

뇌기반 진화적 접근법에 따른 과학 야외학습이 초등학생들의 흥미와 성취도에 미치는 영향

박형민 · 김재영[†] · 임채성[†]
(서울남부초등학교) · (서울교육대학교)[†]

Analyses of Elementary School Students' Interests and Achievements in Science Outdoor Learning by a Brain-Based Evolutionary Approach

Park, Hyoung-Min · Kim, Jae-Young[†] · Lim, Chae-Seong[†]
(Seoul Nambu Elementary School) · (Seoul National University of Education)[†]

ABSTRACT

This study analyzed the effects of science outdoor activity applying a Brain-Based Evolutionary (ABC-DEF) approach on elementary school students' interest and academic achievement. Samples of the study were composed of 3 classes of 67 sixth graders in Seoul, Korea. Unit of 'Ecosystem and Environment' was selected as a object of the research. Textbook- and teachers' guidebook-based instruction was implemented in comparison group, brain-based evolutionary approach within classroom in experimental group A, and science outdoor learning by a brain-based evolutionary approach in experimental group B. In order to analyze the quantitative differences of students' interests and achievements, three tests of 'General Science Attitudes', 'Applied Unit-Related Interests', and 'Applied Unit-Related Achievement' were administered to the students. To find out the characteristics which would not be apparently revealed by quantitative tests, qualitative data such as portfolios, daily records of classroom work, and interview were also analyzed. The major results of the study are as follows. First, for post-test of interest, a statistically significant difference between comparison group and experimental group B was found. Especially, the 'interests about biology learning' factor, when analyzed by each item, was significant in two questions. Results of interviews the students showed that whether the presence or absence of outdoor learning experience influenced most on their interests about the topic. Second, for post-test of achievement, the difference among 3 groups according to high, middle, and low levels of post-interest was not statistically significant, but the groups of higher scores in post-interest tends to have higher scores in post-achievement. It can be inferred that outdoor learning by a brain-based evolutionary approach increases students' situational interests about leaning topic. On the basis of the results, the implications for the research in science education and the teaching and learning in school are discussed.

Key words : brain-based evolutionary approach, ecosystem, environment, biology learning, outdoor learning, interest, achievement

I. 서 론

2009년 개정 과학과 교육과정의 목표는 자연 현상과 사물에 대하여 흥미와 호기심을 가지고 탐구

하여 과학의 기본 개념을 이해하고, 과학적 사고력과 창의적 문제 해결력을 길러 일상생활의 문제를 해결할 줄 아는 과학적 소양을 기르는 것이다(Ministry of Education, Science and Technology, 2011a).

지금까지 개정되어 온 여덟 번의 과학과 교육과정의 목표에는 인지적 영역뿐만 아니라, 정의적, 행동적 영역이 항상 포함되어 왔다. 그러나 실질적으로 학교 현장에서의 과학 교수·학습 및 평가는 인지적 영역에 편향되어 왔다(Randler & Bogner, 2007). 또한, PISA와 TIMMS의 결과에 따르면, 우리나라 학생들은 인지적 영역은 상위 수준이지만, 흥미·자아효능감·가치 인식 등 정의적 영역의 성취는 상대적으로 매우 낮은 것으로 나타났다(Choe *et al.*, 2013). 과학자의 활동에는 본질적으로 자연 현상·사물에 대한 흥미·호기심, 해결 방법 실행, 해결을 통한 지식 구성 등 정의적·행동적·인지적 영역이 수반되므로 과학 교수학습에서도 정의적·행동적·인지적 요소를 균형적이고, 체계적으로 연계시키는 실제적 과학 교수학습 접근이 필요하다.

본 연구에서는, Lim(2009)이 개발한 뇌기반 진화적 접근법을 수업에 적용하여 학생들에게 과학자가 실제로 과학을 하는데 필요한 세 가지 핵심 영역(정의적·행동적·인지적)과 진화적 요소들을 반영한 실제적 과학(authentic science)을 경험하게 하고, 그 효과를 검증하였다. 뇌기반 진화적 접근법은 지금까지 연구된 개체 발생적 측면에서의 뇌 발달과 부위별 기능 분화를 실제과학, 즉 과학자가 과학을 하는데 수반되는 태도·기능·지식과 과학교육의 주요 목표 영역인 정의적(Affective)·행동적(Behavioral)·인지적(Cognitive) 영역을 연계시키고, 생물학 영역뿐만 아니라, 다양한 영역에서 적용되고 있는 과학적 이론으로서의 보편적 진화 이론의 핵심 요소인 변이-선택-파지(Variation-Selection-Retention) 과정을 토대로 학생에게 과학을 과학적으로 가르치기 위한 학습모형이다. 정의적, 행동적, 인지적 요소 안에 각각 다양화(Diversifying), 시행·비교·선택(Estimating, Evaluating, Executing), 확장·적용(Furthering)의 단계가 포함되어 있어서, 간략히 ABC-DEF 모형이라 불린다(Lim, 2012).

2000년대 이후로 뇌기반 학습에 관한 연구는 활발히 진행되고 있다. Choi and Shin(2014)에 따르면, 뇌기반 학습에 대한 연구는 다른 교과에 비해 과학 교과에서 가장 활발하며, 이 연구들은 학습 활동과 뇌 기능의 관계를 기반으로 하여 교과 교육의 특성이 반영된 구체적인 접근방법을 제시함으로써 학습활동의 효과를 최대화할 수 있는 방법의 예를 보여주고 있다. 뇌기반 진화적 접근법에 대한 연구는

진화적 요소가 포함된다는 점에서 기존의 뇌기반 학습에 대한 연구와 차별성이 있다. Lim *et al.*(2012)은 뇌기반 진화적 접근법에 따른 초등학생들의 자유탐구 활동 중 정의적 영역에서 학생들이 과학 흥미 주제를 어떻게 다양화하고, 다양화한 것 중 어떤 것을 왜 선택하며, 선택한 흥미 주제를 어떻게 확장·적용하는가(A-DEF)를 분석하였다. Kim *et al.*(2014)은 그 다음 단계인 행동적 영역에서 학생들이 자신의 호기심 문제를 해결하기 위한 방법들을 어떻게 생각해내고, 이들 중 어떤 것을 왜 선택·실행하며, 사용한 방법을 어떻게 확장·적용하는가(B-DEF)를 보고하였다. Baek *et al.*(2014)은 학생들이 앞의 정의적·행동적 활동을 통해 얻은 결과의 의미를 다양화하고, 각각의 중요도를 비교·평가하며, 알게 된 사실을 확장·적용하는 인지적 영역(C-DEF)에서 나타난 특징들을 분석하여 보고하였다. Baek *et al.*(2015)은 위의 세 연구 결과와 관련하여 교사가 학생들의 과학 자유탐구를 더 효과적으로 안내하고 지도할 수 있는 실제적 정보를 제공하기 위하여, 뇌기반 진화적 접근법에 따른 자유탐구를 수행한 학생들이 이 방식을 어떻게 인식하고 있는지를 조사·분석하였다. 이 일련의 선행연구들은 자유탐구 활동 상황에서 나타난 학생들의 특성들을 분석했다는 공통점이 있다. 본 연구는 자유탐구가 아닌 정규 교육과정에서 배정된 시수에 맞춰 뇌기반 진화적 접근법에 따른 과학 야외학습 프로그램을 개발하고, 그 효과를 분석한다는 점에서 새로운 의의가 있다.

Korfiatis and Tunnicliffe(2012)는 학생들에게는 ‘책의 생태(book ecology)’가 아닌 ‘진짜 생태(real ecology)’가 중요하며, 생태교육은 현장에서의 실물 경험이 없으면 의미가 없다고 주장하였다. 또한, Kovalik and Olsen(2001)은 현장에서 실물을 직접 경험할 때, 뇌로 입력되는 정보의 양과 기억되는 양이 가장 많고 유지되는 기간도 긴 것을 발견하여 야외학습이 성취도에 미치는 긍정적인 영향을 주장하였으며, Kim *et al.*(2000)은 생물 단원의 학습은 교과서를 중심으로 하는 교실학습이 필수적이지만, 주변의 생물, 생물의 다양성, 동물 분류 등은 단원의 특성상 학습 효과를 높이거나, 흥미를 유발시키기 위해서 야외 실습이나 채집 등 현장 학습이 병행되어야 효과를 높일 수 있다고 분석하였다. 그러나, 학교 현장에서는 야외학습 프로그램의 부족, 학생 안전사

고, 시간 및 장소의 제약 등으로 야외학습이 잘 실시되지 못하는 실정이다(Kim *et al.*, 2007).

많은 현장 교사들은 대부분의 생물 교수학습 대상이 학교 내외의 자연 실물들임에도 불구하고, 학교 내의 한정된 공간에서 교과서 사진이나 영상 자료 등에 의존하여 수업을 진행하고 있다. 이는 학생들에게 생태계를 머리로만 이해하게 하며, 일부 학생들은 Choi and Hong(2014)이 보고한 바와 같이 작은 생물을 ‘위험하거나 징그럽다’라고 생각하기도 하였다. 2013년, 6학년 학생들을 대상으로 ‘학생들이 원하는 생물 수업’에 대해 설문한 결과, “산에 돋보기를 들고 가서 여러 생물을 관찰하고 싶다.”, “동굴, 바다, 아프리카, 우주에 가서 생태계를 조사하고 싶다.”라는 등 실제로 생태계를 체험하고 싶다는 내용들이 주를 이루었다. 이에 본 연구에서는 학생들이 과학 야외학습을 통해 학교 주변의 자연 현장에서 실물을 직접 경험하는 방식의 학습을 통해 교과지식의 이해뿐만 아니라, 자연에 대한 흥미가 향상되는 등 더 유의미한 결과를 생성할 수 있을 것이라 판단하였다.

따라서, 본 연구에서는 ‘생태계와 환경’이라는 주제에 대해 실제적 과학의 속성을 반영한 뇌기반 진화적 접근법에 따른 과학 야외학습 프로그램을 개발·적용하여 학생들의 흥미도와 학업성취도에 얼마나, 어떻게, 왜 영향을 미치는지를 조사·분석하였다.

II. 연구절차 및 방법

1. 연구 대상 및 적용단원

본 연구는 서울시에 소재한 N 초등학교 6학년 3개 반(67명)을 대상으로 실시하였다. 이 학교는 교육복지특별지원학교로 학생들의 경제적 형편이 어려워, 부모가 모두 취업하는 가정이 많은 관계로 방과 후 나홀로 아동의 생활지도에 어려움이 있고, 가족 체험 학습기회가 부족하다. 이 학교에서 도보로 5분 거리에는 다양한 동·식물들이 살아가고 있는 하천이 있어, 이곳을 활용한 야외학습 프로그램 개발이 용이하다. 공동연구자 중 한 사람이 6학년 담임이자, 같은 팀에 속해 있는 3개 반의 과학 담당 교사이기 때문에 학생들의 변화 관찰이 용이하고, 추가 면담 및 자료 수집이 적절한 6학년을 연구 학년으로 선정하였다.

비교반은 교과서·지도서 기반의 전통적인 수업을, 실험반 A에는 뇌기반 진화적 교수모형을 적용한 교실수업을, 실험반 B에는 뇌기반 진화적 교수모형에 따른 야외학습 수업을 각각 적용하여 실시하였다. 이 세 개의 반은 2014년 3월에 실시한 과학 진단평가 점수에서 통계적으로 유의한 차이가 없었다 [$F(2, 66)=0.891$ ($p>.05$)].

Kim and Lim(2003)에 따르면 초등교사들은 과학 영역 중 생물과 지구과학 영역에서 과학 현장학습의 필요성을 가장 크게 인식한다. 교과서의 생물 및 지구과학 영역의 단원들 중 야외학습에 가장 적합한 단원들을 비교·분석하고, 학생들을 대상으로 단원 선호도를 조사한 결과(62명, 10점 만점), 적용단원으로 6학년 1학기 4단원 ‘생태계와 환경’을 선정하였다. 지구과학 영역인 ‘날씨의 변화’와 ‘계절의 변화’ 단원은 9개의 단원 중 각각 7번째(5.60점)와 9번째(5.10점)의 선호를 보였다. 반면, 생물 영역인 ‘생태계와 환경’ 단원은 6번째(6.10점)로 중간의 선호를 보였다. 선호도가 높거나, 낮은 단원보다 중간 정도의 선호를 보이는 단원에서 학생들의 흥미와 성취도 변화를 더 명확하게 파악할 수 있을 것이라 판단하였다.

2. 검사 도구

1) 단원 흥미도 검사

단원 흥미도 검사는 일반적인 과학태도 검사지로 널리 쓰이고 있는 TOSRA(Fraser, 1981)를 ‘생태계와 환경’ 단원의 성격과 내용에 맞게 수정하여 사용하였다. 과학교육 전공자 및 대학교수에게 의뢰하여 검사지의 타당도를 검증하였다. 이 도구는 5단계 리커트 척도형으로 총 15문항으로 이루어져 있다. 또한, 생물에 대한 관심 정도, 생물 학습에 대한 흥미 정도, 생물과 관련된 활동 흥미 정도, 생물 관련 직업 흥미 정도, 해당 단원 교과 내용 흥미 정도의 하위요소로 구성되어 있다. 리커트 척도형 문항과 함께 응답한 이유를 설명하는 개방형 문항(‘왜 그렇게 생각하나요?’)을 포함하였다. 본 검사지의 전체 문항에 대한 Cronbach's α 값은 0.925이다.

2) 성취도 검사

사전 성취도 검사는 본 연구를 시작하기 직전 학기에 실시한 과학 진단평가로 대체하였으며, 사후

성취도 검사지는 Kim(2014)이 개발한 검사지를 연구목적에 적합하게 수정하여 사용하였다. 5지 선다형 31문항이며, 환경요인이 생물에 미치는 영향, 환경에 적응하는 생물, 생태계의 구성요소, 생태계 평형의 중요성, 환경오염의 원인, 인간생활이 생태계에 미치는 영향과 같은 하위요인으로 구성하였다. 본 검사지의 전체 문항에 대한 Cronbach's α 값은 0.632이다.

3. 연구 설계

개발된 프로그램의 효과를 알아보기 위하여 세 집단에 ‘생태계와 환경’ 단위 관련 흥미도 및 성취도 검사, 일반과학태도 검사를 실시하였다. 이렇게 수집된 데이터는 SPSSWIN 20.0을 활용하여 독립표본 t -검증, 일원 변량 분석, χ^2 검정을 통해 정량적 분석을 실시하였다. 또한, 정량적 검사지로 드러나지 않는 특성들을 알아내기 위하여 교사의 관찰지, 학생의 포트폴리오 및 면담자료를 분석하는 등 정성적 연구를 병행하였다.

4. 프로그램 개발을 위한 분석

뇌기반 진화적 접근법에 따른 과학 야외학습 프로그램을 개발하기 위해 교과서 단원의 활동 분석, 해당 단위 학생 오개념 분석, 단위 개선사항 교사 인터뷰 및 토의 분석, 교육과정 내용체계 분석을 실시하였다.

1) 교과서 활동 및 오개념 분석

2007 개정 교과서 ‘생태계와 환경’ 단원의 활동들을 분석한 결과이다(Ministry of Education, Science and Technology, 2011b). 이 단원의 활동들은 개정된 Bloom의 인지적 영역 분류체계(Anderson & Krathwohl, 2001)에서 기억, 이해, 적용, 분석 등의 사고력이 주를 이루었으며, 평가와 창출과 같은 고차적 활동은 상대적으로 적었다. 특히 평가 영역과 관련된 활동은 전혀 없었다.

뇌기반 진화적 접근법을 적용한 야외학습 프로그램을 개발·적용하기 1년 전, Kim(1996)이 개발한 ‘생태계와 환경’에 대한 오개념 검사지를 현 교육과정에 맞게 수정·보완하여 전통적 방식의 해당 단위 수업을 마친 6학년 학생들에게(21명) 투입하였다. 그 결과, 다음과 같은 대표적인 오개념이 나타났다. 먼저, 생물요소의 역할에 대해 구분하지

못하는 학생들은 16명(76.2%)이었으며, ‘생태계는 비생물요소를 제외한 생물요소만의 상호작용이다’, ‘물의 종류와 수가 많은 생태계일수록 더 잘 파괴된다.’라고 생각한 학생들은 각각 14명(66.7%)이었다. ‘물 속에 생물의 수가 많을수록 깨끗한 물이다.’라고 생각한 학생들은 13명(61.9%)이었고, ‘생태계가 평형을 유지하고 있을 때에 생물의 수는 3차 소비자가 가장 많아야 한다.’라고 생각한 학생은 10명(47.6%)이었다. 그 외로 ‘쓰레기를 태우면 대기가 오염되므로 묻어 두는 것이 좋다.’라고 생각한 학생은 7명(33.3%), ‘물 속에 분해자가 많으면 깨끗한 물이다.’라고 생각한 학생은 4명(19.0%)이었다.

2) 교사 인터뷰 및 논의

‘생태계와 환경’ 단원을 최근에 가르친 경험이 있는 교사 4명과 함께 이 단원에 대한 교수학습에서 어려운 점이나 수정·보완해야 할 점에 대해 토의하였다. 분석한 내용은 다음과 같다. 1차시 생태계 임의 경우, 종이에 구멍 뚫고, 고리를 끼우고 빼면서 시간을 많이 소비한다. 오히려 별도의 과정 없이 카드를 단순 나열하는 것이 더 낫다. 카드게임보다 더 적절한 게임이 필요하다. 3차시의 경우, 교과서의 먹이사슬의 예가 너무 적다. 생물의 먹이관계에 대한 학생들의 사전지식이 적으므로 다양한 사례가 제시될 필요가 있다. 4차시 콩나물 실험 시 지도서에서 유의사항을 상세히 제공해야 한다. 콩나물 실험을 할 때 짝이 썩는 경우가 많다. 짝이 썩지 않게 잘 관리하는 방법 등의 서술이 필요하다. 5차시의 경우, 교과서에 수록된 밝은 곳의 잎과 그늘진 곳의 잎의 생김새의 차이가 사진으로 뚜렷하게 나타나지 않는다. 차이가 뚜렷한 동물의 사진을 교과서에 가장 먼저 제시하는 것이 더 낫다. 7차시 황산 용액 실험에서 오히려 황산에서 씨앗이 더 잘 발아될 때도 있다. 10차시 생태 복원 프로젝트의 경우, 여름방학 바로 직전에 배치되어 있어서 장기적으로 이어지기 힘들고, 교사에 따라 프로젝트를 생각하는 경우가 많다. 생태 복원 프로젝트를 앞차시로 배치하여 학생들이 생태 복원 프로젝트를 진행하며, 단위 수업을 하는 것이 더 낫다. 10차시를 11차시로 늘려서 생태 복원 프로젝트를 강조할 필요가 있다. ‘생태계와 환경’ 단원을 가르친 경험이 있는 교사들과 이 단원에 대한 교수학습에서 어려운 점과 수정·보완해야 할 내용에 관해 인터뷰

하고 논의한 결과, 차시의 재배열, 활동의 효율성 추구, 다양한 사례 제시, 실험·현장 활동에 대한 자세한 안내 등이 필요하다고 판단하였다.

III. 결과 및 논의

1. 뇌기반 진화적 접근법에 따른 과학 야외 학습 프로그램 개발 결과

이 프로그램은 정규 과학 교육과정에서 배정된 시수에 맞춰 Table 1과 같이 총 10차시로 구성하였다. 실제 과학적 활동을 위해서는 학생들이 생태계와 환경에 관한 내용에 대한 기본적 이해와 관련 탐구 능력이 필요하므로, 교사 설명 중심의 수업과 전통적인 교사 안내에 따른 해보기 방식의 수업을 실시하고, 이를 토대로 실제 과학적 접근법으로서 ABC-DEF 방식의 수업을 실시하였다. 야외 학습은 블록타임제를 활용하여 총 세 차례(A-E, B-E 단계 등)에 걸쳐 4차시 분량의 수업을 진행하였다. 재구성한 단원의 수업은 성격에 따라, 1) 혼합형 수업, 2) 전통적 방식의 수업, 3) 교사 설명 중심 수업, 4) 뇌기반 진화적 접근 교수모형을 적용한 수업으로 나눌 수 있다.

1) 혼합형 수업

1, 2차시(블록타임)는 교사설명 중심 수업과 전통적 방식의 수업을 합친 혼합형 수업이며, 야외 학습을 포함하고 있다. 개념 가치치기를 통해 생태계 구성요소와 의미에 대한 개념을 먼저 이해하고, 생태체험 장소로 이동하여 생물요소와 비생물 요소

를 찾아보고, 두 요소가 어떻게 연관되어 있는지 발표한다. 주변에서 관찰할 수 있는 생물 중 하나를 택하여 그 생물의 먹고 먹히는 관계를 생각하고, 친구들과 먹이사슬 게임을 한다. 1, 2차시 수업을 통해 새롭게 알게 된 점과 더 알고 싶은 점들을 발표한다.

2) 전통적 방식의 수업

3차시와 4차시는 전통적인 교사 안내에 따른 해보기 방식의 수업이다. 3차시는 생물의 생활에 영향을 주는 비생물 요소를 알아보는 수업이다. 핵심 용어 위주로 전 차시의 내용을 정리하고, 비생물 요소(햇빛과 물)의 유무를 독립변인으로 하여 콩나물 성장 실험을 실시한다. 이후, 교사가 비생물 요소가 생물에게 끼치는 영향을 설명한다.

4차시는 ‘생물이 어떻게 환경에 적응하며 살아가는가’에 대한 수업이다. 사진 및 영상자료를 활용하여 다양한 생물과 살고 있는 환경을 학생들에게 보여준다. 이후, 다양한 생물이 왜 그러한 모습으로 살아가고 있는지에 대한 토의를 하고, 생물의 특징이 어떠한 환경에 적응한 것인지 정리한다.

3) 교사 설명 중심 수업

7차시는 환경오염에 대한 교사 설명 중심 수업이다. 바로 전 단계인 5, 6차시(A-DEF 단계)에서 학생들은 우리 동네의 오염사례를 직접 확인하고, 우리 동네 외의 오염사례에 대해 찾아보는 활동으로 구성하였다. 그러나 학생이 찾은 오염 사례 수가 적고, 특정 오염 사례 위주로 편중될 수 있다. 그래서 7차시에서는 산성 용액과 물에서 배추 발아의

Table 1. Science outdoor learning program on ‘Ecosystem and Environment’ by a brain-based evolutionary approach

Period	Sub-topics	Contents	Place
1, 2 (Block time)	Components of ecosystem	Teacher explanation-centered instruction, Traditional instruction according to teacher's guidance	Outdoor
3	Abiotic component	Traditional instruction according to teacher's guidance	Classroom
4	Adaption of living things according to environment changing	Traditional instruction according to teacher's guidance	Classroom
5, 6 (Block time)	Environmental pollution in our neighborhood	Brain-based evolutionary instruction (A-DEF)	Outdoor
7	Case of environmental pollution in world	Teacher explanation-centered instruction	Classroom
8	Methods to restore ecosystem	Brain-based evolutionary instruction (B-DE)	Outdoor
9	Natural environment restoration project	Brain-based evolutionary instruction (B-F)	Classroom
10	Reviews of unit	Brain-based evolutionary instruction (C-DEF)	Classroom

비교 실험을 교사가 대표로 보여주고, 환경 오염이 생물에 어떠한 영향을 미치는지 토양 · 수질 · 대기 오염 사례들을 보여주는 다양한 자료를 보여준다. 또한, 사람들의 활동이 주변 생태계에 어떠한 영향을 미치는지 다양한 자료를 보여주고, 설명한다.

4) 뇌기반 진화적 접근 교수모형을 적용한 수업

5, 6차시는 A-DEF 단계의 수업이다. 학생들의 흥미나 호기심 문제들을 탐색하는 A-D 단계에서 학생들은 우리 동네에서 흥미나 호기심을 가지고 있는 깨끗하거나 깨끗하지 않은 곳을 나열하고, 모둠별로 우리 동네 오염 지도를 그린다. 교사는 이처럼 학생들이 탐구할 대상이나 장소들을 탐색하여 제시하게 하고, 그에 대한 이유를 제시하게 하였다.

앞 단계에서 탐색한 흥미나 호기심 주제들을 비교 · 선택하는 A-E 단계에는 야외활동이 포함되어 있다. A-D 단계에서 나열한 오염지역 중에서 가장 해결하고 싶은 곳을 선택하고, 그 이유를 설명한다. 이후 그 지역에 직접 가서 오염 정도를 확인한다. 오염 정도를 확인할 수 있는 준비물들도 모둠 토의를 통해 진화적 과정(DEF)을 거친 후, 직접 선정하여 가지고 간다. 이 단계에서는 모둠별로 오염 정도를 확인하고자 하는 지역들이 다르기 때문에, 교사 한 명이 반 학생 모두의 안전을 책임지고, 관찰할 수 없는 한계가 있다. 그래서 실제 수업을 실시했을 때는 사전 협의를 통해 다섯 학부모들의 도움을 받았다. 학생들은 학교 주변 하천의 물의 산도를 pH 시험지로 측정하고, 고가도로와 연결된 빗물관에서 떨어지는 물들이 주변 토양과 식물에 미치는 현상들을 관찰하는 등 다양한 야외활동을 실시하였다.

비교 · 선택한 흥미나 호기심 주제를 확장 · 적용하는 A-F 단계에서는 학생들이 확인한 환경오염과 관련하여 더 알아낼 수 있는 점들을 찾아보고, 우리 동네 외의 환경오염들을 조사하는 활동을 한다. 학생들이 찾은 우리 동네 외 여러 가지 오염사례를 바탕으로 교사는 교사 설명 중심인 7차시에서 다른 사례들을 준비한다.

8차시는 B-DE 단계의 수업이다. 앞 단계에서 선택한 흥미나 호기심 문제를 해결할 방법들을 탐색하는 B-D 단계에서는 학생들이 이전 수업에서 직접 확인했던 오염지역들의 환경복원 방법들을 다양하게 토의한다. 탐색한 해결 방법들을 비교하여

가장 효과적이거나 적합하다고 생각하는 것을 선택하여 실행하고, 그 결과를 평가하는 B-E 단계에서는 현실성과 유용성을 기준으로 학생들이 직접 방법을 선택하여 우리 동네 환경 복원 프로젝트를 계획하고, 방과 후에도 프로젝트를 계속해서 실시한다. 학생들이 스스로 생태계 복원 프로젝트를 계획해서 실행하는 것은 학생 수준에서 낯설고 힘든 일이므로, 교사가 다양한 사례를 안내해주고, 프로젝트 양식을 학생들에게 제공하였다. 한 모듬의 학생들은 학교 주변의 쓰레기 투기를 예방하는 캠페인을 펼쳤고, 포스터 제작 및 부착, 환경정화활동 등을 하였다.

9차시는 실행한 방법을 새롭거나 유사한 상황에 확장 · 적용하는 B-F 단계로서, 모둠별로 실시한 환경 복원 프로젝트의 결과를 발표하고, 발표 후 토의를 통해 개선 · 보완할 점을 찾으며, 이 프로젝트를 통해 더 할 수 있는 것이 무엇인지 토의한다. 이 활동들은 비록 행동적 영역에 속하지만, Lim(2012)이 제안한 것처럼 부분적으로 인지적 속성들도 가지고 있다. 이들은 Bloom이 제시한 6가지 수준의 인지적 활동(Anderson *et al.*, 2001) 중에서 기존 교과서나 지도서에서는 다루지 않는 ‘평가’와 빈도가 매우 낮은 ‘창출’이라는 고차 수준의 활동들이다.

10차시는 C-DEF 단계의 수업이다. 문제해결 방법을 직접 실행하여 얻은 결과의 의미나 가치들을 다양한 시각에서 탐색하는 C-D 단계에서는 학생들이 이 단원의 수업을 통해 알게 된 것들과 그에 관련된 의미들을 마인드 맵을 활용하여 모두 적는다. 이들을 비교하고 평가하는 C-E 단계에서는 C-D 단계에서 적었던 알게 된 것들이 얼마나, 어떻게 유용하거나 가치 있는지 생각해보고 순위를 정한다. 이 활동은 Bloom의 6단계 중 ‘평가’에 해당하는 활동이다. 지금까지 한 것을 확장 · 적용하는 C-F 단계에서는 이 수업을 통해 더 알고 싶은 것이나, 흥미를 갖게 된 것을 적어보고, 발표함으로써 이 단원의 수업을 마친다.

2. 학생들의 흥미도에 미치는 영향

ABC-DEF 모형에 따른 학습은 A(정의적) → B(행동적) → C(인지적) 단계로 진행된다. Lim(2009)은 과학 교수학습에서 이후의 과정에 큰 영향을 미치는 첫 단계로서, 긍정적 감성 상태와 흥미 · 호기심을 유발시키는 정의적 요소(A)가 매우 중요하다

Table 2. ANOVA result of post-test of interests about the unit of 'Ecosystem and Environment'

Group	Mean	SD	N	F	p
Comparison group	2.9	0.96	24		
Experimental group A	3.1	0.74	21	1.841	0.167
Experimental group B	3.3	0.67	23		

고 주장하였다. 따라서 흥미도 변화를 제일 먼저 분석하였다. 일원변량분석 결과, Table 2와 같이 비교반과 실험반 A, B 사이에 사후 흥미도 점수는 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다 [$F(2, 65)=1.841$ ($p>.05$)]. 그러나, 비교반보다 실험반들의 흥미도 점수가 높은 경향을 보였다. 흥미도 평균 점수는 비교반이 2.90점으로 가장 낮았고, 실험반 A는 3.07점이며, 실험반 B는 3.35점으로 가장 높았다. 이는 실험반들에게 공통적으로 적용된 뇌기반 진화적 과학 교수학습(ABC-DEF)의 효과를 시사한다. 또한, 뇌기반 진화적 접근법의 여러 단계 중 학생들이 부담스러워 하거나 부정적으로 인식하고 있는 A-E 단계의 활동에 대해서(Baek et al., 2015) 실험반 B의 야외활동이 학생들의 인식을 긍정적으로 변화하게 함을 알 수 있다. 특정단계에서의 야외학습이 뇌기반 진화적 접근법의 한계를 보완할 수 있음을 보여준다.

학생 흥미도 점수의 산포도에서 이상치로 예상되는 사례가 있어서 해당 학생과 면담을 하였다. 이 학생은 개인적인 사정으로 인해 당시 정상적인 응답을 할 수 없었기 때문에 이상치로 간주하여 제외하고, 독립표본 t -검증을 실시하였다. 검사 결과, 비교반과 실험반 B 사이에 사후 흥미도 점수는 통계적으로 유의한 차이가 나타났다 [$t(23, 21)=-2.077$ ($p<.05$)]. 뇌기반진화적 접근법을 적용한 야외학습을 실시한 실험반 B의 학생들이 비교반의 학생들보다 사후 흥미도 평균점수가 더 높게 나타났다. Bae and Jeong(2007)은 생물 야외 탐구 학습은 초등학생들의 과학적 태도에는 유의한 차이를 나타내지 않는다고 보고하였다. 그러나 본 연구에서는 야외 학습 뿐만 아니라 ABC-DEF 모형을 함께 적용한 점이 사후 흥미도 향상에 영향을 준 것으로 판단된다. 본 연구에서는 뇌기반 진화적 접근에 따른 야외 학습 변인, 즉 ABC-DEF에 따른 야외 학습 실시 여부에 초점을 맞추었기 때문에, 학습 주제·대상·기간 등 야외학습 외의 정확히 어떤 요인이 어

떻게 작용하여 흥미가 변화하는지에 대해서는 체계적인 후속연구가 필요하다.

‘생물에 대한 관심’, ‘생물과 관련된 직업에 대한 흥미’, ‘해당 단원의 교과 내용에 대한 흥미’ 요인들에서는 세 집단 사이에 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 반면, ‘생물 학습에 대한 흥미’, ‘생물과 관련된 활동에 대한 흥미’ 요인들에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타났다[각각 $F(2, 64)=5.825$ ($p<.01$), $F(2, 64)=3.339$ ($p<.05$)].

세 집단의 흥미도 차이점수 평균보다 1SD 이상 상승한 실험반 B 학생들을 대상으로 한 면담 결과, 수업과정에서 야외학습의 유무가 학습자의 ‘생물 학습에 대한 흥미’ 요인에 가장 큰 영향을 준 것으로 나타났다. 다음은 단원 수업을 마친 후, 실험반 B의 한 학생과의 면담 내용이다.

안*은 : 가만히 앉아서 수업하면 재미가 없다.
바깥에 직접 나가서, 자연을 직접 보면서 수업을 들으니 너무 재미있고 인상 깊었다. 곤충들이 살아가는 환경에 대해 더 알고 싶어졌다.

‘생물과 관련된 활동에 대한 흥미’ 요인의 경우, 실험반 A 학생들의 흥미도가 가장 낮았다. 특히 ‘나는 식물을 키우는 텃밭동아리 반에서 활동하고 싶다.’라는 문항에서 실험반 A의 흥미도 평균 점수는 2.76점이고, 실험반 B는 3.55점으로 0.8점의 차이가 났다. 학생들은 문항에 동의하는 정도를 표시하고, 그 이유에 대한 개방형 응답을 하였다. 다음은 실험반 A 학생들의 개방형 응답 내용이다.

정*영 : 생물과 관련된 활동들은 지루하고 재미없다.
 김*윤 : 식물을 키우는 것은 좋아하지만 귀찮다.
 강*수 : 흙을 만지면 벌레가 있기 때문에 텃밭 동아리 반에서 활동하고 싶지 않다.
 안*현 : 내 손에 흙이 닿는 것이 싫다.

실험반 A의 학생들은 텃밭동아리에 대해 긍정적으로 생각하는 학생들도 일부(23.8%) 있었지만, 의견을 제시한 학생 중 대다수가 부정적으로 생각하고 있었다. 실험반 A의 경우, 단원 활동 중 주변의 자연에서 실물을 직접 경험하는 활동이 없고, 계속해서 생각을 하고, 생각한 것을 적어야 하는 뇌기반 진화적 접근법이 오히려 부담되기 때문에 ‘생물과 관련된 활동에 대한 흥미’ 요인의 점수가 낮게

나왔을 것이라 판단된다. 실험반 A 학생들 중에서는 “글로 쓰는 내용이 너무 많다.”, “왜 적어야 하는지 모르겠다”와 같이 뇌기반 진화적 접근법에 부정적으로 인식하는 사례들도 있었다. 이러한 부정적이거나 부족한 측면을 극복하기 위해서는, 학생들이 ABC-DEF 혹은 과학자 활동의 본성을 충분히 이해할 수 있는 사전 안내 자료나 적응 활동이 필요하다. 또한, 자라면서 자연환경에 대한 경험이 상대적으로 적은 도시의 학생들에게 생물에 대한 활동은 낯설고, 부정적이다. 학생들의 자연에 대한 인식이 긍정적으로 바뀔 수 있도록 교사들의 노력이 필요하다.

3. 학생들의 성취도에 미치는 영향

적용 단위 사후 성취도 검사 결과, 비교반과 실험반들 사이에는 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다 [$F(2, 67)=0.578 (p>.05)$]. 또한 흥미가 높은 학생은 특별한 노력이 없어도 집중력과 성취도 면에서 우수하며, 자발적 · 지속적으로 학습에 참여한다는 Hidi(1990)의 연구결과와 달리, 사후 흥미도 점수의 상 · 중 · 하 집단들 사이에서 사후성취도 점수는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다 [$F(2, 63)=2.839 (p>.05)$]. 그러나 흥미도가 높은 집단일수록 성취도도 높은 경향을 보였다.

사후 흥미도와 사후 성취도 점수의 상 · 중 · 하 수준에(22명씩) 따라 학생들을 9가지로 유형화함으

로써(Fig. 1) 과학교육적으로 유용한 정보를 찾아낼 수 있었다. 흥미도와 성취도 수준별 분포에 대해 비교반과 실험반들의 모든 학생들을 대상으로 χ^2 검정한 결과, 통계적으로 유의한 차이가 나타났다 [$\chi^2(4, n=66) = 11.727, p<.05$]. 즉, 흥미도에 따라 성취도의 분포 패턴이 유의하게 달랐다. 그러나, 각각의 집단별로 χ^2 검정한 결과, 비교반, 실험반 A, 실험반 B 모두 흥미도와 성취도 수준별 분포에 대해 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다 [$\chi^2(4, n=24) = 2.839, p>.05$], [$\chi^2(4, n=20) = 7.630, p>.05$], [$\chi^2(4, n=22) = 7.481, p>.05$].

흥미도와 성취도가 모두 낮은 LL 유형이 13명(19.7%)으로 가장 흔하였다. 반면, 흥미도는 낮고 성취도는 보통인 LM 유형과 흥미도는 보통이고 성취도는 낮은 ML 유형이 각각 4명(6.1%)씩으로 가장 적었다.

교육학적 · 신경생리학적 연구에 따르면 흥미도가 낮으면 성취도도 낮고, 흥미도가 높으면 성취도가 높은 것이 일반적인 것으로 밝혀졌다(Bloom, 1976; Winne & Marx, 1989; Salovey & Mayer, 1989). 그래서 HH, MM, LL유형은 일반형(ordinary type)이라 명명하였다. 이 중 흥미도도 높고, 성취도도 높은 HH형이 교육적인 측면이나 실제적 측면에서 가장 이상적이라고 할 수 있다. 한편, 일반형의 범위를 약간 더 확장하여 LM, ML, MH, HM도 포함시킬 수 있을 것이다(광의의 일반형).

이 9가지의 유형 중 흥미도는 높지만 성취도는

[Frequency(%)]

Achievement Level	High	Extraordinary type Low interests- High achievements type LH type 5(7.6)	(Ordinary type) MH type 7(10.6)	Ordinary type HH type 10(15.2)
	Middle	(Ordinary type) LM type 4(6.1)	Ordinary type MM type 11(16.7)	(Ordinary type) HM type 7(10.6)
	Low	Ordinary type LL type 13(19.7)	(Ordinary type) ML type 4(6.1)	Extraordinary type High interests- Low achievements type HL type 5(7.6)
		Low	Middle	High
Interest Level				

Fig. 1. Distribution of achievement levels with interest levels

낮은 고희미-저성취(HL)형과 흥미도는 낮지만 성취도는 높은 저흥미-고성취(LH)형은 특이형(extraordinary type)이라 명명하였다. 특이형(HL, LH 유형)의 학생의 비율은 비교반이 실험반 A, B에 비해 더 많이 분포되어 있다. 특이유형자 10명 중에 5명은 비교반 학생이며, 2명은 실험반 A 학생이고, 3명은 실험반 B 학생이다.

다음은 특이형 중 생물학습에 대한 고희미-저성취(HL)형 학생들과의 학습에 관한 면담 내용이다.

<고흥미-저성취(HL)형 면담 사례>

임*민 : (교사 : 제일 좋아하는 과목이 무엇인가요?)
체육, 과학, 실과입니다. 직접 만지고 조립하고, 밖에서 노는 것에 흥미를 느낍니다.

(교사 : 야외학습이 가미된 '생태계와 환경' 단원 수업 어땠나요?)

밖에 돌아다니는 것이 좋았습니다. 특히, 도림천에서 했던 환경부원프로젝트가 기억에 남는다. 도로에서 빗물관을 통해 떨어진 더러운 물을 리트머스 종이를 이용해서 산도를 측정하는 것이 재미있었습니다. 그 더러운 물이 염기성인 것을 알았습니다.

<중략>

(교사 : 어떻게 수업하면 공부하는 것이 좋을까요?)

우리가 했던 수업처럼 **바깥에 나가서 활동하면 공부가 재미있을 것 같습니다.** 그러면 더 공부도 더 잘 할 수 있을 것 같습니다.

유*진 : (교사 : 제일 좋아하는 과목이 무엇인가요?)
미술입니다. 생물도 재미있습니다.

<중략>

(교사 : 그럼 생물에 대해 공부하는 것에 대해서는 어떻게 생각하는가?)

관찰하고, 실험하는 것은 좋지만, **시험 보는 것은 싫습니다.**

(교사 : 왜 시험보는 것이 싫나요?)

잘 못하고, 어렵기 때문입니다.

(교사 : 그럼 공부는 어떻게 하면 재미있을 것 같나요?)

생태계를 매일 직접 관찰하고, 실험 관찰에 잘 쓰도록 하면 공부가 재미있을 것 같습니다.

유*현 : (교사 : 제일 좋아하는 과목이 무엇인가요?)
체육과 과학입니다.

<중략>

그런데 **시험을 보는 것은 싫습니다.**

(교사 : 왜 시험을 보는 것이 싫나요?)

그냥 싫습니다.

(교사 : 왜 생물을 좋아하는데 생물 성적이 잘 안 나왔을까요?)

공부를 안 해서입니다. 공부하는 것이 싫습니다.

(교사 : 어떻게 하면 공부가 재미있을까요?)

직접 나가서 관찰하고, 그렇게 하면 더 재미있을 것 같습니다.

면담 내용을 종합해볼 때, 고희미-저성취(HL)형 학생들은 공통적으로 활동성의 비중이 높은 예체능 교과들뿐만 아니라, 과학 교과와 생명영역을 선호하였다. 또한, 야외로 나가서 식물들을 보며 공부하는 것을 선호하는 반면, 공부한 것에 대해 시험을 보고 평가 받는 것에 대해서는 두려움이 있었다. Conroy(2001)는 '실패공포'에 대해 실패하게 되었을 때 경험하는 당황스러움, 자신의 가치에 대한 평가절하, 사회적 영향 감소에 대한 두려움이라고 정의하였다. HL 유형의 학생들은 과거부터 축적되어 온 평가에 대한 '실패 공포'들로 인해 자기 효능감이 낮아진 상태라고 분석할 수 있다. 자기효능감은 학생들이 학업 활동을 수행하게 하는 중요한 동기변인이므로, 학생들의 학업성취를 향상시키기 위한 매우 간단하고 효과적인 방법은 자기효능감을 증진시키는 것이다(Bandura, 1986). 교사는 고희미-저성취(HL)형 학생에게 본인의 인지 수준보다 약간 더 쉬운 과제를 제시하여 성공을 경험하게 하고, 과제 수준을 점차적으로 높여간다면 높은 흥미가 높은 성취로 연계되게 할 수 있을 것이다.

다음은 특이형 중 생물학습에 대한 저흥미-고성취(LH)형 학생들과의 학습에 관한 면담 내용이다.

<저흥미-고성취(LH)형 면담 사례>

조*빈 : (교사 : 생물에 대한 사전 흥미도 점수가 2점이다. 생물을 어떻게 생각하나요? 관심분야는 무엇인가요?)

생물에 별로 관심이 없습니다. 관심분야도 딱히 없습니다.

<중략>

(교사 : 공부에 관심이 없는데, 공부는 왜 하나요?)

엄마가 시키니까, 또 학원에서 하니깐.

이*현 : (교사 : 과학은 어떻게 생각하나요?)

싫어해요. 재미가 없기 때문입니다.

(교사 : 과학을 싫어하는데, 성취도 점수가 높

아요. 과학 공부 왜 하는건가요?)
부모님한테 혼나지 않기 위해서 해요.
 (교사 : 공부를 안 해도 부모님께 혼나지 않는다면, 과학 공부 안 할 생각이예요?)
 네. 공부 안 할 거예요.
 <중략>
 (교사 : 과학도 수학처럼 쉽고 재미있으려면, 어떻게 하면 될까요?)
생물을 연구처럼 수업하면 재미있을 것 같아요.

김*지 : (교사 : 생물 과목에 대해 어떻게 생각하는가?)
 직접 보는 것은 괜찮은데, 느낌 이상한 것을 만지거나, 책으로 공부하는 것은 싫다.
 (교사 : 생물 과목을 싫어하는데 생물 단원 성적이 높다. 생물 공부를 왜 하는가?)
학교에서 하라고 하니까. 한다.
 <중략>
 (교사 : 과학도 체육처럼 재미있으려면 어떻게 하면 될까요?)
책으로 하는 것보다 직접 해본다. 예를 들어, 광합성을 배울 때, 직접 식물을 키우면 좋을 것 같다.

위와 같은 사례들로 볼 때, 저흥미-고성취(LH)형 학생들은 생물에 대한 개인적 흥미가 적었다. 이 유형의 학생들은 공부를 하는 이유에 대해 ‘엄마가 하라고 해서’, ‘학교에서 하라고 하니까’, ‘부모에게 혼나지 않으려고’와 같이 학습에 대하여 매우 수동적인 태도를 가지고 있었다. 원하는 생물 수업 방법으로 ‘연극을 활용하기’, ‘생태계를 직접 체험하며 공부하기’ 등의 답변을 하였다. 전통적인 실내 수업이 아닌 다른 유형이나 방식의 수업을 원하였다. 이러한 사례들은 학생들의 학습양식과 학습의 질에 관해 중요한 연관이 있을 가능성을 시사하므로, 이에 관한 후속 연구가 필요하다.

Lee and Jeong(2004)의 연구에 따르면 과학 수업 방법은 과학에 대한 태도에 영향을 미치며, 과학 수업 방법 때문에 과학을 싫어하게 되는 경우가 많은 것으로 나타났다. 학생들이 과학에 대한 긍정적인 태도를 가질 수 있도록, 교사는 학생들의 흥미를 유발할 수 있는 수업방법을 적용하여야 한다. 뇌기반 진화적 접근법을 적용한 야외학습 프로그램 투입을 실시하기 전에는 LH형이었던 실험반 B의 남*은은 사전흥미도 점수가 반에서 가장 낮은 1.53점이었는데, 사후에 3.6점으로 상승하여, HH형

으로 변화하였다. 이 학생을 비롯하여, 뇌기반 진화적 접근법에 따른 ‘생태계와 환경’ 교수학습 프로그램 실시에 따라 유형이 변화한 실험반의 학생들 중 12명(70.6%)은 흥미가 더 높은 유형으로 변화하였다. 이는 ABC-DEF, 야외학습 등 수업방법의 변화를 통해 학생들의 상황적 흥미를 높일 수 있으며, 이는 차후 발달된 개인적 흥미로 연결될 가능성이 있음을 시사한다.

IV. 결론 및 제언

본 연구는 뇌기반 진화적 접근법을 적용한 야외 학습프로그램을 개발하고, 수업에 적용하여 초등학생들의 생물에 대한 흥미도와 학습 성취도에 미치는 영향을 조사하였다. 본 연구 결과를 토대로 다음과 같은 결론과 제언을 할 수 있다.

첫째, 사후 흥미도 검사 결과, 전통적 방식의 수업을 실시한 비교반과 뇌기반 진화적 접근법을 적용한 야외학습을 실시한 실험반 B 사이에 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 흥미 영역 중 특별히 ‘생물 학습에 대한 흥미’ 요인은 세 문항 중 두 문항에서 유의한 결과가 나타났다. 면담 결과, 수업 과정에서 야외 학습 경험의 유무가 학습자의 생물 학습 흥미에 가장 큰 영향을 준 것으로 나타났다.

둘째, 사후 흥미도 수준에 따라 성취도 점수는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 흥미가 높은 집단일수록 성취도 평균점수가 더 높은 경향성이 나타났다.

셋째, 사후 흥미도와 사후 성취도 점수의 상·중·하 수준에 따라 학생들을 9가지로 유형화하였다. 흥미도와 성취도가 모두 낮은 LL 유형의 학생들이 가장 많았고(19.7%), 흥미도는 낮지만 성취도는 중간 수준인 LM 유형과 흥미도는 중간이지만 성취도는 낮은 ML 유형의 학생들은 적었다(6.1%). 또한 비교반이 실험반들에 비해 특이형(고흥미-저성취형과 저흥미-고성취형)의 학생들이 더 많았다.

넷째, 프로그램 투입 후, 학생들의 흥미 유형변화를 통해 ABC-DEF, 야외학습 등 수업방법의 변화가 학생들의 학습 주제에 대한 상황적 흥미를 높일 수 있으며, 이는 차후 발달된 개인적 흥미로 연결될 가능성이 높다는 점을 발견하였다.

본 연구는 2007 개정 초등 6학년 과학 교과서에 제시된 단원 중 생물 영역의 ‘생태계와 환경’을 대

상으로 하였다. 이를 일반화하기 위해서는 다른 학년과 과학과의 다른 영역 및 단원으로 확대·적용하여 그 효과를 검증하는 연구가 필요하다. 또한, 본 연구는 서울 관악구의 특정 학교 6학년만을 대상으로 한 연구이므로 표집학생 수가 적고, 지역적 특성이 반영되어 있을 가능성이 있다. 본 연구와 관련하여 더 광범위한 학생과 다른 행정구역들을 대상으로 한 연구가 필요하다. 본 연구에서는 뇌기반 진화적 접근법을 적용한 야외학습의 효과를 흥미도와 학업 성취도에 제한하여 분석하였다. 흥미도와 학업 성취도 외에 실제적 과학과 관련된 다른 변인들에 대한 연구가 이루어져, 뇌기반 진화적 접근법을 적용한 야외학습에 대한 검증이 필요하며, 후속 연구들을 바탕으로 뇌기반 진화적 접근법을 적용한 야외학습 프로그램의 개선이 필요하다. 마지막으로, 과학 야외학습의 중요하고 다양한 교육적 이점들에도 불구하고, 학교 현장에서는 프로그램의 부족, 학생 안전사고, 시간 및 장소의 제약 등의 이유로 야외학습이 잘 실시되지 못하는 실정이다. 야외학습 프로그램의 활발한 개발과 공유가 필요하다.

참고문헌

- Anderson, L. W., Krathwohl, D. R. & Bloom, B. S. (2001). A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives Allyn & Bacon.
- Bae, J. & Jeong, H. (2007). The effect of the biology outdoor inquiry instruction on the scientific process skills and scientific attitudes of elementary school students. *Biology Education*, 35(2), 201-211.
- Baek, J., Lim, C. & Kim, J. (2014). Analyses on elementary students' cognitive domain in free science inquiry activities applying a brain-based evolutionary approach. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 33(4), 773-783.
- Baek, J., Lim, C. & Kim, J. (2015). Elementary school students' perceptions on free science inquiry activities applying a brain-based evolutionary approach. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 34(1), 109-122.
- Bandura, A. (1986). Social foundations of thought and action. Englewood Cliffs, NJ, 1986.
- Bloom, B. S. (1976). Human characteristics and school learning. McGraw-Hill.
- Choe, S. H., Ku, J., Kim, J., Park, S., Oh, E., Kim, J. & Baek, H. (2013). Strategies for improving the affective characteristics of Korean students based on the results of PISA and TIMSS. Korea Institute for Curriculum and Evaluation. Research Report RRE 2013-8.
- Choi, H. & Shin, D. (2014). The analysis of researches on the brain-based teaching and learning for elementary science education. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 33(1), 140-161.
- Choi, S., Koo, J., Kim, J., Park, S., Oh, E. & Kim, S. (2013). Strategies for improving the affective characteristics of Korean students based on the results of PISA and TIMSS. Seoul: Korea Institute for Curriculum and Evaluation.
- Choi, Y. & Hong, S. (2014). Perceptions and image analysis of elementary students on scientists studying small organisms. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 33(4), 655-673.
- Conroy, D. E. (2001). Progress in the development of a multidimensional measure of fear of failure: The performance failure appraisal inventory (PFAI). *Anxiety, Stress and Coping*, 14(4), 431-452.
- Fraser, B. J. (1981). Test of science-related attitudes (TOSRA). Australian Council for Educational Research.
- Hidi, S. (1990). Interest and its contribution as a mental resource for learning. *Review of Educational Research*, 60(4), 549-571.
- Kim, E. & Lim, C. (2003). A survey on science field study for elementary school science in 7th Korean school curriculum. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 22(2), 173-180.
- Kim, J., Kim, K., Kim, N., Lim, C., Kim, J., Bae, J. & Kim, E. (2007). Biology outdoor inquiry. Seoul: Bookshill.
- Kim, J., Lim, C. & Baek, J. (2014). Analyses on elementary students' behavioral domain in free science inquiry activities applying a brain-based evolutionary approach. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 33(3), 579-587.
- Kim, J., Lim, N. & Kim, N. (2000). A study on development of modelling for field trips of biology learning. *Biology Education*, 28(2), 129-135.
- Kim, Y. & Oh, G. (1996). Misconceptions on the ecosystem and the environmental pollution among the sixth grade students of the elementary schools. *Journal of Science Education*, 16(1), 27-53.
- Kim, Y. (2014). Development and application of nature games for 'Ecosystem and Environment' unit in ele-

- mentary school science. Unpublished Master's Thesis, Gwangju National University of Education.
- Korfiatis, K. J. & Tunnicliffe, S. D. (2012). The living world in the curriculum: Ecology, an essential part of biology learning. *Journal of Biological Education*, 46(3), 125-127.
- Kovalik, S., Olsen, K. D. & Kovalik, S. (2001). Exceeding expectations: A user's guide to implementing brain research in the classroom S. Kovalik & Associates.
- Lee, M. & Jeong, E. (2004). A study on factors in school science influencing students' attitudes toward science. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 24(5), 946-958.
- Lim, C. (2009). Development of a model of brain-based evolutionary scientific teaching for learning. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 29(8), 990-1010.
- Lim, C. (2012). Development of an instructional model for brain-based evolutionary approach to creative problem solving in science. *Biology Education*, 40(4), 429-452.
- Lim, C., Kim, J. & Baek, J. (2012). Analyses on elementary students' science attitude and topics of interest in free inquiry activities according to a brain-based evolutionary science teaching and learning model. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 31(4), 541-557.
- Ministry of Education, Science and Technology (2011a). Science education curriculum. Ministry of Education, Science and Technology, 2011-361.
- Ministry of Education, Science and Technology (2011b). Science teacher's guides for elementary school (6th grade). Seoul: Kumsung.
- Randler, C. & Bogner, F. (2007). Pupils' interest before, during, and after a curriculum dealing with ecological topics and its relationship with achievement. *Educational Research and Evaluation*, 13(5), 463-478.
- Salovey, P. & Mayer, J. D. (1989). Emotional intelligence. *Imagination, Cognition and Personality*, 9(3), 185-211.
- Winne, P. H. & Marx, R. W. (1989). A cognitive-processing analysis of motivation within classroom tasks. *Research on Motivation in Education*, 3, 223-257.