

지구계와 환경문제에 대한 초등학교 과학영재학생들의 인식

정재화 · 이효녕 · 고수진 · 오영재*

경북대학교 과학교육학부 지구과학교육전공, 702-701, 대구광역시 북구 대학로 80

Gifted Elementary Students' Understandings about Earth Systems and Environmental Problems

Jaehwa Jung, Hyonyong Lee, Soojin Go, and YoungJai Oh*

Department of Earth Science Education, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

Abstract: The purpose of this study is to investigate elementary school science gifted students' perceptions about Earth systems and environmental problems. A total of 28 students in the attached center for science gifted education to the university participated in this study. Through the survey, participating students were asked to respond to their self-reported knowledge level, the perceived danger levels, certainty, and tangibility of the selected 13 Earth environmental problems. The DAET (Draw-An-Earth Test)-Checklist were developed and used to analyze the images of the Earth drawn by students. Additional interviews were conducted to clarify the meanings and components of students' image. Results indicated that a total of 80 components regarding Earth systems, 11 components of Earth systems interaction, and 4 components related to Earth systems literacy were identified through the DAET-Checklist and additional interviews. Regarding the students' self-reported knowledge level, they reported that they were most knowledgeable about air pollution, global warming, and water pollution. and they also recognized global warming, air pollution, and water pollution as the most dangerous problem. Results indicated that participants were certain that acid rain, air pollution, and water pollution were problematic, and that acid rain, air pollution, and forest desertification were tangible issues. It is anticipated that this study contributes to understanding the elementary school science gifted students' perceptions toward the selected Earth systems and environmental problems.

Keywords: Earth systems, science gifted student, environmental problems, certainty, tangibility

요약: 이 연구의 목적은 지구계와 환경 문제에 대한 초등 영재학생들의 인식을 조사하는 것이다. 대학부설영재교육원 소속 28명의 초등학교 학생들을 대상으로 13개의 지구 환경 문제에 대한 지식수준, 심각성, 확실성, 체험 가능성에 관한 인식을 조사하였다. 학생들이 그린 지구 이미지를 분석하기 위하여 Draw-An-Earth Test 체크리스트를 개발하여 사용하였으며, 이미지를 구성하는 요소와 이미지에 담긴 의미를 분명하게 파악하기 위하여 인터뷰를 실시하였다. DAET 체크리스트와 인터뷰 분석 결과 지구계의 구성요소에서 80개, 지구계의 상호작용에서 11개, 지구계의 소양 영역에서 4개의 요소가 확인되었다. 학생들은 지식 수준과 관련하여 대기 오염, 지구온난화, 수질 오염에 가장 잘 알고 있다고 하였으며, 지구온난화, 대기오염, 수질 오염을 가장 심각한 문제라고 하였다. 또한 산성비, 대기 오염, 수질 오염에 대하여 확실성이 높게 나타났으며, 산성비, 대기오염, 산림파괴에 대하여 체험가능성이 높게 나타났다. 이 연구를 통하여 교수 학습 측면에서 초등 과학 영재들이 지구계와 환경문제에 대하여 어떻게 인식하고 있는지 이해할 수 있었다.

주요어: 지구계, 과학 영재 학생, 환경문제, 확실성, 체험가능성

*Corresponding author: oyj9999@gmail.com

Tel: +82-53-950-5917

Fax: +82-53-950-5946

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.

서론

연구의 필요성 및 목적

1990년대 초부터 미국의 몇몇 대학을 중심으로 시작된 지구계 교육은 과학 교육에 새로운 방향을 제시하였다. 지구계 교육은 지구를 여러 하위계의 상호작용을 통해 만들어지는 하나의 새로운 계로 인식하

는 교육활동이다(Lee et al., 2004). 지구계 교육은 지구계를 주제로 하여 거시적인 관점에서 물리, 화학, 생물, 지구과학 등을 통합한 것이며, 21세기의 바람직한 시민들이 지녀야 하는 지구적 소양과 자연을 탐구하는 전체론적인 관점을 양성하기 위하여 시작되었다(Mayer, 1995). 지구계 교육에서는 지구에 대한 통합적인 이해를 바탕으로 학생들에게 과학적 지식을 습득하게 할 뿐 아니라, 지구의 아름다움에 대한 이해, 지구계 내의 하위계의 상호작용과 그 영향에 대한 이해, 지구의 소중함과 지구 환경에 대한 책임 의식 등을 갖는 지구적 소양을 강조한다(Mayer et al., 1992; Lee et al., 2007; Oh et al., 2009).

우리나라에 지구계 교육이 소개됨에 따라 많은 학자들과 현장 교사들이 중심이 되어 지구계와 관련한 다양한 연구를 수행하였다. Lim et al.(2000)은 교사와 중학생을 대상으로 한 연구에서 지구계 교육이 우리나라에서도 적용이 가능할 것으로 판단된다고 하였고, Cho and Kang(2002)은 지구계 교육 프로그램의 적용에 따른 학습자의 반응에 관한 연구를 통해 정의적인 영역에서 긍정적인 변화가 나타났다고 하였다. 또한 Lee and Kwon(2008)은 고등학생을 대상으로 지구계 주제 중심의 지구과학 모듈 개발 및 적용에 관한 연구를 하였으며, Oh et al.(2009)은 중학생을 대상으로 ‘지구와 별’ 단원의 지구계 수업 모듈을 개발한 후 행성 리모델링 활동을 통해 학생들의 인지 특성을 분석하였다. 이 외에도 지구계 교육에 대한 교사의 인식에 대한 연구(Lee et al., 2007), 지구계 교육의 중요 개념인 순환에 대한 연구(Kim et al., 2009) 등이 수행되었다. 이러한 지구계 관련 연구 결과들은 지구계 교육이 학생들의 지구적 소양을 함양하는 데 도움이 되고 있음을 보여준다(Lim et al., 2000; Lee and Kwon, 2008; Lim et al., 2009; Yu et al., 2007).

이러한 연구와 더불어 교육과정에서도 ‘지구계’에 대한 내용이 반영되기 시작하였다. 제7차 과학과 교육과정에서부터 ‘지구계’에 대한 내용이 학교 현장에서 다루어지기 시작했는데, 이 교육과정에서는 ‘지구과학’이 과학 기술, 정보 사회의 시민으로서 ‘지구과학적 소양’을 갖추도록 하기 위한 과목이라고 기술하고 있다(Lee, 2011; Minister of Education and Human Resources Development, 2007). 이후 2007 개정 교육과정을 거쳐 2009 개정 교육과정에서는 중학교 1~3학년군의 ‘생명과 지구’ 영역 성취기준에 ‘지구계’가

등장하고 하위계인 ‘기권, 수권, 지권’에 관한 내용이 편성되어 있다.

1990년대 PLESE (Program for Leadership in Earth Systems Education) 기획위원회가 제시한 지구계 교육의 7가지 틀 안에는 지구의 소중함을 인식하고 지구 환경에 대한 책임 의식을 갖도록 하는 내용이 포함되어 있는데(Lee, 2010), 우리 학생들이 살아갈 미래는 지금 보다 더 밀접하게 환경 문제를 경험하고 모든 생활 속에서 영향을 받을 것이다. 현재 우리가 겪고 있는 환경 문제들은 대부분 인간의 활동에 기인한 것이며 따라서 지구계 교육을 통하여 학생들이 책임의식과 소양을 갖추도록 하는 것이 심각한 환경 문제를 해결할 수 있는 하나의 해결책이 될 수 있다. Shin(2001)은 지구계 교육의 목표와 환경 교육의 목표가 거의 일치하며, 세계적인 과학 교육의 추세도 지구 과학과 환경을 함께 논의하는 방향으로 나아가고 있다고 하였다.

환경 교육은 초등학교 시절부터 중요하게 다루어질 필요가 있다. Shin and Lee(2000)는 학생들이 가지는 환경에 대한 가치관과 태도에 대한 연구에서 초등 6학년의 경우 과학 수업 시간에 배운 지식이 환경에 대한 가치관 형성에 크게 기여한다고 하였다. Oware(2008)의 연구에 의하면 초등학교 시절, 12살 정도 학생의 인식이 이공계열 관련 직업 선택에 영향을 미친다고 하였다. 아울러, 성인이 가지고 있는 과학에 대한 태도를 조사한 연구 결과를 살펴보다도 대부분 초등학교 시절에 태도가 형성되었음을 알 수 있다(Thompson and Lyons, 2008).

최근 들어, 환경 문제를 교육시키는데 있어서 체험적인 측면에 초점을 두고 접근하는 것이 강조되고 있다. 초등학교 5학년과 6학년 학생들은 지구 온난화나 오존층 파괴에 대하여 오개념을 가지고 있는데, 그 이유는 이러한 전지구적인 환경 문제가 불확실하고 체험불가능성이 높기 때문으로 분석되었다(Francis et al., 1993; Christidou and Koulaidis, 1996). 이러한 불확실성 및 체험불가능성과 관련된 오개념은 환경에 대한 태도나 의사결정, 그리고 문제해결에 부적절한 영향을 미칠 수 있다(Lee and Fortner, 2000).

우리나라는 정책적으로 영재 교육에 많은 투자를 하고 있다. 각 분야에 재능이 뛰어난 사람을 조기에 발굴하여 능력과 소질에 맞는 교육을 실시함으로써 개인의 잠재력 개발과 자아실현을 목표로 하는 영재 교육은 양적·질적으로 계속 확대되어 왔다. 지금까지

수많은 영재교육 기관이 설립되었으며 각 기관에서는 다양한 영재교육 프로그램을 구성하여 영재 학생들에게 알맞은 교육을 실시하고자 노력하여 왔다. 영재 교육을 통하여 학생들은 다양한 소양을 갖추도록 요구되어 지는데 특히 과학영재의 경우 지구환경시대를 살아갈 한 사람의 시민으로서의 과학적 소양이나 지구과학적 소양(Earth Science literacy)을 함양하는 것이 매우 중요하게 부각되고 있다(Minister of Education and Human Resources Development, 2000; Shin, 2000, 2001; Mayer, 2002, 2003; Lee, 2003; Shin et al., 2005). 그러나 안타깝게도 미래 지구환경 시대의 주역이 될 과학영재 학생들에게 필요한 과학적 소양 교육은 매우 미흡한 실정이다(Seo and Lee, 2003).

초등학교 고학년 과학 영재학생들은 성장하여 우리나라의 국가경쟁력을 도모하며 다양한 모습으로 우리 사회에서 주도적인 역할을 해 나갈 것이며, 이때 지구과학적 소양과 환경 문제에 대한 바른 이해는 필수적이고 기초적인 지식이 될 것이다. 지구과학적 소양을 갖춘 학생들은 환경문제와 관련된 의사결정과 문제해결을 위한 가치 판단 등을 현명하게 할 수 있을 것이다. 따라서 초등학교 고학년 영재학생들에게는 올바른 지구적 소양을 갖추도록 하기 위하여 지구계 교육이 반드시 필요하며 지구계 교육 활동을 전개하기에 앞서 지구계에 대해 어떻게 이해하고 있는지, 그리고 지구환경 문제에 대하여 체험적 측면에서 어떤 인식을 가지고 있는지에 대한 조사가 반드시 필요하다.

따라서 이 연구에서는 초등학교 과학 영재아들의 지구계에 대한 이해와 환경문제에 대한 인식 정도를 알아보고자 한다. 이에 따른 연구문제는 다음과 같다.

첫째, 초등학교 과학영재학생들의 '지구계' 기본 개념에 대한 이해를 조사한다.

둘째, 지구계와 연계된 지구환경문제에 대하여 학생들이 스스로 보고한 지식 수준, 심각성, 확실성, 체험 가능성에 대한 인식 정도를 알아본다.

이 연구는 특정 대학의 부설 과학영재교육원 학생들을 대상으로 적용하였으므로 연구결과를 일반화하기에는 한계가 있을 수 있다.

용어의 정의

확실성은 "어떤 사물이나 현상을 경험적 또는 실험적 증거에 바탕 하여 설명하고 예측하고 통제할 수 있

는 정도"라고 정의 될 수 있다(Lee and Fortner, 2000). 예를 들어, 기차의 움직임을 공기의 움직임보다 훨씬 확실하게 묘사할 수 있다.

체험가능성은 "어떤 사물이나 현상을 일상 생활 속에서 오감을 통해 직접 감지 할 수 있는 정도"라고 정의 될 수 있다(Lee and Fortner, 2000). 예를 들어, 길에 있는 흙이나 나무는 전파나 바이러스에 비해 더 체험 가능한 대상이다. 그러나 맨 눈으로 볼 수 없던 바이러스도 현미경을 통해서 볼 수 있다. 따라서 체험 가능성 또한 상황에 따라 달라 질 수 있다.

연구 방법

연구 대상

연구 대상은 대학 부설 과학영재교육원의 초등 과학반에 입학한 신입생으로 초등학교 5, 6학년 28명의 학생들이다. 과학영재교육원의 학생들은 영재원 자체의 선발 전형에 합격한 학생으로 지역의 다양한 학교에서 선발되었다. 조사 대상의 성별은 남학생이 60.7%인 17명, 여학생이 39.3%인 11명이다. 조사 대상의 학년은 5학년이 46.4%인 13명, 6학년이 53.6%인 15명이다. 연구에 참여한 학생들은 이전에 '지구계'에 대한 강의나 활동 프로그램에 직접 참여한 경험이 없었던 학생 28명이 참여하였다. 이 영재학생들은 1년 동안 3학기(봄, 여름, 가을)에 걸쳐 120시간의 영재교육을 받고 이수 후에 상급 과정으로 진급할 수 있다. 영재교육의 초점은 물리, 화학, 생물, 지구과학, 수학 분야의 탐구나 실험을 통한 교육이 60% 정도 차지하며, 과학 내 통합과학 이나 과학과 관련된 교과와의 통합교육을 20% 정도 받고, 20%는 소양 교육과 캠프 활동을 한다.

연구 절차

연구의 목적을 달성하기 위해 4 단계로 나누어 진행되었다(Fig. 1). 첫 번째 단계에서는 지구적 소양과 지구계 교육에 관련된 국내·외 선행 연구 논문과 개발된 프로그램을 수집하여 검토하였다. 두 번째 단계에서는 문헌 연구를 통해 지구계 핵심 요소를 추출하여 지구계의 이해 정도를 파악하기 위한 점검표를 개발하고, 지구환경문제에 대한 설문지를 선별하였다. 세 번째 단계에서는 그리기 활동을 통하여 '지구계'에 대한 이해를 조사하고, 기존에 개발된 설문지를

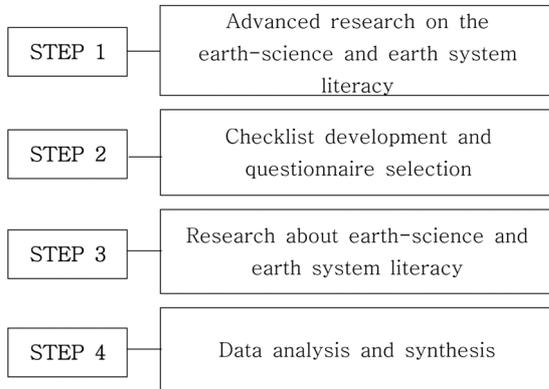


Fig. 1. Procedure of Research.

활용하여 지구환경문제에 대한 인식을 조사하였다. 마지막 단계에서 수집된 자료의 분석을 실시하고 결과를 정리하였다.

점검표(DAET-Checklist)

이 연구에서 개발한 점검표(DAET-C: Draw-An-Earth Test)는 Chambers(1983)에 의해 제시된 과학자의 이미지를 그리는 방식(DAST: Draw-A-Scientist Test)과 Finson et al.(1995)에 의해 제시된 DAST-Checklist(DAST-C)를 기초로 하였다. 지구계의 기본 개념에 대한 학생들의 이해를 조사하기 위하여 DAET-C¹⁾를 개발하기 위해 문헌조사를 기반으로 지구계 핵심 요소인 지구계의 구성, 지구계의 상호작용, 시스템으로서의 지구, 기타 4가지를 추출하였다. 4가지 요소를 기본으로 하여 각각에 대하여 소영역으로 구분하여 하위 요소 14개를 선정하였다. 개발된 지구계의 이해 정도를 파악하는 점검표는 과학교육을 전공하는 전문가 3명과 석·박사과정의 과학교사 10명에게 내용 검토를 의뢰하여 각 영역 설정의 적절성과 타당도를 검증받고 전문가의 조언에 따라 수정하여 최종 완성하였다. 개발된 DAET-C의 세부 항목은 Fig. 2와 같다. 예를 들어, 학생들이 그린 지구계에 대한 그림의 분석은 각 하위요소들이 표현된 개수를 세어 기록하였다.

지구환경문제 인식 조사 설문지

지구환경문제에 대한 학생들의 인식 조사를 위하여 Lee and Fortner(2000) 그리고 Lee(2003)에 의해 개

DAET Checklist

1. Earth system composition
 - A. Atmosphere component (ex air, weather, typhoon)
 - B. Hydrosphere component (ex sea, underground water)
 - C. Geosphere component (ex, earthquake, volcano)
 - D. Biosphere component (ex, animal, plant)
 - E. Human or human activity component (ex cultivation)
 - F. Spacesphere component (ex planet, moon)
 - G. Cryosphere component (ex, glacier, south-pole)
2. Interaction of the earth system
 - A. Interaction or influence of the internal sphere
 - B. Interaction or influence of the external sphere
 - C. Interaction or influence of the sphere between human
3. Earth as the system
 - A. Understanding on the earth as the system
4. Etc (Earth science literacy)
 - A. Aesthetic value of earth component
 - B. Value of earth component
 - C. Thanks consciousness component on the earth

Fig. 2. DAET-C [(Draw-A-Earth Test)-Checklist].

발된 설문지를 수정하여 적용하였다. 이 설문지에서 제시된 지구환경문제들은 13가지(산성비, 대기오염, 산림파괴, 수질오염, 지구온난화, 외래종 유입, 생물종 감소, 기름유출 오염, 오존층 파괴, 농약-살충제 오염, 토양 오염, 쓰레기 오염, 엘니뇨)이며, 선행연구에서 다루어진 지구환경 문제를 대부분 포함하였다 (Riechard and McGarrity, 1994; Riechard and Peterson, 1998; Lee and Fortner, 2006).

설문지는 크게 세 영역으로 구분되어 있다. 첫 번째 부분에서는 13가지 환경 문제에 대해 학생들이 스스로 인식하는 지식수준과 심각성에 대해 질문하였고, 5단계 리커트 척도를 사용하여 응답하도록 작성되었다. 두 번째 부분은 각각의 환경문제에 대해 확실성과 체험 가능성에 대해 조사하였다. 초등과학 영재 학생들에게 생소한 개념인 확실성과 체험 가능성의 경우 설문 조사 시 바이러스나 기차 등의 비유를 통해 추가적인 설명을 하였다.

확실성과 체험가능성은 선행 연구들에 의해 환경문제를 분류하는 방법으로 사용되었다(Lee, 2000; Lee and Fortner, 2000; Lee, 2003; Lee and Fortner, 2006). 응답에 대한 분석은 Lee and Fortner(2000)에

¹⁾이 연구에서는 이 점검표를 DAET Checklist(DAET-C)라 명명하였다.

의해서 실시되고 검증된 방법을 적용하였다. 확실성과 체험 가능성에 대한 응답의 평균값을 기준으로 확실/체험용이(CT), 불확실/체험용이(UT), 확실/체험곤란(CI), 불확실/체험곤란(UI)로 분류하여 분석하였다. 마지막으로 가장 알고 싶은 지구환경문제와 그 이유에 대해 조사하였다.

자료 수집 및 분석

지구계에 대한 초등과학영재 학생들의 이해 정도를 알아보기 위하여 지구에 대한 이미지를 백지에 그리게 하는 DAET²⁾의 방법을 사용하였다. 학생들에게 지구계와 관련된 수업 전에 ‘지구’에 대한 학생들의 생각을 그리도록 하였다. DAET를 통해 그려진 지구와 관련된 이미지에서 나타나는 요소와 특징에 대해서는 개발된 점검표(DAET-C)를 사용하여 빈도를 포함한 기술적 통계 자료를 수집하였고, 학생들을 개별적으로 면담을 통해 학생들이 그렸던 요소에 대해 명확하게 확인하였다. 다음으로 DAET를 분석한 후 설문지를 투입하여 지구환경문제에 대한 학생들의 인식 조사를 실시하였다. 설문 결과의 분석은 SPSS 18.0 프로그램을 이용하여 평균, 표준편차, 백분율 등의 기술 통계를 실시하였다.

연구 결과

학생들의 지구계에 대한 이해

학생들이 개념 그리기 활동을 통해 표현한 ‘지구계’에 대한 인식을 조사한 결과, ‘시스템으로서의 지구’에 대한 이해와 관련된 항목을 제외하고 지구계의 구성 관련 영역에서 80개, 지구계의 상호작용 관련 영역에서 11개, 지구과학적 소양 관련 영역에서 4개의 개념(요소)들이 분석되었다(Table 1). 학생들의 지구에 대한 이미지(DAET)와 면담 자료분석 결과 지구를 지구환경 내에서 서로 상호작용하고 있는 수권, 기권, 생물권, 지권 등과 같은 구성 요소를 포함하는

하나의 통합된 시스템으로 보는 ‘지구를 시스템적으로 이해’하는 내용은 나타나지 않았기 때문에 연구 결과에 제시되지 않았다.

지구계의 구성

지권 관련 요소의 경우 대륙, 화산, 지각, 맨틀, 외핵, 내핵, 암석, 지진 등의 순으로 나타났다. 학생의 예를 살펴보면 학생 A는 지권, 기권, 우주권 관련 요소를 모두 표현하였으며, 지구의 내부와 외부 모두 그리고 싶어서 지구의 내부와 태양, 달을 그림으로 표현하였다고 하였다(Fig. 3). 아울러, 지구의 내핵, 외핵, 맨틀, 지각을 다른 색으로 칠하고 층으로 구분하였다. 수권 관련 요소의 경우 대부분이 바다, 부분적으로 물로 치우쳐 나타났고 지하수나 강, 빙하 등에 대한 것은 인식되지 않는 것으로 나타났다. 학생 A가 그린 그림에 대해 각각의 요소를 명확하게 파악하기 위해 실시한 면담 내용은 아래와 같다. 면담 내용을 살펴보면 그림과 마찬가지로 지구의 내부와 외부 및 지구의 내부구조를 인식하고 그것을 그림으로 표현하였음을 알 수 있다.

연구자: 지구에 대해서 그림을 그리라고 했을 때 어떤 생각이 제일 먼저 들었니?

학생A: 지구 근처에 있는 다른 행성이나, 위성도 그리고 싶었고 지구 안이랑 바깥쪽이 어떻게 보이는지 그리고 싶었어요.

연구자: 지구의 안 모습에서 형성층이라고 써 있는데 이건 어떤 의미니?

학생A: 지구를 이루고 있는 층이요, 형성층.

연구자: 아, 그런 의미구나. 지구를 구성하는 층. 그러면 빛이 전달되는 과정을 그리고 싶었다고 했는데 이 과정에 대해서 설명해줄 수 있겠니?

-중략-

연구자: 마지막으로 지구의 겉모습 그림에서 바다와 대륙 위에 얹혀 있는 하늘색 이건 무엇을 의미하니?

학생A: 하늘에 떠 있는 구름을 그린 거예요.

Table 1. Students’ Understanding of Earth Systems Education for DAET-C

Item	I. Earth system composition							Sum	II. Interaction of the earth system				Sum	III. Earth as the system		IV. Earth science literacy			Total
	A	B	C	D	E	F	G		A	B	C	A		Sum	A	B	C	Sum	
Fre. (%)	8	16	19	12	11	14	0	80 (84.21)	1	5	5	11 (11.58)	0	0 (0)	2	2	0	4 (4.21)	95 (100)

²⁾이 연구에서는 이 방법을 Draw-An-Earth Test(DAET)라 명명하였다.

지구에 대해 나는 이렇게 생각한다.... 그려주세요. ^.^

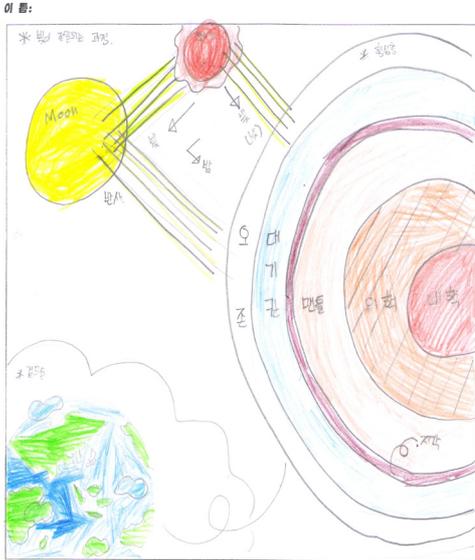


Fig. 3. DAET drawn by Student A.

지구계의 상호작용

지구계의 상호작용은 권역 내의 상호작용 혹은 영향, 권역 간의 상호작용 혹은 영향, 인간과의 상호작용과 영향으로 구분하였다. 인간과의 상호작용과 권역 간의 상호작용이 우세하게 나타났고 권역 내의 상호작용은 거의 나타나지 않았다. 지구계의 상호작용이 비교적 잘 표현된 학생 B는 땅, 공기, 물, 사람 사이의 상호작용을 원을 이용해 표현하였다(Fig. 4). 지구계의 상호작용에 대하여 학생B와 면담한 주요 내용은 다음과 같다. 면담 내용을 살펴보면 지구의 구성 요소에 대한 언급을 하고 있으며 각각의 구성 요소를 원으로 표현한 후 그 원들을 중첩하여 나타낸 것이 구성요소 간 서로 관계를 맺고 있음을 나타낸다고 하였다. 이를 해석하면 지구계의 구성요소들 간의 구체적인 상호작용에 대해서는 알지 못하지만 상호작용을 하고 있다는 점은 인식하고 있음을 알 수 있다.

연구자: '지구'하면 제일 먼저 떠오르는 생각이나 단어가 있니?
 학생B: 다른 행성과 달리 공기가 있고 사람도 있고 나무도 있고 풀도 있고

-중략-

연구자: 그런데 그림에서 각각 원이 겹쳐져 있는데 이건 어떤 의미니?
 학생B: 지구는 여러 가지가 모두 합쳐져 있어서요. 다 어울려서 존재 하나니까.

지구에 대해 나는 이렇게 생각한다.... 그려주세요. ^.^



Fig. 4. DAET drawn by Student B.

연구자: 동글게 그린 건 특별한 의미가 있니?
 학생B: 지구가 동그니까요.

지구과학적 소양

지구과학적 소양 중 지구의 심미적 관련 요소 또는 가치 관련 요소는 일부 학생들의 그림(DAET)과 면담을 통해 알 수 있었다(Fig. 5). 학생들은 지구의 자연 상태 그대로가 아름답다는 의견을 제시하였고, 가치 관련 요소를 표현한 학생의 경우 사람이 살고 있기 때문에 지구가 중요하고 가치 있다고 생각하였다. 지구와 인간의 상호작용에 대한 언급을 하는 학생들도 일부 나타났다. 예를 들어, 학생 C는 지구의 아름다움과 지구의 가치 관련 요소를 표현하였고, 심미적 요소를 강조하였다.

연구자: 선생님이 그림을 참 재미있게 봤는데 그림에 대해서 설명해 줄 수 있겠니? 먼저 심장부터
 학생C: 심장을 그린 건 지구가 없으면 우리가 살 수 없으니까. 없으면 안 되는 중요한 존재라서
 연구자: 그림 설명에 보면 지구가 중요하고 가치 있다고 쓰여 있는데 어떤 점이 가치 있다고 생각하니?
 학생C: 사람이 살아가면서 심장이 있어야 살아가듯이 지구가 그만큼 중요하다고 생각해요.

지구환경문제(이슈)에 대한 인식

학생 스스로 보고한 지식 수준과 심각성: 설문지의 첫 번째 부분에서는 학생들이 스스로 보고한 지식수준과

지구에 대해 나는 이렇게 생각한다.... 그려주세요. ^^

이름:

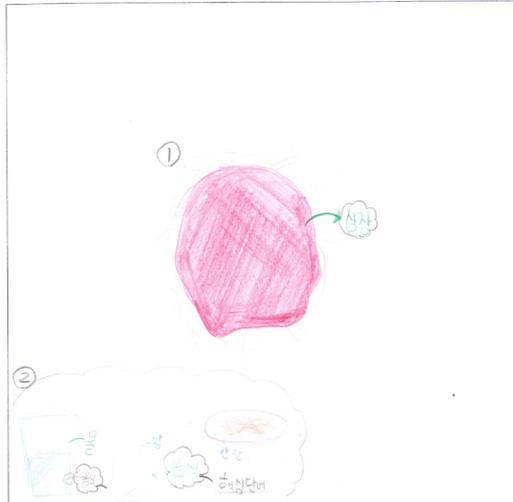


Fig. 5. DAET drawn by student C

심각성에 대해 조사하였다. 지구시스템과 환경 이슈에 관련된 학생들의 지식 수준과 심각성의 항목을 평가하였다(Table 2). 학생들의 지식수준에 대해서는, 대기오염(M=4.19), 지구온난화(M=4.14), 수질오염(M=3.96)의 순서대로 학생 스스로 비교적 잘 알고 있다고 응답하였으나, 농약-살충제 오염(M=3.30), 외래종 유입(M=3.22), 엘니뇨(M=1.54)에 대해서는 낮은 지식 수준을 보였고, 특히 엘니뇨는 매우 낮은 값을 보였다.

한편, 심각성에 대해서는 지구온난화(M=4.61), 대기오염(M=4.00), 수질오염(M=3.96)의 순서로 심각하다고 인식하고 있었으며, 농약-살충제 오염(M=3.04), 외래종 유입(M=2.92), 엘니뇨(M=2.42) 등에 대해서는 상대적으로 심각하지 않다고 인식하고 있었다.

확실성과 체험 가능성: 설문지의 두 번째 부분에서는 환경 문제에 대해 학생들이 스스로 지각하고 있는 확실성과 체험 가능성에 대해 조사하였다(Table 3). 확실성과 체험 가능성에 대한 초등 과학 영재 학생들의 인식을 분석하기 위해 Lee and Fortner(2000)의 연구에 적용된 분류 방법을 적용하였다. 13개의 환경 문제(이슈)는 확실성과 체험 가능성을 기준으로 확실/체험용이(CT), 불확실/체험용이(UT), 확실/체험곤란(CI), 불확실/체험곤란(UI)이라는 네 개의 집단으로 분류하였다(Lee, 2000). 이 연구에서 사용된 13개의 환경 문제들은 3개의 집단으로만 분류되었는데, 엘니뇨, 오존층 파괴, 외래종 유입, 농약-살충제 오염, 토양 오염은 불확실/체험곤란 집단으로 분류되었고, 기름유출 오염, 대기오염, 수질 오염, 쓰레기 오염, 산성비는 확실/체험용이 집단으로 분류되었으며, 지구온난화와 생물종 감소는 불확실/체험용이 집단으로 분류되었다. 산림파괴의 경우 체험은 용이하나 확실성에서 평균값을 보였고, 확실/체험 곤란 집단은 나타나지 않았다.

상세하게 살펴보면 학생들은 산성비(M=4.29, SD=0.81), 대기오염(M=3.59, SD=1.05), 수질오염(M=

Table 2. Mean scores and standard deviation of students' self-reported knowledge and perceived danger levels toward the 13 issues (N=28)

순위	knowledge levels	M	SD	danger levels	M	SD
1	Air pollution*	4.19	0.79	Global Warming**	4.61	0.69
2	Global Warming	4.14	1.15	Air pollution	4.00	0.86
3	Water pollution	3.96	0.87	Water pollution	3.96	0.90
4	Oil Spills	3.89	0.97	Introduced Species Loss of biodiversity	3.90	0.90
5	Trash Disposal	3.81	1.00	Ozone Hole	3.82	1.32
6	Acid Rain	3.78	0.90	Oil Spills	3.79	1.10
7	Introduced Species Loss of biodiversity	3.70	1.17	Trash Disposal	3.71	1.08
8	Deforestation	3.64	1.25	Deforestation	3.57	1.07
9	Soil Erosion	3.52	0.94	Soil Erosion	3.54	0.88
10	Ozon Hole	3.41	1.31	Acid rai	3.46	0.79
11	Pesticides in Agriculture	3.30	1.03	Pesticides in Agriculture	3.04	1.04
12	Influx of exotic Species	3.22	1.09	Influx of exotic Species	2.92	0.85
13	EL Nino	1.54	1.14	EL Nino	2.42	1.17

*: Scores were measured with a 5-point scale where 1 means no knowledge and 5 means very knowledgeable.

** : Scores were measured with a 5-point scale where 1 means no danger and 5 means very dangerous.

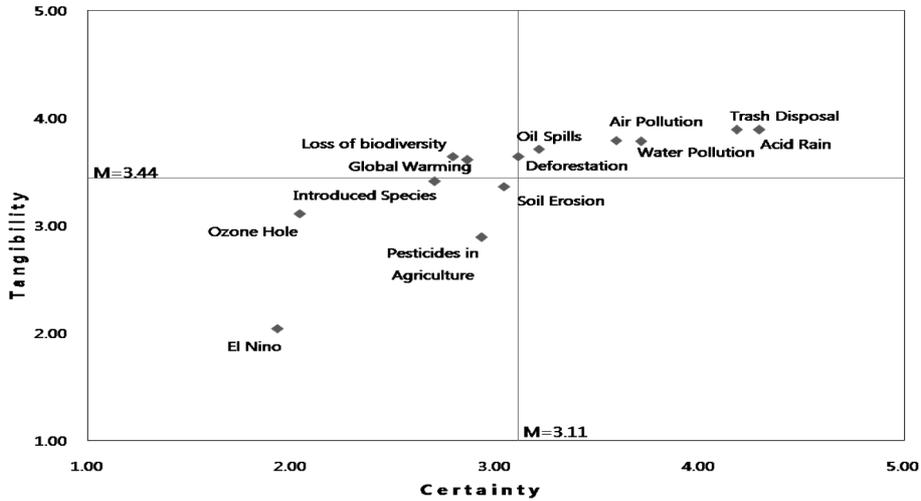


Fig. 6. Classification of 13 environmental problems by perceived certainty and perceived tangibility.

3.71, SD=1.08), 기름유출 오염(M=3.21, SD=1.10), 쓰레기 오염(M=4.18, SD=0.98)에 대해서는 확실한 것으로 인식하였고, 엘니뇨(M=1.93, SD=1.17), 오존층 파괴(M=2.04, SD=1.20), 농약-살충제 오염(M=2.93, SD=1.02), 토양 오염(M=3.04, SD=1.17), 지구온난화(M=2.86, SD=1.35), 외래종 유입(M=2.70, SD=1.07), 생물종 감소(M=2.79, SD=1.42)는 불확실한 것으로 이해하고 있었다.

체험 가능성에 대해서 산성비(M=3.89, SD=0.99), 대기오염(M=3.79, SD=1.07), 산림파괴(M=3.64, SD=0.99), 수질오염(M=3.78, SD=1.01), 지구온난화(M=3.61, SD=1.42), 생물종 감소(M=3.64, SD=1.19), 기름유출 오염(M=3.71, SD=1.27), 쓰레기 오염(M=3.89, SD=1.10)은 쉽게 체험이 용이하다고 응답한 반면에 엘니뇨(M=2.04, SD=1.09), 외래종 유입(M=3.41, SD=0.93), 오존층 파괴(M=3.11, SD=1.29), 농약-살충제 오염(M=2.89, SD=0.88), 토양 오염(M=3.36, SD=0.87)은 체험하기 곤란한 것으로 인식하였다.

Fig. 6에 제시한 것처럼 전지구적인 규모의 환경 문제인 엘니뇨나 오존층 파괴는 매우 낮은 확실성과 체험가능성을 보인다. 이는 초등학생들이 글로벌 환경 문제에 대해 불확실하고 체험이 어렵다고 스스로 인식하고 있음을 보여준다. 아울러, 외래종 유입이나 토양, 농약-살충제 오염도 불확실/체험 곤란의 그룹으로 분류되었다. 반면에 지구 온난화는 불확실하지만 체험은 용이한 것으로 이해되고 있다.

결론 및 제언

결론

이 연구의 목적은 초등학교 과학영재학생들의 '지구계'에 대한 이해와, 지구환경 문제에 대한 인식을 조사하는 것이다. 이를 위하여 지구에 대한 이미지를 그리게 하여 분석하고 면담을 실시하였으며, 설문지를 작성하게 하여 응답한 내용을 분석하였다. 이 연구의 결과를 통하여 내린 결론은 다음과 같다.

첫째, DAET-C를 통해서 나타난 학생들의 지구계에 대한 이해를 조사한 결과 지구계의 구성, 지구계의 상호작용, 지구과학적 소양 순으로 잘 이해하고 있는 것으로 나타났다. 지구과학적 소양 중 지구에 대한 심미적 관련 요소와 가치 관련 요소를 표현한 학생이 있었으나 극소수에 불과하였으며, 감사의식에 대한 내용을 표현한 학생은 없는 것으로 조사되었다. 심미적 관련 요소 또는 가치 관련 요소를 표현한 학생들을 대상으로 면담을 진행한 결과 지구의 자연 상태 그대로가 아름답다는 의견이 많았고, 사람이 살아가기 때문에 가치 있고 중요하다는 의견이 많았다. 이를 통해 앞으로 지구계 교육을 학생들에게 적용하는 경우 지구과학적 소양에 대한 부분을 강화해야 할 필요가 있으며, 학생들이 표현하지 않은 시스템으로서의 지구에 대한 이해는 지구계의 구성요소와 상호작용의 측면에 초점을 두는 것이 중요할 것이다 (Minister of Education Science Technology, 2011).

둘째, 학생들은 지구환경문제 중에서 대기오염, 지구온난화, 수질오염 순으로 가장 잘 알고 있다고 응답했으며, 엘니뇨, 외래종 유입, 농약-살충제 오염 순으로 잘 모른다고 응답하였다. 산성비, 쓰레기 오염, 수질 오염 순으로 체험하기 쉬운 문제라고 응답하였고, 엘니뇨, 오존층 파괴, 외래종 유입 등은 체험하기 곤란한 환경 문제라고 응답하였다. 선행 연구에 의하면 환경 문제와 관련하여 체험 불가능성이 오개념 또는 대안적 개념과 밀접한 관련이 있는 것으로 조사되었다(Boyes and Stanisstreet, 1992, 1998; Stanisstreet and Boyes, 1996; Rye et al., 1997; Mason and Santi, 1998; Lee and Fortner, 2000). 연구 결과에서 불확실/체험곤란 집단으로 분류된 엘니뇨, 오존층 파괴, 외래종 유입, 농약-살충제 오염 등의 환경 문제들을 영재 교육 현장에서 다룰 경우에도 좀 더 체험자 입장에서 이해시키려는 노력이 필요할 것이다. 우리나라의 리더로 성장할 가능성이 높은 과학 영재 학생들에게 올바른 개념 형성과 환경 태도를 기르기 위해 체험적 측면에 초점을 두고 교육하는 것이 중요할 것이다. 환경 문제와 관련해서는 창의적 체험 활동이나 방학을 이용한 체험활동, 학교 외부에서 실시하는 현장학습 등에서 다룰 수 있도록 기회를 제공할 필요가 있다.

제언

이번 연구는 소수의 초등학교 5, 6학년 과학 영재들을 대상으로 한 지구계에 대한 이해 및 환경 문제에 대한 인식 조사이다. 후속 연구에서는 지구계 교육이나 환경 교육을 실시한 후 지구계에 대한 이해가 어떻게 달라지는지 알아볼 필요가 있다. 또한 다수의 인원을 대상으로 연구를 수행하여 남녀, 혹은 중학교 영재학생들을 대상으로 연구할 필요가 있다.

지구온난화, 기후 변화, 엘니뇨 등과 같은 환경 문제는 전지구적으로 광범위하게 발생하며 파급 효과가 크고 언론 매체 등에서도 많이 다루고 있기 때문에 학생들이 접해 볼 기회가 충분하다. 그렇지만, 이 연구에서 나타난 체험불가능성이나 불확실성 측면에 따라 학생들에게 교육시키고 체험적 측면이 강조된 프로그램의 개발이 필요할 것이다. 아울러, 실제 환경 문제에 있어서는 대기오염 때문에 발생한 산성비가 토양이나 물을 오염시키는 것처럼 한 가지 문제가 다른 문제와 서로 연결되어 있는 경우가 많다. 따라서 학생들이 전체적으로 지구를 바라볼 수 있는 안

목을 키울 수 있도록 하위계 간의 상호작용 부분에 초점을 맞추어 교육을 실시할 필요성이 있음이 느껴진다.

Lee and Kim(2010)은 예비 지구과학 교사들을 대상으로 지구계 이해 수준이 환경 인식에 미치는 영향에 대하여 연구하였는데 지구계 이해 수준이 높을수록 환경 민감도와 환경 실천 의지가 높게 나타났다고 하였다. 따라서 초등학교 영재학생들의 경우도 지구에 대한 올바른 이해와 인식을 바탕으로 지구의 가치를 알고 감사의식을 가질 때 지구환경을 더욱 잘 보존하게 되고 지구와 관련한 문제를 슬기롭고 현명하게 해결하게 될 것이며, 지구계 교육이 이러한 부분에서 기여할 수 있을 것이다.

감사의 글

이 논문은 2012 경북대학교 과학교육연구소의 지원을 받아 수행된 연구입니다.

참고문헌

- Boyes, E. and Stanisstreet, M., 1992, Students' perceptions of global warming. *International Journal of Environmental Studies*, 42, 287-300.
- Boyes, E. and Stanisstreet, M., 1998, High school students' perception of how major global environmental effects might cause skin cancer. *Journal of Environmental Education*, 29, 31-36.
- Chambers, D.W., 1983, Stereotypic images of the scientist: Draw-A-Scientist-Test. *Science Education*, 67, 255-265.
- Cho, K.S. and Kang, H.A., 2002, Reaction of students for the field application of ESE program: Focusing on the global climate game. *Journal of Korean Earth Science Society*, 23, 299-308. (in Korean)
- Christidou, V. and Koulaidis, V., 1996, Children's models of the ozone layer and ozone depletion. *Research in Science Education*, 26, 421-436.
- Finson, K.D., Beaver, J.B., and Cramond, B.L., 1995, Development and field test of a checklist for the draw-a-scientist test. *School Science Mathematics*, 95, 195-205.
- Francis, C., Boyes, E., Qualter, A., and Stanisstreet, M., 1993, Ideas of elementary students about reducing the "greenhouse effect." *Science Education*, 77, 375-392.
- Kim, Y.J., Jeong, J.W., and Wee, S.M., 2009, Analysis of conceptions of earth system cycles as perceived by college students. *Journal of Korean Association for Science Education*, 29, 963-977. (in Korean)

- Lee, C.J., 2003, Identify and academic classification of earth science in Korea. *Journal of Korean Earth Science Society*, 24, 650-656. (in Korean)
- Lee, H., 2003, A comparison of Korean and American secondary school students' understanding about Earth systems contents and environmental topics. In Mayer V.J. (Ed), *Implementing global science literacy*. Columbus, OH, USA: Earth Systems Education Program, The Ohio State University, 81-91.
- Lee, H., 2010, A qualitative case study of an exemplary science teacher's Earth Systems Education experiences. *Journal of Korean Earth Science Society*, 31, 500-520.
- Lee, H. and Fortner, R.W., 2006, Elementary Students' Perceptions of Earth Systems and Environmental Issues. *Journal of Korean Earth Science Society*, 27, 705-714.
- Lee, H.N., 2011, Middle school students' understanding about earth systems to implement the 2009 revised national science curriculum effectively. *Journal of Korean Earth Science Society*, 32, 798-808. (in Korean)
- Lee, H.N., Fortner, R.W., and Mayer, V.J., 2004, Earth System Education: An Integrated Science Curriculum Construct for Korea. *Secondary Education Research*, 52, 397-426.
- Lee, H.N. and Kwon, Y.R., 2008, Development and application of earth science module based on earth system. *Journal of Korean Earth Science Society*, 29, 175-188. (in Korean)
- Lee, J. and Fortner, R.W., 2000, Classification of environmental issues by perceived certainty and tangibility. *The International Journal of Environmental Education and Information*, 19, 11-20.
- Lee, J.A., Maeng, S.H., and Kim, C.J., 2007, Science teacher's perceptions and Orientation about earth systems education: A case study. *Journal of Korean Earth Science Society*, 28, 705-717. (in Korean)
- Lee, J.Y., 2000, Subjectivity in perception of environmental issues and its implications for environmental education. *The Environmental Education*, 13, 14-23. (in Korean)
- Lee, Y.S. and Kim, S.S., 2010, The influence of pre-service earth science teacher's earth system understanding levels on environmental recognition. *Kosee*, 98-100. (in Korean)
- Lim, E.K., Hong, S.W., and Jeong, J.W., 2000, Field application of earth systems education. *Journal of Korean Earth Science Society*, 21, 93-102. (in Korean)
- Lim, E.S., Lee, H.N., and Park, S.K., 2009, Development and application of science program for gifted students based on earth system. *Journal of Science Education*, 33, 77-86. (in Korean)
- Mason, L. and Santi, M., 1998, Discussing the greenhouse effect: Children's collaborate discourse reasoning and conceptual change. *Environmental Education Research*, 4, 67-85.
- Mayer, V.J., 1995, Using the earth systems for integrating the science curriculum. *Science Education*, 79, 375-391.
- Mayer, V.J., 2002, *Global Science literacy* (Ed.), Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publisher.
- Mayer, V.J., 2003, *Implementing global science literacy* (Ed.), Columbus, OH: Earth Systems Education Program, The Ohio State University.
- Mayer, V.J., Brown, S.M., Graham, M., and Jax, D.W., 1992, The role of planet earth in the new science curriculums. *Journal of Geoscience Education*, 40, 66-73.
- Minister of Education and Human Resources Development, 2000, *High school curriculum commentary: Science*. Minister of Education and Human Resources Development, Seoul, Korea, 244 p. (in Korean)
- Minister of Education and Human Resources Development, 2007, *High school curriculum (I)*. Minister of Education and Human Resources Development, Seoul, Korea, 551 p. (in Korean)
- Minister of Education Science Technology, 2011, *Science curriculum*, Minister of Education Science Technology. Seoul, Korea, 269 p. (in Korean)
- Oh, H.S., Kim, J.H., Yu, E.J., and Kim, C.J., 2009, An analysis of students' cognitive characteristics through a drawing activity in teaching module of the earth systems education. *Journal of Korean Earth Science Society*, 30, 96-110. (in Korean)
- Oware, E.A., 2008, *Examining elementary students' perceptions of engineers*. Unpublished doctoral dissertation, Purdue University.
- Riechard, D.E. and McGarrity, J., 1994, Early adolescents' perceptions of relative risk from 10 societal and environmental hazards. *Journal of Environmental Education*, 261, 16-23.
- Riechard, D.E. and Peterson, S.J., 1998, Perception of environmental risk related to gender, community socioeconomic setting, age, and locus of control. *Journal of Environmental Education*, 30, 11-19.
- Rye, J.A., Rubba, P.A., and Wiesenmayer, R.L., 1997, An investigation of middle school students' alternative conceptions of global warming. *International Journal of Science Education*, 19, 527-551.
- Seo, H.A., and Lee, Y.H., 2003, An analysis of status of teaching-learning in gifted education apparatus. *Secondary Education Research*, 51, 69-86. (in Korean)
- Shin, D.H., 2000, Past, present and future of earth science education research in Korea. *Journal of Korean Earth Science Society*, 21, 479-487. (in Korean)
- Shin, D.H., 2001, Earth science in the perspective of environmental education. *Journal of Korean Earth Science Society*, 22, 147-158. (in Korean)
- Shin, D.H., and Lee, D.Y., 2000, Children's View of Environmental Value and Attitudes: On the basis of

- Age and Gender. *The environmental Education*, 13, 63-73. (in Korean)
- Stanisstreet, M. and Boyes, E., 1996, Young people's ideas about global environmental issues. In G. Harris and C. Blackwell (Ed.), *Monitoring change in education 2: Environmental issues in education*. Aldershot, Ashgate, UK, 186 p.
- Thompson, S., and Lyons, J., 2008, Engineers in the classroom: Their influence on African American students' perceptions of engineering. *School Science and Mathematics*, 108, 197-211.
- Yu, E.J., Lee, S.K., and Kim, C.J., 2007, Investigating science-talented students' understandings and meaning generation about the earth systems based on their geological field trip reports. *Journal of Korean Earth Science Society*, 28, 671-683. (in Korean)

2012년 10월 12일 접수
2012년 11월 1일 수정원고 접수
2012년 12월 26일 채택