

과학 지식 생성 모형을 기반으로 한 초등학생용 거미 탐구 프로그램 개발

신동훈 · 김석기 · 권용주
(한국교원대학교)

Development of a Spider Inquiry Program for Elementary Students based on the Scientific-Knowledge Generation Model

Shin, Dong-Hoon · Kim, Suk-Ki · Kwon, Yong-Ju
(Korea National University of Education)

ABSTRACT

The purpose of this study was to develop a spider inquiry program for elementary school students based on the scientific-knowledge generating model. For the purposes of this study, we selected three species of spider (e.g. *Pardosa astrigera*, *Argiope bruennichii*, *Nephila clavata*) which were easily found in a school garden by elementary school students. The spider inquiry program was based on a model of the process of scientific-knowledge generation, and consisted of two sections: for students and teachers. The students' program was designed to generate scientific-knowledge, whilst the teachers' program was designed to guide the inquiry smoothly even in the case of teachers who lack experience in inquiry activities or possess limited subject knowledge on spiders. As a result, this program was found to have an influence on generating the scientific-knowledge of elementary students and the results further suggest that it may be helpful to teachers conducting an inquiry activity. Additionally, this program could be used as a selective activity lesson such as a science inquiry lesson, or as a biology inquiry class, as a weekend life experience study or as an activity on a science camp.

Key words : spider, inquiry program, scientific-knowledge generation, ecological inquiry activity, school garden.

I. 서 론

초등 과학 교과와 생명 영역은 주변의 동·식물 관찰과 같은 직접 경험이 풍부할수록 그 이해를 돕는데 유리하고, 이를 통해 자연에 대한 탐구심과 긍정적 태도를 배양하기에 매우 적합한 영역이다(임채성 등, 2005). 특히 생명 현상에 대한 초등학생들의 자연 탐사 활동은 자연 속에서 직접 생물체를 접함으로써 흥미와 탐구적인 자세를 배양할 수 있고, 교과와 관련된 문제들을 실제 체험을 통해 실천할 수 있는 기회를 제공해 준다(교육부, 1997). 이

러한 자연 탐사 활동은 생태적 사고와 느낌, 인지 정도에 많은 영향을 줄 수 있으며, 생명체들의 전체적인 모습을 자연스럽게 느끼고 이해하는데 전통적인 교실 수업보다 더 적합하다고 할 수 있다(김인호 등, 1999; 임채성 등, 2005).

이와 같이 자연 탐사 활동은 생물의 실제적인 모습을 직접 체험하게 하고 학생들의 과학 탐구 능력의 향상과 자연에 대한 긍정적 태도의 함양에 매우 효과적인 교수 활동이라고 할 수 있다(김은진 등, 2005; 김진태 등, 2000; 신동훈, 2002; 임채성 등, 2005). 또한 자연을 체험하고 느낄 수 있는 다양한 경험의

기회는 아동들의 두뇌 발달에도 긍정적인 영향을 미친다(Rosenzweig *et al.*, 2005).

이와 같은 필요성 때문에 현장에서는 자연 탐사 활동, 야외 체험 학습, 자연 관찰 학습, 탐방 학습 등의 형식으로 실제적인 프로그램이나 자료집 개발 또는 모형 개발 연구들이 진행되어 왔다(김수미 등, 2005; 김은진 등, 2005; 김영배, 2004; 김진태 등, 2000; 신동훈, 2002; 홍정수, 2001). 예를 들어, 김진태 등(2000)은 생물 학습에 필요한 야외 학습 모델을 이룬 학습과 야외 관찰 학습을 병행하는 구조로 개발하였으며, 홍정수(2001)는 8학년 과학 교과서의 생물 영역을 분석하여 팀 티칭을 통한 야외 활동 지도 전략을 제안하였다. 또 김은진 등(2005)은 초등 예비 교사가 생물 야외 탐구 학습을 할 때 야외 활동에 대한 태도가 긍정적으로 변화하였음을 고찰하였고, 임채성 등(2005)은 동일한 연구 대상으로 야외 활동 후 교수 효능감이 증가한다는 사실을 밝혔다.

구체적인 프로그램으로는 신동훈(2002)이 서울 도심에 있는 양재천의 수생 생물을 탐사할 수 있는 프로그램을 개발하여 고등학생에게 적용하였고, 김영배(2004)는 대부도 갯벌에 서식하는 생물을 탐사할 수 있는 프로그램을 개발하였다. 또한 김수미 등(2005)은 ‘달리는 과학 열차’의 내용 중 하나로 DMZ 생태 탐구와 허준 선현 묘소 탐방을 위한 활동 자료를 정의적 영역의 학습 목표에 중점을 두어 개발하여 초·중학생들에게 적용하여 그 효과를 연구하였다. 초등학생을 위한 야외 체험 학습 프로그램으로는 이병철(2001)이 개발한 산림 체험 학습 프로그램 등이 존재한다. 그리고 각 교육청별로 발행한 현장 체험 학습 프로그램에도 생태 탐사와 관련된 프로그램이 일부 포함되어 있다.

이와 같은 다양한 선행 연구들이 있음에도 실제 교육 현장에서는 관련 자료 및 정보의 부족, 사전 답사를 위한 지도 교사의 시간적인 부담 및 노력의 부족, 관계 기관과의 사전 협조, 전문 지도자 및 안내자 확보, 학교 관리자의 이해 부족, 기타 예산 및 준비물 등의 현실적인 문제 때문에 자연 탐사 학습이 실행되지 않고 있다고 김수미 등(2005)이 분석하였다. 특히 초등학생의 경우, 자연 탐사 활동을 많이 실시하지도 않을 뿐더러, 그나마 실시되는 경우에도 대부분 체험 활동 위주의 하루 행사로 되어 있어서 과학적 사고 과정의 경험과는 동떨어져 있

다. 왜냐하면, 기존에 개발된 프로그램들은 대부분 숲, 갯벌, 하천, 생태 공원 등 학교 밖 자연을 대상으로 하기 때문에 지속적인 탐구 활동이 불가능하여 정규 과학 교과 과정과 연관시키기가 어렵고, 또 태도 변화와 같은 정의적 목표 달성을 주요 관심사로 두기 때문이다.

그러므로 초등학생들이 자연 탐사 활동을 할 때 생기는 이러한 문제점을 극복하기 위해서는 먼저 탐구 대상이 학교 현장에서 쉽게 접근할 수 있어야 하며, 탐구 활동 프로그램이 과학적 사고 과정을 기반으로 구성되어야 할 것이다(신동훈, 2002).

학교에서 쉽게 접근할 수 있는 생물 탐구 대상으로는 학교 정원에 서식하는 거미가 아주 유용하다. 거미는 초등학교 교과서의 경우 1, 2학년의 슬기로운 생활에 여름철, 가을철에 만날 수 있는 동물 부분에, 4학년 과학의 동물의 생김새 부분과 5학년 환경에 적응하는 생물 부분, 6학년 등뼈가 없는 동물의 분류에서 사진으로 제시되어 있지만, 자세한 설명이나 거미를 활용하는 탐구 활동은 소개된 바가 없다. 사실 초등학교에는 우리가 생각하는 것보다 많은 종류의 거미가 서식하고 있지만, 대부분 무심코 지나가거나 오히려 거미를 해치는 상황이 종종 벌어지고 있다. 이는 대부분의 학생들이 거미를 징그럽고 무서운 존재로 여기기 때문에 생겨나는 현상이다. 거미들이 1년간 잡아먹는 곤충의 양은 사람이 농약으로 죽이는 해충의 양보다 더 많고(김주필, 2002), 거미줄의 장력과 탄성력은 강철보다 5배 이상 강해 방탄 조끼를 만들 수 있다는 점과 동물의 사회적 진화 과정을 연구하는데 좋은 연구 대상이 된다(Kim *et al.*, 2005)는 점에서 이러한 학생들의 관점은 오해에서 비롯된 것이라고 할 수 있다. 또한 거미는 학교 내의 정원, 건물벽, 나무 사이 등 다양한 장소에서 서식하고, 알·성체 등 다양한 형태를 가지며, 거미줄과 같은 특이한 생활 습성이 있어(임문순과 김승태, 1999; Kim *et al.*, 2005) 초등학생들의 흥미와 호기심을 자극할 수 있는 훌륭한 탐구 대상이라고 할 수 있다. 이러한 흥미는 과학적 관찰 단계에서 흥미가 가장 중요한 과학적 감성이라는 권용주 등(2004)의 연구 결과를 고려하면 자연 탐사 활동에서도 매우 중요한 요소라고 할 수 있다.

이러한 학교 내 거미를 탐구 활동의 소재로 삼아 과학적 사고 과정을 경험할 수 있는 프로그램을 개

발하기 위해서는 무엇보다도 과학적 탐구 전략을 기반으로 하여야 할 것이다. 따라서 이 연구에서는 과학적 탐구 전략을 권용주 등(2003a)이 개발한 과학 지식 생성 모형을 적용하여 수립하였다. 이러한 점이 이 연구의 독창성을 나타낸다고 할 수 있다. 왜냐하면, 과학 지식 생성 모형을 교실내의 중학교 과학 수업에 적용한 예는 있지만(김영학, 2003; 정진수 등, 2005), 초등학생을 위한 자연 탐사 프로그램 개발 과정에 적용한 경우는 없기 때문이다.

그러므로 이 연구의 목적은 권용주 등(2003a)이 개발한 과학 지식 생성 모형을 기반으로 학교 정원에서 서식하고 있는 거미의 생태를 소재로 초등학생용 거미 탐구 프로그램을 개발하여 그 효과를 검증하는 것이다. 아울러 이러한 연구를 통해 자연 탐사 활동이 단순한 체험 활동이 아니라 초등학생들의 과학적 사고 과정을 경험하게 하고, 과학 지식의 생성을 가능하게 하는 훌륭한 과학 교수-학습 방법이라는 것을 제안하고자 한다.

II. 연구 방법 및 연구 내용

1. 연구 절차

초등학생들이 과학 지식 생성 과정을 경험할 수 있는 거미 탐구 활동 프로그램을 개발하는 이 연구는 다음과 같은 연구 절차에 따라 수행되었다. 먼저 거미의 생태에 관한 문헌 연구와 기존의 거미 탐구 프로그램과 생태 탐방 안내 프로그램 등을 조사하였고, 실제로 연구 초등학교 안에서 어떤 거미들이 서식하는 지 조사하였다. 기존의 프로그램들은 초등학생들의 흥미나 요구를 조사하지 않고 전문가들의 입장에서 개발하였기 때문에 학생들의 흥미를 유발하는데 실패한 경우가 많았다(신동훈, 2002). 따라서 이 연구에서는 초등학생들의 요구와 흥미를 먼저 조사하는 방법을 사용하였다. 초등학생들의 흥미와 요구는 초등학생들이 거미가 서식하는 학교 정원에서 자유롭게 거미에 대해 탐구 활동을 하는 과정에서 수집하였다. 이러한 초등학생들의 자유 탐구 활동 내용을 바탕으로 예비 프로그램을 개발하였다. 예비 프로그램은 권용주 등(2003a)이 개발한 과학 지식 생성 모형을 적용하였으며, 과학 교육 전문가 2인과 초·중등 과학 교사 6인에게 타당도를 검증받았다. 다양한 거미가 서식하고 있는 학교 정원에서 초등학생들이 개발된 예비 프로그램

을 사용하여 탐구 활동을 1년간 수행하였다. 예비 탐구 활동을 진행하면서 연구자가 발견한 지도상의 문제점과 학생들의 탐구 내용을 분석하여 예비 프로그램을 수정, 보완하였다. 최종 프로그램은 초등학생들이 과학 지식을 잘 생성할 수 있도록 수정된 학생용 프로그램과 효과적으로 탐구 활동을 지도할 수 있는 교사용 프로그램을 개발하여 완성하였다.

이 최종 프로그램이 초등학생들의 과학 지식 생성 과정을 경험하게 할 수 있는지 또한 교사용 프로그램이 다른 교사들에게도 유용하게 사용할 수 있는지를 검증할 필요가 있다. 그래서 인접 지역의 타 학교 교사에게 개발된 최종 프로그램을 적용하게 하여 이 프로그램의 타당성을 검증하였다. 이와 같은 전체적인 연구 절차를 도식적으로 표현하면 그림 1과 같다.

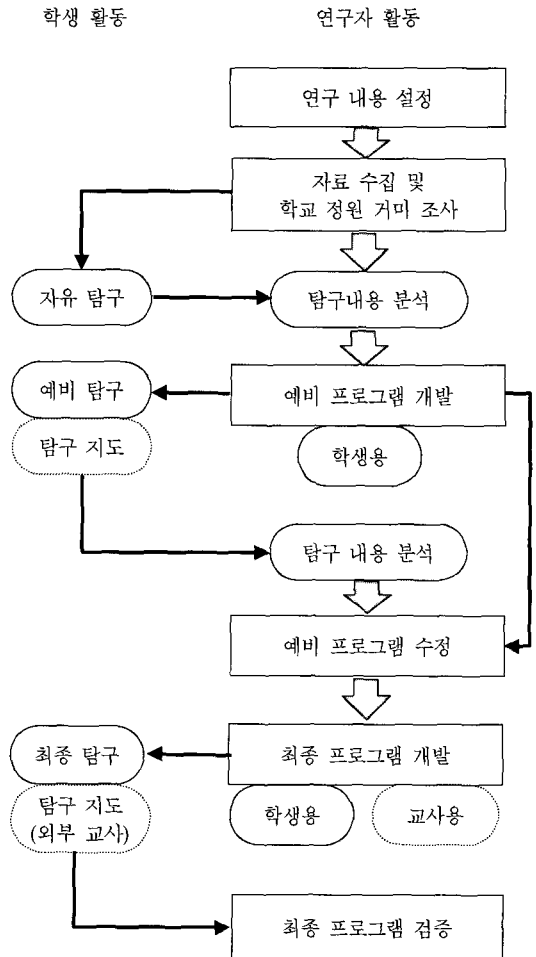


그림 1. 연구 절차

2. 연구 대상 및 연구 시기

거미 탐구 프로그램은 경기도 평택시의 A초등학교 5학년을 대상으로 하여 개발하였고, 최종 프로그램의 검증은 동일한 지역에 인접해 있는 B초등학교 5학년을 대상으로 하였다(표 1). 일반적으로 5학년은 인지적으로 구체적 조작기와 형식적 조작기의 초기 단계까지 발달하였으므로(Martin, 1997) 이 프로그램의 개발과 적용에 적합한 대상이라고 할 수 있다. A 초등학교 학생들은 과학반의 재량 활동 시간에 학교 정원에서 탐구 활동을 정기적으로 실시하였고, B초등학교 학생들은 생물 탐사반의 특별 활동 시간에 실시하였다. 1회 탐구 활동의 시간은 대략 3 시간 내외였으며, 연구 시기는 2002년 9월부터 시작하여 2004년 11월까지 실시하였다.

3. 거미 탐구 프로그램 개발

프로그램의 개발은 초등학생들에게 단순한 거미 체험 활동이 아니라 과학 지식 생성 과정을 경험하게 할 수 있도록 중점을 두었기 때문에, 권용주 등(2003a)이 개발한 과학 지식 생성 과정 모형을 기반으로 하였다. 이 모형은 선형 모델의 기계적인 절차가 아니라 순간 순간 사고의 흐름이 처음과 끝을 오가는 매우 유동적인 모습을 가지는 모형이다(그림 2). 이 모형의 가장 중요한 특징은 과학 지식을 생성하는 여러 사고 과정들을 귀납(induction), 귀추(abduction), 연역(deduction)의 3가지 과학적 추론 방식을 중심으로 하위 사고 과정들을 체계적으로 설명하는 것에 있다. 그러므로 이 모형은 과학 지식 생성 과정을 경험하기 위한 프로그램 개발에 적합한 모형이라고 할 수 있으며(김영배, 2004; 신동훈, 2002) 구체적인 탐구 활동에 적용하기가 유리하다.

그리고 탐구 활동 프로그램의 주된 대상은 학교 정원에서 쉽게 발견할 수 있는 거미 중 학생들이 흥미를 많이 느낀 별늑대거미(*Pardosa astrigera*), 긴호랑거미(*Argiope bruennichii*), 무당거미(*Nephila clavata*) 3종류의 거미로 하였다.

개발된 프로그램은 크게 학생용과 교사용 두 부

표 1. 연구 대상

초등학교	학년	자유 탐구	예비 탐구	최종 탐구
A(연구자)	5	6명×1회	6명×6회	
B(외부 교사)	5			7명×1회

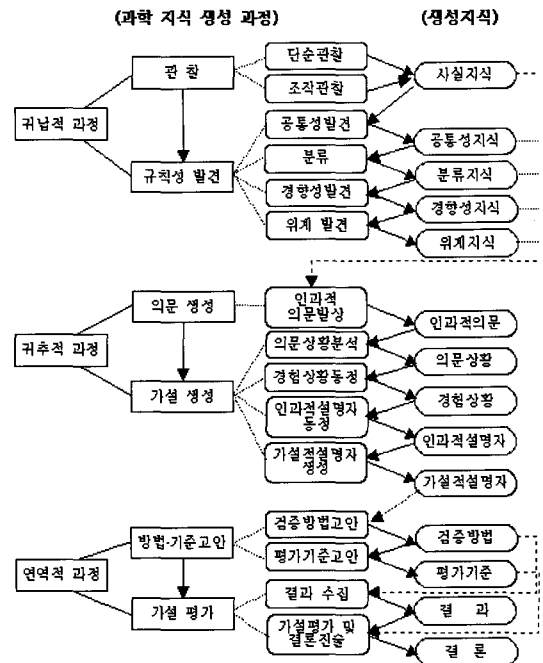


그림 2. 과학 지식 생성 모형(권용주 등, 2003a)

분으로 구성되어 있으며, 간이 거미 도감이 부록으로 추가되었다. 이러한 프로그램은 초등학생들의 자유 탐구 활동 내용과 연구자들의 탐구 활동 지도 경험을 바탕으로 개발되었다. 이는 초등학생들이 가지고 있는 관심과 흥미를 프로그램의 내용에 반영할 수 있기 때문이다. 이를 위해서 연구자는 초등학생들이 실제 탐구하는 활동을 면밀히 관찰하고, 기록 내용과 사후 면담을 실시하여 자료를 수집하였다. 교사용 프로그램은 거미에 대한 지식과 탐구 활동 지도 경험이 적더라고 충분히 지도할 수 있도록 활동 주제와 팁(Tip)을 세세하게 기록하였다. 기존에 존재하는 거미 도감은 우리나라에 서식하는 거의 모든 거미를 수록하고 있으므로, 초등학생들이 거미를 동정하는 일이 쉽지 않았다. 그래서 이 프로그램에는 학교 정원에서 쉽게 발견되는 28종의 거미(암수)에 대한 간이 도감이 포함되어 있다. 이렇게 개발된 프로그램은 6차례의 예비 탐구 활동을 통해 지속적인 수정·보완 과정을 거쳐 완성되었다. 이러한 과정에서는 과학교육 전문가 2인과 초·중등 과학교사 6인으로 구성된 정기적인 세미나에서 타당도를 검증받았다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 프로그램의 개발

거미 탐구 프로그램을 개발하기 위해서 초등학교 학생들이 학교 정원에서 자유 탐구 활동을 하였고, 이 활동을 바탕으로 예비 프로그램을 개발하였다. 예비 프로그램을 이용하여 탐구 활동을 6회 실시하면서 지속적으로 수정, 보완하여 개발한 것이 최종 프로그램이다. 이러한 프로그램 개발 과정을 순서대로 기술하였다.

1) 자유 탐구 활동 결과

자유 탐구 활동은 초등학교 학생들이 아무런 형식없이 거미를 자유롭게 탐구하는 활동을 의미한다. 학생들의 탐구 활동을 연구자들이 관찰한 결과와 학생들이 자유롭게 적어낸 활동지를 종합하여 분석하였더니 관찰 과정을 중심으로 한 귀납적 사고 과정이 주로 나타났다. 한 초등학교 학생의 예를 들면 다음과 같다. ()안의 내용은 구체적인 과학적 사고 과정을 의미한다.

- 거미를 손으로 잡으려니까 잘 잡지 못 하겠네 무척 빠르는데(단순 관찰) 다리를 잡았더니 다리를 자르고 도망간다(조작 관찰) 잘린 다리는 어떻게 될까?(예측적 의문) 거미의 다리도 도마뱀의 꼬리처럼 다시 생길까?(예측) 다리가 8개이고 머리와 배가 있고, 머리 부분에는 더듬이처럼 생긴 것이 2개나 있네(단순 관찰) 더듬이야 다리야(추측적 의문) 이전 어떤 용도일까(추측적 의문). 배는 쌀알처럼 생겼다. 몸의 색깔이 같은 갈색이고 가운데 부분은 흰색점이 있다(단순 관찰). 돋보기로 보니까(조작 관찰) 온몸이 털로 덮여 있고, 다리에 가시가 있으며, 눈이 8개 있고, 다리 끝은 뾰족하고 갈라져 있다(공통성 발견) 이 거미의 이름은 무엇일까?(추측적 의문)

이와 같은 귀납적 사고 과정은 6명의 초등학교 학생에게 모두 나타났고, 다음과 같이 인과적 의문을 생성하는 사고 과정을 보이는 초등학교 학생도 있었다. []는 학생들의 행동을 나타낸 것이다.

- 배 뒤쪽에 회고 타원형 모양의 물건(알주머니)을 다니는 것이 있다(단순 관찰). 저기도 있고(공통성 발견) 이것이 무엇일까(추측적 의문) 알일까, 똥일까, 상처일까(추측) [거미에게서 알집을 빼앗아] (확인 방법 고안) 손으로 만져보니까 걸은 매끈매끈하고 눌러보면 말랑말랑하다(조작 관찰). 해부해 보니(확인 방법 고안) 노란색의 조그만 알이 있다(조

작 관찰) 알집인가보다(확인) 그런데 왜 알집을 달고 다니지?(인과적 의문)

6명의 초등학교 학생들이 자유롭게 탐구 활동을 한 내용을 정리하여 과학 지식 유형별로 분석하였다. 표 2에 나타나는 바와 같이 연역적 지식 생성 과정은 나타나지 않았고, 귀납적 지식과 귀추적 지식 생성 과정만 나타났다. 이 표에서 ()는 구체적 사고 과정이 활동지에 나타나지는 않았지만, 실제로는 사고 과정이 일어난 경우를 표현한 것이다. 왜냐하면 모든 사고 과정이 활동지에 다 나타나는 것은 아니기 때문이다.

그리고 학생들을 면접한 결과, 학생들이 관찰한 별늑대거미(*Pardosa astrigera*), 말꼬마거미(*Achaearana tepidariorum*), 풀게거미(*Xysticus croceus*) 중에서 별늑대거미에 대한 호기심이 가장 많이 나타났다. 이는 별늑대거미의 개체수가 가장 많았고, 알집을 갖고 다니는 독특한 생태적 특성을 가지고 있기 때문인 것으로 생각할 수 있다.

2) 예비 프로그램의 개발 및 적용

예비 프로그램을 개발하기 위하여 먼저 탐구 전략을 수립하여야 한다. 탐구 전략은 권용주 등(2003a)이 제안한 과학 지식 생성 과정 모형과 학생들의 자유 탐구 활동 분석 결과를 바탕으로 표 3과 같이 수립하였다. 탐구 전략은 활동 내용상 거미 동정 활동과 생태 탐사 활동으로 구분하여 작성하였다.

이러한 탐구 전략을 사용하여 여러 가지 내용의 프로그램을 개발하였다. 제시된 탐구 전략이 모두 적용한 경우도 있지만, 부분적으로 적용된 프로그램도 존재한다. 여러 프로그램 중 초등학교 학생들이 특

표 2. 자유 탐구 활동 분석 결과

지식 유형	과학 지식 생성 과정
	• 거미 찾기(채집)→단순 관찰→공통성 발견→(도감)거미 동정
귀납적 지식	• 거미 찾기(채집)→단순 관찰→조작 관찰→공통성 발견→(도감)거미 동정 • 추측(예측)적 의문 생성→추측(예측) 확인 방법 고안→(조작 관찰)→규칙성 발견
귀추적 지식	• 단순 관찰→(규칙성 발견)→의문 생성 • 단순 관찰→조작 관찰→(규칙성 발견)→의문 생성 • 추측(예측)적 의문 생성→추측(예측) 확인 방법 고안→(조작 관찰)→의문점 생성 • 단순 관찰→인과적 의문→가설

표 3. 예비 프로그램 개발을 위한 탐구 전략

활동 내용	탐구 전략
거미 동정 활동	· 거미 찾기→관찰→조작 관찰→공통성 발견→거미 동정 · 거미 찾기→관찰→조작 관찰→공통성 발견→거미 동정→분류 기준 고안→분류
거미 생태 탐사 활동	· 단순 관찰→조작 관찰→규칙성 발견→의문 생성 · 추측(예측)적 의문→추측(예측)→확인 방법 고안→확인 · 인과적 의문→의문 상황 분석→경험 상황 동정→인과적 설명 자동정→가설적 설명 자동정→가설 생성

히 호기심을 가지고 탐구했던 벌레대거미에 대한 프로그램의 보기가 그림 3이다. 이 프로그램을 보면 ‘단순 관찰→조작 관찰→규칙성 발견→의문 생성’의 탐구 전략과 ‘인과적 의문→의문 상황 분석→경험 상황 동정→인과적 설명 자동정→가설적 설명 자동정→가설 생성’의 탐구 전략 등이 적용된 것임을 알 수 있다. 이와 같은 과정들이 단순 관찰만을 제시하는 기존의 생태 탐사 프로그램과 다른 점이라 생각할 수 있다.

이렇게 개발된 예비 프로그램을 5학년 생물 탐사반 6명에게 6차례에 걸쳐 적용하였다. 적용한 결과, 학생들은 자유 탐구보다 다양한 탐구 활동을 수행하였고, 추가적으로 세부적인 과학적 사고 과정을 경험한 것으로 나타났다. 예를 들면, 거미줄을

치고 있는 거미를 다시 거미줄의 모양에 따라 원형인 것, 깔때기 모양인 것, 불규칙한 것 등으로 나누고, 원형 모양의 거미줄은 다시 거미줄이 쳐진 상태에 따라 수평적인 것과 수직적인 것으로 재분류하는 사고 활동이 일부 초등학생들에게 나타났다. 그러므로 이러한 사고 과정을 권용주 등(2003b)의 연구 결과를 적용하면 ‘관찰→조작 관찰→공통성 발견→경향성 발견과 관찰→조작 관찰→공통성 발견→분류→경향성 발견’으로 정리할 수 있다.

자유 탐구 활동에서는 학생들이 관찰하지 못했던 긴호랑거미(*Argiope bruennichii*), 안경늑대거미(*Alopecosa licenti*), 기생왕거미(*Lariniodes comutus*), 각시어리왕거미(*Neoscona adianta*), 무당거미(*Nephila clavata*), 집왕거미(*Neoscona nautica*), 애풀거미(*Agelena opulenta*) 등의 여러 종의 거미들이 예비 탐구 활동에서 발견되었다. 이러한 거미들 중 긴호랑거미와 무당거미가 특히 학생들의 흥미를 자극하는 것으로 면담 결과 나타났다. 이는 긴호랑거미의 경우, 거미줄을 화단과 회양목 사이에 만들기 때문에 쉽게 발견되고, I자 흰 띠가 있는 수직 거미줄을 만들기 때문이다. 또한 무당거미는 건물과 향나무 또는 향나무와 가로등 사이에 복잡한 말굽형의 3중 그물을 만들기 때문에 학생들의 호기심을 자극한 것으로 보인다. Silvia (2005)는 흥미의 생성 조건으로 신선함과 대처 능력을 제시하였다. 그러므로 긴호랑거미와 무당거미가 초등학생들에게 흥미를 일으킨 것은 바로 이러한 신선함 때문인 것으로 생각할 수 있다. 이러한 흥미는 자연 현상들을 탐구하여 유용한 지식을 생성해 내고자 하는 욕구를 불러 일으키는 역할을 하기 때문에 매우 중요한 요소이다(권용주 등, 2004; Hidi, 1990; Schiefele, 1991).

3) 최종 프로그램의 개발

예비 탐구 활동에서 추가로 발견된 거미종과 새로운 사고 과정이 나타났다. 예를 들어 ‘거미는 먹

주제 : 벌레대거미 탐구

벌레대거미는 어디에 살고 있을까요? 화단을 잘 살펴보세요. 부지런히 무엇인가 찾고 있는 거미가 있을거예요.

1. 관찰: ① 거미를 찾았으면 그 거미에 대해서 관찰을 해 봅시다. 관찰은 눈, 코, 손, 귀, 입 등 오감을 이용할 수 있습니다. 관찰 장소의 특징, 거미의 생김새, 행동, 거미줄의 모양, 알집 등 다양한 관점에서 관찰하여 봅시다.

② 다양한 도구(자,尺, 돋보기, 현미경, 돋보기 등)를 이용하면 더 관찰할 수 있습니다.

③ 무엇인가 변화를 주어가며 관찰할 수 있습니다.

2. 규칙성 발견: 직관적으로 관찰한 결과에 대해서 내린 결론은 자연 현상에 대한 사실적 지식입니다. 특히 관찰 사실 기준에 어떤 자연 현상이 규칙적으로 일관되게 관찰될 경우, 그것은 과학의 법칙으로 받아 들여 집니다. 우리가 관찰한 사실 중에서 동일한 현상이 계속 반복되어 관찰되었거나 다른 사람들과 비교했을 때 같은 현상이 관찰된 내용을 발견하게 됩니다. 대개 같은 종류의 경우는 똑같은 모습이 관찰됩니다. 이러한 규칙성을 체계적으로 종합하여 정리합니다. 규칙성은 생물도감이나 자료를 이용하여 적절한 용어를 도입하여 정리합니다.

3. 의문점: 관찰한 사실이나 정리한 내용에 ‘무엇일까?’ ‘어떻게 될까?’ ‘왜’등을 붙여 의문을 만들어 봅시다.

4. 추측(예측)적 의문 해결: 현재의 관찰 결과나 관찰된 일련의 사건, 즉 대상 자체의 성분이나 구조, 기능 등에 대한 궁금증이 나타날 때 의문(추측적 의문)이나 무엇인가 변화가 일어났을 때 기대되는 결과에 대한 의문(예측적 의문)을 골라 의문을 해결하여 봅시다.

가. 의문: 해결되고 싶은 의문을 정해 봅시다.
나. 예측(추측): 의문에 대해 적절한 설명을 여러 가지로 답해봅시다. 그리고 가장 적절한 것을 선택해봅시다.
다. 확인방법고안: 어떻게 하면 확인할 수 있을지 알아봅시다.
라. 예측(추측)확인: 문헌자료나 인터넷, 관찰, 실험을 통해 확인해보고 여러번의 예측(추측)한 것이 맞았는지 확인하여 봅시다.

과정	학생 활동
의문	
예측(추측)	
확인방법 고안	
확인	

5. 인과적 의문 해결: 현상이 일어나게 만든 원인에 대한 적절한 설명을 해 봅시다.

과정	학생 활동
의문	
가설	

그림 3. 프로그램의 예시

이가 거미줄에 걸렸는지 어떻게 알까?’ 라는 의문에 대해 ‘촉각(진동)으로 알 것이다’ 또는 ‘냄새로 알 것이다’라는 가설을 생성한 후, 이 가설을 검증하기 위한 연역적 사고 과정이 일어났다. 이와 같은 사고 과정과 생물학 탐구에서 가설 검증 방법의 유형을 연구한 박순화 등(2005)의 연구 결과를 고려하여 예비 프로그램(학생용)을 수정, 보완하였다. 또한 탐구 활동 지도 과정에서 필요한 여러 가지 자료와 팁 등을 종합적으로 정리하여 교사용 프로그램도 개발하였다. 그러므로 최종 프로그램은 수정된 학생용 프로그램과 교사용 프로그램으로 구성되어 있으며, 학교에서 쉽게 관찰 가능한 거미를 중심으로 간이 거미 도감은 별도로 개발하였다. 이와 같은 학생용 프로그램의 탐구 전략은 표 3을 수정 보완하여 표 4와 같이 수립하였다.

이와 같은 탐구 전략을 바탕으로 학생용 프로그램은 거미를 관찰하여 동정하는 거미 탐사 활동 프로그램과 흥미 있는 주제를 가지고 탐사할 수 있도록 주제별 탐구 학습 프로그램으로 구성되었다. 특

히 주제별 프로그램은 거미에 대한 여러 생태 중에서 학생들이 많은 흥미를 느낀 9가지 주제를 가지고 다양한 과학 지식을 생성할 수 있도록 구성되었으며, 적용 시간은 정규 교과 시간에 적용할 수 있도록 40분을 기준으로 하였다. 이 프로그램에서 사용된 주제와 적용된 과학 지식의 활용 과정을 표 5에 나타내었다.

교사용 프로그램은 거미에 대한 전문적인 지식이 없는 교사라도 원활히 진행할 수 있도록 크게 2부분으로 구성하였다. 첫째 부분은 거미에 대한 지식과 거미 탐구 활동을 할 때 필요한 장비 및 유의사항을 기록하였고, 둘째 부분은 학생들의 탐구 활동을 지도할 수 있도록 주제별로 프로그램 스토리보드와 여러 가지 상황에서 필요한 탐구용 팁을 제공하였다. 그림 4는 귀납적 지식 생성 과정을 안내할 수 있는 스토리보드의 한 예시이다.

이러한 거미에 대한 탐구 활동을 수행하기 위해서 기본적으로 필요한 것은 거미도감이다. 우리나라에는 약 600여종의 거미가 살고 있으며(김주필,

표 4. 최종 프로그램 개발을 위한 탐구 전략

활동 내용	탐구 전략
거미 동정 활동	· 거미 찾기→관찰→조작 관찰→공통성 발견→거미 동정
	· 거미 찾기→관찰→조작 관찰→공통성 발견→거미 동정→분류 기준 고안→분류
	· 거미 찾기→관찰→조작 관찰→공통성 발견→거미 동정→분류 기준 고안→분류→경향성 발견→집단내 재분류(위계)
거미 생태 탐사 활동	· 단순 관찰→조작 관찰→규칙성 발견→의문 생성
	· 추측(예측)적 의문→추측(예측)→확인 방법 고안→조작 관찰→확인
	· 인과적 의문→의문 상황 분석→경험 상황 동정→인과적 설명자 동정→가설적 설명자 동정→가설
	· 인과적 의문→의문 상황 분석→경험 상황 동정→인과적 설명자 동정→가설적 설명자 동정→가설→검증 방법 고안→평가 기준 고안→결과 수집→가설 평가

표 5. 주제별 탐구 프로그램의 내용

주제	귀납적 지식		귀추적 지식		연역적 지식		탐구 가능 시기
	관찰	규칙성	의문	가설	방법 고안	가설 평가	
· 학교 주변에는 어떤 거미가 살고 있을까?	○	○	○				연중
· 거미는 어떻게 분류할까?	○	○	○				연중
· 벌늪대거미는 왜 알집을 달고 다니는가?	○	○	○	○	○	○	4-5
· 긴호랑거미는 왜 흰띠를 치는가?	○	○	○	○	○	○	5-8
· 긴호랑거미(무당거미)는 거미줄을 어떻게 만들까?	○	○	○				7-11
· 긴호랑거미(무당거미)는 위협을 느끼면 어떤 행동을 하는가?	○	○	○				7-11
· 긴호랑거미(무당거미)는 먹이가 걸렸는지 어떻게 알 수 있을까?	○	○	○	○	○	○	7-11
· 긴호랑거미(무당거미)는 왜 거미줄에 걸리지 않을까?	○	○	○	○	○	○	7-11
· 거미 알집은 언제 부화할까?	○	○	○				12-4

2002), 이러한 거미에 대한 도감도 존재한다. 그러나 이러한 도감들은 초등학생들이 사용하기에는 너무 방대하고 내용이 어렵기 때문에 별도의 간이 도감이 필요하다. 그래서 학교에서 쉽게 관찰할 수 있는 20종류의 거미를 선택하여 사용하기 손쉬운 간이도감을 개발하였다. 이러한 간이 도감은 학교에서 발견되는 거미를 손쉽게 동정할 수 있을 뿐 아니라, 거미의 생태적 특성을 소재로 다양한 과학적 사고 과정을 할 수 있는 소재를 제시해 주는 효과가 있다(신동훈, 2002).

2. 프로그램의 효과 검증

학생용과 교사용으로 개발된 최종 프로그램의 효과적인 검증을 위해서 거미 탐구 경험이 없는 초등학생들과 거미 탐구 활동을 지도한 경험이 없는 초등교사를 선정하였다. 인접 B초등학교 5학년 학생 7명과 담당 초등 교사 1명에게 개발한 프로그램을 적용하여 그 효과를 분석하였다.

탐구 활동에 참가한 교사는 먼저 교사용 프로그램을 읽고, 학생들과 함께 B초등학교의 정원에서 거미 탐구 활동을 실시하였다. 연구자는 탐구 활동에 직접적으로 관여하지 않으면서, 탐구 활동 전반을 관찰하였다. 탐구 활동 후 학생들의 기록 용지 분석과 지도 교사와의 면담을 통해 거미 탐구 프로그램의 효과를 검증하였다.

탐구 활동에서 교사와 학생들 모두 거미를 채집 하자마자 간이 도감을 사용하여 거미 동정 활동을

하는 것을 관찰할 수 있었다. 학생들은 프로그램에 따라서 자신들이 직접 과학 지식을 생성하는 활동을 하는 것을 관찰할 수 있었으며, 학생들의 활동 용지를 분석한 결과, 실제적으로 귀납적, 귀추적, 연역적 사고 과정을 거치면서 다양한 과학 지식을 생성한 것으로 나타났다.

학생들이 생성한 과학 지식을 연구자들이 분석 정리하였더니 표 6과 같았다. 이 표에 의하면 초등 학생들이 가장 많이 생성하는 과학 지식은 귀납적 지식이었다. 이것은 관찰과 규칙성 발견 활동의 하위 요소를 가지는 귀납적 과정이 과학적 사고 과정에서 가장 기본적인 필수적인 탐구 활동이라는 권용주 등(2003b)의 연구 결과와 일치한다.

귀추적 지식은 의문과 가설 지식이 생성되었고, 가설 생성의 하위 구성 요소별로 분석하면, 의문과 관련된 지식보다 가설 생성에 관한 중간적 지식(의문 상황, 경험 상황, 원인적 설명자, 가설적 설명자)이 많이 생성된 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 정진수 등(2005)의 연구 결과와 일치한다. 구체적인 예를 살펴보면, ‘거미는 거미줄에 왜 붙지 않을까?’라는 의문을 생성한 후, 학생들은 이 의문을 해결하기 위해 과거의 경험 상황을 탐색한다. 경험 상황 중 현 의문 상황과 유사한 경험을 떠올린다. 즉, 떡을 만들 때 손에 참기름을 바르는 경험을 생각한다. 이 경험 상황에서 원인적 설명자인 기름 성분을 동정해 내는 것이다. 그리고 이 기름 성분이 현 의문 상황을 해결할 수 있는 가설적 설명자로 선택되는 것이다. 이런 과정을 거쳐서 ‘거미는 다리에 기름 성분이 나와서 거미줄에 붙지 않을 것이다’라는 가설을 생성하는 것이다. 그러므로 결과적으로 보면 한 가지 인과적 의문에 대한 감정적 해답으로 가설이 하나 정도 생성된 것으로 생각할 수 있다. 이 과정을 정리하면 다음과 같다.

● 거미는 거미줄에 왜 붙지 않을까?(의문)→거미줄을 삼림(의문 상황 분석)→떡을 만든 경험 동정(경험 상황)→참기름(원인적 설명자)→기름 성분(가설적 설명자)→거미 다리에 기름 성분이 분비될 것이다(가설 생성)

또한 생성한 가설을 검증하는 과정인 연역적 사고 과정도 나타났다. 예를 들어 ‘거미는 먹이가 걸린 것을 진동에 의해 알 것이다’라는 가설을 검증하기 위해 초등학생들은 ‘살아 있는 먹이를 던져

I- 초기 관찰 <관찰(대상거미)> 학생들이 관찰을 시작할 형성을 교사가 제시한다. <개별 관찰> 시뮬레이션 관찰한 후 기록한다.	학생 초기 관찰 개인별로 관찰한 결과를 기록한다.
I- 5강 관찰 <강제 따라 관찰(사실 분류)> <5강 관찰>은 무엇을 이용하여 관찰한 것은 무엇인가? 손으로 나누어 본다. <5강> 사용하여 추가 관찰하기. <5강> 다섯 가지 일차 중 관찰에 사용하지 않은 것들은 무엇인가? 사용하지 않은 것들을 사용하여 다시 관찰한다.	학생 5강 관찰 시간, 색깔, 촉각, 후각, 미각으로 분류한다. 5강을 이용하여 추가 관찰한다.
I- 정찰 관찰 <정찰 관찰> 예를 들어 다리를 관찰할 때, 지르 크기를 재어 기록하는 관찰할 사항을 좋다. 정황하게 나타낼 수 있는 방법을 찾아 관찰하고 기록한다.	학생 정찰 관찰 여러 가지 도구를 이용하여 관찰하고 관찰사항을 수를 사용하여 정확히 표현한다.
I- 조직 관찰 <조직 관찰> 있는 그대로 관찰하는 것 이외에 더 잘 관찰할 수 있는 방법은 없는가? 또 어떤 변화를 주어 가해 관찰하는 것은 없는가? 관찰의 결과를 변화시킬 수 있다고 생각하는 요인을 변화시켜가며 관찰한다.	학생 조직 관찰 여진 요인들을 변화시켜 조직 관찰을 한다.
I- 규칙성 발견 <규칙성 발견> 대상을 관찰하고 공통성을 있는대로 찾는다. 대상이 관찰된 특징을 선택하여 다른 대상과의 공통점이 있는지 비교한다. 분류 기준을 정하여 대상을 분류한다. (중요 특징)이 있는 요소를 찾아 한 줄로 나열한다. (일기) 기준을 정하여 대상을 분류한다. (일기) 기준을 정하여 대상을 분류한다.	학생 규칙성 발견 대상을 관찰하고 공통점을 찾는다. 분류기준을 정하여 분류한다. 변화되고 있는 요소를 찾아 한 줄로 나열한다. 변화한 것을 다시 분류할 수 있는 기준을 정하여 분류한다.

그림 4. 분류 활동을 위한 스토리보드

표 6. 최종 탐구 활동에서 생성된 과학 지식의 수

초등학생			A	B	C	D	E	F	G	평균	
과학 지식 생성 과정	과학 지식										
귀납 지식	관찰	단순 관찰	사실	90	95	100	103	87	89	94	94
		조작 관찰	사실	25	27	28	28	21	16	15	23
	규칙성	공통성 발견	공통성	43	39	28	45	27	25	23	33
		경향성 발견	경향성	15	8	14	16	13	7	10	12
		분류	분류	6	4	4	7	5	4	4	5
귀추 지식	의문	인과적 의문 생성	의문	19	17	20	22	17	17	19	19
		의문 상황 분석	의문 상황	19	17	19	22	17	17	19	19
	가설	경험 상황 동정	경험 상황	32	30	28	39	33	28	27	31
		원인적 설명자 동정	원인적 설명자	23	23	20	25	21	20	20	22
		가설적 설명자 고안	가설적 설명자	20	21	19	18	17	17	18	19
연역 지식	고안	가설 검증 방법 고안	검증 방법	13	12	12	13	10	10	11	12
		가설 평가 기준 고안	평가 기준	13	12	12	11	10	10	11	11
	평가	결과 수집	결과	13	11	10	11	10	10	10	11
		가설 평가	결론	13	11	10	11	10	10	10	11
계				344	327	324	371	298	280	291	319

주는 것'으로 가설 검증 방법을 고안하였고, '살아 있는 곤충이 움직일 때 거미가 나타나면 진동에 의한 것이다'라는 평가 기준을 고안하였다. 그리고 실험을 하여 가설을 검증하는 활동을 하였다. 그러나 살아 있는 먹이는 거미에게 진동뿐만 아니라, 시각과 후각 등의 정보를 모두 제공하므로 변인 통제가 타당하다고 할 수는 없다. 그러므로 초등학생들의 올바른 연역적 사고 과정을 경험하게 할 수 있는 구체적인 프로그램이 필요하다는 것을 알 수 있다 (박순화 등, 2005).

프로그램 개발 과정에서 초등학생들이 생성한 과학 지식의 수와 프로그램 개발 후 초등학생들이 생성한 과학 지식을 크게 6개의 영역으로 나누고, 1명의 초등학생이 1회당 생성한 평균 과학 지식의 수를 조사하였더니 그림 5와 같았다.

그림 5에 의하면 최종 탐구에서 생성한 과학 지식의 양이 자유 탐구나 예비 활동보다 모두 높게 나타났다. 특히 귀추적 사고 과정의 결과물인 가설 지식의 생성이 눈에 띄게 증가하였고, 자유 탐구에서는 나타나지 않았던 연역적 사고 과정이 예비 탐구와 최종 탐구에서 나타났다. 이와 같은 결과들을 고려할 때 최종적인 거미 탐구 프로그램은 초등학생들의 다양한 과학 지식을 생성하게 하는데 효과적이라고 할 수 있다.

연구자들이 최종 탐구 활동을 하는 현장을 관찰

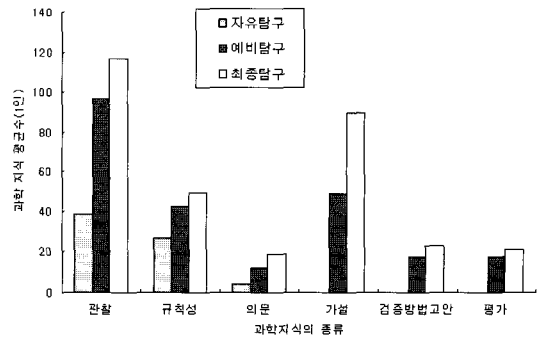


그림 5. 탐구 활동별 생성된 과학 지식의 수

한 결과 지도 교사는 교사용 프로그램에 따라서 탐구 활동을 원활히 진행하고 있는 것을 알 수 있었으며, 프로그램에 포함되지 않는 학생들의 의문에 약간 당황하였지만, 학생들에게 다시 관찰을 하게 하는 등 적절한 조언을 하는 것으로 보아 교사용 프로그램이 효과가 있는 것으로 생각할 수 있었다. 탐구 활동 후 지도 교사와의 면담 결과 전체적으로 괜찮은 프로그램이었으며, 학교 정원에 이렇게 많은 거미가 서식한다는 사실에 대해 지도 교사가 놀라워 한다는 사실을 알았다. 또한 이러한 야외 탐사 활동도 자세한 프로그램이 있으면 어렵지 않고 충분히 수행할 수 있다는 자신감을 얻을 수 있다고 하였다. 이러한 자신감은 과학 수업에 대한 자기 효능감을 향상시킨다는 점에서 매우 긍정적인 효과

라 할 수 있다(박성혜, 2006, 임채성 등, 2005). 다만 탐사 활동에 사용되는 용어가 초등학생들에게는 낯설어 쉬운 용어로 대체하는 것이 좋겠다는 의견도 제시하였다.

이와 같은 결과를 고려할 때 개발한 거미 탐사 프로그램은 초등학생들에게는 다양한 과학 지식을 생성하게 하는 경험을 제공 해 줄 수 있고, 지도 교사에게는 생태 탐사 프로그램을 원활하게 진행할 수 있는 자신감을 향상시킬 수 있는 효과가 있다고 할 수 있다.

IV. 결론 및 제언

이 연구는 초등학생들이 학교 정원에서 쉽게 발견할 수 있는 거미를 소재로 과학 지식 생성 과정을 경험할 수 있는 탐구 활동 프로그램을 개발하는 것이다. 이를 위해서 권용주 등(2003a)이 개발한 과학 지식 생성 모형을 이론적 바탕으로 하여 초등학생들이 자유 탐구 활동에서 나타난 결과를 이용하여 학생용 예비 프로그램을 개발하였다. 이 프로그램을 초등학생들의 예비 탐구 활동에 여러 차례 적용하여 학생용 프로그램을 수정, 보완하였고 교사용 프로그램과 간이 거미 도감은 별도로 개발하였다. 이렇게 개발한 최종 프로그램을 거미 탐구 경험이 없는 초등학생과 교사에게 적용하여 프로그램의 효과를 검증하였다. 최종 프로그램을 적용한 결과, 학생용 프로그램은 귀납적 과학 지식과 귀추적 과학 지식, 연역적 과학 지식 등 다양한 과학 지식을 생성하는데 효과적이었으며, 교사용 프로그램은 교사가 학생들의 탐구 활동을 지도할 수 있도록 구성되었다는 것을 확인하였다. 또한 간이 거미 도감은 이러한 탐구 활동을 수행하는데 도움이 된다는 것을 확인하였다.

초등학생들의 탐구 활동을 바탕으로 개발한 이 프로그램은 전문가의 입장이 아니라, 초등학생의 눈으로 만들었다는 것이 중요한 특징이라고 할 수 있으며, 기존의 자연 탐사 활동과 다르게 과학에 대한 태도 변화 같은 정의적 목표나 환경 의식 고취 같은 목표가 아니라 과학 지식 생성에 중점을 두었다는 점에서 특히 주목할 만하다. 또한 다른 자연 탐사 활동과 달리 학교내에서 실시가 가능하기 때문에 연중 지속적으로 탐구 활동이 가능한 장점이 있다. 그러므로 이 프로그램은 초등학생의 자

연 탐구 활동에 활용할 수 있고, 특별활동 시간이나 과학반 등의 프로그램으로도 이용할 수 있다.

이러한 연구 결과를 토대로 초등학교에서 다양한 생물 현상에 대한 과학 지식 생성 학습 프로그램을 개발하고 적용하는 연구가 광범위하고 심층적으로 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

- 교육부(1997). 초·중등학교 교육과정. 서울, 대한교과서(주).
- 권용주, 신동훈, 한혜영, 박윤복(2004). 과학적 관찰과 규칙성 발견 활동에서 나타나는 감성단어 유형과 과학 지식 생성력과의 관계. 한국과학교육학회지, 24(6), 1106-1117.
- 권용주, 정진수, 박윤복, 강민정(2003a). 선언적 과학 지식의 생성 과정에 대한 과학철학적 연구-귀납적, 귀추적, 연역적 과정을 중심으로. 한국과학교육학회지, 23(3), 215-228.
- 권용주, 최상주, 박윤복, 정진수(2003b). 대학생들의 귀납적 탐구에서 나타난 과학적 사고의 유형과 과정. 한국과학교육학회지, 23(3), 286-298.
- 김수미, 한미희, 김재근(2005). '달리는 과학열차-DMZ 생태 탐구와 허준 선현 묘소 탐방' 프로그램 중 생태 현장 체험 학습 프로그램의 개발과 효과. 한국생물교육학회지, 33(4), 433-442.
- 김영배(2004). 중등학생의 과학적 사고 과정 경험을 위한 대부도 갯벌 탐사 프로그램의 개발. 한국교원대학교 석사학위 논문.
- 김영학(2003). 중학생을 위한 과학적 지식 생성 학습 프로그램의 개발. 한국교원대학교 석사학위논문.
- 김은진, 임채성, 배진호(2005). 생물 야외 탐구 학습에서 초등 예비 교사의 야외 활동에 대한 태도 변화. 한국생물교육학회지, 33(3), 327-337.
- 김인호, 남상준, 이영(1999). 학교환경교육 활성화를 위한 현장 체험 학습 프로그램 개발에 대한 기초 연구. 환경 교육, 12(1).
- 김주필(2002). 원색 한국거미도감. 아카데미서적.
- 김진태, 임낙룡, 김남우(2000). 생물학습에 필요한 야외 학습 모델 개발 연구. 한국생물교육학회지, 28(2), 129-135.
- 박성혜(2006). 중등과학교사들의 교수법 및 자기효능감과 태도에 따른 교과교육학지식. 한국과학교육학회지, 26(1), 122-131.
- 박순화, 고경태, 정진수, 권용주(2005). 생물학 탐구에서 학생들이 생성한 가설검증방법의 유형. 한국과학교육학회지, 25(2), 230-238.

- 신동훈(2002). 중등학생을 위한 양재천 수생 생물 탐사 프로그램의 개발. 한국교원대학교 석사학위 논문.
- 이병철(2001). 초등학생들의 산림 체험학습 활동이 환경 태도에 미치는 영향. 한국교원대학교 석사학위 논문.
- 임문순, 김승태(1999). 거미의 세계. 다락원.
- 임채성, 김은진, 배진호(2005). 생물 야외 탐구 학습에서 초등 예비교사의 교수 효능감 변화에 대한 탐색적 연구. 한국생물교육학회지, 33(2), 133-143.
- 정진수, 원희정, 권용주(2005). 과학적 가설의 생성력 향상을 위한 삼원귀추모형의 적용. 한국과학교육학회지, 25(5), 595-602.
- 홍정수(2001). 8학년 '과학2' 교과서의 생물 영역에서 탐구 활동 분석 및 야외활동 지도 전략. 한국생물교육학회지, 29(4), 322-329.
- Hidi, S. (1990). Interest and its contribution as a mental resource for learning. *Review of Educational Research*, 58, 47-77.
- Kim, K. W., Krafft, B. & Choe, J. C. (2005). Cooperative prey capture by young subsocial spiders. I Functional value. *Behaviours Ecology Sociobiology*, 59, 92-100.
- Martin, D. J. (1997). *Elementary science methods: a constructive approach*. Delmar Publishers. 임청환, 권성기, 송명섭, 송남희 역(1999). 초등과학교육: 구성주의적 접근. 서울, 시그마프레스(주).
- Rosenzweig, M. R., Breedlove, S. M. & Watson, N. V. (2005). *Biological psychology: an introduction to behavioral and cognitive neuroscience*. 4th Edition. Sinauer associates, Inc.
- Schiefele, U. (1991). Interest, learning and motivation. *Educational Psychologist*, 26, 299-323.
- Silvia, P. J. (2005). What is interesting? Exploring the appraisal structure of interest. *Emotion*, 5, 89-102.