인 사고를 표현하였다.

이와 같이, 지구와 다르며 긍정적인 모델에 해당하는 그리기들은 모두 행성의 리모델링이 완성된 결과에 관심을 두는 것보다 리모델링하여 생명체를 살 수 있게 하는 과정에 관심을 많이 두고 행성의 특징을 유익하게 사용하는 경향을 보인다.

지구와 유사하며 부정적 모델: Fig. 5는 달을 리모델링한 활동지이다. 산과 강으로 자연을 표현하고 구름이 있어 기상현상이 있는 모습을 나타낸다. 또한 빌딩과 같은 건물들을 표현하여 문명 상태를 표현하고 있다. 즉, 전체적으로 지구와 유사하게 그리기로 묘사하였고 생명체가 살 수 있는 조건을 지구를 기준으로 삼아 쓰기로 표현하였다. 그러나 그리기만을 살펴해보았을 때, 생명체가 살 수 있도록 달의 조건을 변화시키는 리모델링 과정은 드러나지 않았다. 즉, 결과적으로만 지구와 유사하게 표현하였다.

한편, 리모델링 된 달에 거주하는 생명체를 살펴보면, 자연 속에 하늘을 나는 새가 표현되었고 사람으로 보이는 생명체가 표면에 거주하고 있다. 그런데, 이들 간의 상호관계를 들여다보면, 자연과 인간과의 상호작용은 직접적으로 나타나지 않는다. 오히려 달

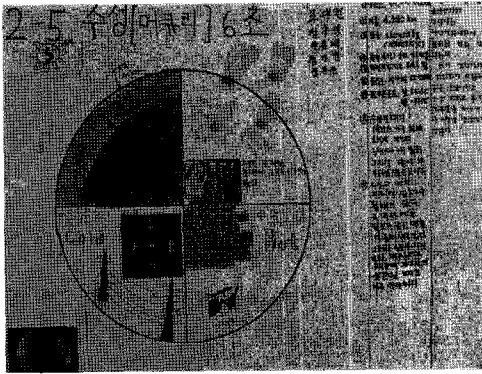


Fig. 6. Non-earthlike negative model.

에 존재하는 생명체(사람들) 간의 충돌 쏘는 모습과 외계로부터 온 것으로 보이는 생명체가 달에 거주하는 생명체를 공격하는 모습이 나타난다. 즉, 달이라는 공간 속에서 생명체 간의 조화로움이나 협동적인 삶을 표현한 것이 아니라 상호 공격하는 등 정서적으로는 부정적 표현이 나타나고 있다. 이를 통하여 그리기에 공격적 성향이 나타나고 있음을 볼 수 있다.

지구와 다르며 부정적 모델: Fig. 6은 수성을 리모델링한 활동지이다. 전봇대 사이를 전선으로 연결해 놓은 모습을 제외하고는 지구에서 흔히 볼 수 있는 모습이 나타나지 않는다. 반면, 수성의 표면이 달과 유사하며 운석 충돌하는 모습과 수성의 서로 반대편 중에서 한쪽은 너무 표면 온도가 높아 뜨겁고 한쪽은 너무 표면 온도가 낮아 춥다는 것을 표현하고 있다. 이로써, 전체적으로 지구보다는 수성의 행성 특징을 묘사하고 있다. 한편, 전봇대 사이를 지나는 전선은 태양 쪽의 강력한 태양에너지를 이용하여 전기를 생성해서 태양 반대쪽의 온도가 낮은 영역에 에너지를 공급하는 것으로 보인다. 여기서 실제 그리기에서 태양이 그려져 있는 위치는 반대로 나타내어 표현상에 오류가 있기는 하지만, Fig. 4와 마찬가지로 리모델링의 결과보다는 과정을 보여주고 있다. 그림에서는 수성의 밤낮의 기온차가 너무 심하다는 특징을 보여주고 있고 달처럼 대기가 없어 운석 분화가 많은 모습에서 운석과 충돌하는 표현을 하였다. 또한 태양과 가장 가까운 행성이기 때문에 지표가 태양 에너지의 영향을 심하게 받는 그림으로 표현하였다. 결국 이 모둠의 학생들은 수성에는 이러한 환경적 영향으로 생명체가 살기 힘들지 않을까라는 부정적인 인식을 하고 있는 것을 그림으로 보이고 있

Table 4. Categorizing by the framework of cognitive content

	item	freq.
1) Earth's Subsystems	① Water	14
	② Land	27
	③ Ice	6
	④ Air	14
	⑤ Life	
	· Animal and Plant	15
	· Human	15
	2) Using Science and Technology	
	① Photosynthesis	7
	② Gravity	5
	③ Formation of Water	8
	④ Energy	7
	⑤ Planet resources	8
	⑥ Satellite	5
	⑦ Magnetic field	2
	⑧ etc.	4

다. 행성을 리모델링하는 쓰기에서도 “수성에 사람이 살 수 있을까?????”라고 표현하여 반문하였고 물음표(?)가 5개나 등장하여 학생들이 부정적 인식을 강하게 볼 수 있다.

이와 같이 지구와 다르며 부정적인 모델들은 리모델링의 결과보다는 과정에 중점적으로 표현하고 있었으며 주로 수성과 토성의 리모델링 활동지에서 나타나고 있다. 수성과 토성은 행성 리모델링 활동에서 과제로 주어진 행성 중 태양에서 제일 가깝거나 제일 먼 곳에 위치하고 있어서, 생명체가 살기에는 너무나도 열악한 행성의 특성을 학생들이 상상력만으로는 극복하기 힘들었을 것으로 생각된다. 따라서, 이러한 행성에 생명체가 살 수 있도록 리모델링 과정 중에 부정적인 정서 반응을 보인 것으로 보인다.

인지구조의 내용 특성

학생들의 인지구조의 내용 분석을 위하여 지구계의 구성요소와 과학과 기술의 이용별로 분석 요소를 세분화한 인지 내용 분석틀로 총 28개의 활동지를 분류하여 빈도로 나타내면 Table 4와 같다.

지구계 구성 요소: 지구계 구성 요소는 지구계의 하부적인 수권, 암권, 빙권, 대기권, 생물권으로 내용 분류 항목을 살펴보았다. 가장 많은 빈도를 나타내는 것은 생물권으로 동식물의 표현이 15개이고 인간 중심의 문명의 표현이 15개이다. 이는 행성 리모델링 활동이 행성에 생명체가 살 수 있게 행성을 리모델링하는 것이었기에, 활동에 충실하여 28개의 활동지

중 19개의 활동지에서 생물권이 표현되고 있었다. 이 중 동식물과 문명이 모두 표현된 활동지는 11개로 동식물만 표현된 4개 그리고 인간 중심의 문명만 표현된 4개와는 달리, 학생들은 활동에 있어서 생물권에 대하여 인간 중심의 문명과 동식물 중심의 자연이 서로 상호작용으로 생성되고 유지된다고 인식하고 있음을 알 수 있다.

생물권 다음으로 많은 빈도로 표현된 암권의 경우는 목성과 토성을 제외한 행성과 달이 리모델링을 하기 전부터 암석권으로 이루어져 있기 때문에 상대적으로 출현 빈도가 높았다. 그래서, 암석권 자체를 표현한 것이 아닌 우리가 간척 사업을 하듯이 위성의 암석을 이용해 암석권을 형성하는 과정이 표현된 그리기 활동지는 4개이다.

따라서, 학생들이 행성에 생명체가 살 수 있도록 환경을 바꾸는 과정에서 가장 많이 변화를 요구한 것으로는 수권과 대기권(각각 14회)으로 간주된다. 이는 과학과 기술의 이용에 따른 분류에 있어서도 각각 물의 생성과 광합성과도 연결이 된다. 수권이 등장한 14개의 활동지 중 11개의 활동지에서 생물권이 존재하였고 대기권이 등장한 14개의 활동지 중 10개의 활동지에서 생물권이 존재하였다. 생물권이 존재하기 위한 지구계의 하부계로 수권과 대기권을 인식하고 있음을 알 수 있다. 전체적으로 지구계 요소를 모두 가진 활동지는 4개이며, 한 가지의 하부계가 빠진 활동지는 4개였다. 반면 지구계 요소가 하나도 나타나지 않은 활동지는 1개로 토성을 리모델링한 모듈이었다.

과학과 기술의 이용: 과학과 기술의 이용은 8학년 과학의 “지구와 별” 단원을 비롯하여 7학년부터 학습해온 과학 내용을 바탕으로 광합성, 인력, 물의 생성, 에너지, 행성 자원, 위성 이용, 자기장, 기타 항목으로 분리하여 살펴보았다.

출현 빈도도 가장 많은 것은 물의 생성과 행성 자원의 이용이다. 학생들은 생명체가 살아가는데 가장 중요한 것으로 물을 꼽고 있다. 물의 생성이 나타난 행성은 화성, 목성, 토성으로 한정된다. 특히 화성은 5개의 모듈 중 4개에서 물의 생성이 나타나서, 최근 화성 탐사결과 물의 흔적이 발견되었다는 정보를 언론매체를 통하여 접하였거나 7차시에서 화성탐사에 관한 영상물을 시청의 결과로 보인다. 그런데 학생들은 물의 생성 방법으로 수소와 산소의 화학적 결합

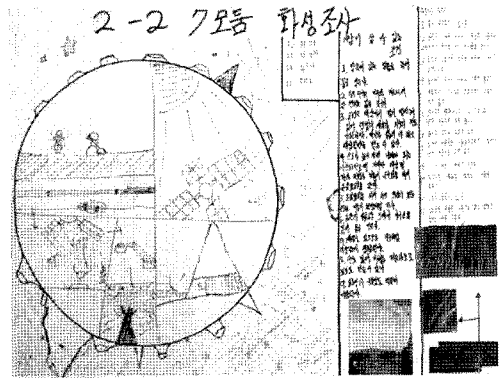


Fig. 7. Drawing represented formation of water.

이 아닌 화성의 극관이 물이 얼어있다는 가정 하에서 열을 이용하여 극관의 얼음을 녹여 물을 얻는 상태 변화에 의한 방법이나 앞선 차시(7차시)에 시청한 화성 탐사에 관한 영상물에서 과학자들이 화성에는 과거에 물이 존재하였고 지금은 암석층 내부에 얼음의 형태로 존재할 것으로 추정된다는 내용에서 착안하여 Fig. 7과 같이 화성 지층에서 물을 얻어내는 과정을 그리기로 표현하였다. 그리고 토성에서는 토성 고리가 얼음으로 되어있다는 사전 조사를 바탕으로 그 고리의 얼음을 녹여서 물을 공급하는 생각을 표현하였다.

행성 자원의 이용은 금성과 목성에서 주로 많이 나타나고 있다. 금성의 경우는 대기성분 중 이산화탄소가 많은 점을 이용해서 탄산음료 공장을 운영한다고 표현한 그리기도 있었고 얼려서 드라이아이스를 만들어 높은 행성의 온도를 낮추어 주고 대기 중 이산화탄소의 농도도 낮게 하며 덩으로 금성에서는 드라이아이스를 이용한 아이스크림 공장과 가게를 특화한다는 그리기도 있었다. 한편, 목성이나 화성의 경우는 광물을 채취하여 에너지원으로 사용한다는 내용으로 표현이 되는데, 이는 요즘 남학생들이 많이 하는 스타크래프트(starcraft)와 같은 PC게임에서 자원을 획득해서 게임을 진행해 나가는 습성이 반영되는 것으로 보인다.

다음으로 많이 나타나는 내용 항목은 광합성과 에너지 항목이다. 학생들은 3단원인 ‘지구와 별’ 단원을 학습하고 4단원에서 광합성에 대하여 본격적으로 배우기는 하지만, 식물이 광합성을 통하여 대기 중의 산소를 만들어 낸다는 것을 이미 초등학교에서 학습하여 잘 알고 있는 것으로 보인다. 특히, 생명체가 살 수 있도록 모델링하는 과정 단계에서 가장 많이

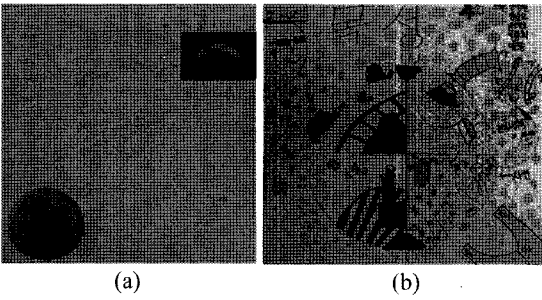


Fig. 8. Drawing represented gravity.

등장하였다. 한편, 에너지 항목은 수성의 리모델링을 하는 모듈에서는 태양과 가까워 태양에너지가 강하다는 특성을 이용하여 태양 에너지를 획득하여 이용하였다. 그리고 목성의 리모델링의 경우는 대적점의 강한 대기 기류를 이용한 풍력 에너지를 획득하여 이용한다고 하였다. 에너지 항목에서 주목할 점은 공통적으로 행성의 특성을 이용하여 획득한 에너지를 모두 전기적 에너지로 전환하여 사용한다는 생각을 학생들이 가지고 있다는 것이다. 즉, 학생들은 생명체 특히, 인간이 문명을 이루며 살아가는데 에너지를 중요하게 생각하는데 에너지의 근원에 상관없이 사용하기 위한 에너지의 최종 단계로 전기에너지를 인식하고 있다.

학생들은 행성의 인력에 해당하는 중력도 중요하게 생각하는 요소 중 하나이다. 5개의 활동지에서 중력을 표현하고 있는데, 여기서 흥미로운 점은 행성의 질량에 주로 관계되는 중력에 대한 오개념이 많이 표현되고 있다는 것이다. 학생들은 주변에서 흔히 볼 수 있는 인력의 예시에 해당하는 자석을 이용한 자기력으로 행성의 중력을 크게 하려는 상상력을 표현하였다. Fig. 8에서와 같이, (a) 그리기는 달의 내부에 자석을 설치하여 지구의 1/6 정도인 중력의 크기를 크게 만들려고 하였다. 반면, (b)에서는 지구보다 중력의 크기가 큰 목성의 중력을 줄이기 위하여 자석을 목성 바깥쪽에 위치하여 중력을 줄이는 방법을 창안하였다. 이 두 경우 모두 학생들이 중력을 자기장에서 기인한다는 오개념이 포함되어 있다. 학생들은 7학년에서 물리에 해당하는 ‘여러 가지의 힘’ 단원에서 탄성력, 마찰력, 중력, 자기력, 전기력을 학습한다. 여기서 중력과 서로 다른 극성을 띤 자기체에서의 자기력은 두 물체 사이에서 서로 끌어당기는 상호 작용하는 인력이라는 동일한 성질이 있음을 학습하였다. 그리고 7학년의 첫 단원이자 지구과학에

해당하는 ‘지구의 구조’ 단원에서 지구 내부의 외핵이 액체라는 점과 외핵의 주성분이 철이기 때문에 지구의 자기장을 형성 한다는 내용을 학습하였다. 특히, 9차시에서 발표를 할 때, 학생들은 7학년 수업 중에 시청한 영화 ‘코어(Core)’에서 와 같이 핵폭탄을 행성 내부에 가져가 폭발시켜서 자기장을 강하게 하면 중력이 커질 것이라고 하였다. 이와 같이, 물리와 지구과학에서의 두 가지 학습 내용이 학생들 정신 모델 속에서 서로 섞이면서 중력의 세기를 크게 하는 방법은 자기력을 이용하면 된다는 오개념을 유발한 것으로 보인다. 이는 비록 오개념이기는 하지만, 생명체를 살게 하는 조건 중 하나로 중력을 고려한다는 점이 의미가 있다고 볼 수 있다.

위성이나 고리의 이용도 5개의 활동지에서 표현이 되었는데, 목성 리모델링이 4개이고 토성 리모델링이 1개이다. 대체적으로 목성과 토성의 표면이 지구계 행성과 달리 암석권으로 되어있지 않다는 생각이 주요했다. 위성으로부터 암석을 공급받아 목성의 표면에 암석권을 형성하려는 시도가 보인다. 또 일부는 목성 자체에 생명체가 살기 힘들며 차라리 목성의 위성을 리모델링하려고 하였다. 또한, 토성의 고리가 얼음과 암석으로 되어있다는 조사를 바탕으로 고리에 열을 가하여 얼음으로부터 물을 얻어 사용하려는 생각이 나타났다.

그 밖에 자기장의 이용이 2개의 활동지에 나타났으며, 광학 이용, 온난화 이용, 지구와 같은 자전축 생성 등이 활동지에 1회씩 나타났다. 광학 이용은 Fig. 4와 같이, 화성의 극관의 얼음을 녹여서 물을 얻는 과정에서 나타났다. 볼록렌즈가 빛을 모으는 도구라는 학습내용은 7학년에서 배운 내용이다. 그리고 5차시에서 망원경의 원리를 학습할 때, 볼록렌즈와 오목거울에서의 광학적 특성을 다시금 학습하였다. 학생들은 화성이 지구보다 태양으로부터 거리가 멀어 태양에너지가 상대적으로 부족하다는 점을 볼록렌즈를 이용하여 극복하고자 한 것으로 보인다. 온난화의 이용은 Fig. 9와 같이 화성 리모델링에서 나타났다. 이 모듈의 학생들은 리모델링 과정을 단계적으로 나타내고 있다. 프레온 가스에 의한 지구 온난화로 기온이 상승한다는 것에 착안하여 화성의 기온을 높이고 태양 에너지를 이용하여 극관의 물을 생성해서 화성에 생명체가 살 수 있는 기본 환경을 형성한다. 그 다음 단계로 나무와 같은 식물을 심어 이산화탄소의 옅은 대기를 지닌 화성의 대기 환경에 식물의

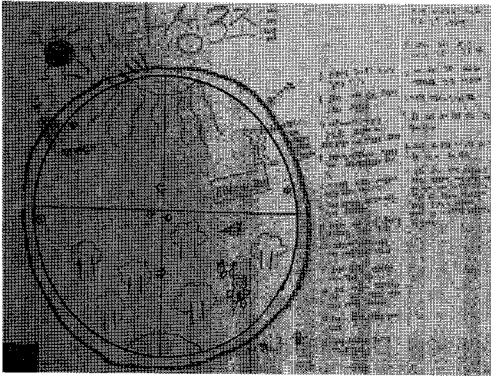


Fig. 9. Drawing represented global warming.

광합성으로 인한 산소의 형성 등으로 환경을 더욱 발전시킨다. 그리고 마지막으로 동물을 이주시켜서 살아갈 수 있게 표현하고 있다. 물론 많은 비약과 오개념이 포함되어 있기는 하지만, 학생들이 지구에서는 부정적 인식으로 환경 문제로 이슈화되고 있는 프레온 가스에 의한 지구 온난화를 역발상을 통하여 화성에서 이용하고 있다는 점이 이채롭다.

이와 같이, 과학의 이용은 행성의 특성과 학생들이 사전지식에 따라 다양하게 나타나고 있다. 학생들의 사전지식은 대부분 이전 학년인 7학년에서 학습한 내용이 많이 사용되고 있었다. 그리고, 학생들이 과학의 여러 분야 중에서 중요하다고 생각하거나 관심을 두는 정도에 따라 나타난 양상이 다른 것으로 보인다.

결론 및 제언

본 연구에서는 ‘과학’ 교과 중 9학년을 대상으로 ‘지구와 별’ 단원의 지구계 교육(ESE) 수업 모듈 개발하였다. 특히, 지구계 이해(ESU) 중 지구의 심미적 가치를 강조하는 것에 초점을 두었다. 학생들이 수업 중 지각활동을 통하여 형성된 인지구조를 탐색하기 위하여 그리기 분석틀을 표현 주제별로 범주화 하여 인지구조의 특성을 살펴보고, 지구계의 구성 요소와 과학과 기술의 이용별로 분류하여 인지구조의 내용적 특성을 살펴볼 수 있도록 개발하였다. 그리기 분석을 통하여, 학생들이 행성을 리모델링하는 문제 해결 과정에서 지각한 내용을 선행지식과 지구계 수업에서 획득한 지식과 결합하여 새롭게 구성된 학생들의 인지구조를 파악할 수 있었다. 연구를 통해 유추된 몇 가지 결론과 제언을 제시하면 다음과 같다.

첫째, 학생들은 주로 행성을 리모델링하는데 있어서

지구와 유사하며 긍정적인 인지 모델을 지니고 있었다. 학생들은 현재까지 알려진 바로 유일하게 생명체가 살 수 있는 행성체인 지구를 기준으로 삼고 있다는 것을 알 수 있다. 즉, 학생들은 지구를 유일하며 이름답고 매우 가치 있는 행성으로 다른 행성에 생명체가 살 수 있도록 리모델링하는데 표준 모델로 삼고 있는 것이다. 이를 통하여, 지구계 수업 모듈을 개발할 때 초점을 두었던 지구계 이해 1(ESU #1)이 비교적 잘 반영되었다는 것을 확인할 수 있다.

둘째, 학생들은 행성을 리모델링하는데 있어서 지구계 구성 요소인 하위계(subsystems)를 표현하고 있어 지구계 이해 4(ESU #4)가 잘 나타나고 있었으며 그 중 생명체가 살 수 있도록 변화를 주어야 하는 환경으로는 수권과 대기권을 가장 중요한 하부계로 인식하고 있었다. 특히 하부계 하나만을 표현하는 것이 아니라, 두 가지 이상의 하부계가 서로 공존해야 한다고 인지하고 있었다. 또한 대체적으로 학생들은 생물권에 대하여 인간 중심의 문명과 동식물 중심의 자연이 서로 상호작용으로 생성되고 유지된다고 인식하고 있었다. 이러한 점에서 이 활동을 통하여 그림으로 표현된 학생들의 인지구조에는 지구적 소양(Earth Literacy)이 잘 나타나고 있다. 나아가 학생들이 각 하부계가 단절된 것이 아니라 서로 유기적으로 시스템을 이루고 있는 것으로 생각하고 있는 것으로 보인다. 이는 ‘지구와 별’ 단원을 가르칠 때, 교사는 지구계 교육과 같이 시스템적으로 구성된 교육 내용으로 구성해야 할 것이다.

셋째, 학생들은 행성을 리모델링하는 과정에서 과학과 기술의 이용이라는 내용적 측면에서 다양한 선행지식과 배경지식을 사용하고 있었다. 특히 물의 생성과 행성 자원의 이용 그리고 광합성이 가장 많이 등장하였다. 여기서는 지구계 이해 3(ESU #3)가 내재되어 있다. 학생들이 생명체가 살 수 있게 하는 과학적 문제를 해결하는데 있어서 단원에서 지구계 수업에서 학습한 내용 중 각자의 선행지식과 배경지식과 결합하여 학생들이 중요하다고 생각하는 요소로 구성된 인지구조의 내용이 그림으로 나타난 것이다. 특히, 지구계 수업을 하는 중에 받은 영향이 화성 리모델링에서 물을 획득하는 방법에서 많이 나타났다. 이를 통하여 교사는 학생들에게 지적 자극이 될 수 있는 최신의 과학 정보를 수업 전·후 그리고 수업 중에 충분히 제공해 줄 수 있어야 한다. 또한 학생들의 잘못된 선행지식과 배경지식 그리고 지식들 간의

잘못된 연결 고리까지 고려하여 학습 내용을 시스템적으로 구성해야한다.

마지막으로, 학생들은 그리기를 통하여 수업 중 발표나 글쓰기로 자신의 생각을 표현하지 못한 부분을 많이 나타내고 있음을 알 수 있다. 그동안 과학교육 연구는 주로 학생들의 학습 결과물 중에서 지필 평가 형태의 평가지와 설문지 결과 분석이나 글쓰기 분석과 같은 문자나 문자화 할 수 있는 언어에 치중해왔다. 반면 최근의 멀티미디어 학습 환경을 고려한 다른 형태의 언어나 표현에 대한 연구는 부족한 실정이다. 이러한 점에서 학생들이 그림이나 음악, 행동 등과 같이 다양한 표현을 할 수 있는 수업 모듈의 개발과 그것을 분석할 수 있는 연구가 지속될 필요가 있음을 시사한다.

이번 연구의 연구 대상인 학생들이 그린 그림은 모듈별 활동의 결과물이다. 추후 연구에서 모듈 내에서 어떠한 토의 과정을 걸쳐 의사가 결정되어 그림으로 표현되는지와 남학생으로만 구성된 모듈 내에서의 연구인 한계를 벗어나 여학생 혹은 남녀 혼성으로 구성된 모듈 내에서의 그림으로 표현되는 인지구조의 특성을 살펴볼 필요가 있다.

참고문헌

강경원, 2000, 아동의 그림을 통해 본 공간인지와 조작능력. 한국지역지리학회지, 6, 83-99.

김성일, 1997, 사이버스페이스에서의 의사소통, 인지 및 학습패러다임의 변화. 한국심리학회 춘계심포지움, 95-128.

송지영, 2006, Earth comm을 활용한 지구계 교육 프로그램이 중학생의 시스템 사고에 미치는 영향. 서울대학교 석사학위 논문, 76 p.

신지영, 정복문, 김영식, 2008, 인지구조를 고려한 중학교 정보 교과서 내용 구성 방안에 관한 연구. 한국컴퓨터교육학회지, 11, 13-22.

신동희, 이양락, 이기영, 이은아, 이규석, 2005, 지구 환경을 고려한 미래 지향적 지구 과학 교육 과정 제안. 한국과학교육학회지, 25, 239-259.

오은정, 2008, '대기 중의 물' 중요 개념에 대한 학생들의 정신적 표상 분석. 서울대학교 석사학위논문, 91 p.

유은정, 이선경, 김찬중, 2007, 야외지질답사 보고서에 나타난 과학영재학생들의 지구계 이해와 지구계 의미 생성 탐색. 한국지구과학회지, 28, 671-683.

이선화, 2007, 교수전략으로서 시각적 이미지 연상 유도를 활용한 수업에서의 학습자 반응 연구. 서울대학교 석사학위 논문, 117 p.

이정아, 맹승호, 김찬중, 2007, 지구계 교육에 대한 과학 교사의 인식과 지향: 사례연구. 한국지구과학회지, 28, 705-717.

임은경, 1998, 지구계 교육의 현장적용에 관한 연구. 한국교원대학교 석사학위 논문, 69 p.

임은경, 홍상욱, 정진우, 2000, 지구계 교육의 현장적용에 관한 연구. 한국지구과학회지, 21, 93-102.

정진우, 김윤지, 정구송, 2007, 물의 순환에 대한 예비 지구과학 교사들의 인식. 한국지구과학회지, 28, 697-704.

정진우, 우종욱, 김찬중, 임정환, 이연우, 소원주, 정남식, 이경훈, 이항로, 홍성일, 윤선진, 정철, 박진홍, 1999, 지구과학교육론. 교육과학사, 서울, 422 p.

조규성, 강현아, 2002, 지구계 교육 프로그램의 적용에 따른 학습자의 반응: 지구 기후 게임을 중심으로. 한국지구과학회지, 23, 299-308.

조규성, 이광호, 장지영, 강현아, 2006, 10학년 과학수업에서 지구계 교육 프로그램 적용 방안 및 학생 반응: 화산폭발과 기후변화를 중심으로. 한국지구과학회지, 27, 251-259.

조영남, 1991, 인지양식과 수업 전·후 방략으로서의 목표에 따른 학습성과 분석. 교육학 연구, 29, 142-156.

Alerby, E., 2000, A way of visualising children's and young people's thoughts about environment: A study of drawings. Environmental Education Research, 6, 205-222.

Bower, G.H., 1975, Cognitive psychology: An introduction. In Estes, W.K. (ed.), Handbook of learning and cognitive process(Vol. 1) Introduction to concepts and issues. Erlbaum, NJ, USA, 25-80.

Edens, K.M. and Potter, E., 2003, Using descriptive drawings. School Science and Mathematics, 103, 135-144.

Johnson, D.R., 2006, Earth system science: A model for teaching science as state, process and understanding? Journal of Geoscience Education, 54, 202-207.

Kosslyn, S.M., 1994, Image and brain: The resolution of the imagery debate. MIT Press, Cambridge, USA, 516 p.

Mayer, R.E., 2001, Cognitive constraints in multimedia learning: When presenting more material results in less learning. Journal of Educational Psychology, 93, 187-198.

Mayer, R.E. and Moreno, R., 2003, Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning. Educational Psychologist, 38, 43-52.

Mayer, V.J., 1993, Earth systems Science. The Science Teacher, 58, 34-39.

Mayer, V.J., 1995, Using the earth system for integrating the science curriculum. Science Education, 79, 375-391.

2008년 7월 7일 접수
2009년 1월 15일 수정원고 접수
2009년 1월 22일 채택

부 록

Appendix 1. ESE Teaching Model Outline about “Earth and Star” unit

차시	단원	ESE	ESU
1	단원 소개 및 도입	지구의 푸른색과 녹색에 초점을 맞추어 생명체가 살아 숨 쉬는 곳과 그 속의 문명을 비롯한 지구 시스템의 상호작용에 대한 소개 및 ‘우주송’ 부르기 -BBC의 ‘행성 지구’ 동영상을 통하여 지구의 극에서 적도까지의 모습과 계절에 따른 변화를 통해 아름다운 살아 숨 쉬는 지구를 설명	#1 지구의 심미적 가치 #2 지구에 대한 책임의식 #4 지구계 상호작용
2	1. 지구는 정말로 둥근 모습일까?	지구의 모양(세계관)에 대한 과거 미술작품 또는 상상도를 보여주며 수업(과학사 이용) -‘행성송’ 노래 모듬별로 만들기	#1 지구의 심미적 가치 #3 과학적 문제 해결 방법 #7 지구계 관련 직업
3	2. 지구는 얼마나 클까?	-우주공간 속의 나를 생각해 볼 수 있는 동영상 자료 -에라토스테네스의 지구 크기 구하는 법 학습	#1 지구의 심미적 가치 #5 지구의 깊은 시간 #6 태양계 속의 지구
4		-지구본을 이용한 지구 크기 측정(실험)	#3 과학적 문제 해결 방법
5	3. 우주를 향한 창-망원경과 우주 탐사선	-우주의 기원 및 과정, 진화를 연구하는 사람들에 대한 소개(과학사 이용) -망원경의 원리 학습	#2 과학적 문제해결 방법 #6 태양계 속의 지구 #7 지구계 관련 직업
6	4. 달과 태양의 모습은	-NASA 홈페이지를 이용하여 다양한 태양과 달 사진 보여주기 -달과 태양 관련 진래 동화, 미술작품 활용(명화, 서적 이용)	#1 지구의 심미적 가치 #6 태양계 속의 지구
7	5. 행성에는 생명체가 살고 있을까?	-화성 탐사 비디오 시청 -명왕성 퇴출에 관한 논의 -태양계 행성 특성 조사하기(과제학습)	#1 지구의 심미적 가치 #2 지구에 대한 책임의식 #3 과학적 문제 해결 방법
8		-모듬별로 태양계 행성 리모델링 활동	#4 지구계 상호작용 #6 태양계 속의 지구
9		-모듬별로 활동 결과 발표 및 태양계 ‘행성송’ 만들어 부르기	#7 지구계 관련 직업
10	6. 오늘밤에는 어떤 별자리를 볼 수 있을까?	-인간의 삶과 별자리(별자리 이용 이야기) -Starry night 활용하여 별자리 학습(신화 소개)	#1 지구의 심미적 가치 #3 과학적 문제해결 방법 #6 태양계 속의 지구
11	7. 태양과 북극성 중 어느 것이 더 밝을까?	-Starry night 활용하여 천체 학습	#1 지구의 심미적 가치
12	8. 별들의 고향-성단성운	-NASA에서 다양한 천체 사진 감상	#6 태양계 속의 지구 #7 지구계 관련 직업
13	9. 은하수의 정체는?		

※3, 8, 9 차시는 교육생 실습에 참여한 예비교사가 수업을 진행하고 연구자가 참관 및 영상장비로 녹화함

Appendix 2. Syllabus Planning of Planet-remodeling Activity

교과	과학	학년·반	2학년	학습형태	조별협동학습(5-6인 1조)
단원	3-(3)	차시	7~9/15	학습자료	4절지, 행성에 대한 조사자료, 색연필, 사인펜 등
학습주제	♣ 태양계의 여러 가지 행성과 위성				
학습목표	♣ 태양계의 여러 가지 행성과 위성의 조건을 변화시켜 생명체가 살 수 있도록 리모델링해본다.				
사전활동	<ul style="list-style-type: none"> 노래를 개사하여 과학송(행성송) 만들어 오기(2차시에 과제 제시) 선택한 행성의 특성에 대하여 조사한다(7차시에 과제 제시) 				
7차시 수업개관	<ul style="list-style-type: none"> 화성 탐사 비디오 시청 명왕성 대출에 관한 기사를 읽고 논의하기 각 모둠별로 수성, 금성, 화성, 목성, 토성(행성)과 달(위성) 중 한 개를 선택 한다 				
8차시 수업개관	<ul style="list-style-type: none"> 조사해온 행성에 대한 내용을 읽고, 각 행성을 생명체가 살 수 있도록 조건을 변화시키는 활동을 한다(지구의 경우 이미 생명체가 살고 있으므로 아주 극한 상황을 가정하여 생명체가 살 수 있도록 조건을 만드는 활동으로 대체한다). 활동은 4절지를 세 부분으로 나눠 다음과 같이 만든다.(색선의 위치는 변경 가능) 				
	학생		교사		
	<ul style="list-style-type: none"> 조원 각자가 조사해 온 행성에 대한 내용을 읽고, 조원들과 각 행성을 생명체가 살 수 있도록 조건을 변화시키기 위한 협의 활동을 한다. 4절지를 세 부분으로 나눠 다음과 같이 만든다. (색선의 위치는 변경 가능) 		<ul style="list-style-type: none"> 지구의 경우 이미 생명체가 살고 있으므로 아주 극한 상황을 가정하여 생명체가 살 수 있도록 조건을 만드는 활동으로 대체한다 조별 활동을 돌아보며 활동을 장려한다. 		
	행성의 조건을 변화시킨 그림 자유롭게 표현			행성의 특징	행성에 생명체가 살 수 있도록 변화시킴
	√ 지도상의 유의점 활동이 시간내에 끝나지 않은 경우 과제활동으로 남긴다.				
9차시 수업개관	학생		교사		
	<ul style="list-style-type: none"> 1차시에 완성된 작품을 조별로 발표한다. 발표가 끝난 조는 이전에 만들었던 과학송을 부르며, 과학송을 부르는 동안 다음 조가 나와서 발표 준비를 한다. 		<ul style="list-style-type: none"> 조별 발표가 끝나면 교사가 발표 내용을 정리하고 보충 설명을 해준다. 모든 조의 활동이 끝나면 교실 뒤편이나 복도에 완성된 작품을 전시하여 수업 후에도 학생들이 읽어볼 수 있도록 한다. 		