

문제중심학습 기반 STEAM 현장체험학습 프로그램이 초등과학 영재의 과학 탐구 능력, 창의적 문제해결력 및 과학적 태도에 미치는 영향

고동국 · 홍승호[†]

The Effect of Problem-Centered Learning Based STEAM Field Experience Learning Program on Science Process Skills, Creative Problem Solving Ability, and Scientific Attitude of Gifted Students in Elementary Science

Ko, Dong Guk · Hong, Seung-Ho[†]

ABSTRACT

In this study, a problem-centered learning based STEAM field experience learning program was developed and the effects of applying it were investigated. The program was composed of 8 sessions by using problem-centered learning education method and integrating STEAM elements between disciplines. The contents of program are as follow. In the step of sharing problems and making a problem-solving plan, they understood the various examples and meanings of endangered species, explored the project activities, and made an inquiry plan. In the search and re-exploration phase, a smart device was used to investigate the appearance, habitat environment and cause of extinction for *Clithon retropictus*, and a site inquiry plan was established for each group. Then, they moved to the field to explore brackish-headed gallops and discuss ways to protect endangered species. In the step of creating a solution, a web-based report was produced as the final product using smart devices based on the results of the inquiry. In the presentation and evaluation stage, the produced web-based report was used to present each group, conduct mutual evaluation, and organize project activities. The developed program was applied to 6th grade 29 students enrolled in the J University Gifted Education Center. In order to find out the effectiveness of the program, tests of science process skill, creative problem-solving ability, and scientific attitude were conducted before and after of program learning, and the results were statistically analyzed by *t*-test. In addition, a STEAM program satisfaction test was conducted after project in order to find out the satisfaction of the class. As a result of application of the program, the results were significantly improved in openness, criticism, and creativity among the sub-factors of creative problem-solving ability and scientific attitude. Satisfaction with the STEAM program was also high, but no significant result was found in science process skill. Therefore, the program of this study could be influenced on improvement of creative problem-solving ability and scientific attitude of gifted students in elementary science.

Key words: problem based learning, field experience learning, STEAM, science process skills, creative problem solving ability, scientific attitudes

I. 서 론

다양한 측면에서 급속하게 변화하고 있는 미래 사회를 대비하기 위해서는 창의적으로 문제를 해결할 수 있는 능력을 갖춘 인재가 필요하다. 2015 개정 교육과정에서는 과학교육의 목표로서 개인과 사회의 문제를 과학적이고 창의적으로 해결하기 위한 과학적 소양을 기르는 것이라고 명시하고 있다(교육부, 2015). 영재교육에서도 창의적이며 사회의 문제에 대해 새로운 지식과 해결책을 갖춘 과학영재의 발굴을 목적으로 제시하고 있으며 영재교육을 통한 과학영재 육성은 국가발전을 위해 필수적이다(김도연과 전영석, 2020; Watters & Diezmann, 2003). 이에 따라 과학영재교육은 과학 분야에 흥미와 재능을 가진 학생을 대상으로 과학탐구능력과 창의적 문제해결력을 신장시킬 수 있는 방향으로 운영이 되어야 할 것이다(신명렬과 이용섭, 2011a).

우리나라의 영재교육은 영재교육진흥법이 제정되어 시행된 이래로 영재교육 수혜율이 지속적으로 증가되어 왔다(교육부, 2013). 영재교육의 양적인 증가와 더불어 영재교육 목표 달성 및 질적인 향상을 위해서는 영재교육에 적합한 교육환경과 학습 프로그램이 마련되어야 할 것이다.

교육환경의 측면을 고려하였을 때, 영재교육은 지식과 실제와의 괴리감을 줄이며, 현장에서의 탐구 과정 기회를 확대하고, 실생활과 관련된 창의적인 문제해결력을 기르기 위한 학교 밖에서의 직접적이고 체험중심의 교육이 필요하다. 여러 연구에서도 영재들에게는 학교에서의 과학 탐구를 벗어나 실제 세계에서 진행되는 탐구 활동이 필요하며, 현장에서 실시되고 있는 과학영재교육을 통해 지식을 관련된 실제 현상과 연결시킬 수 있다고 하였다(Barton *et al.*, 2008; Gutierrez *et al.*, 1999; Perelman, 1992). 최운선(2005)도 학습자의 흥미와 수준에 맞는 교육 내용을 마련하고 체험중심의 교육과정이 운영되어야 함을 강조하였으며, 김영환 등(2008)은 학습 장소를 학교외의 곳으로 확대하여 직접적인 체험 및 탐구를 중시하는 교육으로의 변화가 요구된다고 하였다. 하지만 실제 교육 현장에서는 편의와 안전을 이유로 학생들의 배움의 공간을 주로 교실로 제한하고 있으며, 학생들은 주변 환경과의 상호작용을 통한 지식, 경험의 습득 기회가 부족하다(강선미 등, 2011). 뿐만 아니라 과학영

재 학생을 대상으로 한 체험학습 프로그램 및 이와 관련된 연구도 부족한 실정이다(옥승현과 최선영, 2014). 영재교육은 대체로 자율적으로 개발한 교육과정으로 운영되기 때문에 정규 교육과정에 비하여 시간, 장소, 활동 방법의 선택에 있어서 융통성을 가지고 있다. 따라서 기존의 문제점을 보완하여 학교 밖 체험학습 프로그램을 개발하고 영재교육에 활용할 필요가 있다.

영재교육 프로그램은 영재 학생들의 창의적인 문제해결력을 함양시킬 수 있는 적절한 교수·학습 방법을 고려해야 하는데, 이에 적절한 방법이 문제중심학습이다. 문제중심학습(PBL)은 구성주의 방법의 교수·학습 방법으로 실생활의 현상을 문제 상황으로 제시하여 학생 스스로 해결방법을 찾아내며, 내용지식과 과정지식, 문제해결전략을 학습하기에 적절한 교수·학습 방법이다. 문제중심학습의 특징은 비구조화된 문제, 문제 해결의 실제성, 학생 스스로 해결해 나가는 자기 주도성, 문제해결을 위한 협동학습, 학생들이 지니고 있는 지식과 방법을 확장하여 문제를 해결해 가는 확장성이 있다(김선희 등 2006; 주현재와 강인애, 2011; 최정임, 2004; Barrows, 1985). 문제중심학습 방법은 영재교육의 목표 달성에 적합한 특징을 지니고 있지만, 실제 이를 활용한 영재 프로그램 개발 및 효과에 대한 연구 사례는 많지 않다(신명렬과 서혜애, 2017). 영재교육 프로그램 개발에 문제중심학습을 활용방안에 대한 연구가 필요한 실정이다.

한편, STEAM 교육은 과학, 기술, 공학, 예술, 수학 교과 간의 융합적인 교육 방식으로 학문 간의 경계를 넘나들면서 다양한 영역의 지식을 융합하고 생활 속에서 문제를 해결하는 과정을 학습하며, 창의적이며 융합적인 사고 능력을 함양하기에 적합한 교육방법이다(Sanders, 2009; Yakman, 2006, 2008). 미국, 호주, 영국, 핀란드 등의 세계 여러 나라에서는 시대적 변화에 따른 인재를 양성하기 위해 STEM 교육을 강조하고 있으며, 우리나라에서도 교과 간의 통합적 접근 교육이 필요하다고 강조하며, STEAM 교육의 실시를 권장하고 있다(교육부, 2015; 신제한, 2013). Moomaw (2013)는 STEAM을 기반으로 한 교수·학습 프로그램은 체험학습에서 높은 학습 효과를 가져올 수 있다고 하였다. 초등 과학 영재학생들의 체험학습에 다양한 각도에서 탐구 가능한 실생활 관련 문제의 제시, 여러 학문

간 지식의 융합을 고려한 STEAM 교육을 적용한다면 더욱 효과적인 영재교육이 진행될 수 있을 것이라 여겨진다.

영재교육의 목표, 운영 실태, 교육 방법과 관련된 선행연구를 분석하였을 때, 영재교육 프로그램 개발 시에 다음과 같은 점을 고려할 필요가 있다. 첫째, 문제중심학습의 모형을 활용한 학습 절차에 따라 학생 중심의 문제해결 과정으로 프로그램이 구성되어야 한다. 둘째, 지식과 실제 현상과의 연계를 위해서 학습 장소를 학교 밖 현장을 활용하여 현장체험학습으로 운영되어야 한다. 셋째, 다양한 학문을 융합하여 실생활 문제를 해결해 가는 STEAM 교육 방법이 활용되어야 한다.

이러한 점을 고려하여 본 연구에서는 문제중심 학습 절차를 기반으로 야외 현장을 탐구 장소로 선정하여 STEAM 프로그램을 개발하고, 초등과학 영재 학생들에게 적용하여 과학탐구능력, 창의적 문제해결력, 과학적 태도 및 STEAM 만족도에 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 J도 J시에 소재한 J대학교 영재교육원에 재학 중인 초등학교 6학년 학생 29명을 대상으로 실시하였다. 대상 학생들은 5학년 때 J도의 초등학교 영재학급에서 영재교육을 1년 동안 경험하였으며, 서류 검토와 면접을 통해 선발되었고, 구성 인원은 Table 1과 같다. 프로그램에 참여한 학생들은 영재교육에 참여한 경험은 있으나, 주로 교실 내에서의 과학 참구에 참여하여 교실 밖 현장체험 학습을 통한 경험은 없었다.

2. 연구 절차

문제중심학습 기반 STEAM 현장체험학습 프로그램이 초등과학 영재의 과학탐구능력, 창의적 문제해결력 및 과학적 태도에 미치는 영향에 대한 구

체적인 연구 절차는 Fig. 1과 같다.

선행 연구 조사를 통해 문제중심학습 모형에 따라 단계별 활동 과정을 구성하고, 지역에서 탐구할 수 있는 체험학습 소재와 장소를 선정하였으며, 과학, 기술, 공학, 예술, 수학의 다양한 학문적 지식과 기술을 융합하여 멸종위기생물 기수갈고등 보호 방안 마련을 주제로 프로그램을 개발하였다. 프로그램은 스마트기기를 활용한 조사활동, 현장체험학습, 웹기반 보고서 작성 활동, 모둠 활동 중심의 집단 지성을 활용한 창의적 문제해결방법 탐색 및 토의활동을 포함하였다. 개발된 교수·학습 과정안, 교사용 지도자료, 학생용 워크북은 과학교육과 교수 1인, 초등 교사이자 대학원생 5인의 전문가 집단에 의해 검토 및 자문을 받고 수정·보완하여 완성하였다.

개발한 STEAM 현장체험학습 프로그램의 효과를 알아보기 위해 과학탐구능력, 창의적 문제해결력, 과학적 태도 검사 도구를 선정하여 프로그램 적용 전과 후에 검사를 실시하였으며, 사후 검사 결과가 사전에 비해 눈에 띄게 향상된 학생을 대상으로 질문지를 활용한 면담을 실시하였다. 추가적으로 STEAM 만족도 검사 도구를 활용한 만족도 검사를 실시하였고 수집된 자료들은 통계 처리하

Table 1. The study subjects (단위 : 명)

대상	성별	
J대학교 영재교육원 6학년	남	23
	여	6

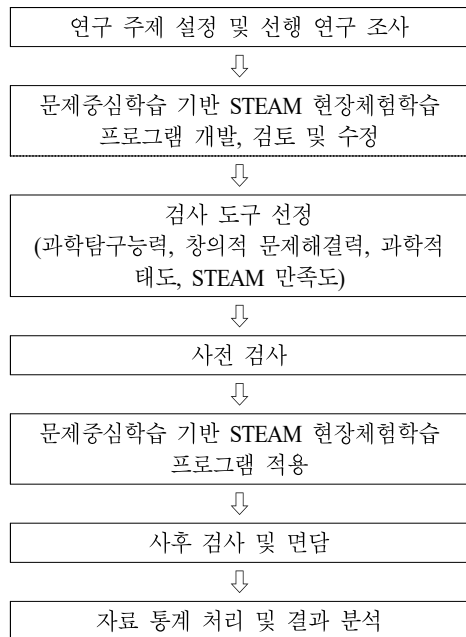


Fig. 1. Procedures of the study.

여 분석하였다.

3. 검사 도구

문제중심학습 기반 STEAM 현장체험학습 프로그램을 적용한 수업의 효과를 알아보기 위해 다음의 검사 도구를 활용하였다.

1) 과학 탐구 능력 검사 도구

본 연구에서는 권재술과 김범기(1994)가 개발한 TSPS (Test of Science Process Skill) 검사지를 사용하였다. 검사지는 기초 탐구 능력의 관찰, 분류, 측정, 추리, 예상의 5가지 영역과 통합 탐구 능력의 자료 변환, 자료 해석, 가설 설정, 변인 통제, 일반화의 5가지 영역, 총 30문항으로 구성되어 있다. 본 연구에서는 이 중에서 학생들의 기초 탐구 능력을 검사할 수 있는 4지 선다형 객관식 15개 문항을 사용하였다. 검사 도구의 평균 신뢰도는 .076, 평균 변별도는 .041, 평균 난이도는 .061이며, 검사 결과는 정답 1점, 오답 0점을 부여하였다.

2) 창의적 문제해결력 검사 도구

학생들의 창의적 문제해결력을 검사하기 위하여 한국교육개발원(2001)의 ‘간편 창의적 문제해결력 검사 개발 연구(I)’를 토대로 정은영(2008)이 활용했던 검사 도구를 이용하였다. 검사 도구는 특정 영역의 지식·사고기능·기술의 이해 및 숙달 여부, 확산적 사고, 비판적·논리적 사고, 동기적 요소의 4개 하위 요소로 구성되어 있으며, 각 영역별로 5개의 문항씩, 총 20문항으로 구성되었다. 검사 결과는 5단계 Likert 척도에 따라 1점~5점으로 배점을 부여하였고, 검사 도구의 신뢰도는 Cronbach's α 는 .824이다.

3) 과학적 태도 검사 도구

본 연구에서 사용한 과학적 태도 검사 도구는 김효남 등(1998)이 국가 수준의 과학에 관련된 정의적 영역의 평가 도구로 개발한 것 중 과학적 태도에 해당하는 문항을 검사지로 재구성한 것을 사용하였다. 검사 도구는 호기심, 개방성, 비판성, 협동성, 자신성, 끈기성, 창의성의 7개의 하위 요소별로 3문항씩, 총 21문항으로 구성되어 있다. 신뢰도는 Cronbach's α 는 .88이며, Likert 5단계 척도에 따라 1

점~5점으로 배점을 부여하였다.

4) STEAM 만족도 검사 도구

프로그램 만족도를 측정하기 위해 한국과학창의재단(2015)에서 개발한 STEAM 만족도 검사 도구 중 18문항을 활용하였고, 5단계 Likert 척도로 측정하였다. 이 도구는 과학기술에 대한 흥미도, 융합적 소양, 탐구 활동으로 구분되어 있으며, 문항은 수업 내용에 대한 이해 정도, 학습의 전이, 학습 방법에 의한 흥미, 문제 해결 전략, 동료와의 협력, 성취감에 대한 내용으로 구성되어 있다. 검사 결과는 Likert 5단계 척도에 따라 1점~5점으로 배점을 부여하였다.

4. 자료 처리 및 분석

개발한 프로그램이 학생들에게 미치는 영향을 분석하기 위해 사전, 사후에 과학탐구능력, 창의적 문제해결력, 과학적 태도 검사를 실시하고, 검사 자료는 SPSS 프로그램을 활용하여 *t*-검정으로 통계내어 분석하였다. 평균과 표준편차는 소수점 이하 셋째 자리까지 나타내었고, $p < .05$ 수준에서 유의성을 검증하여 판정하였다. 추가적으로 정량적으로는 확인되지 않는 사전, 사후의 변화 원인을 파악하기 위하여 학생들에게 사전에 질문지에 관련 내용을 작성하도록 한 후, 질문지를 활용하여 면담을 실시하고, 수집된 자료를 분석하였다. STEAM 프로그램 만족도 검사는 검사 결과의 평균과 백분율을 구하여 정리 및 분석하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 문제중심학습 기반 STEAM 현장체험학습 프로그램 개발

1) 문제중심학습 교수·학습 방법 적용

STEAM 현장체험학습 프로그램은 ‘멸종위기생물 기수갈고동 보호 방안’이라는 프로젝트 주제로 문제중심학습의 교수·학습 방법을 적용하였다. 조연순 등(2004)이 제시한 문제중심학습 단계에 따라 문제 만나기, 문제해결 계획 세우기, 탐색 및 재탐색, 해결책 만들기, 발표 및 평가로 프로그램의 틀을 구성하였고, 이에 적절하게 단계별로 학습 주제

를 선정하였다(Table 2).

2) 체험학습 장소 선정

본 연구에서는 지역에서 탐구 가능한 멸종위기 생물인 기수갈고둥을 선정한 후, 기수갈고둥의 서식 장소 중 영재교육 기관과 이동 거리가 가깝고 학생들의 안전 및 탐구 활동에 적합한 J도 J시에 소재한 화북천을 체험학습 장소로 선정하였다. 화북천 하류는 민물과 바닷물이 만나는 기수 지역으로 기수갈고둥이 서식하고 있으나, 방파제 축조 공사 등의 인위적인 환경 조성으로 인하여 기수갈고둥 서식에 영향을 미치고 있는 곳으로 기수갈고둥을 탐구하고, 멸종위기 문제에 대하여 생각해보기에 적합하다고 판단하였다.

3) 문제중심학습 기반 STEAM 현장체험학습 프로그램

본 연구에서 개발한 문제중심학습 기반 STEAM 현장체험학습 프로그램은 앞에서 제시한 문제중심 학습 모형을 기반으로 1차시 문제 나누기 및 문제 해결 계획 세우기, 2-5차시 탐색 및 재탐색, 6-7차시 해결책 만들기, 8차시 발표 및 평가하기로 구성하였으며, 개발한 프로그램의 구체적인 내용은 Table 3과 같다.

1차시에서는 학생들에게 친숙한 생물 사진을 활용하여 멸종위기생물의 의미를 학습하도록 하고, 스마트기기를 활용하여 환경부 국립생물자원관 누리집에서 우리나라의 멸종위기생물을 조사하고, 생

김새와 생태에 대하여 알아보도록 하였다. 이어서 본 연구의 프로젝트 수업 주제인 멸종위기생물 기수갈고둥에 대해 보호방안에 알아보고, 탐구 계획을 세우도록 하였다.

2-3차시에서는 우리 고장에서 발견된 멸종위기 생물 기수갈고둥의 생김새, 개체수, 서식환경, 멸종 원인에 대하여 스마트기기를 이용하여 사전 조사하도록 하였다. 그리고 문헌자료를 이용하여 기수갈고둥의 서식장소와 현장 탐구방법에 대하여 정리한 후, 기수갈고둥 현장탐구계획을 세우는 시간을 가졌다.

4-5차시에서는 현장체험학습을 통해 기수갈고둥에 대하여 탐구하였다. J도 J시에 위치한 화북천의 기수갈고둥 서식지로 이동하여 기수갈고둥의 생김새를 관찰하고, 방형구법을 이용한 개체수를 조사하였다. 또한 기수갈고둥의 서식 환경을 조사하고자 수질 측정 키트를 이용하여, 수질 상태(DO, COD, T-N, T-P)를 측정하여 정리하였고, 주변에 서식하는 생물 및 환경오염 정도를 확인하고 정리하였다. 이어서 탐구한 내용을 바탕으로 기수갈고둥을 멸종위기로부터 보호할 방안에 대하여 모듈별로 토의하였다.

6-7차시에서는 기수갈고둥에 대해 사전 조사 및 현장체험학습을 통해 정리된 자료를 에듀넷 사이트에서 제공하는 드림매거진을 활용하여 웹기반 보고서를 작성하도록 하였다. 웹기반 보고서 작성에 필요한 기능을 학습하고, 모듈별로 역할을 분담하여 사진 자료, 조사 및 탐구 결과 자료를 활용하

Table 2. Learning process using problem-based learning methods

PBL 모형	단계별 활동	학습 주제
문제 나누기	· 동기유발, 문제제시, 문제파악	· 멸종위기생물에 대하여 알아보기 · 프로젝트 주제(멸종위기생물 기수갈고둥 보호 방안) 살펴보기
문제해결 계획 세우기	· 문제해결 계획 세우기 · 알고 있는 것, 알아야 할 것, 알아내는 방법 정리하기	· 멸종위기생물 기수갈고둥에 대해 알고 있는 것, 알아야 할 것, 알아내는 방법 정리하기
탐색 및 재탐색	· 다양한 교수학습방법과 전략을 활용한 알아야 할 것에 대한 탐색 활동 · 탐색 결과에 대한 반성과 점검의 재탐색	· 스마트기기를 활용한 기수갈고둥 사전 조사 및 현장 탐구 계획 세우기 · 기수갈고둥 현장 탐구하기
해결책 만들기	· 탐색한 지식과 정보를 활용한 해결책 만들기	· 기수갈고둥 탐구 결과 및 보호 방안을 산출물(웹기반 보고서)로 제작하기
발표 및 평가하기	· 해결책 발표하고 공유하기 · 자기평가, 상호평가, 과정평가, 결과 평가	· 기수갈고둥 탐구 결과 및 보호 방안 발표하기, 상호 평가하기

Table 3. The main contents of problem-centered learning based STEAM field experience learning program

PBL 모형	차시	학습 주제	주요 내용 및 활동	STEAM 준거 및 요소
문제 나누기	1차시	멸종위기생물 알아보기	<ul style="list-style-type: none"> ○ 멸종위기생물의 의미 알아보기 ○ 우리나라의 멸종위기생물의 종류, 생김새, 생태 조사하기(환경부 국립생물자원관 누리집 활용) ○ 프로젝트 주제 알아보기 	<ul style="list-style-type: none"> - 멸종위기생물의 의미 이해하기 ⑤ - 우리나라 멸종위기생물의 종류, 생김새, 생태 이해하기
문제 해결 계획 세우기	1차시	멸종위기생물 알아보기	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> ⇨ 멸종위기생물 기수갈고동 탐구 보고서 작성 및 기수갈고동 보호 방법 알아보기 </div>	<ul style="list-style-type: none"> - 스마트기기를 활용한 자료 조사 방법 알기(우리나라 멸종위기생물 종류와 생김새, 생태 조사하기) - 웹기반 탐구보고서 제작 방법 알아보기
			<ul style="list-style-type: none"> ○ 간략한 문제해결 계획세우기 ○ 웹기반 탐구보고서 작성 사례를 살펴보기 	<ul style="list-style-type: none"> ④ 웹기반 탐구보고서 작성 사례 알아보기
	2-3차시	기수갈고동에 대한 사진 조사 및 현장 탐구 계획 세우기	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기수갈고동 조사하기(생김새, 개체 수, 서식환경, 멸종원인) ○ 우리 고장에서 기수갈고동 서식장소 및 현장 탐구방법 알아보기 ○ 기수갈고동 현장탐구계획 세우기 	<ul style="list-style-type: none"> - 멸종위기생물의 의미 알기 ⑤ - 기수갈고동 생김새, 개체 수, 서식 환경 알기 ④ - 스마트기기를 활용한 자료 조사 방법 알기(기수갈고동에 대하여 조사하기) ④ - 기술갈고동 현장 탐구계획서 작성하기
탐색 및 재탐색	4-5차시	기수갈고동 현장 탐구하기	<현장 탐구 활동> <ul style="list-style-type: none"> ○ 기수갈고동의 개체수 조사 및 생김새 관찰하기 ○ 기수갈고동 서식환경 조사하기 · 수질 측정 키트를 활용한 수질 조사 · 주변 서식 생물, 환경오염 정도 조사 ○ 기수갈고동 보호 방안 토의하기 	<ul style="list-style-type: none"> ⑤ - 기수갈고동 분포 및 생김새 관찰하기 - 기수갈고동 서식환경 특징 알기 ④ - 스마트기기를 활용한 기수갈고동 생김새, 탐구과정, 주변환경 사진 촬영 ④ - 기수갈고동 보호 방안 토의하기
				<ul style="list-style-type: none"> ④ - 방형구법을 이용하여 개체수 세기 ④ - 기수갈고동 크기 측정하기 ④ - 수질 측정 결과 표, 그래프로 정리하기
해결책 만들기	6-7차시	기수갈고동 보호 프로젝트	<ul style="list-style-type: none"> ○ 웹기반 보고서(에듀넷-드림메거진) 만드는 과정 이해하기 ○ 멸종위기생물(기수갈고동) 조사 및 탐구 결과 정리하기 ○ 기수갈고동 탐구 결과를 활용하여 웹기반 보고서 만들기 	<ul style="list-style-type: none"> ⑤ - 기수갈고동 분포 및 생김새 알아보기 - 기수갈고동 서식환경 특징 알아보기 ④ - 스마트기기를 활용한 웹기반 보고서 작성하기 ④ - 기수갈고동 탐구 결과 보고서로 작성하기
발표 및 평가하기	8차시	기수갈고동 보호를 위한 최적의 대안 찾기	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기수갈고동 탐구결과, 보호 방안 발표 및 토의하기 ○ 모듈별 탐구결과 및 산출물 상호평가하기 ○ 프로젝트 활동을 하며 알게 된 점, 느낀 점 정리하기 	<ul style="list-style-type: none"> ⑤ - 기수갈고동 분포 및 생김새 알기 - 기수갈고동 서식환경 특징 알기 ④ - 웹기반 탐구보고서 공유 및 발표하기 - 기수갈고동 탐구 결과 발표하기 ④ - 기수갈고동 보호 방안 토의하기 - 모듈별 작품 평가하기

여 보고서를 작성하도록 하였다.

8차시에서는 작성한 웹기반 보고서를 다른 모듈과 공유하여 발표하는 시간을 가진 후, 우수한 점,

개선할 점에 대하여 상호 평가의 시간을 가졌다. 그리고 멸종위기생물 기수갈고동 보호방안에 대하여 모듈별 의견을 활용하여 토의하고 정리하는 활

동을 하였다. 끝으로 프로젝트 활동에 참여하며 알게 된 점, 느낀 점을 정리하도록 하였다.

2. 문제중심학습 기반 STEAM 현장체험학습 프로그램 적용 결과

1) 과학탐구능력 분석 결과

문제중심학습 기반 STEAM 현장체험학습 프로그램이 과학영재 학생들의 과학탐구능력에 미치는 영향을 알아보기 위해 검사 결과를 *t*-검정으로 분석하였다(Table 4).

과학탐구능력에 대한 연구 결과, 관찰, 분류, 측정, 추리, 예상의 모든 하위 영역에서 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 이는 사전 검사 결과에서 기초탐구능력 각 영역의 평균이 높게 나왔던 점을 고려해 보았을 때, 이미 프로그램에 참여한 학생들은 다양한 경험과 교육을 통해 기초탐구능력이 높게 갖추어져 있었던 것으로 보인다. 그리고 개발된 STEAM 프로그램에서는 어느 정도 정해진 과정에 따라서 탐구 활동을 진행하다보니 초등과학 영재 학생들이 추가적으로 기초탐구능력을 향상시킬 수

있었던 요인이 제공되지 않았던 것으로 보인다.

홍현정 등(2015)의 STEAM 기반 야외체험학습 프로그램이 초등학생의 과학탐구능력에 미치는 효과에 대한 연구에서도 STEAM 체험학습 프로그램은 기초탐구능력 향상에 긍정적인 효과가 나타나지 않았다는 결과를 보였다. 이와는 상반된 결과로 병행교육과정을 적용한 과학 영재 프로그램, 자기조절학습전략이 내재된 과학 중심 STEAM 프로그램, IIM을 적용한 천문학습 프로그램의 개발 및 적용은 초등과학 영재 학생들의 과학탐구능력 향상에 긍정적인 영향을 미쳤다고 하였다(권선혜 등, 2015; 서진나, 2011; 신명렬과 이용섭, 2011b).

2) 창의적 문제해결력 분석 결과

문제중심학습 기반 STEAM 현장체험학습 프로그램이 연구에 참여한 학생들의 창의적 문제해결력에 미치는 효과를 알아보기 위해 검사 결과를 분석하였다(Table 5).

프로그램의 적용은 영재 학생들의 창의적 문제해결력의 하위요소인 특정 영역의 지식·사고 기능·기술의 이해 및 숙달 여부, 확산적 사고, 비판

Table 4. The result of an analysis on science process skills

영역	사전검사		사후검사		사전-사후 비교	
	M	SD	M	SD	<i>t</i>	<i>p</i>
관찰	.667	.474	.736	.444	-1.423	.158
분류	.644	.482	.690	.465	-.815	.417
측정	.897	.306	.851	.359	1.070	.288
추리	.828	.379	.816	.390	.241	.810
예상	.839	.370	.851	.359	-.228	.820

Table 5. The result of an analysis on creative problem solving ability

영역	사전검사		사후검사		사전-사후 비교	
	M	SD	M	SD	<i>t</i>	<i>p</i>
특정 영역의 지식·사고 기능·기술의 이해 및 숙달 여부	3.848	.995	4.083	1.090	-2.630	.009**
확산적 사고	3.910	.849	4.193	.852	-3.412	.001**
비판적·논리적 사고	4.324	.725	4.579	.653	-3.733	.000***
동기적 요소	4.462	.624	4.579	.597	-1.983	.049*

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$.

적·논리적 사고, 동기적 요소 모두에서 통계적으로 유의미하게 향상된 결과가 나타났다.

이러한 결과는 우용배와 홍승호(2017)의 생태놀이 자료를 활용한 STEAM 프로그램이 초등과학 영재들에게 미치는 영향에 대한 연구에서 산출물을 제작하기 위해 다양한 사고 과정을 통해 해결방법을 협의하는 과정이 영재학생들의 창의적 문제해결력 향상에 긍정적인 영향을 미쳤다는 연구 결과와 일치한다. 박애리나와 김용권(2014)의 연구에서도 과학영재들은 STEAM 프로그램에 참여하면서 친구들과의 과학적 의사소통을 통해 창의적 문제해결력이 향상되었다고 하였다. 그 외에도 다양한 주제의 STEAM 프로그램은 과학영재학생들의 창의적 문제해결력 향상에 유의미한 효과가 있었다(강호감과 김태훈, 2014; 김권숙과 최선영, 2012; 김맹범 등, 2016).

본 연구에서의 변화 원인을 알아보기 위하여 사후 검사 결과가 사전 검사 결과보다 향상된 학생을 대상으로 면담을 실시한 대표적인 내용과 그에 따른 분석 결과는 다음과 같다.

최00: 주로 사진, 동영상으로만 보며 공부했던 생물을 스마트기기를 이용해 조사한 후, 현장답사를 통해 화북천에 가서 직접 관찰하고 정리하여 웹기반 보고서로 만드는 과정이 도움이 되었어요.

강00: 모둠 활동을 통해 사전 조사 활동, 현장 탐구 학습, 탐구한 내용에 대하여 친구들과의 공유 과정이 좋았어요. 잘 이해가 되지 않는 부분도 친구들과 대화하며 알게 되었어요.

학생들은 사전 조사 활동을 통해 습득한 지식을 참고하여 현장에서 다양한 방법으로 관찰 및 탐구하고, 탐구 결과를 모둠 친구들과 의사소통하고 협력하며, 웹기반 보고서로 정리하는 과정에서 관련 지식·사고 기능·기술을 이해하고 숙달할 수 있었던 것으로 보인다. 또한 현장체험학습, 웹기반 보고서의 산출물 제작 활동, 친구들과의 협력 활동은 과학 학습에 대한 동기적 요소에도 긍정적인 영향을 미쳤던 것으로 판단된다.

백00: 조사활동, 체험학습을 통해 탐구한 내용을 정리하고 친구들과 토의하며 멸종위기생물 기수갈고 등 보호 방안에 대하여 다양하게 생각해 보는 과정이 좋았어요. 친구들의 의견이 서로 다르고 다양한 의견이 나왔지만, 토의를 통해 적절한 문제 해결 방안을 찾아갈 수도 있었어요.

면담 실시 결과, 사전 조사와 현장 탐구 활동 결과를 바탕으로 멸종위기생물 기수갈고등 보호 방안에 대하여 다양하게 생각해 보고, 친구들과 서로의 생각을 토의하며, 적절한 해결방안을 찾아내는 과정이 초등과학 영재 학생들의 확산적 사고 및 비판적·논리적 사고 향상에 도움이 되었다.

3) 과학적 태도 분석 결과

문제중심학습 기반 STEAM 현장체험학습 프로그램이 연구에 참여한 학생들의 과학적 태도에 미치는 효과를 알아보기 위한 검사 결과를 분석하였다(Table 6).

Table 6. The result of an analysis on scientific attitude

영역	사전검사		사후검사		사전-사후 비교	
	M	SD	M	SD	t	p
호기심	4.333	.817	4.471	.860	-1.833	.070
개방성	3.966	1.165	4.161	1.056	-1.996	.049*
비판성	4.276	.816	4.506	.697	-2.888	.005**
협동심	4.483	.662	4.517	.662	-.505	.615
자진성	3.943	1.016	3.977	1.171	-.332	.741
끈기성	4.378	.781	4.207	1.036	1.551	.124
창의성	4.103	.928	4.425	.757	-3.401	.001**

* p<.05, ** p<.01.

개발한 프로그램의 적용은 과학적 태도 하위요소 중 개방성, 비판성, 창의성 영역에서 유의미하게 긍정적인 효과를 나타냈다. 이러한 결과는 초등과학 영재들을 대상으로 한 STEAM 프로그램, 과학 캠프 체험학습이 학생들의 과학적 태도 향상에 효과가 있었다는 연구 결과와 일치한다(김지환 등, 2014; 서권수, 2013; 신명렬과 이용섭, 2012). 하병건과 김용권(2015)의 연구에서도 환경 관련 체험학습이 초등학생의 과학적 태도 향상에 긍정적인 영향을 주었다고 하였다.

변화의 원인을 알아보기 위해서 사후검사 결과에서 사전검사 결과보다 눈에 띄게 점수가 향상된 학생을 대상으로 면담을 실시한 후, 분석하였다.

이00 : 조사한 자료와 체험학습을 통해 알게 된 정보를 활용하여 기수갈고등 보호 방안에 대하여 저의 생각을 정리하고 모둠 친구들과 토의를 했어요. 선생님께서 안내해 주신대로 토의할 때 지켜야 할 바른 자세를 생각하며 친구들의 다양한 의견을 경청하였고, 필요할 경우 저의 의견을 제시하려고 노력했어요.

김00 : 이번에 참여한 프로젝트 활동은 프로젝트 계획 세우기, 현장탐구계획 세우기, 토의하기, 웹기반 보고서 제작하기 등 모둠 활동이 많았어요. 친구들의 생각을 들으며 제가 생각하지 못한 다양한 정보를 알게 되었어요.

학생들은 대체로 멸종위기생물 기수갈고등 보호 방안에 대한 토의 활동을 할 때에 조사하고 탐구한 자료를 활용하여 자신의 생각을 논리적으로 정리한 후 자신 있게 자신의 의견을 제시할 수 있었으며, 친구의 다양한 생각을 존중하며 토의 활동에 참여하였던 점이 개방성 향상에 긍정적인 영향을 주었다. 그 외에도 다양한 모둠 활동에서 친구들과 생각을 공유할 기회가 많았는데, 그때마다 서로의 생각을 존중하고 필요한 정보를 취사선택하며 활동에 참여하려고 했던 점이 도움이 되었다.

박00 : 기수갈고등 보호 방안에 대하여 토의할 때 친구들이 제시하는 의견이 타당한지 생각하며 토의에 참여했어요. 의견의 장점과 단점을 생각하며 평가를 하였고, 최선의 방안을 찾으려고 노력했어요.

학생들은 멸종위기생물 기수갈고등 보호 방안에

대하여 의견을 교환할 때 비판적 자세로 자신의 생각과 다른 친구의 생각을 옳고 그름을 판단하며 실현 가능한 아이디어를 찾으려고 노력하였다. 그러한 과정에서 비판성이 향상되었던 것으로 판단된다.

정00 : 기수갈고등 보호 방안을 정리할 때 탐구 결과 자료를 활용하여 친구들과 생각을 공유하며 제도적인 해결책, 시설 마련을 통한 해결책, 환경 보호 노력 방안 등 다양하고 독창적인 해결책을 찾으려고 했어요.

이00 : 산출물 웹기반 보고서를 제작할 때 드림매거진에서 제공하는 다양한 틀을 활용하여 독자들이 탐구 결과를 재미있게 읽고 필요한 정보를 쉽게 찾을 수 있도록 창의적으로 디자인하여 구성하려고 했어요.

학생들은 탐구 결과를 활용하여 실현 가능하고 다른 친구들이 생각하지 못한 기수갈고등 보호 방안을 찾으려고 노력하였으며, 그러한 과정에서 창의성이 향상되었던 것으로 여겨진다. 또한 최종 산출물인 웹기반 보고서를 제작하는 과정에서도 독자들의 가독성 및 흥미를 고려하여 디자인하려고 노력하는 과정이 긍정적인 영향을 미쳤던 것으로 보인다.

하지만 과학적 태도 하위요소 중에 호기심, 협동심, 자신성, 끈기성 영역에서는 유의미한 효과가 나타나지 않았다. 초등과학 영재 학생들은 이미 과학에 대한 흥미와 관심이 높게 형성되어 있고, 영재교육에서 협동 학습을 자주 접했었기 때문에 호기심, 협동심의 사전검사 결과 평균이 높게 나왔고, 개발된 프로그램에서는 그 이상의 영향을 미치는 요인이 없었던 것으로 보인다. 끈기성의 경우에는 사후검사 결과 평균이 떨어졌는데, 영재교육은 운영의 특성상 1회 수업 시 장시간 수업이 진행되는 데, 본 프로그램에서는 4차시씩 2회에 걸쳐서 사전조사, 현장탐구, 웹기반 보고서 제작 등 모든 프로젝트 활동을 진행하다보니 학생들에게 다소 부담이 되었던 것으로 보인다. 그리고 적용한 프로그램은 탐구 주제가 학생들이 경험해 보지 못했던 분야여서 접근하기에 어려움이 있었으며, 주로 모둠 활동을 통해 지식을 습득하고 해결방안을 찾아가는 과정으로 학습이 진행되었기 때문에 학생들의 자신성 요소에 변화를 주지는 못했던 것으로 보인다.

4) STEAM 만족도 분석 결과

문제중심학습 기반 STEAM 현장체험학습 프로그램 활동에 참여한 학생들의 STEAM 만족도를 조사한 후 그 결과를 분석하였다(Table 7).

문제중심학습 기반 STEAM 현장체험학습 프로그램의 STEAM 만족도 평균은 4.57점으로 높게 나타났다. 긍정적 응답인 ‘매우 그렇다’, ‘그렇다’는 94.82%(495회)로 매우 높은 비율을 나타냈고, 부정적 응답인 ‘매우 그렇지 않다’, ‘그렇지 않다’는 0.76%(4회)로 낮은 결과가 나왔다. 주로 교실 내에서 진행이 되던 영재수업과 달리 직접 현장에서 탐구하였던 점, 다른 친구들과의 협력 및 토의 활동을 통한 지식 습득 과정, 이전에 경험해 보지 못했

던 스마트기기를 활용한 웹기반 보고서 제작 활동이 학생들의 만족도를 높였던 것으로 보인다. 이것은 우용배와 홍승호(2017)의 초등과학 영재를 대상으로 한 생태계 관련 STEAM 수업에서 다양한 학문의 지식을 습득한 후, 이를 활용하여 토의하고 주어진 문제를 해결하여 산출물 제작 과정에서 학생들이 STEAM 프로그램 만족도가 높았다는 연구결과와 최영미와 홍승호(2013)의 주변 생물을 대상으로 한 융합 수업이 초등과학 영재 학생들의 만족도 향상에 기여했다는 결과와 일치하였다.

특히, 학습에 대한 흥미와 관련된 ‘나는 과학 수업이 재미있어졌다.’ 문항에서 4.86점, ‘나는 과학·수학학습에 대한 흥미가 생겼다.’ 문항에서 4.83점

Table 7. The result of learner satisfaction survey of the STEAM program

단위: 명

평가항목	매우 그렇지 않다	그렇지 않다	보통 이다	그렇다	매우 그렇다	평균 (점)	
1 나는 과학 수업이 재미있어졌다.				4	25	4.86	
2 나는 과학·수학 학습 내용에 대해 많이 이해하게 되었다.				8	21	4.72	
3 나는 과학·수학학습에 대한 흥미가 생겼다.				5	24	4.83	
4 나는 과학기술에 대한 관심이 생겼다.				7	22	4.76	
5 나는 과학 관련 책이나 글을 읽는 것이 좋아졌다.			3	7	19	4.55	
6 나는 문제해결을 위해 스스로 생각을 하게 되었다.			1	9	19	4.62	
7 나는 다양한 학습 내용을 끝까지 해내게 되었다.				11	18	4.62	
8 나는 한 가지 문제를 다양하게 생각해 보았다.			2	10	17	4.52	
9 나는 배운 내용을 실생활과 연관 지으려고 노력하였다.		2	3	10	14	4.24	
10 나는 문제해결에 여러 과목에서 배운 지식을 동시에 적용하려고 노력하였다.			2	15	12	4.34	
11 나는 적극적으로 활발하게 수업에 참여하였다.			1	14	14	4.45	
12 나는 친구들과 사이좋게 의견을 나누었다.			2	7	20	4.62	
13 나는 다른 친구들에게 나의 아이디어를 표현하였다.			2	10	17	4.52	
14 나는 다른 친구들의 의견을 경청하고 존중하였다.				9	20	4.69	
15 나는 다른 친구들과 협력하는 것의 중요성을 생각하는 마음이 생겼다.				11	18	4.62	
16 나는 다른 친구들을 배려하는 마음이 생겼다.			2	13	14	4.41	
17 나는 실패하는 것을 두려워하지 않고, 도전의식이 생겼다.			3	11	15	4.41	
18 나는 과학기술 분야와 관련된 직업에 대한 관심이 생겼다.	1	1	2	7	18	4.38	
계		응답수	1	3	23	168	327
		비율(%)	0.19	0.57	4.41	32.18	62.64

으로 만족도가 높게 나왔으며, 이는 다양한 활동이 학습자 중심으로 진행되어 학생들의 수업에 대한 흥미에 긍정적인 영향을 미쳤던 것으로 판단된다. 수업 내용에 대한 이해 정도와 관련된 ‘나는 과학·수학 학습 내용에 대해 많이 이해하게 되었다.’ 문항에서도 4.72로 높은 결과가 나왔는데, 사전 조사를 바탕으로 직접 현장에서 탐구하며 지식을 습득했던 과정이 학습 내용에 대한 이해도 및 수업 만족도를 높였던 것으로 보인다. 동료와의 협력과 관련된 ‘나는 다른 친구들의 의견을 경청하고 존중하였다.’ 문항에서 4.69점, ‘나는 친구들과 사이좋게 의견을 나누었다.’ 문항에서도 4.62점으로 높게 나왔는데, 학생들은 프로그램에 참여하면서 모두 친구들과 협력하여 의견을 나누는 과정이 많았으며, 그 과정에서 집단지성의 성취감을 느꼈던 것으로 판단된다. 학습의 전이와 관련된 ‘나는 배운 내용을 실생활과 연관 지으려고 노력하였다.’ 문항에서도 4.24점으로 만족도가 높게 나타나기는 하였지만, ‘그렇지 않다’에 응답한 학생도 2명 있었던 것으로 보아 본 프로그램에서 멸종위기생물이라는 탐구 주제가 낯설고 관심 분야가 아니어서 실생활과 연관 짓기에 어려움을 느꼈던 학생도 일부 있었던 것으로 판단된다.

IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 문제중심학습 기반 STEAM 현장 체험학습 프로그램이 과학영재 학생들에게 미치는 영향을 알아보았다. 영재 교육원에 소속된 초등학교 6학년 29명을 대상으로 개발된 프로그램을 적용하여 얻은 결론은 다음과 같다.

첫째, 개발된 프로그램은 과학영재 학생들의 기초탐구능력 향상에 유의미한 영향을 미치지 못하였다. 연구 결과, 초등과학 영재 학생들은 기초탐구능력이 어느 정도 갖추어진 상태에서 영재수업에 참여하고 있었던 것으로 판단된다. 과학영재들의 추가적인 기초탐구능력 향상을 위해서는 학생들의 수준을 고려하여 좀 더 구체적이며 체계적인 기초탐구능력 향상 프로그램이 개발되고 활용되어야 할 것으로 여겨진다.

둘째, 문제중심학습 기반 STEAM 현장체험학습 프로그램은 학생들의 창의적 문제해결력 향상에 유의미한 효과가 있었다. 멸종위기생물 기수갈고동

보호방안이라는 주제로 한 조사 활동, 현장 탐구활동, 토의 활동으로 구성된 문제 중심 프로젝트 학습과 다양한 학문을 융합한 STEAM 프로그램이 학생들의 관련 지식 및 기술 습득, 창의적인 문제해결력을 기르는데 효과가 있었던 것으로 보인다. 또한 학교 밖 야외 장소를 활용한 탐구 과정도 학생들에게 도움이 되었던 것으로 여겨진다. 앞으로도 문제중심학습과 STEAM 교육을 접목한 다양한 영재교육 프로그램에 대한 지속적인 연구가 필요하며, 영재교육의 학습 장소를 교실의 제한적인 상황에서 벗어나 야외 현장을 활용하여 탐구할 수 있는 기회가 제공되어야 할 것이다.

셋째, 본 연구에서 개발한 프로그램은 학생들의 과학적 태도에 긍정적인 효과가 있었다. 특히 하위 영역 중에 개방성, 비판성, 창의성 영역에서 유의미한 결과가 나타났다. 학생들은 프로그램 참여 과정에서 모두 친구들과 협력하며 지식을 공유하고 서로의 의견을 토의한 후, 창의적인 산출물을 제작하였던 과정이 도움이 되었던 것으로 분석된다. 영재교육 프로그램 개발 시에는 모두 활동, 토의 활동, 다양한 결과가 나올 수 있는 산출물 제작 활동을 고려하여 과학영재들의 집단지성을 향상시킬 수 있는 효과적인 학습 방법을 반영할 필요가 있을 것이다.

연구 결과를 토대로 후속 연구를 위한 제언은 다음과 같다.

첫째, 본 연구는 J시에 위치한 영재교육원 6학년 29명을 대상으로 진행하였기 때문에 연구 결과를 일반화하는 데에는 제한점이 있다. 더 많은 과학영재를 대상으로 한 연구가 진행되어야 할 것이다.

둘째, 본 연구에서는 과학영재의 과학탐구능력 중에서도 기초탐구능력에 한하여 효과를 살펴보았다. 과학영재의 수준을 고려하였을 때 영재교육은 학생들이 직접 가설을 설정하고, 실험을 설계하여 탐구하며 결론을 도출하는 과정을 진행할 수 있다. 이러한 점에서 문제중심학습을 기반으로 한 STEAM 현장체험학습 프로그램이 통합탐구능력에 미치는 영향에 대한 연구도 추가로 진행할 필요가 있다.

셋째, 본 연구에서 탐구 소재로 활용한 기수갈고동과 같이 각 지역마다 영재교육의 수업 소재로 활용할 수 있는 생물은 서로 다르며 다양하다. 지역의 특성에 맞게 현장에서 탐구 가능한 소재를 선정하고, 체험학습을 기반으로 한 다양한 영재교육 프

로그래밍 개발에 활용하여야 할 것이다.

참고문헌

강선미, 이정화, 정연옥(2011). 학교 숲을 이용한 체험활동이 초등학생의 환경감수성 및 환경친화적 태도에 미치는 영향. 실과교육, 24(2), 105-124.

강호감, 김태훈(2014). 초등과학영재의 창의적 문제해결력 향상을 위한 융합인재교육(STEAM) 프로그램 개발. 영재교육연구, 24(6), 1025-1038.

교육부(2013). 제 3차 영재교육진흥종합계획. 서울: 교육부.

교육부(2015). 과학과 교육과정. 교육부 고시 제2015-74호. 서울: 교육부.

권선혜, 허소현, 양용철(2015). 자기조절학습전략을 적용한 과학 중심 STEAM 프로그램이 초등과학영재의 과학탐구능력에 미치는 영향. 대한사고개발학회지, 11(1), 45-63.

권재술, 김범기(1994). 초·중학생의 과학 탐구능력 측정도구의 개발. 한국과학교육학회지, 14(3), 251-264.

김권숙, 최선영(2012). 과학기반 STEAM 프로그램이 초등과학 영재 학생들의 창의적 문제해결력과 과학적 태도에 미치는 영향. 초등과학교육, 31(2), 216-226.

김도연, 전영석(2020). 과학 독서록을 통한 초등과학영재의 창의적 문제해결력 분석. 과학영재교육, 12(1), 49-62.

김맹범, 양지혜, 홍승호(2016). 초등과학 영재학생을 대상으로 한 내진 설계 STEAM 프로그램의 효과. 에너지를 통한 사회교육, 6(1), 41-53.

김선희, 김언주, 박은희, 심재영(2006). PBL 프로그램이 창의성 및 창의적 문제해결력 향상에 미치는 효과. 아동교육, 15(3), 285-297.

김영환, 김지원, 김영진(2008). 초등학교 체험학습 운영 개선방안: 부산을 중심으로. 교과교육학연구, 12(3), 837-859.

김지환, 방미선, 배성철, 홍연숙, 최종경, 이나리, 서승갑, 배진호, 이용섭, 이형철, 소금현(2014). 영화를 활용한 융합인재교육 프로그램이 초등과학영재의 창의적 인식, 창의적 문제해결력 및 과학적 태도에 미치는 영향. 한국과학교육학회지, 38(1), 120-132.

김효남, 정완호, 정진우(1998). 국가수준의 과학에 관련된 정의적 특성의 평가 체제 개발. 한국과학교육학회지, 18(3), 25-45.

박애리나, 김용권(2014). STEAM 프로그램이 초등영재 학생의 과학적 의사소통능력과 학습몰입에 미치는 영향. 초등과학교육, 33(3), 439-452.

서권수(2013). 초등과학영재들의 과학적 창의성 및 태도 신장을 위한 과학 기반의 STEAM 프로그램 개발 및

적용: 나만의 창의적인 간장 만들기. 창원대학교 교육대학원 석사학위논문.

서진나(2011). 과학영재의 과학학습동기, 과학적 태도 및 과학탐구능력 향상을 위한 병행교육과정 개발 및 적용. 이화여자대학교 교육대학원 석사학위논문.

신명렬, 서혜애(2017). 문제중심학습(PBL) 기반 과학영재수업이 초등과학영재의 과학적 창의성 신장에 미치는 효과. 영재교육, 27(3), 367-386.

신명렬, 이용섭(2011a). PBL 기반 친체관측 프로그램이 초등과학영재의 과학적 탐구능력과 과학적 태도에 미치는 효과. 대한지구과학교육학회지, 4(1), 20-31.

신명렬, 이용섭(2011b). IIM을 적용한 친문학습 프로그램 개발·적용이 초등과학영재 학생의 과학탐구능력과 과학적 태도에 미치는 효과. 영재교육연구, 21(2), 337-356.

신명렬, 이용섭(2012). 과학캠프 운영이 초등과학영재의 과학탐구능력 및 과학적 태도에 미치는 효과. 영재교육연구, 22(4), 967-983.

신재한(2013). 초·중등교원 대상 STEAM 융합교육 인식 조사. 학습과학연구, 7(2), 29-53.

우승현, 최선영(2014). 영흥도 지역자원을 활용한 학교 밖 영재 프로그램 개발 및 적용 효과. 과학교육연구, 38(2), 356-375.

우용배, 홍승호(2017). 초등과학 영재를 대상으로 한 생태계 관련 STEAM 프로그램이 창의적 문제해결력 및 과학적 태도에 미치는 영향. 생물교육, 45(1), 159-168.

정은영(2008). Squeak Etoys 기반 정보교육이 초등학생의 창의적 문제해결력에 미치는 영향. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.

조연순, 체제숙, 백은주, 임현화(2004) 초등학교 수업을 위한 문제중심학습(PBL)의 교수학습 과정 모형 연구. 교육방법연구, 16(2), 1-28.

주현재, 강인에(2011). 고등교육에서의 학습자중심 교육의 학습원칙에 기반한 PBL 모형 개발, 학습자중심교과교육, 11(4), 419-448.

최영미, 홍승호(2013). 주변의 생물을 주제로 한 STEAM 프로그램이 초등과학 영재학생에게 미치는 영향. 생물교육, 41(4), 569-588.

최운선(2005). 현장체험학습에 대한 초등학생의 인식 조사연구. 숙명여자대학교 석사학위논문.

최정임(2004). 사례분석을 통한 PBL의 문제설계 원리에 대한 연구. 교육공학연구, 20(1), 37-61.

하병진, 김용권(2015). 환경 관련 체험학습이 초등학생의 환경소양과 과학적 태도에 미치는 효과. 대한지구과학교육학회지, 8(2), 206-217.

한국과학창의재단(2015). 2015년 STEAM 프로그램 개발 시범적용 만족도 조사. 서울: 한국과학창의재단.

한국교육개발원(2001). 간편 창의적 문제해결력 검사 개발 연구(I). 서울: 한국교육개발원.

- 홍현정, 배진호, 소금현(2015). STEAM 기반 야외체험학습 프로그램이 초등학생의 과학탐구능력 및 과학에 대한 태도에 미치는 영향. *생물교육*, 43(4), 344-354.
- Barrows, H. S. (1985). How to design a problem-based curriculum for the preclinical years. New York: Springer.
- Barton, A. C., Tan, E. & Rivet, A. (2008). Creating hybrid spaces for engaging school science among urban middle school girls. *American Educational Research Journal*, 45(1), 68-103.
- Gutierrez, K. D., Baquedano Lopez, P., Alvarez, H. H. & Chiu, M. M. (1999). Building a culture of collaboration through hybrid language practices. *Theory into Practice*, 38(2), 87-93.
- Moomaw, S. (2013). Teaching STEM in the early years: Activities for integrating science, technology, engineering, and mathematics. St. Paul, MN: Redleaf Press.
- Perelman, L. J. (1992). School's out: hyperlearning, the new technology, and the end of education. New York: William Morrow and Company.
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20-26.
- Watters, J. & Diezmann, C. (2003). The gifted student in science: Fulfilling potential. *Australian Science Teachers Journal*, 49 (3), 46-53.
- Yakman, G. (2006). STEAM pedagogical commons for contextual learning. Unpublished class paper for EDCI 5774, Virginia Tech.
- Yakman, G. (2008). STEAM education. An overview of creation a model of integrative education. PATT.

고동국, 외도초등학교 교사(Ko, Dong Guk; Teacher, Oedo Elementary School).

† 홍승호, 제주대학교 교수(Hong, Seung-Ho; Professor, Jeju National University).