

2009 개정 과학과 교육과정의 효과적인 실행을 위한 중학생들의 지구계에 대한 이해

이 효 념*

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

Middle School Students' Understanding about Earth Systems to Implement the 2009 Revised National Science Curriculum Effectively

Hyonyong Lee*

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

Abstract: The purpose of this study was to explore middle school students' perceptions about earth systems in order to implement the 2009 revised national science curriculum effectively. A total of 1219 students participated in the survey and asked to determine their basic understandings about earth systems, self-reported knowledge level, and perceived significance level of the 23 earth systems concepts (contents). In relation to students' basic understandings about earth system, approximately 67% students reported that they didn't know about the term of the earth system. Atmosphere and hydrosphere were highly perceived as major component of earth system. However, cryosphere was perceived to be least familiar by the subjects. The findings also showed that students' self-reported knowledge level and significance level about major ESU#4, #5, #6 related concepts (contents) were significantly different by gender. Most of male students were more knowledgeable and perceived more significant than female students. Regarding the difference of the perceived significance level by grade, 10 out of 23 concepts were significantly different. Some implications for implementing the revised curriculum and school fields were discussed.

Keywords: Earth System, Earth Systems Education (ESE), 2009 Revised National Science Curriculum, Earth Science

요 약: 이 연구의 목적은 2009 개정 과학과 중학교 교육과정을 효과적으로 실행하기 위해 중학생들의 지구계에 대한 기초적인 인식을 조사하였다. 1219명의 학생들이 설문조사에 참여했으며 학생들의 지구계에 대한 기초적인 이해, 지구계와 관련된 23개의 개념(내용)에 대한 이해 수준과 중요성을 조사하였다. 지구계에 대한 기초적인 이해 결과를 살펴보면 약 67%의 학생들이 지구계에 대한 용어에 대해 잘 모른다고 응답하였다. 지구계의 구성요소 중에서는 대기권과 수권을 가장 잘 인식하고 있었으며, 빙권에 대해서는 지구계의 구성요소로서 낮은 이해 수준을 보였다. 23개 지구계 관련 개념(내용)에서는 성별에 따라 통계적으로 유의미한 차이가 나타났으며, ESU#4, 5, 6에 관련된 주요 개념에서 남학생들이 이해 수준과 중요성에 대한 인식 수준이 더 높게 나타났다. 아울러, 학년별로는 23개 중에 10개의 개념에 대한 중요성의 인식 차이를 나타냈다. 교육과정의 실행과 학교 현장을 위한 제언이 논의되었다.

주요어: 지구계, 지구계교육, 2009 개정 과학과 교육과정, 지구과학

서 론

2011년 8월에 교육과학기술부가 개정 고시한 중학교 과학과 교육과정의 지구과학과 관련된 내용을 살

펴보면, 이전의 중학교 교육과정과 크게 다른 점을 발견할 수 있다. '지구계'가 지구과학 내용을 다루는 개념적인 초점으로 적용되고 있으며, 지구계의 구성 요소인 지권, 수권, 기권, 외권 등이 단원명으로서 사용되었다. 중학교에서 다루게 될 지구와 우주과학에 관련된 내용을 지구계라는 통합적 관점에서 이해하고 접근할 수 있도록 구성한 것이다. 개정된 교육과정에서는 지구계를 구성하는 각 권의 상호작용, 물

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

질과 에너지의 순환 등을 이해하여 지구 환경을 구성하는 모든 요소가 연관되어 있고 상호작용하고 있다는 것을 강조하고 있다. 아울러, 지구와 우주에 관한 현상들을 시스템적인 측면에서 이해하고 인간 활동이 지구계에 미치는 영향(예, 우주 개발 등)이 중요하게 다루어지고 있다(교육과학기술부, 2011a, 2011b).

지구계라는 용어가 사용된 것은 지구온난화, 엘니뇨, 오존층 파괴 등 지구 환경적인 연구가 활발히 수행되면서 지구시스템과학(Earth Systems Science)이라는 학문적인 발달에 기인한다(이효녕과 김승환, 2009; ESSC, 1998; Mayer, 1991a; Mayer et al., 2002). 특히, 지구계 또는 지구시스템이 학교 교육에서 중요하게 인식되고 확대 적용된 것은 1990년대 초부터 미국의 오하이오주립대학교와 북콜로라도대학교를 중심으로 수행되었던 지구계교육(Earth Systems Education) 연구프로젝트가 그 시작이라고 할 수 있다(이효녕 외, 2004; Mayer and Fortner, 1995). 90년대 이후에 지구계라는 주제를 가지고 거시적이고 전체적으로 과학교과를 통합하려는 연구가 수행되기 시작했으며, 다양한 통합과학교육 프로그램이 개발되었다. 가장 대표적인 과학교육과정은 미국의 American Geological Institute에서 개발한 EarthComm(Earth System Science in the Community)이다. EarthComm의 기본 내용을 보면 지역사회와 연계하여 '지구시스템'에 관련된 주제나 이슈들을 중심으로 구성되어 있다(AGI, 2003, 2005; Park, 2001; Park et al., 2004). 미국 이외에 독일에서는 '시스템으로서의 지구'에 초점을 두고 시스템 사고 능력배양을 중요 목표로 하여 과학 수업과 야외학습현장에 적용하고 있다(Hlawatsch et al., 2003). 이스라엘에서도 많은 연구 결과를 바탕으로 지구계와 관련된 교육과정을 개발하여 적용하고 있으며, 프랑스의 경우도 지구시스템과학에서 강조하고 있는 지권, 수권, 대기권 등의 상호작용과 지구환경문제, 지구환경변화, 자연재해 등의 내용들이 다루어지고 있다(신동희 외, 2005; 김찬중 외, 2008; Ben-zvi-Assaraf and Orion, 2005a, 2005b, 2010).

우리나라에서는 제7차 과학과 교육과정에서부터 '지구계'에 대한 내용이 등장하여 학교 현장에서 다루어지기 시작했다. 이 교육과정에서는 '지구과학'이 과학기술, 정보 사회의 시민으로서 '지구과학적 소양'을 갖추도록 하기 위한 과목이라고 기술하였으며, 지구과학 I 교과에서는 지구환경, 물질과 에너지의 순환과 그 구성요소들과의 상호작용에 대한 내용을 포함

하고 있다(교육인적자원부, 2000). 그 이후 2007년 개정과 2009 개정 과학과 교육과정까지 '지구계'에 대한 내용이 지속적으로 강조되었다. 예를 들어, 2009 개정 교육과정의 내용 중 중학교 1학년에서는 과학 교과에서 다루는 순환계, 생태계, 소화계 등 여러 가지 계를 학습하여 지구계 및 지구계의 구성 요소와 특징을 이해하는 것이 중요한 학습 목표로 기술되어 있다(교육과학기술부, 2011b).

이러한 배경 속에서 국내 학자들에 의해 지구계와 관련된 연구들이 수행되었다. 임은경 외(2000)에 의해 지구계 교육에 대한 우리나라 학교 현장 적용에 대한 가치와 가능성을 분석하였고, 조규성 외(2006)는 10학년 학생들을 대상으로 지구계 교육프로그램을 개발하여 학생들의 인식, 흥미, 태도 등에서 긍정적인 변화가 있음을 조사하였다. 아울러, 우리나라 학교 현장에 적합한 지구계 중심의 모듈이 개발되어 적용되었으며(이효녕과 권영륜, 2008), 오현석 외(2009)는 8학년을 대상으로 '지구와 별' 단원의 지구계 수업 모듈을 개발하고 그리기를 이용하여 학생들의 인지 특성을 분석하였다. 지구계 교육에 대한 과학 교사의 인식에 대해서 연구되었으며(이정아 외, 2007), 지구계교육의 중요한 소재인 순환(예, 물의 순환)에 대한 연구도 수행되었다(김윤지와 정진우, 2009; 정진우와 김윤지, 2008; 정진우 외, 2007; 이동은 외, 2008). 이 이외에도 학생과 교사들을 대상으로 지구계에 관련된 다양한 연구들과 교재가 개발되었다(김윤지 외, 2009; 오현석과 김찬중, 2010; Lee, 2010; Mayer et al., 2007).

이상의 연구 결과를 보면 지구계와 관련하여 다양한 연구가 수행되었지만, 2009 개정 중학교 과학 교육과정을 적용하기 앞서 '지구계'와 관련하여 수행된 연구는 찾아볼 수 없다. 개정된 과학과 교육과정을 학교 현장에 효과적으로 실행하기 위해서는 최우선적으로 지구계에 대한 중학생들의 기초적인 인식에 대한 연구부터 조사를 해야 할 것이다. 따라서, 이 연구에서는 중학교 과학 교과서 집필, 교수학습의 방향 설정, 교사 연수 프로그램 개발, 교수 자료 개발 등에 기초 자료를 제공할 수 있도록 지구계에 대한 중학생들의 인식을 탐색하는 것을 목적으로 한다. 연구 목적에 따른 구체적인 연구 내용을 두 가지 설정하였다.

- 중학생들의 지구계에 대한 기초적인 이해
- 성별과 학년에 따른 지구계와 관련된 개념(내용)의 이해 수준과 중요성의 인식 수준 차이

연구방법 및 절차

연구 대상

이 연구는 광역시 소재 중학생 1219명을 대상으로 실시하였다. 광역시 소재 4개의 교육지원청 별로 1개의 중학교를 임의 표집하였으며, 중학교가 많은 교육지원청은 1개 더 추가하여 총 5개 학교를 연구 대상으로 선정하였다. 예비투입의 경우 중학생 103명(남자 57명, 여자 46명)을 대상으로 실시하였고 본 투입에는 중학교 총 1219명이 참여하였다. 전체 1219명 중 남학생은 518명(42.5%), 여학생은 701명(57.5%)으로 여학생의 비율이 높았다. 학년은 1학년이 30.6%(373명), 2학년이 43.6%(531명), 3학년이 25.8%(315명)이 참여하였다.

설문지

중학생들의 지구계에 대한 이해를 조사하기 위하여 Lee(2002)와 Jax(1995)에 의해 개발되어 검증받고 적용되었던 설문지를 수정하여 사용하였다. 설문지는 크게 3개의 영역으로 되어 있으며 첫 번째 영역은 응답자의 일반적인 정보(예, 성별, 학년, 성적 등)와 지구계에 대한 기초적인 이해를 조사하는 문항으로 구성하였다. 지구계에 대한 기초적인 이해 수준을 조사하기 위해 지구계라는 용어를 들어본 유무, 지구계의 구성요소, 우주권(외권)의 영향에 대한 문항으로 구성하였다. 지구계의 구성요소는 지구계교육에서 제시한 5개의 하위 권역(지권, 수권, 기권, 생물권, 빙권)으로 구분하여 조사하였다(Mayer, 1991b; Mayer and Fortner, 1995). 2009 개정 과학과 교육과정을 살펴보면 지구계의 구성 요소인 빙하를 구분하여 다루고 있으며, 빙하의 형성과 분포, 물리적 특성에 관한 내용을 포함하고 있다. 이 연구에서는 극지방에 있는 빙하, 높은 산의 만년설 등 지구의 얼음과 관련된 하위 권역인 '빙권'을 지구계의 주요 구성요소로서 다룬다(교육과학기술부, 2011b).

두 번째 영역은 지구계와 지구계 교육에서 강조하고 있는 23개의 개념에 대한 학생들의 이해(지식) 수준과 중요성을 분석하는 문항으로 구성되어 있다. 23개의 지구계와 관련된 개념과 주제 중 17개는 지구계교육의 7가지 지구계의 이해틀(Seven Earth Systems Understandings: ESU)(Mayer, 1991b; Mayer and Fortner, 1995)과 오하이오주립대에서 개발한 지구계 교육프로그램인 Earth Systems-Education Activities

for Great Lakes Schools(ES-EAGLS)에서 추출되었다(Fortner and Meyer, 1996; Fortner et al., 1995; Fortner et al., 1996; Fortner and Miller, 1997; Fortner et al., 1997a, 1997b). 각각의 항목은 6단계 Likert 척도로 측정하였다.

이 연구에서는 우리나라 중학생을 대상으로 실시하기 위해 설문지를 번역하고 지구과학 교육 전문가 2명과 석·박사 과정에 있는 교사 8명으로 구성된 워크숍을 통해 검토하고 수정·보완하였다. 수정·보완된 주요 내용은 지역 사회 관련 주제와 과학적 용어에 관한 것이었다. 1차 수정된 설문지는 중학생 103명에게 예비투입을 하였으며, 문항의 이해 정도와 용어의 어려움 등을 파악하여 최종 수정하였다. 이 연구에서 측정된 설문지의 신뢰도(Cronbach's α)는 지구계에 대한 이해 수준 영역에서는 0.93, 중요성에 대한 영역에서는 0.94이었다. Table 3에 제시된 두 번째 영역의 23개 개념과 주제를 지구계교육의 7가지 이해틀을 기준으로 분류하면 다음과 같다.

- 지구계 이해#1 (ESU#1): 1 (문항번호)
- 지구계 이해#2 (ESU#2): 2, 12
- 지구계 이해#3 (ESU#3): 3
- 지구계 이해#4 (ESU#4): 4, 6, 7, 8, 13
- 지구계 이해#5 (ESU#5): 5, 9, 10, 14
- 지구계 이해#6 (ESU#6): 11, 15, 16, 18
- 지구계 이해#7 (ESU#7): 19
- 지역 사회 관련 지구계 주제(내용): 17, 20, 21, 22, 23

세 번째 영역은 지구계에 대해 학습한 후 학생들의 인식을 조사하는 37개의 문항으로 구성되어 있다. 이 연구에서는 학생들이 지구계에 대해 학습 기회가 없었기 때문에 분석에서 제외하였다.

자료 수집 및 분석

자료 수집은 조사 대상 학교의 교사들을 통해 중학생들에게 직접 설문지를 배부하고 작성 후 바로 회수하였다. 자료 수집 기간은 2011년 9월 1일-2011년 10월 31일까지였다. 전체 1239부의 설문지를 배부하였으며 불성실하게 응답하거나 복수의 응답을 하는 등의 오류가 있는 20부를 제외한 1219부를 분석에 사용하였다. 자료의 분석은 지구계교육의 7가지 이해틀(Mayer, 1991b; Mayer and Fortner, 1995; Mayer et al., 2007)을 기초로 분류하여 실시하였으

며, 자료의 기본적인 처리와 분석은 기술적인 통계량인 빈도, 백분율, 평균, 표준편차를 산출하였다. 응답한 학생들의 성별에 따른 이해 정도와 중요성에 대한 인식 차이를 분석하기 위해 t검증을 실시하였고, 학년별로 차이를 검증하기 위해 One-Way ANOVA를 실시하였다. ‘인간이나 지구환경이 우주(권)으로부터 영향을 받는 현상 또는 예시’에 대해 기술하는 문항의 분석은 가장 많이 나온 ‘현상’에 대해 빈도 분석을 하였다.

연구 결과 및 해석

지구계에 대한 기초적인 이해

학생들의 지구계에 대한 기초적인 이해를 조사하기 위해 ‘지구계’ 또는 ‘지구시스템’이라는 용어를 알고 있는지 여부에 대해 조사하였다. 설문조사에 참여한 중학생 중에 31.9%(389명)가 알고 있다고 응답하였고, 66.7%(813명)의 학생들은 모른다고 하였으며, 17명(1.4%)은 응답하지 않았다. 지구계 용어에 대해 알고 있는 유무를 성별과 학년별로 정리하면 Table 1과 같다. 남학생 518명 중에 34.6%(179명)의 학생들과 여학생 701명 중에 30%(210명)의 학생들이 지구계 또는 지구시스템이라는 용어에 대해 알고 있다고 응답하였다. 학년별로 살펴보면 1학년 학생들의 응답자 중 69.7%가 ‘아니오’로 대답하였고, 2학년은 68%(361명), 3학년은 61%(192명)로 조사되었으며 저학년 일수록 ‘아니오’의 응답 비율이 증가함을 알 수 있다.

두번째로 ‘지구계’ 또는 ‘지구시스템’의 구성요소에 해당되는 것을 선택하는 문항에 대한 결과이다. 앞의 문항에서 지구계에 대해 알고 있다고 응답한 389명의

학생들을 대상으로 분석한 결과 지권, 수권, 기권, 생물권, 빙권을 모두 구성요소라고 답한 중학생은 110명(28.3%)였으며, 나머지 279명(72%)의 학생들 중 1개 또는 2개의 영역만을 구성요소라고 생각하는 학생은 25.2%(98명)로 나타났다. 다음으로 빙권을 제외하고 4개의 권역을 선택한 학생은 66명(17.0%)이고, 빙권과 생물권을 제외한 3개의 권역을 선택한 학생은 27명(6.9%), 지권과 빙권을 제외한 3개의 권역을 선택한 학생은 26명(6.7%), 생물권을 제외한 4개의 권역을 선택한 학생은 17명(4.4%) 순으로 나타났다.

Table 2는 학생들의 응답을 구성요소별로 재정리한 것이다. 389명의 중학생들 중 기권(77.9%)과 수권(72.5%)이 지구계의 구성요소에 포함된다는 응답이 가장 높게 나타났으며, 빙권의 경우 389명 중 158명(40.6%)의 학생들만이 빙권이 구성요소에 포함된다고 응답하고 있다. 기타 요소로 우주권(9명), 인간계(5명)라는 응답이 있었다.

이 결과를 살펴보면 지구계의 용어에 대해 알고 있다고 대답한 학생들은 구성 요소에 대해 약 72%(279명)의 학생들이 부정확하게 알고 있었다. 지구계의 구성요소로 수권과 기권이 가장 높은 비율을 나타냈으며 빙권이 가장 낮았다. 2009 개정 중학교 과학과 교육과정에서는 수권과 함께 빙권을 다룰 예정이다(교육과학기술부, 2011). 학생들의 낮은 이해 수준을 고려하여 교과서 집필 및 교수 방향을 결정하는 것이 중요할 것으로 생각된다.

세 번째 문항은 ‘지구에 살고 있는 인간이나 지구 환경은 지구 밖의 우주(권)로 부터 영향을 받고 있다고 생각하는지’에 대한 여부를 ‘예’, ‘아니오’로 대답하는 것이다. ‘예’라고 응답한 경우 우주(권)으로부터

Table 1. Students' reponses about the term of earth system by gender and grade level

항목	유형	성 별		소계	학 년			소계
		남(%)	여(%)		1학년(%)	2학년(%)	3학년(%)	
지구계 또는 지구시스템이라는 용어를 알고 있는지에 대한 유무	예	179(34.6)	210(30.0)	389	108(29.0)	159(30.0)	122(38.7)	389
	아니오	331(63.9)	482(68.8)	813	260(69.7)	361(68.0)	192(61.0)	813
	무응답	8(1.5)	9(1.2)	17	5(1.3)	11(2.0)	1(0.3)	17
	합계	518(100)	701(100)	1219	373(100)	531(100)	315(100)	1219

Table 2. Frequency and percentage distributions for items related to the components of earth system

응답 유형	지권(%)	수권(%)	기권(%)	생물권(%)	빙권(%)
구성요소에 해당됨	275(70.7)	282(72.5)	303(77.9)	253(65.0)	158(40.6)
구성요소에 해당되지 않음	114(29.3)	107(27.5)	86(22.1)	136(35.0)	231(59.4)
합계	389(100)	389(100)	389(100)	389(100)	389(100)

영향을 받고 있는 예시(현상 또는 사건 등)를 하나만 기술하도록 했다. 1219명 학생 중에 922명(75.6%)가 영향을 받고 있다고 응답하였고, 290명(23.8%)가 ‘아니오’로 답하였으며, 7명(0.6%)이 응답하지 않았다. 남학생의 경우는 518명 중 403명(77.8%)이 ‘예’라고 응답하였고, 여학생의 경우는 701명 중 519명(74%)이 영향을 받는다고 하였다. 지구의 인간이나 지구환경이 우주(권)으로부터 영향을 받고 있다고 생각하는 남녀학생들의 비율이 80%를 넘지 못하고 있다. ‘예’라고 대답한 학생들 중에 ‘우주(권)으로부터 영향을 받고 있는 예시(현상 또는 사건 등)’를 하나만 적어 달라는 문항에 대한 답변의 결과는 Table 3과 같다. 가장 많은 응답은 15.7%의 학생들이 ‘운석’ 또는 ‘운석 충돌’이라 기술하였고, 그 외에 태양빛(8.06%), 오로라(7.12%), 텔린저(5.03%), 지구온난화(4.4%), 일식(2.93%) 순이었다. 학생들의 기술 내용 중에서 UFO(2.62%)라는 답변도 있었으며 태양과 달의 인력에 의해 유발되는 조석(2.41%)에 대해서는 상대적으로 낮은 응답 비율을 나타냈다.

지구계에 대한 개념(또는 내용)에 대한 이해 수준

23개의 지구계의 개념(또는 내용)에 대한 중학생들의 이해 수준을 성별에 따라 t검증한 결과는 Table 4

Table 3. Frequency and percentage distributions for items related to the influence of space on earth system

응답 유형	빈도	백분율
운석 또는 운석충돌	150	15.71
태양빛	77	8.06
오로라	68	7.12
텔린저	48	5.03
지구온난화	42	4.40
일식	28	2.93
통신 장애	25	2.62
UFO	25	2.62
조석(조류)	23	2.41
태양풍	22	2.30
흑점	22	2.30
오존층(파괴)	17	1.78
월식	16	1.68
공전 또는 자전	15	1.57
에너지	14	1.47
정전	7	0.73
기타 (예, 지구멸망 등)	20	2.09
무응답	336	35.18
합 계	955	100.00

* 1개 이상 기술한 내용까지 포함하여 합계가 922보다 큼.

와 같다. 23개의 지구계 관련 개념(내용) 중에 13개의 개념(또는 내용)이 성별에 따라 통계적으로 유의미한 차이를 나타냈으며, 모두 남학생의 평균값이 높게 나왔다. 지구의 가치나 아름다움에 대한 ESU#1과 인간 활동의 영향에 대한 ESU#2는 t검증 결과 평균값이 통계적으로 유의미한 차이가 없었다. ESU#3에 해당되는 ‘과학 연구를 위한 기술의 사용’에 대해서는 남학생(M=3.59)이 여학생(M=3.27)보다 이해 수준이 높은 것으로 나타났다. 지구계의 구성요소와 지구 역사, 순환과 관련된 ESU#4와 관련된 항목에서는 판구조론의 과정, 지구의 내부 구조, 지구계의 상호작용을 통한 환경의 변화에서 남학생의 이해 수준이 높은 것으로 분석되었다. 지구의 역사와 관련된 ESU#5에서는 지구의 역사(남학생 M=3.82; 여학생 M=3.41), 진화(남학생 M=3.85; 여학생 M=3.49), 화석(남학생 M=3.85; 여학생 M=3.69), 자연에서의 순환(남학생 M=3.88; 여학생 M=3.65)에서 네 개의 개념(내용) 모두 남학생의 이해 수준이 높은 것으로 조사되었다. 태양계와 관련된 ESU#6에서는 ‘태양계’, ‘행성의 운동’, ‘지구의 운동’ 등 네 개의 개념 모두에서 남학생이 여학생보다 이해 수준이 높게 나타났으며, ‘태양계’ 개념의 경우 23개의 개념 중 제일 높은 평균값(남학생 M=4.19)을 보였다. ESU#7의 과학 관련 직업에 대해서는 성별에 따른 유의미한 차이가 없었으며, 지역 관련 주제에 대해서는 우리 지역의 지하자원에 대해서만 남학생(M=3.27)이 여학생(M=3.09)보다 더 잘 알고 있는 것으로 조사되었다. 성별에 따른 통계적인 차이가 없었던 ‘우리 지역의 지질’에 있어서 여학생의 평균값(M=2.91)이 다른 개념(내용)과 비교하여 가장 낮은 값을 보여주고 있다. 여학생이 응답한 개념 중에 가장 높은 이해 수준을 보인 것은 ‘태양계’(M=4.01)이다.

학년별로 23개 개념의 이해 수준에 대한 차이를 비교하기 위해 One-Way ANOVA 분석한 결과 23개 개념 중 2개의 개념(내용)만이 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다(Table 5). 학년별로 평균값을 비교한 결과 자원의 재활용 개념에서는 1학년 학생들의 평균값(M=4.12)이 2학년(M=3.85), 3학년(M=3.91)보다 높게 나타났으며, 통계적으로 유의미한 차이가 어느 학년에서 기인한 것인지를 알아보기 위하여 사후 검증(Schéffe)을 실시한 결과 1학년과 2학년에서 유의미한 차이를 보였다. ‘생태계’ 개념에서도 역시 1학년 학생들의 평균값(M=4.21)이 2학년(M=3.82), 3학

Table 4. Results of t-test for self-reported knowledge level regarding 23 Earth systems concepts by gender

지구계 관련 개념(내용)		성별	N	평균	표준편차	t
ESU#1	1. 지구의 가치(또는 아름다움)	남	518	4.04	1.222	1.749
		여	701	3.92	1.156	
ESU#2	2. 지구계에 대한 인간 활동의 영향	남	518	3.88	1.348	1.113
		여	701	3.80	1.213	
	12. 자원의 재활용	남	518	3.87	1.375	-1.795
		여	701	4.01	1.280	
ESU#3	3. 과학 연구를 위한 기술의 사용	남	518	3.59	1.363	4.319**
		여	701	3.27	1.186	
ESU#4	4. 물(수권), 땅(지권), 공기(기권), 생물(권)의 상호작용	남	518	3.74	1.386	1.393
		여	701	3.63	1.266	
	6. 판구조론의 과정	남	518	3.62	1.507	3.544***
		여	701	3.33	1.359	
	7. 지구의내부구조	남	518	3.91	1.574	3.138**
		여	701	3.64	1.407	
	8. 지구계에 관한 사건 혹은 영향	남	517	3.45	1.347	.098
		여	701	3.44	2.625	
13. 지구계의 구성요소들의 상호작용을 통한 환경의 변화	남	518	3.55	1.351	2.807**	
	여	701	3.34	1.237		
ESU#5	5. 지구의 역사	남	518	3.82	1.312	5.703***
		여	701	3.41	1.207	
	9. 진화	남	517	3.85	1.441	4.518***
		여	701	3.49	1.329	
	10. 화석(증거)	남	518	3.85	1.403	2.084*
여	701	3.69	1.198			
14. 자연에서의 순환(예 물의순환, 암석의 순환 등)	남	518	3.88	1.366	3.123**	
여	701	3.65	1.248			
ESU#6	11. 태양계	남	518	4.19	1.410	2.267*
		여	701	4.01	1.256	
	15. 행성의 운동	남	518	3.57	1.493	3.632***
		여	701	3.27	1.286	
	16. 지구의 운동	남	518	3.88	1.424	3.394**
여	700	3.61	1.341			
18. 지구의 운동과 계절변화(조석변화) 관계	남	518	3.72	1.370	2.108*	
여	701	3.55	1.311			
ESU#7	19. 과학 관련 직업	남	518	3.69	1.442	.683
		여	701	3.63	1.276	
지역 관련 주제	17. 생태계	남	518	3.95	1.492	.762
		여	701	3.89	1.305	
	20. 도시의 물(수돗물, 강)	남	518	3.70	1.388	.316
		여	701	3.68	1.280	
	21. 우리 지역의 지하자원	남	518	3.27	1.468	2.251*
		여	701	3.09	1.330	
	22. 우리 지역의 지질	남	518	3.07	1.448	1.954
여		701	2.91	1.317		
23. 우리 지역의 환경문제	남	518	3.75	1.436	.106	
여	701	3.74	1.379			

*p<.05 **p<.01 ***p<.001

Table 5. Results of one-way ANOVA for self-perceived level regarding recycle and ecosystem by grade

		N	M	SD	F
자원의 재활용	1학년	373	4.12	1.332	4.013*
	2학년	531	3.85	1.298	
	3학년	315	3.91	1.336	
	전체	1219	3.95	1.322	
생태계	1학년	373	4.21	1.400	6.493**
	2학년	531	3.82	1.338	
	3학년	315	3.72	1.400	
	전체	1219	3.91	1.387	

*p<.05 **p<.01

Table 6. Post hoc analysis of self-perceived level regarding recycle and ecosystem by grade (Schéffe)

구분		평균차	표준오차	p
자원의 재활용	1-2학년	.263	.093	.018
	1-3학년	.146	.105	.379
	2-3학년	-.116	.098	.492
생태계	1-2학년	.324	.094	.003
	1-3학년	.286	.107	.027
	2-3학년	-.038	.099	.930

*p<.05 **p<.01 ***p<.001

년(M=3.72) 보다 높게 분석되었으며, 사후 검증을 실시한 결과 1학년과 2학년 그리고 1학년과 3학년에서 유의미한 차이를 나타냈다(Table 6).

지구계에 대한 개념(또는 내용)에 대한 중요성

23개의 지구계의 개념(또는 내용)에 대한 중요성의 수준을 성별에 따라 분석한 결과는 Table 7과 같다.

23개의 지구계 관련 개념(내용) 중에 10개의 개념이 성별에 따라 통계적으로 유의미한 차이를 나타냈으며, 모두 남학생의 평균값이 높게 나왔다. 지구의 가치나 아름다움에 대한 ESU#1과 인간 활동의 영향에 대한 ESU#2는 t-검증 결과 평균값이 통계적으로 유의미한 차이가 없었다. ESU#3에 해당되는 ‘과학 연구를 위한 기술의 사용’에 대해서는 남학생(M=4.59)이 여학생(M=4.39)보다 중요성의 인식 수준이 높은 것으로 나타났다. 지구계의 구성요소와 지구 역사, 순환과 관련된 ESU#4와 관련된 항목에서는 판구조론의 과정, 지구의 내부 구조, 지구계의 상호작용을 통한 환경의 변화에서 남학생이 더 중요하다고 이해하는 것으로 분석되었다. ESU#5에서는 진화(남학생 M=4.57; 여학생 M=4.21), 화석(남학생 M=4.50; 여학생 M=4.21) 등 네 개의 개념(내용) 모두 남학생

이 더 중요하게 인식하는 것으로 조사되었다. 태양계와 관련된 ESU#6에서는 ‘태양계’ 개념에서만 남학생(M=4.83)이 여학생(M=4.54)보다 높게 나타났으며, 행성의 운동, 지구의 운동, 계절변화에 대한 개념(내용)의 중요성에 대한 인식은 성별에 따른 유의미한 차이가 없었다. ESU#7의 과학 관련 직업에 대해서도 남녀에 따라 이해 정도의 차이는 없었으며 지역 관련 주제에 대해서는 우리 지역의 지하자원에 대해 남학생(M=4.46)이 여학생(M=4.28) 보다 더 중요하다고 보고하였다. Table 4의 평균값과 비교해 볼 때 학생들의 이해 수준(M=3.65) 보다는 중요성에 대한 전체 평균값(M=4.47)이 전반적으로 높은 값을 보여주고 있다.

학년별로 23개 개념의 중요성의 인식 수준에 대한 차이를 비교하기 위해 One-Way ANOVA 분석한 결과 23개 개념 중 8개의 개념(내용)이 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다(Table 8). 학년별로 평균값을 비교한 결과 ‘과학 관련 직업’ 항목을 제외하고는 7개의 개념에서 모두 1학년 학생들의 평균값이 제일 높게 나타났으며, 그 다음으로 3학년, 2학년 순으로 나타났다. 과학관련 직업에서만 예외적으로 2학년 평균값(M=4.24)이 1학년(M=4.21)과 3학년(M=4.23) 보다 높게 나타났다. 통계적으로 유의미한 차이가 어느 학년에서 기인한 것인지를 알아보기 위하여 사후 검증(Schéffe)을 실시한 결과는 Table 9와 같다. ‘판구조론의 과정’, ‘자원의 재활용’, ‘도시의 물’, ‘우리 지역의 환경 문제’에 대해서는 1학년과 2학년 사이에 통계적으로 유의미한 평균값의 차이를 보였으며, 1학년 학생들의 중요성 수준이 2학년 보다 높게 나타났다. 아울러, ‘화석’, ‘자연에서의 순환’, ‘생태계’의 개념(내용)에서는 1학년과 2학년, 1학년과 3학년에서 유의미한 차이를 보였다. 예외적으로 ‘과학 관련 직업’에 관련하여 2학년과 3학년 사이에 평균값이 유의미한 차이를 보였으며, 2학년 학생들이 3학년 학생보다 더 중요하다고 인식하고 있었다(Table 9).

결론 및 제언

이 연구에서는 2009 개정 중학교 과학과 교육과정의 지구과학 영역이 효과적으로 실행되기 위해 지구계에 관한 중학생들의 기초적인 인식 조사를 목적으로 하고 있다. 중학생을 대상으로 지구계에 대한 기초적인 이해, 지구계와 관련된 개념의 이해 정도, 중

Table 7. Results of t-test for self-perceived significance level regarding 23 Earth systems concepts by gender

지구계이해	항 목	성별	N	평균	표준편차	t
ESU#1	1. 지구의 가치(또는 아름다움)	남	518	4.93	1.330	.507
		여	701	4.89	1.245	
ESU#2	2. 지구계에 대한 인간 활동의 영향	남	518	4.78	1.340	.546
		여	701	4.74	1.237	
	12. 자원의 재활용	남	518	4.84	1.419	1.071
		여	701	4.76	1.345	
ESU#3	3. 과학 연구를 위한 기술의 사용	남	518	4.59	1.341	2.585**
		여	701	4.39	1.287	
	4. 물(수권), 땅(지권), 공기(기권), 생물(권)의 상호작용	남	518	4.79	1.327	.275
		여	701	4.77	1.226	
	6. 판구조론의 과정	남	518	4.15	1.414	3.108***
		여	701	3.91	1.334	
ESU#4	7. 지구의내부구조	남	518	4.29	1.495	2.101*
		여	701	4.11	1.412	
	8. 지구계에 관한 사건 혹은 영향	남	518	4.36	1.423	.860
		여	701	4.29	1.304	
	13. 지구계의 구성요소들의 상호작용을 통한 환경의 변화	남	518	4.49	1.374	.602*
		여	701	4.44	1.289	
	5. 지구의 역사	남	518	4.34	1.357	2.012*
		여	701	4.18	1.347	
ESU#5	9. 진화	남	518	4.57	1.467	4.446***
		여	701	4.21	1.336	
	10. 화석(증거)	남	518	4.50	1.408	3.606***
		여	701	4.21	1.285	
	14. 자연에서의 순환 (예, 물의순환, 암석의 순환 등)	남	518	4.58	1.813	2.245*
		여	701	4.37	1.302	
	11. 태양계	남	518	4.83	1.341	3.765***
		여	701	4.54	1.301	
ESU#6	15. 행성의 운동	남	518	4.31	1.514	1.357
		여	701	4.19	1.332	
	16. 지구의 운동	남	518	4.57	1.476	.484
		여	701	4.52	2.341	
	18. 지구의 운동과 계절변화(조석변화) 관계	남	518	4.42	1.434	.341
		여	701	4.39	1.315	
ESU#7	19. 과학 관련 직업	남	518	4.28	1.508	1.064
		여	701	4.20	1.376	
	17. 생태계	남	518	4.81	1.480	.229
		여	701	4.79	1.336	
	20. 도시의 물(수돗물, 강)	남	518	4.52	1.466	.822
		여	701	4.45	1.375	
지역 관련 주제	21. 우리 지역의 지하자원	남	518	4.46	1.463	2.183*
		여	701	4.28	1.384	
	22. 우리 지역의 지질	남	518	4.19	1.507	1.934
		여	701	4.03	1.370	
	23. 우리 지역의 환경문제	남	518	4.76	1.412	.200
		여	701	4.74	1.329	

*p<.05 **p<.01 ***p<.001

Table 8. Results of one-way ANOVA for self-perceived significance level regarding 23 earth system concepts by grade

		N	M	SD	F
관구조론의 과정	1학년	373	4.01	1.414	7.562**
	2학년	531	3.98	1.383	
	3학년	315	4.07	1.310	
	전체	1219	4.01	1.374	
화석(증거)	1학년	373	4.37	1.390	6.708**
	2학년	531	4.30	1.332	
	3학년	315	4.35	1.316	
	전체	1219	4.33	1.345	
자원의 재활용	1학년	373	4.95	1.327	4.772**
	2학년	531	4.68	1.427	
	3학년	315	4.80	1.336	
	전체	1219	4.79	1.377	
자연에서의 순환	1학년	373	4.52	1.300	12.295***
	2학년	531	4.38	1.817	
	3학년	315	4.51	1.278	
	전체	1219	4.45	1.543	
생태계	1학년	373	5.01	1.292	13.419***
	2학년	531	4.69	1.465	
	3학년	315	4.73	1.381	
	전체	1219	4.80	1.399	
과학관련 직업	1학년	373	4.21	1.456	4.321*
	2학년	531	4.24	1.425	
	3학년	315	4.23	1.426	
	전체	1219	4.23	1.434	
도시의 물	1학년	373	4.57	1.414	3.990*
	2학년	531	4.39	1.424	
	3학년	315	4.52	1.395	
	전체	1219	4.48	1.414	
우리 지역의 환경문제	1학년	373	4.84	1.325	3.287*
	2학년	531	4.69	1.381	
	3학년	315	4.75	1.382	
	전체	1219	4.75	1.364	

*p<.05 **p<.01

요성의 인식 정도를 성별과 학년별로 어떻게 차이가 있는지 조사한 결과는 다음과 같다.

첫째, 지구계에 대한 중학생들의 기초적인 이해 수준을 분석한 내용을 살펴보면 약 67%의 학생들이 지구계 또는 지구시스템이라는 용어에 대해 잘 모른다고 답하였고 지구계에 대한 용어를 알고 있다고 답변한 학생들 중에도 지구계의 구성요소에 대해서는 부정확하게 인식하고 있었다. 응답자의 약 29% 정도만 지권, 수권, 기권, 생물권, 빙권을 모두 지구계의 구성요소라고 대답하였고 특히, 빙권을 지구계의 구성 요소로 포함시킨 학생들은 40.6% 정도였다. 이는 고수진(2009)에 의해 초등학교 과학영재학생들이 지

Table 9. Post hoc analysis of self-perceived significance level regarding earth system concepts by grade (Schéffe)

구분	평균차	표준오차	p	
관구조론의 과정	1-2학년	-.373	.096	.001
	1-3학년	-.190	.109	.217
	2-3학년	.182	.101	.198
화석(증거)	1-2학년	.308	.087	.002
	1-3학년	.256	.098	.034
	2-3학년	-.052	.091	.848
자원의 재활용	1-2학년	.270	.089	.010
	1-3학년	.209	.101	.117
	2-3학년	-.061	.094	.808
자연에서의 순환	1-2학년	.332	.087	.001
	1-3학년	.464	.099	.000
	2-3학년	.133	.092	.354
생태계	1-2학년	.395	.093	.000
	1-3학년	.497	.105	.000
	2-3학년	.102	.098	.581
과학관련 직업	1-2학년	-.023	.091	.969
	1-3학년	.244	.103	.060
	2-3학년	.267	.096	.020
도시의 물	1-2학년	.241	.089	.027
	1-3학년	.215	.101	.105
	2-3학년	-.025	.094	.964
우리 지역의 환경문제	1-2학년	.240	.095	.040
	1-3학년	.108	.107	.599
	2-3학년	-.132	.100	.417

*p<.05 **p<.01 ***p<.001

구계의 요소 중 빙권에 대해 인식하지 못하는 결과와 일치한다. 아울러, 이 연구에서 학생들은 지구계의 구성요소로서 기권과 수권을 가장 높게 인식하고 있다. 오현석 외(2009)의 연구에서 중학교 2학년 학생들이 수권과 대기권을 가장 중요한 지구계의 하위 계로 인식하는 것과 유사한 결과를 보여주고 있다. 다음으로 우주권의 영향에 대한 문항에서는 약 75%의 학생들이 우주권으로부터 영향을 받고 있다고 응답하였지만, 영향을 받고 있는 예시를 분석한 결과 ‘운석’이라고 가장 많이 서술하였고, UFO, 외계인 등 지구계에 영향을 주는 우주권에 대해 일부 학생들은 제대로 인식하지 못하고 있다.

둘째, 중학생들의 지구계와 관련된 개념(내용)에 대한 이해 수준을 성별과 학년별로 차이점을 살펴보면 23개의 지구계 관련 개념 중 13개의 개념이 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다. 지구의 역사와 관련된 ESU#5의 모든 개념(예, 지구의 역사, 진화, 화석, 자연에서의 순환)에서 남학생의 이해 수준이 높게 나

타났으며, ESU#4와 ESU#3에서 일부 개념에서 차이가 있었고 지역관련 주제에서는 ‘우리 지역의 지하자원’ 항목에서 남녀의 차이가 보였다. 학년별로는 대부분의 개념에서는 이해 수준의 차이가 없었으며, 1학년 학생들의 평균값이 2, 3학년보다 다소 높게 나타났고, ‘자원의 재활용’과 ‘생태계’에서 학년별로 유의미한 차이를 보였다.

셋째, 지구계와 관련된 개념(내용)의 중요성에 대한 인식 수준은 23개 중에 10개의 개념에서 성별에 따라 차이가 있었으며 이해 수준과 마찬가지로 ESU#5의 모든 개념에서 남학생의 중요성에 대한 인식 정도가 높게 나타났으며, ESU#3, 4, 6의 일부 개념에서 중요성에 대한 인식 차이가 있었다. 지역 관련 주제에서도 ‘우리 지역의 지하자원’ 항목에서 남녀의 차이가 보였다. 학년별로는 23개 개념 중 8개의 개념(내용)이 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다. 학생들의 중요성에 대한 평균값은 1학년, 3학년, 2학년 순으로 높게 나타났으며, ‘과학 관련 직업’을 제외하고는 1학년 학생들의 중요성에 대한 인식이 높게 조사되었다.

이 연구의 결과를 통해 2009 개정 중학교 과학교육과정에서 지구과학 영역의 핵심적인 개념인 ‘지구계’에 대한 학생들의 기초적인 이해 수준을 알 수 있었다. 이 연구의 양적인 분석 결과를 바탕으로 질적인 연구가 수행된다면 보다 심층적으로 해석하고 이해할 수 있을 것이다. 현재 결과에 비추어 보면 많은 학생들이 부정확하게 알고 있으며 이해 수준이 낮은 것으로 조사되었다. 이해 수준에 비해 중요성의 인식 수준이 높은 것은 긍정적으로 생각할 수 있지만 중학교 학생들에게 지구와 우주과학을 공부하는 데 있어서 모든 개념을 아우를 수 있는 지구계에 대해 효과적으로 학습하고 바른 이해를 증진시키기 위해서 이 연구의 결과가 기여할 것으로 기대된다. 특히, 성별에 따른 차이와 학년별로의 통계적인 차이를 질적인 자료 또는 2009 개정 과학과 교육과정의 현장 적용을 통해 분석한다면 교육과정 적용에 있어서 의미 있는 방향과 구체적인 방법을 제시할 수 있을 것이다.

참고문헌

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, 서울, 542 p.

- 김윤지, 정진우, 2009, 지구계 교육과 소재로서 순환에 대한 이해. 한국과학교육학회지, 29, 951-962.
- 김윤지, 정진우, 위수민, 2009, 대학생들이 인식하는 지구계 순환의 구성 개념 분석. 한국과학교육학회지, 29, 963-977.
- 교육과학기술부, 2011a, 초·중등학교 교육과정총론. 교육인적자원부, 서울, 25 p.
- 교육과학기술부, 2011b, 과학과 교육과정. 교육인적자원부, 서울, 267 p.
- 교육인적자원부, 2000, 고등학교 교육과정 해설: 과학. 교육인적자원부, 서울, 244 p.
- 고수진, 2009, 초등학교 과학영재학생들의 지구계에 대한 이해. 경북대학교 일반대학원 석사학위논문, 60 p.
- 신동희, 이양락, 이기영, 이은아, 이규석, 2005, 지구환경을 고려한 미래 지향적 지구과학교육과정 제안. 한국과학교육학회지, 25, 239-259.
- 오현석, 김제홍, 유은정, 김찬중, 2009, 지구계 수업 모듈 중 그리기 활동을 통한 학생들의 인지 특성 분석. 한국지구과학회지, 30, 96-100.
- 오현석, 김찬중, 2010, 단어와 그림으로 표현된 8학년 학생들의 ‘지구’에 대한 심상에서 나타난 지구계 이해 분석. 한국지구과학회지, 31, 71-87.
- 이동은, 정진우, 김윤지, 2008, 고등학생들의 불순환 과정과 구성 요소에 대한 이해. 한국과학교육학회지, 28, 24-31.
- 이정아, 맹승호, 김찬중, 2007, 지구계 교육에 대한 과학 교사의 인식과 지향: 사례 연구. 한국지구과학회지, 28, 705-717.
- 이효녕, 권영륜, 2008, 지구계 주제 중심의 지구과학 모듈 개발 및 적용. 한국지구과학회지, 29, 175-188.
- 이효녕, 김승환, 2009, 최신지구과학실험서. 경북대학교 출판부, 대구, 190 p.
- 이효녕, Fortner, R.W., Mayer, V.J., 2004, 지구시스템교육: 한국의 통합 과학교육과정 구성. 중등교육연구, 52, 397-426.
- 임은경, 홍상욱, 정진우, 2000, 지구계 교육의 현장적용에 관한 연구. 한국지구과학회지, 21, 93-102.
- 정진우, 김윤지, 2008, 물의 순환에 대한 초등 예비 교사들의 지구 시스템적 인식. 초등과학교육, 27, 319-327.
- 정진우, 김윤지, 정국송, 2007, 물의 순환에 대한 예비 지구과학 교사들의 인식. 한국지구과학회지, 28, 699-706.
- 조규성, 이광호, 장지영, 강현아, 2006, 10학년 ‘과학’ 수업에서 지구계 교육 프로그램 적용 방안 및 학생 반응: 화산 폭발과 기후의 변화를 중심으로. 한국지구과학회지, 27, 251-259.
- Mayer, V.J., 남정희, 이효녕, 2007, 통합과학의 이해: 지구 시스템적 접근. 자유아카데미, 서울, 268 p.
- American Geological Institute, 2003, Earth system evolution teacher edition: Earth System Science in the community. American Geological Institute, Washington D.C., USA, 674 p.
- American Geological Institute, 2005, Earth System Science in the Community (EarthComm) (5 Unit Edition). It's About Time, NY, USA, 189 p.

- Ben-zvi-Assaraf, O. and Orion, N., 2005a, A study of junior high students' perceptions of the water cycle. *Journal of Geoscience Education*, 53, 366-373.
- Ben-zvi-Assaraf, O. and Orion, N., 2005b, Development of system thinking skills in the context of Earth System Education. *Journal of Research in Science Teaching*, 42, 518-560.
- Ben-zvi-Assaraf, O. and Orion, N., 2010, Four case studies, six years later: Developing system thinking skills in junior high school and sustaining them over time. *Journal of Research in Science Teaching*, 47, 1253-1280.
- Earth System Sciences Committee, 1988, Earth system science: A closer view. National Aeronautics and Space Administration, Washington, DC, USA, 208 p.
- Fortner, R.W. and Meyer, R., 1996, Climate and water interactions: A book of curriculum activities in the series of Earth systems education activities for Great Lakes schools (ES-EAGLS). Ohio Sea Grant, The Ohio State University, OH, USA, 96 p.
- Fortner, R.W., Meyer, R., and Sheaffer, A., 1996, Land and water interactions: A book of curriculum activities in the series of Earth systems education activities for Great Lakes schools (ES-EAGLS). Ohio Sea Grant, The Ohio State University, OH, USA, 95 p.
- Fortner, R.W. and Miller, H., 1997, Life in the Great Lakes: A book of curriculum activities in the series of Earth systems education activities for Great Lakes schools (ES-EAGLS). Ohio Sea Grant, The Ohio State University, OH, USA, 120 p.
- Fortner, R.W., Miller, H., and Sheaffer, A., 1995, Great Lakes instructional materials for the changing earth system. Ohio Sea Grant, The Ohio State University, OH, USA, 300 p.
- Fortner, R.W., Sheaffer, A., and Miller, H., 1997a, Environmental issues in the Great Lakes: A book of curriculum activities in the series of Earth systems education activities for Great Lakes schools (ES-EAGLS). Ohio Sea Grant, The Ohio State University, OH, USA, 180 p.
- Fortner, R.W., Sheaffer, A., and Miller, H., 1997b, Shipping on the Great Lakes: A book of curriculum activities in the series of Earth systems education activities for Great Lakes schools (ES-EAGLS). Ohio Sea Grant, The Ohio State University, OH, USA, 86 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.
- Jax, D.W., 1995, A case study of the initiation and implementation of an innovative integrated science curriculum for grades nine and ten. Unpublished Ph.D. Dissertation, The Ohio State University, OH, USA, 340 p.
- Lee, H., 2002, A case study of science curriculum integration: Earth systems approach. Unpublished doctoral dissertation, The Ohio State University, OH, USA, 314 p.
- 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.
- 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. (ed.), 2002, *Global science literacy*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands, 260 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.
- Park, D., Yager, R., and Smith, M., 2004, Implementing EarthComm: Teacher professional development and its impact on student achievement scores in a standards-based earth science curriculum. *Electronic Journal of Science Education*: <http://unr.edu/homepage/jcannon/ejse/ejse.html> (2011, October)
- 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 Ph.D. Dissertation, The University of Iowa, Iowa, USA, 154 p.

2011년 11월 17일 접수

2011년 12월 1일 수정원고 접수

2011년 12월 16일 채택