초등학생의 과학 상상화 특성 및 과학 상상화 그리기에 대한 인식

황지영 · 강훈식

(춘천교육대학교)

Characteristics of Science Imaginary Pictures Drawn by Elementary School Students and Their Perceptions of Science Imaginary Drawing

Hwang, Ji-Yeong · Kang, Hunsik

(Chuncheon National University of Education)

ABSTRACT

This study investigated the characteristics of science imaginary pictures drawn by elementary school students and their perceptions of science imaginary drawing. To do this, 5th graders (N=107) were selected from 1 elementary school in Gangwon province and were administered the questionnaires. Some of them were also interviewed deeply. The analyses of the results indicated that most students drew science imaginary pictures in 'land' or 'universe' of 'future' than non-science imaginary pictures. In the academic field, 'machine' was most frequently included in their pictures, and 'earth science' or 'building and traffic' was also frequently included. In addition, half of the pictures included two or more fields. Many students perceived positively the educational benefits of science imaginary drawing upon cognitive, affective, and aesthetic aspects. However, they also had several difficulties in the processes of scientific imaginary drawing such as 'difficulties in using artistic skills', 'difficulties in selecting the subject', 'difficulties in imagining', and 'difficulties in expressing my thoughts to pictures'. Educational implications of these findings are discussed.

Key words : science imaginary picture, science imaginary drawing, educational effect, difficulty

I. 서 론

현대 사회는 과학기술의 급속한 발전으로 인해 지식과 정보가 폭발적으로 증가하고 있다. 이렇게 급변하는 사회를 살아가기 위해서는 기존의 지식과 정보를 활용하여 창의적인 해결책을 제시하고, 변화에 능동적으로 적응할 수 있는 능력이 필요하다. 즉, 단순히 새로운 지식과 정보를 습득하고 암기하는 것이 아니라, 창의적인 사고력과 독창적인 문제 해결력을 발휘할 수 있어야 한다. 이러한 사회적 요구에 따라 초등과학교육에서는 기초능력을 토대로 창의적인 능력을 발휘하는 사람의 육성을 목표로 삼고 있다(Ministry of Education, Science and Technology, 2011).

상상력은 특정한 느낌이나 장면을 마음속에 그리거나, 생각하거나, 시각화하는 능력으로서 창의성과 매우 밀접한 관계에 있다(Cheon, 2002; Russ, 2003; Singer, 1999). 이에 상상력을 발달시키는 것이 교육의 주요 목표가 되어야 한다는 주장이 끊임없이 제기되어 왔으며(Egan, 1992; Egan & Madoc-Jones, 2005; Kind & Kind, 2007; White, 1993), 과학교육에서도 상상력의 활용에 대한 중요성이 강조되고 있다(Hadzigeorgiou & Stefanich, 2000; Lee *et al.*, 2003; Mun, 2010; Mun *et al.*, 2013a; Yim, 2011). 가령, Yim (2011)은 과학적 상상력은 과학 지식이나 이론의 발전에 중요한 영향을 끼쳐 왔으므로, 과학적 상상력의 교육적 적용은 창의력 교육에 중요한 아이디어를 제공할 수 있으며, 지식의 전수라는 일반적인

교육 상황에서 자유롭지 않은 오늘날의 과학교육 현장에 유용한 교육적 시사점을 줄 수 있다고 주장하였다. 따라서 학생들의 과학적 상상력을 학교 현장에 효과적으로 적용하여 발달시킬 수 있는 방안을 모색할 필요가 있다.

상상력을 발달시키기 위해서는 자신의 생각을 다양한 방법으로 시각화하는 과정이 필요하며, 이를 위한 대표적인 방법으로 상상화가 있다. 상상화란 생각하여 떠오르는 영상을 화면에 표현하는 활동으로써 기억력, 사고력, 추구력, 창의력 측면에서의 지적인 성장 및 심상이나 정서적 발달을 유도하는 총체적 활동이다(Ahn, 1997; Ha, 2007; Kim, 2007; Park, 2000). 한편, 과학과 예술의 통합은 과학 학습 내용에 대한 이해, 과학 학습 동기 유발, 학습 내용을 예술적으로 표현하는 능력 및 창의력 신장에 효과적이라고 주장되며(Gong, 2011; Kwon & Ahn, 2012; Lim, 2010; Schussler & Winslow, 2007; Siry & Buchinski, 2005; Stellflue *et al.*, 2005), 초등학교 현장에서도 그 유용성에 대한 공감대가 형성되어 번번이 활용되고 있다(Mun *et al.*, 2012, 2013b). 예를 들어, 과학과 미술의 통합 수업에서는 다양한 시각적 자극과 조작적 활동이 어우러지므로 과학적 원리나 개념 이해를 촉진하고, 창의력과 상상력을 자극하며, 호기심과 활동 욕구 및 즐거움 등을 불러일으키는 것으로 보고되고 있다(Kwon, 2008; Kwon, 2012; Lim, 2010; Park, 2012; Park, 2013). 이런 측면에서 볼 때, 과학과 관련된 주제로 과학 지식, 개념, 원리에 기반한 상상력을 그리기 방법으로 표현하는 활동인 과학 상상화 그리기(Mun & Kim, 2008)는 학생들의 다양한 인지적·정의적 측면을 발달시키기 위한 하나의 방법이 될 수 있다. 이에 과학 상상화 그리기는 최근 과학교육에서 강조되고 있는 과학과 예술의 통합교육 전략이나 융합인재교육(STEAM) 전략으로써 그 유용성이 주장되고 있다(Mun & Kim, 2008). 실제로, 매 해 4월 과학의 달이 되면 대부분의 초등학교에서 다양한 과학 행사와 함께 과학 상상화 그리기를 실시하고 있다.

그러나 지금까지 과학 상상화 그리기에 대한 연구는 초등학교 교사를 대상으로 과학 상상화 그리기의 교육적 효과에 대한 인식을 설문 조사한 연구(Mun & Kim, 2008)만이 일부 진행되어, 과학 상상화 그리기의 올바른 지도 방향을 제시하기 어려운 실정이다. 이로 인해 과학 상상화 그리기는 매 해

열리는 형식적인 대회의 일부로만 여겨지고 있다. 따라서 과학 상상화 그리기의 교육적 가치와 활용도를 높이기 위해서는 대회뿐만 아니라, 과학 수업에서 과학 상상화 그리기의 효과적인 활용 방안을 모색하는 연구가 필요하다. 이를 위해서는 무엇보다 초등학생들의 과학 상상화 그리기 실태와 인식에 대한 기초 정보를 수집할 필요가 있다.

이에 이 연구에서는 초등학생들이 그린 과학 상상화의 특성을 분석하였다. 또한, 초등학생들의 과학 상상화 그리기에 대한 인식을 교육적 효과 및 과학 상상화 그리기 과정에서 겪는 어려움 측면에서 분석하였다. 이를 통해 효과적인 과학 상상화 그리기 지도 방안을 모색하는 데 유용한 정보를 얻을 수 있을 것이다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

이 연구는 강원도에 소재한 1개 초등학교 5학년 학생 107명을 대상으로 실시하였다. 이 학생들은 3학년부터 매년 과학 상상화 그리기 대회에서 과학 상상화를 그린 경험이 있으며, 남학생이 55명(51.4%), 여학생이 52명(48.6%)이었다.

2. 연구 절차

우선 문헌 연구를 실시하여 과학 상상화 그리기 활동의 방법을 고안하고, 과학 상상화 그리기 설문지 및 과학 상상화 그리기에 대한 인식 설문지 초안을 개발하였다. 이후 교사와 전문가 검토 및 예비 연구를 통해 과학 상상화 그리기 활동의 방법을 확정하고, 관련 설문지를 완성한 후 본 설문 조사를 실시하였다. 본 설문의 효과적인 운영을 위해 학생들에게는 설문을 실시하기 하루 전에 내일 과학 상상화 그리기 활동을 수행할 것이라고 공지한 후 관련 주제와 구성 방향 등을 미리 생각해오라고 당부하였다. 또한, 리커트 척도 문항의 경우에는 각 문항의 의미에 대한 학생들의 이해를 돕기 위해 학생들에게 각 문항의 의미를 가능한 자세하게 설명한 후 문항에 답하도록 하였다. 설문 조사 후에는 과학에 대한 성취도 및 흥미도 등을 고려하여 20명의 학생들을 골고루 선정한 후, 설문 조사에서의 응답 내용과 이유를 심층적으로 알아보기 위한 반구조화된

개별 심층 면담도 실시하였다. 면담에 대한 전사본을 작성한 후, 설문지와 전사본을 분석하였다.

3. 검사 도구

과학 상상화 그리기 설문지는 학생들이 특별한 주제가 주어지지 않은 상황에서 과학 상상화를 자유롭게 그리도록 구성하였다. 이 때, 과학 상상화의 주제와 그 주제를 선택한 이유 및 과학 상상화의 내용에 대해 장소가 어디인지, 누가 무엇을 하고 있는지, 어떤 모습이나 장면을 표현한 것인지 등을 포함하여 가능하면 자세히 설명하도록 하였다.

과학 상상화 그리기에 대한 인식 설문지는 크게 ‘과학 상상화 그리기의 교육적 효과에 대한 인식’과 ‘과학 상상화 그리기 과정에서 겪는 어려움에 대한 인식’의 두 가지 범주로 구성하였다.

‘과학 상상화 그리기의 교육적 효과에 대한 인식’은 선행연구(Mun & Kim, 2008)의 교사용 설문지를 참고하여 이 연구의 상황에 맞게 수정하였다. 즉, 설문지는 새로운 과학 지식 습득, 과학 지식 기억, 과학적 논리 구성력 향상, 과학적 상상력 향상 등에 대한 인지적 영역 4문항, 과학에 대한 흥미 유발, 과학에 대한 친근감 유발, 과학의 용이성에 대한 인식 제고, 과학 지식에 대한 호기심 유발, 과학의 유용성에 대한 인식 제고 등에 대한 정의적 영역 5문항, 그림 표현 능력 향상, 그림 채색 능력 향상, 미술 작품 완성 능력 향상 등에 대한 심미적 영역 3문항, 총 12개의 4단계 리커트 척도 문항(1=전혀 그렇지 않다, 2=그렇지 않다, 3=그렇다, 4=매우 그렇다)으로 구성하였다. 따라서 각 문항에 대한 반응 점수가 높을수록 관련 인식이 긍정적임을 의미한다.

‘과학 상상화 그리기 과정에서 겪는 어려움에 대한 인식’은 과학 상상화 그리기 과정에서 어떤 어려움이 있었는지를 그 이유와 함께 자세히 서술하도록 구성하였다.

이렇게 구성한 설문지는 연구 대상이 아닌 초등학교 5학년 학생들을 대상으로 한 예비 연구와 과학교육 전문가 및 초등학교 교사의 검토를 통해 수정 및 보완한 후 사용하였다.

4. 자료 분석 방법

초등학생들이 그린 과학 상상화의 특성을 분석하기 위하여 크게 주제, 장소, 시제에 따라 분류하

였다. 먼저 주제의 경우에는 과학 영역의 유무 및 학문 분야로 세분하였다. 즉, 과학 영역의 유무에 따라서는 과학 상상화인지 아닌지로 분류하였다. 또한, 과학 상상화에 한하여 학문 분야를 과학기술표준분류체계(National Science & Technology Council, 2012)의 연구 분야 중 ‘과학기술’ 기준에 의거하여 중복 분류하였다. 즉, 학문 분야를 크게 ‘자연’, ‘생명’, ‘인공물’ 분야로 구분하고, ‘자연’ 분야는 다시 수학, 물리학, 화학, 지구과학, 생명 분야, ‘생명’ 분야는 다시 생명과학, 농림수산식품, 보건의료 분야, ‘인공물’ 분야는 다시 기계, 재료, 화공, 전기/전자, 정보/통신, 에너지/자원, 원자력, 환경, 건설/교통 분야로 세분하여 중복 분류하였다. 장소에 따라서는 육지, 바다, 대기, 우주, 기타(몸 속, 분류 불가능 등)로 분류하였고, 시제에 따라서는 과거, 현재, 미래로 분류하였다. 이 분류 기준에 따라 2명의 분석자가 합의하여 모든 설문지를 분석하였다.

예를 들어, Fig. 1의 왼쪽 그림은 미래에 우주선이라는 기계를 활용하여 화성인과 교류하는 상황이 묘사되어 있으므로, ‘과학 영역’의 유무에 따라서는 ‘과학’, ‘학문 분야’에 따라서는 ‘지구과학’과 ‘기계’, ‘장소’에 따라서는 ‘우주’, ‘시제’에 따라서는 ‘미래’로 분류하였다. 반면, 오른쪽 그림의 경우에는 과학적 근거가 없는 상상 위주로 묘사되어 있으므로, ‘과학 영역’의 유무에 따라서는 ‘비과학’으로 분류하였다.

‘과학 상상화 그리기의 교육적 효과에 대한 인식’은 설문 문항별로 평균과 표준편차를 산출하였으며, 하위 영역별로 관련 면담 내용도 제시하였다. ‘과학 상상화 그리기 과정에서 겪는 어려움에 대한 인식’의 경우에는, 6명의 초등학교 교사와 과학교육 전문가 등이 참여한 세미나를 통해 ‘미술적 기능에 대한 어려움’, ‘주제 선정에 대한 어려움’, ‘상상을 하는 것에 대한 어려움’, ‘생각을 그림으로 표현하는 것에 대한 어려움’이라는 4개의 공통 요인을 추출하고, 공통 요인별 원인을 4~5가지로 항목화한 분석 기준을 설정하였다. 이 후 그 분석 기준에 따라 2명의 분석자가 공동으로 모든 설문지를 다시 분석하였다. 분석 결과는 항목별 빈도와 백분율 및 관련 사례를 제시하였다.

모든 연구자들이 공동으로 연구 결과를 해석하고 결론을 도출하였으며, 이를 과학교육전문가와 초등학교 교사의 자문을 받아 수정 및 보완하였다.

Fig. 1. The examples of science imaginary pictures drawn by elementary school students

III. 연구 결과 및 논의

1. 과학 상상화의 특성에 대한 분석 결과

과학 상상화의 특성에 따른 분석 결과는 Table 1과 같다. 과학 영역의 유무에 따른 결과에서는, ‘과학’ 항목이 102개(95.3%), ‘비과학’ 항목이 5개(4.7%)로 대부분 과학 영역이었다. 이는 대부분의 학생들이 이 과학 상상화의 정의와 특성에 대하여 잘 인지하고 있기 때문으로 보인다.

‘과학’ 영역을 그린 과학 상상화 102개를 학문 분야에 따라 분류한 결과, ‘기계(59.8%)’ 항목이 가장 많았으며, ‘지구과학(34.3%)’ 및 ‘건설/교통(25.5%)’ 항목도 비교적 많이 나타났다. 구체적으로 살펴보

면, ‘기계’의 경우 여러 가지 기능을 하는 로봇, 축소하는 비행접시, 무중력 기구, 바다 또는 공중을 다니는 자동차, 사람 몸속을 탐험하는 소형 잠수함, 만능 시계, 해를 받으면 움직이는 기계 등이 있었다. ‘지구과학’의 경우에는, 미래 우주, 우주선 세상, 먼 행성을 이어주는 다리, 화성으로의 현장학습, 해저 도시, 땅 속 도시 등이 있었다. ‘건설/교통’에서는 우주 건설, 구름 위 자동차, 우주 다리, 우주 터널, 우주 엘리베이터, 우주 오토바이, 도로를 달리는 기차, 먼 행성을 이어주는 다리, 우주에 건물 세우기 등이 있었다. 나머지 주제의 경우는 모두 10% 미만으로 비교적 적게 나타났다. 예를 들어, ‘전기/전자’의 경우, 부르면 스스로 나에게 오는 리모컨,

Table 1. The results for the characteristics of science imaginary pictures drawn by elementary school students

Category	Subcategory	N(%)
Scientific area	Science	102(95.3)
	Non-science	5(4.7)
	Mathematics	0(0.0)
	Physics	1(1.0)
	Chemistry	5(4.9)
	Earth science	35(34.3)
	Life science	2(2.0)
	Food, agriculture, forestry and fisheries	0(0.0)
	Health and medical treatment	4(3.9)
	Machine	61(59.8)
	Material	1(1.0)
	Chemical engineering	1(1.0)
	Electronic and electrical engineering	10(9.8)
	Artifact	4(3.9)
Academic field ^a	Information and communication	4(3.9)
	Energy and resource	6(5.9)
	Nuclear power	3(2.9)
	Environment	4(3.9)
	Building and traffic	26(25.5)
	Land	47(46.1)
	Universe	23(22.5)
	Sea	6(5.9)
	Atmosphere	5(4.9)
	Others	21(20.6)
Time	Past	0(0.0)
	Present	8(7.8)
	Future	94(92.2)

^a The number of answer is above the number of subjects (n=102) who drew the 'science' imaginary pictures because some pictures were classified multiple subcategories.

전자칩 교과서, 뇌보관 컴퓨터 등이 있었고, ‘에너지/자원’에서는 다이아몬드 행성에서 자원 캐오기 등이 있었다. ‘보건 의료’에서는 내시경 캡슐과 뱃살흡입 장치 등, ‘정보/통신’에서는 무기 전송 휴대전화와 신세대 스마트폰 등, ‘환경’에서는 환경 보호를 해 주는 기계 등이 있었다. 한편, 한 가지 학문 분야만을 포함한 경우는 48개(47.1%)였으며, 두 가지 학문 분야를 포함한 경우는 47개(46.1%), 세 가지 학문 분야를 포함한 경우는 6개(5.9%), 네 가지 학문 분야를 포함한 경우는 1개(1.0%)로 나타났다. 장소에 따라 분류한 결과에서는 ‘육지(46.1%)’

항목이 가장 많았으며, ‘우주(22.5%)’, ‘기타(20.6%)’, ‘바다(5.9%)’, ‘대기(4.9%)’ 순으로 많이 나타났다. 즉, 초등학생들이 그린 과학 상상화의 주제는 주로 육지나 우주에서의 ‘기계’, ‘지구과학’, ‘건설/교통’ 분야에 치우쳐져 있음을 알 수 있다. 이는 초등학생들이 TV, 책, 영화, 체험 활동 등과 같은 다양한 경로를 통해 이 분야에 대하여 직간접적으로 경험했기 때문으로 보인다(Park, 2000). 한편, 시제를 기준으로 살펴보면, 대부분이 ‘미래(92.2%)’ 항목이었으며, ‘현재(7.8%)’ 및 ‘과거(0.0%)’ 항목은 매우 적었다. 이는 매년 이루어지는 과학 상상화 그리기 대회의 시제가 대부분 미래 시제로 진행된 것의 영향으로 보인다.

이상의 결과들은 학생들에게 특정한 지침 없이 자유롭게 주제를 선정하여 과학 상상화를 그리도록 하였음에도 불구하고, 학생들은 특정 측면에 편중되어 과학상상화를 그렸음을 보여준다. 즉, 이 연구에 참여한 초등학생들이 과학 상상화에 대하여 특정한 고정관념을 지니고 있음을 보여준다고 할 수 있다. 이는 과학 상상화 그리기 대회가 매년 개최되고 있음에도 그동안 학교 현장에서는 과학 상상화 그리기에 대한 지도가 체계적이지 못하였기 때문으로 해석된다(Oh, 2004). 따라서 과학적 상상력과 창의력 신장 및 과학에 대한 흥미 유발이라는 과학 상상화 그리기 본연의 교육적 목적을 달성하기 특정 측면에서 벗어나, 다양한 주제, 장소, 시제를 대상으로 과학 상상화를 그릴 수 있도록 지도할 필요가 있다.

2. 과학 상상화 그리기에 대한 인식 분석 결과

1) 과학 상상화 그리기의 교육적 효과에 대한 인식 분석 결과

과학 상상화 그리기의 교육적 효과에 대한 인식 분석 결과를 Table 2에 제시하였다. 초등학교 교사의 경우(Mun & Kim, 2008)와 유사하게 전체 평균은 2.61이었고, 하위 영역 중 인지적 영역의 평균은 2.67, 정의적 영역의 평균은 2.67, 심미적 영역의 평균은 2.43으로 나타났다. 4단계 리커트 척도임을 고려할 때, 과학 상상화 그리기의 인지적, 정의적, 심미적 측면에서의 교육적 효과에 대한 초등학생들의 인식은 긍정적인 측면에 가까우나, 심미적 측면에 대한 긍정적인 인식은 상대적으로 부족한 편이었다.

Table 2. The results for the educational benefits of science imaginary drawing

Category	Question	Mean	Standard deviation
Cognitive	I could acquire new scientific knowledge during science imaginary drawing.	2.51	0.77
	I could remember scientific knowledge better during science imaginary drawing because it needed to utilize the scientific knowledge which I already knew.	2.71	0.71
	My ability to construct scientific logic was improved by reconstructing various science-related materials during science imaginary drawing.	2.51	0.65
	My scientific imagination was improved during science imaginary drawing.	2.95	0.72
	Subtotal	2.67	0.48
Affective	I considered science more interesting through science imaginary drawing.	2.69	0.76
	I felt more familiar to science through science imaginary drawing.	2.62	0.67
	I considered science easier through science imaginary drawing.	2.49	0.71
	I wanted to know more scientific knowledge after science imaginary drawing.	2.63	0.80
	I thought that science was useful in real life through science imaginary drawing.	2.94	0.75
	Subtotal	2.67	0.55
Aesthetic	My ability to express themes in drawing was improved through science imaginary drawing.	2.56	0.79
	My ability to paint pictures was improved through science imaginary drawing.	2.29	0.80
	My ability to complete the work of art was improved through science imaginary drawing.	2.45	0.76
	Subtotal	2.43	0.64
Total		2.61	0.46

세부 문항별로 분석해 보면, 인지적 영역의 경우, 각 문항별 평균은 새로운 과학 지식 습득 2.51, 과학 지식 기억 2.71, 과학적 논리 구성력 향상 2.51, 과학적 상상력 향상 2.95로 나타났다. 구체적으로, 65.7%가 과학적 상상력 향상 측면에 대하여 긍정적으로 응답하였고, 65.4%가 과학 지식 기억 측면에 대하여 긍정적으로 응답하였다. 반면, 과학적 논리 구성력 향상(50.5%)과 새로운 과학 지식 습득(49.5%) 측면에 긍정적으로 응답한 경우는 절반 수준이었다. 즉, 초등학생들은 과학 상상화 그리기가 과학적 상상력을 향상시키거나 과학 지식을 기억하는 데 도움이 된다는 점에서는 비교적 긍정적이나, 과학적 지식을 논리적으로 구성하는 능력을 향상시키거나, 새로운 과학 지식을 습득하는 데에는 의견이 분분함을 알 수 있다. 다음은 이와 관련된 학생과의 면담 내용이다.

과학 상상화 그리기가 상상력 향상에 도움이 되는 것 같아요. 왜냐하면 평소에는 과학과 관련된 상상을 할 기회가 별로 없는데, 과학 상상화 그리기를 하면서 과학을 주제로 상상하게 되는 것 같아요. 그런데 과학적 논리를 구성하는 능력이 향상되었다는 점은 잘 모르겠어요. 상상을 한 것을 그리는데 중점이 되다 보니까 논리적으로 구성하는 것까지는 못하겠어요.

학년 올라갈 때마다 과학 배우는 내용이 많아져서 과학 상상화 그리기에 도움이 돼요. 과학 상상화를 할 때면 알고 있던 과학 지식들이 막 떠올라서 더 잘 기억할 수 있어요. 이미 알고 있는 내용은 떠올려서 그리기가 쉽지만, 과학 상상화를 그린다고 새로운 과학 지식이 생기는 건 아닌 것 같아요.

저는 과학 상상화 그리기를 하면서 새로운 과학 지식을 습득하게 되었어요. 과학 상상화 그리기 전 날에 선생님께서 그릴 주제나 내용을 생각해 오라고 해서 고민하다가 과학 관련 책을 봤거든요. 처음에는 주제를 고르려고 찾게 되었는데, 읽다가 새로운 과학 내용이라서 몰랐던 지식도 많이 알게 되어서 좋았어요.

정의적 영역에서의 각 문항별 평균은 과학에 대한 흥미 유발 2.69, 과학에 대한 친근감 유발 2.62, 과학의 용이성에 대한 인식 제고 2.49, 과학 지식에 대한 호기심 유발 2.63, 과학의 유용성에 대한 인식 제고 2.94로 나타났다. 구체적으로, 과학의 유용성에 대한 인식 제고에 대하여 78.5%, 과학에 대한 흥미 유발에 대하여 66.4%가 긍정적으로 응답하였다. 반면, 과학 지식에 대한 호기심 및 친근감 유발에 대해서는 57.0%가 긍정적으로 응답하였으며, 과학

의 용이성에 대한 인식 제고에 대하여는 45.8%만이 긍정적으로 응답하였다. 즉, 대체적으로 많은 초등학생들이 과학 상상화 그리기가 과학에 대한 정의적 측면, 특히 과학의 유용에 대한 인식 제고나 과학에 대한 흥미 유발 측면에는 긍정적인 영향을 미치는 것으로 인식하나, 과학에 대한 호기심 및 친근감 유발과 과학의 용이성에 대한 인식 제고 측면에서 긍정적인 인식은 상대적으로 미흡함을 알 수 있다. 이와 관련된 학생과의 면담 내용의 예는 다음과 같다.

과학 상상화 주제 정할 때랑 그리 때 생각해 보니까 지금 우리가 사용하고 있는 편리한 물건들이 다 과학이 발달해서 가능한 것이더라구요. 그래서 과학은 정말 꼭 필요하고 유용한 학문이라는 생각이 들었어요.

우주 세계를 상상하는 것이 무척 재미있었어요. 상상한 대로 그려지지 않아서 아쉽긴 했지만, 우주 세계를 그리면서 더 과학이 재미있어졌어요.

스마트시계를 제목으로 과학 상상화를 그렸는데, 과학 상상화를 그리고 나서 스마트폰과 스마트시계에 대해서 더 많이 알고 싶어졌어요. 스마트폰을 주변에서 많이 쓰는 만큼 스마트시계도 많은 사람들이 사용할 것 같아요.

평소에 과학을 어려워했는데 그림 그리는 것을 좋아해서 과학 상상화를 재미있게 그리니까 과학이 더 쉽게 생각 되었어요.

과학 상상화를 그리면서 과학이 더 친근하게 느껴지지 않았어요. 과학을 주제로 표현하기가 어렵다 보니 과학 상상화를 그리는 동안 과학에 대한 흥미가 떨어졌어요.

과학 상상화를 그리는 것이 너무 어려웠어요. 그래서 과학 상상화를 그리는데 많이 힘이 들었어요. 그래서인지 과학 상상화를 그리고 나서 과학이 더 어렵게 느껴져요.

심미적 영역에서의 각 문항별 평균은 그림 표현 능력 향상 2.56, 그림 채색 능력 향상 2.29, 미술 작품 완성 능력 향상 2.45이었다. 구체적으로 그림 표현 능력 향상에서는 56.0%, 그림 채색 능력 향상에서는 37.3%, 미술 작품 완성 능력 향상에서는 45.8% 학생만이 긍정적으로 응답하였다. 즉, 인지적 영역과 정의적 영역에 비해, 과학 상상화 그리기를 통한 미술 능력 신장 측면에 대하여 긍정적인 인식을

가진 초등학생들이 상대적으로 적음을 알 수 있다. 다음은 이와 관련된 학생과의 면담 내용이다.

평소에 하고 있던 생각들을 재미있게 그릴 수 있어서 좋았어요. 관심이 있는 과학 주제를 하나 정해서 그림으로 그리니까 과학 상상화 그리기 하면서 주제를 그림으로 표현하는 능력이 향상된다고 생각해요.

과학 상상화 그리기를 통해 주제를 그림으로 표현하는 능력이 향상되지 않았어요. 무중력 기구를 주제로 정해서 그렸는데 머릿속에 상상한 만큼 그리기가 쉽지 않아서 그 주제를 제대로 표현하지 못했거든요.

과학 상상화 그리기를 할 때마다 색칠하는 것이 어렵다고 생각이 들지, 채색 능력이 향상되었다고 생각해 본 적이 없어요. 앞으로 또 한다고 해서 색칠을 지금보다 더 잘 할 수 있을 것 같지는 않아요.

과학 상상화 그리기를 많이 하면 할수록 미술 작품을 완성하는 능력이 향상되는 것 같아요. 과학 상상화 그리기를 매년 했었는데 학년이 올라갈 때마다 과학 상상화 작품이 좋아졌어요.

로봇을 멋지게 그리고 싶었는데, 실제로 그린 그림이 멋있지 않아서 무척 속상했어요. 과학 상상화 그리기를 한다고 해서 작품을 완성하는 능력이 향상되는 건 아닌 것 같아요.

이상의 결과들은 과학 상상화 그리기 과정에서 요구되는 능력 및 과학 상상화 그리기 과정에 임하는 학생들의 자세 등에 기인한 것으로 보인다. 즉, 과학 상상화 그리기 과정에서는 다양한 인지적, 정의적, 심미적 능력이 요구되므로, 과학 상상화 그리기 과정에 능동적으로 임하거나 그 과정을 성공적으로 수행한 학생들의 경우에는 그런 능력 향상 측면에 대하여 긍정적으로 인식하였다고 볼 수 있다. 반면, 과학 상상화 그리기 과정에 수동적으로 임하거나, 그 과정에서 여러 가지 어려움을 겪은 학생들의 경우에는 과학 상상화의 교육적 효과 측면에 대하여 다소 부정으로 인식하였을 가능성이 있다.

2) 과학 상상화 그리기 과정에서 겪는 어려움에 대한 인식 분석 결과

과학 상상화 그리기의 효과적인 활용을 위해, 초등학생들이 과학 상상화 그리기 과정에서 겪는 어

Table 3. The results for the difficulties in the processes of scientific imaginary drawing

Category	Cause	N ^a (%)
Difficulties in imagining	Because I lacked imagination	17(15.9)
	Because I lacked scientific knowledge	4(3.7)
	Because I lacked interest about science	1(0.9)
	Because I lacked confidence in my ideas	1(0.9)
Total		23(21.5)
Difficulties in selecting the subject	Because I had difficulty in generating ideas on the subject	19(17.8)
	Because there were many science-related subjects	2(1.9)
	Because too many ideas crossed my minds	2(1.9)
	Because I lacked scientific knowledge	2(1.9)
Total		25(23.4)
Difficulties in expressing my thoughts to pictures	Because It was difficult to express my thoughts in writing or drawing	12(11.2)
	Because I lacked scientific knowledge	5(4.7)
Total		17(15.9)
Difficulties in using artistic skills	Because I had difficulty in painting	43(40.2)
	Because I had difficulty in drawing a sketch	11(10.3)
	Because I was bothered with painting and/or drawing a sketch	3(2.8)
Total		57(53.3)

^a The number of answer is above the number of subjects (N=107) who answered the questions because some participants responded multiple responses.

려움을 분석하였으며, 그 결과를 Table 3에 정리하였다. 즉, ‘미술적 기능에 대한 어려움(53.3%)’, ‘주제 선정에 대한 어려움(23.4%)’, ‘상상하는 것에 대한 어려움(21.5%)’, ‘생각을 그림으로 표현하는 것에 대한 어려움(15.9%)’ 순으로 많이 나타났으며, 각각에 대한 자세한 논의는 다음과 같다.

‘상상하는 것에 대한 어려움’의 이유로는 ‘상상력 부족(15.8%)’을 꼽은 학생이 가장 많았으며, ‘과학 지식 부족(3.7%)’, ‘과학에 대한 관심 부족(0.9%)’, ‘자기 생각에 대한 자신감 부족(0.9%)’을 언급한 학생도 일부 있었다. 다음은 이와 관련된 설문과 면담 응답의 예이다.

상상력이 풍부하지 못해서 어렵다.

저는 과학 상상화를 그리라고 하면 미래가 제일 먼저 떠올라요. 미래의 과학 모습을 상상하는 게 너무 어려워요. 겪지 않은 일을 그려야 하니까요.

과학 지식을 잘 모르기 때문에 상상하기 힘들었다.

과학에 대해서 잘 모르는데, 잘 모르는 것에 대하여 상상해서 그리라고 하니까 너무 어려워요. 어떻게 해야 하는지 가르쳐 주면 좋겠어요.

과학에 대해 고민해 본적이 없어서 생각하는 것이 어려웠다.

내가 생각하는 내용이 과학 상상이 맞는지 잘 모르겠어요. 될 것 같기도 하고, 안 될 것 같기도 하고, 내 생각에 자신이 없으니까 상상이 더 잘 안 돼요.

이런 결과는 아동이 성인보다 상상력 발휘에 도움이 되는 소재나 경험을 적게 가지고 있을 뿐 아니라, 이를 조합하여 새롭게 구성하는 능력이 낮으며, 관심도 단순하고 일차적이며 빈약하다는 주장(Oh, 2010)과 일맥상통한다. 따라서 과학 상상화 그리기의 효과를 높이기 위해서는 학생들의 상상하는 것 자체에 대한 어려움을 감소시킬 수 있는 방안을 마련해야 한다. 예를 들어, 학생들이 과학적 상상력을 발휘할 수 있도록 교사는 과학 상상화 그리기 활동의 준비 단계부터 계획적이고 지속적인 자극을 제공할 필요가 있다(Oh, 2004). 즉, 과학 상상 그리기 활동 도입 단계에서 학생들의 과학적 상상력을 자극하기 위한 참고 작품이나 시·청각 자료를 보여주거나, 과학과 관련된 이야기를 들려준

후 떠오르는 과학 이미지를 상상하여 그리게 하는 것이 필요하다(Park, 2000). 또한, 브레인스토밍이나 마인드맵 등과 같은 연상 기법을 활용하여 학생들의 다양하고 풍부한 상상을 이끌어낼 수도 있다(Oh, 2010). 이 때 초등학생들의 과학적 상상력을 가장 쉽게 자극할 수 있는 것은 바로 경험이라 할 수 있으므로, 학생들의 경험을 기초로 연상 기법을 활용한다면 더욱 효과적일 수 있다.

‘주제 선정에 대한 어려움’의 이유로 17.8%의 학생들은 ‘주제가 잘 생각나지 않아서’라고 응답하였다. 1.9%의 학생들은 ‘과학 관련 주제가 많아서’, ‘다양한 생각이 너무 많이 떠올라서’, ‘과학 지식이 부족해서’를 언급하기도 하였다. 아래의 면담 내용이 이를 잘 보여준다.

눈에 안 보이는 것 생각하기가 어려워요. 그리고 학년 올라갈 때마다 과학 배우는 내용이 많아지다 보니 과학에 대해 아는 내용이 많아지는데 그 중 한가지로 주제를 정하는 것이 어려워요. 미래 과학을 그려라, 생명 관련해서 그려라하고 주제를 정해 주면 좋겠어요.

이 연구에서는 학생들의 과학 상상화 그리기에 대한 이해도와 실태 등을 조사하기 위하여 자유 주제로 과학 상상화 그리기를 진행하였는데, 이로 인해 주제 선정에 어려움을 겪는 학생들이 발생한 것으로 보인다. 따라서 과학 상상화 그리기가 교육적으로 의미 있는 활동이 되기 위해서는 주제 선정과 관련된 효과적인 지도 방법을 모색해야 할 것이다. Park(2000)의 연구에 의하면, 상상화는 학생이 자신의 의식에 따라 무엇이든 생각나는 대로 표현하는 자기 발산적 표현 과정과 주어진 제재 속에서 제재에 맞는 대상, 내용, 장면으로 화면을 구성하는 표현 과정으로 분류할 수 있다. 이 때, 전자의 방법을 강조하면 창의력 신장에는 도움이 되나, 소재 선정에 어려움을 겪을 수 있는 반면, 후자의 방법을 강조하면 소재 선정에는 어려움이 감소할 수 있으나, 소재의 빈곤으로 같은 대상, 내용, 장면이 반복되어 교육 목적에 도달하기 어려울 수 있다. 따라서 교육 목적과 학생들의 수준을 고려하여 적절한 지도 방법을 선택하는 것이 바람직할 것이다. 예를 들어, 학생들의 수준이 높은 경우에는 전자의 방법, 그렇지 않은 경우에는 후자의 방법으로 과학 상상화 그리기를 지도할 수 있으며, 경우에 따라서는 두 방

법을 병행할 수도 있을 것이다. 과학 수업 후 그날 배운 내용 중에서 주제를 정해서 과학 상상화를 그리도록 지도하는 것도 좋은 방법이다. 이 때, 학생들이 배운 내용 중에서 지나치게 한정된 주제만을 떠올린다면 주제와 관련된 다양한 자료를 보여줌으로써 다양한 주제 표현을 유도할 수 있을 것이다.

‘생각을 그림으로 표현하는 것에 대한 어려움’의 이유로, 일부 학생들은 ‘상상한 것 그대로 구현하기 어려움(11.2%)’과 ‘과학 지식 부족(4.7%)’을 언급하였다. 다음은 상상한 것 그대로 구현하기 어렵다고 응답한 경우의 예이다.

상상을 하고 나면 그 생각을 그대로 그리기가 어렵다. 아이디어는 많은데 어떻게 표현해야 할지 몰라서 어렵다.
머릿속에는 막 떠오르는데 그것을 구체적으로 표현하기 어려워요.
무엇을 그리지는 정했는데 어떻게 나타내야 할지 잘 몰라서 많이 어려웠어요.

이런 결과는 해당 학생들이 자신의 생각을 시각적인 이미지로 표현하는 능력이 부족하기 때문에 나타난 것으로 해석되므로, 이를 개선하기 위한 지도 방법이 필요하다. 예를 들어, 마인드 맵, 설문법 등과 같은 발상 전략 중 적절한 것을 활용하여 학생들이 자신의 생각을 구체적으로 표현할 수 있도록 도와줄 수 있을 것이다(Oh, 2004). 또한, 떠오르는 생각을 단계적으로 간단한 그림으로 그리도록 함으로써 과학 상상화를 완성하는 방법도 고려할 수 있다. 상상한 것을 반드시 정확하게 표현하지 않아도 된다는 허용적인 분위기를 제공할 필요도 있다.

‘미술적 기능에 대한 어려움’의 이유로 가장 많은 학생들이 언급한 내용은 ‘색칠의 어려움(40.2%)’이었다. 10.3%의 학생들은 ‘밑그림 그리기의 어려움’을 호소하기도 하였으며, 2.8%의 학생들은 ‘밑그림 그리기와 색칠하는 것이 힘들’을 언급하기도 하였다. 이와 관련된 면담 내용은 다음과 같다.

색칠하는 것이 어려워요. 만약에 채색에 대한 부담 없이 과학 상상만 해라 그려면 좀 더 쉬울 것 같아요.

색칠하는 것이 부담스럽고 어려워요. 별처럼 작은 부분까지 색칠하려고 하다 보면 생각대로 잘 되지 않아서 더

어려워요. 스케치만 하라고 하면 좋을 것 같아요.

상상하는 것은 좋은데 그림 그리는 것이 너무 어려워서 힘들어요. 생각한 만큼 잘 안 되니까 밑그림을 그리는 것이 힘들어요. 내가 그리고 싶은 그대로 그리기가 제일 어려운 것 같아요.

밑그림 그리기가 제일 힘들어요. 처음에는 분명히 사람하고 똑같은 로봇을 그렸는데, 그리고 나니까 모두 다 사람이 아니고 로봇 같았어요. 그래서 그냥 로봇으로 바꿔서 그림을 그렸어요.

이런 결과는 많은 초등학생들이 과학적 사고 측면보다 미술적 기능 측면이 부족하여 과학 상상화 그리기 과정에서 어려움을 겪고 있음을 보여준다. 따라서 학생들의 미술적 기능 측면에서의 심리적 부담감과 어려움을 감소시키기 위한 방안 마련이 필요하다. 예를 들어, 다양한 재질과 모양의 화지를 제공하고, 물감 떨어뜨리기, 뿌리기, 뜯어내기, 붙이기, 접어 누르기, 굵기 등 다양한 표현 방법을 활용하여 지도한다면 물감으로 채색하는 것에 대한 부담감과 어려움을 줄일 수 있을 것이다(Park, 2000). 또한, 채색보다는 과학적 사고 및 구성이 더 중요함을 강조함으로써 과학적 상상력이 발휘된 작품으로 완성될 수 있도록 지도할 필요가 있다. 심미적 측면을 강조할 경우에는 미술 교과에서 이를 위한 충분한 사전 지도가 이루어져야 할 것이다.

IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 초등학생들이 그린 과학 상상화의 특성 및 그들의 과학 상상화 그리기에 대한 인식을 분석하였다. 연구 결과, 대부분 ‘과학’ 영역을 주제로 과학 상상화를 그렸으며, 그 중에서도 ‘기계’ 분야와 관련된 과학 상상화가 가장 많았고, ‘지구과학’, ‘건설/교통’ 분야와 관련된 것도 비교적 많은 편이었다. 한편, 두 가지 이상의 학문 분야가 함께 포함된 경우도 약 절반 정도 나타났다. 장소에 따라서는 ‘육지’ 및 ‘우주’를 많이 그렸고, 시제에 따라서는 대부분이 ‘미래’ 상황을 그렸다. 과학 상상화 그리기의 교육적 효과에 대한 인식을 분석한 결과, 문항에 따라 4점 만점 중에서 2.29~2.95의 점수 분포를 보였으며, 하위 영역 중에서는 인지적 및 정의적 영역보다 심미적 영역의 점수가 상대적

으로 낮았다. 과학 상상화 그리기 과정에서 겪는 어려움으로는 4가지 유형이 나타났는데, 그 중에서도 ‘미술적 기능에 대한 어려움’을 언급한 경우가 가장 많았으며, 그 다음으로는 ‘주제 선정에 대한 어려움’, ‘상상하는 것에 대한 어려움’, ‘생각을 그림으로 표현하는 것에 대한 어려움’ 순으로 나타났다. 4가지 유형이 나타난 대표적인 이유로는 각각 ‘색칠의 어려움’, ‘주제가 잘 생각나지 않음’, ‘상상력의 부족’, ‘상상한 것 그대로 구현하기 어려움’이 언급되었다.

이상의 결과들은 많은 초등학생들이 과학적 상상력을 충분히 발휘하지 못한 채 특정 측면에 한정하여 과학 상상화를 그리는 경향이 있음을 의미한다. 또한, 초등학생들은 과학 상상화 그리기의 인지적, 정의적, 심미적 측면에서의 교육적 효과에 대하여 비교적 긍정적으로 인식하고 있지만 충분하지는 않으며, 과학 상상화 그리기 과정에서 다양한 어려움을 겪고 있음을 보여준다. 따라서 이 연구의 결과 및 논의에 제시된 내용을 참고하여 초등학교 과학 수업이나 과학 상상화 그리기 대회에서 과학 상상화 그리기를 효과적으로 지도하기 위한 방안을 마련할 필요가 있다.

예를 들어, 과학적 상상력이나 표현 능력을 향상시키기 위해 과학 상상화 그리기 활동 전에 브레인 스토밍이나 마인드맵 등과 같은 연상 기법 등을 활용할 필요가 있다. 또한, 연상하여 그리기, 이야기 듣고 그리기, 영화보고 그리기, 의논하여 그리기, 결합하여 그리기, 관찰하여 그리기 등과 같이 미술 교과에서 효과적인 상상화 그리기를 위해 제안된 다양한 형태의 지도 방법(Kim, 2007; Lee, 2004; Oh, 2010; Park, 2000)을 참고한다면 유용할 것이다. 학생들의 수준을 고려하여 과학 상상화 그리기 과정을 단계화할 필요도 있다. 특히 발상 단계에서는 자료 활용이 중요하므로, 이 단계에서 활용할 수 있는 참고 작품, 파워포인트 자료, 파일 자료, CD 자료, 듣기 자료 등의 자료가 개발되어야 한다. 한 단원이 끝난 후에 이와 관련된 과학 상상화 그리기 활동을 주기적으로 실시하는 것도 좋은 방법이 될 수 있다. 특히, 초기에는 과학 상상화 그리기에 대하여 구체적으로 안내하여 진행하고, 이후에는 점차적으로 안내나 구조화 정도를 약화시키면서 진행하는 방법이 효과적일 수 있다. 미술적 기능 측면에서의 심미적 부담감과 어려움을 감소시키기

위하여 채색에 대한 비중을 줄이고 다양한 재료와 표현 방법을 활용하도록 안내하며, 미술 교과와 연계하여 미술적 기능을 사전에 갖추도록 지도할 필요도 있다. 또한, 과학 상상화 그리기 활동을 개별적으로 진행하는 것보다는 2명 이상의 소집단 환경에서 진행하는 것도 고려해 볼 수 있다. 이 때, 과학 상상화 그리기 과정에서의 어려움에 대한 정보를 참고하여 서로 다른 유형의 어려움을 겪는 학생들로 소집단을 구성한다면 더욱 효과적일 것이다.

한편, 이 연구에서는 제한된 연구 대상 및 방법만을 활용하여 일부 제한점이 있었으므로, 이를 개선하여 연구를 진행할 필요가 있다. 예를 들어, 연구 대상의 특성에 따라 과학 상상화 그리기의 특성 및 과학 상상화에 대한 인식이 다를 수 있으므로, 다양한 대상으로 반복 연구를 진행할 필요가 있다. 또한, 특정 주제를 주고 과학 상상화 그리기를 진행하거나, 과학 상상화를 다양한 측면에서 분석하거나, 과학 상상화 그리기 과정에 대하여 심층적으로 관찰하고 면담한다면 보다 다양하고 의미 있는 정보를 얻을 수 있을 것이다.

참고문헌

- Ahn, H. (1997). Education through art [미술을 통한 교육]. Seoul: Boyuksa.
- Cheon, M.-N. (2002). An empirical analyses of relationships between imagination and creativity. *The Korean Journal of Educational Psychology*, 16(1), 163-181.
- Egan, K. (1992). Imagination in teaching: Ages 8-15. London: Routledge.
- Egan, K. & Madoc-Jones, G. (2005). Editorial: Education and imagination. *Teaching Education*, 16(1), 1-2.
- Gong, C.-Y. (2011). The needs and models of the convergence education program for the art - science convergence education. *Journal of Integrated Humanities*, 3(1), 161-195.
- Ha, Y. J. (2007). A study on the teaching method of imaginary picture through surrealism's work impressions: Focusing on high grade in elementary school. M.D. Thesis, Busan National University of Education.
- Hadzigeorgiou, Y. & Stefanich, G. (2000). Imagination in science education. *Contemporary Education*, 71(4), 23-28.
- Kim, S. H. (2007). A creative teaching and learning through imaginary painting instructions. M.D. Thesis, Daegu National University of Education.
- Kind, P. M. & Kind, V. (2007). Creativity in science education: Perspectives and challenges for developing school science. *Studies in Science Education*, 43(1), 1-37.
- Kwon, N. & Ahn, J. (2012). The science-arts convergence strategy analysis for scientific creativity and artistic sensibility. *The Journal of Education*, 32(1), 77-93.
- Kwon, Y. J. (2008). A study on the integrated art & science education program development and the teaching methods: Focused on the third to fourth graders at elementary schools. M.D. Thesis, Kyung Hee University.
- Kwon, Y.-S. (2012). Development of integrated science and art teaching-learning programs for the improvement of creative brain activity of gifted students in science. Ph.D. Thesis, Korea National University of Education.
- Lee, W. Y. (2004). Drawing an interesting imaginative painting. M.D. Thesis, Pusan National University.
- Lee, W.-B., Park, J.-H. & Chung, W.-W. (2003). Research on applying creativity to the science text of middle school. *Journal Science Education*, 27, 71-100.
- Lim, D.-W. (2010). The effects of inclusive class of science and art on elementary student's creativity. M.D. Thesis, Korea National University of Education.
- Ministry of Education, Science and Technology (2011). Science education curriculum [과학과 교육과정]. Ministry of Education, Science and Technology, 2011-361.
- Mun, J. (2010). Developing and applying measurement scale for scientific imagination (MSI). M.D. Thesis, Ewha Womans University.
- Mun, J., Mun, K. & Kim, S.-W. (2013a). Scientists' perceptions of imagination and characteristics of the scientific imagination. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 33(7), 1403-1417.
- Mun, J., Song, J.-Y. & Kim, S.-W. (2012). An analysis of science-arts integration activities in elementary school science textbooks of Korea. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 32(5), 890-902.
- Mun, J., Song, J.-Y. & Kim, S.-W. (2013b). The perceptions and the characteristics of elementary teachers on teaching science-arts integrated activities. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 33(5), 1007-1020.
- Mun, K. & Kim, S.-W. (2008). Exploring educational factors of science imaginary drawings: Understanding of elementary school teachers. *Journal of Research in*

- Curriculum Instruction*, 12(1), 239-251.
- National Science & Technology Council (2012). National science and technology classification codes [국가과학기술표준분류체계]. National Science & Technology Council, 2012-4.
- Oh, S. Y. (2004). A study on imaginary painting conception teaching to improve ability to express. M.D. Thesis, Korea National University of Education.
- Oh, Y. H. (2010). A study on effective teaching method of conception making to imagining expression in elementary art education: Focused on a plane expression, 3th and 4th grades in elementary school. M.D. Thesis, Korea National University of Education.
- Park, J.-C. (2000). A study on the theme and expression of imaginary picture in elementary art education: For elementary school children in Cheju Island. M.D. Thesis, Cheju National University.
- Park, M. H. (2012). Development and application of improving creativity programs through integration of art and science. M.D. Thesis, Cheongju National University of Education.
- Park, S. J. (2013). The influence to motivation of study and achievement rate for rate of 1st grade of high school's combinative class of art and science. M.D. Thesis, Ewha Womans University.
- Russ, S. (2003). Play and creativity: Developmental issues. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 47(3), 291-303.
- Schussler, E. & Winslow, J. (2007). Drawing on students' knowledge. *Science and Children*, 44(5), 40-44.
- Singer, J. L. (1999). Imagination. In M. A. Runco & S. R. Pritzer (Eds.), *Encyclopedia of creativity*. Vol. 2. San Diego, CA: Academic Press.
- Siry, C. & Buchinski, L. (2005). A field guide of their own. *Science and Children*, 38(11), 36-39.
- Stellflue, P., Allen, M. & Gerber, D. T. (2005). Art & science grow together. *Science and Children*, 43(1), 33-35.
- White, M. H. (1993). Imagination in learning: Learning to imagine. *Early Child Development and Care*, 90(1), 99-111.
- Yim, G.-G. (2011). 'Scientific imagination' on the educational philosophical review: Focused upon Popper's critical rationalism. M.D. Thesis, Dongguk University.