

초등 과학수업에서 학생들이 구성한 비주얼 씽킹의 유형 및 수업 효과

홍민혜 · 임희준[†]

Analysis of Types of Students' Visual Thinking and Instructional Effects in Elementary Science Classes

Hong, Minhae · Lim, Heejun[†]

ABSTRACT

Based on the importance of visual representation for scientific understanding, this study applied visual thinking in elementary science classes. This study analyzed elementary students' visual thinking and investigated the instructional influences. Students' perceptions on the class applying visual thinking were also investigated. The subject were 38 fourth grade students, 18 in experimental group and 20 in control group. For the unit of 'Shadow and mirror', on-line and off-line blended classes were applied in both group because of COVID-19. The experimental group student were asked to construct their own visual thinking, while the control group students used traditional workbook. The results were as follows. First, students' visual thinking can be classified into three different types, which are 'activity recall type', 'result summary type', and 'core concept representation type' based on what they represent rather than how they represent. Second, applying visual thinking in science class showed significant effects on science academic achievement, science related attitude, and creative academic efficacy. Third, students' perceptions on applying visual thinking in science classes were very positive. Students perceived visual thinking activities were interesting and helpful for understanding science. Educational implications of applying visual thinking in elementary science classes were discussed.

Key words: visual thinking, types of visual thinking, science related attitude, students' perceptions

I. 서 론

초등학교에서의 과학 수업은 일반적으로 수업의 과정과 활동이 잘 안내되어 있는 과학 교과서와 그에 따른 실험관찰책을 중심으로 이루어진다. 실험 관찰책은 교과서에 제시된 탐구의 과정과 결과를 정리할 수 있도록 구성해놓은 일종의 탐구 보고서로, 대부분 탐구의 결과를 주로 글로 표현하도록 하고 있다(권치순과 정은숙, 2011; 박지영과 신영준, 2007). 자신의 활동과 생각을 글로 표현하는 것은 매우 중요한 활동으로 글이라는 언어적 표상은 순서적이고 논리적인 전개를 하는 데에는 장점이 있지만, 사고의 다각적인 측면을 표현하거나 위치적 관계를 나타내기 어렵다는 특징과 한계가 있다

(Larkin & Simon, 1983). 따라서 다양한 표현 형식을 통해 학생들이 보다 자유롭게 사고를 표현할 기회를 제공할 필요성이 제기되기도 하였다(방강임, 2010; 이희우와 임희준, 2019).

특히 현대 사회에서는 이미지의 중요성이 점차 커지고 있어 교과서를 비롯하여 학교에서 사용하는 다양한 교수학습 자료에서도 시각적 정보들이 많이 활용된다. 이러한 변화된 상황에서 탐구와 학습의 결과 표현도 다양화될 필요가 있다. 표상과 관련된 연구에 의하면 학습한 것을 다양한 방법으로 표상하는 것이 내용을 기억하는 데 보다 효과적이며, 특히 시각적 사고와 표상은 정보를 구조적이고 위계적으로 구성할 수 있게 한다는 점에서 효과적이라고 제안된다(Bilbokaitė, 2008).

자신의 생각을 시각적으로 나타내고, 이를 설명하도록 하는 것은 학생들이 자신의 이해를 표현할 수 있는 기회를 제공하며, 이 과정을 통해 학생들의 과학적 이해에 도움이 될 수 있다(Waldrip, Prain & Carolan, 2010). 시각적 표상을 통해 학생들은 떠오르는 생각들을 보다 활발하게 표현함으로써 지식을 구성하고 확장하고 정교화해 나갈 수 있다(Ainsworth *et al.*, 2011). 또한, 자신이 학습한 것을 그림으로 나타내는 시각화 활동은 학생들의 학습 참여를 증진시키는 도구이기도 하다(Tytler *et al.*, 2018). 자신의 생각을 시각화한다는 것은 자신이 알고 있는 것이 무엇이며, 어떤 생각을 하고 있는지를 반추해 보게 하는 일종의 메타인지의 과정이라는 점에서도 중요하다(Gilbert, 2005). 또한, 시각적 표현은 좌뇌와 우뇌의 협응을 최대한 이끌어 내어 새로운 아이디어를 창출하거나 표현하는 것을 용이하게 하여 창의성을 높이는 효과가 있다고 보고된다(이동원, 2009; Reisberg, 1997).

이러한 관점에서 개념도, 그래픽 조직자를 비롯하여 최근에는 사고 지도나 인포그래픽스와 같은 시각적 표현의 교육적 활용에 대한 관심이 높아지고 있다(김정선과 박재근, 2016; 이희우와 임희준, 2019; 정진규와 김영민, 2016). 비주얼씹킹도 이러한 시각적 표현을 강조하는 방법 중 하나로, 초기에는 업무나 발표의 효율성을 목적으로 기업체 등에서 많이 활용되었으나, 최근에는 교육 분야에서 이에 대한 관심이 확대되고 있다(김나리와 김봉석, 2018). 비주얼씹킹은 텍스트, 도형, 기호, 화살표, 색상 등의 시각 언어로 생각과 정보를 기록하고 표현하는 시각적 사고 기법으로, 생각이나 정보를 한눈에 알아볼 수 있도록 핵심을 단순화하여 생각을 시각적으로 표현한다(온은주, 2015). 비주얼씹킹이 마인드맵, 씹킹맵과 다른 점은 특정한 레이아웃을 제시하지 않아 비교적 자유로우며, 생각을 정리하여 다른 사람들과 생각을 이야기하는 데에 있다(김해동, 2015).

이처럼 현장에서 활용도가 높아져 가고 있는 비주얼씹킹은 상대적으로 지식의 구조가 복잡하고 학습량이 많은 사회과나 아이디어 발상이 중심이 되는 미술이나 음악과 수업에 주로 사용되어 왔다(강문정, 2018; 김은주, 2020). 그러나 시각 문화와 기술의 확산으로 과학 교육에서 학생들이 시각적 이미지로부터 학습할 필요성이 높아졌을 뿐만 아

니라(Bilbokaite, 2008), 과학과에서는 모양, 위치, 크기, 방향 등과 같은 공간적 능력이 중요하기 때문에 시각적인 표상이 전통적으로도 중요한 교과이다(Kozhevnikov *et al.*, 2007; Lee, 2007).

이에 최근 과학 수업에 비주얼씹킹을 적용한 일부 연구들이 진행되었다. ‘생물과 환경’ 단원에 비주얼씹킹을 활용한 김정은과 이형철(2019)의 연구에서는 비주얼씹킹을 활용한 과학 수업이 학업성취도, 과학학습 동기 및 자기주도적 학습 능력 향상에 효과적인 것으로 나타났다. 또한 안호정(2020)은 비주얼씹킹을 활용한 ‘화산과 지진’ 단원 수업을 통해 학생의 과학학습 동기와 과학적 태도에 긍정적인 효과를 나타낸다고 보고하였으며, 윤희상(2020)은 ‘우리 몸의 구조와 기능’의 비주얼씹킹 기반 수업으로 학생들의 학습동기 향상과 창의적 사고과정 능력에 유의미한 효과가 있다고 보고하였다. 또한 박지원과 나지연(2020)은 과학 수업에 비주얼씹킹을 도입하는 것에 대한 초등 교사들의 인식을 조사하기도 하였다.

이러한 연구들은 비주얼씹킹이 학습 내용을 정리하는 방법으로써 뿐만 아니라, 학생들의 과학적 지식이나 생각을 표현하는 학습 도구로 활용할 수 있음을 보여준다. 그러나 현재까지 진행된 과학 수업에 적용한 비주얼씹킹 관련 연구들은 주로 생명이나 지구와 우주 영역과 같이 복잡한 기능이나 구조, 관계를 나타내는 수업에 활용되었으며, 실험 탐구 활동이 주가 되는 에너지나 물질 영역에 적용한 연구는 거의 없다.

또한, 비주얼씹킹을 적용하는 수업에서는 비주얼씹킹의 유형을 그림의 외형적 형태에 기초하여 구분한 씨클형, 버블형, 트리형 등을 제시하여 활용하고 있는데(우치갑, 2015), 실제로 학생들이 과학 수업 과정에서 표현한 비주얼씹킹은 어떤 특징과 유형들로 나타나는지를 구체적으로 파악한 연구는 거의 없어 초등과학 수업에서 학생들의 구성하는 비주얼씹킹에 대한 정보도 많지 않은 실정이다.

이에 본 연구에서는 초등 과학수업에서 비주얼씹킹을 활용한 수업을 적용하여 학생들이 구성한 비주얼씹킹의 유형을 분석하고, 비주얼씹킹 활용 수업의 효과와 학생들의 인식을 살펴봄으로써 과학 수업에서의 비주얼씹킹 활용에 대한 시사점을 찾아보고자 한다.

본 연구의 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 비주얼씹킹을 활용한 초등 과학 수업에서 학생들이 구성한 비주얼씹킹은 어떤 유형으로 나타나는가?

둘째, 비주얼씹킹을 활용한 초등 과학 수업이 학업성취도에 미치는 영향은 어떠한가?

셋째, 비주얼씹킹을 활용한 초등 과학 수업이 과학 관련 태도와 창의적 학업 효능감에 미치는 영향은 어떠한가?

넷째, 비주얼씹킹을 활용한 과학 수업에 대한 초등학생들의 인식은 어떠한가?

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구의 대상은 서울특별시 소재한 한 초등 학교의 4학년 2개 학급 38명의 학생들을 대상으로 실시하였다. 1개 학급은 연구집단으로 18명(남 10명, 여 8명), 다른 1개 학급은 비교집단으로 20명(남 13명, 여 7명)으로 구성되어 있으며, 2개 학급 모두 동일한 교사가 수업을 진행하였다. 이 학교는 학년 초 실시한 기초학력 진단평가에서 기준에 도달하지 못한 학생은 1명이었으나, 높은 점수를 받은 학생도 적어 전반적인 학업성취도가 평이한 학교라고 할 수 있다.

2. 연구 절차

본 연구는 비주얼씹킹을 활용한 초등 과학수업에서 학생들이 구성한 비주얼씹킹의 유형을 분석하고, 비주얼씹킹을 구성하는 수업의 효과 및 학생들의 인식을 살펴보기 위하여 연구집단은 비주얼씹킹을 활용한 수업을 진행하였고, 비교집단은 기존의 실험관찰책을 활용한 수업을 진행하였다.

연구는 4학년 2학기 ‘그림자와 거울’ 단원에 대하여 실시하였고, 해당 단원에 대하여 연구집단은 실험관찰책을 대신 비주얼씹킹 수업 학습지를 개발하여 사용하였다. 수업 실시 전에 두 집단에 대하여 사전 검사로 과학에 대한 태도, 창의적 학업 효능감 검사를 실시하였다. 연구집단에는 본 수업에 들어가기 전에 비주얼씹킹의 개념과 유형을 안내하는 시간을 가진 뒤, ‘그림자와 거울’ 단원의 총 10차시에 대하여 연구집단은 비주얼씹킹 학습지를 활용한 수업을 실시하였고, 비교집단은 실험관찰책

을 활용하는 일반적인 수업을 진행하였다. 2020년의 COVID-19 상황으로 두 집단의 수업은 모두 온라인과 오프라인 수업을 병행하여 실시하였다.

단원에 대한 수업이 끝난 후 사후 검사로 과학 학업성취도, 과학에 대한 태도, 창의적 학업효능감 검사를 실시하였고, 연구집단에는 비주얼씹킹을 활용한 수업에 대한 인식 설문도 실시하였다. 그리고 각 차시에 연구집단 학생들이 작성한 비주얼씹킹을 분석하여 유형을 도출하고, 사전사후 검사 결과를 통하여 비주얼씹킹을 활용한 과학 수업의 효과와 인식을 분석하였다.

3. 단원 선정 이유 및 온/오프라인 수업 구성

본 연구의 적용 단원은 4학년 2학기 ‘그림자와 거울’ 단원으로, 이 단원은 총 11차시로 구성되어 있으나, COVID-19 상황으로 과학의 총 수업 시수가 조정되면서 총 10차시의 수업을 약 4주 동안 진행하였다. 비주얼씹킹을 활용한 수업의 대상 단원으로 ‘그림자와 거울’ 단원을 선택한 이유는 그동안 비주얼씹킹을 과학 수업에 적용한 연구들이 주로 생명이나 지구와 우주 영역에 대해 이루어졌고, 실험 탐구 활동이 중심이 되는 물질이나 에너지 영역에 대해 적용한 연구가 거의 없기 때문이다. 또한, ‘그림자와 거울’ 단원은 비교적 간단한 실험 활동을 통하여 해당 차시의 목표 개념에 접근할 수 있는 차시여서 실험에 소요되는 시간이 짧은 대신 비주얼씹킹으로 자신의 학습과 사고에 대하여 표현할 수 있는 시간을 확보하기에 용이하다고 생각하였다. 마지막으로 COVID-19 상황에서 온라인과 오프라인 수업을 병행할 수밖에 없는 시점에서 학생들이 온라인 수업이나 오프라인 수업에서 개별 실험이 가능한 간단한 실험들로 구성되어 있는 차시이기 때문에 이 단원을 선정하였다.

COVID-19라는 특수한 상황에서 두 집단 동일하게 온라인 수업과 오프라인 수업을 병행하였으며, ‘그림자와 거울’ 단원의 각 차시의 수업 방식은 Table 1과 같이 진행되었다. 1차시와 2차시는 주 1회 등교로 모두 온라인 수업으로 진행하였으며, 3차시에서 10차시까지의 수업은 주 4회 등교가 가능해지면서 주 3시간의 과학 수업 중 2시간은 오프라인 수업으로, 1시간은 온라인 수업으로 진행하였다. 온라인으로 수업의 경우, e학습터를 활용하여

Table 1. Lesson plans of ‘Shadow and Mirror’ Unit

등교방식	차시	차시명	수업 방식
주 1회 등교	1	재미있는 동물 그림자	온라인
	2	그림자가 생기는 조건은 무엇일까요?	온라인
	3	불투명한 물체와 투명한 물체의 그림자는 어떻게 다를까요?	오프라인(시범 실험)
	4	물체 모양과 그림자 모양이 비슷한 까닭은 무엇일까요?	오프라인(개별실험/시범 실험)
주 4회 등교	5	그림자의 크기를 변화시키려면 어떻게 해야 할까요?	온라인
	6	거울에 비친 물체의 모습은 실제 물체와 어떻게 다를까요?	오프라인(개별실험)
	7	빛이 거울에 부딪치면 어떻게 될까요?	오프라인(개별실험)
	8	우리 생활에서 거울을 어떻게 이용할까요?	온라인
	9	거울로 재미있는 장난감 만들기	오프라인(개별실험)
	10	그림자와 거울을 정리해 볼까요?	오프라인

교사가 제작한 영상으로 시범 실험을 통한 수업을 실시하였다. 오프라인 수업의 경우에 모둠활동은 허용되지 않는 상황이었기 때문에 과학 실험 준비물이 개인별로 준비될 수 있는 실험의 경우에는 각자의 책상에서 개별 실험을 진행하였으며, 그렇지 못한 경우에는 교사가 시범 실험으로 수업을 진행하였다.

4. 비주얼씹킹을 활용한 과학 수업의 특징

1) 비주얼씹킹 구성 수업을 위한 연습

연구집단의 경우, 연구가 실시되는 단원에 들어가기 전에 비주얼씹킹에 익숙해지도록 하기 위해서 비주얼씹킹에 대해서 소개하고, 연습하기 위한 2차시를 창의적 체험활동 시간과 과학 시간에 진행하였다. 1차시는 학생들이 이미 학습한 4학년 2학기 ‘식물의 생활’ 단원의 내용을 교사가 비주얼씹킹으로 구성하여 제시함으로써 비주얼씹킹에 대하여 소개하고, 이 외의 다양한 유형의 비주얼씹킹을 안내하는 활동으로 이루어졌다. 2차시는 비주얼씹킹을 연습하는 차시로 직전 단원의 마지막 차시에 학생들이 비주얼씹킹으로 단원의 내용을 정리해보는 활동을 진행하였다.

2) 비주얼씹킹을 활용한 과학 수업의 적용

본 연구에서 연구집단과 비교집단 수업은 교과서에 제시된 동일한 탐구 활동을 진행하되, 학습의 과정과 결과를 기록하는 방식에서 차이가 있었다.

수업 전개 과정에 따른 두 집단의 공통점과 차이점을 Table 2에 제시하였다. 매 차시의 도입 부분에서는 전시학습 상기 및 동기유발, 학습 목표 제시가 두 집단 동일하게 이루어졌고, 교과서에 기반한 탐구 활동도 연구집단과 비교집단의 수업이 동일하게 진행되었다. 두 집단의 수업에서 다르게 진행된 부분은 탐구 과정 및 결과를 기록하고 정리하는 방법이다. 연구집단은 비주얼씹킹을 구성할 수 있도록 제작한 별도의 학습지에 탐구 과정 및 결과를 비주얼씹킹으로 구성하여 정리하도록 하였다. 반면, 비교집단은 실험관찰책에 따라 탐구 과정 및 결과를 기록하였다. 또한 수업을 정리하는 단계에서 연구집단은 학생 개개인이 비주얼씹킹으로 학습한 내용을 자유롭게 정리하도록 한 반면, 비교집단은 학습한 내용을 정리해 주는 영상을 시청하며 수업을 마무리하였다.

본 연구에서 사용한 비주얼씹킹 학습지는 해당 차시의 실험관찰책을 참고하여 연구자가 재구성한 것으로, 학생들이 해당 차시의 탐구와 개념을 이해하는 데 필수적인 내용만을 그림을 중심으로 나타낼 수 있도록 기록 공간을 재배치하였으며, 수업 마지막 단계에 비주얼씹킹으로 자신의 학습 내용을 정리할 수 있는 한 페이지의 공간을 별도로 제시하였다. 이와 같이 구성된 연구집단의 비주얼씹킹 활동지를 ‘2. 그림자가 생기는 조건은 무엇일까요?’ 차시의 활동지를 예시로 Fig. 1에 제시하였다.

기존의 실험관찰책에서는 흰 종이에 공의 그림자를 만들려면 필요한 것, 손전등과 공을 어떻게

Table 2. Comparison of instructional strategies between experimental group and control group

		연구집단	비교집단
전개	도입	<ul style="list-style-type: none"> · 전시학습 상기 및 동기유발 · 학습 목표 제시 	
	실험	· 교과서의 탐구활동에 대한 개별 실험 또는 시범 실험	
정리	기록	· 비주얼씹킹 학습지	· 실험관찰책
		· 비주얼씹킹으로 학습 내용 정리	· 학습 내용 정리 영상 시청

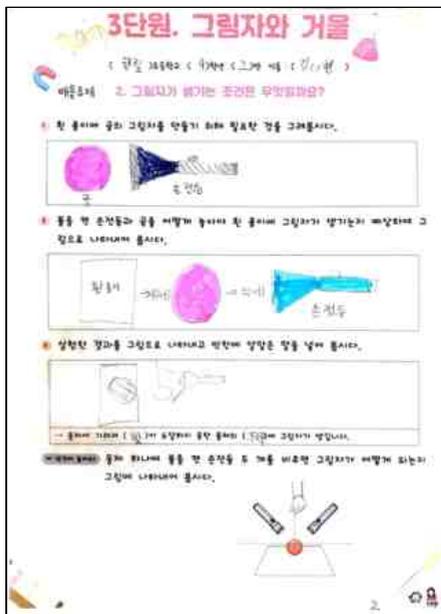


Fig. 1. Example of visual thinking worksheet for the lesson of ‘conditions for making shadow’.

놓아야 그림자가 생길지에 대한 예상, 실험으로 알게 된 그림자가 생기는 조건, ‘생각해볼까요’ 등을 모두 글로 설명하도록 제시되어 있다. 이와 달리 연구집단의 비주얼씹킹 학습지는 기존 실험관찰책에서는 글로 기록해야 했던 1, 2, 3번 항목을 모두 그림으로 나타내도록 내용과 공간을 재구성하였으며, ‘생각해 볼까요’의 새로운 실험 상황을 이미지로 함께 나타내어 학생들이 실험 상황을 직관적으

로 이해하도록 돕고, 관찰 결과 또한 그림으로 나타낼 수 있게 하였다. 마지막으로 학생들이 그림자가 생기는 조건을 자유롭게 비주얼씹킹을 활용하여 학생 스스로 정리하도록 하였다. 글 대신 그림을 활용하여 결과를 기록하게 하는 것은 탐구 결과를 글로 길게 적는 시간을 단축함으로써 수업의 마지막 단계에서 학생들이 비주얼씹킹을 구성할 수 있는 시간을 충분한 가질 수 있도록 하였다.

5. 검사 도구

본 연구에서는 과학 학업성취도 검사, 과학에 대한 태도, 창의적 학업효능감, 비주얼씽킹에 대한 인식 조사 설문지를 사용하였다.

먼저, 과학 학업성취도 검사를 위하여 사전 검사에는 과학 기초학력 진단평가 결과를 사용하였고, 사후 검사에는 ‘그림자와 거울’ 단원에 대하여 연구자가 개발한 평가 문항을 사용하였다. 평가 문항은 성취기준별 주요 학습 개념을 추출한 후, 과학 교사용 지도서 내 평가문항, 교과서 별첨 USB의 평가문항 및 기타 외부 평가 문항을 참고하여 문항을 구성하고, 과학교육 전문가와 초등교사 2명에게 문항의 타당도를 확인하였다. 사후 학업성취도 검사는 4개의 성취기준에 대하여 총 22문항으로 구성하였다.

과학 관련 태도 검사는 Fraser (1981)의 TOSRA (Test Of Related Science Attitude) 중 ‘과학 수업의 즐거움’ 영역 10문항과 강소희(1998)의 검사지 중 ‘과학에 대한 취미적 관심’, ‘과학 교과에 대한 태도’, ‘과학 수업에 대한 태도’ 영역의 각 8문항을 사용하여 총 34문항의 5단계 리커트 척도 검사지를 구성하였다. 본 연구에서 Cronbach α 로 구한 과학에 대한 태도 검사지의 사전 검사 신뢰도는 .948이고, 사후 검사 신뢰도 Cronbach α 는 .949이었다.

창의적 학업 효능감 검사는 창의적 자기효능감, 창의적 학습 효능감, 창의적 사고 효능감 그리고 창의적 문제해결 효능감 4개 하위 영역으로, 총 31문항의 5단계 리커트 척도 문항으로 구성하였다. 창의적 자기효능감은 Beghetto (2006)의 문항을 활용하였고, 창의적 학습 효능감, 창의적 사고 효능감, 창의적 문제해결 효능감 영역은 박소연(2015)의 초등학생용 창의적 학업효능감 문항을 사용하여 검사 실시 후 본 연구에서 Cronbach α 로 구한 창의적 학업 효능감 검사지의 사전 검사 신뢰도는 .939, 사후 검사 신뢰는 .949이었다.

연구집단을 대상으로 실시한 비주얼씽킹 수업에 대한 인식 조사 설문은 비주얼씽킹을 활용한 수업의 학습 효과, 선호도, 어려운 점, 타 단원 활용 여부의 4개의 문항으로 구성하였으며, 각 문항에 대하여 5단계 Likert 척도로 점수를 매기고, 이에 대한 자신의 생각과 이유를 서술형으로 기술하도록 구성하였다.

6. 자료 분석

본 연구에서는 초등학생의 비주얼씽킹의 유형을 파악하기 위하여 매 차시 학생들이 작성한 비주얼씽킹 학습지를 수집하여 고찰하며 그 특징을 귀납적으로 도출하고, 공통된 특징에 따라 유형을 도출하여 분류하고, 각 유형별 빈도를 구하였다.

비주얼씽킹을 활용한 과학 수업의 효과를 분석하기 위해서 먼저 사전 검사에서의 두 집단의 동질성을 확인한 결과, 두 집단은 과학 학업성취도 및 정의적 영역에서 모두 통계적으로 동질 집단으로 확인되었다. 이를 토대로, 사후 검사에 대해 두 집단의 점수를 비교하는 *t*-검정을 실시하여 과학 학업성취도, 과학 관련 태도, 창의적 과학 학업 효능감에 대한 수업 효과를 통계적으로 분석하였다. 비주얼씽킹을 활용한 과학 수업에 대한 인식은 각 문항에 대하여 평균을 구하고, 응답 이유에 대한 서술형 응답은 비슷한 응답별로 분류하여 빈도가 높은 응답 예를 제시하였다.

III. 결과 및 논의

1. 과학 수업에서 초등학생이 구성한 비주얼씽킹의 유형

비주얼씽킹을 활용한 선행 연구에서는 주로 씨클형, 버블형, 트리형 등과 같이 외형 기반의 비주얼씽킹 유형을 활용하여 교사가 학습지를 구성하거나(김정은과 이형철, 2019; 심해진, 2019), 학생들이 이 유형을 활용하여 표현하는 활동이 이루어졌다(김은주, 2020; 주혜영, 2018). 그러나 실험 탐구 활동과 개념 이해가 주를 이루는 ‘그림자와 거울’ 단원에 비주얼씽킹을 활용한 본 연구에서는 본 수업 전에 학생들을 대상으로 비주얼씽킹의 다양한 유형에 대해 사전 안내와 연습을 했음에도 불구하고, 기존의 전형적인 유형을 활용하는 경우는 거의 없었다. 대신 학생들은 나름의 자유로운 방법으로 비주얼씽킹을 표현하고 있었다. 본 연구에서 학생들의 비주얼씽킹은 외형적 특징보다는 오히려 어떤 내용을 담고 있는지로 구분할 수 있었다.

본 연구에서는 귀납적인 방법으로 학생들이 구성한 비주얼씽킹을 분석한 결과, 학생들의 비주얼씽킹은 크게 3가지 유형으로 구분할 수 있었고, 그 특징에 따라 ‘활동 회상형’, ‘결과 표현형’, ‘개념 정

리형'으로 명명하였다. 수업에서 수행한 탐구 활동과 결과를 모두 표현하려고 한 유형을 '활동 회상형'이라고 하였고, 차시의 대표적인 탐구 활동 및 결과를 정리하여 표현한 유형을 '결과 표현형'으로 구분하였다. 그리고 학습 목표에 따른 핵심 개념을 중심으로 나타낸 비주얼씽킹 유형을 '개념 정리형'이라고 구분하였다.

'4. 물체 모양과 그림자 모양이 비슷한 까닭 알아보기' 차시에서 학생들은 다양한 물체의 그림자를 만들어보고, 7자 모양의 블록을 돌려가며 그림자 모양을 살펴보는 활동을 수행하였다. 이러한 탐구 활동을 바탕으로 학생들이 구성한 비주얼씽킹의 3가지 유형별 예시를 Fig. 2에 제시하였다.

먼저 '활동 회상형'으로 분류한 비주얼씽킹을 보면, 동그라미, 네모, 세모, 별 모양 종이의 그림자 모양을 모두 그림으로 나타냈으며, 7자 모양 블록을 돌려 방향을 바꾸어서 생긴 그림자 모양을 모두 표현하고, '더 생각해 볼까요?'에서 제시한 컵의 그림자도 모두 표현하는 등 수업의 모든 탐구 활동의 결과를 비주얼씽킹으로 표현한 것을 볼 수 있다.

'결과 표현형'의 경우, '활동 회상형'과 비교할 때 활동의 대표적인 결과를 중심으로 학습 활동을 정리하고 있음을 볼 수 있다. '결과 표현형'으로 나타낸 학생들은 동그라미, 세모, 네모, 별 모양 종이의 그림자에 대한 실험에 대해 모두 표현하지 않고 대표적으로 동그라미와 세모 모양 종이의 그림자를 선택하여 나타내어 그림자의 모양은 물체의 모양과 같음을 표현하였다. 또한, 같은 물체라도 방향

에 따라 그림자의 모양이 달라지는 것은 대표적으로 컴만을 예로 들어 표현하였다. 이처럼 '결과 표현형'은 학생 스스로 가장 기억에 남거나 중요하다고 생각하는 실험 결과를 중심으로 정리한 형태의 비주얼씽킹이라고 할 수 있다.

'개념 정리형'의 예시를 살펴보면, 활동의 결과 자체보다는 여러 활동을 통하여 알게 되는 이 차시의 주제인 '물체 모양과 그림자 모양이 비슷한 까닭'에 대하여 "빛의 직진은 빛이 곧게 나아가는 성질"이며, "빛의 직진 때문에 물체의 모양과 그림자가 비슷하다."라는 개념을 대표적인 그림과 함께 제시하고 있는 것을 알 수 있다. 즉, '개념 정리형'의 비주얼씽킹의 경우에는 차시 주제와 관련 있는 핵심 개념을 대표적인 활동 결과에 대한 그림과 함께 표현하고 있었다.

'7. 빛이 거울에 부딪쳐 나아가는 모습 관찰하기' 차시에서 학생들이 구성한 비주얼씽킹도 손전등의 빛을 거울과 과녁판에 비추었을 때 빛의 방향이 바뀌는 모습과 이에 대한 결과를 정리한 모든 활동을 글과 그림으로 나타낸 '활동 회상형', 해당 차시의 주요 실험 결과와 개념을 선택적으로 정리한 '결과 표현형', 빛이 나아가다가 거울에 부딪쳐 빛의 방향이 바뀌게 되는 성질을 빛의 반사라고 한다는 차시의 핵심 개념을 중심으로 나타낸 '개념 정리형'으로 분류할 수 있었으며, 그 예시를 Fig. 3에 제시하였다.

'그림자와 거울' 단원의 총 10차시 동안 연구집단 학생들이 구성한 비주얼씽킹을 유형별로 분석

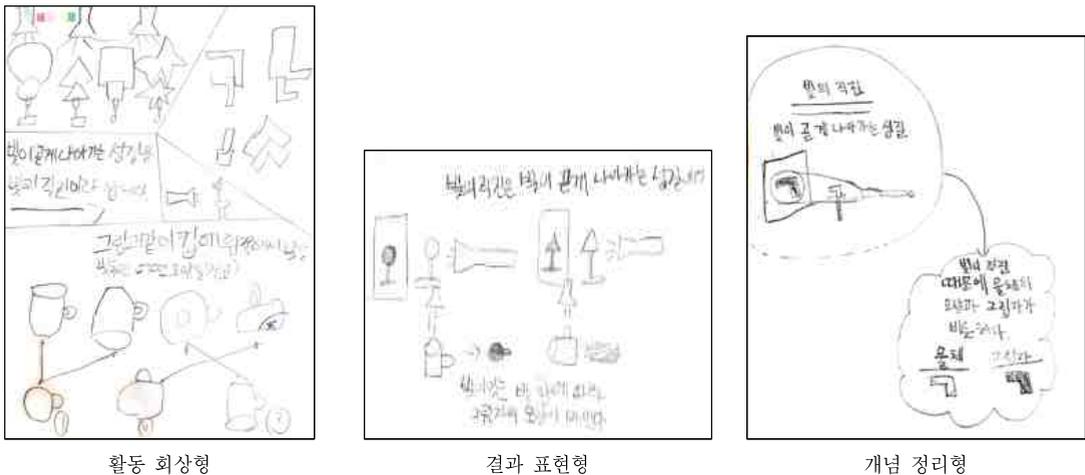


Fig. 2. Examples of three different types of visual thinking in lesson 4.

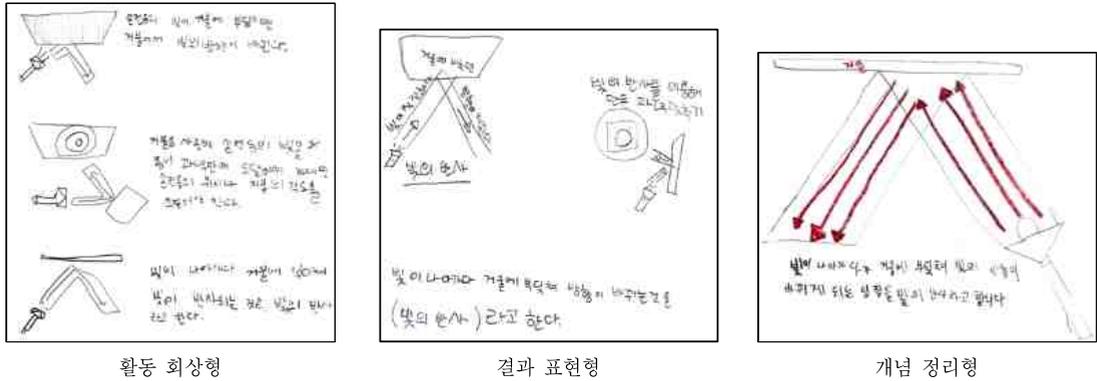


Fig. 3. Examples of three different types of visual thinking in lesson 7.

한 결과는 Table 3과 같았다. ‘그림자와 거울’ 단원에서 학생들이 구성한 비주얼씹킹은 한 차시 결석한 한 학생을 제외하고 총 179개였으며, 이 중 결과 표현형이 64.2%로 가장 높은 비율을 보였고, 그 다음으로 개념 정리형이 27.3%로 많이 나타났으며, 활동 회상형이 9.5%로 가장 낮은 비율을 보였다.

학생들이 구성한 비주얼씹킹의 유형은 차시에 따라서 차이가 있었는데, ‘2. 그림자가 생기는 조건 찾기’, ‘3. 불투명한 물체와 투명한 물체의 그림자 비교하기’, ‘6. 거울 속 물체의 모습과 실제 물체 비교하기’ 차시처럼 차시의 목표와 결과가 분명한 경우에는 대부분의 학생들의 비주얼씹킹이 ‘결과표현형’으로 나타났다. 반면, ‘4. 그림자 모양과 물체의

모습이 비슷한 까닭 알아보기’와 같이 학생들에게 결과에 대한 설명이 비교적 열려 있거나, ‘7. 빛이 거울에 부딪쳐 나아가는 모습 관찰하기’ 차시와 같이 다양한 활동이 포함되어 있는 경우에는 학생들의 비주얼씹킹이 보다 다양한 유형으로 나타남을 알 수 있었다.

기존의 비주얼씹킹을 활용한 연구에서는 그 유형을 외형적 형태에 근거하여 제시하고 있는 것에 반해 실험 탐구 활동과 개념이 중심이 되는 ‘그림자와 거울’ 단원의 수업에서 비주얼씹킹을 활용한 본 연구에서는 이상과 같이 내용에 기반한 새로운 비주얼씹킹의 유형을 파악할 수 있었다. 이와 같은 비주얼씹킹 유형은 초등 과학수업에서 활용할 수 있는 유용한 틀이 될 수 있을 것으로 생각된다.

Table 3. Frequencies of three types of visual thinking by lessons

차시	유형	활동 회상형	결과 표현형	개념 정리형	계
1차시		1 (5.5%)	17(94.5%)	0	18(100%)
2차시		2(11.1%)	12(66.6%)	4(22.2%)	18(100%)
3차시		1(5.5%)	15(83.3%)	2(11.1%)	18(100%)
4차시		4(23.5%)	7(41.2%)	6(35.3%)	17(100%)
5차시		2(11.1%)	16(88.9%)	0	18(100%)
6차시		2(11.1%)	13(72.2%)	3(16.7%)	18(100%)
7차시		4(22.2%)	8(44.4%)	6(33.3%)	18(100%)
8차시		0	14(77.8%)	4(22.2%)	18(100%)
9차시		1(5.5%)	13(72.2%)	4(22.2%)	18(100%)
10차시		0	0	18(100%)	18(100%)
계		17(9.5%)	115(64.2%)	49(27.3%)	179(100%)

2. 비주얼씹킹을 활용한 수업이 학업성취도에 미치는 효과

연구집단과 비교집단의 사후 학업성취도의 평균과 표준편차, *t*값을 Table 4에 제시하였다. 100점 만점의 학업성취도 검사에서 연구집단의 평균 점수는 90.28점으로 비교집단의 학업성취도 평균 점수인 82.85점보다 높았으며, *t*-검정 결과 두 집단의 학업성취도 차이는 통계적으로 유의미한 것으로 나타났다($p<.05$).

두 집단의 사후 학업성취도 결과를 4개의 성취기준별로 분석해본 결과, 성취기준 [4과15-03]과 [4과 15-04]는 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 그러나 교육과정 상 배정된 차시의 수가 많아, 학생들이 학습해야 하는 개념이 가장 많았던 성취기준 [4과15-01]과 [4과15-02]에서 연구집단의 점수가 비교집단보다 통계적으로 유의미하게 높은 것으로 나타났다($p<.05$).

이는 비주얼씹킹을 활용한 수업이 주로 글로 내용을 기술하는 실험관찰책을 사용한 수업보다 학생들의 학업성취도에 효과적임을 의미한다. 비주얼씹킹이 과학 학업성취도에 긍정적인 효과가 있다는 결과는 ‘생물과 환경’ 단원에서 비주얼씹킹을 활용한 김정은과 이형철(2019)의 연구에서도 보고된 결과로, 실험 탐구와 개념이 중심이 되는 ‘그림자와 거울’ 단원 수업에서도 비주얼씹킹을 구성하도록 하는 수업이 학업성취도에 긍정적인 영향을 줄 수 있었다.

3. 비주얼씹킹을 활용한 수업이 과학 관련 태도와 창의적 학업 효능감에 미치는 효과

본 연구는 비주얼씹킹을 활용한 과학 수업이 학생들의 과학에 대한 태도와 창의적 학업 효능감에 미치는 효과에 대해 분석하였으며, 그 결과를 Table 5에 제시하였다. 먼저 비주얼씹킹 구성 수업이 과학에 대한 태도에 미치는 효과를 살펴보면, 연구집단의 과학 관련 태도 전체 평균은 3.80점, 비교집단의 전체 평균은 3.30점으로 연구집단의 평균이 비교집단의 평균보다 통계적으로 유의미하게 높았다($p<.05$). 하위 영역으로 나누어 살펴보면, ‘과학에 대한 취미적 관심’에서는 두 집단 사이에 차이가 없었으나, ‘과학 교과에 대한 태도’, ‘과학 수업의 즐거움’에서는 유의수준 0.05 이하 수준에서, 그리고 ‘과학 교사에 대한 태도’에서는 유의수준 0.01 이하 수준에서 연구집단의 점수가 유의미하게 높은 것을 알 수 있었다. 이는 비주얼씹킹을 활용한 과학 수업이 학생들의 과학 교과에 대한 흥미를 높이고, 과학 수업을 즐겁게 임하게 하는 효과가 있음을 보여준다. 또한, 과학을 지도하는 교사에 대해서도 보다 긍정적인 인식을 하는 등 전반적으로 과학 관련 태도에 긍정적인 작용을 하는 것을 볼 수 있었다. 이와 관련된 학생들의 생각은 학생들의 인식을 다루는 부분에서도 자세히 살펴볼 수 있다.

다음으로 창의적 학업 효능감에 대해서도 연구집단의 평균이 3.53으로 비교집단의 평균인 3.16보다 유의미하게 높은 것으로 분석되었다($p<.05$). 창

Table 4. *t*-test results for science achievement test

성취기준	M(SD)		<i>t</i>	<i>p</i>
	연구집단	비교집단		
[4과15-01] 여러 가지 물체의 그림자를 관찰하여 그림자가 생기는 원리를 설명할 수 있다.	47.61(2.81)	43.80(5.69)	2.657	.013*
[4과15-02] 전등과 물체 사이의 거리에 따른 그림자의 크기 변화를 관찰하여 서술할 수 있다.	14.89(2.14)	12.10(4.80)	2.352	.026*
[4과15-03] 물체와 평면거울에 비친 모습을 비교하여 거울의 성질을 설명할 수 있다.	22.67(4.60)	20.85(5.20)	1.134	.264
[4과15-04] 우리 생활에서 거울을 이용하는 예를 조사하고, 거울의 성질과 관련지어 그 기능을 설명할 수 있다.	5.11(2.14)	6.10(2.85)	-1.218	.231
전체	90.28(6.78)	82.85(13.97)	2.117	.043*

* $p<.05$.

Table 5. *t*-test results for science related attitudes and creative academic efficacy

하위 영역	M(SD)		<i>t</i>	<i>p</i>
	연구집단(n=18)	비교집단(n=20)		
과학에 대한 태도(전체)	3.80(.43)	3.30(.68)	2.736	.010*
과학에 대한 취미적 관심	3.58(.68)	3.16(.94)	1.577	.123
과학 교과에 대한 태도	3.67(.33)	3.29(.61)	2.387	.026*
과학 수업의 즐거움	4.18(.47)	3.72(.76)	2.290	.029*
과학 교사에 대한 태도	3.76(.45)	3.03(.80)	3.541	.001**
창의적 학업 효능감(전체)	3.53(.56)	3.16(.48)	2.172	.037*
창의적 자기효능감	3.39(.60)	3.08(.70)	1.455	.154
창의적 학습 효능감	3.54(.77)	3.10(.42)	2.185	.038*
창의적 사고 효능감	3.51(.65)	3.16(.52)	1.587	.121
창의적 문제해결 효능감	3.68(.52)	3.31(.58)	2.048	.048*

* $p < .05$, ** $p < .01$.

의적 학업 효능감의 하위 영역 중에서는 창의적 자기효능감과 창의적 사고 효능감 두 하위 영역에서는 두 집단 간의 차이가 없었지만, 창의적 학습 효능감과 창의적 문제해결 효능감 영역에서는 통계적으로 유의미한 차이가 있었다($p < .05$). 비주얼씽킹과 같이 시각적으로 표상하는 과정은 기존의 지식을 다른 형태로 바꾸어보거나 재해석함으로써 창의성을 키우는 데 기여한다는 Reisberg (1997)의 주장과 같이 비주얼씽킹 활동은 창의적으로 학습할 수 있다는 학생들의 효능감을 키우는 데에도 효과가 있음을 알 수 있다.

4. 비주얼씽킹을 활용한 수업에 대한 초등학생의 인식

연구집단 학생들을 대상으로 비주얼씽킹 활용 수업의 학습 효과, 실험관찰책과 비교했을 때의 선호도, 비주얼씽킹 활동의 어려움, 타단원에서의 비주얼씽킹 활용 여부에 대한 인식을 조사하여 분석한 결과는 Table 6에 제시하였다.

비주얼씽킹 활용 수업에 대한 연구집단 학생들의 인식은 각 문항에 대하여 평균 점수가 5점 만점에서 모두 4점 이상으로 매우 긍정적인임을 알 수 있었다. 비주얼씽킹을 활용한 과학 수업의 학습 효과

Table 6. Students' perceptions on using visual thinking in science classes

문항	평균(SD)	응답 이유
비주얼씽킹 활용 수업의 학습 효과	4.61(.50)	<ul style="list-style-type: none"> • 내용을 더 쉽게 이해할 수 있음(9명, 50.0%) • 스스로 내용을 정리하는 방법을 알게 됨(4명, 22.2%) • 과학이 재미있어짐(2명, 11.1%)
실험관찰책과의 선호도 비교	4.61(.61)	<ul style="list-style-type: none"> • 그림으로 정리하는 것이 글로 쓰는 것보다 이해하기 쉽고 재미있음(8명, 44.4%) • 그림과 글로 간단하게 정리하여 간편함(6명, 33.3%) • 실험관찰책보다 자유롭게 정리할 수 있음(2명, 11.1%)
비주얼씽킹 활동의 어려움	4.44(.62)	<ul style="list-style-type: none"> • 처음에 어떻게 자유롭게 생각을 정리해야 할지 몰라 어려웠음(1명, 5.5%) • 처음에는 창의력과 그림 실력이 없어서 어렵게 느껴졌음(2명, 11.1%) • 무엇을 글과 그림으로 나타내야 할지 생각하는 것이 어려웠음(1명, 5.5%)
타 단원에서의 활용 여부	4.39(1.19)	<ul style="list-style-type: none"> • 글과 그림으로 나타내는 것이 재미있음(8명, 44.4%) • 내용이 더 쉽게 이해됨(4명, 22.2%) • 마음대로 내용을 정리할 수 있음(2명, 11.1%)

를 묻는 문항의 평균은 4.61로 매우 높았으며, 그렇게 생각하는 이유로는 교과서로만 공부하는 것보다 공부한 내용을 직접 글과 그림으로 정리하여 더 쉽게 이해할 수 있었다는 응답이 가장 많았고, 스스로 학습 내용을 정리하는 방법을 터득하여 평소에는 잘 이해가 되지 않아도 넘어갔을 내용도 한번 더 정리하면서 내용을 명확하게 알게 되었다고 응답하였다. 또, 이 활동을 통하여 과학 수업에 흥미가 더 생겼다는 응답도 있었다. 이러한 응답들은 앞서 살펴본 학업성취도와 과학 관련 태도에 비주얼씽킹을 활용한 수업이 효과적이었던 결과와 관련이 있다고 할 수 있다.

기존 수업 시간에 사용하던 실험관찰책보다 비주얼씽킹을 구성하는 활동을 선호하는지에 대한 학생들의 응답 평균도 4.61로 비주얼씽킹 활동에 대한 선호도가 높았다. 그 이유로는 그림으로 정리하는 것이 글로 쓰는 것보다 이해하기 쉽고 재미있다는 것과 글과 그림으로 간단하게 정리하여 간편하고 한눈에 알아보기 좋다는 응답이 있었다. 또한, 실험관찰책보다 자유롭게 정리할 수 있어 흥미로운 공부가 되었다는 응답도 있었다. 실제로 실험관찰책을 사용하는 대부분의 수업에서는 실험관찰책의 정해진 질문에 교사가 정답을 제시하고, 학생들은 정해진 형식에 수동적으로 답을 옮겨 적는 역할을 수행한다. 그러나 비주얼씽킹은 학생들이 능동적으로 자신이 학습한 내용을 시각적으로 정리하는 측면에서 실험관찰책보다 흥미로워하고 선호함을 알 수 있었다.

비주얼씽킹 활동의 어려움에 대한 문항은 긍정형으로 구한 평균이 4.44로 학생들이 비주얼씽킹 구성 활동에 크게 어려움을 느끼지 않음을 알 수 있다. 일부 비주얼씽킹 구성이 어렵다고 응답한 학생들의 응답 이유를 살펴보면, ‘처음에는 어떻게 자유롭게 생각을 정리해야 할지 몰라 어려웠다는 것’과 ‘무엇을 글과 그림으로 나타내야 할지 생각하는 것이 힘들었다.’는 응답과 같이 처음에는 실험관찰책과는 달리 스스로 자신이 이해한 정보를 구성하는 능동적인 방식에 학생들이 익숙하지 않은 것에서 발생한 것이었다. 또한, ‘처음에는 창의력과 그림 실력이 없어서 어렵게 느껴졌다.’는 응답과 같이 비주얼씽킹을 활용하여 수업하는 것이 처음인 학생들은 수업 초반부에는 그림을 그리는 것에 부담감을 느꼈지만, 여러 번 비주얼씽킹을 구성해 보면

서 비주얼씽킹에 대한 인지적, 심리적 부담감이 낮아지는 것을 실제 수업 과정에서 볼 수 있었다.

마지막으로 비주얼씽킹을 과학의 다른 단원에서도 활용하기를 원하는지에 대한 학생들의 응답의 평균은 4.39점으로 긍정적이었으며, 그 이유는 학습 효과나 선호도에서 제시된 응답과 유사하게 내용을 정리하는 과정이 재미있고 내용을 이해하는데도 도움이 된다는 응답이 있었다.

한두명의 학생의 경우, 비주얼씽킹을 다른 수업에 적용하는 것에 대하여 부정적인 입장이었는데, 이 학생들은 여전히 자신의 생각을 온전히 자유롭게 그림으로 나타내는 것에 대해서 어려움을 느끼는 학생들이었다. 전반적으로 비주얼씽킹이 학생들에게 여러 측면에서 긍정적으로 작용하고 있다는 결과와 함께 이에 적응하지 못하는 일부 학생에 대해서는 COVID-19로 인한 오프라인 수업이나 모둠 활동의 제한으로 인해 충분히 이루어지지 못했던 교사나 동료 학생들과의 상호작용을 필요할 것으로 생각된다.

IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 시각적 표상의 중요성에 기초하여 비주얼씽킹을 활용한 초등 과학수업에서 학생들이 구성한 비주얼씽킹의 유형을 파악하고, 비주얼씽킹을 활용한 과학 수업이 과학 학업성취도, 과학 관련 태도, 창의적 학업 효능감에 미치는 효과 및 비주얼씽킹 수업에 대한 학생들의 인식을 분석하였다.

실험 탐구가 중심이 되는 단원에 비주얼씽킹을 활용한 수업을 적용하고, 학생들에게 매 차시 학습한 내용을 비주얼씽킹으로 표현해 보도록 한 결과, 학생들의 표현한 비주얼씽킹은 그 동안 외형적 특징에 기반하여 제시된 비주얼씽킹의 유형과는 달리 내용적 특징에 의해 그 유형을 분류해볼 수 있었다. 본 연구에서는 탐구 및 학습 내용을 비주얼씽킹으로 표현하는 방식을 활동 회상형, 결과 표현형, 개념 정리형의 3가지 유형으로 제시하였으며, 이 유형은 이후 초등 과학수업에서 비주얼씽킹을 활용할 때 외형적 유형과는 또다른 방식으로 활용할 수 있는 유형이 될 수 있을 것으로 생각된다. 내용적으로 볼 때에는 활동 회상형을 있는 그대로의 활동을 표현한 것이고, 개념 정리형은 학습 주제에

따른 핵심 개념이 드러나게 제시한 유형으로 개념 정리형이 보다 발전된 형태의 유형으로 볼 수도 있으나, 본 연구에서는 일단 이들 유형을 분류하는 것에 초점을 맞추고 있으며, 이들 유형을 수준으로 볼 것인지, 아니면 다양한 표현 방식으로만 파악할 것인지는 추가 연구가 필요할 것으로 생각된다.

비주얼씹킹을 활용한 과학 수업의 효과는 선행 연구에서와 같이 과학 학업성취도나 과학 관련 태도에 긍정적인 영향을 미쳤으며, 창의적 학업 효능감에도 효과적인 것으로 나타났다. 비주얼씹킹을 통해 학생 스스로 지식을 시각화하는 과정을 통해 재구성해 보는 활동은 자신의 탐구 활동을 되돌아 보고 정리하는 기회가 되고, 이를 통해 과학적 개념의 이해를 돕고 지식을 내면화하는 데 기여한 것으로 생각된다.

또한, 실험관찰책에 텍스트의 형태로 탐구의 과정이나 결과를 기록하는 것에 비하여 시각적 표상의 하나인 비주얼씹킹을 구성하는 과정이 학생들에게 보다 즐거운 과정이자 과학 교과와 수업에도 흥미를 높이는 과정으로 작용하는 것을 알 수 있었다. 또한, 비주얼씹킹을 구성하는 활동을 통해 교과서에 제시된 동일한 활동과 내용을 학습했다라도 자신만의 독창적인 방식으로 학습한 내용을 표현해 봄으로써 창의적 사고와 학습에 대한 자신감에도 도움이 된 것으로 파악된다. 비주얼씹킹을 활용하는 수업에 대한 학생들의 인식은 상당히 긍정적이었으며, 그림으로 자신의 생각을 자유롭게 표현하는 수업을 흥미로워하고 학습에도 도움이 되었다고 느끼고 있었다.

이와 같이 비주얼씹킹은 학생들에게 긍정적인 영향을 미칠 뿐만 아니라, 본 연구에서 활용한 것과 같은 비주얼씹킹 활동이나 학습지는 과정 중심 평가에도 충분히 활용될 수 있을 것으로 생각된다. 교사는 학생들이 비주얼씹킹을 구성하는 과정 및 결과물의 관찰을 통해 학생들의 과학적 개념에 대한 이해 정도를 확인하여 평가 및 피드백에 활용할 수 있을 것으로 생각된다.

비주얼씹킹을 활용하는 수업에 대한 학생들의 인식은 전반적으로 긍정적이었으나, 비주얼씹킹을 구성하는 활동이 처음에는 어려웠다는 학생들의 응답을 고려할 때 과학 수업에 비주얼씹킹을 적용할 때에는 학생들의 다양한 학습 성향과 특성을 고려한 단계별 비주얼씹킹 적용에 대한 교육적 고민

도 필요할 것으로 생각된다. 특히, 본 연구는 COVID-19이라는 특수한 상황에서 비주얼씹킹의 과정과 결과를 동료 학생들과 공유할 수 있는 기회를 거의 갖지 못했으나, 비주얼씹킹의 중요한 한 과정이기도 한 공유와 소통의 기회를 충분히 가진다면 보다 의미있고 상호협력적인 교수학습 과정이 될 수 있을 것으로 생각된다.

참고문헌

- 강문정(2018). 역사학습정리를 위한 비주얼씹킹 활용 방안. 서울교육대학교 석사학위논문.
- 강소희(1998). 주간계와 야간계 고등학생의 과학에 관련된 태도와 과학 탐구 능력 비교. 교과교육학연구, 1, 84-109.
- 권치순, 정은숙(2011). 과학수업에서 실험관찰 교과서에 대한 교사들의 인식과 활용 방안. 대한지구과학교육학회지, 4(1), 12-19.
- 김나리, 김봉석(2018). 초등역사학습에서 비주얼씹킹의 이론적 체계화와 실제 적용. 사회과학연구, 25(2), 81-101.
- 김은주(2020). 비주얼씹킹(Visual Thinking)을 적용한 초등 음악 감상 지도 방안 연구. 음악교육연구, 49(1), 51-74.
- 김정선, 박재근(2016). 초등 과학수업에서 그리기 중점의 사고지도를 활용한 수업 전략의 효과. 한국초등과학교육학회지, 35(1), 54-64.
- 김정은, 이형철(2019). 수준별 비주얼씹킹을 활용한 과학 수업이 초등학생의 과학 학습동기, 자기주도적 학습 능력 및 과학 학업성취도에 미치는 효과. 교사교육연구, 58(3), 387-398.
- 김해동(2015). 교실 속 비주얼씹킹. 서울: 맘에드림.
- 박지영, 신영준(2008). 초등학교 학생들의 과학 글쓰기 선호 유형 조사: 생명 영역을 중심으로. 생물교육, 36(4), 600-609.
- 박지원, 나지연(2020). 과학 수업에서 비주얼씹킹 도입에 대한 초등교사의 인식과 실행 -교사 온라인 커뮤니티 자료를 중심으로-. 초등과학교육, 39(1), 54-68.
- 방강임(2010). 과학과 「실험 관찰」 보조 교과서에 대한 교사와 학생 인식 비교. 한국교원대학교 석사학위논문.
- 심해진(2019). 비주얼 씹킹을 활용한 현대시 교육방안 연구: 중학교 1학년 국어 교과를 중심으로. 충남대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 안호정(2020). 비주얼씹킹을 활용한 ‘화산과 지진’ 수업이 초등학생의 과학학습 동기 및 과학적 태도에 미치는 영향. 부산교육대학교 석사학위논문.
- 은은주(2015). Visual Thinking으로 하는 생각 정리 기술.

- 서울: 영진닷컴.
- 우치갑(2015). 비주얼 씽킹 수업. 수원: 디자인팩킨.
- 윤희상(2020). Visual Thinking 기반 과학수업이 초등학생의 창의적 사고과정과 학습동기에 미치는 효과. 대구교육대학교 석사학위논문.
- 이동원(2009). 창의성 교육의 실천적 접근. 서울: 교육과학사.
- 이희우, 임희준(2019). 초등 과학 수업에서 학생주도 인포그래픽 구성 활동의 효과. 한국과학교육학회지, 39(5), 625-635.
- 주혜영, 함인아(2018). 비주얼씽킹(visual thinking)을 활용한 고등학교 음악감상영역 교수·학습 방안 연구. 음악예술연구, 8(2), 149-187.
- 정진규, 김영민(2018). 초등학생들의 과학적 모델 사용 활성화를 위한 인포그래픽 수업의 효과. 한국과학교육학회지, 36(2), 279-293.
- Ainsworth, S., Prain, V. & Tytler, R. (2011). Drawing to learn in science. *Science*, 333(6046), 1096-1097.
- Beghetto, R. A. (2006). Creative self-efficacy: correlateds in middle and secondary students. *Creativity Research Journal*, 18(4), 447-457.
- Bilbokaite, R. (2008). Analysis of visual thinking meaning in science education. *Problems of Education in the 21st Century*, 4, 7-13.
- Gilbert, J. K. (2005). Visualization: A metacognitive skill in science and science education. In J. K. Gilbert (Ed.), *Visualization in science education* (pp. 9-27). Springer Netherlands.
- Kozhevnikov, M., Motes, M. A. & Hegarty, M. (2007). Spatial visualization in physics problem solving. *Cognitive Science*, 31(4), 549-579.
- Larkin, H. & Simon, A. (1987). Why a diagram is (sometimes) worth ten thousand words. *Cognitive Science*, 11(1), 65-100.
- Lee, H. (2007). Instructional design of web-based simulations for learners with different levels of spatial ability. *Instructional Science*, 35(6), 467-479.
- Reisberg, D. (1997). *Cognition*. New York: Norton.
- Tyler, R., Prain, V. & Hubberm P. (2018). Representation construction as a core Science disciplinary literacy. In K.-S. Tang & K. Danielsson (Eds.), *Global developments in literacy research for science education* (pp. 301-317). London: Routledge.
- Waldrip, B., Prain, V. & Carolan, J. (2010). Using multimodal representations to improve learning in junior secondary science. *Research in Science Education*, 40(1), 65-80.

홍민혜, 경인교육대학교 석사과정(Hong, Minhae; Graduate Student, Gyeongin National University of Education).

† 임희준, 경인교육대학교 교수(Lim, Heejun; Professor, Gyeongin National University of Education).