

# 식물원 야외체험학습에서 활용 가능한 과학 창의성 과제 개발 - 초등과학영재학생에의 적용 -

김민주 · 김현주 · 임채성<sup>†</sup>

## Development of the Scientific Creativity Task for a Field Trip to Botanical Garden

### - Application to Science-Gifted Elementary Students -

Kim, Minju · Kim, Hyunju · Lim, Chaeseong<sup>†</sup>

#### ABSTRACT

This study aims to develop a scientific creativity task which science-gifted elementary students can conduct on a field trip to a botanical garden, and to analyze the results from conducting the task. For this, 38 science-gifted fifth-graders from the Science-Gifted Education Center, located at the Office of Education, participated in a field trip to a botanical garden, as a part of their program. Prior to the program, researchers developed a scientific creativity task for outdoor education program, along with science education specialists and teachers. The tasks were to observe plants, and to create something new and useful, or, in other words, scientifically creative, based on the plants' characteristics. The students could submit at most three ideas. Also, they assessed their own ideas, and selected an idea that they thought was the most creative. The results were analyzed by using the scientific creativity formula. The main findings from this study are as follows. First, it was found that the scientific creativity formula had an upward bias in assessing originality. Second, the students tended to assess the usefulness of their own ideas more generously. Third, the correlation between self-assessment results and scores from the scientific creativity formula for originality was  $r=.43$ . Fourth, in formula-based assessments, the correlation between originality scores and usefulness scores was relatively high, at  $r=.56$ . Fifth, the correlation between a student's scientific creativity score and the number of his or her ideas was very low, at  $r=.23$ . Sixth, when the ideas chosen as the most creative by students were compared with the ideas that had the highest scores in formula-based assessments, it was shown that 8 out of 19 students (42.1%) did not choose the idea that appeared to be the most creative when graded by the formula. This study is concluded by discussing the lessons from the scientific creativity task analysis for primary science education and gifted education.

**Key words:** science gifted, scientific creativity task, field trip, botanical garden, task-specific

## I. 서 론

창의적 인재 육성이라는 기조 아래 과학 교육과정에서 빠짐없이 등장하는 창의성은 연구 분야로서 많은 관심을 받고 있다. 창의성의 정의, 평가 방법, 교수·학습 방법 등에 대해 적지 않은 연구가 행해지고 있지만, 아직도 탐색해야 할 영역이 무궁

무진하다. 창의성의 실체를 명확하게 파악하기 어려운 이유는 학자들마다 창의성을 보는 관점이 다르기도 하고, 창의성을 보는 관점에 따라 실체가 달리 보이기 때문이다(Sternberg *et al.*, 2004). 그중에서 지금까지 이어지는 대표적 논쟁 중 하나로 창의성에 대한 영역 일반적(domain-general) 관점, 영역 특수적(domain-specific) 관점이 있다.

영역 일반적 관점은 발휘하는 영역과 상관없이 일반적으로 나타나는 창의성이 있다고 보는 것이고, 영역 특수적 관점은 발휘하는 영역에 따라 특수하게 나타나는 창의성이 있다고 보는 것인데(Hu & Adey, 2002; Simonton, 2004), 최근 영역 특수적 관점으로 무게가 많이 기울고 있다(Baer *et al.*, 2005; Han & Marvin, 2002). 게다가 같은 영역이라도 과제에 따라 창의성의 양상이 다르게 나타난다는 연구 결과들이 있어 과제 특수성(task-specific)을 강조한 관점도 대두하고 있다. 과제 특수성을 연구한 대표적 문헌으로는 언어 영역 안에서도 산문과 시에 따라 발휘하는 창의성의 정도가 달라졌음을 보인 Baer (1998)의 연구, 저명한 창의적인 인물들이 서로 다른 영역 모두에서 창의적 성취를 보였는지를 확인한 Gray (1966)의 연구, 과학영재 학생들이 발휘한 과학 창의성이 과제별로 달라짐을 확인한 김민주와 임채성(2019a)의 연구 등이 있었다.

창의성에 대한 일반적인 정의는 새로우면서도 유용한 산물을 만들어내는 능력이나 성향(Mumford, 2003; Sternberg, 1998)이다. 한 개인의 창의성에 개입하는 요소는 인지, 정의적 측면에 비추어 볼 때 상당히 복잡하고 다양하지만(Weisberg, 1993), 창의적 산물이란 무엇인가에 초점을 맞추면 독창성과 유용성이 본질적이고 공통적인 조건으로 거론된다(Lubart, 1994; Plucker *et al.*, 2004). 그러므로 영역 특수적 관점에서 과학 창의성을 정의하면, 과학적으로 새로우면서도 유용한 혹은 가치 있는 산물을 만들어내는 능력이나 성향(임성만 등, 2009; 임채성, 2014)으로 정의할 수 있다. 실제로 한 학생이 과학에서 발휘하는 창의성은 그 학생이 갖추고 있는 과학 지식이나 탐구기능 등에 의해 많이 좌우되므로(김현주 등, 2020; 박종원, 2004; 송성수, 2013), 본 연구에서는 특정 지식과 탐구기능을 통해 과학 창의성을 발휘할 과제를 개발하여 특정한 상황과 맥락에서 나타나는 과학 창의성을 조명하고자 한다.

본 연구에서 생명 영역 중 생태 학습을 주제로 선정하였는데 그 이유는 요즘 대다수 학생이 자연에서 실물을 경험하고 체험할 기회가 별로 없기 때문이다. 아이들 대부분이 사는 도시는 자연에의 접근이 제한적이고 자연과 직접 상호작용할 기회가 별로 없다(Wilson, 2011). 또한, 아이들이 여가 시간에 인터넷, 스마트폰을 사용하면서 실내에서 보내는 시간이 더욱 늘고 있기도 하다(Singer *et al.*,

2009). 초등학생의 다중지능 검사 결과를 살펴보면 자연 지능이 가장 낮은 것으로 나타나는데(이재무 등, 2010), 이러한 결과는 과학영재 집단에서도 나타난다(김민주와 임채성, 2020). 그리하여 야외 체험활동을 통해 자연과 교감할 기회를 주는 동시에 과학 창의성을 신장시킬 수 있는 과제를 개발하게 되었다.

구성주의 이론에 따르면 대부분이 구체적 조작 단계에 있는 초등학생 수준에서 실물과 체험 중심의 구체적 조작 활동이 학습 발달 수준에 맞춘 활동으로 권장된다. 그러므로 생태 학습을 할 때는 실물과 체험 중심의 야외학습을 하는 것이 적절하다. Korfiatis and Tunnicliffe (2012)는 생명 영역에서도 생태 관련 학습을 하기 위해서는 현장에서 실물을 경험하는 것이 필요하다고 주장하였다. 책으로 배우는 생태보다 실제적인 생태 학습이 더 중요하다는 것이다.

또한 Olsen *et al.* (2001)은 현장에서 실물을 직접 보고 경험하는 것이 뇌로 입력되는 정보량과 기억되는 양 및 기억에 남는 기간 면에서 유리함을 발견한 바 있다. 과학 창의성 발현에서 과학 지식이 상당히 중요한 역할을 하므로(김현주 등, 2020; 성진숙, 2003), 이러한 야외학습은 지식 습득뿐만 아니라, 과학 창의성에도 긍정적인 역할을 미칠 수 있다.

Kim *et al.* (2000)은 생명 영역의 학습은 야외 실습이나 채집과 같은 현장에서의 체험 학습이 병행되면 학생의 흥미를 유발하고 학습 효과도 높일 수 있다고 분석하였다. 흥미와 같은 과학적 태도는 과학 창의성 발현의 동인이 될 수 있다(임채성, 2012). 종합하면 과학 창의성 교육을 생태 학습에서 실현할 때, 학생이 자연 체험 학습을 통해 과학 창의성을 발휘하는 것은 교실 수업에서 과학 창의성을 발휘하는 것과는 다른 양상을 나타낼 수 있다.

따라서 본 연구에서는 창의성을 발휘하는 상황, 맥락, 주제에 의해 과학 창의성의 양상이 달라진다고 보고, 식물원 야외체험학습에서의 과학 창의성 과제를 개발하고, 초등과학영재 학생에게 적용하여 학생 결과물을 분석하였다. 초등과학영재 학생에게 적용한 이유는 그들이 일반학생과 비교해 과학 지식과 탐구기능이 뛰어나고, 과학 창의성도 높은 편이므로(한기순 등, 2004) 창의적이면서 다양한 답변을 유도할 수 있고, 결과물 분석을 통해 일반 학생에게도 확대 적용이 가능할 것이라 보았기 때문이

다. 또한 여러 과학영재교육원에서 강의식 수업뿐만 아니라, 야외체험학습도 교육과정에 포함하고 있으므로, 하나의 야외체험 프로그램을 제안하기 위하여 그 프로그램에서 활용할 수 있는 과제를 개발하였다.

따라서 본 연구의 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 식물원 야외체험학습을 하는 특정한 상황에서 초등과학영재 학생이 과학 창의성을 발휘하기 위한 활동 과제로 어떤 것이 포함되어야 하는가?

둘째, 식물원 야외체험학습에서의 과학 창의성 과제에 나타난 초등과학영재 학생의 과학 창의성은 어떤 양상을 띠고 있는가?

## II. 연구 방법 및 절차

### 1. 전체 연구 개요

본 연구는 크게 두 파트로 나뉘어 있다. 첫 번째는 과제 개발로, 문헌 연구 조사를 통해 식물원 야외체험학습에서 활용할 수 있는 과학 창의성 활동 과제를 개발하고, 과학 교육 전공 교수 1인, 과학 교육 관련 석·박사 과정에 있는 교사 7인의 검토를 통해 수정 및 보완한 내용이 나와 있다. 두 번째는 개발한 과제를 적용한 것으로, 활동 과제를 과학영재 교육 프로그램에 투입할 때의 상황에 대한 설명, 활동 결과물을 평가하고 분석하는 방법 및 분석 결과가 나와 있다.

### 2. 활동 과제 개발

과학 창의성 활동 과제를 개발한 과정은 다음 Fig. 1과 같다.

먼저 문헌 검토를 통해 과학 창의성의 정의와 구성 요소를 규정하였다. 그리고 연구자가 규정한 과학 창의성 정의와 구성 요소를 고려하여 과제를 1차적으로 고안하였다. 다음으로 과학 교육 전공 교수 1인, 과학 교육 관련 석·박사 과정에 있는 교사 7인이 과제의 구체적 용어와 문장 표현이 초등 수준에 적합한지, 전체 설계가 타당한지 검토하였다.

본 연구에서 과제 개발에 참고한 문헌은 다음 Table 1과 같다.

연구자는 ‘과학 창의성’을 키워드로 검색하여 나온 논문 중 영역 특수적 접근을 반영하였으며, 정의와 구성 요소에 대한 심도 있는 논의를 한 논문을 중심으로 선별하였다. 많은 문헌 중 이 문헌들을 참고한 이유는 기존의 여러 문헌을 검토한 것을 토대로 종합적인 관점에서 다양한 주장들을 통합하고 있으므로 과제 개발을 위한 과학 창의성 기초 연구에 적합하다고 보았기 때문이다. 또한, 연구자가 미처 참고하지 못한 문헌에 대해서는 다른 검토자들의 의견을 받아 추가하였다. 그렇다고 해도 본 연구에서 참고한 문헌이 과학 창의성에 대한 모든 문헌을 대표할 수 없다는 제한점이 있다.

### 3. 활동 과제 적용 및 분석

#### 1) 연구 참여자

연구에 참여한 학생들은 S시 교육지원청 소속 과학영재원의 학생들로 초등학교 5학년 38명이다. 교육지원청 소속 과학영재원의 학생들은 다음 단계를 거쳐 선발된다. 가장 먼저 학생들은 자기, 부모, 교사 관찰체크리스트를 통해 교사와 학교의 추천을 받는다. 다음으로 1단계 창의적 문제해결력 평가라는 지필평가와 2단계 면접 평가를 거치고,

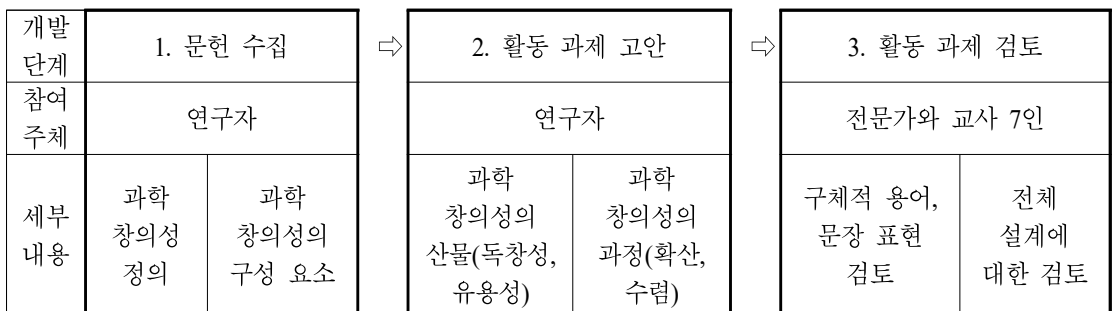


Fig. 1. The development process of scientific creativity task.

**Table 1.** The list of literature referenced in task development

탐구 영역	논문명/책명	논문 저자	지널명/출판사명
과학 창의성의 정의	영역 특수적인 입장에서의 과학적 창의성에 대한 정의, 구성요인에 대한 탐색	임성만, 양일호, 임재근(2009)	과학교육연구지
	과학창의성 평가 공식의 개발과 적용	임채성(2014)	초등과학교육
	Where have we been, where are we going? Taking stock in creativity research	Mumford (2003)	Creativity Research Journal
	Cognitive mechanisms in human creativity: Is variation blind or sighted?	Sternberg (1998)	The Journal of Creative Behavior
	창의력의 영역 보편성과 특수성: 쟁점과 TTCT 창의력 검사의 분석	김영채(2012)	사고개발
	과학적 창의성 모태의 제안: 인지적 측면을 중심으로	박종원(2004)	한국과학교육학회지
과학 창의성의 구성 요소	과학에서의 창의적 문제해결력에 영향을 미치는 제 변수 분석: 확산적 사고, 과학 지식, 내·외적동기, 성격 특성 및 가정 환경	성진숙(2003)	열린교육연구
	창의적 문제해결력 신장을 위한 초등과학교육과정 개발연구: 과학의 내용지식, 과정지식, 창의적 사고기능의 융합	조연순, 최경희, 채계숙, 성진숙, 서예원(2000)	초등교육연구
	과학 창의성 개발을 위한 프로그램 개발-이론과 예시를 중심으로	정현철, 한기순, 김병노, 최승연(2002)	한국지구과학회지
	The social psychology of creativity: A componential conceptualization	Amabile (1983)	Journal of Personality and Social Psychology
	Assessing the work environment for creativity	Amabile, Conti, Coon, Lazenby, Herron (1996)	Academy of Management Journal
	Creativity in education	Craft, Jeffrey, Leibling (2001)	London: A&C Black.
	A meta-analysis of personality in scientific and artistic creativity	Feist (1998)	Personality and Social Psychology Review
	Handbook of creativity	Lubart (1999)	UK: Cambridge University Press
	Origins of genius: Darwinian perspectives on creativity	Simonton (1999)	UK: Oxford University Press.

앞의 모든 평가 점수를 합산한 점수로 최종 선발된다. 교육지원청 소속 과학영재원 학생들을 선발할 때 자기, 부모, 교사의 관찰체크리스트, 지필과 면접 평가 결과가 반영되므로 선발 과정에 학생의 다각적인 면들이 고려되었다고 할 수 있다.

본 연구에서 초등과학영재 학생을 주 연구 대상으로 선정한 까닭은 첫째, 과학 지식과 탐구기능이 어느 정도 갖추어져 있어 주어진 과제를 충실히 수행할 수 있고, 이에 따라 결과물이 다양하게 산출될 것이라 보았기 때문이다. 둘째, 과학영재 학생들이 과학 창의성을 발휘한 결과물을 연구하면 향후 과학영재 프로그램 개발과 일반 학생에의 확대 적용에 시사점을 얻을 수 있기 때문이다.

영재원은 한 학급당 20명씩 2개 학급으로 이루어져 있는데, 총 40명의 연구 대상자 중 결석으로 인해 과학 창의성 과제에 참여하지 않은 2명의 학생이 있어 총 38명의 검사 결과만을 분석하였다. 연구자는 당시 과학영재원의 운영 교사이자 강사로 있었으며, 식물원 야외체험학습 프로그램 시 다른 교사 2인과 함께 학생들을 지도하고 인솔하였다.

## 2) 자료 수집 및 분석 방법

학생 결과물을 분석하기 위해 과학 창의성 공식에 따라 독창성, 유용성이라는 창의성의 두 요소로 나누어 각각 채점하였다. 학생의 자기 평가 점수, 아이디어를 낸 개수, 자신이 낸 아이디어 중 가장

창의적이라고 생각하는 것을 선택한 결과 및 선택 이유도 수집하였다. 정리하면 정량적 데이터(공식에 의한 과학 창의성 평가 점수, 자기 평가 점수, 아이디어를 낸 개수)와 정성적 데이터(학생 스스로 선택한 자신의 아이디어 중 가장 창의적인 아이디어 내용과 선택 이유)를 수집하였다.

학생 결과물은 I-STATistics 프로그램을 통해 수집한 자료를 통계적으로 분석하였다. 공식에 의한 평가와 학생 자기 평가 점수는 과학창의성과 그 하위요소인 독창성, 유용성으로 나누어 평균, 표준편차, 중앙값의 기술 통계치로 분석하였다. 개인별 과학 창의성 점수와 아이디어 개수의 상관관계, 독창성과 유용성 점수의 상관관계, 공식에 의한 평가와 학생 자기 평가 점수의 상관관계는 Pearson 상관관계 수 분석을 실시하였다. 이와 더불어 학생이 어떻게 수렴 단계를 거쳤는지를 개별 학생이 가장 창의적인 것으로 선택한 아이디어와 공식에 따라 가장 창의적인 것으로 드러난 아이디어와 비교하며, 학생이 그 아이디어를 선택한 이유와 함께 사례별로 분석하였다.

### 3) 과학 창의성 공식을 활용한 평가

창의성의 평가 도구는 크게 인지검사, 성향검사, 창의적 산물검사의 3가지로 나눌 수 있다(최인수, 2000). 본 연구에서 과학 창의성 활동 과제의 성격은 학생에게 내재된 인지적 능력이나 성향을 파악하기보다, 학습 활동의 과정과 결과인 산출물을 탐구하는 것에 있으므로, 창의적 산물 검사를 염두에 두고 과제를 개발하였다. 또한, 이 방식이 영역 특수적 접근에 따른 과학 창의성의 정의 및 성격에 가장 부합하기 때문이기도 하다(김명숙과 최인수, 2005; 김영채, 2012; Plucker, 1998). 성향검사나 인지검사는 영역 일반적 접근에 따라 시행되는 경우가 많고, 특정한 영역에서 발휘하는 창의성을 분석하기 위해서는 그 영역의 관점에서 개발된 산물 검사를 사용하는 것이 적절하기 때문이다. 따라서 과제를 채점하는 도구로 창의적 산물 검사에 기초하며, 학생 수준의 과학 창의성을 반영한 임채성(2014)의 과학 창의성 평가 공식을 사용하였다.

여타 창의성 검사에서 사용하는 준거인 독창성, 융통성, 유창성, 정교성 등으로 채점하여 합산하는 방식은 산물에 기초한 창의성의 정의에 맞지 않을 뿐더러, 여러 요소 중 한두 가지만 충족시켜도 창

의적인 것으로 평가된다는 문제점이 있다. 이에 Simonton (2012)은 창의성의 두 가지 핵심 요소인 독창성과 유용성을 반영할 뿐만 아니라, 두 가지 요건 모두 충족해야 하는 곱셈 형식을 취하는 공식을 개발하였다. 하지만 그 공식은 Simonton이 밝혔듯 미국 특허청의 기준을 사용하여 학생 수준의 과학 창의성과 맞지 않고, 독창성을 의미하는 두 개항이 중복된다는 문제점이 있다. 그리하여 이를 보완하여 개발된 공식인 임채성(2014)의 과학 창의성 평가 공식이 본 연구의 산물 평가 취지에 적합하다고 판단하여 사용하게 되었다.

임채성은 학생 과학 창의성을 초등학교 수준에서 새로우면서 과학적으로 적절한(유용한, 타당한) 아이디어나 산물을 만들어내는 성향이나 능력이라고 정의하고, 이 정의에 따라 창의성의 두 핵심 요소인 독창성과 유용성 점수를 곱하여 과학 창의성 점수를 산출하는 공식을 고안하였다. 곱하는 이유는 독창성과 유용성 두 요소를 동시에 충족시켜야 ('original and useful', not 'original or useful') 창의적이라고 할 수 있기 때문이다. 최종적으로 제안된 공식은 다음과 같다.

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

SC는 과학창의성(scientific creativity)이며, 100점 만점으로 계산된다. n은 집단에서 특정한 아이디어가 제시된 수, N은 집단 내 제시된 모든 아이디어의 개수를 의미한다. 앞의  $\left[ 1 - \frac{(n-1)}{(N-1)} \times 10 \right]$ 항은 독창성과 관련된 항으로 0점에서 10점 사이의 값을 나타내는데, 아이디어의 희소한 정도를 나타낸다. 10에 가까울수록 그 아이디어는 독창적이라고 할 수 있다. U는 유용성과 관련된 항으로 0점에서 10점 사이의 값을 나타내며, 10에 가까울수록 아이디어가 유용함 혹은 적절하거나 과학적으로 타당함을 나타낸다.

우선 독창성에 해당하는 왼쪽 항의 산출을 위하여 비슷한 아이디어끼리 분류하는 작업을 하였다. 유용성에 해당하는 U 점수의 경우, 사전에 채점 기준 설정 작업을 한 후 진행하였다. 초등 과학 교육 및 과학 영재 교육 석·박사 전공 교사 14인과 전공 교수 1인의 자문을 받아 채점 기준표를 완성하였으며, 그 결과는 Fig. 2에 나타나 있다. 유용성 점수는 채점자의 주관에 반영될 여지가 있어 초등 교사 4인이 채점 기준표에 따라 채점한 점수의 평균

점수대	설명
9 이상 10 이하	실용적이면서 과학적으로 타당하고 아이디어가 매우 구체적임
8 이상 9 미만	실용적이면서 과학적 타당성은 적당히 만족시키지만 아이디어가 추상적
7 이상 8 미만	실용적이지만 과학적 타당성이 없음
6 이상 7 미만	조금 실용적이지만 과학적 타당성이 없음
5 이상 6 미만	인류에게 보편적으로 유용하지 않음
4 이상 5 미만	생활에서 쓸 일이 거의 없음
3 이상 4 미만	아이디어가 너무 모호해서 알 수 없음
2 이상 3 미만	
1 이상 2 미만	
0 이상 1 미만	

Fig. 2. Usefulness scale.

값을 사용하였는데, 본 연구에서 평가자 간 채점 점수의 상관성은 0.76으로 높은 수준이었다.

#### 4) 그 외 과학 창의성 평가

앞서 기술한 과학 창의성 공식으로 학생의 과학 창의성을 평가한 결과 외에 학생이 자기 평가한 결과 및 개별 학생이 아이디어를 낸 개수도 정량적 데이터로서 수집하였다. 자기 평가는 확산과 수렴의 과정을 거치면서 수행하도록 한 활동이다. 자신이 낸 복수의 아이디어 중 가장 창의적이라고 생각하는 아이디어를 선택하기 전에 각각의 아이디어에 점수를 부여하며, 자기 평가하게 한 것이다. 자기 평가에 앞서, 학생들에게 과학 창의성의 의미가 새로우면서 유용한 것을 만들어내는 것이며, 새로움과 유용함을 동시에 충족시켜야 창의적이라는 것을 안내하였다. 자기 평가 방식은 과학 창의성 공식과 유사하게 독창성과 유용성 점수를 따로 매기도록 하였고, 독창성과 유용성의 곱이 과학 창의성 점수가 된다. 다만 아이디어를 분류하고 채점 기준표에 따라 채점하여 체계적으로 평가한 공식과 달리 자기 평가는 독창성과 유용성 점수를 각각 직관적으로 매기게 하였다.

확산과 수렴의 과정을 거치면서 학생이 처음에 얼마나 유창하게 아이디어를 생성했는지의 지표로서 개별 학생이 아이디어를 낸 개수를 추가로 수집하였다. 다른 말로 ‘유창성’이라고도 하는 이 지표는 독창성, 유용성과 달리 과학 창의성을 구성하는 주요 요소는 아니지만 확산과 수렴의 과정에서 필연적으로 나타나는 지표다. 유창성이 최종적으로 산출된 결과물과 어떤 연관성이 있는지 분석하기

위하여 수집하였다.

마지막으로 정성적 데이터로서 학생이 자신의 아이디어 중 가장 창의적인 아이디어라고 선택한 것의 내용과 선택 이유를 수집하였다. 이는 확산과 수렴의 과정에서 수렴의 단계를 탐구하기 위한 것으로 학생이 어떤 과정으로 자신의 아이디어를 평가하고 선택하는지 알아보기 위해 이 자료를 질적으로 분석하였다.

### III. 연구 결과

#### 1. 개발한 활동 과제

과학 창의성은 임성만 등(2009)이 여러 논문을 검토한 뒤, 영역 특수적 관점에서 “과학 분야에서 과학적인 지식을 바탕으로 논리적이고 분석적인 사고를 통해 새롭고 적절한 것을 찾아내는 능력”이라고 정의한 바 있다. 임채성(2014)도 영역 특수적 입장에서 새로우면서 과학적으로 타당한(유용한, 적절한) 아이디어나 산물을 만드는 능력이라고 과학 창의성을 정의하였다. 또한 발휘하는 창의성의 수준을 초등학교 수준에 맞추는 little-c 접근을 도입하였다. Big-C 창의성은 과학자 수준에서 발휘하는 창의성으로서 초등학교 수준에서 도달하기 불가능한 영역이기에 초등학교가 발휘하는 창의성인 little-c의 관점에서 접근해야 학생 발달 수준에 맞춘 올바른 평가가 가능하기 때문이다(Merrottsy, 2013a). 이러한 근거로 본 연구에서는 과제를 평가하는 방법으로서 자기 평가를 포함하였다. 비록 주관적이라는 제한점이 있지만, 더 엄격한 기준을 적용하며 초등 수준을 간과하기 쉬운 교사 평가와 달리 학생의 관점과 수준에서 평가하는 것이므로 little-c 접근에 적합한 평가 방법으로 인정받고 있기 때문이다(Kaufman & Beghetto, 2009).

일반적으로 창의성은 인지적, 정서적, 환경적 요인으로 구성된다(성진숙, 2003; 임성만 등, 2009; Lubart, 1999). 큰 세 가지 범주로 나누어 과학 창의성의 구성 요소를 살펴보면, 우선 정서적 요인에 내·외재적 동기, 개인의 성향이나 성격 등이 있고(성진숙, 2003; Feist, 1998), 환경적 요인에 가정·학교 환경 등이 있다(Amabile et al., 1996; Craft et al., 2001). 마지막으로 인지적 요인으로는 과학 지식, 탐구기능, 사고 기술 등이 있다(박종원, 2004;

정현철 등, 2002; 조연순과 최경희, 2000). 정의적, 환경적 요인은 ‘위험을 감수하거나 새로운 경험에 개방적인 성향’, ‘자유롭게 의사소통할 수 있는 환경’ 등의 표현에서 알 수 있듯이 ‘과학에 대한 내·외재적 동기’를 제외하고 영역 일반적 창의성의 성격을 띤다(임성만 등, 2009). 한편, 임성만 등(2009)에 따르면 인지적 요인에서 과학 지식과 탐구기능은 Amabile (1983)이 주장한 영역 관련 기술, 창의성 관련 기술, 과제 동기 부여의 3가지 창의성 구성요인 중 영역 관련 기술과 관련이 높다. 사고 기술은 이중 창의성 관련 기술과 관련이 높으나, 영역 일반적이면서 부분적으로 영역 특수적 성격을 띠고 있다(김영채, 2012; Simonton, 1999).

과학 창의성 검사를 개발할 때, 인지, 정의, 환경적 측면을 모두 고려하는 것이 가장 좋으나, 본 연구는 식물원 야외체험학습이라는 특정 상황에서 수행하는 과제 개발에 초점을 두고 있으므로 인지적 측면을 주로 고려하였다. 야외 프로그램에서는 여러 활동을 병행할 시간적 여유가 없기에 평소 학생의 태도나 환경에 대해서는 야외체험학습과 별개로 검사를 시행하는 것이 적절하다. 그리하여 본 과제에 적용된 과학 창의성의 구성 요소는 과학 지식, 탐구기능(관찰, 문제 정의, 가설 설정 등), 창의적 사고 기능(연관적 사고, 확산적 사고, 수렴적 사고)으로, 과학 창의성의 인지적 측면에 초점을 두고 분석한 박종원(2004), 조연순과 최경희(2000), 정현철 등(2002)의 연구에서 추출하였다. 정현철 등(2002)은 여기에 문제의 종류와 문제의 발견력을 추가로 제시하였으나, 본 연구에서 그 요소들은 탐구기능에 포함시켰다.

과학 창의성 활동 과제는 과학 창의성에 대한 정의에 따라 식물을 관찰하고, 그 특징을 바탕으로 새로우면서 과학적으로 유용한 것을 만들어내는 것이 주요 과제로 설정되었다. 과제를 수행하는 상황은 식물원 야외체험학습이라는 특정 상황이며, 그곳에서 학생들은 식물을 관찰하면서 동행하는 식물원 소속 해설사의 설명을 듣게 된다. 그러므로 과학 창의성 과제에 주로 사용되는 지식은 식물에 대한 지식, 탐구기능은 관찰이 된다.

또한, 과학 창의성의 산물을 산출하는 과정에서 확산적 사고와 수렴적 사고가 드러날 수 있도록 과학 창의성 활동 과제를 구성하여 창의적 사고 기능을 확인할 수 있게 하였다. 최일호와 최인수(2001),

한기순(2000), Runco (2004)는 어린 학생을 대상으로 한 창의성 활동이 확산적 사고에만 한정되는 경향이 있다고 지적하며, 수렴의 과정도 창의성 기술을 습득하는 데 있어 필수적으로 넣어야 하는 과정임을 밝혔다. 이렇게 아이디어를 다양하게 생산하는 확산의 과정, 산출한 아이디어를 평가하고 선택하여 정교화시키는 수렴의 과정은 ‘변이’와 ‘선택’이라는 창의성에 대한 Darwin적 접근이라고도 할 수 있다. Darwin적 접근은 Campbell (1960)의 진화적 모델, Basardur (1995)의 관념화-평가 모델, 임채성(2012)의 뇌기반 진화적 접근 모델에 이르기까지 여러 학자의 이론에 적용되고 있다.

이러한 접근을 반영하여 본 연구의 과제는 학생들이 아이디어를 원하는 만큼 최대 3개까지 제시하고(확산의 과정), 자신이 낸 아이디어를 각각 자기 평가하여 그중 과학 창의성이 가장 높은 아이디어를 1개 선택하고, 그 이유를 제시하도록(수렴의 과정) 설계되었다. 자신이 낸 아이디어를 평가할 때는 학생들에게 과학 창의성을 평가하라고 하면 추상적이고 이해가 어렵기에 창의성의 정의를 설명해주고, 창의성의 두 요소인 독창성과 유용성으로 나누어 각각 평가하게 하였다.

이렇게 확산과 수렴의 과정을 나타내도록 한다면 학생별로 각각의 데이터를 수집하여 프로파일링하는 것이 가능하다. 확산의 과정에서 아이디어를 얼마나 많이 생성해 내는지(유창성 점수), 수렴의 과정에서 자신의 아이디어를 어떻게 평가하는지(자기 평가 점수)와 정성적 데이터인 가장 창의적인 아이디어를 선택한 이유 등을 수집할 수 있다. 본 연구의 과학 창의성 과제에 적용된 과학 창의성의 구성 요소를 정리하여 나타낸 그림은 다음 Table 2와 같다. 지식과 탐구기능은 식물에 대한 지식과 관찰로 한정되어 있고, 창의적 사고 기능 중 연관적 사고가 빠져 있다는 제한점이 있다. 연관적 사고는 유추, 비유, 공통점 및 차이점 찾기와 관련이 있는데, 학생들이 식물을 관찰한 것을 바탕으로 창의적 아이디어를 생성하는 과정에서 그 식물과 비슷한 것들을 떠올릴 수 있지만 적는 칸을 따로 마련하지 않았다. 야외에서 수행하는 활동 과제임을 감안하여 과제의 요소를 통합하고 쓰는 칸을 단순화시켰기 때문이다.

전문가와 교사 7인의 검토 의견에 따라 연구 참여자들이 초등학생이라는 점을 고려하여 창의성,

**Table 2.** Components of scientific creativity in application to the task

과제의 상황	식물원 야외체험학습	
과제의 내용	식물을 관찰하고 그 특징을 바탕으로 새로우면서 과학적으로 유용한 것을 만들어내기	
	과학 창의성의 인지 영역	과제에 적용된 요소
	과학 지식	식물에 대한 지식
	탐구기능	식물을 관찰
	창의적 사고 기능	확산적 사고, 수렴적 사고

독창성, 유용성이라는 용어는 사용하지 않고 ‘새로 우면서 유용한 아이디어’, ‘새로운 정도’, ‘유용한 정도’로 그들 수준에서 이해하기 쉬운 말로 풀어 제시하였다.

최종적으로 과제는 다음 Fig. 3의 형태로, 식물의 명칭을 쓰고, 그 식물을 관찰한 내용을 글과 그림으로 나타낸 다음, 식물의 특성을 활용할 아이디어를 제시한 후 새로운 정도와 유용한 정도를 각각 평가하게 하였다. 최대 3개의 아이디어를 쓸 수 있도록 이와 같은 빈칸을 3개 제시하였고, 마지막에는 가장 창의적이라고 생각하는 아이디어 1개를 선택하고, 선택 이유로서 자신이 선택한 아이디어의 좋은 점을 구체적으로 설명하게 하였다.

## 2. 활동 과제 적용 및 분석


### 1) 공식에 의한 평가 점수와 자기 평가 점수의 결과 비교

초등과학영재 학생 38명은 총 103개의 아이디어

를 냈으며, 과학 창의성 공식으로 채점한 결과와 자기 평가한 결과의 기술 통계치는 Table 3과 같다. 총 103개의 아이디어는 과학 창의성 공식으로 채점되었는데, 그중 91개 아이디어에 대해서만 자기 평가가 기록되어 있었다. 그리하여 자기 평가의 경우 91개의 데이터만으로 기술 통계를 분석하였다. 12개의 누락된 데이터는 학생들이 부분적으로 빠뜨린 것으로, 종이와 필기구로 무언가를 기록하는 것을 야외체험활동과 동시에 진행하는 과정에서 의도치 않게 빠뜨렸을 가능성이 크다.

공식으로 채점한 평가와 자기 평가의 평균 점수를 비교하여 볼 때, 독창성 점수는 1.9점 차이로 공식으로 채점한 평가 점수가 더 높았고, 유용성 점수는 2.4점 차이로 자기 평가 점수가 더 높았다. 독창성과 유용성을 곱한 과학 창의성 점수는 6.1점 차이로 자기 평가 점수가 더 높았다.

독창성에 대한 자기 평가 점수가 공식으로 채점한 점수보다 더 낮게 나온 이유는 공식으로 채점할 때 나타나는 상향 편향에 있다고 할 수 있다. 공식

식물 명칭	관찰한 것 (글과 그림)	식물의 특성을 활용할 아이디어	평가하기	
예시 베고니아 드래곤 윙	 꽃잎과 줄기 사이에 또 다른 꽃잎이 날개처럼 둘러싸고 있다.	이런 모양의 머리핀을 만든다. 손으로 집기에 편하고 모양도 독특하고 예쁘다.	새로운 정도	78점 /100점
			유용한 정도	85점 /100점

※ 내가 낸 아이디어 중 가장 창의적인(새로우면서 유용한) 아이디어라고 생각되는 아이디어는?  
(번호로 쓰세요)

※ 내가 선택한 아이디어의 좋은 점을 구체적으로 설명해 보세요.

**Fig. 3.** An example of scientific creativity task.



**Table 3.** Descriptive statistics on the results of assessments by scientific creativity formula and student-self assessment

	공식으로 채점한 평가 (N=103)			자기 평가 (N=91)		
	평균	표준편차	중앙값	평균	표준편차	중앙값
독창성	8.7	1.49	9.2	6.8	1.91	7.0
유용성	5.4	1.18	5.5	7.8	1.65	8.0
과학 창의성	48.0	11.91	46.1	54.1	19.92	56.1

으로 채점할 때 과제 내용이 무엇이나에 따라 분류 작업의 양상이 달라지며, 이에 따라 독창성 점수가 영향을 받게 된다. 예를 들어, 이번 과제처럼 선택할 수 있는 식물의 종류가 21종 이상일 경우에는 분류 작업도 세밀하게 들어가게 된다. 만약 식물 1종만을 대상으로 아이디어를 산출하게 했다면 곱치는 아이디어가 많이 나왔을 것이다. 그렇게 되면 낮은 독창성 점수도 존재하게 된다. 그러나 식물이 여러 종이려면 식물 중에 따라 아이디어가 다 달라지므로 분류 작업이 세밀해지게 된다. 아무리 흔한 아이디어를 썼다 하더라도 선택한 식물이 저마다 다르므로 대부분 점수가 높게 나오는 상향 편향이 일어나게 되는 것이다. 예를 들어 이번 결과물 분석에서 가장 많았던 ‘연을 이용한 방수’에 해당하는 아이디어의 수가 26개인데, 이를 독창성 점수로 변환하면 7.55점이다. 그 다음으로 많았던 ‘허브를 이용한 향’에 해당하는 아이디어는 11개이며, 독창성 점수로 변환하면 9.02점이다. 그리하여 독창성 점수는 가장 낮은 7.55점을 제외하고, 대부분이 9점대에 분포하게 되었다.

같은 평가 방식으로 ‘유압 기계 장치’에 대한 초등과학영재 학생의 과학 창의성을 조사한 김민주와 임채성(2018)의 연구에서는 유압 기계 장치라는 하나의 주제에서 파생하여 아이디어를 내는 과제였기 때문에 아이디어 분류가 세분되지 않았고, 그에 따라 공식에 의한 독창성 점수가 자기 평가보다 낮게 나왔다. 그러므로 본 연구에서 공식에 의한 독창성 점수가 자기 평가보다 높게 나온 것은 과제 자체의 특성에 기인했을 가능성이 크다. 공식으로 채점할 때 상향 편향이 항상 나타나는 것은 아니지만 본 과제처럼 어느 한 식물 종을 정해 주지 않고 여러 식물 중 중 하나를 택하여 그 종에 대한 아이디어를 내게 하면 독창성 상향 편향이 나타날 수 있다.

유용성 점수의 경우, 공식으로 채점할 때는 채점

기준표에 따라 교사 4인이 채점하여 평균을 내지만 자기 평가할 때는 본인이 직관적으로 평가한 점수로 산출한다. 유용성 점수는 가치판단이 반영되어 개인의 주관이 개입하기 쉽고, 학생이 자신에 대해 관대한 평가 기준을 적용하는 경향이 있어 (Ross, 2006) 자기 평가 점수가 공식으로 채점한 점수(교사 4인의 평균값)보다 더 높게 나오는 경향이 있다(김민주와 임채성, 2018). 반대로 공식에서의 유용성 점수는 교사의 관점에서 초등학생의 수준을 고려하지 못한 채 엄격하게 평가한 결과를 사용한다는 문제점이 있다. 즉, 초등학생의 수준에서 창의성을 파악하는 little-c 관점을 반영하지 못한다 (Kaufman & Beghetto, 2009). 그렇기에 초등학생 발달 수준에서 그들의 과학 창의성을 공정하게 평가하기 위해서는 자기 평가가 필요하다.

정리하면 과학 창의성 공식으로 평가할 경우, 선택할 수 있는 식물의 종이 많으므로 독창성 상향 편향이 일어나며, 학생 수준을 고려하지 못한 채 엄격한 기준에서 유용성이 평가될 가능성이 있고, 자기 평가의 경우 유용성이 관대하게 평가될 가능성이 있음을 확인하였다. 그러므로 공식에 의한 평가와 자기 평가를 적절히 병용하여 각각이 가진 장단점을 보완하면 little-c 관점을 고려하면서 객관적으로 평가할 수 있을 것이다.

## 2) 공식에 의한 평가 점수와 자기 평가 점수의 상관성

전체 아이디어 중 자기 평가 결과가 포함된 91개의 아이디어에 대해서 양측의 상관관계를 분석한 결과는 다음 Table 4와 같다. 독창성은  $r=.43$ 으로 매우 유의한 상관성을 띠고 있으며, 과학 창의성은  $r=.26$ 으로 약한 상관성을 띠고 있다. 또한, 공식에 의한 평가의 과학 창의성 점수는 자기 평가의 독창성 점수와 어느 정도 유의한 상관성( $r=.28$ )을 띠고 있고, 자기 평가의 과학 창의성 점수는 공식에 의

**Table 4.** The correlation between the results of assessments by scientific creativity formula and student-self assessment

(N=91)

		공식에 의한 평가		
		독창성	유용성	과학 창의성
자기 평가	독창성	.43***	.10	.28**
	유용성	-.08	.16	.10
	과학 창의성	.31**	.15	.26*

\*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$ .

한 평가의 독창성 점수와 유의한 상관성( $r=.31$ )을 띠고 있다.

기존 연구를 검토해 보면 학생 평가와 교사 평가 결과가 일관적이라고 밝힌 연구(Bouzidi & Jailliet, 2009; Sadler & Good, 2006; Sung *et al.*, 2005)와 일관적이지 않다고 밝힌 연구(Knowles *et al.*, 2005)가 혼재하고 있다. 그 차이에는 학생의 수준, 채점 기준 및 평가 방식 등의 다양한 요인이 영향을 미쳤을 것인데(Chang *et al.*, 2012), 초등 과학 창의성에 대한 기존 연구에서는 학생 자기 평가와 교사 평가가 독창성에서만 일관성이 있었다(김민주와 임채성, 2018). 본 연구에서도 공식에 의한 평가와 자기 평가는 독창성에서만만큼은 일관적인 것으로 나타났다.

연구 결과를 보면 자기 평가와 공식에 의한 평가가 서로 무관하지 않다는 것을 알 수 있다. 이것은 학생이 자신의 과학 창의성에 대해 어느 정도 객관적으로 파악할 수 있다는 가능성을 보여준다. 특히 독창성에 대해서 높은 일치도를 보여주고 있는데, 이를 통해 학생들은 비교적 객관적으로 아이디어의 희소성을 판단할 수 있다는 것을 알 수 있다. 기존 연구에서도 이와 비슷한 결과가 나와 있다(김민주와 임채성, 2018; 김민주와 임채성, 2019b). 정확한 메커니즘은 알 수 없지만, 학생은 다른 학생이 자신의 아이디어와 비슷한 아이디어를 얼마나 많이 제시했는지 직관적으로 파악할 수 있는 것으로 보인다.

반면, 유용성 점수는 어느 것도 유의한 상관관계를 갖지 않고 있으며, 이 또한 선행 연구(김민주와 임채성, 2018; 김민주와 임채성, 2019b) 결과와 일치한다. 이는 앞에서 논의한 것처럼 유용성 자체가 지닌 가치판단의 성격으로 인해 개인의 주관에 개입하기 쉬우므로 합의된 채점 기준이 존재하지 않

는다면 평가의 일관성을 담보하기 어렵다. 자기 평가는 초등학생 발달 수준을 고려하는 little-c 관점을 반영한다는 점에서 큰 의의가 있다. 교사 평가만 시행한다면 학생의 제한된 지식과 인지기능으로 산출하는 과학 창의성이 평가절하될 가능성이 있으므로 유용성에 대한 기준을 학생들과 함께 논의하고 확립하는 시간을 가진다면 이 기준으로 일관성과 신뢰도가 높은 자기 평가가 가능해지리라 판단된다.

### 3) 공식에 의한 평가에서 독창성과 유용성 점수의 상관성

공식으로 채점한 103개 아이디어에 대하여 독창성과 유용성의 상관관계를 분석한 결과는 다음 Table 5와 같다. 자기 평가의 경우, 유용성에 대한 기준 미확립으로 자기 평가 결과에 대한 독창성과 유용성의 상관성은 분석하지 않았다. 공식에서 각각 독립적으로 매긴 독창성과 유용성 점수는 매우 유의한 상관관계를 보였다( $r=.56$ ). 이것으로 학생들은 독창적이면서 유용한 아이디어를 내거나 둘 다 아닌 아이디어를 내는 경향이 있다는 것을 알 수 있었다.

또한 과제 자체의 특성 때문에 독창성과 유용성 점수의 상관성이 높은 것이라고도 볼 수 있다. 즉, 학생이 제시한 아이디어가 구체적일수록 독창성과 유용성 모두에서 높은 점수를 받았을 가능성이 크다. 예를 들어, 같은 바오밥 나무를 이용하여 어떤 학생은 ‘스핀지 구조를 이용하여 물을 잘 흡수하는 걸레, 휴지 등 만들기’ 아이디어를 제시하고, 다른 학생은 ‘침대로 쓰기’ 아이디어를 제시했을 때, 후자의 아이디어보다 전자의 아이디어가 독창성과 유용성 모두에서 높은 점수를 받았다. 아이디어가 구체적일수록 추상적인 경우보다 더 유용하고 가치 있게 평가되며, ‘물 흡수’가 ‘가구’보다 더 희소한 아이디어로 분류된 것처럼 더욱 독창적인 것으로 평가 받을 가능성이 있다.

**Table 5.** The correlation between originality scores and usefulness scores

(N=103)

	독창성
유용성	.56***

\*\*\*  $p < 0.001$ .

4) 초등과학영재 학생의 개인별 과학 창의성 점수와 아이디어 개수의 상관성

초등과학영재 학생 38명에 대한 과학 창의성 점수와 각 사람이 낸 아이디어 개수의 상관관계를 기술한 표는 Table 6과 같다. 우선 한 명이 아이디어를 제시한 수가 1개에서 3개까지 다양했기 때문에 한 명의 과학 창의성 점수를 산출하기 위해 아이디어를 2개 이상 제시했을 경우 최대 점수를 본인의 점수로 부여하였다. 복수의 아이디어를 내는 것이 하나의 가장 창의적인 아이디어를 내기 위한 과정인 것으로 과제 설계가 되어 있었기 때문이다.

개인의 과학 창의성 점수 평균은 55.7점이고, 표준편차는 10.42점이었다. 그리고 이 점수와 각 사람이 낸 아이디어의 개수, 즉 유창성 점수와 상관성은  $r=.23$ 으로 전혀 유의하지 않았다. 즉, 많은 아이디어를 낸다고 해서 좋은 창의성 점수를 내는 것은 아닌 것으로 나타난 것이다.

확산적 사고는 일종의 잠재력 지표이며, 창의성의 평가 대상이 될 수 없다(Runco & Acar, 2012). 실제로 수십 년간 일반 창의성 검사의 대표격으로 쓰여온 TTCT 검사(Torrance Tests of Creative Thinking)는 1966년에 처음 나온 이후 1974, 1984, 1990, 1998년 네 차례의 개정을 거쳐 현재의 형태로 시행되고 있다(Kim, 2006). TTCT 검사는 창의성의 실제적 수행에 대한 예측 타당성이 떨어지고(Baer, 1993; Simonton, 2007), 확산적 사고에 치우친 검사라는 이유로(Kogan, 1983; Runco & Acar, 2012) 비판과 의문점이 제기되고 있다(Baer, 2011). 창의성의 실제적 수행은 영역 특이성에 기반하여 나타나는데, TTCT는 영역 일반성에 기반을 두고 있으므로 실제적 수행과 연관성이 떨어지는 것은 당연한 결과라는 것이다. 또한, 확산적 사고에 치우친 측정은 창의적 문제 해결 과정을 제대로 반영하지 못하며, 창의성에 대한 오해를 불러일으킨다(Mayer & Dow, 2004). TTCT를 위시한 일부 발산적 사고 검사(DT

test, Divergent thinking test)는 수렴적 사고를 측정하는 항목이 있기는 하나, 확산적 사고에서 수렴적 사고로 흐르는 자연스러운 과정이 아닌, 사고가 따로 측정되어 분절되는 형태로 제시되었으므로 여전히 창의성을 제대로 측정하지 못한다는 한계점을 지니고 있다(Runco & Acar, 2012).

본 연구의 결과에서 알 수 있듯, 아이디어의 양은 아이디어의 질로 연결되지 않는다. 게다가 확산적 사고는 창의적 사고를 대변하지 못한다. 그러므로 확산적 사고에서 수렴적 사고로 흐르는 과정을 창의성 활동으로 구성하고(최일호와 최인수, 2001; 한기순, 2000; Runco, 2004), 이를 창의성 평가에 반영하는 것이 필요하다.

5) 초등과학영재 학생이 자신의 아이디어 중 가장 창의적인 것으로 선택한 아이디어 분석

학생의 수렴적 사고 과정을 분석하기 위해 사례 수를 집계한 Table 7에 나와 있듯, 초등과학영재 학생 38명 중 19명(50.0%)만이 최종 아이디어를 선택했다. 선택하지 않은 학생들은 교사의 안내가 있었음에도 야외 체험활동을 하면서 의도치 않게 빠뜨린 것으로 보인다. 절반이나 수렴의 과정을 거치지 않았으므로 야외활동이지만 마지막 과제까지 완수할 수 있도록 안내가 필요하다.

최종 아이디어를 선택한 19명 중 8명(42.1%)은 공식으로 채점했을 때 가장 창의적인 아이디어를 선택하지 않은 것으로 나타났다. 이 결과를 분석하기 위해 정성적 데이터인 학생이 선택한 아이디어의 내용과 공식에 따라 선택한 아이디어의 내용을 비교하고, 학생의 선택 이유도 탐구하였다. 공식으로 채점했을 때 가장 창의적인 것으로 나타난 아이디어를 선택하지 않은 3명의 사례를 Table 8에 나타내었다.

학생 A부터 살펴보면, 공식에 따르면 바오밥 나무의 특징을 사용하여 스폰지 구조의 걸레를 만드

Table 6. The correlation between individual scientific creativity scores and the number of ideas (N=38)

	개인의 과학 창의성 점수
유창성	.23
평균	55.7
표준편차	10.42

Table 7. The number of cases where the student's selection does not match the selection by the formula

	자신의 선택이 공식에 따른 선택과 일치하지 않는 학생	최종 아이디어를 선택한 학생
학생 수 (백분율)	19명 중 8명 (42.1%)	38명 중 19명 (50.0%)

**Table 8.** Detailed description of the cases where the student's selection does not match the selection by the formula

	식물 이름	식물의 특징	특징을 이용한 아이디어
학생 A	학생의 선택	로즈마리	뽕죽잎, 충격 주면 향기 남
	공식의 선택	바오밥나무	단면 구조가 스폰지 모양이라 물 흡수하여 저장
학생 B	학생의 선택	부겐빌레아	손으로 만지고 맛보면 단맛 남
	공식의 선택	매미꽃	줄기에서 노란 액이 나옴
학생 C	학생의 선택	파리지옥	크기 매우 작고 벌레들이 꿀 부분 쪽에 닿으면 잡아 먹힘
	공식의 선택	연	크기가 매우 크고 자르면 끈적이는 액 나옴

는 것이 가장 창의적인 아이디어인데, 학생 A는 로즈마리의 특징을 사용한 방향제를 선택하였다. 물을 흡수하는 제품 아이디어는 이 집단에서 단 2개 밖에 없었지만 로즈마리나 재스민 같은 허브로 방향제를 만드는 아이디어는 무려 11개나 제시될 정도로 흔했다. 학생 A는 로즈마리 아이디어를 선택한 이유로 ‘가장 그럴듯하고 편리하거나 새로운 정도가 적절해서’라고 답하였다. 이 학생은 가장 그럴듯한 것을 고르면서 독창성이 다소 떨어지는 아이디어를 선택한 것으로 보인다.

학생 B는 공식에 따르면 매미꽃 특징을 사용하여 노란 액을 조절해서 쓰는 천연 만년필을 선택하는 것이 가장 창의적인 선택인데, 부겐빌레아로 꿀 음수대를 만드는 아이디어를 선택하였다. 음수대 아이디어는 비슷한 사례가 총 3개로 독창성은 높았지만 실용적이지 않아 유용성 점수가 4.0점이었고, 펜 아이디어는 비슷한 사례가 총 9개로 독창성은 조금 떨어졌지만 유용성 점수는 4.8점으로 더 높았다. 이 학생은 선택 이유로 ‘우리나라는 물 부족 국가라서’라고 응답하였다. 실용성과 일상의 필요성보다는 국가·사회적 필요와 요구를 더 인식하여 선택한 것으로 보인다.

학생 C는 공식에 따르면 연으로 친환경 목공 풀을 만드는 것이 가장 창의적인 선택인데, 모기 잡는 파리지옥 아이디어를 선택했다. 유용성 점수가 6.13점이 나온 접착제 아이디어는 단 2개밖에 나오지 않은 독창적인 아이디어였고, 벌레잡이 아이디어는 5개가 제시된데다 유용성 점수는 5.13점으로 낮았다. 이 학생은 선택 이유로 ‘여름이라 모기가 많고 잘 죽지 않는다.’라고 답하였다. 여름에 체험 활동을 하였고 식물원에 모기가 많았기 때문에 독

창성과 유용성이 둘 다 떨어지는 아이디어임에도 학생은 당시 상황에서 개인적으로 가장 필요하다고 느낀 것을 고른 것 같다.

위 사례에서 학생들은 가장 타당한 것, 국가·사회적 필요가 있는 것, 당시 상황에서 가장 필요하다고 느낀 것을 선택한 것을 알 수 있다. 즉, 공식에 의해 창의성을 평가하고, 점수가 가장 높은 것을 선택하는 것에 독창성과 유용성이 두루 고려되는 것과 달리 학생이 스스로 가장 창의적인 아이디어를 선택할 때는 유용성(타당성) 요소가 가장 크게 고려되는 것이다. 영재 학생들은 과학 지식이 더 많기 때문에, 지식에 의한 고착이 일어나 창의적 사고력에 방해받을 수 있다(Kaufmann, 2001). 또한 과학영재 학생이 임의적인 것을 기피하고, 논리적 사고를 선호하는 경향이 있다는 연구 결과가 있다(정덕호와 박선옥, 2011). 그러므로 학생이 새로운 것에 대한 모험 대신 과학적으로 타당하기를 우선하여 선택한다면 도전 정신과 관련된 창의적 성향을 명시적으로 알려주고, 이를 격려할 필요가 있다.

그러나 공식에 따른 선택이 가장 좋은 것이라고 단언할 수 없으며, 이에 따라 학생에게 창의성에 대한 일방적 시각을 강요할 수는 없다. Plucker *et al.* (2004)과 Simonton (1999)이 사회·문화적 맥락에서 새로우면서 유용한 것으로 인정되어야 창의성의 조건에 부합한다고 주장했듯, 창의성에는 사회·문화적 가치가 내재되어 있다. 즉, 아이디어가 얼마나 새로우면서 적절하고 유용한가는 사회·문화적 판단에 따라 결정되기 때문에 주관적 요소가 창의성 평가에 꽤 중요할 수 있다. Amaile (1982)은 이 관점을 평가에 반영하여 합의적 평가기법(CAT, Consensual Assessment Technique)을 개발한 바 있다.

최경희와 조희형(2002)은 객관성이 사회적 합의 가능성에 근거한다는 사회적 구성주의(Ernest, 1994)를 과학 교육으로 확장하여 사회적 상호작용을 통해 과학 지식을 구성하도록 가르쳐야 한다고 하였다. 특히 창의성의 영역은 사회·문화적 판단이 중요하므로 영재 학생과 같은 상위 수준의 학생이라면 사회적 구성주의에 근거한 교수·학습법이 적절할 것이다. 이에 따라 각 학생과의 상호작용을 통한 맞춤형, 개별적 지도로 수업의 과정을 학습하게 하는 것이 중요하다. 즉, 교사와 학생이 함께 합의된 관점을 가질 수 있도록 끊임없이 상호작용하는 것이 필요하다.

예를 들어 학생 A와 C의 경우, 무언가 새롭고 독창적인 것을 선택하기보다는 가장 그럴듯한, 타당한 것을 선택할 가능성이 크므로 새로운 것에 대한 도전 정신, 개방적 시각으로 선택한다면 어떤 아이디어를 선택할 것인지 토의한다. 학생 B의 경우, 국가·사회적 필요를 중요시 여긴 까닭을 묻고 일상 생활이라면 어떤 것이 필요할지 의견을 주고받는다. 그리고 전체적으로 아이디어를 정교하게 다듬어나갈 필요가 있으므로 아이디어를 제시한 것에서 끝내는 것이 아니라, 구체적인 상황과 맥락을 제시하여 아이디어를 어떻게 발전시킬 것인지 스스로 고민하도록 소통할 필요가 있다.

#### IV. 결론 및 제언

본 연구에서 과학 창의성을 생태 학습에 적용하여 식물원 야외체험학습에서 실행할 수 있는 과학 창의성 과제를 개발하고, 초등과학영재 학생의 결과물을 분석하여 내린 결론은 다음과 같다.

첫째, 과학 창의성의 정의를 반영하여 식물원 야외체험학습이라는 특정 상황에서 식물을 관찰하고, 그 특징을 바탕으로 새로우면서 과학적으로 유용한 것을 만들어내는 과제를 개발하였다. 과제에 적용된 과학 창의성의 요소는 식물에 대한 과학 지식, 식물을 관찰하는 탐구기능, 확산적 사고와 수렴적 사고의 창의적 사고 기능이다. 확산과 수렴의 과정이 드러날 수 있도록 많은 아이디어를 생성한 다음 각 아이디어에 대해 자기 평가하고, 그중 가장 창의적인 아이디어를 선택하는 활동을 구성하였다. 과제는 과제 특수성을 반영하여 인지, 정의, 환경 중 인지적 측면만을 반영하였고, 인지적 측면의 모

든 요소를 포함하지 못하고 있다는 제한점이 있다. 따라서 통합적이고 종합적인 관점에서 학생의 과학 창의성을 보고자 한다면 다양한 맥락에서 과제를 수행하게 하고, 정의, 환경적 측면을 위한 자기 보고식 검사나 관찰 체크리스트를 고려하는 것이 좋다.

둘째, 초등과학영재 학생이 과제를 수행한 결과를 과학 창의성 공식으로 채점하고, 자기 평가와 비교한 결과, 평가 방식에 고유의 장단점이 있는 것으로 나타났다. 공식을 사용하면 객관적이고 타당한 관점을 얻을 수 있지만, 분류 작업에서 발행하는 독창성 상향 편향, 교사의 채점으로 인한 유용성 하향 편향의 문제점이 있다. 초등학생의 수준에서 창의성을 파악하는 little-c 관점을 제대로 반영하고 있는 자기 평가의 경우, 독창성에 대해 객관적 평가가 가능하지만 유용성에 대해서는 관대한 기준이 적용될 가능성이 있다. 그러므로 공식에 의한 평가와 자기 평가를 적절히 병행하여 각각이 가진 장단점을 보완하는 것이 좋다.

셋째, 독창성과 유용성 점수는 매우 유의한 상관관계를 보였는데, 학생들은 독창적이면서 유용한 아이디어를 내거나, 둘 다 아닌 아이디어를 내는 경향이 있다는 것을 알 수 있었다. 학생이 제시한 아이디어가 구체적일수록 독창성과 유용성 모두에서 높은 점수를 받기 쉬웠다. 그러므로 학생이 창의적 아이디어를 제안할 때, 되도록 구체적으로 제시할 수 있도록 안내하는 것이 필요하다.

넷째, 과제에 나타난 학생의 확산과 수렴의 과정을 확인한 결과, 확산의 과정에서 학생이 얼마나 많은 아이디어를 제시했는가는 최종 아이디어의 질로 연결되지 않음을 알 수 있었다. 그러므로 창의적 활동을 구성할 때, 확산적 사고에 치우친 활동보다는 확산에서 수렴으로 이어지는 활동을 구성하는 것이 필요하다. 그렇게 구성하는 것이 자연스러운 창의적 사고 과정을 반영하며, 학생의 과학 창의성을 타당하게 평가하도록 돕기 때문이다.

다섯째, 학생이 가장 창의적이라고 선택한 아이디어가 공식에 따른 선택과 일치하지 않는 사례들을 탐구한 결과, 독창성과 유용성이 두루 고려되는 공식에 따른 선택과 달리 학생들은 유용성에 대한 자신만의 기준에 의해 가장 창의적인 아이디어를 선택한 것으로 나타났다. 창의성에 대한 평가는 관점에 따라 그 양상이 달라지므로 일방적 시각을 강

요하지 않는 대신 각 학생과 끊임없이 상호작용하여 함께 합의된 관점을 갖추는 한편, 독창성과 유용성을 균형감 있게 아우를 수 있는 관점을 가질 수 있도록 개별 지도를 할 필요가 있다.

과제에 나타난 학생 결과물을 분석한 결과, 본 연구에서 개발한 과제를 실제 현장에 적용하기 위해서는 다음과 같은 수정·보완이 필요하다. 첫째, 공식에 의한 평가와 자기 평가 결과를 두루 활용하되, 자기 평가에 있어서 학생과 교사가 상호작용을 통해 유용성에 대한 합의된 기준을 갖춘다. 둘째, 최대한 상세하게 아이디어를 표현할 수 있도록 사전에 안내한다. 셋째, 수렴의 과정이 누락되기 쉬우므로 야외에서 활동한다고 해도 마지막까지 과제를 완수할 수 있도록 안내하거나 체험 학습 후 교실 수업에서 마저 완성하게 한다. 넷째, 가장 창의적인 아이디어를 선택할 때, 독창성과 유용성을 두루 고려하여 선택할 수 있도록 사전에 안내하고, 수렴의 과정이 미흡한 학생들은 사후 개별 지도를 한다.

본 연구에 적용했던 과학 창의성 과제를 영재 학생뿐만 아니라, 일반 학생에게도 적용하기 위해서는 식물에 대한 배경지식이 얼마나 있는지 점검하여 사전에 교육하고, 평소 야외에서 식물을 관찰하는 활동을 통해 관찰 탐구기능을 연습시킬 필요가 있다. 추후 연구에서 일반 학생의 결과물에는 어떤 특징이 있는지 영재 학생의 결과물과 비교·분석한다면 일반 학생 지도에 의미 있는 시사점을 얻을 수 있을 것이다. 어쩌면 본 연구에서 영재 학생들이 최종 아이디어 선택에 유용성의 영향을 많이 받은 것과는 다른 양상을 띠 수도 있다.

지금까지 창의성 연구가 영역 일반적 관점에서 상당 부분 시행되었으므로 영역 특수성에 기반한 연구가 많이 시행되어야 할 필요가 있다(임성만 등, 2009). 물론 영역 일반과 영역 특수성의 관점이 완전히 대립하는 것은 아니다. 창의성을 이루는 요소에는 영역 일반적 요소와 영역 특수적 요소가 병존하고, 확산적 사고처럼 둘 다 해당하는 요소도 있기 때문이다(김명숙과 최인수, 2005; 김영채, 2012; Plucker *et al.*, 2004). 그럼에도 확산적 사고를 창의성의 모든 영역에 적용할 수 있는 영역 일반적 기능이라고 생각하는 견해가 지배적이기 때문에 본 연구의 과제에서 특정 맥락과 상황에서 아이디어를 얼마나 다양하게 생성하는지를 본 것은 영역 특

수성에 기반한 확산적 사고를 확인할 수 있다는 점에 의의가 있다.

본 연구의 과제는 특정한 상황과 맥락을 전제로 한 한정된 과학 창의성만을 살펴볼 수 있다는 한계가 있으므로 이와는 다른 상황과 맥락을 주어 다각적으로 학생의 과학 창의성을 검토한다면 종합적이고 통합적인 시야를 확보할 수 있을 것이다.

## 참고문헌

- 김명숙, 최인수(2005). 창의성의 영역 특수성과 영역 일반성의 질층적 대안 탐색. *교육심리연구*, 19(4), 1139-1158.
- 김민주, 임채성(2019a). 초등과학영재학생의 발표에 대한 인식 및 발표의 자발성과 과학창의성의 관계 분석. *초등과학교육*, 38(3), 331-344.
- 김민주, 임채성(2019b). 초등과학영재학생의 과학창의성에 대한 자기 평가, 동료 평가의 비교 분석. *초등과학교육*, 38(4), 439-452.
- 김민주, 임채성(2020). 초등과학영재학생의 과학창의성과 다중지능의 관계-생명 영역을 중심으로. *초등과학교육*, 39(3), 369-381.
- 김영채(2012). 창의력의 영역 보편성과 특수성: 쟁점과 TTCT 창의력 검사의 분석. *사고개발*, 8(1), 1-29.
- 김현주, 김민주, 임채성(2020). 초등과학영재학생의 과학 지식과 과학창의성의 관계-생명 영역을 중심으로. *초등과학교육*, 39(3), 382-398.
- 박종원(2004). 과학적 창의성 모델의 제안-인지적 측면을 중심으로. *한국과학교육학회지*, 24(2), 375-386.
- 성진숙(2003). 과학에서의 창의적 문제해결력에 영향을 미치는 제 변수 분석: 확산적 사고, 과학 지식, 내·외적 동기, 성격 특성 및 가정 환경. *열린교육연구*, 11(1), 219-237.
- 송성수(2013). 과학사의 사례를 활용한 과학자의 창의성에 관한 탐색적 연구: 다윈, 에디슨, 아인슈타인을 중심으로. *교사교육연구*, 52(2), 227-236.
- 이재무, 이경현, 이지향(2010). 체육영재, 학업영재, 일반 초등학생의 다중지능, 정서지능 특성비교. *한국체육과학회지*, 19(4), 609-622.
- 임성만, 양일호, 임재근(2009). 영역 특수적인 입장에서의 과학적 창의성에 대한 정의, 구성요인에 대한 탐색. *과학교육연구지*, 33(1), 31-43.
- 임채성(2012). 뇌기반진화적 접근법에 따른 창의적 과학 문제해결 지도 모형 개발. *생물교육*, 40(4), 429-452.
- 임채성(2014). 과학창의성 평가 공식의 개발과 적용. *초등과학교육*, 33(2), 242-257.
- 정덕호, 박선옥(2011). 과학영재와 일반학생들의 창의적

- 사고 편향에 대한 분석. 영재교육연구, 21(1), 175-191.
- 정현철, 한기순, 김병노, 최승연(2002). 과학 창의성 개발을 위한 프로그램 개발-이론과 예시를 중심으로. 한국지구과학회지, 23(4), 334-348.
- 조연순, 최경희(2000). 창의적 문제 해결력 신장을 위한 중학교 과학 교육과정 개발. 한국과학교육학회지, 20(2), 329-343.
- 최경희, 조희형(2002). 구성주의 특성에 따른 과학교육. 과학기술학연구, 2(2), 91-122.
- 최인수(2000). 유아용 창의성 측정도구에 관한 고찰. 유아교육연구, 20(2), 139-166.
- 최일호, 최인수(2001). 새로운 생각은 어떻게 가능한가: 전문분야 창의성에 대한 학습과정 모형 접근. 한국심리학회지: 일반, 20(2), 409-428.
- 한기순(2000). 창의성의 영역 한정성과 영역 보편성에 관한 분석과 탐구. 영재교육연구, 10(2), 47-69.
- 한기순, 배미란(2004). 과학영재와 일반 학생들 간의 사고 양식과 지능 및 창의성간의 관계 비교. 교육심리연구, 18(2), 49-68.
- Amabile, T. M. (1982). Social psychology of creativity: A consensual assessment technique. *Journal of Personality and Social Psychology*, 43, 997 - 1013.
- Amabile, T. M. (1983). The social psychology of creativity: A componential conceptualization. *Journal of Personality and Social Psychology*, 45(2), 357.
- Amabile, T. M., Conti, R., Coon, H., Lazenby, J. & Herron, M. (1996). Assessing the work environment for creativity. *Academy of Management Journal*, 39(5), 1154-1184.
- Baer, J. (1993). Creativity and divergent thinking: A task-specific approach. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Baer, J. (1998). The case for domain specificity of creativity. *Creativity Research Journal*, 11(2), 173-177.
- Baer, J. (2011). How divergent thinking tests mislead us: Are the Torrance Tests still relevant in the 21st century? The Division 10 debate. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 5(4), 309-313.
- Baer, J. & Kaufman, J. C. (2005). Whence creativity? Overlapping and dual-aspect skills and traits. In J. C. Kaufman & J. Baer (Eds), *Creativity across domains: Faces of the Muse* (pp. 313-320). Mahwah, New Jersey: Laurence Erlbaum Associates, Publishers.
- Basadur, M. (1995). Optimal ideation-evaluation ratios. *Creativity Research Journal*, 8, 63 - 75.
- Bouzidi, L. & Jaillet, A. (2009). Can online peer assessment be trusted?. *Journal of Educational Technology & Society*, 12(4), 257-268.
- Campbell, D. T. (1960). Blind variation and selective retention in creative thought as in other knowledge processes. *Psychological Review*, 67, 380-400.
- Chang, Y. K., Zhang, X., Mokhtar, I. A., Foo, S., Majid, S., Luyt, B. & Theng, Y. L. (2012). Assessing students' information literacy skills in two secondary schools in Singapore. *Journal of Information Literacy*, 6(2), 19-34.
- Craft, A., Jeffrey, B. & Leibling, M. (Eds.). (2001). *Creativity in education*. London: A&C Black.
- Ernest, P. (1995). The one and the man. In L. P. Steffe & J. Gale (Eds), *Constructivism in education*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Feist, G. J. (1998). A meta-analysis of personality in scientific and artistic creativity. *Personality and Social Psychology Review*, 2(4), 290-309.
- Gray, C. E. (1966). A measurement of creativity in Western civilization. *American Anthropologist*, 68(6), 1384-1417.
- Han, K. S. & Marvin, C. (2002). Multiple creativities? Investigating domain-specificity of creativity in young children. *Gifted Child Quarterly*, 46(2), 98-109.
- Hu, W. & Adey, P. (2002). A scientific creativity test for secondary school students. *International Journal of Science Education*, 24(4), 389-403.
- Kaufmann, G. (2001). Creativity and problem solving. In J. Henry (Ed), *Creative management* (2nd ed.). London: STAGE Publication.
- Kaufman, J. C. & Beghetto, R. A. (2009). Beyond big and little: The four c model of creativity. *Review of General Psychology*, 13(1), 1-12.
- 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.
- 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.
- Kogan, N. (1983). Stylistic variation in childhood and adolescence: Creativity, metaphor, and cognitive styles. In P. H. Mussen (Ed), *Handbook of child psychology: Vol. 3. Cognitive development* (4th ed.), (pp. 628-706). New York, NY: Wiley.
- Korfiatis, K. J. & Tunnicliffe, S. D. (2012). The living world in the curriculum: Ecology, an essential part of biology learning. *Journal of Biological Education*, 46(3), 125-127.
- Lubart, T. I. (1999). 17 Creativity across cultures. *Handbook of creativity*, 339-350. UK: Cambridge University Press.
- Mayer, R. E. & Dow, G. T. (2004). Teaching students to solve insight problems: Evidence for domain specificity in creativity training. *Creativity Research Journal*, 14, 389-402.
- Merotsy, P. (2013a). Tolerance of ambiguity: A trait of the

- creative personality?. *Creativity Research Journal*, 25(2), 232-237.
- Mumford, M. D. (2003). Where have we been, where are we going? Taking stock in creativity research. *Creativity Research Journal*, 15(2-3), 107-120.
- Olsen, R. V., Turmo, A. & Lie, S. (2001). Learning about students' knowledge and thinking in science through large-scale quantitative studies. *European Journal of Psychology of Education*, 16(3), 403.
- Plucker, J. A. (1998). Beware of simple conclusions: The case for content generality of creativity. *Creativity Research Journal*, 11(2), 179-182.
- Plucker, J. A. & Beghetto, R. A. (2004). Why creativity is domain general, why it looks domain specific, and why the distinction does not matter. In R. J. Sternberg, E. L. Grigorenko & J. L. Singer (Eds), *Creativity: From potential to realization* (p. 153-167). Washington, D.C.: American Psychological Association.
- Plucker, J. A., Beghetto, R. A. & Dow, G. T. (2004). Why isn't creativity more important to educational psychologists? Potentials, pitfalls, and future directions in creativity research. *Educational Psychologist*, 39, 83-96.
- Ross, J. A. (2006). The reliability, validity, and utility of self-assessment. *Practical Assessment, Research, and Evaluation*, 11(1), 10.
- Runco, M. A. (2004). Everyone has creative potential. In R. J. Sternberg, E. L. Grigorenko & J. L. Singer (Eds), *Creativity: From potential to realization* (pp. 21-30). Washington, DC: American Psychological Association.
- Runco, M. A. & Acar, S. (2012). Divergent thinking as an indicator of creative potential. *Creativity Research Journal*, 24(1), 66-75.
- Sadler, P. M. & Good, E. (2006). The impact of self-and peer-grading on student learning. *Educational Assessment*, 11(1), 1-31.
- Simonton, D. K. (1999). *Origins of genius: Darwinian perspectives on creativity*. Oxford, England: Oxford University Press.
- Simonton, D. K. (2004). Exceptional creativity and chance: Creative thought as a stochastic combinatorial process. *Beyond knowledge: Extracognitive aspects of developing high ability*, 39-72. UK: Routledge.
- Simonton, D. K. (2007). Creativity: Specialized expertise or general cognitive processes? In M. J. Roberts (Ed), *Integrating the mind: Domain general versus domain specific processes in higher cognition* (pp. 351-367). Hove, England: Psychology Press.
- Simonton, D. K. (2012). Assessing scientific creativity: Conceptual analyses of assessment complexities. Commissioned paper, The Science of Science and Innovation Policy Conference, National Academy of Sciences.
- Singer, D. G., Singer, J. L., D'Agnostino, H., Delong, R., D'agostino, H. & Delong, R. (2009). Children's pastimes and play in sixteen nations: Is free-play declining? *American Journal of Play*, 1(3), 283-312.
- Sternberg, R. J. (Ed) (1998). *Handbook of human creativity*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Sternberg, R. J., Grigorenko, E. L. & Singer, J. L. (2004). *Creativity: From potential to realization*. Washington, D.C.: American Psychological Association.
- Sung, Y. T., Chang, K. E., Chiou, S. K. & Hou, H. T. (2005). The design and application of a web-based self-and peer-assessment system. *Computers & Education*, 45(2), 187-202.
- Weisberg, R. W. (1993). *Creativity: Beyond the myth of genius*. New York: WH Freeman.
- Wilson, C. (2011). *Effective approaches to connect with nature*. Wellington: Department of Conservation.

김민주, 서울문현초등학교 교사(Kim, Minju; Teacher, Seoul Munhyun Elementary School).

김현주, 서울가원초등학교 교사(Kim, Hyunju; Teacher, Seoul Gawon Elementary School).

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