

생태적 소양 함양을 위한 토양 종자 은행 교육 프로그램의 개발

주은정 · 김재근[†]

(서울교육대학교) · (서울대학교)[†]

Development of Educational Program using Soil Seed Bank for Promoting Ecological Literacy

Ju, Eun Jeong · Kim, Jae Geun[†]

(Seoul National University of Education) · (Seoul National University)[†]

ABSTRACT

We developed an educational program using soil seed bank for promoting ecological literacy of children. The initial program was based on the modification of scientific methods used by ecologists. A pilot application was conducted to 4th~6th grade students. In that result, the program was most effective to 4th grade students in terms of ecological knowledge and attitude. Observation of plants in outdoor was the most interesting activity and soil seed bank experiment was the most useful activity to the students. The educational period from late March to early November was too long to keep interest for participants. In the final program, we suggested 3 months and 2 weeks education period (from the 4th week of March to the first week of July) and the 4th grade students as a target. The program consisted of 7 activities, which are “Beginning the soil seed banks observation”, “Comparing plant community in each soil seed bank”, “My friends, sprout”, “How do you come here?”, “Finding the hided plants in my school garden”, “Why did the soil seed banks change?”, and “Inquiring about relationship between plants and their environments”. These activities include the process of student’s participation of sampling and setting soil seed banks around their school, and observing and identifying the seedlings. Through these activities, students can understand the concept of soil seed banks, develop their ecological knowledge, eco-centric attitude, and ecological sensibility and inquire about the relationship between vegetation from soil seed banks and their environments.

Key words : soil seed bank, ecological education program, ecological literacy

I. 서 론

생태교육의 목표는 생태적 소양(ecological literacy)을 갖춘 인간을 길러내는데 있다(Hale 1993; Capra, 1996; Palmer *et al.*, 2004). 생태적 소양은 지구상의 삶을 가능하게 해주는 자연계(natural systems)를 이해하고 이를 실생활에서 이용할 수 있는 능력을 말한다. 생태적 소양이 있다는 말의 의미는 생태적 공동체 즉, 생태계 조직(organization) 원리를 이해하고 이러한 원리를 지속가능한 인간 공동체를 이루

어 나가는 데 이용한다는 것이다. Orr(1992)는 ‘자연에 대한 경이로움’으로부터 생겨난 환경에 대한 이해를 생태적 소양(ecological literacy)으로 보았다. 생태적 소양은 방 안에 가만히 앉아서 생겨나는 것(indoor skill)이 아니라, 자연에 묻혀 자연에 대해 감탄하고 자연을 즐길 때(outdoor experience) 생겨난다고 주장하였다. 특히 초등 교육에서 생태적 소양을 함양하는 것은 매우 중요한 일인데, 그 이유는 초등학생들의 발달 시기상의 특징 때문이다. 어린 아이들은 자연을 좋아하며 어린 시기에 자연을 통

해 형성된 생태 중심적 태도는 어른이 되어서 자연 및 환경에 대한 태도에 큰 영향을 미친다는 연구 결과들은 잘 알려져 있다(Tanner, 1980; Chawla, 1998).

생태적 소양을 기를 수 있는 자연에 대한 경험을 제공하기 위해 가장 일반적으로 제시되는 것은 야외학습이다. 생태교육에서 야외 학습은 주변 생물종을 익히고, 그에 대한 친숙한 감정을 가지거나(Lindemann-Matties, 2006) 생태 중심적 태도를 배양할 수 있을 뿐 아니라(장경애와 차희영, 2006), 생태교육의 목표라 할 수 있는 생태적 소양을 함양시킬 수 있다(Malone & Transter, 2003).

그러나 여러 연구에 의해 학교에서의 야외 학습의 실시가 어렵다는 점이 지적되고 있다(Pascoe, 1994; 정완호 등, 1996; Rottle & Jonson, 2007). Rottle과 Jonson(2007)은 초등학생들의 학교 운동장에서의 야외 학습 과정을 관찰하면서 야외 학습이 과학과 다른 분야의 학습을 강화시켜주는 역할을 하지만, 교사들은 야외 환경을 공식적인 학습을 위해서는 잘 사용하지 않는 경향이 있다고 밝혔다. 교사들은 야외학습이 시간이 많이 소요되고, 학생들의 관리에 부담이 있으며, 목표가 산만해지기 쉬울 뿐 아니라, 적절한 장소에 적절한 탐구 시기를 맞추기 어렵기 때문에 꺼린다(정완호 등, 1996). 뿐만 아니라 Pascoe(1994) 역시 식물 생태학에 대한 학습은 대부분 교재나 강의에만 의존하고 있는데 그 이유를 야외 학습을 통한 식물 생태 학습은 이동 시간이 많이 걸리고, 시간 안에 끝내지 못하는 경우가 많기 때문이라고 지적하였다.

이러한 어려움에도 불구하고 학교 생태교육을 위해서는 자연에 대한 경험이 주어져야 한다. 그 이유는 앞서 밝힌 바와 같이 어린 시절의 자연에 대한 경험은 어른이 되었을 때의 생태 관련 태도나 행동에 영향을 미치기 때문이다(Tanner, 1980; Chawla, 1998; 황세영, 2003). 뿐만 아니라 생태적 소양이 증진되기 위해서 이러한 자연에 대한 경험이 일상적으로 주어져야 하는데, 학교 생태교육을 통해서 자연에 대한 일상적인 경험을 제공하기가 수월하기 때문이다. 따라서 학교를 통해 아이들에게 자연에 대한 경험을 통해 살아있는 생물과 교감을 나눌 수 있는 기회를 주는 것은 생태적 소양 학습에 있어 필수적인 일이다. 그러기 위해서는 학교에서의 야외 학습의 어려움을 극복하기 위한 대안을 마련할 필요가 있다.

야외학습을 대체하기 위한 방안으로 실험실(교실) 학습을 고려할 때 가장 장애가 되는 요인은 생물체제가 인위적으로 제공될 수 있다는 점이다. 생물체제를 인위적으로 제공하게 되면 자칫 야외에서 만나는 자연과는 격차가 생겨 의도하는 결과를 가져오지 못할 수 있다는 것이다(정완호 등, 1996). 따라서 가능한 한 자연 그 자체의 모습을 관찰할 수 있는 소재와 방법을 이용하는 실내 생태 실험이 개발되어야 한다. 그러한 학습 방법이 개발된다면 야외학습에 비해 생태적 소양 증진에 수월하게 이용될 수 있을 것이다. 또한 야외 학습의 단점으로 지적되는 야외학습 진행 시 발생하는 비용과 시간 등의 부담 요소로 인해 지속적인 학습이 어렵다는 점(정완호 등, 1996; 김진태 등, 2000; 배진호와 정현태, 2007) 역시 해결할 수 있을 것으로 기대해 볼 수 있다. 또한 주로 관찰과 분류 등의 기초 실험 능력만 강조하는 야외 학습(배진호와 정현태, 2007)과는 달리 실내 실험을 통해 가설 설정, 추리, 예상과 같은 통합적 탐구 능력을 배양할 수 있는 기회를 제공할 수도 있을 것이다.

토양 종자 은행은 토양이나 낙엽 등에 존재하고 있는 모든 살아있는 종자들의 집합을 일컫는다(Leck *et al.*, 1989). 다시 말해 우리 주변에 흔히 존재하고 있는 토양 속에는 식물이 자신들의 미래 세대를 위해 종자를 저장해 놓고 있으며, 우리는 주변의 토양을 떠오는 것만으로도 쉽게 토양 종자 은행을 채집할 수 있다. 생태학 연구에서는 토양 종자 은행에 어떤 종자들이 분포되어 있는지에 대해 분석하여 잠재식생을 파악하고, 천이, 식생사, 종자 발아 특성 등을 연구하기도 한다. 토양 종자 은행은 식생 다양성, 교란지 회복, 초기 식생 구성 등에 중요한 영향력을 가진 것으로 알려져 있다(Leck *et al.*, 1989).

토양 종자 은행을 구성하고 있는 식물 종을 확인하는 방법은 크게 종자 구별법(seed separation method)과 유묘 확인법(seedling emergence method), 둘로 나눌 수 있다. 종자 구별법에서는 토양에서 종자를 구별하기 위해 밀도 또는 크기 차이를 이용하게 된다. 종자 구별법은 종자의 크기가 큰 종을 구분하는 데에는 매우 효과적이지만 작은 크기의 종자를 대상으로 이용할 때는 시간이 많이 걸린다는 단점이 있다(Ter Heerdt *et al.*, 1996). 종자 구별법을 적용하여 토양 종자 은행 교육 프로그램을 실시하

었을 때, 대학생조차도 어렵고 시간이 많이 걸린다는 단점이 나타났다(Regnier, 1994). 현미경을 사용해야 하며, 실험 방법이 유묘 확인법에 비하여 까다로운 편이므로 특히, 초등학생들이 수행하기는 쉽지 않다.

유묘 확인법은 토양 표본을 트레이에 설치한 후 온실에다 두고 살아있는 종자들의 싹이 틀 때까지 둔 후 올라온 싹을 동정하고 계수하는 방법이다(Thomson & Grime, 1979). 유묘 확인법은 종자구별법에 비하여 정확도가 다소 떨어질 수는 있지만 수행하기가 쉬우며, 실험의 규모가 큰 경우에도 가능하다라는 장점이 있다(Ter Heerd *et al.*, 1996). 토양 샘플을 채집하여 트레이에 간단히 설치한 후 물, 빛 등 싹이 틀 수 있는 기본적인 조건만 갖추어 주면 실험 가능하므로 초등학생과 같이 어린 학생들도 충분히 수행할 수 있을 것으로 기대되는 방법이기도 하다.

유묘 확인법의 경우, 이렇듯 실험 과정이 매우 쉽기 때문에 생태학자들은 드물지 않게 토양 종자 은행을 연구하고 있다. 그러나 아직 교육에 적용된 예는 Regnier(1994)가 잡초학을 듣는 대학생을 대상으로 한 연구 외에는 전무하다. Regnier(1994)의 교육적 적용은 유묘 확인법이 아닌 종자구별법을 이용하여 학생들로부터 실험 방법이 까다롭다는 평가를 받았다. Pascoe(1994)는 식물 생태 교육에서는 야외 학습이 필요함에도 불구하고, 시간적 제약으로 인하여 잘 실행되지 않는다는 문제를 지적하면서 이를 해결하기 위한 실내 실험으로 토양 종자 은행 실험을 제안하였다.

따라서 본 연구에서는 초등학생들의 생태적 소양을 증진시키기 위한 방안의 하나로 과학자들의 연구방법인 토양 종자 은행 유묘 확인법을 초등학생용 생태 교육 프로그램으로 개발하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구의 개요

토양 종자 은행 교육 프로그램의 개발과정은 그림 1과 같다. 생태적 소양의 구성요소를 추출한 후, 토양 종자 은행 실험 활동이 생태적 소양 함양에 있어 영향을 줄 수 있는 교육적 요소를 고려하여 과학자들의 연구방법(김재근과 주은정, 2004; 주은정과 김재근, 2009)을 토대로 초등 생태 교육을 위한 토

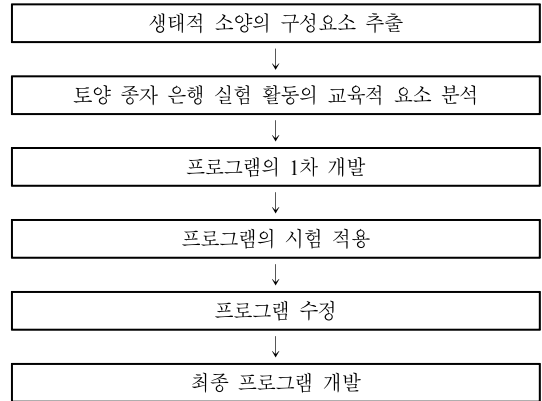


그림 1. 프로그램 개발 과정의 개요

양 종자 은행 교육 프로그램을 1차로 개발하였다. 이를 시험 적용한 후 발견된 문제점에 대해 수정 과정을 거쳐 최종 프로그램을 개발하였다.

2. 생태적 소양

생태적 소양에 대한 정의는 학자들 간에 다소 차이가 있다. 생태적 소양이라는 용어를 처음 언급하였던 Orr(1992)의 경우, 생태적 소양을 ‘자연에 대한 경이로움으로부터 생겨난 환경에 대한 이해’라고 보았으며, ‘알기(knowing)’, ‘돌보기(caring)’, ‘실천적 자신감(practical competence)’으로 구성되어 있다고 설명하였다. Cutter-MacKenzie와 Smith(2003)는 생태적 소양을 이루고 있는 요소를 복합적 지식, 신념, 생태철학으로 보았으며, Berkowitz 등(2005)은 생태적 소양을 환경에 대해 학습하고 즐기며, 그 속에서 살아가기 위해 생태학적 이해와 사고, 심성(habits of mind)을 사용할 수 있는 능력이라고 정의하였다. 이들 학자들이 정의하고 있는 생태적 소양을 이루고 있는 핵심적인 요소를 추출해 보면, ‘생태적 지식’, ‘생태적 감수성’, ‘생태 중심적 태도’로 정리될 수 있다.

3. 1차 개발된 토양 종자 은행 프로그램 내용

1) 생태적 소양함양을 위한 활동 구성

과학자들의 연구 도구인 토양 종자 은행 실험을 생태적 소양을 증진시키기 위한 교육 활동으로서 재구성하였다. 생태적 소양은 자연에 대한 경험(outdoor experience)을 통해, 자연에 대한 경이로움(wonder of nature)을 충분히 가졌을 때 생겨날 수 있다

(Ort, 1992). 토양 종자 은행 실험 활동은 주변 식물을 아이들 가까이 끌어들이며 주변 자연에 대한 경험을 손쉽게 제공할 수 있는 활동이다. 따라서 일상적으로 자연에 대한 경험을 제공함으로써 생태적 지식, 생태적 태도, 생태적 감수성을 증진시킬 수 있다.

과학자들이 토양 종자 은행을 이용하여 식물 생태 연구를 할 때는 일반적으로 토양 종자 은행에 출현한 유묘를 동정하는 활동이 주가 되며, 채집 장소의 식물 군락 및 환경 조사, 희귀한 식물 및 연구에 필요하다고 판단되는 종에 대해 식물 표본을 제작하여 보존하는 활동이 포함된다(김재근과 주은정, 2004; 김재근 등, 2004). 반면, 1차 개발된 토양 종자 은행 교육 프로그램에서는 토양 종자 은행 관찰 트레이에서 출현한 유묘에 대해 동정만 하는 것이 아니라, 해당 종의 성장 과정을 관찰하는 활동이 포함되었다. 이는 정확하고 분석적인 실험 결과를 목적으로 하는 과학자들의 연구 방법과는 달리 생태교육을 목적으로 하는 교육적 적용에서는 출현한 유묘의 관찰 과정에서 생겨나는 생태적 감수성과 식물에 대한 학습을 중시하였기 때문이다. 채집 장소의 식물 군락 및 환경 조사는 동일하게 실시되며, 표본 제작 역시 동일하게 실시하였으나 표본의 대상은 희귀하거나 연구에 필요한 종이 아닌 교육적으로 필요한 종 전체를 대상으로 하였다.

토양 종자 은행 실험 활동 외에도 교내, 주변 공원 등에서 이루어지는 야외 식물 관찰 활동, 식물 표본 만들기 활동, 식물과 환경 간의 관계에 대한 조사 발표 활동 등 총 4개의 활동으로 구성되었다.

2) 토양 종자 은행의 채집 방법

토양 종자 은행의 채집 방법은 연구자들마다 다소 다를 수 있지만, 공통적으로 한 사이트에서 4~5개의 토양 샘플을 채취한 후 합치게 된다(김재근 등, 2004). 일반적으로 토양은 soil can, bulb planter, PVC pipe 등으로 채취하지만, soil can과 bulb planter는 학교 현장에서 구하기 어렵다는 단점이 있고, PVC pipe는 토양이 딱딱한 경우, 어린 학생들의 힘으로 토양에 박을 수가 없다는 단점이 있다. 따라서 아이들이 다루기 쉬운 모종삽을 이용하여 토양을 채취하기로 하고, 방형 구법을 응용하여 토양 위에 30 cm×30 cm의 정사각형 방형구를 그린 후 그 안에 있는 토양을 3 cm 깊이로 모종삽을 이용하여 채집하여 담도록 하였다.

3) 토양 종자 은행 관찰 트레이의 설치 및 관리 방법

유묘 출현법을 이용하여 토양 종자 은행을 관찰하기 위해서는 채집한 토양 종자 은행을 트레이에 설치해야 한다. 수위 조절을 수월하게 하기 위해 보통 내부 트레이의 바닥에 구멍을 뚫은 후 외부 트레이에 넣고, 외부 트레이와 내부 트레이 사이에 물을 공급하는 방법을 사용하게 된다. 5개의 구멍이 뚫린 내부 트레이에 1 mm mesh 망을 깔고 상토를 넣은 후 그 위에 채집한 토양 종자 은행을 1 cm 두께가 되도록 펼친다. 토양 종자 은행을 설치한 내부 트레이를 외부 트레이에 넣은 후 외부 트레이에 물을 공급하여 수위 조절을 하게 되는데, 수위는 내부 트레이에 펼친 토양 종자 은행의 표면을 기준으로 2 cm~0 cm의 범위를 넘지 않도록 하였다.

이러한 방법은 김재근과 주은정(2004) 그리고 주은정과 김재근(2009)에서 사용한 방법과 차이가 없으나, 학교의 경우 대부분 온실이 없으며, 실험 공간이 매우 부족하므로 내부 트레이의 크기 및 관찰 트레이의 설치 장소를 수정하였다. 먼저 내부 트레이의 크기를 줄여 설치 공간의 효율성을 기했다. 1차 개발된 토양 종자 은행 교육 프로그램에서 토양 종자 은행에서 출현하는 유묘를 관찰하기 위해 사용된 관찰 트레이의 크기는 내부 트레이가 20 cm×23.5 cm×10 cm이고, 외부 트레이가 58 cm×36.5 cm×13.5 cm로 김재근과 주은정(2004) 그리고 주은정과 김재근(2009)에서 사용하였던 트레이 크기와 비교해 보았을 때, 외부 트레이의 크기는 동일하나, 내부 트레이는 절반으로 줄었다.

토양에 포함된 토양 종자 이외의 외부 종자가 산포되어 들어오는 것을 방지하기 위해서는 관찰 트레이를 온실에 설치하는 것이 일반적이다. 그러나 온실을 보유하고 있는 초등학교가 매우 드문 것이 현실이며, 1차 실험 적용 대상이었던 서울시 A 초등학교 역시 대부분의 초등학교와 마찬가지로 온실을 보유하고 있지 않았으므로 이에 대한 대안을 마련해야 했다. 온실 외의 공간에 토양 종자 은행 관찰 트레이를 설치할 경우, 토양 종자 은행에 포함되어 있지 않은 외부 종자가 날아들어 올 수 있으며, 외부인의 간섭이 있을 가능성이 있다. 이를 해결하기 위해 설치 장소를 외부인의 간섭이 거의 없는 학교 옥상으로 결정하였으며, 외부 유입 종자를 막기 위해 실험대 위에 망(mesh size 1 mm)을 설치하도록 설치 방법을 수정하였다.

4. 프로그램의 시험 적용 방법

1) 연구 참여자

1차로 개발된 토양 종자 은행 프로그램의 시험 적용의 대상은 서울 시내 A 초등학교의 생태 관찰반 동아리 모집에서 모인 자발적인 참여자였다. 참여 학생들의 구성은 4~6학년 학생 20명이었으며, 학년별로 4~5명씩 조를 이루어 활동하였다. 학년별 조 구성을 한 이유는 만약 같은 조에 다양한 학년이 배정될 경우, 저학년의 학생에게 고학년의 학생이 도움을 줄 수도 있다는 장점이 있으나, 프로그램의 시험 적용에서 연고자 하는 학년별 적합성을 파악하기가 힘들고, 저학년의 학생들이 실험에서 소외될 수도 있기 때문이다. 따라서 본 연구의 목적상 학년별 조 구성이 적합하다고 판단하였다.

2) 연구 기간

프로그램의 시험 적용 기간은 2007년 3월 넷째 주부터 11월 첫째 주까지였으며, 특별 활동 중 계발 활동 시간과 방과 후 시간을 이용하였다. 프로그램 참여 학생들은 주 1회 1시간씩 이루어지는 계발 활동 시간을 이용하여 식물 관찰 및 담구 활동을 하였으며, 조별로 요일을 정해 주 1회씩 방과 후에 토양 종자 은행 실험 활동에 참여하였다. 토양 종자 은행 실험 활동은 실험 단계, 유묘의 성장 상태 등에 따라 참여 시간이 달랐다. 희망자에 한하여 여름 방학 중에도 토양 종자 은행 실험 활동을 할 수 있도록 하였다.

5. 자료 수집 및 분석

1) 프로그램의 효과

학생들의 환경에 따른 식물 분포에 대한 개념이 어떻게 변화되었는지를 알아볼 수 있는 개방형 질문을 개발하여 프로그램 적용 전과 후에 평가하였다. 수집된 참가 학생들의 답변은 사전과 사후를 비교하여 ① 개념의 수준 변화 여부(생태적 지식) ② 생태 관련 요소의 포함 여부(생태적 지식) ③ 태도 변화 여부(생태적 태도 및 생태적 감수성)의 세 가지 측면에서 분석하였다.

2) 프로그램에 대한 평가

프로그램에 대한 학생들의 호감도, 내용 지식의 증가, 방법 지식의 증가, 동기 부여 여부 등 네 가지

측면에 대한 평가 문항을 김수미 등(2005)을 참고로 재구성하였다.

3) 각 활동에 대한 흥미도

프로그램 내에 포함되어 있었던 네 가지 활동(토양 종자 은행 실험 활동, 야외 식물 관찰 활동, 식물 표본 만들기 활동, 식물과 환경간의 관계에 대한 조사 발표 활동) 중 가장 재미있었던 활동과 유익했다고 생각하는 활동에 대해 1위부터 4위까지 순위를 매기도록 하였고, 그 중 다시 하고 싶은 활동이 무엇인지에 대해 질문하였다. 1위부터 4위까지 순위를 매긴 선호활동은 다시 점수로 환산하였는데, 학생 개인 별로 1위에 표시한 활동은 3점, 2위에 표시한 활동은 2점, 3위에 표시한 활동은 1점, 4위에 표시한 활동은 점수를 주지 않고 이들 점수를 합산한 후 전체 점수의 합으로 나누어 백분율을 구하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 시험 적용 결과

1) 프로그램 적용 대상 학년 결정

프로그램 적용 전에 5, 6학년 학생들은 대부분 환경과 식물 간의 관계에 대해 생태적인 이유를 들 수 있었으나, 4학년 학생들의 75%가 그렇지 못했다(표 1). 프로그램 적용 후에는 모든 4학년 학생들이 환경과 식물 간의 관계에 대해 생태적인 개념을 추가하여 설명하였다. 예를 들어 4학년 J군은 다양한 환경에 각각 다른 식물들이 살고 있는 이유가 “사람들이 식물을 심었기 때문이다.”라고 답하고 있으며, 4학년 J양의 경우도 “여러 가지 씨를 심어서”라고 답하였다. 그러나 프로그램 적용 후에 J군은 “식물들이 서로 종자를 퍼뜨려서”라고 답하였으며, J양도 역시 “다른 종의 식물이 날아와서”라고 답하고 있다. 마찬가지로 4학년 K양의 경우, 프로그램 적용 전에 다양한 환경에 각기 다른 식물들이 살고 있는 이유는 “자연을 가꾸고 공기를 맑게 하려고”라는 인간중심적인 답을 하고 있으나, 프로그램 적용 후에는 “서로 식물들이 살 수 있는 환경이 다르기 때문에 그렇다고 생각한다.”라는 생태중심적인 답변으로 변화한 것을 볼 수 있다. 프로그램 적용 전에 식물과 환경 간의 생태적 관계에 대한 개념이 서 있지 않았던 4학년 6명의 학생들은 모두 높은 개념수

표 1. 프로그램 사전 사후 식물과 환경에 대한 개념에서 생태적 개념의 포함 여부 응답자 수(%)

	사전 검사		사후 검사		계
	포함	미포함	포함	미포함	
4학년	2(25.0)	6(75.0)	8(100.0)	0(0.0)	8(100.0)
5학년	4(100.0)	0(0.0)	4(100.0)	0(0.0)	4(100.0)
6학년	3(100.0)	0(0.0)	3(100.0)	0(0.0)	3(100.0)
전체	9(60.0)	6(40.0)	5(100.0)	0(0.0)	15(100.0)

준으로 변화된 것을 확인할 수 있다. 또한 4학년 중 5명의 학생이 인간중심적 태도에서 생태중심적 태도로 변화하였다(표 2). 개발된 토양 종자 은행 교육 프로그램의 효과는 4학년에서 두드러지게 나타나는 경향이 있었다.

학년에 따른 프로그램에 대한 반응 차이는 표 3를 보면 분명하게 드러난다. 호감도, 방법 지식, 내용 지식, 동기 부여 항목에서 모두 4학년이 가장 높은 평균점을 나타내고 있으며, 특히 호감도 영역에서 4학년 학생들의 평가 점수는 매우 높은 수준인 것으로 나타나, 4학년 학생들이 다른 학년에 비하여 프로그램에 대한 높은 호감도를 보이고 있었다. 또한 “토양 종자 은행 교육 프로그램으로 인하여 식물에 대해 더욱 꼼꼼하게 생각하게 되었다.”거나 “식물에 대해 더 공부해 보고 싶어졌다.”와 같은 동기 부여 측면은 4학년 학생들의 평가 결과 중에는 가장 낮지만, 다른 학년과의 점수 차이는 가장 크게 나타났다. 이와 같은 근거로 최종 프로그램에서 대상학년은 4학년으로 결정되었다.

2) 프로그램 적용 기간 결정

1차로 개발된 토양 종자 은행 교육 프로그램은 총 8개월 2주간 적용할 수 있도록 개발되었다. 1차

표 2. 프로그램 사전 사후 식물과 환경 대한 개념에 포함된 생태중심적 태도의 변화 응답자 수(%)

학년	인간중심적 태도에서 생태중심적 태도로 변화	생태중심적 태도 유지	계
4학년	5(62.5)	3(37.5)	8(100.0)
5학년	1(25.0)	3(75.0)	4(100.0)
6학년	0(0.0)	3(100.0)	3(100.0)
전체	6(40.0)	9(60.0)	15(100.0)

프로그램 개발 시 적용한 기간은 프로그램 개발 이전에 토양 종자 은행 연구를 위해 과학자들이 사용하는 방법을 그대로 차용한 것이다. 이러한 방법의 장점은 봄, 여름, 가을을 모두 거치면서 해당 토양에 매도되어 있는 종자를 모두 관찰한 것으로 가정할 수 있다는 것이다. 그러나 초등학교생이 장기간 관찰을 하면서 지속적인 관심을 보인다는 것은 매우 어려운 일이다. 실제로 토양 종자 은행 교육 프로그램의 시험 적용 기간 도중에 몇몇 학생들은 참여도가 다소 떨어지기도 하였다. 본 프로그램의 목적은 초등학교생들의 생태적 소양을 함양시키고자 하는 것이므로 반드시 과학자의 방법과 같을 필요는 없다. 따라서 프로그램 적용 기간을 축소시키는 것이 적절할 것으로 판단하였다.

3) 토양 종자 은행 설치 방법 결정

1차로 개발된 토양 종자 은행 교육 프로그램 시험 적용 시 토양 종자 은행 실험대는 학교 옥상에 설치되었다. 학교 옥상은 빛의 양이 풍부하며 방해요인이 없고, 1 mm mesh의 망을 이용하여 외부 종자의 유입도 효과적으로 막을 수 있었으나, 문제점으로 지적된 것은 아이들의 접근이 쉽지 않다는 점이다. 토양 종자 은행 교육 프로그램을 통해 아이들의 생태적 소양을 함양시키기 위해서는 자연에 대한 경이로움을 느끼는 과정이 중요하다(Orr, 1991; Capra, 2008). 그러나 옥상에 설치했을 경우, 안전상의 위험이 있어 자유로운 관찰 시간을 갖는 것이 현실적으로 불가능하다. 특히, 종자가 발아하는 기간에는 관찰 빈도를 늘릴 필요가 있으며, 자유로운 관찰을 위하여 아이들이 쉽게 접근할 수 있는 장소로 변경할 필요가 있다.

교실에 설치할 경우, 학생들은 교사의 지도 아래 참여하는 프로그램 활동 시간 외에도 자주 유묘를 관찰할 수 있으므로 식물에 대한 친숙한 태도를 가지게 할 수 있고, 생태적 감수성을 높일 수 있을 것으로 기대할 수 있다. 또한 관찰 빈도를 높임으로써 환경과 식물 간에 관계 탐색의 가능성도 높일 수 있게 된다.

그러나 교실은 온실이나 학교 옥상에 비해 광량이 상대적으로 적다. 특히, 학교 주변에서 채집하게 되는 토양 종자들은 발아 시 많은 광량을 필요로 하는 양치식물이 대부분이다. 따라서 되도록 햇빛이 잘 드는 곳에 설치해야 하며, 어느 정도 발아가 되어 학

생들이 “자연에 대한 경이로움”을 느끼고, 토양 종자에서 발아한 새싹의 성장을 관찰하고 나면 광량이 더 많은 곳으로 옮겨 주어 나머지 종자들이 발아할 수 있도록 도와주어야 한다.

또한 온실이나 옥상에 설치하는 것과는 달리 교실은 실험대 설치 공간에 제약이 있으므로 설치 트레이의 크기를 축소하는 것이 바람직하다. 따라서 30 cm×13 cm×12 cm 크기의 내부 트레이를 사용하였으며, 토양 종자 은행을 설치한 후 58 cm×36.5 cm×13.5 cm 크기의 외부 트레이에 넣는 방법을 사용하였다(그림 3). 수정된 방법의 경우, 한 외부 트레이 안에 한 장소의 토양 종자 은행이 아닌 네 곳의 토양 종자 은행을 설치할 수 있으므로 제한적인 교실 공간에서 효과적으로 실험을 할 수가 있다.

4) 프로그램 내 활동의 구성에 대한 결정

학생들의 프로그램 내 활동에 대한 선호도는 그림 4와 같다. 학생들이 가장 재미있었다고 평가한

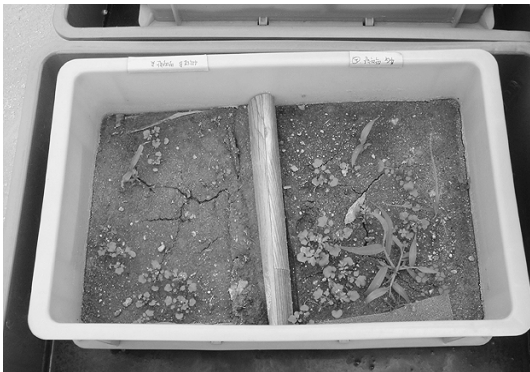


그림 2. 1차 개발된 토양 종자 은행 설치 트레이



그림 3. 수정된 토양 종자 은행 설치 트레이

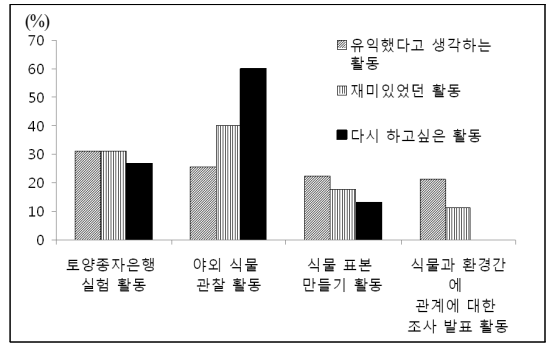


그림 4. 1차 개발 프로그램 내 활동에 대한 선호도

항목은 야외 식물 관찰 활동이었으며, 두 번째로 재미있었다고 답한 활동은 토양 종자 은행 실험 활동이었다. 이는 ‘과학자들의 실험 방법’인 토양 종자 은행의 유묘 판별법이 초등학교의 흥미를 끌어들일 수 있었다는 데 의의가 있다. 식물 표본 만들기 활동은 토양 종자 은행 활동에서와 마찬가지로 식물을 직접 다루어보는 활동임에도 불구하고, 토양 종자 은행 활동에 비하여 재미있다고 평가되지 않았으며, 식물과 환경 간의 관계에 대한 조사 발표 활동은 나머지 세 활동에 비하여 가장 재미없는 활동으로 평가되었다. 유익했다고 생각하는 활동을 묻는 문항에서는 순위가 다소 바뀌었다. 아이들은 토양 종자 은행 활동이 야외식물 관찰 활동에 비하여 다소 재미는 떨어진다고 생각했지만 더 유익한 활동이라고 판단하고 있었다. 또한 식물 표본 만들기 활동이나 식물과 환경 간의 관계에 대한 조사 발표 활동은 재미있기보다는 유익한 활동으로 생각하는 경향이 있었다. 또한 학생들이 가장 다시 해보고 싶은 활동으로 야외 식물 관찰 활동을 꼽았다. 두 번째로는 토양 종자 은행 실험 활동이었으며, 식물과 환경 간의 관계에 대한 조사 발표 활동을 다시 해보고 싶다고 밝힌 학생은 한 명도 없었다.

적용 기간이 단축된다면 1차 프로그램 개발에서 실시하였던 모든 활동을 다 포함시킬 수는 없다. 프로그램 내 각 활동에 대한 학생들의 평가 결과를 보면(그림 4), 학생들은 “야외식물 관찰” 및 “토양 종자 은행 실험” 활동이 재미있고 유익하다고 생각하고 있었으며, “환경과 식물 간의 관계에 대한 조사 발표” 활동을 재미있었다고 평가한 학생은 한 명도 없었다. 따라서 이러한 평가 결과를 바탕으로 일부 활동을 생략 또는 통합시킬 필요가 있는 것으로 나타났다.

2. 초등 생태교육을 위한 토양 종자 은행 교육 프로그램의 내용 및 운영 방법

프로그램은 온실이나 학교 배란다 등의 시설이 있는 경우와 그렇지 않은 경우를 고려하여 구성할 수 있도록 개발되었으며, 활동의 개요는 그림 5와 같다.

프로그램은 “토양 종자 은행 시작하기”, “내 친구 새싹”, “토양 종자 은행의 변화 관찰 기록하기”, “토양 종자 은행이 달라진 이유는?”, “너는 어떻게 왔니?”, “숨어 있는 식물 찾기”, “토양 종자 은행과 환경 간의 관계 탐구”로 구성되어 있으며(그림 5), 활

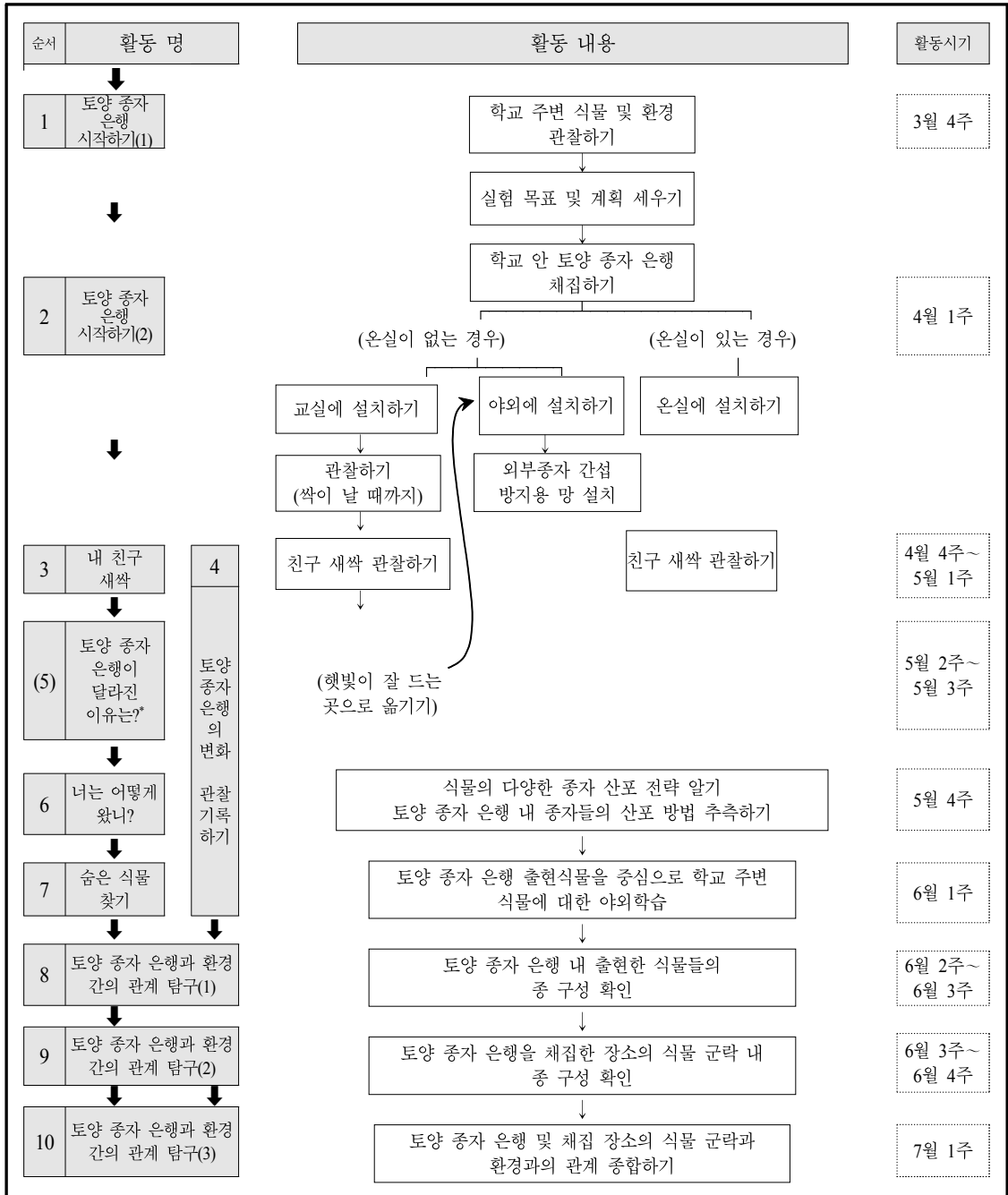


그림 5. 최종 개발된 토양 종자 은행 교육 프로그램의 개요(* 생략 가능한 활동)

동기간은 3월 넷째 주부터 7월 첫째 주까지 3개월 2주간이다. 이 중 “토양 종자 은행 시작하기 활동”과 “토양 종자 은행과 환경 간의 관계 탐구” 활동은 활동 내용이 다소 어려울 수 있으므로 각각 2회, 3회로 나누어 실시하도록 개발하였다. 매 차시마다 학생들은 제공되는 활동지를 통해 토양 종자 은행 교육 프로그램에 포함되어 있는 활동에 참여하게 된다. 또한 “토양 종자 은행의 변화 관찰 기록하기” 활동은 토양 종자 은행에서 유묘가 발아되는 순간과 성장 과정을 지속적으로 관찰하는 활동이므로 1회성 활동이 아니다. 학생들은 정규 프로그램 활동 시간 외에도 등교 직후, 쉬는 시간, 방과 후 시간 등을 이용하여 계속적인 토양 종자 은행 관찰을 하게 되는데, 이때 관찰한 내용은 토양 종자 은행 관찰 기록지에 기록할 수 있도록 하였다. “토양 종자 은행이 달라진 이유는?”과 같은 활동은 교실에 토양 종자 은행 관찰 실험대를 설치하여 이전 설치를 할 경우에만 할 수 있는 활동이므로 이전 설치를 하지 않는 경우에는 생략 가능한 활동이다.

1) 토양 종자 은행 시작하기

토양 종자 은행 시작하기 활동은 학교 주변 식물 관찰하기, 실험 목표 및 계획 세우기, 학교 안 토양 종자 은행 채집하기, 토양 종자 은행 설치하기 활동으로 구성된다. 본 활동을 시작하기 전에 해야 할 가장 중요한 일 중 하나는 학생들이 토양 종자 은행의 개념을 제대로 이해하도록 하는 것이다. 토양 종자 은행은 실제로 아이들이 매우 쉽게 접할 수 있는 도구이지만, 그 개념은 아직 국내 교육 과정을 통해 소개된 바가 없으므로 생소할 수밖에 없다. 개념 도입 시 봄이 되면 겨울 동안 비어 있던 토양에서 어떻게 새싹이 돋아나는 것인지, 그 새싹들은 어디에서 왔는지에 대한 물음으로부터 시작하는 것이 좋다.

① 토양 종자 은행 실험 목표 세우기

학생들이 토양 종자 은행에 대한 이해를 하였다면 토양 종자 은행 실험 목표를 세우기 위해 학교 주변 식물 및 환경을 관찰하는 과정이 필요하다. 학교 주변을 꼼꼼히 관찰해 보면 생각보다 다양한 환경이 존재한다. 학교 주변의 다양한 환경의 차이를 인지 하였다면 그에 따른 토양 종자 은행 실험목표를 세워야 한다. 환경에 따른 토양 종자 은행 내 식물 분포의 차이를 관찰하기 위한 학교 주변 환경의 예는

다음과 같다.

- 햇빛이 드는 정도에 차이가 나는 경우 : 학교 건물의 앞과 학교 건물의 뒤
- 답압의 정도에 따른 차이가 나는 경우 : 운동장과 학교 뜰
- 주변 식물에 따른 차이가 나는 경우 : 학교 숲과 학교 뜰
- 토양의 습한 정도에 차이가 나는 경우 : 학교 연못 주변과 학교 뜰

② 토양 종자 은행 채집 및 설치하기

- 활동 단위: 4명 이상의 모둠이 될 경우, 활동에서 소외되는 학생이 발생할 수 있으므로 3명 이내로 하는 것이 좋다.
- 토양 종자 은행의 채집하기 : 토양 종자 은행의 채집 시기는 겨울 동안 얼어 있던 토양이 녹은 후인 3월 말~4월 초가 가장 적합하나, 채집 학교 주변 관찰 활동을 고려하여 4월 초에 하는 것이 가장 적당하다. 채집하고자 하는 토양 위에 자를 이용하여 30 cm×30 cm 사각형을 그리거나 15 cm 정도의 원통을 이용하여 원을 그린 후 모종삽을 이용하여 3 cm 깊이에 있는 토양을 모두 채집하는 방법을 사용하는 것이 초등 학생에게 가장 무난하다. 이러한 방법으로 한 장소에서 3~4회 반복하여 채집한 후 쉬고 나중 활동을 위해 채집한 장소를 기록해 둔다.
- 토양 종자 은행 관찰 트레이 설치하기 : 채집한 토양 종자 은행은 관찰 트레이에 설치한다. 교실에 설치하기 위한 관찰 트레이는 공간적 제약을 받으므로 30 cm×13 cm×12 cm 크기의 내부 트레이와 58 cm×36.5 cm×13.5 cm 크기의 외부 트레이를 사용하면 적절하다. 구멍이 뚫린 내부 트레이의 바닥에는 물은 출입하되 상토나 토양 종자 은행은 빠져 나가지 않도록 1 mm mesh의 망을 깔아준 후 내부 트레이의 2/3 이상이 되도록 상토(종자가 없는 토양)를 깔아준다. 그 위에 잘 섞인 토양 종자 은행을 1 cm 두께로 깔아 준 후 외부 트레이에 넣게 된다(그림 6).
- 토양 종자 은행 관찰 트레이 설치 장소 정하기 : 채집한 토양 종자 은행은 토양 종자 은행 관찰 트레이에 설치하게 되는데, 설치 장소는 학교의 온실이나 베란다와 같은 식물 관찰을 위한 시설이 구비되어 있는가에 따라 다소 달

라질 수 있다. 만약 학교에 온실 또는 교실 베란다 등이 있다면 토양 종자은행 관찰 트레이를 설치한 후 이동 없이 계속 관찰할 수 있다. 그러나 일반적으로 온실이나 교실 베란다 등이 구비되어 있지 않으므로 초기 토양 종자 은행 관찰 실험대는 교실에 설치하여야 한다. 토양 종자 은행 교육 프로그램을 운영할 때 아이들의 생태적 감수성이 가장 크게 자극되는 시기는 토양 종자 은행 설치 후 약 한 달 간으로, 처음으로 새싹이 올라오는 시점이다. 따라서 그 기간에는 반드시 아이들의 관찰 빈도를 높일 수 있는 장소인 교실 등에 관찰 트레이가 놓일 수 있도록 해야 한다. 그러나 광량이 적을 경우 유묘 출현율에 영향을 줄 수 있으므로 새싹이 어느 정도 출현하기 시작하면 광량이 충분한 장소로 이동해 주어야 한다. 토양 종자 은행 관찰 트레이를 교실에 설치한 경우, 트레이의 이동 시기는 내 친구 새싹 활동이 끝난 4월 말~5월 초가 적당하다. 만약 학교에 온실이나 교실 베란다가 있어 관찰 트레이를 옮기지 않고 계속 관찰할 수 있는 상황이거나 처음부터 야외에 설치하였다면 설치 후 관찰 초기에 아이들의 관심도가 떨어지지 않도록 독려할 필요가 있다.

- 토양 종자 은행 관찰 트레이의 유지 및 관찰: 토양 종자가 발아하기 위해서는 물이 많이 필

요하므로 설치된 토양 종자 은행 관찰 트레이 중 외부 트레이에는 항상 물이 채워져 있도록 수시로 공급한다. 수위는 내부 트레이에 설치된 토양 종자 은행 표면을 기준으로 -2 cm ~ 0 cm의 범위에 있도록 하는 것이 적당하다. 그림 7과 같이 4개의 내부 트레이를 1개의 외부 트레이에서 관리할 경우, 관리 효율성이 높아진다.

토양 종자가 발아하는 시기에는 아이들의 관찰 빈도가 특히 높아질 수 있도록 지도하며, 관찰 시간은 등교 직후, 쉬는 시간, 점심시간, 하교 직후 등 교실에서 생활하는 동안 수시로 관찰할 수 있도록 도와준다. 관찰을 하는 중 토양 종자 은행에 변화가 있으면 관찰기록지에 즉시 기록한다.

2) 내 친구 새싹

내 친구 새싹 활동은 새싹이 막 돋기 시작할 무렵의 새싹을 친구로 정하여 지속적으로 관찰하는 활동이다. 아직 동정하기에는 이르므로 식물 종의 이름을 정확히 알 필요는 없으며, 별명을 붙여주는 정도가 적절하다. 별명을 붙여준 내 친구 새싹이 생장하고 꽃이 필 때까지 관찰하여 식물의 한살이를 익힐 수 있다. 친구 새싹을 여러 개 정할 경우, 다양한 식물의 한살이를 함께 관찰할 수도 있다. 학생들은 관찰 트레이에서 출현한 유묘를 친구로 설정하고, 꾸준히 관찰하는 활동을 통해 자연에 대해 감정이

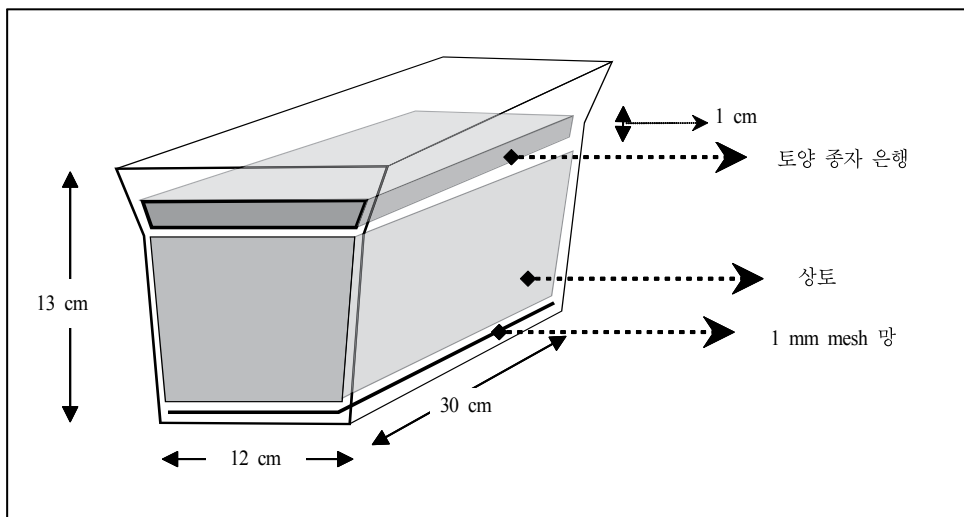


그림 6. 토양 종자 은행 관찰 트레이(내부) 설치 방법. 30 cm×13 cm×12 cm 크기의 내부 트레이에 1 mm mesh의 망을 깔 후 상토를 10 cm 가량 넣고 토양 종자 은행을 펼친다(출처: Ju & Kim, 2011).

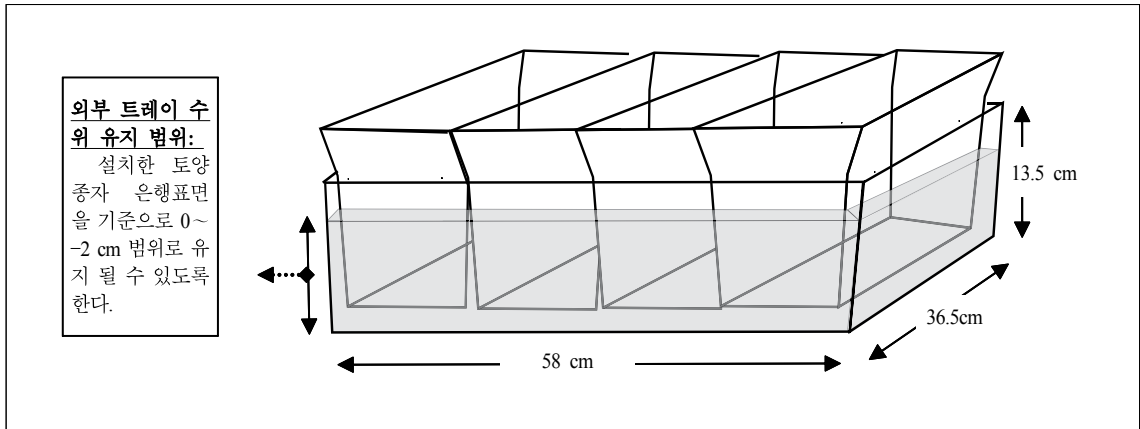


그림 7. 내부 트레이와 외부 트레이 설치 모습 및 수위 유지 방법. 외부트레이에 4개의 내부 트레이를 넣고 토양 종자 은행 표면을 기준으로 0~2 cm 범위로 수위를 유지해준다(출처: Ju & Kim, 2011).

입을 하게 되고, 생태적 감수성으로 발전시켜 나가는 기초를 쌓게 된다. 본 활동은 꾸준히 관찰한다는 측면에서 일반적인 야외학습을 통한 생물 관찰에서 하게 되는 일회성 관찰(예를 들어, 김수미 등 2005; 장경애와 차희영, 2006)과 차별성을 가지며, 학생들 스스로 채집한 토양 종자 은행에서 출현한 식물에 대한 관찰이라는 측면에서 수동적으로 관찰 제재가 주어지는 “강낭콩 기르기”, “어항 꾸며 생물 기르기” 활동과는 차별성을 가진다. 또한 본 활동은 생물제재를 단순한 객관적인 관찰 대상(예를 들어, 한광래, 2003) 또는 인간을 둘러싼 환경의 하나로만 보지 않고 정의적 영역에서의 감정 이입을 시도한다는 점에서 독자성을 가진다고 볼 수 있다.

본 활동은 온실이나 교실 베란다가 아닌 교실 내에 토양 종자 은행 관찰 실험대를 설치한 경우, 내 친구 새싹 활동이 끝나는 시기에 토양 종자 은행 관찰 실험대를 광량이 많은 장소로 이전 설치하는 것이 가장 적당하다.

3) 토양 종자 은행의 변화 관찰기록하기

토양 종자 은행에 유묘가 출현하기 시작하면 아이들은 토양 종자 은행에서 생겨나는 변화를 관찰 기록문, 그림 등으로 누가 기록하는 활동이다. 아이들은 반복적인 관찰을 통해 식물에 대한 친근감을 느끼게 되고, 다양한 식물의 종류와 한살이를 체득하게 된다. 본 활동은 식물에 대한 지식 습득만이 목적이 아니라 일상을 식물과 함께 하면서 생태적 감수성 증진에도 목적이 있으므로 기록 활동 시 객관적 태도만을 강조하지 않도록 유의한다. 토양 종

자 은행 트레이에서 일어나는 변화를 관찰하면서 느끼는 자연에 대한 경이로움을 담아낼 수 있도록 하는 것이 더욱 중요하다고 할 수 있겠다.

4) 토양 종자 은행이 달라진 이유는?

본 활동을 실시하기에 적합한 시기는 토양 종자 은행 관찰 트레이를 교실에 설치한 후 광량이 풍부한 장소로 이전 설치한 후이다. 광량이 달라지면 토양 종자 은행에서 더 많은 유묘가 출현하는 것을 정량적, 정성적으로 관찰할 수 있는데, 이를 통해 종자 발아에 빛이 영향을 준다는 것을 학습할 수 있다. 온실이나 교실 베란다 등에 토양 종자 은행 관찰 트레이를 설치하여 이전 설치를 할 필요가 없는 경우에는 생략하여도 좋다.

광량은 종자 발아에 매우 중요한 요소임에도 불구하고(Fenner, 2000), 초등 과학 교육과정에서는 상대적으로 중요하지 않은 것으로 다루어지고 있다(교육부, 1997). 일부 종들은 광량이나 광주기에 따라 발아 여부를 결정하게 되며(Fenner, 2000), 특히, 학교 주변 토양 종자 은행에 포함되어 있는 종들의 경우, 대부분이 1년생 초본으로 많은 광량을 필요로 하는 종이다. 따라서 학생들은 본 활동을 통해 종자 발아가 광량의 차이로 인하여 달라질 수 있다는 것을 관찰을 통해 확인할 수 있다.

5) 너는 어떻게 왔니?

종자 산포 방식에 대한 학습을 토대로 식물과 식물을 둘러싼 환경들이 가지는 관계에 대해 알아보는 활동이다. 아이들이 가지고 있는 토양 종자 은행

출현 유묘에 대한 애착심을 바탕으로 이러한 종자들이 어떻게 토양 종자 은행으로 들어오게 되었는지에 대한 과정을 학습한다. 학생들은 본 활동을 통해 식물이 자신의 종자를 산포시키기 위해 생물적 환경인 동물과 비생물적 환경인 바람, 물 등을 어떻게 이용하는지, 또한 이를 위해 식물이 자신의 기관들을 어떻게 적응시켜 왔는지에 대해 이해하고, 식물 및 식물을 둘러싼 환경 간의 관계를 파악할 수 있게 된다. 활동의 마무리는 학생들이 학교 안의 환경을 고려하였을 때 자신들이 학교 안에서 채집한 토양 종자들이 어떻게 산포되어 왔는지 추측해 보도록 하여 자신들이 기르고 있는 토양 종자 은행의 유묘에 대한 애착심을 더욱 고취시키며, 학습 내용이 실제 관찰 내용과 연결될 수 있도록 하였다.

6) 숨어 있는 식물 찾기

토양 종자 은행에서 출현한 유묘들이 성장하여 이들에 대한 동정이 가능한 단계에 이르게 되었을 때, 토양 종자 은행에서 출현한 식물들을 학교 안에서 직접 찾아보는 ‘숨어 있는 식물 찾기’ 활동을 할 수 있다. 토양 종자 은행에서 출현하는 여러 식물들의 특징을 관찰한 후 동정을 해본 후, 같은 식물이 학교 안 어디에 어떻게 분포하는지 찾아보고 식물이 살고 있는 환경에 대한 관찰이 이루어지는 활동이다. 대부분의 학생들이 식물이 살고 있는 환경을 관찰해 보는 것이 생소할 수 있으므로 관찰 기준을 제시해 주어야 한다. 본 활동의 목표는 학생들은 토양 종자 은행에서 출현하는 식물 중의 특징을 쉽게 익히고, 학교 주변 식물에 대해 흥미를 갖도록 하는데 있다.

7) 토양 종자 은행과 환경 간의 관계 탐구

토양 종자 은행에서 출현하는 유묘들을 통해 토양 종자 은행에 포함되어 있는 식물 군락에 대한 파악이 어느 정도 가능해지는 단계는 6월 말~7월 초이다. 이때가 되면 토양 종자 은행 관찰 트레이에 출현한 유묘들을 거의 동정할 수 있고, 토양 종자 은행을 채집한 장소에서도 식물 동정이 가능해진다. 따라서 본 활동에서는 토양 종자 은행 관찰 트레이에서 출현한 식물 군락과 채집 장소의 식물 군락, 채집 장소의 환경을 관찰해 본 후 식물 군락과 환경간의 상관관계를 종합해 보게 된다. 활동의 분량이 다른 활동에 비해 상대적으로 많고, 종합적 사

고과정이 필요한 활동이므로 3회에 걸쳐 진행하도록 개발하였다. 첫 번째 활동에서는 토양 종자 은행에 출현 종에 대한 관찰인데, 이때 토양 종자 은행의 변화에 대한 누가 관찰 기록 내용을 함께 고려해 주어야 한다. 두 번째 활동은 채집한 장소에서 출현한 식물 종에 대한 관찰이며, 세 번째 활동은 채집한 장소의 환경을 관찰하는 내용이다. 두 번째와 세 번째 활동의 경우는 숨어 있는 식물 찾기에서 했던 식물 주변 환경에 대한 관찰 활동과 연계시키면 다소 수월하게 진행된다. 아이들은 본 활동을 통해 식물의 특징을 찾아 동정하는 경험과 반복적으로 식물 이름을 발화하는 경험을 가지게 되므로 자연스럽게 학교 주변 식물을 익히는 효과도 가져올 수 있다.

본 활동은 식물과 환경 간의 관계를 파악하는데 목적이 있으므로 생태적 소양 중 생태적 지식적 측면에 강조점이 있으며, 활동을 통해 학생들의 생태적 개념 수준을 향상을 기대할 수 있다. 본 활동은 Magntom(2007)이 제시하고 있는 “자연읽기” 활동과도 맥락을 같이 하고 있다. Magnotom(2007)은 연구에서 생태 학습에서 상향식 학습(bottom-up) 방법이 생태적 소양 함양에 효과적이라고 밝히고 있는데, 이는 개체-개체군-군집-생태계로 점점 학습의 범위를 넓혀가는 방법을 말한다. 본 활동은 토양 종자 은행에서 출현한 유묘에 대한 지속적인 관찰을 통해 개체, 개체군, 군집에 대해 학습한 이후에 식물 군집과 환경간의 관계, 즉 생태계 수준의 관찰 및 탐구가 이루어진다.

IV. 결론 및 제언

본 연구는 생태적 소양을 함양을 목표로 자연과 만날 수 있는 기회를 최대화 시키면서도 초등학교 현장에서 적용 가능한 생태 교육 프로그램을 개발하기 위해 실시되었다.

지금까지 교육적으로 실시되지 않은 실험 방법인 토양 종자 은행의 유묘 확인법을 생태적 지식, 생태 중심적 태도, 생태적 감수성을 증진시킬 수 있도록 야외 식물 관찰 활동, 식물 표본 만들기 활동, 식물과 환경 간의 관계에 대한 조사 발표 활동을 포함하는 교육활동으로 재구성하여 시험적용하였다.

시험 적용 결과, 토양 종자 은행 교육 프로그램의 효과가 가장 두드러지게 나타나는 학년은 4학년이었으며, 토양 종자 은행 활동을 다른 활동에 비하여

유익하게 인식하고 있는 것으로 나타났다.

대부분의 초등학교가 온실이 없다는 점과 싹이 트는 시기에 학생들의 지속적인 관찰이 매우 필수적이라는 사실을 감안하여 토양 종자 은행 트레이는 교실에서 설치한 후 “내 친구 새싹” 활동이 끝난 직후에 광량이 높은 장소로 이전 설치하는 방법을 선택하였다. 실험 공간이 협소한 교실 설치를 위해 토양 종자 은행 관찰 트레이 중 내부 트레이의 크기는 30 cm×13 cm×12 cm로 시험 적용 시 사용했던 내부 트레이의 1/2 크기로 축소하여 최종 개발하였다.

개발된 토양 종자 은행 교육 프로그램의 활동 구성은 “토양 종자 은행 관찰 시작하기”, “토양 종자 은행 비교해 보기”, “내 친구 새싹”, “너는 어떻게 왔니?”, “숨어있는 식물 찾기”, “토양 종자 은행이 달라진 이유는?”, “토양 종자 은행과 환경 간의 관계 탐구” 등 7개로 이루어져 있으며, 이 중 활동 난이도를 고려하여 “토양 종자 은행 관찰 시작하기”와 “토양 종자 은행과 환경 간의 관계 탐구”의 활동 시간은 확대 조정하였다. 프로그램을 통해 초등학생들은 토양 종자 은행의 개념을 이해하고, 학교 주변의 토양 종자 은행을 직접 채집, 설치하게 되며 설치한 토양 종자 은행 트레이에서 출현하는 유묘를 지속적으로 관찰, 동정하게 된다. 또한 토양 종자 은행에서 출현한 학교에서 찾아보고 채집한 장소의 환경과 토양 종자 은행 출현 중 사이의 상관관계를 살펴보면서 생태적 지식, 생태중심적 태도, 생태적 감수성을 증진시키는 기회를 갖게 된다.

토양 종자 은행 교육 프로그램 적용 시 유의점은 다음과 같다. 첫 번째, 토양 종자 은행 교육 프로그램의 경우, 학교에서 실시되는 일반적인 과학 실험에 비하여 실험의 공간적, 시간적 규모가 크기 때문에 학급 전체가 같은 실험 목표를 가지고 함께 관찰하는 것이 좋다. 따라서 채집 및 설치 시에는 3명 이내의 모둠 활동을 권장하지만 그 후에는 각각의 개인이 학급 전체의 토양 종자 은행 관찰 트레이에 대한 관찰활동을 실시하여야만 다양한 환경의 토양 종자 은행에 대한 탐구가 가능하다.

두 번째, 아이들의 특성상 자신이 채집한 토양 종자 은행 관찰 트레이에만 집중하고 애착을 가질 수 있기 때문에, 프로그램 운영을 가능하게 하기 위해서 교사는 새싹이 돋아나기 시작하면서 학생들의 관심이 과증될 때 반드시 실험의 목적을 다시 상기시킬 필요가 있다. 또한 아이들이 자신이 속한 모둠

에서 채집한 토양 종자 은행만 관찰, 관리하는 것이 아니라, 학급 전체의 토양 종자 은행을 대상으로 관찰, 관리할 수 있도록 해야 한다.

세 번째, 토양 종자 은행 시작하기 활동에서는 생소한 개념을 도입하게 되며, 토양 종자 은행에서 출현한 식물 종 및 채집 장소의 식물종과 환경 간의 관계를 탐구하는 마지막 활동의 경우, 종합적 사고 과정을 필요로 하므로 충분히 여유를 가지고 진행하는 것이 바람직하다.

참고문헌

- 교육부(1997). 제 7차 초등학교 교육과정.
- 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.
- 김재근, 박정호, 최병진, 심재한, 권기진 이보아, 이양우, 주은정(2004). 생태조사방법론. 보문당.
- 김재근, 주은정(2004). 서울시 생태계 보전지역 3곳에서의 토양 종자 은행. *한국생태학회지*, 28(5), 271-279.
- 김진태, 임낙룡, 김남우(2000). 생물학습에 필요한 야외 학습 모델 개발 연구. *한국생물교육학회지*, 28(2), 129-135.
- 배진호, 정현태(2007). 생물 야외 탐구 학습이 초등학생의 과학 탐구 능력 및 과학적 태도에 미치는 영향. *한국생물교육학회지*, 35(2), 201-211.
- 장경애, 차희영(2006). 강화 남단 갯벌에 적용 가능한 탐조 활동 중심의 생태 체험 학습 프로그램 개발 및 적용 효과. *한국생물교육학회지*, 34(4), 439-452.
- 정완호, 권치순, 김재영, 임채성(1996). 초등학교 자연과에서의 야외 수업 실태와 개선 방안 및 지도 방략. *초등과학교육*, 15(1), 151-165.
- 주은정, 김재근(2009). 낙동강 일대와 중부지역 주요 습지의 토양 종자 은행 분석. *환경복원녹화기술학회지*, 12(5), 77-91.
- 한광래(2003). 메뚜기를 이용한 초등학교 학생들의 관찰 능력 조사. *초등과학교육*, 22(1) 121-129
- 황세영(2003). 자연체험활동의 교육적 의미. *서울대학교 석사학위논문*.
- Berkowitz, A. R., Ford, M. E. & Brewer, C. A. (2005). A framework for integrating ecological literacy, civics literacy and environmental citizenship in environmental education. In E. A. Johnson & M. J. Mappin (Eds.), *Environmental education and advocacy: Perspectives of ecology and education*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Capra, F. (1996). *The web of life*. London: Harper Collins.
- Chawla, L. (1998). Significant life experiences revisited: a re-

- view of research on sources of environmental sensitivity. *Environmental Education Research*, 4, 369-382.
- Cutter-MacKenzie, A. & Smith, R. (2003). Ecological literacy: The 'missing paradigm' in environmental education (part one). *Environmental Education Research*, 9(4), 497-523.
- Fenner, M. (2000). *Seeds: The ecology of generation in plant communities*. 2nd Ed. CABI Publishing. London. UK.
- Hale, M. (Ed.) (1993). *Ecology in education*. Great Britain at the University Press, Cambridge.
- Ju, E. J. & Kim, J. G. (2011). Using soil seed banks for ecological education in primary school. *Journal of Biological Education*, 45(2), 93-101.
- Leck, M. A., Parker, V. T. & Simpson, R. L. (Eds.) (1989). *Ecology of soil seed banks*. San Diego, California: Academic Press.
- Lindemann-Mathies, P. (2006). Investigating nature on the way to school: responses to an educational programme by teachers and their pupils. *International Journal of Science Education*, 28(8), 895-918.
- Magntorm, O. & Hellden, G. (2007). Reading nature from a 'bottom-up' perspective. *Journal of Biological Education*, 41(2), 68-75.
- Malone, K. & Tranter, P. J. (2003). School grounds as sites for learning : making the most of environmental opportunities. *Environmental Education Research*, 9, 283-303.
- Orr, D. (1992). *Ecological literacy*. Albany, NY: State University of New York Press.
- Palmer, M., Bernhardt, E., Chomesky, E., Collins, S., Dobson, A. & Duke, C. (2004). Ecology for a crowded planet. *Science*, 304, 1251-1252.
- Pascoe, F. (1994). Using soil seed banks to bring plant communities into the classroom. *The American Biology Teacher*, 56(7), 429-432.
- Regnier, E. E. (1994). Teaching seed bank ecology in an undergraduate laboratory exercise. *Weed Technology*, 9, 5-16.
- Rottle, N. D. & Johnson, J. M. (2007). Youth design participation to support ecological literacy: Reflections on charrettes for an outdoor learning laboratory. *Children, Youth and Environment*, 17(2), 484-502.
- Tanner, T. (1980). Significance life experiences: A new research area in environmental education. *Journal of Environmental Education*, 11(4), 20-24.
- Ter Heerdt, G. N. J., Verweij, G. L., Bekker, R. M. & Bakker, J. P. (1996). An improved method for seed-bank analysis: seedling emergence after removing the soil by sieving. *Functional Ecology*, 10, 144-141.
- Thomson, K. & Grime, J. P. (1979). Seasonal variation in the seed banks of herbaceous species in ten contrasting habitats. *Journal of Ecology*, 67, 893-921.