

초등학생의 관찰 능력과 과학 창의성의 관계 분석 - 야외 식물 관찰 학습 사례를 중심으로 -

김현주 · 김민주 · 임채성[†]

Relationship between the Observation Ability and Scientific Creativity of Elementary Students: Focus on Observation Learning of Outdoor Plants

Kim, Hyun-Ju · Kim, Min-Ju · Lim, Chae-Seong[†]

국문 초록

본 연구는 야외 식물 관찰 학습에서 초등학생의 관찰 능력과 과학 창의성의 관계를 알아보고, 관찰 능력과 과학 창의성에 영향을 미치는 요인에 대해 알아보았다. 이를 위해 서울특별시 5학년 21명을 대상으로 야외 식물 관찰 학습을 시행했다. 관찰 과제를 통해 학생의 관찰 능력과 과학적 창의성을 평가하여 정량적 자료를 얻은 뒤, 식물 관찰에 대한 학생과의 면담을 통해 정성적 자료를 얻었다. 이외에도 연구자의 참여 관찰 기록, 학생의 활동 결과물 등 다양한 자료를 수집함으로써 연구의 타당성을 높이고자 했다. 본 연구의 주요 결과는 다음과 같다. 첫째, 초등학생을 관찰 능력과 과학 창의성 상·하 수준에 따라 HH(고관찰-고창의)형, HL(고관찰-저창의)형, LH(저관찰-고창의)형, LL(저관찰-저창의)형의 4개 집단으로 유형화한 결과 전체 학생 21명 중 HH형과 LL형에 속한 학생이 15명으로 관찰 능력이 높을수록 과학적 창의성이 높은 것으로 나타났다. 둘째, 관찰 능력과 과학 창의성은 정적인 상관관계를 보였으며, 특히 과학 창의성 요소 중 독창성과도 관찰 능력과 약한 정적 상관관계를 보였다. 셋째, 야외 식물 관찰 학습에서 초등학생의 관찰 능력에 영향을 미치는 요인은 평상시 식물 관찰 빈도와 식물 관찰 학습에 대한 흥미, 식물 관찰 학습에서의 협력이었다. 넷째, 야외 식물 관찰 학습에서 과학 창의성에 영향을 미치는 요인은 관찰 능력과 식물 관련 지식의 양임을 알 수 있었다. 이러한 분석을 바탕으로, 본 연구는 관찰 능력과 과학 창의성을 향상시키기 위한 교육적 방법에 대해 논의하였다.

주제어: 관찰 능력, 과학 창의성, 식물 관찰

ABSTRACT

This study aimed to analyze the relationship between the observation ability and scientific creativity of elementary students through observation learning of outdoor plants and to identify the factors that influence the two constructs. The study recruited 21 fifth-graders in Seoul. After evaluating observation ability and scientific creativity through observation tasks, qualitative data were obtained through interviews with students about their observation of the plants. Additionally, the study collected various materials, such as the observation records and worksheets of the students to verify the validity of research. The main results of this study are as follows. First, the students were first classified into four groups according to levels of observation ability and scientific creativity. The result demonstrated that the higher the level of observation ability, the higher the level of scientific creativity. Second, observation ability and scientific creativity pointed to a positive correlation. Furthermore, originality, which is one of the components of scientific creativity, indicated a weak positive correlation with observation ability. Third, the factors that influenced observation ability were frequency of plant

observation and interest and cooperation in observation learning, and those of scientific creativity were observation ability and the level of plant-related knowledge. Lastly, the study discussed educational methods for improving observation ability and scientific creativity.

Key words: observation ability, scientific creativity, plant observation

I. 서 론

모든 사람에게겐 창의적 잠재력이 있으며, 이는 교육을 통해 개발할 수 있다(Feldman, 1993; Guilford, 1950; Osborn, 1963; Rogers, 1954). 창의성은 복잡하고 다면적이라는 성격을 띠므로(성진숙, 2002) 적절한 정의를 찾기까지 많은 노력이 필요했다. Amabile (1996)과 Ghiselin(1963)은 창의성은 창의적 산물에 의해 정의되고 측정되어야 한다고 주장하였다. 창의적 산물이 창의적 특성을 띠기 위해서는 독창성(참신함)과 유용성(적절성)을 동시에 만족시켜야 하므로(Bruner, 1962; Gardner, 1989; Gilhooly, 1988; Mumford *et al.*, 1994), 창의성은 “새로우면서 유용한 아이디어를 생성해낼 수 있는 능력”으로 정의되고 있으며 많은 연구자들이 이 정의를 따르고 있다(Mayer, 1999; Ochse & Ochse, 1990; Sternberg, 1998).

이러한 창의성의 특성에 대한 시각은 영역 특수성(domain-specific)과 영역 일반성(domain-general) 두 가지 관점으로 나뉜다. 현재 과학 창의성을 영역 특수적이라고 보는 관점이 주를 이루고 있어서(Alexander, 1992; Amabile, 1987; Csikszentmihalyi, 1996, Cropley & Cropley, 2005), 과학 창의성은 확산적 사고와 같은 창의적 사고만으로 발현되는 것이 아니라 영역 특수적인 지식(Weisberg, 1999)과 기능이 함께 사용되어 발현된다고 본다(박종원, 2004; Hu & Adey, 2002). 임채성(2015)은 과학 창의성을 ‘과학적으로’ 새롭고 유용한 아이디어를 생성해낼 수 있는 능력으로 보았는데, 이에 따라 과학 창의성의 특성에 맞는 효과적인 교육 방향을 설정하기 위해 과학 창의성에 영향을 주는 많은 요인에 대한 연구가 진행되었다.

Sternberg & Lubart(1996), Simonton(2004) 등은 과학 창의성에 영향을 주는 것에는 어떤 것들이 있으며, 각 요인들이 어떤 방식으로 과학 창의성에 영향을 주는지 연구하였다. 과학 창의성에 영향을 주는 요인들은 크게 인지적 요인과 정의적 요인, 환경적 요인으로 나눌 수 있으며, 인지적 요인에는 과학 관

련 지식, 과학 탐구 능력, 문제 발견 능력 등이 있다(Hayes, 1989; Mansfield & Busse, 1981; Simonton, 1988; Wolpert, 1992). 정의적 요인에는 성격 특성과 내·외적 동기(Sternberg & Lubart, 1993)가 있으며, 환경적 요인에는 물리적인 환경과 더불어 교사와 동료 학생과의 관계, 부모와의 관계(Amabile, 1983; Harrington *et al.*, 1987)등이 있다.

과학 창의성에 영향을 주는 요인 중 하나인 관찰 능력은 과학 탐구 능력 중 하나이면서, 과학 개념의 이해와 발달, 변화에 있어서 중요한 역할(Gott & Welford, 1987; Klahr *et al.*, 1993; Malcolm, 1987)을 한다. 초등학생들은 관찰을 통해 세상을 배우기 때문에(Rogoff *et al.*, 2003), 과학 교과에서 관찰은 자주 사용되는 탐구 기능이다. 과학교육에서 관찰은 안구 운동 이상의 것(Hanson, 1961)으로, 학생들은 감각 기관을 통해 감지한 정보를 과학적 지식과 이론을 활용하여 해석한다(Ault, 1998; Finley & Poci, 2000; Mayr, 1982; Norris, 1984). 이처럼 관찰 능력은 학생이 과학 개념을 이해하는 데 중요한 역할을 한다(김영신 등, 2006). 여기서 과학 개념이란, 자연의 물체와 성질, 사건 등에 대한 정보를 추상화한 것으로, 과학 지식의 바탕이 된다(박승재와 조희형, 1998). 과학 지식과 과학 창의성 사이에 정적 상관관계가 있다(김현주 등, 2020)는 것을 고려했을 때, 관찰 능력의 향상은 과학 창의성 향상에도 어느 정도 영향을 미칠 수 있음을 짐작할 수 있다.

Conant(1976)가 ‘관찰과 창의성은 불가분의 관계에 있다.’고 말했듯, 관찰 능력과 과학 창의성의 관계는 학자들의 관심을 끌었으며, 이는 기존 문헌에서 확인할 수 있다. 송숙희(2008)는 관찰이 창의적 활동의 시작으로 창조적인 활동을 하는 예술가는 관찰한 것에서 영감을 얻거나 창작한다고 하였으며, 박현주(2014)는 과학자는 관찰한 자연현상을 설명하기 위해 과학적 개념을 구성한다고 하였다. 또한, 경험이 풍부할수록 사고의 폭은 넓어지는데(김영관, 2011), 경험의 종류 중 하나인 관찰 활동이 창의성 신장에 효과적이라는 것(박현주, 2014)이 선행연구를 통해 밝혀진 바 있다.

그러나 현재 학교 현장에서 관찰은 학생의 창의성 신장을 위한 수단보다, 과학적 이론과 현상을 주어진 과정에 따라 확인하기 위한 수단으로 활용되고 있다(곽영순 등, 1995; 이시은과 최선영, 2013). 이는 교실에서 관찰 활동을 주도하는 주체가 교사이며, 학생은 주로 교사의 지시에 따라 관찰하기 때문이다. 안타깝게도 학교 현장에서 학생이 주도적으로 관찰하고 관찰 현상에 대해 의문을 품는 활동은 잘 이루어지고 있지 않은 실정이다(이시은과 최선영, 2013).

학교에서의 관찰 활동에 관한 선행연구들을 살펴보면 과학적 관찰을 유형화하고 분류 체계를 고안한 연구(권용주 등, 2005; 배진호 등, 2013; Chadwick & Barlow, 1994)가 있으며, 과학 영재학생과 일반 학생의 관찰 방법과 행동을 비교한 연구(김영신 등, 2006)와 관찰 과제에 따른 학생의 관찰 특성을 분석한 연구(권용주 등, 2007; 박명희 등, 2005; 박윤자 등, 2001) 등이 수행되었다. 이렇듯 학교 관찰 활동에 관한 연구는 주로 관찰의 유형과 행동에 대한 분석 연구(박명희 등, 2005; 이해정 등, 2010)로서 관찰 능력에 영향을 미치는 요인과 과학 창의성에 영향을 미치는 요인으로서의 관찰 활동에 대한 연구는 미비하다. 박현주(2014)는 학생의 관찰 활동이 창의성에 영향을 준다는 것을 밝혔지만, 이는 관찰 활동 전·후의 창의성 검사 점수를 단순 비교한 것으로 관찰 활동이 창의성과 어떤 관련이 있는지 알기 위해선 학생의 인식 조사와 같은 정성적인 접근 또한 필요하다. 또한, 연구에 활용된 창의성 검사 도구는 Torrance(1974)의 TTCT(Torrance Test of Creative Thinking)를 기초로 한 것으로, TTCT 검사는 대표적인 창의성 검사로서 공인된 타당도(Davis, 1997)로 인해 보편적으로 널리 쓰인다. 하지만 TTCT 검사는 창의성에 대한 영역 일반적 접근으로 개발되어 확산적 사고가 강조된 검사로서(Kim, 2006) 실제적인 과학 창의성을 평가하기에는 어려움이 있다.

또한 관찰 능력에 영향을 미치는 요인과 관련하여 사전에 가진 지식의 양이 관찰에 큰 영향을 미친다는 연구 결과가 있지만(임재근, 2010; Gijlers & Jong, 2005), 사전지식이 적은 대상을 관찰할 때 학생의 관찰 능력에 영향을 미치는 요인에 관한 연구는 미비하다. 학생은 문제 해결 과정에서 사전지식이 적다고 느끼면 관찰 기능을 사용한다는 선행연구

구(김민주와 임채성, 2022)에 따라 본 연구에서는 학생의 사전지식이 적은 식물을 관찰 대상으로 선정하고 관찰하도록 한 뒤 과학 창의성 문제를 해결하도록 하였다. 이 과정을 통해 연구자는 초등학생의 관찰 능력과 과학 창의성의 정량적 관계에 대해 알아보고, 관찰 능력과 과학 창의성 수준에 따라 학생들을 유형화한 후 참여 관찰 기록 및 면담 사례를 토대로 유형별로 나타나는 사례들에 주목하였다. 이렇게 학생을 유형화하는 유형화 연구(typology research)는 유사한 특징을 가진 학생들끼리 분류하여 각 유형에 대한 깊이 있는 설명을 제공할 수 있기 때문이다. 유형별 사례를 통해 초등학생의 관찰 능력 및 과학 창의성에 영향을 미치는 요인에 대해 알아보고 각각의 사례에서 관찰 능력과 과학 창의성 학습에 대한 심층적인 이해를 구하고자 했다.

이 연구의 목적은 야외 식물 관찰 학습을 통해 초등학생의 관찰 능력과 과학 창의성의 관계를 알아보고, 관찰 능력과 과학 창의성 수준에 따라 학생을 유형화하였을 때, 유형별로 나타나는 사례들을 통해 관찰 능력과 과학 창의성에 영향을 미치는 요인에 대한 심층적인 이해를 구하는 데 있다. 이를 통해 관찰 능력과 과학 창의성의 향상을 위한 실질적인 과학 학습 방법과 환경에 대한 개선 방안을 모색하고자 하였다.

이 연구의 연구 문제는 다음과 같다.

- 첫째, 야외 식물 관찰 학습에서 초등학생의 관찰 능력과 과학 창의성의 관계는 어떠한가?
- 둘째, 관찰 능력과 과학 창의성에 영향을 미치는 요인에는 어떤 것이 있는가?

II. 연구 방법 및 절차

1. 연구 참여자

본 연구에서 연구 참여자로 선정된 학생은 초등 학교 5학년 학생 22명이다. 이들을 연구 참여자로 선정한 까닭은 첫째, 학생의 관찰 능력과 과학 창의성을 살펴보기 위해서는 일정 수준 이상의 과학 탐구 능력과 과학 창의성 능력이 갖추어져 있어야 하기 때문이다. 초등 교육과정 상 과학을 학습하는 3~6학년 중 5학년 학생들이라면 과학 탐구 능력과

Table 2. Students' prior knowledge of persimmon trees

감나무에 대한 사전 지식	응답 빈도
감이 열린다.	14 (27.5)
우리 학교의 교목이다.	9 (17.7)
가을에 열매가 익는다.	7 (13.7)
나무다.	7 (13.7)
여러해살이 식물이다.	4 (7.8)
옛날 사람들이 까치를 위해 감을 조금 남겨뒀다.	3 (5.9)
열매가 주황색이다.	3 (5.9)
기타	4 (7.8)
합계	51 (100)

과학 창의성을 발휘할 기본 기능을 어느 정도 갖추었을 것으로 보았다. 둘째, 2015 개정 교육과정 상 초등 5학년 학생들은 4학년 1학기과 2학기에 배우는 ‘식물의 한살이’ 단원과 ‘식물의 생활’ 단원을 학습하였기 때문에 연구 참여 학생들이 식물에 대한 기초적인 지식이 어느 정도 있다고 보았다.

연구 참여자 22명은 모두 같은 반에 속하며, 그 중 수업에 참석하지 않아 검사 실시에 응하지 않은 1명을 제외하고 총 21명의 관찰 능력과 과학 창의성에 대한 검사 및 설문과 면담 결과를 분석하였다. 연구 참여자들의 구체적인 정보는 Table 1과 같다.

2. 야외 식물 관찰 학습

학생의 관찰 능력 및 과학 창의성을 알아보기 위해 활용한 야외 식물 관찰 학습 과제의 개발 과정

Table 1. The characteristics of the participants

	연구 참여	연구 미참여	계
남	12	1	13
여	9	0	9
계	21	1	22

은 Fig. 1과 같다.

학생들은 동물이나 식물과 같은 생물에 관심이 많으며(백자연 등, 2015), 구성주의 이론에 따르면 구체적 조작 단계에 있는 초등학생은 실물을 경험하며 체험하는 활동이 적합하다고 한다. 이에 연구자는 비교적 관찰과 조작이 용이한 식물을 관찰 대상으로 선정하였다. 또한 생명 영역의 학습은 야외 실습과 같은 체험 형태로 이루어지면 학생의 흥미를 유발하며 학습 효과도 높일 수 있으므로(Kim *et al.*, 2000) 학교 화단인 야외에서 식물을 관찰하도록 하였다.

1) 관찰 대상의 선정

연구자는 식물을 관찰할 야외 장소로 학교 화단을 선정하였다. 그 이유는 관찰 접근성이 좋고, 학생들에게 친숙한 장소이기 때문에 편안한 환경 속에서 자유롭게 심도 있는 관찰을 할 수 있으리라 기대하였기 때문이다. 이에 학교 화단에 있는 여러 식물에 대한 학생들의 사전지식을 알아보기 위해 화단의 식물에 대해 알고 있는 것들을 자유롭게 작성하게 하였고, 그 결과 감나무와 참나리를 관찰 대상으로 선정하였다.

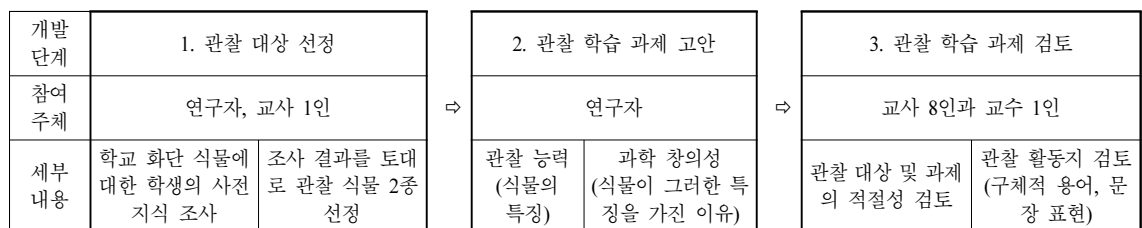


Fig. 1. The development process of outdoor plant observation task

감나무는 연구 참여자들이 속한 학교의 교목이며, 학교 곳곳에 심겨 있어 학생들에게 친숙한 식물이다. 그러나 Table 2와 같이 감나무에 대한 학생들의 사전지식을 범주화한 결과, 학생들은 감나무에 대한 사전지식이 적음을 알 수 있었다. 학생들이 감나무에 대해 가진 지식은 대체로 보편적이며 관찰하지 않아도 알 수 있는 지식이었다. 이에 학생들에게 친숙하면서도 알고 있는 지식의 양의 개인차가 적은 감나무를 관찰 대상으로 선정하였다.

참나리에 대한 학생들의 사전지식을 범주화한 결과는 Table 3과 같다. 참나리를 모른다고 응답한 학생들이 21명 중 12명으로서 과반수 이상이었다(54.5%). 참나리는 많은 학생이 관찰 경험이 적다고 응답한 식물이었으며, 사전지식 또한 적은 식물이었다. 참나리는 감나무처럼 학생들에게 친숙한 식물은 아니다. 하지만, 유경진 등(2010)에 의하면, 관찰 대상이 다양한 특징을 가지면 관찰 활동이 단조롭지 않으며, 학생들이 호기심을 갖게 되고 흥미를 갖게 된다고 한다. 이에 참나리는 화단에 있는 다른 식물들에 비해 눈에 띄는 관찰 요소가 많아 학생들이 흥미롭게 관찰할 수 있을 것으로 간주하여 관찰 대상으로 선정하였다.

2) 관찰 학습 과제 고안

관찰 학습 과제는 학생의 정성적인 과학적 관찰 능력과 과학 창의성이 정량적으로 평가될 수 있는 과제로 선정하였다. 연구자는 관찰 능력을 평가하기 위해 학생들과 야외로 나가 관찰 대상인 식물 2종을 자유롭게 관찰하고, 관찰한 사실들을 관찰 활동지에 모두 기록하도록 하였다. 이때 학생들에게 관찰 과제에 필요한 준비물로 안내한 것은 필기도구, 활동지, 자였다. 자는 정량적 관찰도 가능하게 하기 위함이었다. 학생들이 관찰 활동지에 기록한

것들은 학생의 관찰 능력의 상·하위 수준에 따른 유형화를 위해 분석 단계에서 권용주 등(2007)의 상대적 관찰력지수 산출식을 활용하여 관찰 점수를 산출하였다.

연구자는 학생의 과학 창의성을 평가하기 위해 관찰한 식물 2종이 그러한 특징을 가지고 있는 이유(그러한 특징이 식물이 살아가는 데 또는 번식하는 데 이로운 점)를 작성하도록 하였다. 김영수(2010)는 과학 창의성의 한 종류로서 생물 창의성을 정의하였는데, 생물 창의성이란 ‘생물 지식을 기반으로 새롭고 유용한 아이디어(생물 개념 간의 새로운 관계)나 생물학적인 문제 해결 방법을 구성할 수 있는 능력’이다. 그러나 초등학교생이 생물학계에 인정될 만큼 새로운 아이디어나 문제 해결 방안을 구성하는 것은 불가능에 가깝다. 이에 초등학교 수준에서 발휘할 수 있는 생물 창의성은 기존에 알지 못했던 개념들의 새로운 관계를 생각해 내는 것이라고 할 수 있다.

과학 교육과정 상 생명 영역이 갖는 두 가지 과학적 본성은 경험적 속성과 분석적 속성으로, 경험적 속성(empirical attribute)은 사실과 현상을 설명한다는 것(factual and phenomenological explanation)이며 분석적 속성(analytical attribute)은 자연 세계에 대해 타당한 설명을 하는 것으로 현상에 대한 궁극적 설명(ultimate explanation)을 한다는 것이다(Jardine, 2000; Mayr, 1997; Rigden, 1983). 이를 생물 창의성 정의와 결합한다면, 학생이 식물의 특징을 관찰하고 그러한 특징을 가진 이유를 생각하는 것은 관찰한 사실과 현상을 설명하고 현상에 대한 궁극적 설명을 하기 위해 기존에 알고 있는 식물 개념을 활용하여 새로운 관계를 생각하는 과정이라고 보았다. 구성주의적 관점에서 자연현상에 대한 설명을 생성하고 그것을 확인하는 과정은 창의적

Table 3. Students' prior knowledge of tiger lily

	참나리에 대한 사전 지식	응답 빈도
참나리 사전 지식 범주화	모른다.	12 (42.9)
	우리 학교에 있는 식물이다.	3 (10.7)
	줄기에 맺힌 살눈으로 번식한다.	3 (10.7)
	씨가 떨어진 곳에서 식물이 자란다.	3 (10.7)
	검정색 열매가 맺힌다.	3 (10.7)
	기타	4 (14.3)
	합계	28 (100)

과정들을 수반하기 때문이다(Newton, 2010).

3) 관찰 학습 과제 검토

관찰 대상 선정, 관찰 학습 과제 고안 과정을 통해 개발된 과제 및 활동지는 초등 과학교육을 전공으로 석·박사 학위를 취득하거나 취득 과정 중에 있는 교사 8인과 교수 1인의 검토를 거쳐 개발되었다. 우선하여 관찰 대상 및 과제의 적절성에 대한 검토를 통해 야외 식물 관찰 학습의 내용 타당도를 확인하였다. 다음으로는 관찰 활동지에 서술된 용어와 문장 표현의 적절성에 대해 검토를 했다.

3. 자료 수집 및 분석

본 연구는 학생의 관찰 능력과 과학 창의성을 평가하여 정량적 자료를 수집한 뒤, 도출된 결과를 활용하여 정성적 자료를 얻는 순차적 설명 혼합 연구 방법(Creswell, 2011)을 사용하였다. 이 연구에서 정량적 자료와 정성적 자료의 분석은 별개로 진행되었는데, 정량적 자료 분석이 이루어진 후 도출된 결과에 따라 정성적 자료 분석을 통해 관찰 능력과 과학 창의성에 영향을 미치는 요인을 탐색했기 때문이다.

정량적 자료는 학생의 관찰 점수와 과학 창의성 점수로, 관찰 능력과 과학 창의성 간의 관계를 분석하고자 SPSS 프로그램의 Pearson 상관관계수분석과 단순회귀분석을 실시하는 데 활용되었다. 정성적 자료는 학생과의 면담, 연구자의 참여 관찰 기록 등으로 관찰 능력과 과학 창의성에 영향을 미치는 요인을 탐색하는 데 활용되었다. 연구자는 정성적 자료를 분석하는 과정에서 관찰 능력과 과학 창의성 수준에 따라 학생을 유형화한 뒤, 같은 유형에 속한 학생들 간에 공통적인 사례가 있는지 확인하고자 했다. 사례연구는 수집된 자료를 바탕으로 특정 현상 또는 사례에 집중하여 그 현상을 특징짓는 요인들의 관계를 발견하는 것을 목적으로 하는데(Merriam, 1988), 사례 간 분석(Cross-cases analysis)을 통해 각 유형에 속한 학생들의 공통적 사례에서 해당 학생들의 관찰 점수 또는 과학 창의성 점수가 높거나 낮은 원인을 도출하고자 했기 때문이다.

이에 연구자는 수집된 자료들을 반복적으로 검토하며 유형별 사례에서 찾아낸 의미들의 정확성을 높이기 위해 동료 보고(peer debriefing)를 활용하였다. 제 2저자(현직 초등학교 교사이며 과학교육

과 박사 수료)는 수집된 자료와 연구자가 자료를 통해 분석한 결과를 교차 검증하며 그에 대해 질문하고 합의가 이루어질 때까지 논의를 진행하였다. 또한, 연구자는 학생들과의 면담, 참여 관찰 기록, 활동 결과물과 같이 다양한 자료를 활용하여 삼각검증을 함으로써 연구의 타당성을 확보하고자 했다.

1) 관찰 능력 검사 도구

야외 식물 관찰 학습 과제 중 학생의 관찰 능력을 평가하기 위해 개발된 활동지는 관찰 대상으로 선정된 학교 화단의 감나무와 참나리를 40분 동안 자유롭게 관찰한 뒤 관찰한 식물의 특징을 작성하게 되어 있었다. 학생의 관찰 능력의 정량적인 수치화를 위해 권용주 등(2007)의 상대적 관찰력 지수 산출식을 참고하여 본 연구의 상황에 맞게 채점 기준을 설정했다. 권용주 등(2007)의 상대적 관찰력 지수 산출식은 다음과 같다.

$$OQ_R = \frac{\sum(L E_n / H P_{L E}) \times \sum(D O_n / H P_{D O}) \times D / H P_D}{\text{상대적 관찰력지수} = \{ \text{첫 번째 관찰지식 (관찰의 수준 / 집단 내 관찰 수준의 최고점)} \\ \times \text{각 지식의 객관도 합 / 집단 내 객관도 합의 최고점} \} + \\ \dots + n \text{ 번째 관찰지식} \times \text{관찰의 다양도 / 집단 내 다양도의 최고점}}$$

위 식에서는 학생들이 작성한 관찰지식의 수, 관찰의 정확성(객관도), 관찰지식의 깊이(관찰의 수준), 관찰 방법의 다양성(다양도) 측면에서 관찰 능력이 산출된다. 즉, 학생이 작성한 관찰지식의 수가 많을수록, 사실에 기반한 관찰, 정량적인 관찰을 했을수록 높은 점수를 받기가 쉬운 것이다. 또, 관찰 대상에 대한 기초적인 정보만이 아니라 총체적이며 깊이 있는 관찰을 하고 다양한 방법을 활용하여 많은 유형의 관찰을 했을수록 높은 점수를 받게 되는 것이다.

여기서 관찰 방법의 다양도를 평가하는 데 활용되는 많은 유형의 관찰이란, 권용주 등(2005)의 관찰 유형 분류 틀에 의해 분류했을 때, 각각의 관찰 지식에서 형성된 유형의 수이다. 분류 기준은 6개 ① 관찰에 사용된 감각 기관의 종류, ② 관찰 대상의 조작 여부, ③ 정량 관찰의 여부, ④ 관찰의 시간 종속성, ⑤ 전체 관찰/부분 관찰, ⑥ 비교 관찰의 여부)이다.

본 연구에서는 ‘② 관찰 대상의 조작 여부’와 ‘④ 관찰의 시간 종속성’은 채점 기준에서 제외하였으며, ‘⑤ 전체 관찰/부분 관찰’을 ‘⑤ 관찰한 식물의

기관'으로 수정하였다. '② 관찰 대상의 조작 여부'와 '④ 관찰의 시간 종속성'을 채점 기준에서 제외한 까닭은 2종의 식물을 40분 동안 관찰하는 과제의 특성상, 시간의 흐름에 따라 관찰 대상이 달라지는 모습을 관찰한다는 것과 살아 있는 식물인 관찰 대상을 조작하는 것이 불가능했기 때문이다. 또한 분류 기준을 '⑤ 관찰한 식물의 기관'으로 수정한 까닭은 관찰 유형 분류 틀에 분류된 유형의 수가 많을수록 다양도가 높은 것으로 평가되는데, 분류 기준 중 하나인 '전체 관찰/부분 관찰'이 관찰 방법의 다양도를 평가하기에 부족함이 있다고 판단하였기 때문이다. 기존의 분류 기준에 의하면 학생이 식물의 어떤 기관을 관찰하더라도 부분 관찰로 분류하기 때문에 다양도 면에서 높은 점수를 받기가 어렵다. 이를 보완하기 위해 관찰의 다양도를 평가할 때, 관찰 분류 틀의 분류 기준 중 하나인 '전체 관찰/부분 관찰'을 '관찰한 식물의 기관'으로 하여 기준을 다양화하였다. 위와 같은 방법으로 본 연구에서 학생 12가 참나리 관찰 과제에서 활동지에 작성한 관찰지식 일부는 Table 4와 같다. 학생들이 작성한 관찰지식은 권용주 등(2007)의 상대적 관찰력 지수 산출식을 참고하여 채점한 뒤 두 식물의 관찰 점수 평균값을 학생의 관찰 점수로 책정하였다.

2) 과학 창의성 검사 도구

본 연구에서 학생들의 과학 창의성을 평가하기 위해 개발된 활동지는 학생들이 야외 식물을 관찰한 뒤, 관찰한 결과를 토대로 식물이 그러한 특징을 가지고 있는 이유(그러한 특징이 식물이 살아가는 데 또는 번식하는 데 이로울 점)를 작성하게 되

어 있다. 학생들이 작성한 검사지는 임채성(2014)의 과학 창의성 공식에 따라 채점하였으며, 하나의 식물에 대한 창의적 아이디어가 여러 개일 경우 가장 높은 점수를 받은 아이디어를 분석에 사용하였고 두 식물에 대한 과학 창의성 점수의 평균값을 학생의 과학 창의성 점수로 책정하였다.

임채성(2014)의 학생 과학 창의성을 평가하는 공식은 다음과 같다.

$$SC = [(1 - \frac{n-1}{N-1}) \times 10] \times U$$

위 식에서 SC는 과학 창의성(scientific creativity)이다. 이 공식을 통해 아이디어의 창의성 즉, 독창적이고 유용한지를 100점 만점으로 평가할 수 있다. $[1-(n-1)/(N-1) \times 10]$ 에서 n은 집단 내에서 특정한 아이디어를 제시한 학생의 수이며, N은 집단의 전체 구성원 수이다. $[1-(n-1)/(N-1) \times 10]$ 항은 0에서 10 사이의 값을 나타내는데, 이는 그 아이디어가 얼마나 희귀한지 나타낸다. 이는 창의성의 요소 중 독창성에 해당하는 것으로서, 10에 가까울수록 독창성 점수가 높음을 뜻한다. U는 아이디어가 얼마나 과학적으로 타당한지 나타낸다. 이는 창의성의 요소 중 유용성에 해당하며, 평가자가 1에서 10 사이의 값을 결정하여 나타내게 되는데 이때 평가자의 주관에 개입할 가능성이 크다. 이에 평가의 객관성을 확보하기 위해 유용성 평가를 다수의 평가자가 실시한 뒤 평가 점수의 평균값을 유용성 점수로 사용하기로 하였다. 아이디어의 유용성에 대한 4인의 평가자 간 신뢰도는 SPSS 프로그램을 활용하여 급내 상관 계수(ICC: Intra-class Correlation Coefficient)

Table 4. The classification of observational knowledges generated by student 12 in the tiger lily observation task

학생 12가 생성한 관찰지식	분류 기준			
	사용된 감각 기관	정량 관찰 여부	관찰한 식물의 기관	비교 관찰 여부
꽃이 열린다.	시각	정성	꽃	무비교
꽃잎의 길이는 9~10cm정도 된다.	시각	정량	꽃	무비교
꽃이 피기 전엔 고추처럼 생겼다.	시각	정성	꽃봉오리	무비교
잎의 크기가 아래로 갈수록 잎이 크다.	시각	정성	잎	비교
잎 끝이 갈색이다.	시각	정성	잎	무비교
검은 씨앗이 줄기에 있다. (그림)	시각	정성	살눈	무비교
줄기 끝에 꽃이 있다.	시각	정성	줄기	무비교
줄기가 튼튼하다.	촉각	정성	줄기	무비교

를 구하여 분석한 결과, 0.94로 이는 ‘평가자간 신뢰도가 높음’으로 해석(안양희 등, 2012에서 재인용; Fleiss & Cohen, 1993)하므로, 신뢰도가 높음을 알 수 있었다.

3) 참여 관찰 기록과 학생 면담

연구자는 학생들의 야외 식물 관찰 과정을 관찰하기 위해 학생들의 행동이나 담화를 현장에서 메모하며 학생들의 관찰 과정을 기록하였다. 야외에서 자유롭게 이동하며 식물을 관찰하는 활동 특성상, 학생들의 전체 활동 과정을 녹화하거나 녹음하기가 어려웠다. 관찰 대상인 감나무와 참나리가 심겨 있는 거리가 가까웠기 때문에 연구자는 두 식물을 오가며 학생들의 눈에 띄는 행동이나 담화를 현장에서 메모하였다. 야외 식물 관찰 후에 학생들이 기록한 활동 결과물을 수집하여 연구자가 작성한 참여 관찰 기록지와 비교하였다. 또한, 수집된 활동 결과물을 토대로 학생들을 관찰 능력과 과학 창의성 수준에 따라 유형화한 뒤 설문지 작성 결과에 대해 면담을 진행했다. 설문지는 관찰 능력과 과학 창의성에 영향을 미칠 것으로 예상되는 요인들을 선행연구(김현주 등, 2020; 신영준 등, 2009; 이혜정 등, 2010; 임재근, 2010; Izard & Ackerman, 2000)를 통해 선별한 뒤 서술형 4문항으로 설문지를 구성하였다. 설문지는 학생의 식물에 대한 흥미, 평상시 식물 관찰 빈도, 식물 관찰 방법과 자신이 느끼기에 식물에 대해 얼마나 알고 있는지를 묻는 것이었다. 설문지는 학생들이 관찰 활동을 하기 전에 제한 시간 없이 자유롭게 응답하도록 하였다.

학생이 작성한 설문지에 대한 심층적인 답변과 관찰 활동을 하며 느낀 점을 듣기 위해 반구조화된 면담을 진행하였다. 면담 질문은 야외 식물 관찰 활동을 하며 느낀 점과 작성한 설문지에 대해 자세한 설명을 하도록 질문을 구성하였다. 연구자는 면담 녹취록을 반복적으로 들으며 전사하였다. 논문에서는 학생들과의 면담 중 연구 결과를 효과적으로 설명할 수 있는 부분들로 추려서 제시하였다. 위 과정에서 연구자는 연구 참여자들의 담임교사로서 관찰 학습을 지도하며 학생들을 관찰하였고, 면담도 진행하였음을 밝힌다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 야외 식물 관찰 학습에서 드러난 초등학생의 관찰 능력과 과학 창의성의 관계

1) 초등학생의 관찰 능력과 과학 창의성 수준에 따른 그룹화

식물 야외 관찰 학습에서 나타난 초등학생의 관찰과 과학 창의성 점수는 Table 5와 같다. 관찰 능력을 알아보는 검사지는 감나무와 참나리를 관찰하고 두 식물의 특징을 작성하는 검사지이기 때문에, 총점이 존재하지 않고 학생이 작성한 관찰지식을 권용주 등(2007)의 상대적 관찰력 지수 산출식을 이용하여 산출하였다. 관찰 점수의 평균은 4.9점이었고 표준편차는 3.9이었다. 21명의 학생 중 최고점은 18.6점이었으며 최하점은 0.5점이었다. 과학 창의성 검사지는 감나무와 참나리를 관찰하고 그러한 특징을 가지고 있는 까닭을 작성하는 것으로 문항의 개수는 식물당 1문항으로 총 2문항이었다. 각 문항에 대해 임채성(2014)의 창의성 평가 공식으로 창의성 점수를 산출한 뒤 2문항의 창의성 점수를 평균하였다. 21명의 학생 중 최고점은 82.3점이었으며 최하점은 14.8점이었다. 평균 점수는 58.5점이었고 표준편차는 19.5이었다.

Table 5. The results of observation ability and scientific creativity test

	N = 21			
평가 영역	평균	표준편차	최대값	최소값
관찰 능력	4.9	3.9	18.6	0.5
과학 창의성	58.5	19.5	82.3	14.8

Table 6은 초등학생의 관찰 능력과 과학 창의성 점수의 상·하 수준에(평균값 기준) 따라 학생들을 네 그룹으로 나눈 결과이다.

관찰 능력과 과학 창의성 점수가 모두 상위 수준인 그룹을 HH(고관찰-고창의), 모두 하위 수준인 그룹을 LL(저관찰-저창의), 관찰 능력 점수는 상위지만 과학 창의성 점수는 하위인 그룹을 HL(고관찰-저창의), 관찰 능력 점수는 하위지만 과학 창의성 점수가 상위인 그룹을 LH(저관찰-고창의)로 칭하였다. HH형이 8명(38.1%)으로 가장 많았으며, LL

Table 6. The students categorized into four groups according to the levels of their observation ability and their scientific creativity

		과학 창의성	
		하 (Low Level)	상 (High Level)
관찰 능력	상	고관찰-저창의의 형 1(4.8)	고관찰-고창의의 형 8(38.1)
	하	저관찰-저창의의 형 7(33.3)	저관찰-고창의의 형 5(23.8)

[인원수(%)]

형이 7명(33.3%)으로 두 번째로 많았다. LH형은 5명(23.8%)이었으며, HL형은 1명(4.8%)으로 가장 적었다.

관찰은 창의적인 과학자들이 문제 발견 과정에서 사용하는 주된 탐구 기능이며(김영민 등, 2013) 문제 발견력은 창의적 사고의 핵심이라는 점(Starko, 2000; Subotnik & Steiner, 1994)을 고려하였을 때, 문제 발견을 위한 탐구 기능 중 하나인 관찰에서 높은 능력을 보인다면 이는 높은 과학 창의성으로 연결됨을 추측할 수 있다. 선행연구에서도 수준 높은 탐구 능력을 갖출수록 창의성 또한 높은 것이 일반적인 것으로 밝혀졌는데(Yang *et al.*, 2016), 본 연구에서도 고관찰-고창의형, 저관찰-저창의형이 일반적인 유형이고, 고관찰-저창의형, 저관찰-고창의형이 드문 유형인 것으로 나타났다.

2) 초등학생의 관찰 능력과 과학 창의성의 관계

관찰 능력과 과학 창의성 사이의 관계를 알아보기 위하여 Table 7과 같이 관찰 능력과 과학 창의성의 상관관계를 비교하였다. 과학 창의성은 독창성과 유용성 그리고 창의성으로 나누어 각각의 상관관계를 알아보았다. 분석 결과, 관찰 능력과 과학 창의성은 약한 정적 상관관계($r=.46$)를 보였다. 관찰 능력과 독창성은 약한 정적 상관관계($r=.52$)를 보였지만, 유용성과는 유의한 상관관계($r=.39$)가 나

Table 7. The relationship between observation ability and scientific creativity of elementary students

N = 21

변수	과학 창의성		
	독창성	유용성	창의성
관찰 능력	0.52*	0.39	0.46*

* $p<0.05$, ** $p<0.01$

타나지 않았다.

이를 통해 관찰 능력은 과학 창의성과 유의한 상관성이 있으며, 과학 창의성의 요소 중에서도 독창성과 유의한 상관성이 있다는 것을 알 수 있다. 유용성은 정량적 분석 결과 관찰 능력과 상관성을 보이지 않았다. 관찰 점수가 과학 창의성과 그 요소인 독창성 점수와 상관관계를 보인 까닭은, 관찰 능력이 뛰어나면 다른 사람이 놓칠 수 있는 것을 발견할 수 있어 창의적인 사고를 하는 데 도움이 되기 때문이다(Meador, 2003). 여기서 다른 사람들이 놓칠 수 있는 것을 발견한다는 것은 참신한 관찰지식을 획득한다는 것으로, 이는 독창적인 아이디어를 생성하는 데 활용될 수 있다.

그러나 관찰 점수가 유용성 점수와 유의한 상관관계를 보이지 않은 이유는, 유용한 아이디어를 내는 것은 관찰 능력보다 영역 특수적인 지식과 관련이 있기 때문이다. 유용성 점수는 학생이 낸 아이디어가 얼마나 타당한지 평가한 결과로, 그 타당도의 기준이 과학적 지식이기 때문에 영역 특수적 성격을 띠는 것이다(임채성, 2014). 이에 유용성은 관찰기능보다는 과학 지식과 더 관련성이 있어서 관찰 점수와 유의한 상관관계를 맺지 않은 것으로 사료된다.

Table 8은 관찰 능력을 독립변수로, 과학 창의성과 독창성, 유용성을 종속변수로 하여 관찰 능력이 창의성과 그 요소에 미치는 영향을 밝히기 위해 단순회귀분석을 실시한 결과이다.

관찰 점수로 과학 창의성 점수를 예측하는 모형

Table 8. The results of the regression analysis on scientific creativity affected by the observation ability

독립변수	종속변수	비표준화 계수		표준화 계수	R^2 (adj. R^2)	t	F	p
		B	표준오차					
관찰 능력	독창성	0.066	0.025	.52	.27(.23)	2.65	7.01*	.016
	유용성	0.203	0.111	.39	.15(.11)	1.83	3.34	.083
	창의성	2.260	1.009	.46	.21(.17)	3.48	5.01*	.037

* $p<0.05$, ** $p<0.01$

의 통계적 유의성을 검정한 결과, F값은 5.01, 유의 확률은 .037로 본 회귀모형이 통계적으로 유의하다고 할 수 있다. 그러나 결정계수가 .21로 창의성 점수 총 변화량의 21%(수정 결정계수에 의하면 17%)가 관찰 능력에 의해 설명되고 있어 관찰 능력이 과학 창의성에 영향을 미친다고 보기 어렵다. 관찰 점수가 독창성과 유용성 점수에 영향을 미치지 않아야 하기 위해 각각 단순회귀분석을 실시한 결과, 마찬가지로 결정계수가 독창성 점수는 .27, 유용성 점수는 .15이므로 관찰 능력이 독창성과 유용성 모두와 인과관계를 갖는다고 보기 어렵다. 이는 선행연구(김민주와 임채성, 2022)에서 단순 탐구 기능인 관찰과 과학 창의적 산물은 상관성이 있었지만 뚜렷한 인과관계를 보이지 않은 것과 유사한 결과이다. 선행연구에서 관찰이 창의적 산물에 영향을 미치지 않은 까닭은, 창의 산물 산출과 같은 문제해결 상황에서 우리는 강한 방법과 약한 방법 중 하나만을 사용(Newell & Simon, 1972)하기 때문이다. 강한 방법(strong method)은 기존의 지식으로 문제를 해결하는 것이며, 약한 방법(weak method)은 지식에 의존하지 않고, 발견적 방법으로 문제를 해결하는 것이다(Weisberg, 2006). 이에 김민주와 임채성(2022)은 관찰한 생물의 특징으로 창의적인 아이디어를 산출할 때 생물에 관한 사전지식이 있다면 지식을 활용하고 사전지식이 없다면 관찰을 사용하는데, 학생이 지식과 관찰 중 하나를 택하여 창의성을 발휘했기에 관찰과 과학 창의적 산물이 인과관계를 맺지 않았다고 했다.

2. 초등학생의 관찰 능력과 과학 창의성에 영향을 미치는 요인

초등학생의 관찰 능력과 과학 창의성 수준에 따른 유형별 사례들을 통해 각 유형에 속한 학생들의 관찰 능력과 과학 창의성이 높거나 낮은 이유를 탐

색함으로써 이들에 영향을 미치는 요인을 알아보았다.

1) 초등학생의 관찰 능력에 영향을 미치는 요인

가. 식물 관찰 빈도

면담에서 평상시 식물 관찰 빈도에 대해 학생들에게 질문하였을 때, 평소 관찰 빈도가 높은 학생들은 대체로 관찰 능력이 상위 수준임을 알 수 있었다. Table 9는 식물 관찰 빈도에 대한 학생들의 응답을 ‘많다.’ 혹은 ‘적다.’로 이원화시키고, 초등학생을 관찰 능력과 과학 창의성 수준에 따른 유형별로 분류하여 나타난 결과이다.

평소 식물 관찰 빈도가 높은 것이 관찰 능력에 어떻게 영향을 줬는지 알아보기 위해 학생들의 관찰 활동지를 분석한 결과, 식물 관찰 빈도가 높다고 답한 학생들이 많이 속한 HH형 학생들과 식물 관찰 빈도가 낮다고 답한 학생들이 많이 속한 LL형 학생들이 관찰한 식물 기관 개수의 차이가 크다는 것을 알 수 있었다. 관찰한 식물 기관의 개수가 많을수록 관찰의 다양도 측면에서 높은 점수를 받을 수 있어 관찰 점수가 높아질 수 있다. HH형 학생들이 감나무를 관찰하고 작성한 식물의 기관은 잎, 열매, 가지, 열매꼭지, 수피 등 7개인 반면, LL형 학생들은 잎, 열매, 나무 전체로 3개였다. 또한 HH형 학생들이 참나리를 관찰하고 작성한 식물의 기관은 꽃, 꽃봉오리, 살눈, 줄기, 잎 등 8개였지만 LL형 학생들은 꽃, 꽃봉오리, 살눈 3개였다. HH형에 속한 학생 수가 LL형보다 1명이 많지만, LL형에 속한 7명의 학생들이 감나무와 참나리를 관찰하고 작성한 식물의 기관이 각각 3개라는 것은 HH형에 비해 매우 적다는 것을 알 수 있다. 식물 관찰 빈도가 높은 것이 식물의 다양한 기관을 관찰하는 것과 관련이 있다고 생각한 까닭은, 다양한 감각을 활용하고

Table 9. The responses of students' frequency of plant observation according to four groups

[인원수(%)]

유형	식물 관찰 빈도		유형	식물 관찰 빈도	
HH (고관찰-고창의) 8(100)	많다	7 (87.5)	HL (고관찰-저창의) 1(100)	적다	1 (100)
	적다	1 (12.5)		LH (저관찰-고창의) 5(100)	많다
LL (저관찰-저창의) 7(100)	많다	1 (14.3)	LH (저관찰-고창의) 5(100)		적다
	적다	6 (85.7)			

위 표의 비율(%)은 소수 첫째자리까지 반올림한 결과임

많은 정보를 수집하는 관찰은 여러 번의 학습을 통해 길러질 수 있는데(김선복, 2000) 식물 관찰 빈도가 높을수록 다양한 관찰 방법을 활용하고 관찰을 통해 많은 정보를 수집할 수 있을 것이기 때문이다.

또한, 평소 식물 관찰 빈도가 높다고 한 학생 3(HH)과 학생 20(HH)은 참나리에 대한 사전지식을 작성할 때 참나리가 우리 학교 화단에 있는 식물이라고 작성하였으며, 살논의 특징 또한 정확하게 쓴 학생들이다. 특정 영역에 관심이 많을수록 해당 영역에 대한 지식이 많으며, 특정 영역에 대한 지식은 관찰 능력에도 긍정적인 영향을 미친다(Kohlhauf et al., 2011). 그러므로 평소 주변 식물에 관심이 있어서 식물 관찰 빈도가 높았던 학생은 식물에 대한 지식도 많았으며, 이 지식이 관찰 능력에도 긍정적인 영향을 미쳤음을 짐작할 수 있다. 이러한 특징은 학생 20이 참나리를 관찰하는 모습에서도 보였는데, 연구자는 학생 20이 관찰하는 모습을 보고 ‘다른 아이들과는 달리 자를 사용하여 정량적인 관찰을 하려고 노력함. 관찰 활동지에 식물의 기관명을 정확하게 작성함(학교 수업에서 배우지 않은 암술, 수술 사용)’이라고 작성하였다. 이는 학생 20이 다른 학생들에 비해 평상시 식물에 대한 흥미가 높아서 식물 관찰이 익숙한 듯 자의 사용을 포함해서 다양한 관찰 방법을 활용하는 모습이 보였으며, 식물에 대한 지식이 많아 관찰 특징을 작성할 때도 식물의 기관명을 정확하게 작성할 수 있었던 것으로 보인다.

그런데 야외 식물 관찰 활동 중 연구자의 눈에 띈 LL형 학생들은 다른 모습을 보였는데, 이들은 식물 관찰 과제 시 다른 학생들처럼 주체적으로 식물을 관찰하기보다는 연구자를 따라다니며 식물을 관찰했다. 이들이 연구자를 따라다니는 이유는, 관찰 과제를 혼자서 수행하기 어려워 연구자인 교사에게 도움을 받고 싶었기 때문이다. 다음은 학생 1(LL)이 관찰 활동 중에 교사와 나눈 대화이다.

- 학생 1: (관찰 활동지를 보여주며) 선생님, 이 정도면 다 한 거예요?
- 연구자: 식물의 특징을 잘 찾아낸 것 같아요? ○○이가 다 했다고 생각하면 다 한 거야.
- 학생 1: 잘 찾지는 못한 것 같은데. 또 어딜 더 봐야 하는지 모르겠어요.
- 연구자: 식물의 전체적인 모습도 관찰해보고, 가까이 들여다 보면 작은 부분들도 관찰해보세요.

학생 1: 네.

학생 1이 교사에게 ‘또 어딜 더 봐야 하는지 모르겠다.’라고 말한 까닭은 스스로 식물의 특징을 잘 찾지 못했다고 느끼면서도, 식물의 어떤 부분을 더 관찰해야 하는지 어려워 질문한 것으로 보인다. 이는 평소 식물 관찰 경험이 적어 관찰 활동이 익숙지 않았기 때문으로 짐작되는데, 학생 1은 식물 관찰 빈도에 대해 연구자와 면담할 때 ‘식물을 볼 기회가 많지 않아 관찰하지 않는다.’라고 하였다.

학생 9(LL)는 학생 1과 마찬가지로 연구자 주위를 맴돌았으며, 관찰 활동이 끝나지 않았음에도 교실로 언제 가냐는 질문을 했다. 당시 날씨가 더웠으므로 야외 관찰 과제를 서둘러 끝내고 교실로 가고 싶어서 질문한 것으로도 볼 수 있지만, 질문할 때의 태도와 관찰 과제를 수행하는 모습이 평소 학생 9가 교실에서 보이던 모습과는 많이 다른 모습이어서 연구자는 의문을 갖게 되었다. 다음 대화는 학생 9와의 면담 중 일부이다.

- 연구자: 관찰하는 행동 자체는 어렵지 않았지? 그런데 ○○이는 보통 어떤 활동을 하면 늘 몸집해서 적극적으로 하는데 어제는 그렇지 않아 보이더라고. 관찰하는 게 재밌진 않구나. 했어.
- 학생 9: 처음엔 재밌었는데 더웠고 시간이 많이 남았어요.
- 연구자: 그랬구나. 왜 시간이 많이 남았을까?
- 학생 9: 식물을 그렇게 오래 관찰해본 적이 없는 것 같아요.
- 연구자: 평상시에 식물 관찰을 자주 한다고 했는데, 그 이유로 길을 가다 특이한 식물을 발견하면 어떻게 생겼는지 본다고 적었네. 그때도 짧게만 관찰하니?
- 학생 9: 네. 예쁘게 생겼으면 사진 좀 찍고. 특이한 부분을 봐요.

학생 9와의 면담 결과, 학생 9가 야외에서 식물을 관찰하는 상황에서 교실로 빨리 가고자 한 이유는 더운 날씨와 평소 식물 관찰을 오랫동안 하지 않기 때문에 까닭으로 짐작된다. 학생 9는 LL형 학생 중 식물 관찰 빈도가 높다고 생각한 학생이었는데, 눈에 띄는 식물이 있으면 특이한 부분을 보고, 예쁘게 생겼으면 사진을 찍기 때문이라고 하였다. 그런데 예쁜 식물을 보면 사진을 찍고, 특이한 부분을 보는 것은 엄밀히 말해 관찰이 아니다. 관찰은 눈으로 보는 것만이 아니며(한안진, 1987), 학자마다 관찰의 정의는 조금씩 다르지만 ‘다양한 감각

을 이용하여 자연현상에 대한 정보를 수집하는 것을 과학적 관찰이라고 하는 Simpson과 Anderson (1981)의 정의에서 크게 벗어나지 않는다. 관찰 능력은 자연적으로 발달하는 것이 아니라 학습을 통해 발달할 수 있는데(김영신 등, 2006), 평소 식물 관찰을 자주 하지 않는다고 응답한 학생 1과 관찰을 자주 한다고 생각하지만, 단순히 식물을 본 것으로 짐작되는 학생 9는 작성한 관찰지식 개수가 평균보다 적었다. 전체 학생들이 감나무와 참나리에 대해 작성한 관찰지식 개수의 평균이 10.8개였으나, 이들이 작성한 관찰지식은 학생 1은 8개, 학생 9는 7개로 평균에 비해 적었다. 또 관찰한 감나무의 기관은 학생 1은 열매와 잎, 학생 9는 잎이었으며 관찰한 참나리의 기관은 학생 1은 꽃, 꽃봉오리였으며 학생 9는 살눈이었다. 두 학생은 식물 관찰 경험이 적기 때문에 식물에 대한 많은 정보를 수집하기 위해 다양한 부위를 관찰해야 한다는 것과 다양한 감각을 활용해야 한다는 것을 몰라서 작성한 관찰지식도 적었으며, 이에 따라 관찰 점수도 낮았다.

연구 결과 식물 관찰 빈도에 따라 관찰 능력의 발달 정도도 달라짐을 알 수 있었다. 이에 관찰 능력을 향상시키기 위해, 식물을 자주 관찰하는 것이 필요함을 알 수 있다. 다음은 학생 15(HH)와 면담한 결과이다.

연구자: 야외에서 관찰하는 게 어땠어?

학생 15: 재밌었어요.

연구자: 왜? 밖으로 나가서?

학생 15: 아 식물을 좋아해서요.

연구자: 특별히 좋아하게 된 계기가 있어요?

학생 15: 제가 책을 좋아하는데, 식물에 관한 책을 요즘 많이 읽고 있어요. 집에 식물이 좀 많아서 종류도 많고 자주 보니까 좋아요.

면담 결과, 학생 15는 식물을 좋아해서 식물에 관한 책도 읽으며 집에 식물이 많아서 자주 관찰한다고도 하였다. HH형 학생 8명 중 6명(75%)은 식물에 대한 관심이 많다고 하였으며, 그 이유로 가장 빈번하게 언급된 것(6명 중 4명)이 바로 가정에서의 식물 경험이다. 석대웅 등(2009)은 가정에서 식물을 가꾸는 활동은 학생의 호기심을 자극할 수 있고 변화가 풍부한 자연과 생명현상의 관찰 기회가 집안에서 쉽게 이루어지게 된다고 하였다. 고관찰-

고창의형에 속한 과반수의 학생이 가정에서의 식물 가꾸기 경험을 식물에 대한 흥미를 갖게 된 까닭으로 답하였고, 해당 학생들의 식물 관찰빈도가 잦은 것을 통해 가정에서 식물을 가꾸는 것이 학생의 식물에 대한 관심도와 관찰 능력에 긍정적인 영향을 미침을 짐작할 수 있다.

다음은 학생의 식물 관찰 빈도수가 낮은 이유에 대해 알아보기 위해 학생 8(LL)과 면담한 결과이다.

연구자: 어제 우리 다 같이 나가서 참나리랑 감나무 관찰했잖아, 그때 어땠어?

학생 8: 너무 덥고 복잡했어요.

연구자: 복잡했다? 왜 복잡했을까?

학생 8: 평상시에 하는 게 아니다 보니까 그게 좀 힘들었어요

연구자: 평상시에 식물을 관찰하는 게 아니라서? 왜?

학생 8: 네. 딱히 관심이 없으니까 시간도 아깝고...

학생 8과 면담한 결과, 식물에 관심이 없으니 관찰하는데 쓰는 시간을 아깝게 느꼈으며, 평소 식물 관찰을 하지 않는 만큼 야외 식물 관찰 활동을 힘들어했음을 알 수 있었다. 또한, 학생 1(LL), 학생 5(LL), 학생 19(LL)는 식물을 관찰할 기회가 없어서 관찰을 자주 하지 않는다고 응답하였다. 김성일(2007)에 의하면 특정한 활동에 흥미를 느끼는 사람은 그 활동 자체에 긍정적인 태도를 보이고 자발적이고 지속적인 주의집중과 학습 효과를 보인다고 하였다. 식물을 관찰할 기회는 특별히 제공되어야 할 수 있는 것이 아니다. 등갓길에도 이목을 끌 만한 아름답고 특이한 식물을 쉽게 발견할 수 있으며, 조금만 관심을 기울인다면 이러한 식물을 관찰할 기회는 얼마든지 있다. 또한, 선행 연구(Collette & Chiapetta, 1994)에 따르면, 학생은 자신이 관심 있는 것을 관찰하려고 노력하므로, 이러한 학생들의 특성을 고려하여 식물에 관심을 가질 수 있도록 교과과정 내에서 다양한 교육적 자극을 제공해야 함을 알 수 있다.

다음은 식물 관찰 빈도와 관찰 능력의 관계가 부적 관계성을 이루었던 학생들의 사례를 보고 그 이유를 분석한 것이다. 식물 관찰 빈도가 낮음에도 학생 16(HL)과 학생 18(HH)의 관찰 점수가 높은 이유는 학생 16은 야외 식물 관찰 활동에서 흥미를 느껴 열심히 관찰했기 때문인데, 후술할 학생 면담에서 확인할 수 있다. 학생 18은 HH형에 속한 학생 중 유일하게 식물 관찰 빈도도 낮으면서 식물에 대

해 아는 것이 적다고 답한 학생으로, 이는 해당 학생이 초등정보과학 영재학생임을 고려한다면 영재아의 특성 중 하나로서 자신에 대한 과도한 비판이 적용되었음을 짐작할 수 있다(Adderholdt & Goldberg, 1999). 자신이 추구하는 이상적인 이미지를 상상하며 그에 따라 자신을 평가하는 영재아의 특성상, 지적 욕구가 많은 학생의 입장에서 현재 자신이 행하고 있는 식물 관찰 빈도와 알고 있는 지식의 양은 자신이 추구하는 양에 비해 적다고 생각했기 때문에 이처럼 답했을 것으로 사료된다.

또한, 식물 관찰 빈도가 높음에도 학생 9(LL)와 학생 10(LH)의 관찰 점수는 낮았다. 학생 9의 관찰 점수가 낮은 이유는 위의 사례에서 알 수 있듯, 관찰하는 것과 보는 것을 혼동했기 때문에 자주 관찰한다고 응답하였으나 실제로는 관찰을 하지 않았다고 볼 수 있다. 학생 10의 관찰 점수가 낮은 것은 학생의 개인적 성향을 반영한 것으로 보인다. 학생 10은 평소 식물에 관심이 많으며 식물 관찰 빈도도 잦고, 식물 관련 지식도 많다고 인식했다. 학생 10의 관찰 점수는 하위 수준이지만 과학 창의성 점수는 연구 참여자 중에서 4번째로 높은 점수를 받은 학생이었는데, 이는 학생 10의 평소 행동 특성과 연결 지을 수 있다. 연구자가 담임교사로서 연구 참여자를 관찰했을 때 학생 10은 자기 생각을 글로 표현하기에 어려움을 겪었다. 쓰기 활동을 좋아하지 않는 학생들은 과학 글쓰기 활동에도 거부감을 느끼는데(임옥기와 김효남, 2017), 학생 10이 작성한 관찰 활동지를 보면 관찰 능력을 알아보는 활동지와 과학 창의성을 알아보는 활동지에 모두 많은 양의 글을 쓰지 않았다는 것을 알 수 있다. 그럼에도 불구하고 학생 10이 관찰 점수는 낮게 받았지만, 과학 창의성 점수는 높게 받을 수 있었던 까닭은 작성한 글의 양은 적지만 평소 식물 관찰 빈도가 높아 식물에 대해 많이 알고 있는 것이 새롭고 유용한 아이디어를 내는 데 영향을 미쳤기 때문이다. 이는 관찰 점수는 관찰한 것을 얼마나 많이 적느냐에 영향을 받고, 과학 창의성 점수는 작성한 아이디어의 수보다 새롭고 유용한 아이디어일수록 높은 점수를 받는다는 검사의 특성에 따른 것으로 볼 수 있다.

나. 식물 관찰 학습에 대한 흥미
관찰 능력에 영향을 미치는 또 다른 요인은 식물

관찰 학습에 대한 흥미다. 과학 교수학습에서 흥미, 긍정적 감정 상태와 같은 정의적 요소는 이후의 과정에 큰 영향을 미친다(임채성, 2009). 그 예로 평소 식물에 관심이 없는 학생 16(HL)은 야외로 나가서 자유롭게 식물을 관찰하는 학습에 흥미를 느꼈기 때문에 열심히 관찰했고 이에 따라 높은 관찰 점수를 받았음을 알 수 있었다.

연구자: 우리 화단에서 식물 관찰하는 활동 했잖아. 그때 어땠나요?

학생 16: 감나무는 아는 것도 있고 모르는 것도 있었는데, 참나무는 모르는 게 더 많아서 새로웠어요.

연구자: 모르는 게 많아서 열심히 관찰한 것 같아?

학생 16: 제 생각에는 열심히 한 것 같아요. 교실 밖으로 나가니까 재밌기도 하고. 겁긴 했는데. 화단에 있는 식물을 그렇게 자세히 볼 일이 없었는데, 자세히 관찰하니까 좋았어요.

면담에서 알 수 있듯, 야외에서 식물을 관찰하는 활동은 학생들에게 긍정적 감정 상태를 불러일으킬 수 있다. 실제로 관찰 능력이 높은 학생 HH형 8명 중 6명(75%)과 HL형 1명은 식물 관찰 학습을 긍정적인 경험으로 기억했는데, 관찰 능력이 낮은 학생 LL형 7명 중 3명(42.9%)과 LH형 5명 중 1명(20%)은 식물 관찰 학습을 부정적 경험으로 기억했다. 식물 관찰 학습에 흥미를 느끼는 것이 반드시 높은 관찰 능력으로 이어지는 것은 아니다. 다른 요인에 의해 관찰 능력이 향상되었을 수도 있기 때문이다. 또한 식물 관찰 학습에 흥미를 느끼지 못했더라도 수업을 진행한 연구자에게 수업에 대한 부정적인 후기를 솔직하게 말하기란 어려울 수 있기에 유형별 학생들의 사례만으로 식물 관찰 학습에 대한 흥미가 관찰 능력에 영향을 미쳤음을 일반화하기 어렵다. 하지만 야외 학습과 같은 수업 방법의 변화가 학생들의 학습 주제에 관한 상황적 흥미를 높일 수 있고, 추후 개인적 흥미로도 연결될 수 있다는 점(박형민 등, 2015)을 고려한다면 학교 현장에서 관찰 활동은 과학적 이론과 현상을 확인하기 위한 수단이 아닌(곽영순 등, 1995; 이시은과 최선영, 2013), 학생이 상황적 흥미를 느낄 수 있는 질 높은 활동으로 변화돼야 할 것이다. 또한 관찰 활동에 대한 흥미 발생은 어떤 대상을 관찰하며, 어떤 방법이 주어지느냐에 따라 결정되는데(박찬성 등, 2008), 학생들과의 면담 결과 감나무보다 특이

하게 생긴 참나리를 관찰하는 것이 더 재미있었다고 답한 학생들이 많았다. 이에 학생들은 일상생활에서 쉽게 접하지 못하는 생물들에 흥미를 느끼므로(김재영, 1994) 학생들이 자발적으로 식물을 조사할 수 있도록 특이하거나 흥미를 끄는 식물을 자주 관찰할 수 있는 환경을 제공하는 것이 중요하다는 것을 알 수 있다.

그런데 식물 관찰 학습에 흥미를 느끼지 못한 학생 중 몇몇은 그 까닭으로 식물이 움직이지 않는다는 특성을 언급했다. 다음은 평소 식물과 식물 관찰에 흥미를 느끼지 못한 학생 8(LL)과 면담한 사례다.

연구자: **이는 평소에 식물이 관심이 많아요?

학생 8: 딱히 관심 없어요. 저번에 학교에서 나눠주신 다육이(다육식물)도 몇 달째 관찰을 안 했어요.

연구자: 다육이 물은 **이가 주니?

학생 8: 엄마가 주는 것 같아요.

연구자: **이가 다육이 받아 갈 때 되게 좋아하며 받아 갔었잖아, 그런데 왜 관심이 없어졌을까?

학생 8: 움직이지 않잖아요. 크는 게 보이지도 않고. 동물처럼 움직이면 재밌을 텐데.

학생 8과의 면담 결과, 학생은 동물의 운동성에 초점을 두고 흥미를 느끼고 있었다. 이처럼 식물은 생장운동을 통해 늘 자라고 있음에도 많은 사람들은 운동성 때문에 식물보다 동물에 더 관심을 둔다고 하는데, 이처럼 식물의 존재에 대해 관심을 갖지 않고 주변 식물의 존재를 잘 인식하지 않는 인간의 특성을 식물맹(Plant Blindness)이라고 한다(Kinchin, 1999; Wandersee, 1986). 특히나 학생들은 살아있는 생명체라면 움직여야 한다는 사고로 인해 식물을 생명체로 잘 인지하지 않는다(Yorek et al., 2009)고 한다. Jose et al.(2019)이 식물맹 현상을 극복하기 위해 식물학자들에게 식물에 대한 관심을 갖게 된 계기를 조사한 결과, 학창 시절의 경험이나 교사로부터의 영향, 지구 생태계와 인류 문명에 대한 식물의 기여를 알게 되었을 때였음을 알게 되었다. 이에 따라, 초등학생의 식물 및 식물 관찰에 대한 흥미 향상을 위해 다양한 식물 관련 활동이 필요함을 알 수 있다.

식물이 움직이지 않기 때문에 식물 관찰은 재미가 없다고 답한 학생들은 4명으로, 유형별로 나타내면 LL형 3명, HH형 1명이다. 그런데 식물보다 동

물이 더 재미있다고 한 학생 8(LL), 학생 13(HH) 두 학생이 학교에서 가장 흥미로웠던 식물 관련 활동으로 꼽은 것은 텃밭 가꾸기 활동이었는데, 그 이유는 다음과 같다.

학생 8: 텃밭 가꾸기가 생각해보니 제일 재미있었던 것 같아요. 식물 관찰은 그냥 가만히 서서 관찰하는 거니까 지루했는데, 텃밭 가꾸는 건 식물이 자라는 것도 보고 잡초도 뽑고 제 손으로 직접 가꾸는 거니까 더 재밌었어요.

학생 13: 토마토 기를 때가 제일 재밌었어요. 야채마다 자라는 과정이 다른 게 신기했고. 직접 그런 것들을 (텃밭을 가꾸는 것) 할 수 있는 상황이 잘 안됐는데, 오랜만에 하니 재밌기도 하고 직접 키운 걸 먹으니까 맛있었어요.

텃밭 가꾸기 활동은 잡초 뽑기와 물주기 등 동적인 활동을 하며 식물을 관찰할 수 있고, 고착성 생활방식을 가진 식물이 조금씩 자라는 과정을 보며 식물의 생장운동을 관찰할 수 있어서 식물에 대한 관심도를 높일 수 있다. 이는 선행연구에서도 텃밭 가꾸기와 같은 식물 체험활동은 자연과 식물에 대한 관심도와 흥미도를 향상시킬 수 있다(이귀옥과 정남용, 2008)고 하였으며, 텃밭 가꾸기는 식물의 생육환경 및 종류에 대해 알 수 있어 식물 친숙도의 인지적 요소와 정의적 요소, 심체적 요소 모두에 유의한 영향을 준다(강보미와 배진호, 2016)고 하였다.

야외에서 학습하는 것이 학생의 생물 학습 흥미에 큰 영향을 주며, 흥미가 높을수록 성취도가 높다(박형민 등, 2015)는 선행연구와 본 연구 결과를 종합하면 야외에서 특이하거나 흥미를 끄는 식물을 자유롭게 관찰하거나 텃밭 가꾸기와 같은 동적인 활동은 학생들의 식물 관찰에 대한 흥미와 관찰 능력을 향상시키는 방법이 될 수 있음을 시사한다.

다. 식물 관찰 학습에서의 협력

식물 관찰 학습에서 관찰 활동지를 받은 학생들은 야외로 나가 관찰 대상인 감나무 또는 참나리로 향하였다. 연구자는 학생들에게 야외에서 관찰 대상을 자유롭게 관찰하라고 했기 때문에 관찰 시 학생들이 대화를 나누는 것에 큰 제한을 두지 않았다. 하지만 관찰 활동지에 어떤 것을 작성했는지와 같은 직접적인 활동 결과를 공유하는 것은 하지 않도

록 하였다. 야외로 나가자, 아이들은 대체로 혼자서 다니길 좋아했으며 다른 아이들에게 자신이 작성한 관찰 활동지를 공개하길 꺼려했다.

그런데 학생 3과 학생 20, 그리고 학생 13과 학생 15는 두 명씩 자신과 친한 친구와 짝지어 다니며 식물 관찰을 했다. 관찰 활동 후 이들의 관찰 능력과 과학 창의성 능력을 평가한 결과, 이들 모두 HH형에 속했다. 연구자는 야외에서 친구와 함께 활동하는 이들을 주의 깊게 관찰하였다. 연구자가 학생들을 관찰한 관찰 기록지와 학생들이 작성한 활동지 내용을 분석한 결과, 이들은 친구와 함께 대화를 나눔으로써 다양한 관찰 방법을 사용하거나 자신이 주목하지 않았던 부분을 관찰함을 알 수 있었다. 감나무 관찰 중에 학생 13과 학생 15가 나누는 대화는 다음과 같다.

- 학생 13: (감나무를 가리키며) 잎 만져봐 봐.
- 학생 15: (감나무 잎을 만지면서) 오. 앞뒤가 다르네?
- 학생 13: 그치. 뒤에는 보들보들해.
- 학생 15: 앞엔 매끈한데. 완전 다르다 그치. 근데 열매꼭지 봤어?
- 학생 13: 아니. 왜?
- 학생 15: 꾸글꾸글한 잎 같은 게 또 있어.

학생 13과 학생 15는 대화를 나눈 뒤 활동지에 감나무 잎의 앞면과 뒷면에 대해 작성하였다. 열매 꼭지를 관찰한 학생 15는 활동지에 꼭지에 대해 작성하였지만, 학생 13은 작성하지 않았다. 이들이 감나무를 보고 작성한 관찰지식이 모두 똑같은 것은 아니지만, 두 학생 모두 감나무에 대해 작성한 관찰지식이 7개로서, 학생들의 감나무에 대한 평균 관찰 지식 개수 5.3개보다 많이 작성했다. 또한 관찰한 감나무의 기관이 4개로서, 학생들이 관찰한 감나무 기관의 평균 개수 2.7개보다 더 다양한 식물의 기관을 관찰했음을 알 수 있다. 해당 학생들은 대화를 통해 자신이 주목하지 않았던 식물의 부분들을 관찰함으로써 더 많은 관찰지식을 형성할 수 있게 되었고, 이는 높은 관찰 점수로 이어졌음을 추측할 수 있다. 다음은 학생 3과 학생 20이 참나리를 관찰하며 나누는 대화이다.

- 학생 3: (참나리를 가리키며) 꽃봉오리가 되게 길다.
- 학생 20: 몇cm인지 재볼까?
- 학생 3: 한 번 재봐.

- 학생 20: (활동지에 작성하며) 8.5cm 정도 되네.
- 학생 3: 길다. 저기 보면 꽃에는 점이 있는데, 꽃봉오리에는 점이 없어.
- 학생 20: 그러네? 저건 초록색이고 점도 없어. 처음엔 초록 색이었나 봐.
- 학생 3: 꽃이 초록색에서 주황색으로 익나 보네. 점은 그다음에 생기나?

학생 3과 학생 20의 대화를 관찰한 결과, 학생 3이 꽃봉오리가 길다고 하니 학생 20이 자를 사용하여 정량적으로 관찰하였다. 또 학생 3은 개화하기 전의 꽃봉오리에는 점무늬가 없지만, 개화한 꽃에는 점무늬가 생긴다는 것을 관찰했다. 이어서 학생 20이 초록색 꽃봉오리에도 점이 없다는 것을 관찰함으로써 학생 3과 20은 참나리의 꽃봉오리의 색과 점무늬의 변화를 알 수 있었다. 이러한 특징을 작성한 학생은 이 두 학생뿐이었으며, 이들은 대화를 나누며 꽃봉오리의 변화를 포착하였음을 추측할 수 있다. 이처럼 학생 3과 학생 20 또한 대화를 통해 다양한 관찰 방법을 사용하고 다양한 식물의 기관을 관찰하였음을 알 수 있다.

4명의 학생이 협력하여 관찰 활동을 수행한 결과, 모두 관찰 점수가 상위 수준이면서 4명 중 3명은 관찰 점수가 2~4번째로 높은 학생들이었다. 해당 학생들의 관찰 점수가 높았던 까닭은 평상시 잦은 식물 관찰로 관찰 능력이 발달하여서 일수도 있지만, 관찰 시 친구와 나누는 대화를 보면 혼자서는 발견하지 못했을 특징을 함께 발견했음을 알 수 있다. 구성원들과의 긍정적인 상호작용을 기반으로 한 협동학습은 여러 방면에서 다른 학습 방법보다 효과적인데(Qin *et al.*, 1995; Slavin, 2015), 상호 간의 긍정적인 의사소통과 피드백을 기반으로 한 관찰 학습은 학생들의 흥미를 발생시킬 뿐만 아니라(임성민과 박승재, 2000), 혼자서는 관찰하지 못했을 식물의 특징을 관찰함으로써 깊이 있는 관찰을 할 수 있음을 확인할 수 있다.

2) 초등학생의 과학 창의성에 영향을 미치는 요인

가. 관찰 능력

과학 창의성이 상위 수준인 학생들의 공통점 중의 하나는 작성한 관찰지식이 많았다는 것이다. 작성한 관찰지식의 개수가 많을수록 창의적 아이디어의 개수가 많았는데, 관찰 점수가 상위 수준인

학생들은 두 식물을 보고 작성한 관찰지식의 개수가 HH형은 평균 12.25개였으며 HL형은 14개였다. 관찰 점수가 하위 수준인 학생들이 작성한 관찰지식의 개수는 LL형은 평균 9.57개, HL형 학생은 평균 9.6개였는데, 식물을 보고 관찰한 특징의 개수가 적어서 식물이 그러한 특징을 가진 까닭을 작성하는 과학 창의성 검사지에도 작성한 아이디어의 개수가 적었다. Table 10은 학생이 식물을 관찰하고 작성한 관찰지식의 수가 많을수록 창의적 아이디어의 개수가 많아짐을 나타내는 것으로서, 감나무와 참나리를 관찰하고 작성한 관찰지식의 수와 과학 창의적 아이디어의 수 사이의 상관관계를 비교한 것이다.

학생들이 감나무를 보고 작성한 관찰지식의 개수와 감나무 창의적 아이디어의 개수는 약한 상관관계($r=.44$)를 보였으며, 참나리를 보고 작성한 관찰지식의 개수와 아이디어의 개수도 약한 상관관계($r=.48$)를 보였다. 관찰 전에 관찰 대상을 정하기 위해 학교 화단에 있는 식물들에 대한 학생들의 사전지식 검사 결과, 학생들은 감나무와 참나리에 대한 사전지식이 적었으므로 두 식물에 대한 창의적인 아이디어를 ‘많이’ 떠올리기 위해 사전지식보다는 관찰 활동을 통해 알게 된 사실들을 더 많이 활용했을 것으로 사료된다. 연구 참여자들은 사전지식이 적었던 감나무와 참나리의 특징을 관찰하면서 그러한 특징을 가진 까닭을 생각하는 창의적 아이디어 생성 과정을 거쳤는데, 이 과정에서 관찰지식의 개수가 많다는 것은 식물의 다양한 특징을 발견했을 가능성이 크며 이에 따라 다양한 아이디어를 떠올릴 수 있었을 것이다. 창의적 아이디어를 낼 때 많은 양의 아이디어를 내는 것은 유창성이 높다고 볼 수 있는데, Silvia(2008)는 유창성과 독창성은 양적 상관성을 가진다고 하였으며, 아이디어 생성에 유창한 사람은 독창적인 아이디어도 생성할 것이라고 했다. 이에 앞선 연구 결과에서 학생의 관찰 능력이 독창성과 상관관계를 이루었다는

점과 연관을 지어보면, 관찰 능력이 뛰어날수록 식물의 다양한 특징을 관찰하여 창의적 아이디어 생성 과정에서 유창성과 독창성에 영향을 주었음을 짐작할 수 있다.

또한, 관찰 능력은 확산적 사고와 관련성이 있는데(김민주와 임채성, 2022), 확산적 사고는 다양하고 독창적인 아이디어를 생성하는데 기여하는 사고이다(이종연 등, 2007). 이에 선행 연구와 본 연구 결과를 종합하면, 관찰은 확산적 사고에 영향을 주어 다양하고 독창적인 아이디어를 내도록 돕기 때문에 관찰 능력을 향상하는 것이 과학 창의성의 독창성 향상에 영향을 줄 수 있음을 알 수 있다.

나. 식물 관련 지식의 양

자신이 인식하는 식물에 대한 지식의 양에 대해 답한 것을 ‘많다.’ 혹은 ‘적다.’로 이원화시키고, 초등학교를 관찰 능력과 과학 창의성 수준에 따른 유형별로 분류하여 나타난 결과는 Table 11과 같이 나타내었다.

과학 창의성이 상위 수준인 학생 HH형 8명 중 6명(85%)과 LH형 5명 중 1명(20%)은 식물 관련 지식의 양이 많다고 인식했으며, 과학 창의성이 하위 수준인 학생 LL형 7명(100%)과 HL형 1명은 모두 식물 관련 지식의 양이 적다고 인식했다.

과학 창의성이 상위 수준인 학생들의 과반수(53.8%)가 식물 관련 지식이 많다고 답하였는데, 이들의 공통점을 분석한 결과, 학생들의 창의성 아이디어의 유용성 점수가 모두 평균보다 높음을 알 수 있었다. 유용성은 영역 특수적 성격을 띠므로(임채성, 2014) 영역 특수적인 지식과 기능에 의존하기 때문에 식물 관련 지식의 양이 유용한 아이디어를 내는 데 영향을 줄 수 있음을 짐작할 수 있다. 그런데 과학 창의성 점수는 높지만, 식물 관련 지식의 양이 적다고 인식한 학생 4(HH)와 학생 18(HH)은 식물을 관찰하고 식물이 그러한 특징을 가진 이유를 ‘식물 몸체의 보호’와 ‘씨 퍼뜨리기’, 그리고 ‘광

Table 10. The relationship between the number of the features of plants students observed and the number of scientific creativity ideas
N = 21

변수	감나무 창의적 아이디어 개수	참나리 창의적 아이디어 개수
감나무 관찰지식 개수	0.44*	
참나리 관찰지식 개수		0.48*

* $p<0.05$, ** $p<0.01$

Table 11. The responses of students' self-perception of knowledge about plants according to four groups

[인원수(%)]

유형	식물 관찰 빈도		유형	식물 관찰 빈도	
HH (고관찰-고창의) 8(100)	많다	6 (85)	HL (고관찰-저창의) 1(100)	적다	1 (100)
	적다	2 (25)			
LL (저관찰-저창의) 7(100)	적다	7 (100)	LH (저관찰-고창의) 5(100)	많다	1 (20)
				적다	4 (80)

위 표의 비율(%)은 소수 첫째자리까지 반올림한 결과임

합성' 위주로 작성하였는데, '씨 퍼뜨리기'와 '광합성'에 대한 내용은 교육과정 상 상위학년에서 학습하는 내용이다. 학생 4와 학생 18은 면담 시 식물 관련 지식의 양이 적다고 했지만, 식물 관련 지식의 양을 측정해보면 식물 관련 과학 창의성을 발휘하기에 충분한 지식을 갖고 있을 것으로 사료된다. 이와 관련하여 LH형이면서 식물 관련 지식이 적다고 답한 학생 4명도 마찬가지로 식물을 관찰하고 식물이 그러한 특징을 가진 이유로 '번식', '씨 퍼뜨리기'와 같은 내용을 위주로 작성하였는데, 이 또한 상위학년에서 학습하는 내용으로 식물 관련 지식의 양이 적지 않은 것으로 짐작된다.

반면 과학 창의성이 하위 수준인 학생들의 창의성 아이디어의 유용성 점수는 1명을 제외하고 평균보다 낮았는데, 아이디어가 대체로 과학적으로 타당하지 않았다. 또한 유용성 점수가 평균보다 높았던 학생 1명의 독창성 점수는 평균보다 현저하게 낮았는데, 그 이유는 과학적으로 타당한 아이디어지만 남들이 찾지 못한 식물의 특징이나 식물에 대한 특별한 지식으로 비롯된 것이 아닌, 누구나 생각할 수 있을 만한 아이디어이기 때문이다. 창의성은 영역 특수적인 성격을 띠기 때문에, 발휘하는 영역의 지식을 집중적으로 일정 기간 이상 학습해야 창의적인 산물을 산출할 수 있다(Hayes, 1989). 이에 과학 창의성 점수가 낮은 LL형과 HL형에 속한 학생 8명 모두 식물에 대한 지식이 적다고 하였으며, 이들의 과학 창의성 점수가 하위 수준인 것을 통해 식물 관련 지식의 양이 과학 창의성 중 생물 창의성에 영향을 줄 수 있다.

다음은 연구자가 효과적인 식물 관련 지식 습득 방법을 탐색하기 위해 식물 지식이 많다고 답한 학생 12(HH)와 면담한 내용이다.

연구자: **이는 식물에 대해 많이 아는 것 같아?

학생 12: 아는 거는 책보거나 그래서 많이 알아요.

연구자: 책을 많이 읽는구나. 주로 어떤 책을 읽어요?

학생 12: 다양하게 읽어요. 식물 관련된 것도 많이 읽고. 다큐멘터리도 재밌어요. 엄마가 환경 체험하는 특별한 활동을 많이 하게 해요. 꿈**, 별** 한 달에 한 번씩 제가 수업 들으러 가요.

연구자: 그런 체험활동 하는 것이 재밌나요?

학생 12: 너무 많아서 귀찮기도 한데, 막상 가면 재밌어서 잘해요.

학생 12와의 면담 결과, 학생은 다양한 독서와 다큐멘터리 시청, 체험활동 등으로 식물에 대한 지식을 많이 얻었음을 알 수 있었다. 학생 12 이외에도 식물 관련 지식이 많다고 인식한 학생들은 대체로 독서나 다큐멘터리 시청, 평상시 식물 관찰과 같은 경로를 통해 식물 지식을 습득하였다.

과학 창의성 점수가 낮으면서 식물 관련 지식이 적다고 응답한 LL형과 HL형 학생 8명 중 7명(87.5%)은 식물 관찰 빈도수도 적다고 하였다. 지식을 생성하는 방법 중 하나가 여러 번의 관찰을 통해 규칙성을 발견하는 것인데(박윤복, 2005), 식물 관찰 빈도가 낮으면 규칙성 발견을 통한 다양한 지식 생성이 어려움을 알 수 있다. 이에 현재 학교에서는 식물을 활용한 수업이 감소하고 있는데(Uno, 2009), 학생의 식물 지식 향상을 위해 학생들이 식물을 자주 관찰할 수 있는 활동을 제공하는 것이 중요하다.

종합하면 식물 관련 지식의 양이 창의적 아이디어 산출에 영향을 줄 수 있으며, 초등학생의 식물 지식 향상을 위한 방법에는 독서, 다큐멘터리 시청, 식물 관찰과 같은 다양한 방법이 있음을 알 수 있다. 또 식물을 자주 관찰하는 것은 관찰 능력뿐만 아니라 식물 관련 지식 생성에도 도움이 되므로 식물을 관찰하고 현상에 대한 논리적 설명을 제시하는 활동을 통해 과학적 지식을 발견하고 학생의 관

찰 능력을 신장할 수 있는 수업을 계획하고 실행해야 한다.

IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 야외 식물 관찰 학습 사례를 통해 초등학생의 관찰 능력과 과학 창의성을 알아보고, 관찰 능력과 과학 창의성의 관계를 알아보았다. 그리고 관찰 능력과 과학 창의성 수준에 따라 학생들을 유형화한 뒤 유형별 사례를 통해 초등학생의 관찰 능력 및 과학 창의성에 영향을 미치는 요인에 대해 알아보았다. 본 연구 결과의 요약과 이를 바탕으로 내린 결론은 다음과 같다.

첫째, 초등학생을 대상으로 관찰 능력과 과학 창의성의 상·하 수준에 따라 고관찰-고창의(HH)형, 고관찰-저창의(HL), 저관찰-고창의(LH), 저관찰-저창의(LL)형의 4개 집단으로 유형화하였을 때, 관찰 능력과 과학 창의성이 모두 높은 HH형이 8명(38.1%)으로 가장 많았다. 다음으로는 관찰 능력과 과학 창의성이 모두 낮은 LL형이 7명(33.3%)이 많았으며, 관찰 능력은 낮는데 과학 창의성이 높은 LH형이 5명(23.8%), 관찰 능력이 높는데 과학 창의성은 낮은 HL형이 1명(4.8%)이었다. 전체 학생 21명 중 HH형과 LL형 학생이 15명(71.4%)인 것을 통해 관찰 능력이 높을수록 과학 창의성이 높은 것이 일반적임을 알 수 있다.

둘째, 관찰 능력과 과학 창의성의 관계분석 결과, 관찰 능력과 과학 창의성은 정적인 상관관계를 보였다. 특히 과학 창의성 요소 중 독창성이 관찰 능력과 약한 정적인 상관관계를 가졌다. 이를 통해 관찰 능력이 뛰어나면 다른 사람들이 놓칠 수 있는 대상의 특징을 발견함으로써 독창적인 아이디어를 생성하는 데 활용할 수 있음을 알 수 있다.

셋째, 야외 식물 관찰 학습에서 초등학생의 관찰 능력에 영향을 미치는 요인은 평상시 식물 관찰 빈도로, 관찰 빈도가 높은 학생들은 관찰 점수가 높아 대체로 HH형 또는 HL형에 속했으며 관찰 빈도가 낮은 학생들은 관찰 점수가 낮아 대체로 LL형과 LH형에 속했다. 또한 관찰 빈도가 높은 학생들은 관찰한 식물의 기관이 많았으며 관찰 빈도가 낮은 학생들은 관찰한 식물 기관의 개수가 적었다. 다양한 감각을 활용하며 많은 정보를 수집하는 관찰은 여러 번의 학습을 통해 길러질 수 있기에 평소 식

물 관찰 빈도가 관찰 능력에 영향을 줄 수 있음을 알 수 있다. 또한 식물 관찰 빈도가 낮은 학생들은 대체로 가정에서의 식물 경험으로 인해 식물에 대한 관심이 많았다. 이를 통해 가정에서 식물을 가꾸는 것이 학생의 식물에 대한 관심도와 관찰 능력에 긍정적인 영향을 줄 수 있음을 알 수 있다. 또한 식물 관찰 빈도가 낮은 학생들은 식물에 관한 관심도 적었는데 이에 식물에 대한 관심도는 식물 관찰 빈도에 영향을 주어 관찰 능력에도 간접적으로 영향을 주는 요인임을 짐작할 수 있다.

넷째, 식물 관찰 학습에 대한 흥미는 관찰 능력에 영향을 미쳤는데, 평소 식물에 관심이 적고 관찰 빈도가 낮은 학생이지만 야외로 나가 식물을 자유롭게 관찰하는 학습에 흥미를 느껴 식물 관찰에 집중하여 열심히 과제를 수행하였기에 높은 점수를 받은 사례가 있었다. 이외에도 관찰 능력이 높은 학생들은 대체로 식물 관찰 학습을 긍정적인 경험으로 기억하였는데, 이는 야외 학습과 같은 수업 방법의 변화가 학생들의 흥미를 자극하며 관찰 능력에도 영향을 미칠 수 있음을 시사한다. 또한 식물 관찰 학습에서 관찰 과제를 협력하여 수행한 학생들의 관찰 점수가 높았는데 해당 학생들의 담화와 활동지 작성 결과를 통해 협력하여 관찰 과제를 수행하는 것이 깊이 있는 관찰을 하도록 영향을 미침을 알 수 있다.

다섯째, 야외 식물 관찰 학습에서 초등학생의 과학 창의성에 영향을 미치는 요인은 관찰 능력으로, 관찰 능력이 높은 학생들은 작성한 관찰지식의 개수가 많았으며 이에 따라 작성한 창의적 아이디어의 개수도 많았다. 관찰지식의 개수와 창의적 아이디어의 개수가 정적 상관관계를 가지는 것을 통해 관찰 능력이 뛰어난 것이 많은 양의 아이디어를 내는 데 영향을 줄 가능성이 있음을 알 수 있다. 이는 유창성과 독창성은 양적 관계를 가진다는 선행연구(Silvia, 2008)를 지지하는 것으로, 관찰 능력이 뛰어난 것이 식물의 다양한 특징을 관찰하여 창의적 아이디어 생성 과정에서 유창성과 독창성에 영향을 주었음을 알 수 있다.

여섯째, 과학 창의성에 영향을 미친 또 다른 요인은 식물 관련 지식의 양으로, 과학 창의성 점수가 높은 학생들의 과반수가 식물 관련 지식이 많고 답하였다. 또 이들의 유용성 점수가 모두 평균보다 높았으며 학생들의 창의적 아이디어가 모두

과학적으로 타당하였다. 반면 과학 창의성 점수가 낮은 학생들 모두 식물 관련 지식의 양이 적다고 답하였으며, 이들의 유용성 점수가 1명을 제외하고 모두 평균보다 낮음을 통해 식물 관련 지식의 양이 창의적 아이디어를 낼 때 유용한 아이디어를 내도록 영향을 줄 수 있음을 알 수 있다.

연구의 결과들을 종합해보면, 야외 식물 관찰 학습에서 관찰 능력과 과학 창의성은 정적 상관관계를 가진다. 또 관찰 능력에 영향을 미치는 요인은 식물 관찰 빈도, 식물 관찰 학습에 대한 흥미, 식물 관찰 학습에서의 협력이 있으며 과학 창의성에 영향을 미치는 요인은 관찰 능력과 식물 관련 지식의 양임을 결론지을 수 있다.

본 연구의 결론을 토대로 초등학생의 관찰 능력과 과학 창의성 신장과 관련하여 다음과 같은 제언을 하고자 한다.

첫째, 관찰은 학생들의 창의성을 신장시키기 때문에(김순식, 2010) 과학 창의성 향상을 위한 수업을 계획하고 실행할 때 과학 탐구 능력의 시작과 종점인 관찰 능력(권용주 등, 2005; Lawson, 1995)을 활용하는 것을 고려할 필요가 있다.

둘째, 식물에 대한 흥미, 평소 관찰 빈도, 식물에 대한 지식의 양은 모두 긴밀하게 연관되어 있다. 식물에 흥미를 적게 느끼는 학생은 관찰 빈도도 낮고 그에 따라 지식도 적기 쉽기 때문이다. 이처럼 식물 관찰 능력을 기르기 위해서는 위와 같은 요소들을 분절적으로 보지 않고 총체적으로 보아 전체적인 향상 방안을 고려해야 하며, 학생들의 관찰 능력을 향상시키기 위해 학생의 흥미와 호기심을 고려한 구체적인 교수학습 방법이 필요한 것으로 판단된다.

셋째, 식물 관찰 능력과 과학 창의성에 영향을 미치는 요인들은 본 연구의 사례에서 제시된 것보다도 다양할 것이며, 요인들 간에 복잡한 연결성이 있을 것이다. 본 연구의 사례들을 통한 함의를 일반화할 순 없지만, 연구에서 제시된 요인들을 중심으로 더 다양한 요인을 살펴보고, 그 관계를 알아봄으로써 관찰 능력과 과학 창의성에 영향을 미치는 요인들에 대한 깊이 있는 연구가 이루어진다면 관찰 능력과 과학 창의성 능력을 향상시킬 수 있는 방안에 대한 통합적인 논의가 가능할 것이다.

한편, 본 연구는 야외 식물을 관찰하는 상황에 한정하여 초등학생의 관찰 능력과 과학 창의성의

관계에 대해 알아보았기 때문에 연구 결과를 전체 학생을 대상으로 일반화할 수는 없다는 한계가 있다. 또한 본 연구의 결과는 특정 지역의, 특정 학년 학생들의 사례로부터 도출한 것으로서 다른 지역의 다른 학년을 대상으로 연구를 진행한다면 본 연구의 사례와는 다른 사례를 보여 또 다른 시사점을 도출할 수도 있을 것이다. 본 연구의 목적은 야외 식물 관찰 학습에서 초등학생의 관찰 능력과 과학 창의성의 관계를 알아보고 관찰 능력과 과학 창의성에 영향을 미치는 요인을 알아봄으로써 학교 현장에서 관찰 학습의 중요성 및 관찰 능력과 과학 창의성을 향상시키기 위한 과학 학습 방법에 대한 시사점을 얻는 것이었다. 이에 후속 연구를 통해 본 연구 결과를 뒷받침할 수 있는 사례들이 누적된다면, 관찰 능력과 과학 창의성에 영향을 미치는 요인에 대한 깊이 있는 이해가 가능할 것이다. 또한 연구 참여자들의 과학 수업을 교과 전담 교사가 가르치고 있으므로 담임교사이자 연구자는 교육과정 재구성에 한계가 있어 식물 야외 관찰 활동을 일회적으로 진행하였다. 하지만 후속 연구로서 여러 번의 야외 식물 관찰 학습을 통한 학생들의 관찰 능력 및 과학 창의성 변화 과정을 분석한다면, 관찰 능력과 과학 창의성에 영향을 미치는 요인에 대한 이해 및 효과적인 관찰 및 과학 창의성 활동 방안에 대한 논의도 구체화할 수 있을 것이다. 마지막으로, 관찰 능력과 과학 창의성을 향상시키기 위한 방법은 연구에 제시된 방법 외에도 더 다양하므로 학생이 관찰의 중요성을 인식하고 흥미를 느낄 수 있는 다양한 관찰 과제가 개발되어야 할 것이다. 더불어 관찰 학습이 관찰의 본질인 문제 발견과 문제 해결의 모든 과정에 걸쳐 활용되고 나아가 과학 창의성까지 향상시킬 수 있도록 다양한 교수적 방안에 대한 후속 연구가 필요하다.

참고문헌

- 강보미, 배진호(2016). 식물체험활동 수업이 초등학생의 환경소양, 과학적 태도, 식물친숙도에 미치는 영향. *생물교육(구 생물교육학회지)*, 44(4), 646-657.
- 곽영순, 명전옥, 최승연(1995). 지구과학 실험 수업에서 V 모형의 적용 효과. *과학교육연구논집*, 20(1), 89-105.
- 권용주, 이준기, 신동훈, 정진수(2007). 기공과 새우 과제에서 초·중등 교사들이 생성한 관찰의 분석 및 관찰

- 력 지수의 개발. *중등교육연구*, 55(3), 83-112.
- 권용주, 정진수, 강민정, 박윤복(2005). 생명현상에 대한 초·중등 과학교사의 관찰에서 나타난 과학적 관찰의 유형. *한국과학교육학회지*, 25(3), 431-439.
- 김민주, 임채성(2022). 창의 과정과 산물의 구조적 관계에 따른 초등학생의 과학 창의성 유형 탐색. *한국과학교육학회지*, 42(1), 33-49.
- 김선복(2000). 관찰, 분류, 측정 훈련이 초등학생의 과학 탐구 능력과 태도에 미치는 영향. *한국교원대학교 대학원 석사학위논문*.
- 김성일(2007). 재미는 어디서 오는가?. *한국심리학회 학술대회 자료집*, 2007(1), 12-13.
- 김순식(2010). 문제발견 중심의 과학 탐구수업이 영재학생들에게 미치는 효과. *영재와 영재교육*, 9(2), 37- 63.
- 김영관(2011). 시적 상상력을 통한 시 창작 교육 연구. *우리말교육현장연구*. 5(1), 209-236.
- 김영민, 서혜애, 박종석(2013). 잘 알려진 창의적 과학자들의 과학적 문제 발견 패턴 분석. *한국과학교육학회지*, 33(7), 1285-1299.
- 김영수(2010). *생물교육론*. 서울: 서울대학교 사범대학 생물교육연구소.
- 김영신, 정지숙, 윤기영(2006). 초등학교 과학 영재아와 일반 학생의 관찰 방법과 행동 비교 연구. *한국생물교육학회지*, 34(4), 432-438.
- 김재영(1994). 국민학교 학생의 생물에 대한 흥미도: 생물영역을 중심으로. *한국생물교육학회지*, 22(1), 77-82.
- 김현주, 김민주, 임채성(2020). 초등과학영재학생의 과학 지식과 과학창의성의 관계: 생명 영역을 중심으로. *초등과학교육*, 39(3), 382-398.
- 박명희, 박윤복, 권용주(2005). 초등학생들의 어항 관찰 활동에서 나타난 관찰의 유형과 그 변화. *초등과학교육*, 24(4), 345-350.
- 박승재, 조희형(1998). *과학론과 과학교육*. 서울: 교육과학사.
- 박윤복(2005). 생물학에서 규칙성 지식 생성 과정의 규명 및 신경생리학적 해석. *한국교원대학교 대학원 박사학위논문*.
- 박윤자, 한광래, 고한중(2001). 초등학교 학생들의 동백잎에 관한 관찰 능력. *과학교육연구 논문집*, 23(1), 23-38.
- 박종원(2004). 과학적 창의성 모델의 제안: 인지적 측면을 중심으로. *한국과학교육학회지*, 24(2), 375-386.
- 박창선, 엄안흠, 하민수, 차희영(2008). 관찰 자료의 종류와 제시 방법에 따른 초등학생들의 생물 관찰 유형 분석. *한국생물교육학회지*, 36(4), 566-576.
- 박현주(2014). 과학적 관찰 활동이 중학생들의 창의성 변화에 미친 영향. *과학교육연구지*, 38(2), 443-453.
- 박형민, 김재영, 임채성(2015). 뇌기반 진화적 접근법에 따른 과학 야외학습이 초등학생들의 흥미와 성취도에 미치는 영향. *초등과학교육*, 34(2), 252-263.
- 배진호, 이해진, 소금현(2013). 초등학생의 인지 양식에 따른 식물 관찰 능력 및 관찰 유형. *생물교육*, 41(2), 225-238.
- 백자연, 임채성, 김재영(2015). 뇌기반 진화적 접근법에 따른 과학 자유탐구에 대한 초등학교 학생의 인식. *초등과학교육*, 34(1), 109-122.
- 석대용, 이정화, 정연옥(2009). 가정내 식물 가꾸기 활동이 초등학생들의 정서지능에 미치는 영향. *농업생명과학연구*, 43(6), 45-52.
- 성진숙(2002). 과학 영재의 창의적 문제해결력에 영향을 미치는 세 변수: 확산적사고, 과학지식, 내·외적 동기 성격 특성 및 가정환경. *이화여자대학교 대학원 박사학위논문*.
- 송수희(2008). 성공하는 사람들의 7가지 관찰습관. 서울: 위즈덤하우스.
- 신영준, 동효관, 장윤경(2009). 초등학생의 인지 발달 수준과 식물 관찰 빈도 관계 분석. *생물교육*, 37(2), 177-190.
- 안양희, 김의숙, 함옥경, 김수현, 김순옥, 송명경(2012). 의료수급권자의 사례관리 요구측정도구의 타당도 신뢰도 검증. *대한간호학회지*, 42(4), 122-150.
- 유경진, 천재순, 정진수(2010). 중학생의 생명현상 관찰 활동에서 과학적 흥미 발생 요인 분석. *한국과학교육학회지*, 30(5), 594-608.
- 이귀옥, 정남용(2008). 식물체험활동이 아동의 정서발달에 미치는 영향. *한국실과교육학회지*, 21(1), 113- 128.
- 이시은, 최선영(2013). 초등과학 수업에서 다중지능 요소별 관찰전략을 활용한 관찰학습이 학생의 관찰능력, 성취도 및 과학적 태도에 미치는 효과. *과학교육연구지*, 37(1), 1-10.
- 이종연, 구양미, 진석연, 서정희, 고범석(2007). 창의적 문제해결(Creative Problem Solving) 모형 기반 초등학교 사회과 수업의 효과성 분석: 학습자의 창의적 문제 해결력 및 학업성취도에 미치는 영향 중심으로. *교육공학연구*, 23(2), 105-133.
- 이혜정, 이근경, 권용주(2010). 과학적 관찰 전략을 적용한 과학수업에서 초등학교 6학년 학생들의 관찰지식 생성에 대한 연구. *한국과학교육학회지*, 30(1), 13-26.
- 임성민, 박승재(2000). 중학생의 물리학습에 대한 흥미의 다차원성 분석. *한국과학교육학회지*, 20(4), 491- 504.
- 임옥기, 김효남(2017). 초등학교 교사와 학생의 과학 글쓰기에 대한 인식 분석. *청람과학교육연구논총*, 23(1), 37-52.
- 임재근(2010). 탐구과제에 대한 사전지식이 초등과학 영재의 관찰방법과 의문에 미치는 영향. *과학교육연구*

- 지, 34(1), 105-112.
- 임채성(2009). 뇌기반 진화적 과학 교수학습 모형의 개발. *한국과학교육학회지*, 29(8), 990-1010.
- 임채성(2014). 과학창의성 평가 공식의 개발과 적용. *초등과학교육*, 33(2), 242-257.
- 임채성(2015). 초등과학창의성의 정의 · 실제 · 평가. *한국초등과학교육학회 학술대회*, 69, 1-36.
- 한안진(1987). *현대탐구과학교육*. 교육과학사: 서울. 130-132.
- Adderholdt, M. R., & Goldberg, J. (1999). *Perfectionism: What's bad about being too good?* Minneapolis, MN: Free Spirit.
- Alexander, P. A. (1992). Domain knowledge: Evolving themes and emerging concerns. *Educational Psychology*, 27(1), 33-51.
- Amabile, T. M. (1983). *The social psychology of creativity*. New York: Springer-Verlag.
- Amabile, T. M. (1987). The motivation to be creative. In S.G. Lsaksen (Ed.), *Frontiers of creativity research: Beyond the basics* (pp. 223-254). Buffalo, NY: Bearly Limited.
- Amabile, T. M. (1996). *Creativity in context*. Colorado: Westview Press, Inc.
- Ault, C. R. (1998). Criteria of excellence for geological inquiry: The necessity of ambiguity. *Journal of Research in Science Teaching*, 35, 189-212.
- Bruner, J. S. (1962). The conditions of creativity. In H. E. Gruber, G. Terrell, & M. Wertheimer (Eds.), *Contemporary approaches to creative thinking: A symposium held at the University of Colorado* (pp. 1-30). Atherton Press.
- Chadwick, B., & Barlow, S. (1994). *Science in Perspective: Book I*. Marrickville, Australia: Science Press). I.
- Collette, A. T., & Chiappetta, E. L. (1994). *Science instruction in the middle and secondary schools*. New York: Macmillan.
- Conant, J. B. (1976). Scientific principles and moral conduct. *American Scientist*, 55(3), 311-328.
- Creswell, J. W. (2011). *연구방법, 질적, 양적, 및 혼합적, 연구의, 설계*. 김영숙 외 공역. 서울: 시그마프레스.
- Cropley, D., & Cropley, A. (2005). Engineering creativity: A systems concept of functional creativity. In J. C. Kaufman & J. Baer (Eds.), *Creativity across domains: Faces of the muse* (pp. 169-185). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Csikszentmihalyi, M. (1996). *Creativity: Flow and the psychology of discovery and invention* (1st ed.). New York: Harper Collins Publishers.
- Davis, G. A. (1997). Identifying creative students and measuring creativity. In N. Colangelo & G. A. Davis (Eds.), *Handbook of gifted education* (pp. 269-281). Needham Heights, MA: Viacom.
- Feldman, D. H. (1993). Creativity: Dreams, insights, and transformations. In R. J.
- Finley, F. N., & Pocovi, M. C. (2000). Considering the scientific method of inquiry. *Inquiring into Inquiry Learning and Teaching in Science*, 47-62.
- Fleiss, J. L. & Cohen, J. (1993). *Design and analysis of clinical experiments*. New York: Wiley.
- Gardner, H. (1989). *To open minds: Chinese clues to the dilemma of contemporary education*. Basic Books.
- Ghiselin, B. (1963). Ultimate criteria for two levels of creativity. In C. W. Taylor & F. Barren (Eds.), *Scientific creativity: Its recognition and development* (pp. 30-43). New York: Wiley
- Gijlers, T. T., & Jong, T. D. (2005). The relation between prior knowledge and students' collaborative discovery learning processes. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(3), 264-282.
- Gilhooly, K. J. (1988). *Thinking: Directed, undirected and creative*. Academic Press.
- Gott, R., & Welford, G. (1987). The Assessment of Observation in Science. *School Science Review*, 69(247), 217-27.
- Guilford, J. P. (1950). Creativity. *American Psychologist*, 5, 444-454.
- Hanson, N. R. (1961). *Patterns of discovery: An inquiry into the conceptual foundations of science*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Harrington, D. M., Block, J. H., & Block, J. (1987). Testing aspects of Carl Rogers's theory of creative environment child-rearing antecedents of creative potential in young adolescents, *Journal of Personality and Social Psychology*, 52(4), 851-856.
- Hayes, J. R. (1989). Cognitive processes in creativity. In *Handbook of creativity* (pp. 135-145). Springer, Boston, MA.
- Hu, W., & Adey, P. (2002). A scientific creativity test for secondary school students. *International Journal of Science Education*, 24(4), 389-403.
- Izard, C. E., & Ackerman, B. P. (2000). Motivational, organizational, and regulatory functions of discrete emotions. *Handbook of emotions*, 2, 253-264.
- Jardine, L. (2000). *Ingenious pursuits*. London: Little Brown and Company.

- Jose, S. B., Wu, C. H., & Kamoun, S. (2019). Overcoming plant blindness in science, education, and society. *Plants, People, Planet*, 1(3), 169-172.
- 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, K. H. (2006). Can we trust creativity tests? A review of the Torrance Tests of Creative Thinking (TTCT). *Creativity Research Journal*, 18(1), 3-14.
- Kinchin, I. M. (1999). Investigating secondary-school girls' preferences for animals or plants: A simple "head-to-head" comparison using two unfamiliar organisms. *Journal of Biological Education*, 33(2), 95-99.
- Klahr, D., Fay, A. L., & Dunbar, K. (1993). Heuristics for scientific experimentation: A developmental study. *Cognitive Psychology*, 25(1), 111-146.
- Kohlhauf, L., Rutke, U., & Neuhaus, B. (2011). Influence of previous knowledge, language skills and domain-specific interest on observation competency. *Journal of Science Education and Technology*, 20(5), 667.
- Lawson, A. E. (1995). *Science teaching and the development of thinking*. Belmont, CA: Wadsworth Academic Press, Inc.
- Malcolm, C. (1987). *The science framework P-10: Science for every child*. Melbourne, Australia: Ministry of Education.
- Mansfield, R. S., & Busse, T. V. (1981). *The psychology of creativity and discovery: Scientists and their work*. Chicago: Nelson-Hall.
- Mayer, R. E. (1999). Fifty years of creativity research. In R. J. Sternberg (Ed.), *Handbook of creativity*. New York: Cambridge University Press.
- Mayr, E. (1982). *Growth of biological thought*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Mayr, E. (1997). *This is biology*. Cambridge: Belknap Press of Harvard University Press.
- Meador, K. S. (2003). Thinking creatively about science: Suggestions for primary teachers. *Gifted Child Today*, 26(1), 25-29.
- Merriam, S. B. (1988). Case study research in education: A qualitative approach. Jossey-Bass.
- Mumford, M. D., Reiter-Palmon, R., & Redmond, M. R. (1994). Problem construction and cognition: Applying problem representations in ill-defined domains.
- Newell, A., & Simon, H. A. (1972). Human problem solving (Vol. 104, No. 9). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-hall.
- Newton, D. P. (2010). Assessing the creativity of scientific explanations in elementary science: an insider-outsider view of intuitive assessment in the hypothesis space. *Research in Science & Technological Education*, 28(3), 187-201.
- Norris, S. P. (1984). Defining observational competence. *Science Education*, 68, 129-142.
- Ochse, R. A., & Ochse, R. (1990). Before the gates of excellence: The determinants of creative genius. CUP Archive.
- Osborn, A. F. (1963). *Applied imagination*. NY: Charles Scribner's Sons.
- Qin, Z., Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1995). Cooperative versus competitive efforts and problem solving. *Review of Educational Research*, 65(2), 129-143.
- Rigden, J. S. (1983). The art of great science. *Phi Delta Kappan*, 64(9), 613-617.
- Rogers, C. R. (1954). Toward a theory of creativity. *ETC: A Review of General Semantics*, 11(4), 249-260.
- Rogoff, B., Paradise, R., Mejia Arauz, R., Correa-Chavez, M., & Angelill, C. (2003). Firsthand learning through intent participation. *Annual Review of Psychology*, 54, 175-203.
- Silvia, P. J. (2008). Creativity and intelligence revisited: A latent variable analysis of Wallach and Kogan. *Creativity Research Journal*, 20(1), 34-39.
- Simonton, D. K. (1988). *Scientific genius: A psychology of science*. Cambridge University Press.
- Simonton, D. K. (2004). *Creativity in science: Chance, logic, genius, and zeitgeist*. Cambridge University Press.
- Simpson, R. D., & Anderson, N. D. (1981). *Science, students, and schools: A guide for the middle and secondary school teacher*. New York, NY: John Wiley & Sons.
- Slavin, R. E. (2015). Cooperative learning in elementary schools. *Education 3-13*, 43(1), 5-14.
- Starko, A. J. (2000). Finding the problem finders: Problem finders and the identification and development of talent. In R. C. Friedmand, & B. M. Shore (Eds.), *Talents unfolding: Cognition and development*. Washington DC: American Psychological Association.
- Sternberg, R. J., & Lubart, T. I. (1993). Creative giftedness: A multivariate investment approach. *Gifted Child Quarterly*, 37(1), 7-15.
- Sternberg, R. J., & Lubart, T. I. (1996). Investing in creativity. *American Psychologist*, 51(7), 677-688.

- Sternberg, R. J. (1998). *Handbook of human creativity* (Ed.). Cambridge: Cambridge University Press.
- Subotnik, R. F., & Steiner, C. L. (1994). Problem identification in academic research: A longitudinal case from adolescence to early adulthood. In M. A. Runco (Ed.), *Problem finding, problem solving, and creativity* (pp. 188-200). Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation.
- Torrance, E. P. (1974). *The Torrance test of creative thinking: Norms and technical manual*. Bensenville, IL: Scholastic Testing Service, Inc.
- Uno, G. E. (2009). Botanical literacy: What and how should students learn about plants? *American Journal of Botany*, 96(1), 1753-1759.
- Wandersee, J. H. (1986). Plants or animals: Which do junior high school students prefer to study? *Journal of Research in Science Teaching*, 23(5), 415-426.
- Wandersee, J. H., & Schussler, E. E. (1999). Preventing plant blindness. *The American Biology Teacher*, 61(2), 82-86.
- Weisberg, R. W. (1999). Creativity and Knowledge: A challenge to theories. In R. J. Sternberg (Ed.), *Handbook of creativity*. New York: Cambridge University Press.
- Weisberg, R. W. (2006). *Creativity: Understanding innovation in problem solving, science, invention, and the arts*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- Wolpert, L. (1992). *The Unnatural Nature of Science*. Cambridge: Harvard University Press.
- Yang, K. K., Lin, S. F., Hong, Z. R., & Lin, H. S. (2016). Exploring the assessment of and relationship between elementary students' scientific creativity and science inquiry. *Creativity Research Journal*, 28(1), 16-23.
- Yorek, N., Şahin, M., & Aydın, H. (2009). Are animals 'More Alive' than plants? Animistic-anthropocentric construction of life concept. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 5(4), 369-378.

김현주, 서울아주초등학교 교사(Hyun-Ju Kim; Teacher, Seoul Aju Elementary School).

김민주, 서울문현초등학교 교사(Min-Ju Kim; Teacher, Seoul Munhyeon Elementary School).

† 임채성, 서울교육대학교 교수(Chae-Seong Lim; Professor, Seoul National University of Education).