

# 지구계 주제 중심의 지구과학 모듈 개발 및 적용

이효녕\* · 권영륜

경북대학교 과학교육학부 지구과학교육전공, 702-701, 대구광역시 북구 산격동 1370

## Development and Application of Earth Science Module Based on Earth System

Hyonyong Lee\* and Young-Ryun Kwon

Major of Earth Science Education, School of Science Education, Kyungpook National University, Deagu 702-701, Korea

**Abstract:** The purposes of this study were to develop an Earth systems-based earth science module and to investigate the effects of field application. The module was applied to two classrooms of a total of 76 second-year high schoolers, in order to investigate the effectiveness of the developed module. Data was collected from observations in earth science classrooms, interviews, and questionnaires. The findings were as follows. First, the Earth systems-based earth science module was designed to be associated with the aims of the national Earth Science Curriculum and to improve students' Earth science literacy. The module was composed of two sections for a total of seven instructional hours for high schoolers. The former sections included the understanding of the Earth system through the understanding of each individual component of the system, its characteristics, properties and structure. The latter section of the module, consisting of 4 instructional hours, dealt with earth environmental problems, the understanding of subsystems changing through natural processes and cycles, and human interactions and their effects upon Earth systems. Second, the module was helpful in learning about the importance of understanding the interactions between water, rock, air, and life when it comes to understanding the Earth system, its components, characteristics, and properties. The Earth systems-based earth science module is a valuable and helpful instructional material which can enhance students' understanding of Earth systems and earth science literacy.

**Keywords:** Earth systems, module, Earth science, Earth environment

**요약:** 이 연구의 목적은 우리나라 과학교육 현장의 환경과 현실에 적합한 지구계 주제 중심의 지구과학 모듈을 개발하여 현장에 적용하고 그 효과를 분석하는 것이다. 모듈의 개발을 위해 98명의 인문계 고등학교 학생들을 대상으로 선택된 13개의 지구환경문제에 대한 인식 조사를 실시하였다. 개발된 모듈의 적용에 따른 효과를 조사하기 위해 고등학교 2학년 2개 학급의 76명을 대상으로 정규 지구과학 수업 시간에 적용하였고, 학생들의 활동의 관찰, 면담, 설문지를 통하여 자료를 수집하고 분석하였다. 연구 결과를 정리하면 다음과 같다. 첫째, 모듈은 고등학교 지구과학 I 교과서의 '지구의 구성' 단원에서 다루고 있는 내용을 모두 포함하며, 그 내용을 중심으로 모듈의 주제를 선정하고 세부 활동을 개발하여 구성하였다. 총 7차시(3주) 분량의 모듈을 개발하였고, 개발된 모듈을 구성하는 각각의 활동들은 교과서에 순서에 따라 서로 연계가 될 수 있게 구성되었으며, 고등학교 교육과정 해설서에서 제시되어 있는 학습 목표들과 일치하도록 구성하였다. 모듈의 전반부는 지구 환경을 구성하는 요소인 기권, 수권, 암권, 생물권을 이해하고 그 요소들의 특징을 학습하고, 전지구적인 관점에서 이들 요소들의 상호작용이나 인간 활동과의 연계성을 다룬다. 대부분의 활동들은 모둠별 협동학습을 통하여, 학생 주도적인 활동이 되도록 개발되었다. 모듈의 후반부는 4차시로 구성되어 있으며, 지구계에서 일어나는 에너지 순환과 물질의 순환(물, 탄소, 이산화탄소 등)을 통하여 지구계 내의 상호작용을 이해하는 것을 활동 목표로 하였다. 둘째, 개발된 모듈을 정규 지구과학 수업 시간에 적용한 결과를 살펴보면, 개발된 모듈을 통하여

\*Corresponding author: hlee@knu.ac.kr  
Tel: 82-53-950-5917  
Fax: 82-53-950-5946

지구환경의 구성요소와 각 권들과 관련된 개념의 학습에 효과적인 것으로 조사되었고, 학생들이 활동들을 통하여 지구계를 구성하는 암권, 수권, 기권, 생물권의 특성과 세부 개념들에 대해 학습하는데 도움이 되었다고 응답하였다. 개발된 지구계 주제 중심 모듈의 학습을 통해서 학생들의 지구환경과 구성요소에 대한 지식을 습득하고, 이해가 향상되었다. 지속적으로 지구계나 지구환경문제를 다루는 모듈이 개발된다면 학생들의 지구과학적 소양의 함양을 향상시킬 것으로 기대된다.

주요어: 지구계, 모듈, 지구과학, 지구환경

## 서론

1980년대 후반부터 과학과 기술의 발달은 인공위성을 통하여 지구환경에 대한 많은 양의 자료들을 수집할 수 있게 되었고, 컴퓨터의 발달에 힘입어서 그동안 정확하게 알지 못했던 지구 환경에 관련된 여러 현상들을 재해석하고 원인과 과정 등을 밝혀내게 되었다. 지구환경과 관련되어 발생하는 현상들이 지구계의 기본적인 구성요소라 할 수 있는 지권(Geosphere), 대기권, 수권, 생물권 사이의 상호작용에 의한 산물임이 밝혀졌다(이창진, 2003; ESSC, 1988; Mayer, 1991a, 1993; Lee and Jax, 2004). 가장 활발하게 연구되고 밝혀진 예는 지구온난화이다. 남극의 빙핵(ice core) 연구를 통해 대기 중의 이산화탄소의 양과 기온이 밀접하게 관련이 있다는 것을 밝혀냈고, 산업화 이후부터 활발해진 인간의 활동에 의해 초과 배출된 이산화탄소 등의 온실가스에 의해 지구는 점점 온난화 되어 가고 있다. 지구 온난화는 항구도시와 현재 해안가의 지도를 바꾸고 있으며, 생물권 등에 다양하게 영향을 주고 있다. 옛날의 자연과 더불어 살았던 인간의 활동들이 지금은 지구계의 구성요소들에게 영향을 주고 있는 것이다. 앞으로 이 지구는 점점 더 온난화 되어갈 것이며, 많은 과학자들은 우리의 미래에 정말 심각한 문제들을 유발하게 될 것이라 예언하고 있다(UN이 정한 지구의 해 한국 위원회, 2008).

이러한, 인간 활동에 기인한 지구온난화의 문제는 최근 들어 지구환경을 구성하고 있는 요소들 간의 상호작용이나 영향에 초점을 맞추어서 국내외의 학교 현장에서 다루어지고 있다(Kali, et al., 2003; Kim and Kwak, 2004; Lee, 2002). 현재 학생들은 과거와 비교하여 많은 지구환경적인 이슈나 문제를 일상생활 속에서 접하고 있고, 그들은 앞으로 이보다 더한 문제들이 산재한 지구환경시대를 살아갈 것이다. 우리나라를 포함하여 세계적으로 많은 국가에서는 지구환경시대에 필요한 과학교육의 방향과 글로벌시대에 요

구되어지는 과학 지식과 기본적인 이해를 효과적으로 교수-학습하기 위한 관심과 연구가 집중되고 있는 추세이다(Kali, et al., 2003; Kim and Kwak, 2004; Lang, 2002; Hlawatsch, et al., 2003).

현대 과학교육에서는 지구환경시대를 살아가면서 접하는 지구환경문제나 이슈에 대하여 학생 스스로의 의사결정이나 문제해결을 위해 요구되는 새로운 과학적 소양의 함양에 관심을 가지고 있다. 지구환경시대에 필요하고 갖추어야 할 지구과학적 소양은 다른 점을 포함하고 있다. 가장 다르게 강조된 내용은 지구환경적인 개념과 과정에 대한 지식과 이해 그리고 지구환경에 대한 가치와 윤리 교육의 내용을 포함하는 것이다. 급격히 발전하는 지구환경시대와 과학기술의 사회를 살아가기 위해서는 지구환경과 관련된 지식과 이해가 더 요구되어 졌으며, 지구환경에 관련된 문제나 이슈에 관련하여 개인적인 의사 결정, 사회적, 문화적 사건의 참여, 경제적 생산성을 위해 필요한 지식과 이해가 더 강조된 것이다. 아울러, 하나뿐인 지구환경을 보존하기 위해 지구환경에 대한 심미적인 가치, 책임의식 혹은 감사 의식에 대한 내용이 포함되어 교육되어지고 있다(임은경 외, 2000; 이효녕, 2006; 조규성과 강현아, 2002; Lee, 2002; Mayer, 1991a, 1991b, 1997, 2002, 2003; Mayer et al., 2007; NRC, 1996). 지구환경시대에 새롭게 요구되어지고 강조된 과학적 소양을 함양 시키는 것이 중요한 현대 과학교육의 목표가 되고 있다. 위에서 언급된 과학적 소양의 배양을 위해서 지구계 중심의 주제를 사용한 지구과학 모듈이나 프로그램 등을 개발하여 현장에 적용하고 효과에 대하여 연구하는 것이 세계적인 추세이며 동향이다(신동희, 2000; 신동희 외, 2005; 이효녕, 2006).

### 국외 동향

지구환경시대에 필요한 과학적 소양의 함양은 세계의 많은 나라에서 이미 과학교육의 목표로 설정되어 있으며, 지구계 중심의 주제를 사용한 모듈이나 프로

그램을 개발하여 사용하고 있다. 대표적인 몇몇 서양의 나라들을 살펴보면, 미국, 독일, 이스라엘, 프랑스, 영국에서는 기존의 과학교육의 내용에 더하여 지구환경적인 주제나 문제 등을 다루는 교과 내용이나 활동 프로그램 등을 활발히 개발하고 현장에 적용하고 있다. 1990년대 초부터 미국에서는 대학을 중심으로 지구계 관련 주제를 가지고 거시적으로 과학교과를 통합하려는 연구가 수행되기 시작했으며, 다양한 통합과학 혹은 지구과학 모듈이나 프로그램이 개발되었다. 현재는 미국의 30개가 넘는 주에서 다양한 형태로 중등학교 통합과학에 적용되고 있다. 가장 대표적인 과학교육과정의 하나는 미국의 American Geological Institute에서 2000년에 개발되어 많은 일선 학교에서 사용하고 있는 EarthComm(Earth System Science in the Community)이다. 이 과학교육과정의 기본 교과의 내용을 살펴보면 지역사회와 관련된 ‘지구계’에 관련된 주제나 이슈들을 중심으로 구성되어 있다(AGI, 2005; Park, 2001).

다음으로 독일의 예를 살펴보면, 독일에서는 과학 과목이 물리, 화학, 생물로 분화되어 있으며, 그동안 지구환경적인 내용을 다루고 있는 교과가 없었다. 그러나, 2000년부터 시작된 “Das System Erde(Earth as a System)”라는 국가수준의 프로젝트를 통하여 지구환경의 내용(지구의 자원 및 자연 재해가 독립된 영역으로 포함)을 포함하는 독립된 교과와 내용 개발을 하고 있다. 이스라엘에서는 다른 유럽 국가들에 비하여 많은 연구 결과를 바탕으로 프로그램을 개발하여 현장에 적용하고 있는 나라 중에 하나이다. 시스템사고능력배양을 중요 목표로 두고, 지구계에 관련된 주제 중심(예, 물질과 에너지의 순환)으로 과학 교과의 내용을 선정하고 교수-학습 등의 전략과 접근 방법 등을 개발하여 교실과 야외학습현장에 적용하고 있다. 아울러, 지구계 중심의 과학교육과정 개발과 그 적용 효과에 대한 연구가 활발히 수행되고 있다(Lang, 2002; Hlawatsch, et al., 2003).

프랑스의 경우도 물리, 화학, 생물 교과 이외에 ‘생명 과학과 지구과학’이란 교과에서 전통적인 지구과학 교과의 내용 이외에 지구시스템과학에서 강조하고 있는 하위계(지권, 수권, 대기권, 생물권)의 상호작용과 인간에 대한 영향, 지구환경 문제들이나 자연재해에 대하여 다루고 있다. 영국에서는 여러 과학교과(지리교과에서도 일부 내용을 다룸)에 분산되어 지구환경적인 개념, 주제, 그리고 인간 활동으로 인한 지구

환경변화에 대한 내용들이 다루어지고 있다. 호주에서도 지구의 자원, 자연재해나 인공적인 재난, 환경 문제 등의 내용이 과학교과 내용의 30% 이상 차지하고 있다(신동희 외, 2005; 김찬중 외, 2008).

아시아에서는 일본, 싱가포르와 대만을 중심으로 지구환경시대에 대비한 새로운 교육과정 개발과 관련된 연구가 진행되고 있다. 일본에서는 새롭게 시행하고 있는 통합교과프로그램의 중심 주제로서 지구환경적인 개념들을 사용하고 있다. 싱가포르의 경우 시스템이란 아이디어를 과학교육과정의 구성에 적용하고 있으며, 대만에서도 지구환경의 내용을 과학교육과정에 적용하려는 기초적인 연구들이 진행되고 있다. 앞에서 살펴본 여러 나라의 과학교과 내용을 종합해보면, 전통적인 과학교과에 추가하여 지구환경과 관련된 내용(예, 지구의 자원 문제, 실생활과 지역 주변에 관련된 지구환경 문제, 재해, 그리고 인간 활동의 지구환경에 대한 영향과 상호작용)등을 중요하게 다루고 있다(신동희 외, 2005; Kim and Kwak, 2004).

**국내 동향**

우리나라에서는 현행 7차 교육과정에서 그 동향을 찾아 볼 수 있다. 국민 공통 기본 교육과정의 과학을 이수한 학생을 대상으로 하는 ‘지구 과학 I’은 과학 기술, 정보 사회의 시민으로서 ‘지구과학적 소양’을 갖추도록 하기 위한 과목이라고 기술하고 있다. 아울러, 지구환경시대의 지구과학적 소양의 배양이 지구과학교육의 핵심적인 목표로 설정하고, 국민의 기본적인 ‘지구과학적 소양’을 기르기 위하여 지구환경시대에 요구되는 교육을 강조하고 있다(교육인적자원부, 2000).

예를 들어 살펴보면, 고등학교 10학년 과학 교과에서는 지구환경적인 문제나 주제(예: 엘니뇨, 지구온난화, 산성비 등)들을 부분적으로 다루고 있으며, Table 1에 제시된 것 같이 지구과학 I 교과에서는 지구환경,

**Table 1.** Earth systems related units and topics in Earth Science I textbook

	대단원	하나뿐인 지구
	중단원	지구 환경
지구과학 I	소단원의 주요 주제	지구 환경이란? 지구 환경의 구성 요소 물과 에너지의 순환 탄소의 순환 지구 환경 구성 요소들의 상호 작용

물질과 에너지의 순환과 그 구성요소들과의 상호작용에 대한 내용을 포함하고 있다(교육인적자원부, 2000).

2007년 개정 과학과 교육과정을 살펴보면 10학년 과학에 지구계(Earth systems)가 첫 단원으로 포함되어 있으며, 필수 탐구 부분에서도 지구환경에 관한 내용을 광범위하게 다루고 있다(교육인적자원부, 2007).

10학년에서 지구통합적인 관점을 제공할 수 있도록 지구 시스템 측면도 다룬다. 지구계 상호작용 부분을 10학년에 넣어서 지표와 대기의 상호작용, 대기와 해양의 상호작용 등을 다루어 유체와 고체 지구를 동시에 아우를 수 있는 단원을 설정한다(한국교육과정평가원, 2005, p. 161).

현재 10학년 과학교과서에서 지구환경문제를 다루고 있는 단원을 살펴보면, 학생들이 능동적으로 참여할 수 있는 탐구활동들은 포함되어 있지 않고, 지식 전달 중심으로 구성되어 있다. 차기 과학과 교육과정에서도 지구계가 확대 적용됨으로써 그 중요성이 부각되고 있지만, 관련 내용이 어떻게 구성되고 교수-학습적인 방법 구현될지의 숙제를 가지고 있다. 학교현장에서 적용할 수 있는 '지구계' 주제 중심의 지구과학의 모듈이나 프로그램은 부재하다. 김정률 외(2005)에 의해 과학탐구 능력 향상을 위한 지구과학 모듈이 개발된 적은 있으나, 지구계에 관련된 지구과학 모듈의 개발은 거의 이루어 지지 않고 있다.

차기 과학과 교육과정이 개정되어 적용되는 시점에서 우리나라 학교 현장에 적합한 지구과학의 모듈이나 프로그램의 개발이 절실하게 필요하며, 지구과학적 소양이나 지구계에 관련된 현장 적용 연구의 수행이 부족한 실정이다. 이 연구에서는 우리나라 과학 교육 현장의 환경과 현실에 적합한 지구계 주제를 중심의 지구과학 모듈을 개발하며, 개발된 모듈과 교수-학습 자료를 현장에 적용하고 그 효과를 분석하고자 한다.

### 연구의 목적

이러한 배경과 필요성에 의거해서 다음과 같은 목적을 달성하고자 한다.

첫째, 우리나라 과학교육 현장의 환경과 현실에 적합한 지구시스템 주제를 중심으로 모듈을 개발하고자 한다. 지구계 주제나 지구환경과 관련된 문제나 이슈 등을 중심으로, 지구계의 주요 구성요소간의 상호작용과 각 권들 사이의 물질과 에너지의 순환 등을 강조하는 내용을 다루는 모듈과 관련된 교수-학습 자료를 개발한다.

둘째, 개발된 모듈과 교수-학습 자료를 현장에 적용하고 그 효과를 분석하고자 한다. 개발된 모듈을 대도시 소재의 인문계 고등학교의 지구과학 I의 '지구의 구성' 단원의 수업을 중심으로 현장에 적용하고 개발된 모듈에 대한 효과를 분석한다.

### 용어의 정의

**지구계 (Earth system):** Earth System이란 용어는 '지구계' 혹은 '지구시스템'이라 사용되고 있으며, 이창진(2003)이나 신동희(2001)는 '지구환경'이라는 용어로도 사용하고 있다. 이 연구에서는 차기교육과정에서 사용하는 '지구계' 위주로 사용하였고, 일반적인 지구의 환경이란 의미로 '지구환경'이라는 용어도 사용하였다. 지구계는 지구 자체를 역동적인 하나의 큰 시스템으로 보고, 지구계를 구성하고 있는 하위계(지권, 수권, 대기권, 생물권)들 간의 상호 작용과 아울러 인간 활동이 각 하위계에 미치는 영향과 상호작용을 중요하게 다루고 있다(Mayer and Fortner, 1995).

**모듈(Module):** 모듈이란 실제로 수업을 수행하기 전에 교사가 완성해 놓은 계획이 아니라 교수-학습의 일부분으로서 매 순간 학생들의 참여를 통하여 지속적으로 개발되어 가는 것을 뜻한다. 실제 교실에서 학생들의 수업을 위해 계획되고, 수행 진행 동안 완성되어질 제안서이자 기본 틀이다(김정률 외, 2005).

## 연구 방법

이 연구는 Fig. 1과 같은 절차에 따라 수행되었으며, 세부적인 연구방법은 다음과 같다.

**지구환경문제에 대한 인식조사:** 지구 환경 문제에 대한 인식조사는 Lee and Fortner(2000)에 의해 개발되어 검증받고 적용되었던 설문지를 수정하여 사용하였고, 문헌조사를 통하여 선정된 13개의 지구환경 문제에 대하여 고등학생들의 인식을 조사하였다. 조사 내용은 1) 지구환경문제에 대한 학생들의 지식수준, 심각성, 체험 가능성, 2) 지식수준, 심각성, 체험 가능성 사이의 상관관계, 3) 심각한 지구환경문제, 4) 알고 싶은 지구환경문제, 그리고 5) 지구환경문제에 대한 정보의 출처를 포함하고 있다. 지구환경 문제의 인식 조사 결과(이효녕, 2008)는 모듈의 주제 추출 및 내용 선정에 반영하였다.



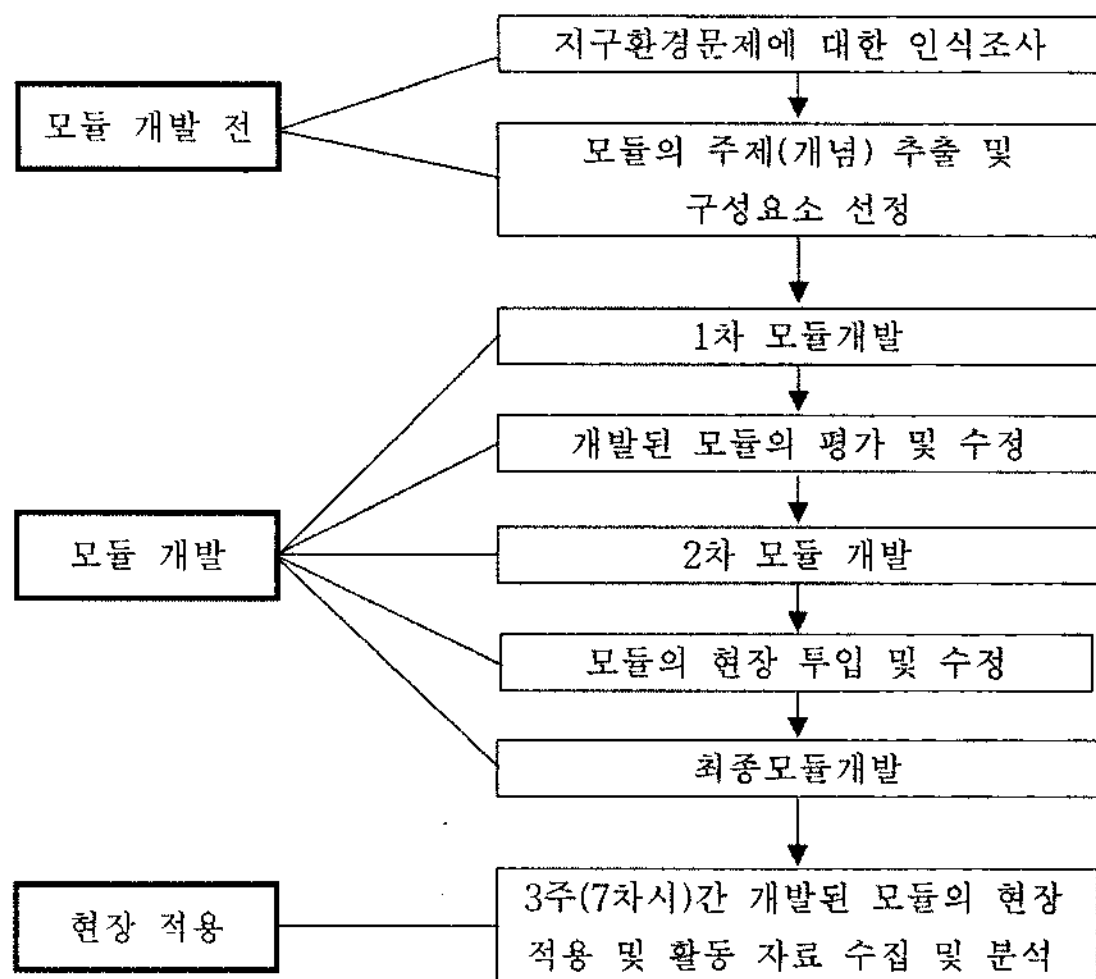


Fig. 1. Procedure of this study.

**모듈의 주제(개념) 추출 및 구성요소 선정:** 모듈은 학생들이 정해진 목표를 달성하는 것을 돕기 위해 고안된 일련의 계획적인 학습 경험을 담고 있는 수업 단위이다. 모듈의 내용은 학습 목표를 달성 할 수 있도록 체계적으로 구성되어야 한다. 우리나라 실정에 적합한 모듈을 개발하기 위하여 우선적으로 지구 환경 문제의 인식조사 결과(이효녕, 2008)와 모듈을 적용할 학생들이 사용하고 있는 교과서의 '지구 환경' 중단원의 내용을 중심으로 활동의 주제를 추출하였다. 추출된 중요 주제들을 기반으로 먼저 모듈의 기본 틀을 고안한 뒤 그 틀에 맞추어 모듈을 개발하였다.

**모듈 개발 및 기준:** 추출된 주제와 7가지 지구계의 이해틀(Seven Earth Systems Understandings Framework)을 기반으로 모듈을 개발하였으며, 지구계 교육에서 강조하고 있는 구성주의적인 교수-학습 방법(예, 협동학습)을 적용하였다(Mayer, 1991b; Mayer and Fortner, 1995; Mayer et al., 2007). 모듈 개발에 적용된 주요 기준을 정리하면 다음과 같다.

- 지구과학 교과서 중단원 '지구 환경'에서 제시된 주요 개념과 내용을 모두 포함할 수 있도록 구성
- 선정된 주제를 중심으로 하위계들 간의 상호 작용에 대한 내용을 추출하여 반영
- 지구과학적 소양의 함양 강조(예, 인간 활동의 지구환경에 대한 책임의식, 감사의식, 지구의 가치, 심미적 아름다움 등)
- 지구환경문제나 주어진 주제에 대한 해결방안을

협동학습이나 학생중심의 활동을 통하여 찾을 수 있도록 구성

1차 개발된 모듈은 3인의 학문 분야가 같은 국내의 지구과학교육 전문가들에게 타당성 검토를 통한 조언과 피드백을 받았다. 다음으로 5인의 고등학교 지구과학 교사들에게 연구 목적과 내용을 설명하고 개발된 모듈의 수준, 내용, 어휘 사용, 논리적 전개, 교수 방법 등의 영역에 자문과 평가를 의뢰하였다. 수렴된 내용에 대한 평가와 조언, 개선점 등을 중심으로 수정하고 보완하여 2차 모듈을 완성하였다.

**모듈의 예비 투입 및 최종 모듈 완성:** 지구과학교육 전문가와 현장 지구과학교사의 자문과 평가를 받아 수정한 모듈을 일반계 고등학교 2학년 39명으로 구성된 1개 학급의 수업활동에 예비 투입하였다. 모듈의 투입 동안 학생들이 자신의 의견을 자유롭게 표현하면서 활동할 수 있도록 하였으며, 학생들의 활동지와 비공식적인 면담자료를 통하여 모듈을 일부 수정하여 최종 모듈을 완성하였다.

**모듈의 현장 적용 및 활동 자료 수집 분석:** 최종적으로 수정된 모듈은 광역시 소재 일반계 고등학교 2학년 38명으로 이루어진 2개 학급의 정규수업에 적용하였다. 모듈의 투입은 3주간(7차시)에 걸쳐 지구과학 I 수업 시간에 지구과학실에서 이루어졌다. 모듈의 효과를 검증하기 위해 학생들의 활동 결과물, 발표 자료, 면담, 만족도를 묻는 설문지를 통해 자료를 분석하였다. 모듈의 만족도에 대한 설문 내용은 중학교 과학과 지구과학을 담당하는 교사 7인에게 내용 검토와 피드백을 받아서 개발하였다. 모듈에 대한 만족도 설문 조사는 네 개의 문항으로 구성되어 있으며, 각 문항에 대해 학생들이 선택한 이유에 대해 기술하게 하였다.

## 연구 결과 및 고찰

연구 결과는 연구의 목적의 제시 순서에 따라 개발된 모듈과 적용, 모듈의 효과의 순서로 기술하였다. 모듈의 상세한 내용 설명은 실제 현장 적용 시에 나온 산출물과 함께 설명하였다.

### 개발된 모듈과 적용

**모듈의 구성과 내용:** 지구과학 I 교과서의 대단원 '하나뿐인 지구'와 중단원 '지구의 구성'에서 다루고

**Table 2.** Major themes and contents in the module

제 목	차 시	모듈의 주제	주요 내용
지구 환경과 구성요소	1-2	지구 환경의 구성 요소 - 지구 환경이란 지구 환경을 구성하는 요소로 기권, 수권, 암권, 생물권을 구분	- 지구 환경의 이해 - 지구 환경의 구성 요소 - 지구의 모습 그리기 - 지구와 관련된 단어와 현상 분류하기 - 개념도 그리기 및 발표
	3	- 지구 환경 구성 요소들의 특징 기권, 수권, 암권, 생물권의 구조와 특성을 통하여 전 지구적인 관점에서 지구 환경의 구성을 이해	- 기권, 수권, 암권, 생물권 권역별 과학포스터 계획서 작성 - 권역별 구조와 특성을 반영하는 포스터 제작 및 발표
지구계의 상호작용	4	지구계의 상호작용 지구 환경을 구성하고 있는 각 권에서 일어나는 에너지 순환과 물질의 순환(물, 탄소, 이산화탄소 등)을 통하여 지구계 내의 상호작용을 이해	- 물질과 에너지의 순환 (예, 탄소의 순환 등)에 대한 4면 과학 신문 계획서 작성 - 물의 순환 - 탄소의 순환 - 과학 신문 제작 및 발표
	5	지구계의 상호작용 - 암석의 순환 활동: 주사위가 돌고 암석이 돌고	- 주사위 놀이를 이용한 암석 순환 활동 - 활동 결과 발표
	6-7	지구계의 상호작용 - 지구계 구성 요소들의 상호 작용 지구 환경 문제와 각 권의 상호 작용의 이해 및 인간의 활동의 지구계에 대한 영향에 대해 이해	- 지구계 내에서 일어나는 여러 자연현상이나 환경 문제 조사 활동 - 인간 활동의 지구계에 대한 영향: 마인드맵 작성 - 나의 미래와 지구 환경 주제의 보고서 작성

있는 관련 내용을 모두 포함하며, 그 내용을 중심으로 활동의 주제를 선정하여 구성하였다. 아울러, 지구 환경 문제에 대한 인식조사 결과를 반영하여 지구온난화나 엘니뇨와 같은 지구환경문제들도 다루었다(Table 2).

선정된 중요 주제들을 기반으로 제목, 수업개요, 학습 목표, 준비물, 활동안내서, 활동지, 과학개념, 지구계 이해, 핵심적 질문, 유의점 등의 기본 틀을 가지고 총 7차시(3주) 분량의 모듈을 개발하였다. 개발된 모듈을 구성하는 각각의 활동들은 교과서에 순서에 따라 서로 연계가 될 수 있게 구성되었으며, 고등학교 교육과정 해설서(교육인적자원부, 2000)에서 제시되어 있는 학습 목표들과 일치하도록 구성하였다.

**모듈의 전반부:** 3차시 분량으로 되어있는 모듈의 전반부에는 지구 환경을 구성하는 요소인 기권, 수권, 암권, 생물권을 이해하고 그 요소들의 특징을 학습하고, 전지구적인 관점에서 이들 요소들의 상호작용이나 인간 활동과의 연계성을 다룬다. 대부분의 활동들은 모듈별 협동학습 형태를 통하여, 학생 주도적인 활동이 되도록 개발되었다. 우선적으로 1차시에서는 학생들이 생각하는 지구의 모습을 그리고 지구와 관련된 단어와 현상을 떠올리고, 개념도 형태로 이들 내용을 분류하는 활동이다(Fig. 2).

지구계에 대한 내용을 다루기 전에 모듈별로 지구

의 모습을 그리고, 관련된 단어들의 브레인스토밍을 통하여 단어를 나열한다. 2차시에서는 모듈별로 작성한 내용을 서로 발표 하며, 앞선 과정에서 나왔던 내용들을 개념도 형태로 정리하고, 개념도로 형태 이외에 새로운 방법으로 재구성을 하게 하였다(Fig. 3).

3차시에서는 지구 환경 구성 요소들의 특징을 이해시키기 위해, 각 권역별 과학포스터를 작성한다. 포스터를 만들기 전에 계획서를 작성하고, 서로 의논한 후에 과학포스터를 제작하고, 모듈별 활동을 통하여 기권, 수권, 암권, 생물권의 구조와 특성을 파악하고, 전 지구적인 관점에서 지구 환경의 구성을 이해하도록 한다(Fig. 4).

**모듈의 후반부:** 모듈의 후반부는 4차시로 구성되어 있으며, 전반부에서 학습한 지구 환경의 구성과 각 권역 특성의 이해를 바탕으로 지구계에서 일어나는 에너지 순환과 물질의 순환(물, 탄소, 이산화탄소 등)을 통하여 지구계 내의 상호작용을 이해하는 것을 주요 학습 목표로 하였다. 4차시에서는 에너지 순환과 물질의 순환 (예, 탄소의 순환, 물의 순환)에 대한 4면짜리 과학 신문 계획서를 모듈별로 작성하고, 과학 신문을 제작하고 발표 하였다(Fig. 5).

5차시에서는 ‘주사위가 돌고 암석이 돌고’라는 제목의 주사위를 이용한 활동을 통하여, 지구계내의 암석의 순환에 대해 학습한다. 순환의 시간적 개념과

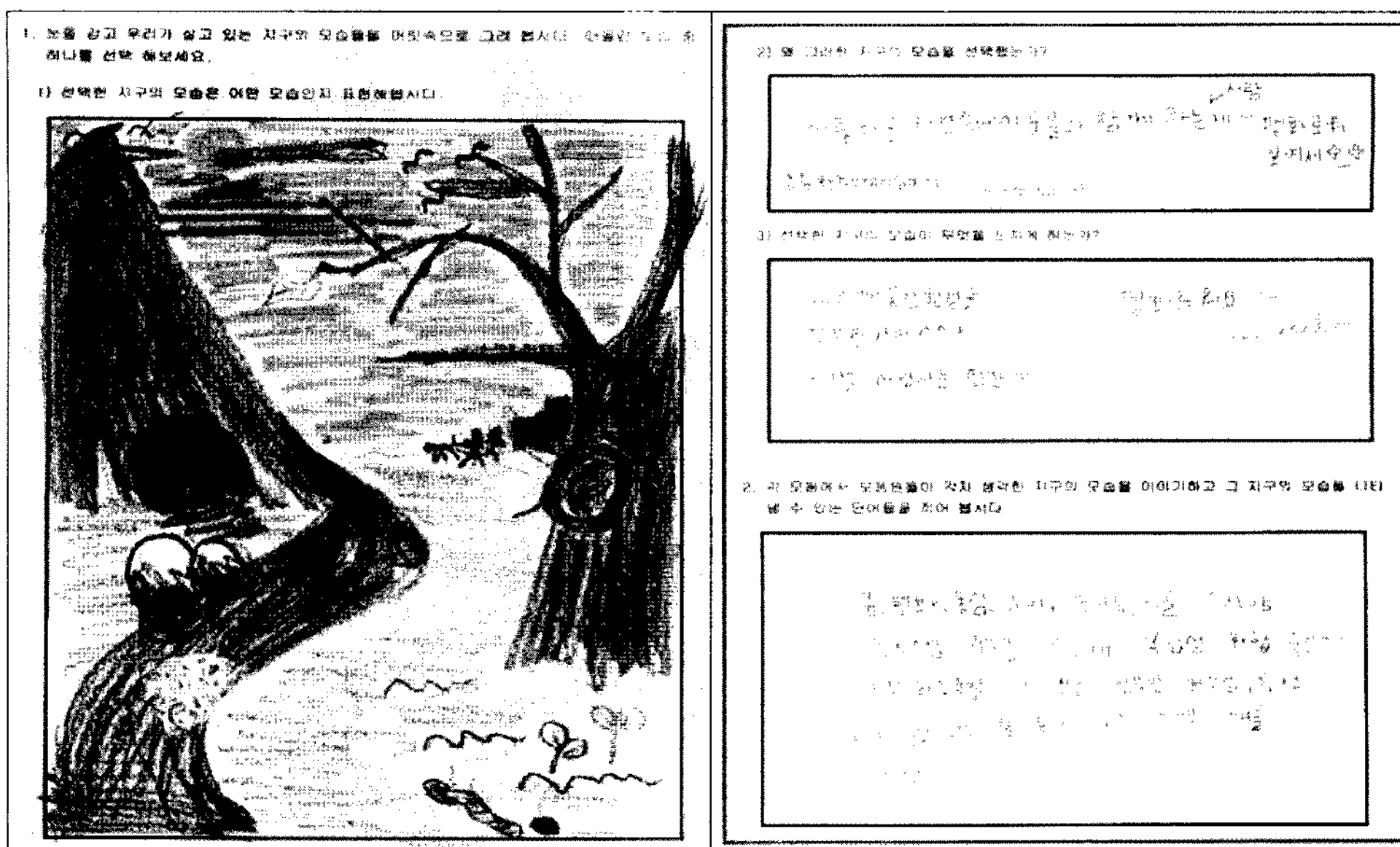


Fig. 2. Student's outcome from Activity: Earth as a system and its spheres.

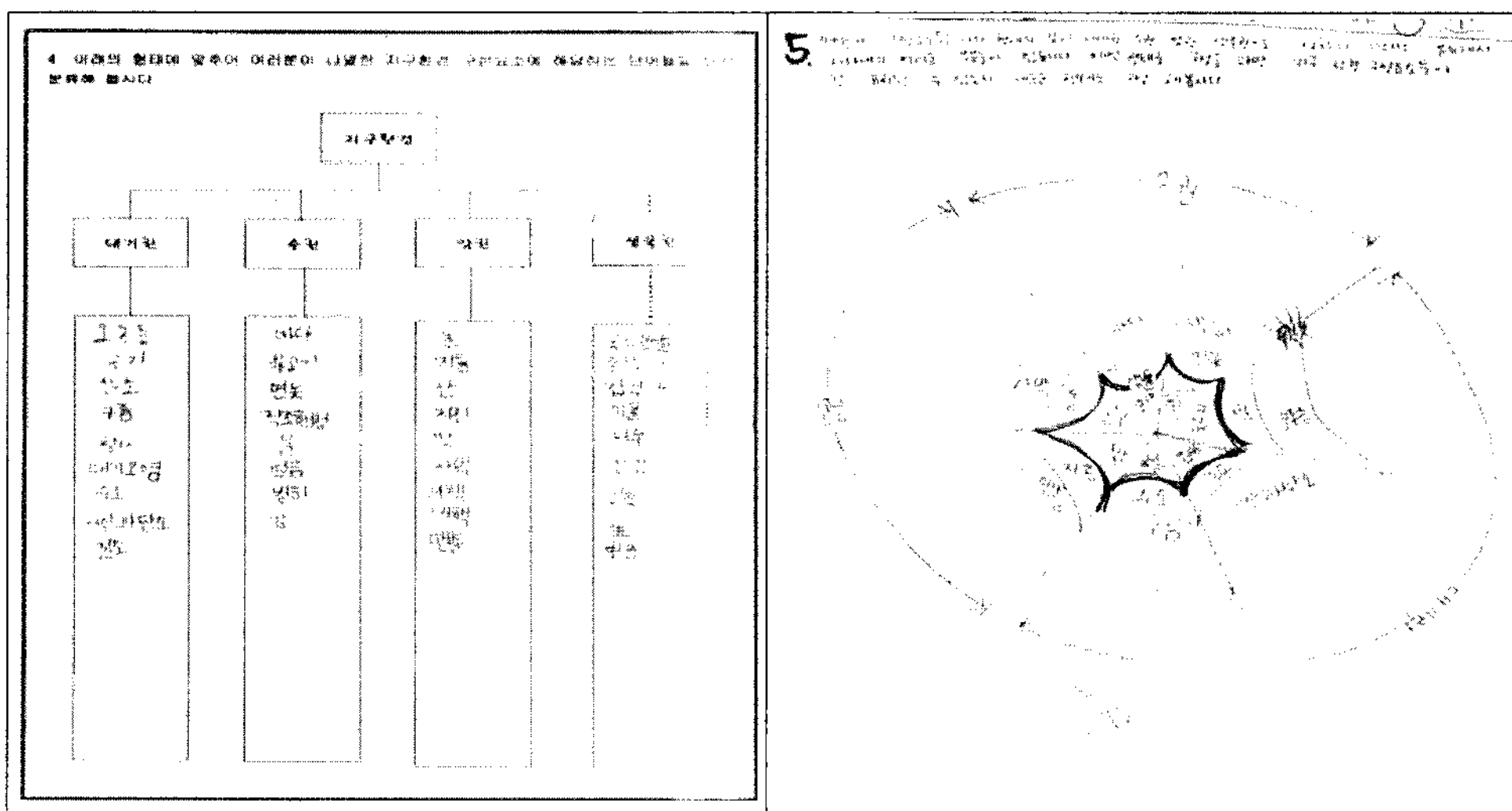


Fig. 3. A worksheet from Activity: Earth's Systems.

함께 순환의 다양성에 대해 설명할 수 있게 구성되어 있다. 활동 후에 학생들 개개인의 순환 경로와 걸리는 시간(암석 순환의 한 단계에 걸리는 대략적인 시간을 미리 제시함)을 서로 비교하며 발표함으로써 주사위 게임을 통하여 지구계 내의 물질 순환에 대해 이해하도록 구성하였다(Fig. 6).

6-7차시는 지구계의 구성요소들 간의 상호 작용에 관련된 내용을 중심으로 구성되었다. 지구계 내에서 일어나는 다양한 지구환경문제(예, 산성비, 오존층파

괴, 지구온난화, 엘니뇨, 화산폭발, 수질오염, 대기오염 등)에 대해 미리 조사해온 과제와 함께 모듈별로 협의하고 정리하게 하였다. 예를 들어, 화산 폭발과 같은 자연현상이 지구계의 구성 요소들 간에 어떻게 영향을 미치며, 상호 작용을 하는지를 마인드맵 등 다양한 형태로 모듈별로 작성하고 발표한다(Fig. 7). 끝으로, '나의 미래와 지구 환경'이란 주제의 글쓰기 과제에 대한 발표를 실시하였다. 이 과제는 학생들의 진로에 대해서 기술하고, 자신이 선택한 진로에서 우



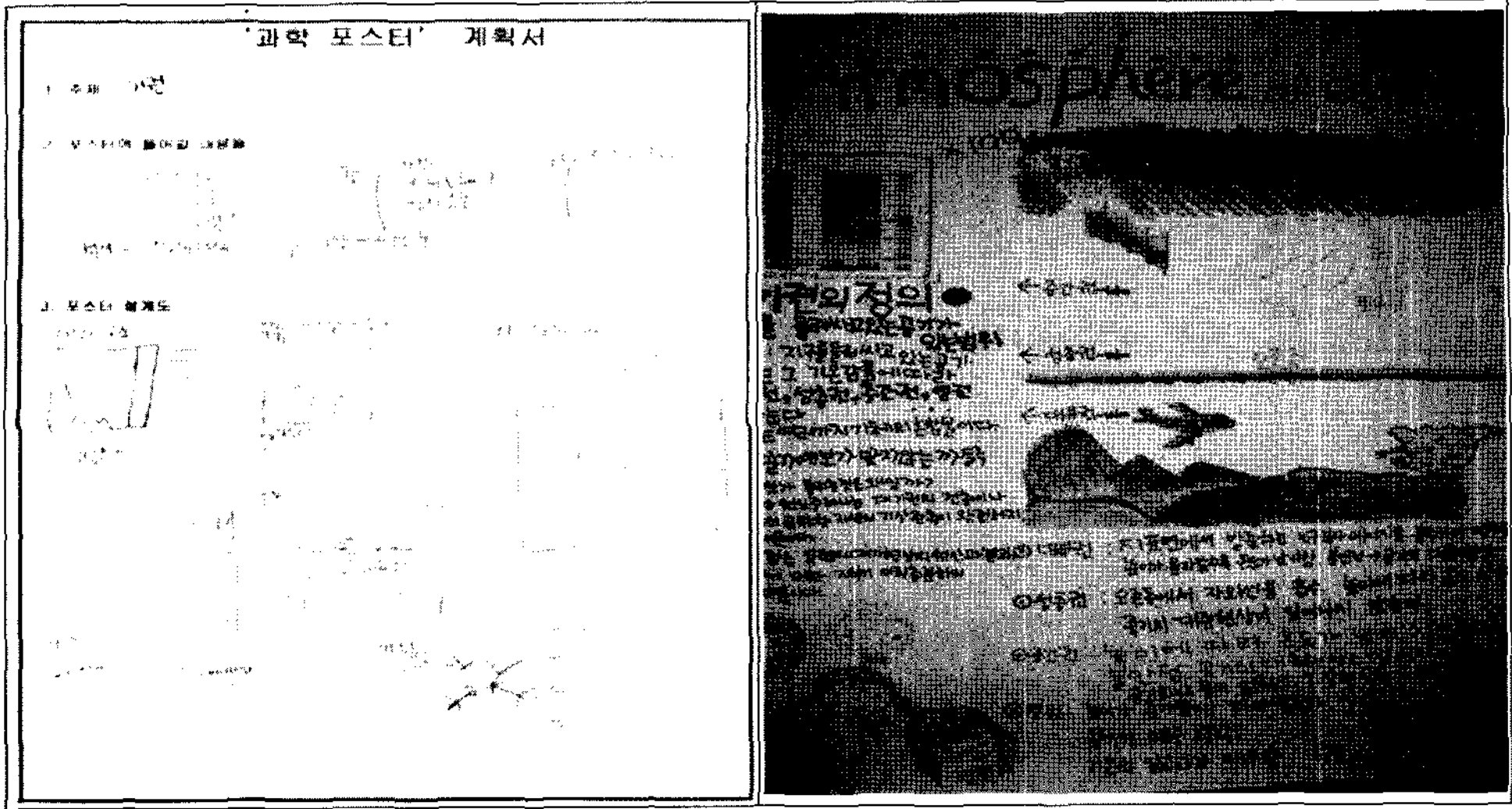


Fig. 4. Students' plan and poster used for group presentations.

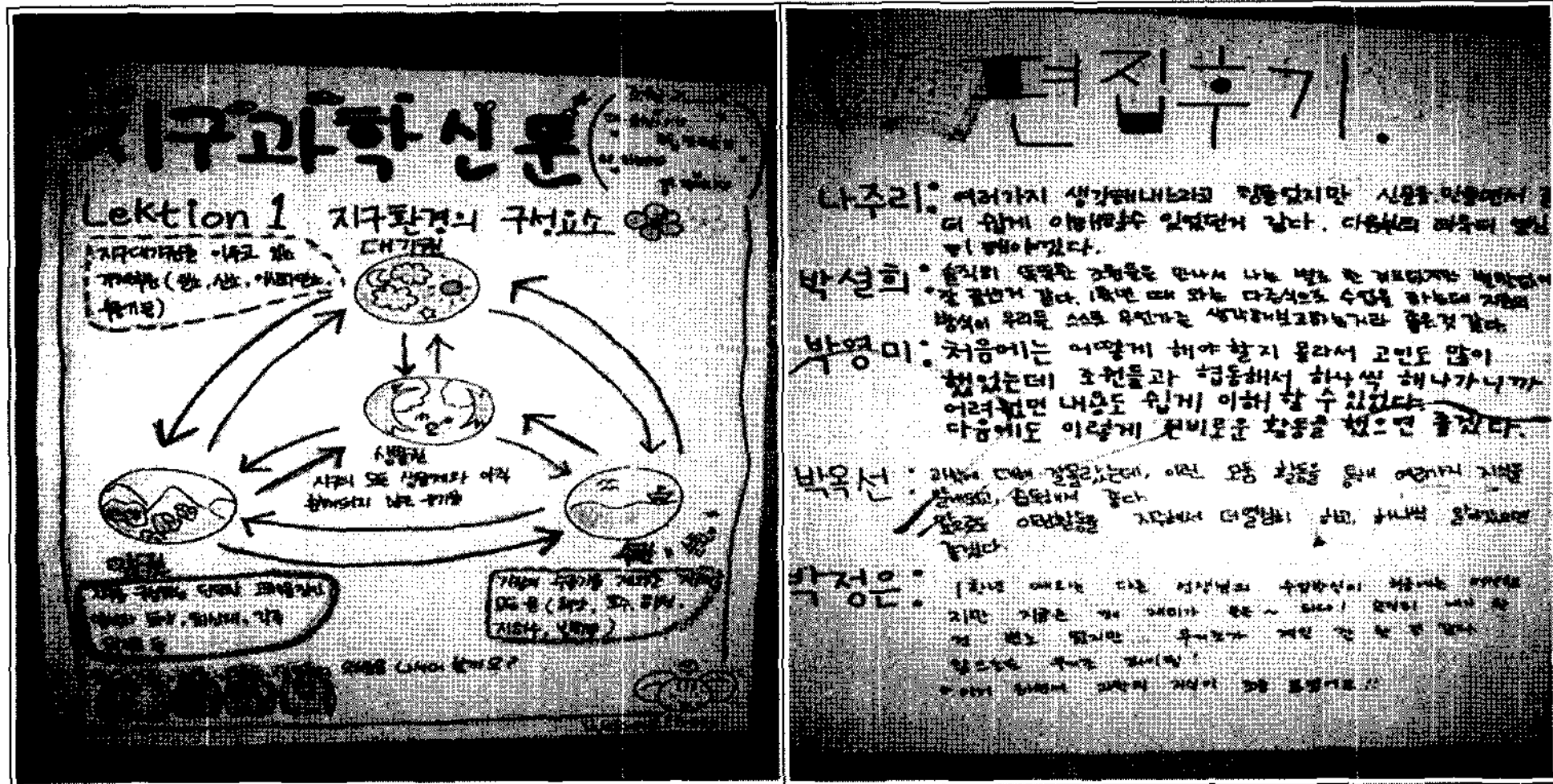


Fig. 5. Students' Earth science newspaper used for group presentations.

리가 알고 있는 지구 환경에 대한 지식이 어떻게 사용될 것인지를 생각해 보는 것이다.

**모듈의 적용 효과**

모듈의 효과를 검증하기 위해 수업 중의 산출물(예, 과학 신문 제작의 편집 후기, 활동 결과물 등)과 만족도 설문조사를 주로 분석하였다.

**모듈의 흥미도**

학생들에게 다양한 활동 프로그램을 통하여 '지구의 구성' 단원을 학습한 것에 대해 흥미도를 조사하였다. 45%(34명) 정도의 학생들이 매우 흥미가 있거

나 흥미가 있었다라고 응답했으며, 34.2%(26명)의 학생들이 보통이라는 의견을 나타냈으며, 21%(16명) 정도의 학생들이 흥미가 없었다고 대답하였다. 학생들이 기술한 구체적인 이유를 살펴보면 다음과 같다.

- 다른 아이들의 의견을 종합적으로 들어서 여러 방면에서 생각할 수 있어서 좋다.
- 원래 지구과학은 정말 많이 싫었는데 다양한 활동프로그램으로 수업에 흥미를 느끼면서 자연스럽게 수업에 참여하고 흥미도 많아졌어요.
- 그냥 수업만 하는 것보다 우리가 참여할 수 있어서 좋았다.
- 흥미 있었다. 처음 해보는 활동이었기 때문에. 특히나 기억에 남는 활동은 주사위를 이용한 암석 순환 활동이었는데



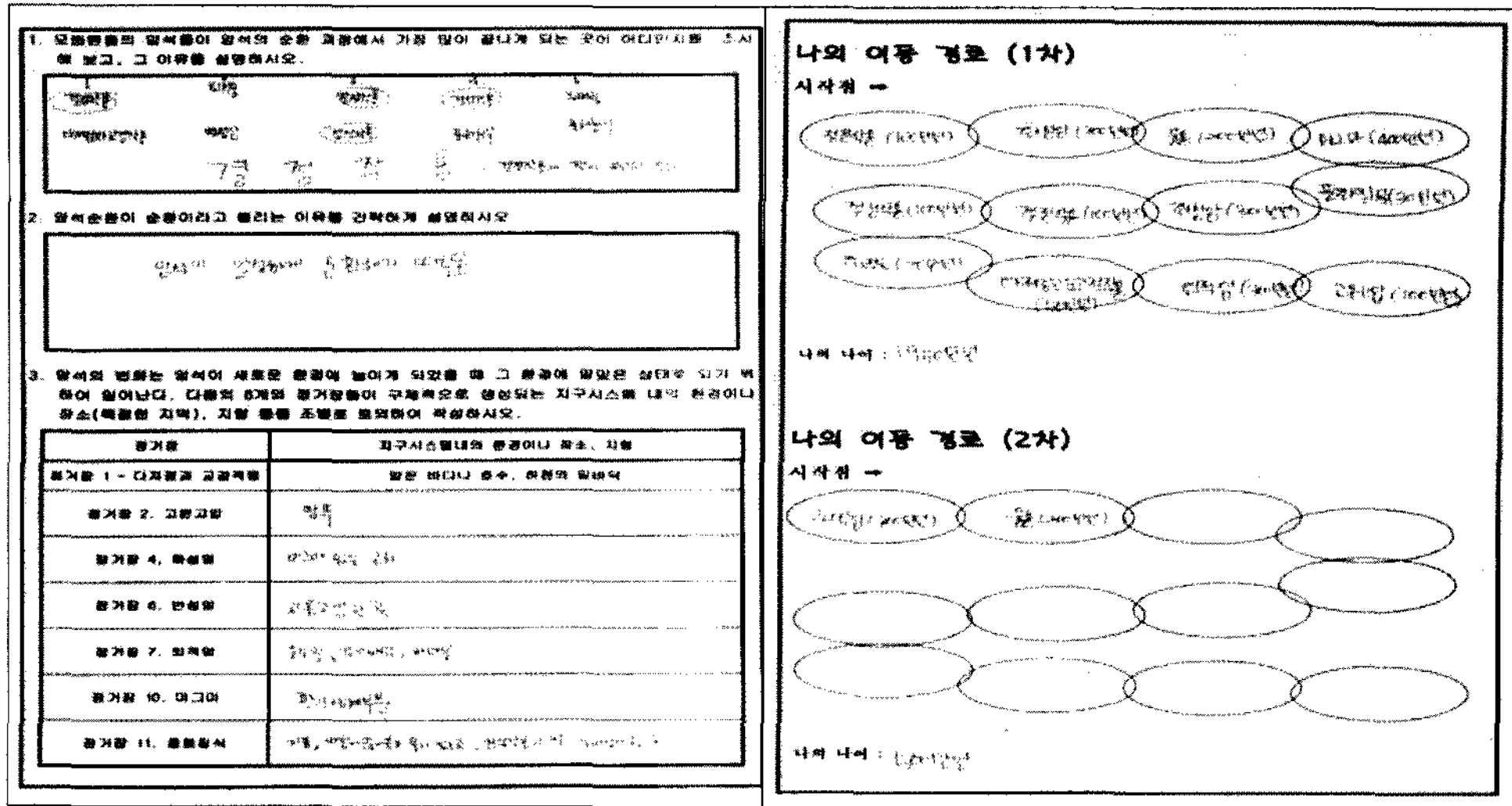


Fig. 6. A worksheet from Activity: Rock Cycle.

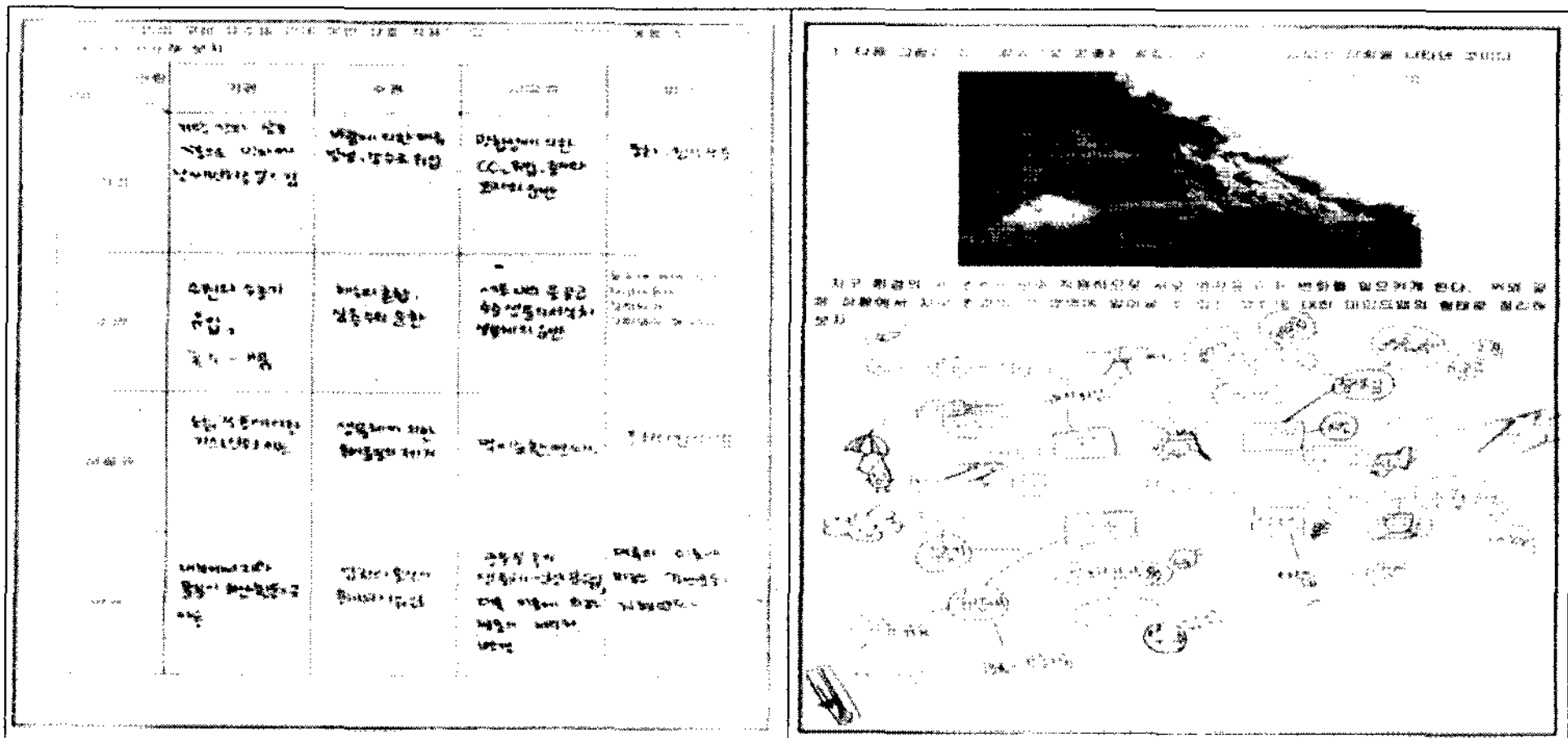


Fig. 7. A worksheet from Activity: Interactions of Earth's Systems.

- 재미있게 이해를 잘 할 수 있었던 듯.
- 발표 수업을 함으로써 특정한 부분에 국한 되었지만, 더 자세히 알 수 있었고, 능동적으로 수업에 참여할 수 있어 좋았다. 내가 잘 알아야 다른 사람에게 설명할 수 있으니까 더 열심히 파고 들 수 있었다.
- 다른 일반 수업과 다르게 참여가 활발한 것 같고, 그래서 더 열중하고 수업을 열심히 듣게 되는 것 같다.
- 게임이나 실험을 통해서 수업을 하여 수업 준비할 때 귀찮고 힘들었지만. 그래도 다하고 나서는 뿌듯하기도 하고 재미 있었다.
- 그냥 책을 보면서 이론만 설명하는 게 아니라 지구과학실에서 조별끼리 포스터도 만들고 신문도 만드는 다양한 활동을 하니깐 지구과학이라는 과목에 좀 더 흥미를 느끼게 되었다. 그리고 조원 발표를 할 때 찍었던 동영상을 봤으면 좋겠다.

- 포스터 만들면서 하니 기억에도 오래남고 미리 예습도 하고 해서 도움이 되었던 거 같다.
- 준비하는 과정에서...너무 귀찮았다.
- 조별로 하는 것은 좋았지만 준비할 것이 많아서 힘들었다.
- 주사위를 이용한 게임 같은 건 나름 흥미 있었는데 포스터나 신문 만들기는 조금 귀찮았어요.
- 너무 학생 주도 수업이라서 딱딱하고 힘든 점도 있었지만 듣는 그대로 수업이 아니라 우리가 직접 나가서 발표하는 게 흥미로웠다.

학생들의 모듈에 대한 흥미도는 학생 위주의 수업이 많이 힘들고, 수업 전 준비와 모듈별로 구성원들이 주도해서 학습하는 것에 대해 힘들어하는 학생들

이 많았고, 귀찮다는 대답도 있었다. 아울러, 학생들의 발표와 활동의 관찰 결과와 과학 신문의 제작 뒤에 학생들에게 작성하게 한 편집후기에서 살펴보면, 힘들었다는 의견들도 찾아 볼 수 있다. 그렇지만, 앞에 제시한 학생들의 이유를 살펴보면 학생 중심의 수업과 발표, 활동 중심의 수업 형태와 내용 때문에 많은 학생들이 수업에 흥미가 있는 것으로 조사되었다.

**모듈을 통한 개념 학습**

학생들에게 개발된 모듈을 통하여 지구환경의 구성 요소와 각 권들과 관련된 개념의 이해가 효과적인지와 모듈 중심의 학습에 대해 학생들의 반응을 조사하였다. 설문지의 응답 결과를 살펴보면, 58%(44명) 정도의 학생들이 활동을 통하여 지구계를 구성하는 암권, 수권, 기권, 생물권의 특성과 세부 개념들에 대해 학습하는데 도움이 되었다고 응답하였다. 34%(26명)의 학생들은 그저 그렇다고 대답하였고, 대략 8%(6명)의 학생들이 도움이 되지 않았다고 대답하였다. 학생들의 구체적인 이유는 다음과 같다.

- 암권, 수권, 기권, 생물권간의 서로 상호작용 하는 점을 이해하기가 쉬웠고, 우리가 직접 그리고, 작성하면서 외우게 되어서 좋았다.
- 내가 직접 암권, 수권, 기권, 생물권을 그리니까 이거에 대해 좀 더 잘 이해할 수 있게 되었다.
- 신문을 만들면서 지구 환경을 구성하는 각각의 요소들의 개념을 정리되고 직접 조사하고 그림을 그리면서 더 잘 기억할 수 있었던 것 같다.
- 직접 알아보고 직접 적고 발표하니까 따로 공부하지 않아도 개념이 확실하게 박혔습니다.
- 스스로 발표를 해야 했기 때문에 더 많은 조사를 필요로 했다. 그래서 내용에 대해 더 잘 알 수 있었다.
- 마인드맵 형식으로 생각을 이어나가서 이해가 쉬웠다.
- 발표를 위해 우리가 직접 자료를 조사해 와서 하고 다른 내용은 다른 조 발표내용을 듣는 과정에서 도움이 많이 된 것 같다.
- 구체적으로 그림을 그려서 그에 맞는 설명을 적고 직접 활동을 하니까 더욱 머릿속에 오래 남는 것 같다.
- 마인드맵은 내가 생각해서 구성하는 거니 더욱더 많이 생각해 보게 되었다. 선생님의 설명의 주입식 교육보다 내가 생각하는 사고형의 교육이랄까.
- 시간이 촉박하고 하는 데에만 급급해서 내용은 그다지 머리에 들어오지 않았다.
- 모듈 별로 과제 수행에 신경 쓰다보니 개념에 대해선 확실한 이해를 못한 것 같다.

- 각 조가 다른 내용의 양과 질에 따라 수업이 좌우되므로 어떤 부분은 교과내용과 많이 벗어난 것도 있는 것이 좀 아쉬운 부분이었다. 좀 더 구체적인 수업주제가 정해졌다면 더 좋았을 것 같다. (구체적으로 반드시 들어가야 하는 부분이 라던가)
- 각각의 요소들은 조사하는 것 좋았지만 이해가 잘 가지 않았다.
- 마인드맵 만드는데 엉뚱한 길로 빠질때도 있었지만 기억에 오래 남는다.
- 조사한 내용은 이해가 되었지만 발표내용을 듣고는 내용을 이해하기가 힘들었다.

설문지에 추가하여 모듈의 세부 활동 후의 학생과의 면담에서도 지구환경의 구성요소들의 특징들에 대해 전반적으로 잘 알고 있으며, 교과 내용을 벗어난 다양한 응답들도 하였다.

**지구 환경 구성 요소들의 특징에 관련된 학생과의 면담 예시**

- 연구자: 지구 환경에서 대기권은 어떤 역할을 할까?  
 명지: 공기의 대류운동,,, 구름이나 비.. 눈 같은 일기현상을 일으켜요.  
 민수: 지구의 생명체가 호흡할 수 있는 산소를 제공 하고 태양으로부터 오는 자외선을 흡수 하여 생물을 보호하고 눈, 비, 바람 등 각종 기상현상을 유발해요..  
 보람: 산소를 제공하고, 유해한 자외선을 차단하여 지구생명체를 보호합니다..  
 미리: 자외선을 차단하고 유해물질을 차단해요..  
 선희: 기상, 일기현상을 일으키고 자외선을 막아줍니다..  
 은경: 적도의 열을 고위도로 운반하고 지상, 일기현상을 일으키고, 자외선을 막아주며 호흡 광합성에 필요한 기체를 제공하고, 운석충돌을 막아줍니다..  
 진경: 우주로부터 오는 유해 물질을 차단해요  
 은영: 산소를 제공하고, 자외선을 차단하여 지구 생명체를 보호하고 기상현상을 일으켜요..  
 혜진: 지구의 생명체가 호흡할 수 있는 산소를 제공하고, 우주로부터 들어오는 유해한 자외선을 차단하여 지구 생명체를 보호 하고, 온실효과를 통해 지구온도를 일정하게 유지, 눈, 비, 바람 등 각종기상현상을 일으켜요..  
 연구자: 지구에서 물은 어떤 역할을 할까?  
 혜진: 대기권과 상호작용으로 비와 눈 등의 강수 현상을 유발하고 지구 기온을 일정하게 유지하는 역할을 해요..  
 미리: 기상현상을 일으켜요..  
 명지: 기상현상을 발생시키고 자정작용으로 어느 정도의 오염을 스스로 깨끗하게 해줍니다..  
 진경: 생물의 생존에 영향을 미치고 일정부분 오염물질을 정하

고 기상현상을 발생하게 합니다.

보람: 기상현상을 발생시키고 지표의 열을 고위도로 분리시켜 지구의 평균기온을 유지합니다.

민수: 기온의 일교차와 연교차가 심하지 않게 하여 생명체 생활에 적당한 기후를 만듭니다

선희: 기상현상을 발생 시키고 태풍을 약하게 합니다..

은경: 물의 침식 작용으로 지형을 변화시키고, 암석 변화에도 기여하고,.. 강수현상을 유발하고,, 지구 기온을 일정하게 유지시켜요..

은영: 기상현상을 발생시키고 지표의 열을 고위도로 분리시켜 지구의 평균기온을 유지시킵니다.

모듈 중심의 학습에 대한 학생들의 의견과 교사 중심의 강의 대신에 모듈을 통하여 관련된 개념의 이해가 효과적인지에 대한 학생들의 반응을 정리해보면 다음과 같다. 개발된 모듈은 지구과학 I 교과와 진도에 맞추어야 하기 때문에 7차시 분량으로 개발되었지만, 실제로 활동의 준비 시간(혹은 계획 단계)까지 포함하면 7차시로는 매우 부족하다. 그래서, 모듈별로 활동 주제와 과제에 대해 미리 준비하도록 하였다. 학생들의 의견에서 미리 계획하고 준비한 것에 대해 긍정적인 의견과 부정적인 생각이 종합적으로 나타났다.

개발된 모듈의 세부 활동은 대부분 학생 중심으로 진행되도록 구성 되어 있다. 모든 활동은 학생 중심으로 진행되었기 때문에 개념 이해에 도움이 되었다는 의견이 있었다. 아울러, 한 가지 활동이 끝나면 모듈별로의 산출물에 대해 학생들이 직접 발표하였기 때문에 도움이 되었다는 의견이 많았다. 반면에 일반적인 지구과학 수업처럼 교사가 체계적으로 개념을 제시하고 정리하는 과정이 없었기 때문에 적응하는 것이 힘들었다는 의견도 있었다. 모듈 활동에 적극적으로 참여하지 않는 학생들도 관찰되었다. 특히, 구체적인 지구환경 요소들의 개념과 특성에 관하여서는 모듈별로 조사한 내용의 발표를 통해 새롭게 알게 되고 학습에 도움이 되었다는 이유가 많았다.

### 인간 활동의 지구환경에 대한 영향의 이해

학생들에게 개발된 모듈을 통하여 인간 활동이 지구환경의 구성요소에 어떤 영향을 미치고, 상호작용을 하는지를 이해하는데 도움이 되었는지의 여부를 조사하였다. 응답 결과를 살펴보면, 42%(32명)의 학생들이 도움이 되었다고 대답하였고, 52.6%(40명)의 학생들은 그저그렇다 라고 선택하였고, 5%(4명) 정도

의 학생들이 도움이 되지 않았다고 응답하였다. 학생들의 응답에 대한 구체적인 이유는 다음과 같다.

- 인간, 즉 내가 어떻게 하느냐에 따라 지구환경이 달라지는구나 생각이 들어서 조심해야겠다고 생각했습니다.
- 그 동안은 추상적으로만 알고 있었는데 어떤 현상이 어떤 환경에 도움을 주는지에 대해 구체적으로 알 수 있었다.
- 우리 스스로 조원들과 얘기하면서 했는 것이라 그냥 수업한 것 보단 나았다. 그리고 발표를 하면서 내가 몰랐던 것을 알았다.
- 내가 한 행동들이 지구에 어떤 영향을 미치는지 내가 스스로 그러니까 한번 더 생각하게 되었다.
- 수권, 기권, 생물권의 상호작용자체가 우리의 생활과 밀접하게 상호작용되어 있어 이해하기 쉬웠다.
- 우리가 하는 활동이 살고있는 지구에 어떤 영향을 끼치는지 대충은 알고 있었기 때문에 적극적으로 참여하여서 이해가 잘 되었다.
- 자료를 찾으면서 많이 알게 되고 서로 자료를 공유하면서 자기 자료 외에 많은 내용을 알았습니다.
- 인간활동이 미치는 영향을 통해 앞으로 우리가 해야 할 일에 대해 생각해 볼 수 있었다.
- 활동을 통해서 우리가 앞으로 개선해 나가야할 길에 의해 생각해 볼 계기가 되었다.
- 배운 것을 인간 활동에 적용시켜서 아는 것은 아직 어려움이 좀...
- 어려워요.
- 나도 잘 알지 못하는 내용이라 대충 했었던 것 같다.
- 도움이 별로 되지 않은 것 같다.
- 과제가 너무 복잡하였다.
- 어느 정도는 이해했는데 확실한 것은 아니라서..

개발된 모듈에는 인간 활동의 지구계에 대한 영향과 상호작용에 관한 내용이 많이 다루어지지 않고 있으며, 6차시에서 만이 지구환경 요소들간의 상호작용에 추가하여 인간 활동에 관한 내용이 포함되어 있다. 다른 문항에 비해 그저 그렇다(52.6%)가 많이 선택된 이유도 모듈에서 상세하게 관련 내용을 제시하고 활동을 하지 못했기 때문인 것으로 판단된다. 그렇지만, 학생들의 면담에서는 인간 활동들이 어떻게 지구환경에 영향을 주는지의 기본적인 내용들을 잘 이해하고 있는 것으로 나타났다.

인간 활동의 영향에 관련된 학생과의 면담 예시

연구자: 인간의 활동은 지구환경 내의 물과 탄소의 순환에 어떤 영향을 미칠까?

선희: 산업화를 통해 이산화탄소 배출량이 증가하여 지구 온난

화를 유발해요..

혜진: 땀을 만들어 물의 순환을 방해하고 벌목을 하고 홍수를 일으키고 대기 중의 이산화탄소를 증가시켜요

민수: 벌목을 해서 산소 부족을 일으켜요

진경: 땀 때문에 물의 순환이 잘 일어 나지 않고 방조제 때문에 해류가 방해를 받고 화석연료를 사용해서 온난화를 일으킨다..

연구자: 최근에 기권에서 이산화탄소의 양이 점차 증가하고 있다고 하는데 이러한 현상이 계속되면 어떤 일이 생길까?

명지: 지구의 기온이 상승하여 빙하가 녹고 이로 인해 해수면이 상승하여 육지 면적이 감소하고 따라서 육지 생물의 생명에 위협이 됩니다..

민수: 어려워요... 모르겠어요..

혜진: 대규모의 기후변화가 일어날 거 같아요..

미리: 이산화탄소의 양이 증가하면 지구온난화 현상이 일어날 거 같아요..

선희: 심각한 기상변이 일어나고 빙하가 녹아 해수면이 높아져 지구 면적이 줄어들고 생태계가 파괴되요...

진경: 지구온난화로 지구기온이 상승하고 이에 따라 빙하가 녹아 육지가 줄어들어요

**모듈 중심의 수업에 대한 학생들의 반응**

학생들에게 개발된 모듈의 활동을 통하여 느낀 점을 질문하였으며, 무기명으로 대답하게 하였다. 76명 중에 41명(54%)이 좋았거나, 유익했다라고 응답하였고(힘들었지만 좋거나 유익했다 포함), 15명(19.7%)이 싫거나 미흡했다고 응답하였으며, 18명(23.7%)이 양쪽 모두의 내용을 포함하였다. 2명(2.6%)이 무응답이었다. 학생들의 응답 내용은 다음과 같다.

**좋았거나 유익했다는 응답**

- 친구들과 이야기하면서 활동을 한 것은 재미있었지만, 발표 등은 부담감도 컸다.
- 수업이 더 재미있게 진행되었던 것 같아 좋다. 몰랐던 지구 환경 문제에 대해 더 자세히 알 수 있게 되어 유익했던 것 같다.
- 좋았던 건 다른 조 아이들이 발표한 것을 보고 많은 도움이 되고 자료가 되었고, 싫었던 것은 조금 귀찮았다는 것..... 힘든 건 그다지 없었고 유익한 것은 조별활동을 통해 좀더 합동된 마음으로 활동한 것이 기억에 남는다.
- 활동 많이 했으면 좋겠다. 조금 산만하긴 해도 그게 더 재밌고 한번이라도 더 보게 되고 읽게 된다.
- 자료 조사를 하는 것은 꽤 도움이 되었고, 발표하는 것도 재미있었다. 하지만 조별 활동을 할 때에는 모든 조원이 다같이 협동할 수 있도록 조편성을 했으면 좋겠다.

- 처음부터 활동까지..라는데 너무 부담이 많았지만 듣는게 아닌 말하는 형식으로 시도된 방법이 새로웠다.
- 조별활동을 하면서 미리 자료를 조사해 가면서 전반적인 수업의 흐름을 파악하고 이해할 수 있어서 좋았다. 그런데 자료를 찾는 과정에 있어서 무엇이 중요하고 그른지 수업 목표에 적합한 지를 파악하기가 힘들었기 때문에 조사하기 전에 대략적인 수업 요약본을 나눠주시면 더욱 보충해서 조별 활동을 하면 더욱 도움이 될 것 같다.

**싫거나 부족했다는 응답**

- 물론 주입식 교육이 아닌 열린교육이 중요하다고 생각하지만 이런 발표 수업에 적응도 안된 상태에서 발표수업을 강요하는 것은...좀 아닌거 같다고 생각합니다. 수업할때 선생님의 열성도 중요하지만 학생들의 의견도 중요하기 때문이니까요...학생의견과 선생님의 의견이 잘 조화가 되어야지, 이번 활동 프로그램은 그렇게 아주 많이 부족했던 것 같아요.
- 나는 강의식 수업을 좋아해서 발표하고 그런 걸 별로 좋아하지 않아서 솔직히 지구과학 시간이 늘 즐겁지는 않았다. 과제 만들고 활동하는 것까지는 좋았지만 발표는....
- 시간이 너무 촉박한 것 같았다.
- 조에서 열심히 하는 아이들도 있고 그렇지 않은 아이들도 있어서 자료를 수집해서 하는 수업에 좋은 영향을 주지 못했다.

**긍정적-부정적 응답 모두 포함**

- 여러 가지 다양한 활동을 하는 것은 보통 다른 수업과 달라서 좋았는데 지구과학이라는 과목이 어려워서 저한테는 별로 효과가 없었던 것 같습니다.
- 딱딱한 수업보다 이런 활동프로그램하면 좀 덜 지루하긴 하지만 과학포스터나 신문같은 활동은 귀찮아서 흥미가 떨어진다.
- 좋은 점은 다른 수업과 다르게 다양한 활동으로 수업이 지겹지 않았다. 나쁜 점은 몇몇 수업에 참여하지 않은 아이들 때문에 집중이 잘 되지 않았다. 유익한 점은 내 혼자만 조사한 자료뿐 만 아니라 다른 아이들의 자료를 포함하여 함께 수업하고 공유할 수 있어서 좋았다.
- 나는 강의식 수업을 좋아해서 발표하고 그런 걸 별로 좋아하지 않아서 솔직히 지구과학 시간이 늘 즐겁지는 않았다. 과제 만들고 활동하는 것까지는 좋았지만 발표는....
- 카메라가 부담스러웠어요. 조별로 한 건 재미있었어요. 선생님 설명하실 때 가끔 발음이 정확하지 못해서 잘 못 알아들을 때가 있습니다. 그리고 말 끝을 흐리실 땐 무슨 설명인지 헷갈릴 때도 있었어요.
- 지루하지 않고 재밌긴 했지만 집중이 잘 안되고 시간을 투자해서 해야 할 과제도 있고 준비물도 챙겨야 해서 번거로운 점이 없지 않았다.



## 결론 및 제언

이 연구의 목적은 우리나라 과학교육 현장의 환경과 현실에 적합한 지구계 주제 중심의 지구과학 모듈을 개발하며, 개발된 모듈과 교수-학습 자료를 현장에 적용하고 그 효과를 분석하는 것이다. 이 연구의 주요 결과는 다음과 같다.

첫째, 지구과학 I 교과서의 대단원 '하나뿐인 지구'와 중단원 '지구의 구성'에서 다루고 있는 관련 내용을 모두 포함하며, 그 내용을 중심으로 주제를 선정하고 활동 중심의 모듈을 개발하였다. 모듈은 총 7차시(3주) 분량의 모듈을 개발하였고, 개발된 모듈을 구성하는 각각의 활동들은 교과서에 순서에 따라 서로 연계가 될 수 있게 구성되었으며, 고등학교 교육과정 해설서에서 제시되어 있는 학습 목표들과 일치하도록 구성하였다. 모듈의 전반부는 지구 환경을 구성하는 요소인 기권, 수권, 암권, 생물권을 이해하고 그 요소들의 특징을 학습하고, 전지구적인 관점에서 이들 요소들의 상호작용이나 인간 활동과의 연계성을 다룬다. 대부분의 활동들은 학생 주도적인 모둠별 협동학습 형태로 개발되었다. 모듈의 후반부는 4차시로 구성되어 있으며, 전반부에서 학습한 지구 환경의 구성과 각 권역 특성의 이해를 바탕으로 지구계에서 일어나는 에너지 순환과 물질의 순환(물, 탄소, 이산화탄소 등)을 통하여 지구계 내의 상호작용을 이해하는 것을 활동 목표로 하였다.

둘째, 개발된 모듈을 고등학교 2학년 2개 학급의 정규 지구과학 수업 시간에 적용한 결과를 살펴보면, 학생 중심의 수업과 발표, 활동 중심의 과학 수업에 흥미가 있다는 응답이 있었던 반면 학생 위주의 수업이 많이 힘들고, 수업 전 준비와 모둠별로 구성원들이 주도해서 학습하는 것에 대해 힘들어하는 학생들도 있었다. 개발된 모듈을 통하여 지구환경의 구성 요소와 각 권들과 관련된 개념의 학습의 효과성에 대해서는 58% 정도의 학생들이 활동들을 통하여 지구계를 구성하는 암권, 수권, 기권, 생물권의 특성과 세부 개념들에 대해 학습하는데 도움이 되었다고 응답하였다. 개발된 모듈의 세부 활동들이 대부분 학생 중심으로 진행되고 발표하였기 때문에 도움이 되었다는 결과도 있었고, 그렇지 않는 응답도 있었다. 일반적인 지구과학 수업처럼 교사가 체계적으로 개념을 제시하고 정리하는 과정이 없었기 때문에 적응하는 것이 힘들고 모둠 활동에 적극적으로 참여하지 않는

학생들도 관찰되었다. 특히, 구체적인 지구환경 요소들의 개념과 특성에 관하여서는 모둠별로 조사한 내용의 발표를 통해 새롭게 알게 되고 학습에 도움이 되었다는 이유가 많았다.

설문조사와 면담 결과를 종합해 보면, 인간 활동들이 어떻게 지구환경에 영향을 주는지의 기본적인 내용들을 잘 이해하고 있는 것으로 나타났다. 아울러, 많은 학생들이 모듈을 통한 학습이 유의했거나 좋았다고 응답하였다.

이 연구의 결과를 바탕으로 제언을 정리하면 다음과 같다.

첫째, 개발된 지구계 주제 중심의 모듈과 세부 활동프로그램들을 바탕으로 지구환경시대에 필요한 과학적 소양 교육에 대한 구체적인 사례와 교육 자료를 다른 교육현장에 보급시킬 수 있을 것이다. 아울러, 우리 학생들이 살아가야 할 지구환경과 지구에 대한 이해를 증진시키고, 지구의 가치와 감사의식을 교육하며, 앞으로의 지구환경시대에 꼭 필요한 과학적 소양을 지닌 사람의 교육이 중요하다는 것을 국가적 사회적인 수준에서 인식하게 되는 기회를 제공하리라 기대 된다. 지속적으로 다양한 주제 중심의 모듈 개발과 및 확대 적용이 필요할 것으로 판단된다.

둘째, 선행 연구 결과를 보면, 실생활 소재를 다룬 과학 모듈이 학생들의 탐구능력 향상이나 태도(흥미)에 대해 긍정적인 효과가 있음을 보여주고 있다(김수경 외, 2005; 김정률 외, 2005). 이 연구를 통해서 개발된 지구과학의 모듈은 학생들의 주위 자연환경이나 지역 사회의 환경문제로부터 큰 규모의 지구환경적인 이슈와 문제들 까지 포함하고 있다. 앞으로 지구환경 문제 혹은 이슈와 관련된 실생활과 밀접한 소재를 활용하여 지구과학 모듈을 추가적으로 개발한다면 차기 과학과 교육과정에서 강조하고 있는 지구계, 지구 활동, 지구의 환경에 대한 학습에 더 효과적일 것이다.

## 사 사

이 논문은 2005년도 정부재원(교육인적자원부 학술연구조성사업비)으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 연구되었음(KRF-2005-003-C00164).

## 참고문헌

교육인적자원부, 2000, 고등학교 교육과정 해설: 과학. 교육

- 인적자원부, 서울, 244 p.
- 교육인적자원부, 2007, *고등학교 교육과정(I). 교육인적자원부*, 서울, 551 p.
- 김수경, 차희영, 김중복, 2005, 과학 탐구능력 향상을 위한 실생활 소재 모듈의 개발. *한국과학교육학회지*, 25, 754-764.
- 김정률, 박정희, 박예리, 2005, 중학생의 탐구 능력 향상을 위한 지구과학 모듈의 개발. *한국지구과학회지*, 26, 183-198.
- 김찬중, 구자옥, 김경진, 김상달, 김종희, 김희수, 명전옥, 박영신, 박정웅, 신동희, 신명경, 오필석, 이기영, 이양락, 이은아, 이효녕, 정진우, 정철, 최승언, 2008, *지구과학 교재 연구 및 지도*. 자유아카데미, 파주, 542 p.
- 신동희, 2000, 국내 지구과학교육 연구의 동향과 나아갈 방향. *한국지구과학회지*, 21, 479-487.
- 신동희, 2001, 지구과학과 환경교육. *한국지구과학회지*, 22, 147-158.
- 신동희, 이양락, 이기영, 이은아, 이규석, 2005, 지구환경을 고려한 미래 지향적 지구과학교육과정 제안. *한국과학교육학회지*, 25, 239-259.
- 이창진, 2003, 지구과학의 정체성과 학문 분류. *한국지구과학회지*, 24, 650-656.
- 이효녕, 2006, 지구환경시대의 지구과학교육의 중요성과 최근 동향: 미국 사례를 중심으로. *한국지구과학회 2006년 추계학술발표회 논문집*, 11-22.
- 이효녕, 2008, 지구환경문제에 대한 고등학생들의 인식. *중등교육연구*, 56, 51-73.
- 임은경, 홍상욱, 정진우, 2000, 지구계 교육의 현장적용에 관한 연구. *한국지구과학회지*, 21, 93-102.
- 조규성, 강현아, 2002, 지구계교육 프로그램의 적용에 따른 학습자의 반응(지구 기후 게임을 중심으로). *한국지구과학회지*, 23, 299-230.
- 한국교육과정평가원, 2005, *과학과 교육과정 개정 시안에 관한 공청회*. 연구자료 ORM 2005-49, 194 p.
- Mayer, V.J., 남정희, 이효녕, 2007, *통합과학의 이해: 지구 시스템적 접근*. 자유아카데미, 파주, 268 p.
- UN이 정한 지구의 해 한국위원회, 2008, *UN이 정한 지구의 해: 하나뿐인 지구 인류의 건강한 미래*. UN이 정한 지구의 해 자료집, 13 p.
- American Geological Institute, 2005, *Earth System Science in the Community (EarthComm): 5 Unit Edition. It's About Time*, NY, USA, 903 p.
- Earth System Sciences Committee (ESSC), 1988, *Earth system science: A closer view*. National Aeronautics and Space Administration, Washington, DC, USA, 208 p.
- Hlawatsch, S., Bayrhuber, H., Euler, M., Hansen, K.H., Hildebrandt, K., Hoffmann, L., Lucius, E.R., Siemer, F., and Hassenpflug, W., 2003, *Earth System Education in Germany*. In Mayer, V.J. (ed.), *Implementing global science literacy*. Earth Systems Education Program, The Ohio State University, OH, USA, 155-156.
- Kali, Y., Orion, N., and Eylon, B-S., 2003, Effect of knowledge integration activities on students' perception of the Earth's crust as a cyclic system. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 545-556.
- Kim, C-J. and Kwak, Y. (eds.), 2004, *Seoul conference for International Earth Science Olympiad (IESO) Conference Proceedings*. Seoul National University, Seoul, Korea, 158 p.
- Lang, M., 2002, *The Earth as system: A topic for integrated science education*. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, LA, USA, 173 p.
- Lee, J. and Fortner, R.W., 2000, Classification of environmental issues by perceived certainty and tangibility. *International Journal of Environmental Education and Information*, 19, 11-20.
- Lee, H. 2002, *A case study of science curriculum integration: Earth systems approach*. Unpublished doctoral dissertation, The Ohio State University, Columbus, USA, 314 p.
- Lee, H. and Jax, D., 2004, Getting into ENSO: Researching El Nino expands a weather study from a local to a global perspective. *Science and Children*, 41, 28-31.
- Mayer, V.J., 1991a, Earth-system science: A planetary perspective. *The Science Teacher*, 58, 31-36.
- Mayer, V.J., 1991b, Framework for Earth systems education. *Science Activities*, 28, 8-9.
- Mayer, V.J., 1993, Earth-systems science: A planetary perspective. *The Science Teacher*, 58, 23-28.
- Mayer, V.J., 1997, Science literacy in a global era. *Hyogo University of Teacher Education Journal*, 17, 75-89.
- Mayer, V.J. (ed.), 2002, *Global science literacy*. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, Netherlands, 242 p.
- Mayer, V.J. (ed.), 2003, *Implementing Global science literacy*. Columbus, Earth Systems Education Program, The Ohio State University, OH, USA, 293 p.
- Mayer, V.J. and Fortner, R.W. (eds.), 1995, *Science is a study of Earth: A resource guide for science curriculum restructure*. The Ohio State University, OH, USA, 246 p.
- National Research Council., 1996, *National science education standards*. National Academy Press, Washington, DC, USA, 262 p.
- Park, D., 2001, *A Study of Earth System Science in the Community (EarthComm) in Terms of Its Congruency with the Visions in the National Science Education Standards and Its Effectiveness in Improving Student Learning*. Unpublished Doctoral Dissertation, The University of Iowa, Iowa, USA, 154 p.

2008년 3월 17일 접수

2008년 3월 25일 수정원고 접수

2008년 3월 28일 채택