

야외지질답사 및 모델링 기반 순환 학습에서 학생들이 그린 그림의 목적과 기능에 대한 이해

최 윤 성*

서울대학교 지구과학교육과, 08826, 서울특별시 관악구 관악로 1

Understanding Purposes and Functions of Students' Drawing while on Geological Field Trips and during Modeling-Based Learning Cycle

Yoon-Sung Choi*

Department of Earth Science Education, Seoul National University, Seoul 08826, Korea

Abstract: The purpose of this study was to qualitatively examine the meaning of students' drawings in outdoor classes and modeling-based learning cycles. Ten students were observed in a gifted education center in Seoul. Under the theme of the Hantan River, three outdoor classes and three modeling activities were conducted. Data were collected to document all student activities during field trips and classroom modeling activities using simultaneous video and audio recording and observation notes made by the researcher and students. Please note it is unclear what this citation refers to. If it is the previous sentence it should be placed within that sentence's punctuation. Hatisaru (2020) Drawing types were classified by modifying the representations in a learning context in geological field trips. We used deductive content analysis to describe the drawing characteristics, including students writing. The results suggest that students have symbolic images that consist of geologic concepts, visual images that describe topographical features, and affective images that express students' emotion domains. The characteristics were classified into explanation, generality, elaboration, evidence, coherence, and state-of-mind. The characteristics and drawing types are consecutive in the modeling-based learning cycle and reflect the students' positive attitude and cognitive scientific domain. Drawing is a useful tool for reflecting students' thoughts and opinions in both outdoor class and classroom modeling activities. This study provides implications for emphasizing the importance of drawing activities.

Keywords: learning in geological field trip, scientific models and modeling, modeling-based learning cycle, drawing activity

요 약: 이 연구의 목적은 학생들이 그린 그림이 야외지질답사와 모델링 기반 순환 학습에서 어떤 의미를 갖는지 질적으로 탐색하는 것이다. 서울의 한 대학 부설 영재교육원에 재학 중인 10명의 학생이 참여하였다. 한탄강 형성과정이라는 것을 주제로 야외지질답사와 3차시 모델링 3차시 수업을 진행하였다. 각 차시별 학생들이 작성했던 모든 기록장(글, 그림), 연구자 필드노트, 학생들이 참여한 모든 영상 자료 및 음성 녹음, 전사한 인터뷰 자료 등을 연구진과 공유하였다. Hatisaru (2020) 그림 표상화를 야외지질학습의 맥락에 맞게 수정하여 그림의 유형을 분류하였다. 학생들의 글(text, memo)을 포함한 그림의 특징을 분석하기 위해 연역적 내용 분석(deductive content analysis)을 사용하였다. 또한, 그림이 모델링 기반 순환 과정(자료 수집 관찰, 모델 생성, 모델 발달, 자연현상의 구체화) 속에서 어떤 역할을 하는지 분석하였다. 그 결과 학생들의 그림 유형은 지질학적인 개념을 포함한 상징적 이미지, 지형학적으로 외형을 묘사한 외형적

*Corresponding author: clever123123@gmail.com
Tel: +82-10-2566-8116

이미지, 학생들의 심리적인 영역을 표현한 정의적 이미지가 있었다. 특징은 설명, 생산화, 정교화, 증거, 일치, 심상(心狀)으로 분류하였다. 그림의 유형과 특징은 모델링 기반 순환 학습 과정에서 연속적으로 나타나며 학생들의 모델 발달 과정 속에서 학생들의 인지적인 영역에 관한 특성과 학업에 대한 긍정적인 태도와 감정을 반영하였다. 학생들이 그린 그림은 야외지질답사와 모델링 과정 모두에 있어서 학생들의 사고와 의사표현을 반영할 수 있는 도구로써 의미를 있음을 밝힘으로써 과학교육 관계자들에게 학생들의 그림 그리기 활동의 중요성을 역설하였다.

주요어: 야외지질학습, 과학적 모델 및 모델링, 모델링 기반 순환 학습, 그림 그리기

서론

최근 몇 년간 우리나라 지자체에서는 지역 경제 활성화를 목표로 국가지질공원 개발 등과 같이 지역의 주요 지질학적인 특색을 활용하여 관광객 유치에 힘을 쏟았다. 그 결과 한탄강 국가지질공원은 수도권에서 가장 가까운 지질공원이자 동시에 2020년 7월 유네스코 지정 세계지질공원에 등재되었다. 유네스코 지정 한탄강 세계지질공원은 아우라지 베개용암, 재인폭포, 화적연, 고석정 등을 포함하여 지질공원으로써의 미적 가치, 과학적 중요성과 고고학적, 생태학, 역사적 가치 등을 국제적으로 평가받은 것이다. 국내에서 경주와 포항지진 이후 지질학 교육의 필요성과 대중들의 지질학에 대한 관심이 증가하였고, 덧붙여 유네스코 지정 세계지질공원 인증은 우리에게 야외지질학습과 과학적 소양 증진의 측면에서 또 다른 기회가 될 지도 모른다.

과학적 소양은 오늘날 우리 사회에서 의사결정을 위해 더욱 중요성이 강조되는 가치 중에 하나이다(DeBoer 2000; Laugksch 2000). 과학적 모델이 생성, 평가, 수정되는 과정은 과학적 추론으로써 과학적 소양의 한 부분에 속할 수 있다(Nersessian, 1999; Van Borkulo et al., 2009). 이런 점에서 과학적 모델 및 모델링은 과학적 소양의 기초적이면서도 중요한 영역일 뿐만 아니라(Louca and Zacharia 2012; Penner 2001) 2015 개정 교육과정 이후 강조되는 핵심역량 함양에 도움을 줄 수 있을 것이다. 학생들은 과학적 모델을 만들면서 추상적인 아이디어를 인과를 기반으로 하여 구체적으로 표상(representation)하는 방법을 익힐 수 있지면서 동시에 과학적인 추론의 과정에 참여할 수 있다(Windschitl et al., 2008). 2015 개정 교육과정이 시행된 이후로 강조되는 핵심역량 함양의 측면에서 과학적 모델링은 학습 맥락내의 적합한 교육 상황과 학생들에게 지식(knowledge)을 재구조화할 수 있는 기회를 제공할 수 있다. 과학적 모델과 모델링은 과학 교수 학습에서 중요한 역할을 하고

있으며 관찰(observation), 세계(world), 이론(theory)과의 연결고리 역할을 할 수 있다(Schwarz et al., 2009). Louca and Zacharia (2012)는 모델 기반 학습이 학생들의 인지적 영역, 정의적 영역, 메타 인지적 영역, 사회적, 인식론적 영역에 긍정적인 영향을 미칠 수 있음을 밝혔다. 학생들의 학습에 있어서 과학적 모델과 모델링 활용의 필요성과 긍정적인 역할을 할 수 있음을 보였다. 또한, 과학적 모델링은 인지적 영역의 지식의 구조화에 대한 이해를 증진시키는 결과를 보였다(Van Borkulo et al., 2011). 2015 개정 교육과정에서도 과학적 모델과 모델링의 역할에 대해 강조하고 있다(Ministry of Education, 2015).

과학적 모델을 만드는 것은 모델의 생성, 평가, 수정과의 요소와 관계에 대한 이해를 필요로 한다. 과학적 모델링은 새로운 아이디어를 필요로 하며 유추나 시각적인 표상(visual representation)을 사용하기도 한다(Treagust et al., 2013). 과학적 모델링에서 시각적인 표상을 사용하는 도구 중에 하나는 그림 그리기(drawaing)이다(Leenaars et al., 2013; Van Joolingen et al., 2010; Van Joolinger et al., 2012; Van Joolingen et al., 2015; VanLehn et al., 2016). 그림 그리기는 학생들의 아이디어와 추론의 과정에 대해 표현할 수 있는 방법 중에 하나이다(Ainsworth et al., 2011). Heijnes et al. (2018)은 과학적 모델링을 과학적 추론의 과정에서 그림 그리기를 활용하였다. Wilkerson-Jerde et al. (2015)은 모델링에서 과학적 추론의 과정 중에 그림 그리기, 애니메이션(animation), 시뮬레이션(simulation)을 모두 활용하였으며 결과적으로 세 가지 방법의 활용이 과학적 영역(domain) 학습과 과학적 추론의 영역을 상호 보완 할 수 있음을 강조하였다.

Van Meter (2001)은 과학적인 글(text)의 정보처리를 개선하기 위한 수단으로써 그림 그리기를 성공적으로 사용했다. Ainsworth et al. (2011)은 그림 그리기가 과학 학습에 참여할 수 있는 방법 중에 하나로 제안하면서 학생들이 과학적인 개념을 표현할 수 있

는 수단으로써 강조하였다. Park et al. (2020)은 과학적 설명의 구성에 있어서 학생들의 그림의 패턴에 대한 연구를 진행하였다. 이런 점에서 그림 그리기는 학생들의 과학 학습의 참여를 강화시켜줄 수 있을 뿐만 아니라 과학적인 아이디어를 표출하는 수단이자 과학 학습 전략으로도 활용될 수 있을 지도 모른다. 더욱이 학생들은 그림 그리기를 통해 그들이 중요하다고 생각하는 것과 과학적인 개념을 선택으로 사용할 수 있을 것이다(Preston, 2016).

그림 그리기는 이처럼 과학적 추론이나 과학 학습의 과정에서 있어서 유용한 도구로써 사용되었으며 결과론적인 학습 효과의 측면에 대한 연구가 진행되었다. 하지만 구체적으로 그림 그리기가 학습에 있어서 어떤 영향을 미치거나 효과가 있는지에 대한 탐색은 부족하였다. 다시 말해, 선행연구 결과 그림 그리기가 과학 학습에 있어서 유용한 도구가 될 수 있었으며 예컨대 모델링 기반 수업에서 그림 그리기가 과학적 추론의 관점에서 학습에 유의미했음을 밝혔지만 그림 그리기 자체가 학습에 있어서 어떤 영향을 미쳤는지, 어떤 관련성이 있는지, 즉 학생들의 학습이 이루어지고 있는 중간 과정에 대한 탐색을 살펴보는 연구는 부족하였다. 그런 점에서 이 연구는 모델링 기반 순환 과정 내에서 그림 그리기가 학생들의 과학 학습에 있어서 어떤 관련성이 있는지, 즉, 학습이 일어나는 과정에 질적으로 탐색한다. 이를 위해 Constantinou et al. (2019)의 모델 기반 순환 학습(modeling-based learning cycle)의 네 단계, 자료와 관찰(data and observation), 모델 생성(construct model), 모델 발달(improve model)과 자연현상의 구체화(identify the phenomenon)를 활용하였다.

이 연구는 2020년 7월 유네스코 지정 세계지질공원으로 등재된 한탄강 지질공원을 활용하여 학생들의 과학적 소양 증진과 핵심역량 강화를 목적으로 과학적 모델 및 모델링을 교수 학습 방법으로 적용하였다. 그런 다음 학생들이 그린 그림을 기초로 아외지질답사와 모델링 활동에 대해 탐색하였다 이 연구의 목적은 학생들이 그린 그림이 아외지질답사와 모델링 기반 순환 학습에서 어떤 의미를 갖는지 질적으로 탐색하는 것이다. 학생들이 그린 그림과 모델링 기반 순환 학습에 대해 탐색하기 위해 다음과 같은 연구 문제를 설정하였다.

첫 번째 아외지질학습에서 학생들이 그린 그림의 양상과 특징은 무엇인가?

두 번째 학생들이 그리기(Drawing)가 모델링 기반 순환 과정과 어떤 관련성이 있는가?

연구 방법

1. 연구 절차 및 연구 참여자

가. 연구 절차

연구 절차 과정은 Fig. 1과 같다.

아외지질학습, 과학적 모델 및 모델링, 그리기 활동에 대한 문헌 분석과 선행연구를 고찰하였다. 그런 다음 지구과학교육과 교수 2인과 가상의 공간(novelty space) (Orion, 1993)를 고려하여 아외지질학습을 진행할 수 있는 아외지질답사와 수업을 개발하였다. 연구자 본인은 아외지질학습과 실행의 준비를 마친 후 약 한달 간(4주) 연구 참여자를 모집하였다. 자발적으로 연구 참여에 동의해 준 10명(8학년 6명, 9학년 4명)의 학생들을 대상으로 아외지질학습을 실행하였다. 아외지질학습이 종료하고 연구 참여자 모두를 대상으로 대면 면담 및 인터뷰를 진행하였다. 연구자 본인은 연구 참여자들이 아외지질학습에 참여했던 영상 녹화, 음성 녹음, 아외답사 기록장, 개인 및 조별 모델지, 인터뷰 자료 등 모든 자료를 바탕으로 연구 문제에 대해 분석 및 연구 결론을 도출하였다.

나. 연구 참여자

이 연구는 ‘S’ 대학교 과학영재교육원에 재학 중인 8학년과 9학년을 대상으로 연구 참여자를 모집하였다. 약 한 달간 학과 게시판과 공지사항을 활용하여

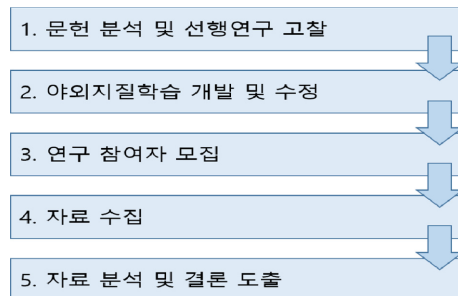


Fig. 1. The procedure of this research.

1) 연구 참여자들은 당시 재학 중인 중학교에서 영재교육에 추천 받은 학생이면서 과학영재교육원에서 진행된 입학절차(서류 및 인·적성 면접)를 통과하였다.

연구 참여자를 모집하였고 8학년 6명(남학생 3명, 여학생 3명)과 9학년 4명(남학생 2명, 여학생 2명)의 학생, 총 10명의 학생들이 자발적으로 연구 참여 의사를 밝혔다.¹⁾

연구 참여자 10명의 학생들은 본 연구가 진행되기 전 관악산 야외지질답사를 저자 본인과 함께 한 차례 다녀온 경험이 있었다.

2. 야외지질답사 프로그램 개발: 유네스코 지정 한탄강 지질공원

가. 야외지질답사지

이 연구는 Choi and Kim (2020)의 기 개발된 한탄강 야외지질답사 장소를 활용하였다. 기 개발된 장소를 활용한 이유는 좌상바위, 아우라지, 재인폭포, 차탄천 왕림교 인근은 교육과정에서 볼 수 있는 화성암, 변성암, 퇴적암을 관찰할 수 있는 장소일 뿐만 아니라 화산폭발의 증거로 활용할 수 있는 절리와 베개용암 등을 학생들이 직접 관찰할 수 있는 지역이기 때문이다. 동시에 유네스코 지정 한탄강 세계지질공원의 가장 대표적인 장소이면서 심미적인 감상과 학생들의 안전을 함께 고려하였다.

좌상바위 인근에서 학생들은 현무암이 부정합 형태로 존재하는 것을 확인할 수 있을 뿐만 아니라 강 하천에서 현무암, 응회암, 편마암, 규암, 사암, 화강암 등을 모두 관찰할 수 있다. 또한 좌상바위 봉우리 인근은 응회암에 유상조각과 층리가 관찰되지 않으며 현무암의 역에는 분급을 찾아 볼 수 없다(Ki et al., 2008). 즉, 이 지역은 화구 또는 화도 부근에서 퇴적된 것이라고 해석할 수 있을 것이다.

아우라지 베개용암은 천연기념물 제 542호로 등록되어 있다. 아우라지는 두 하천 줄기가 만나는 지점이자 강 수면과 만나는 지점, 베개용암, 주상절리, 세층으로 구분되어 있다. 이 지역은 천연기념물로 등록된 만큼 아우라지 베개용암에 대한 안내판이 설치되어 있다. 안내판의 내용과 더불어 학생들이 멀리서 베개용암을 육안으로 직접 관찰할 수 있는 지점으로써 유네스코 지정 한탄강 세계지질공원의 대표적인 장소 중 하나이다. 아우라지는 베개용암과 주상절리로부터 적어도 두 번 이상의 용암의 흐름이 있었다는 것을 추론할 수 있다.

재인폭포는 유네스코 지정 한탄강 세계지질공원 최고의 심미적 가치를 지닌 장소 중에 하나이다. 재인폭포는 많은 형태의 절리를 관찰할 수 있을 뿐만 아

니라 각각의 층을 구분할 수 있으며 두꺼운 현무암 층과 부정합도 관찰가능하다.

차탄천 왕림교 인근은 주상절리 절벽이 가장 발달된 곳 중에 하나이다. 또한 인근에서 많은 변성암이 존재하고 현무암, 자갈 퇴적층 등도 관찰할 수 있다. 이 곳에서는 강 건너편에서 큰 규모로써 관찰하고 동시에 강을 건너와서 가까운 곳, 작은규모로써 절리를 동시에 관찰할 수 있다.

나. 야외지질답사 프로그램 개발 및 수정

저자 본인은 'K' 대학교 지구과학교육과 소속 명예교수님과 'S' 대학교 지구과학교육과 소속 교수님과 함께 두 차례에 답사 장소를 함께 방문하여 야외지질답사 수업을 개발하였다. 한탄강 인근의 지질학적인 특징과 수업 주제(한탄강 형성과정)를 반영하여 연구 참여자들이 관찰해야 하는 항목을 요약하였다.

교수님들과의 대면 만남을 통해 본 연구가 진행되기 전년도 동일 학년 중학생들을 대상으로 사전 연구를 진행할 수 있었다. 사전 연구를 진행하면서 학생들이 수업에 참여하면서 관찰할 수 있는 광물, 암석, 지질학적인 특징에 대한 안내, 그리고 학생들의 적극적인 수업 참여를 위해 안내 교사와의 라포형성 등 본 수업을 진행하기 위해 필요로 하는 추가적인 사항을 추가하였다.

저자 본인은 그 외에도 본 연구 진행 전 해당 야외지질답사 장소를 다섯 차례 추가 방문하여 저자 본인이 수업을 진행하였을 때 필요로 하는 것과 안전을 위한 인솔 교사들에게 필요로 하는 사항에 대해 구체적인 지침과 사전 안내를 위한 준비과정을 거쳤다. 그런 다음, 본 연구를 진행하기 전 최종 수정단계에서 두 분의 교수님들에게 야외지질답사 수업 내용에 대한 검토를 마쳤다.

3. 한탄강 형성과정을 주제로 진행된 과학적 모델 및 모델링 수업

연구 참여자들은 지정된 야외지질답사 장소에 방문하여 학생들이 자유롭게 안내된 환경에서 '한탄강 형성과정'이라는 주제 아래 베개용암, 암석, 광물, 부정합, 절리 등을 관찰하며 활동 기록장에 그림과 글의 형태로 작성하였다. 연구자 본인은 연구 참여자들과 야외지질답사 동행 하여 암묵적으로 야외지질답사의 적극적인 참여가 향후 교실 환경에서 모델링 수업에 있어서 긍정적인 영향을 줄 수 있으리라는 안

내를 하였다. 그런 점에서 야외지질답사 과정에서 학생들이 안내된 장소에서 지질학적인 내용에 대한 참여와 교육과정에서 배웠던 내용과 그렇지 않은 부분은 구분하여 추가적으로 학생들에게 필요로 하는 지질학 내용에 대한 안내를 수반하였다.

학생들은 야외지질답사 장소로써 좌상바위, 아우라지, 재인폭포, 차탄천 인근 왕림교 부근을 방문하였다. 가장 먼저 답사했던 곳은 좌상바위이다. 좌상바위와 부정합면의 존재 여부, 좌상바위 인근 강 바닥에서 화성암, 변성암, 퇴적암을 모두 관찰할 수 있을 뿐만 아니라 학생들이 직접 강 바닥 주변에서 암석들을 가져왔으며 광물에 대해서도 함께 탐색하였다. 다음으로 방문한 곳은 아우라지이다. 아우라지는 배개용암을 육안으로 관찰할 수 있는 장소이면서 동시에 강물을 경계면으로 세 개의 층으로 각각 구분 가능하다. 이런 점에서 학생들은 각각의 층을 묘사하거나 배개용암의 특징, 그리고 가장 위 층의 발달된 절리의 모양을 그려내기도 하였다. 재인폭포는 유네스코 지정 한탄강 세계지질공원에서 자랑하는 가장 대표적인 장소이면서 심미적 가치가 가장 뛰어난 곳 중에 하나이다. 그런 점에서 재인폭포에서는 학생들의 안전을 가장 중요한 요소로 접근하여 학생들이 이 곳의 장소에서 자유롭게 관찰할 수 있도록 안내하였다. 다양한 절리와 층이 발달되어 있으며 재인폭포가 지금의 모습에 까지 이르게 된 점에 대해 학생들이 한 번은 고민할 수 있도록 질문하였다. 학생들이 가장 적극적으로 참여한 장소이면서 연구자 본인에게 사진자료로도 공유한 장소이다. 마지막은 차탄천 인근 부근으로써 이 곳에서는 수직 절벽의 형태와 수평적으로 매우 발달한 주상절리를 육안으로 관찰할 수 있으면서 동시에 백외리층이 존재하고 있어서 학생들이 직접 가까운 거리에서 관찰할 수 있도록 구성하였다. 학생들은 야외지질답사 장소를 방문하여 스스로 야외지질답사 과정에 필요한 내용을 그려왔으며 개념적인 내용과 학생들이 판단하기에 필요로 하는 내용은 일부 메모형태나 글로써 작성하였다.

야외지질답사를 종료하고 학생들은 교실 환경에서 한탄강 형성과정을 주제로 과학적 모델 및 모델링에 참여하였다. 과학적 모델 형성과정은 크게 네 단계로 구분할 수 있다. 첫 번째 ‘한탄강 형성과정’ 개인 모델 작성 단계이다. 연구 참여자들은 야외에서 관찰한 것과 활동기록지 등을 기반으로 한탄강 형성과정을 설명하기 위한 개인 모델 작성을 시작하였다. 두 번

째 단계는 야외지질답사에서부터 함께 참여했던 조별 구성원들과 함께 개인 모델을 공유하면서 조별 중간 모델을 만드는 것이다. 이 과정에서 학생들은 상호간의 개인 모델을 공유할 뿐만 아니라 모델 평가 및 수정의 과정을 통해 각자의 의견을 토대로 지식의 재구조화 과정에 참여한 것이다. 세 번째 학생들은 중간 모델을 다른 조원들과 모두 공유하고 난 뒤 조별 모델을 각자 평가하고 수정하는 과정에 참여하였다. 이 때 연구 참여자들은 가장 활발하게 과학적 모델을 만드는 과정에 참여한 것을 볼 수 있었으며 최종 모델을 만들기 까지 끊임없이 의견을 공유하며 필요한 내용을 추가하였다. 또한, 한탄강 형성과정을 설명하기 위해 불필요한 내용, 예컨대 바다에서부터 기원한 것과 같은 아이디어는 삭제되었다. 네 번째 학생들은 최종 모델을 만들고 발표하면서 한탄강 형성과정을 주제로 한 목표 모델에 관한 내용을 연구자와 함께 공유하였다.

3. 자료 수집

자료 수집은 크게 세 단계로 구분할 수 있다.

첫 번째 야외학습환경에서부터 기원한 것들이다. 다시 말해, 야외지질답사 과정에서 학생들이 참여했던 모든 과정에 관한 것, 예컨대 야외지질답사 과정에서 학생들이 그림 그리기와 글로써 작성했던 개인 활동지이다. 그리고 야외지질답사 과정에서 학생들이 참여했던 모든 과정을 영상 촬영 및 음성 녹음 하였다.

두 번째 교실환경에서부터 기원한 것들이다. 즉, 교실 학습 환경에서 학생들이 작성한 개인 모델에서부터 조별 모델 등 기록된 형태의 자료와 모델 기반 순환 학습 과정에서 학생들이 참여했던 모든 영상 촬영자료와 음성녹음 자료이다.

세 번째 야외학습환경과 교실학습환경에서 과학적 모델 및 모델링에 관한 모든 수업을 마치고난 후 일주일 뒤 교실학습환경에서 학생들과 대면 면담 및 인터뷰와 관련된 자료이다. 이 때 학생들의 모든 답회는 음성 녹음하였다.

이 연구는 학생들이 그림 그리기와 글로써 작성했던 모든 기록 형태의 활동지와 그리고 야외지질학에 참여했던 모든 활동에 관한 영상 녹화 및 음성 녹음의 형태로 자료를 수집하였다.

4. 자료 분석

이 연구는 두 가지 연구문제를 분석하기 위해 세

Table 1. The analytical framework

Step	Purpose	Elements	Category
First step	Drawing aspects	Representation form	Symbolic domain
			Visual domain
			Affective domain
	Drawing characteristics	Meaning of representation	Scientific knowledge and social-functions
Second step	Modeling-based learning cycle	Data and observation	
		Model concrete	Form and meaning of representation
		Improve model	
		Identify the phenomenon	

가지 자료 분석의 과정을 거쳤다.

첫 번째 야외지질답사에서 학생들의 그림 그리기 활동에서의 양상을 분석하기 위해 Hatisaru (2020)의 학생들이 사용한 그림의 표상화의 유형과 기준을 야외지질학습의 교육맥락적인 상황을 고려하여 수정하였다. Hatisaru (2020)는 수학 교과를 기준으로 학생들의 그림을 분석하였던 반면 이 연구에서는 수학이 아닌 야외지질학습을 기준으로 이에 해당하는 내용에 부합하도록 수정하였다. 그림 그리기 활동의 특징을 분석하기 위해서 연역적 내용 분석(deductive content analysis) 방법을 사용하였다(Elo & Kyngäs, 2007; Kyngäs et al., 2020). 또한 그림과 관련된 학생들의 글(text, memo)을 함께 반영하여 그림 그리기 활동에 대한 분석에 활용하였다(Carless and Lam, 2014). 더욱이 학생들의 그림 그리기를 중심으로 그림에 대한 글(text, memo)을 반영하기 위해 연역적 내용 분석 방법을 따랐다. 요약하자면 Hatisaru (2020) 연구 결과를 야외지질학습 맥락에 맞게 수정하여 학생들이 그린 그림의 양상을 탐색하였을 뿐만 아니라 연역적 내용 분석 방법을 사용하여 학생들이 그렸던 그림과 글 내용을 함께 분석하여 어떤 특징이 있는지 살펴 보았다. 연역적 분석 방법은 과학적인 내용의 옳고 그름을 뜻하는 내용을 추출하는 것이 목적이 아님을 분명히 밝히면서 자료의 종합과 문제해결(problem-solving)기반 과정에 필요로 하는 설명과 해석적인(interpretive), 체험적인(heuristic) 측면을 반영할 수 있다(Kyngäs et al., 2020). 그런 점에서 이 연구에서 학생들의 그림과 그림의 분석에 도움이 되는 글이나 메모를 반영하는 데 유용할 것이다. 두 번째 학생들의 그림 그리기 활동이 Constantinou et al. (2019)의 모델 기반 순환 과정(modeling-based learning cycle)과 어떤 관련성이 있는지 탐색하기 위해서 모델 기

반 순환 과정의 네 단계, 자료와 관찰, 모델 생성, 모델 발달과 자연현상의 구체화를 기준으로 연구 참여자들이 어떤 그림 그리기 활동을 하였는지 살펴봄으로써 네 단계와 학생들의 그림 그리기 활동과의 관련성에 대해 탐색하였다. Table 1은 두 가지 연구 문제를 분석하기 위한 세부사항을 요약한 것이다.

세 번째 이 연구의 분석과 결과의 신뢰도를 확보하기 위해 연구 참여자들의 멤버 체크링(member-checking)과 자료 수집 방법의 다양성을 고려한 삼각검증법(triangulation), 지구과학교육과 교수 1인, 동일계열 박사수료생 1인의 동료 평가를 진행하였다. 저자는 연구 참여자들과 대면 만남의 과정에서 한탄강 형성과정에 대한 개별 면담과 학생들의 언어적/비언어적인 요소를 포함하여 글과 그림에 대한 맥락적인 이해를 도모하였다. 저자는 지구과학교육과 교수 1인에게 분석한 결과를 공유하고 함께 점검하였으며 동일계열 박사수료생 1인에게 추가적인 분석을 요청한 후 결과를 공유 받았다. 저자와 동일계열 박사수료생 1인의 분석 결과에서 차이가 있는 사례는 상호 대면 만남의 과정을 통해 분석 결과에 대한 합의를 마쳤다.

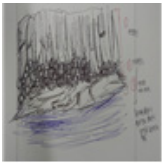

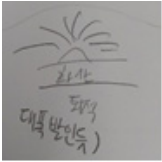
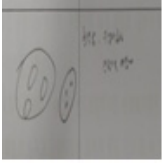
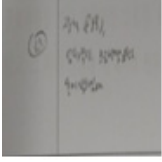


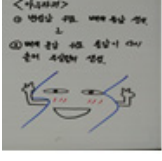
연구 결과

1. 야외지질학습에서 학생들이 그린 그림의 종류와 기능적인 특징

야외지질학습에서 학생들이 그린 그림의 양상으로써 그림의 종류와 특징에 관한 결과이다. 야외지질답사와 교실 환경에서 학생들이 모델링 중에 보여준 그림 그리기의 종류는 Table 2과 같다.

첫 번째 상징적 이미지(Symbolic Image)이다. 상징적인 이미지는 야외지질답사에서 학생들이 지질학적

Table 2. The forms of modeling-based learning cycle applied on geological field trip representations used in student drawings.

Representation form	Description (Frequency)	Example
Pillow lava	A student draw the pillow lava including upper layers and down layers both (N=24).	
Joint	There are many types of joints in the Jaecin Falls (N=22). Example is one of the joint described by a student	
Volcanic eruption	Student delineate volcanic eruption including memo (big eruption) before era (N=19).	
Symbolic Image		
Rock	Student draw and write basalt as external representation (N=5)	
Mineral	Student write 'Quartz is mineral'. It is forms granite (N=4).	
Unconformity	Between the layers, There are Unconformity (N=3).	
Visual Image		
Topography	Student draw a landscape near the Jasangbawi (N=7).	
Affective Image		
Emotion	Momo was written by how Auraji and the river was formed. River describes eyes, mouse and fingers to smile emoticon (N=4).	

인 내용을 담은 것과 과학적 모델에서 학생들의 아이디어를 반영한 과학적 개념에 대한 결과이다. 가장 높은 빈도를 보였던 것 중에 하나는 배개용암이다, 연구 참여자 모두 적어도 한 번씩 배개용암을 그렸으며 야외지질답사 관찰기록장, 개인 모델과 조별 모델지에도 학생들은 배개용암을 반영하였다. 야외지질답사에서는 유네스코 지정 한탄강 세계지질공원의 대표적인 것으로써 접근하였다면 개인 모델 및 조별 모델에서는 최종 결과물이자 화산폭발 활동의 증거로써 학생들이 활용하는 것을 볼 수 있었다. 다음으로 절리에 관한 것이다. 이 연구에서 학생들은 기둥 모양의 절리, 가로로 뻗은 형태의 절리 등 방사상, 판상 절리 등을 야외지질답사 과정에서 관찰할 수 있었다. 모든 학생이 야외지질답사 단계에서 절리를 그리진 않았지만 한 명을 제외한 나머지 연구 참여자 모두 한 차례 이상 절리 그림을 그렸다. 특히 재인폭포나 차탄천 인근을 관찰한 활동지에서 절리의 빈도가 가장 높았다. 암석과 광물, 그리고 부정합은 앞선 두 개의 그림에 비해 빈도수가 낮았다. 암석과 광물, 부정합은 좌상바위 인근에서 학생들이 암석을 분류하는 활동과 좌상바위는 지리적인 여건상 직접가서 보지 못하고 강을 끼고 건너편에서 관찰했어야만 했다. 그런 점에서 학생들은 강 주변의 다양한 전석을 주위와서 암석을 분류하는 활동에 참여하였으며 강 건너편 존재하는 부정합을 교사와 함께 관찰하였다. 이 과정에서 몇몇 학생들은 세 가지 종류에 대한 암석과 암석을 이루고 있는 광물에 대한 그림을 그렸다.

두 번째 시각적 이미지(Visual Image)이다. 시각적 이미지는 과학적인 개념보다는 학생들이 관찰하는 주변의 지형이나 주변을 묘사하는 등 인근 지형을 그려낸 것이다. 예컨대, 좌상바위 모습을 눈에 보이는 그대로 그려내거나 재인폭포의 전경을 있는 그대로 담아낸 것이다. 또 다른 예시로써 아우라지에서 학생들이 관찰했던 강물의 흐름이나 학생들의 개인 모델지와 조별 모델지에서 강물의 흐름을 있는 그대로 표현한 것이다. 먼저 좌상바위는 학생들이 직접 다가 가서 가까이에서 관찰하기에는 지형적으로 물리적인 한계가 존재했기 때문에 강 건너편에서 멀리서 관찰했어야만 했다. 그런 점에서 학생들은 좌상바위에 대한 지형적인 묘사나 있는 그대로의 모습을 스케치하는 형태로 그림으로 기록을 남겼다. 반면 강물의 흐름에 대한 것은 주제와 관련된 것일지도 모른다. 수업의 주제가 한탄강 형성과정을 주제로 학생들이

모델을 만드는 것이 었기 때문에 최종적인 결과물로서 혹은 야외지질답사 과정에서 주변의 강물의 흐름을 그려냈을 지도 모른다. 즉, 학생들은 시각적 이미지에서 과학적인 내용에 중점을 둔 것이 아닌 주변 지형이나 자연의 모습을 있는 그대로 묘사하는 과정으로써의 그림을 그렸다.

세 번째 정의적 이미지(Affective Image)이다. 그림 그리기에 있어서 연구진이 예상하지 못했던 점 중에 하나로서 학생들은 그림으로써 혹은 글과 함께 자신의 감정이나 기분, 연구에 참여하는 데 있어서 태도와 관련된 요소를 표현하기도 하였다. 예컨대 한탄강 형성과정에 대한 조별 모델에서 학생들은 한탄강을 의인화 하여 웃는 표정을 곁들여 표현하기도 하였으며 좌상바위에 눈, 코, 입을 그려넣는 등과 같이 강과 좌상바위에 긍정적인 표식을 그려넣기도 하였다. 뿐만 아니라 조별 모델지에 모델링 기반 학습에 대한 긍정적인 피드백을 함께 글로써 표현하기도 하였다. 음성 이미지로써 학생들의 긍정적인 태도와 기분에 대한 표식은 그 빈도는 매우 낮았지만 궁극적으로 연구 참여자들의 모델링을 적용한 야외지질학습에 대한 긍정적인 피드백으로써 학습자의 정의적인 측면을 표현할 수 있다는 점에서 유의미했다.

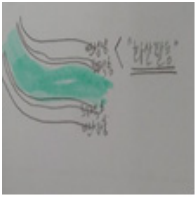
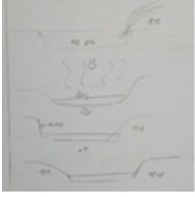
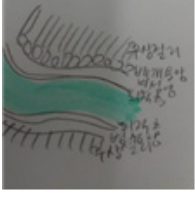


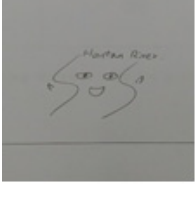
과학적 모델 및 모델링을 교수 학습 방법으로써 야외지질학습에 적용하여 야외지질답사 그리고 모델 형성과정에서 그렸던 학생들의 그림은 과학적인 개념을 표현하기 위한 상징적인 이미지, 과학적인 개념보다는 지형적인 묘사를 위한 시각적인 이미지, 그리고 학생들의 심리적인 상태를 표현할 수 있는 정의적 이미지로 구분하였다.

다음으로 야외지질학습에서 학생들이 그린 그림의 특징을 Table 3에 요약하였다.

설명(Explanation)은 그림의 가장 대표적인 목적이자 명확한 목표를 가진 것 중에 하나이다. 예컨대 학생들이 그린 그림은 자신의 생각이나 목적을 표현하기 위해 사용되는 것으로써 자신의 생각을 드러낼 때 사용하였다.

생산화(Generativity)는 그림 자체로써 의미를 가질 뿐만 아니라 그림으로부터 파생될 수 있는 또 다른 매개체로 활용 될 수 있다. 그림은 학생들의 내적인 사고나 생각을 표상화한 것으로써 의미를 가짐과 동시에 또 다른 아이디어를 야기할 수 있는 것이다. 그렇기 때문에 그림이 가지고 있는 아이디어, 생각, 의견 등의 생산적인 의미와 더불어 생산 그리고 한 걸

Table 3. The Characteristics of modeling-based learning cycle applied on geological field trip representations used in student drawings

Characteristics	Description	Example
Explanation	Student explains his/her idea when there was “volcanic eruption”. “Volcanic Eruption” is highlighted in this example.	
Generativity	Student delineates his/her idea how the river was formed by steps.	
Elaboration	Student describes his/her idea to develop model after volcanic eruption	
Evidence	Student describes volcanic eruption again using pillow lava	
Coherence	Student delineates his/her main idea “repeat volcanic eruption”	
State of mind	Student expresses his/her emotion using countenance.	

음 더 나아가서 그림이 갖고 있는 또 다른 의미와 생각의 출발점이 될 수있다.

정교화(Elaboration)는 학생들이 과학적인 사고나

사회적인 기능으로써 의미를 더해갈 수 있다. 구체적으로 정교화는 과학적인 개념의 불확실성이나 부족한 점을 극복하는 방법으로써 주상절리, 암석과 광물,

배개용암 등과 같이 특정 지질학적 요인에 대한 개념을 더해가는 과정에서 활용되었다.

증거(Evidence)는 학생들의 의견이 대립되거나 상반되는 상황에서 학생들이 그린 그림이 결과론적으로 특정 의견에 힘을 실거나 학생들의 또 다른 주장에 반하는 내용을 담는 등을 그림이 포함하는 콘텐츠가 학생들이 모델을 만들거나 발달시키는 과정에서 증거로 사용되었다.

일관성(Conherence)은 그림이 포함하는 있는 내용이 독립적인 상태로 존재하는 것이 아니라 특정 의미를 그려내거나 일치된 하나의 아이디어나 의견을 만들어내는 것을 뜻한다. 더욱이 연구 참여자들은 지질학이나 미술과 관련된 전문가가 아니기 때문에 그림이 갖는 의미를 글과 함께 탐색하면서 그 뜻을 명확히 이해할 필요가 있고 동시에 학생들이 그린 그림이 갖는 의미를 탐색함에 있어서 주의가 필요했다. 그런 점에서 일관성은 그림의 해석에 있어서 도움이 되었다.

심상(State of mind)은 정의적 이미지의 대표적인 사례이다. 학생들은 야외지질답사와 교실 환경에서 모델링 활동에 참여하면서 자신들의 기분이나 재미를 그림의 형태로 표현하였다. 예컨대 강의 흐름과 이름을 의인화하여 표현하거나 좌상바위의 스케치에 얼굴을 그려넣으면서 표정을 만들어내기도 하였다. 동시에 글 뿐만 아니라 문장, 서술형으로 수업에 대한 피드백을 직접적으로 준 사례도 있었다. 더욱이 이 연구 참여에 대한 재미나 즐거움 등을 보이는 것으로써 태도와 감정을 표현하였다. 연구 참여자들의 긍정적인 표식과 피드백은 향후 학생들의 지구과학, 지질학과의 진로나 학업 성취에 긍정적인 영향을 미칠지도 모른다. 그런 점에서 심상적인 특징은 이 연구에서 볼 수 있는 또 다른 특징인 것이다.

2. 모델링 기반 순환 과정에서 학생들의 그림 그리기가 갖는 목적과 의미

두 번째 연구문제는 학생들의 그리기가 모델링 기반 순환 과정과 어떤 관련성이 있는지를 탐색하였다. Constantinou et al. (2019)의 모델링 기반 순환 과정(modeling-based learning cycle)은 자료와 관찰, 모델 생성, 모델 발달, 자연현상의 구체화의 연속적인 과정으로 구성되어 있다. 각각의 네 단계는 독립적인 단계이지만 연속적인 과정으로써 과학적 모델을 발전시킬 수 있을 뿐만 아니라 순환적인 과정 내에서 현

상을 평가하고 구체할 수 있다. 선행연구에서 그리기는 모델링 기반 학습 과정에서 매우 유용하고 과학적인 개념과 사고를 할 수 있는 도구로써 의미를 가졌다(Brook, 2009; Van Joolingen 2015). 그런 점에서 야외지질학습에 적용한 과학적 모델 및 모델링에서 각 단계별 순환 학습 과정에서 학생들이 그린 그림을 분석하는 것은 모델링 과정에 대한 이해를 추구하는 데 도움을 줌과 동시에 독립적인 단계 내에서 그리기 활동이 학생들의 모델링 기반 학습에 있어서 어떤 의미를 가지는 지 보여줄 수 있을 것이다. 더욱이 야외지질학습과 같은 야외학습환경에서 학생들의 그림 그리기 활동이 갖는 의미를 함께 탐색할 수 있을 것이다.

첫 번째 자료와 관찰 단계이다. 이 단계는 야외학습환경에서 진행된 것으로 학생들은 연구자 본인과 안내된 장소에 방문하여 암석, 광물, 부정합, 단층, 응회암, 절리, 배개용암, 부정합 등의 지질학적인 내용을 관찰하였으며 일부 지형적인 특징과 환경에 대한 내용을 그림에 반영하였다. 자료와 관찰 단계에서 학생들의 그림은 상징적인 이미지로써 야외답사장소에서 지질학적인 내용을 반영한 것이다. 또한, 학생들의 그림은 야외답사 장소에서 관찰할 수 있는 지형적인 모습, 시각적인 이미지도 포함하였다.

두 번째 모델 생성 단계이다. 모델 생성 단계는 상징적인 이미지와 시각적인 이미지를 활용하여 생산화(Generativity)와 설명(Explanation)이 대표적인 특징이다. 교실 환경에서 학생들은 야외지질학습 주제에 대해 개인 모델과 그리고 개인 모델을 바탕으로 하여 타인과 함께 조별을 대표하는 모델을 만드는 과정에 참여하였다. 생산화는 모델 생성 단계에서 가장 대표적인 특징으로써 학생들의 아이디어를 표상화한 것이다. 모델 생성은 단순히 학생들의 사고과정이나 추론의 영역을 표현한 것에서 그치는 것이 아니라 모델을 생성함으로써 개인의 의견을 만들고 타인과 공유하는 모델 발달 단계로 나아가기 전 단계를 꾸린다는 점에서 또 다른 그림을 야기할 수도 있고 상호간의 의견을 교환하는 시작점의 역할을 할 수도 있다. 설명은 모델 생성 단계의 특징이자 학생들의 완성된 개인 모델은 가장 간략하게 자신의 의견을 표현할 수 있는 표상화된 도구로써 의미가 있다. 더욱이 학생들이 개인 모델을 완성하고 타인에게 자신의 의견을 공유하거나 아이디어를 외적으로 표현했다는 점에서 의미가 있다.

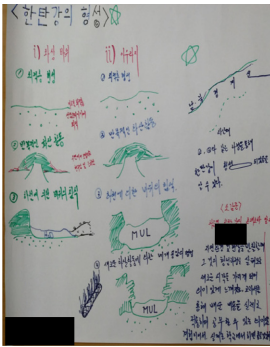


Fig. 2. A's final model.

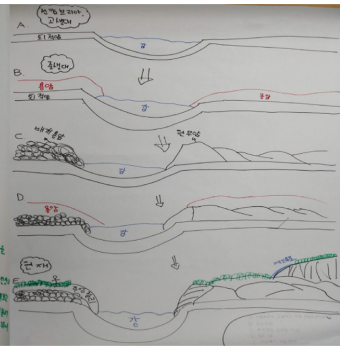


Fig. 3. B's final model.

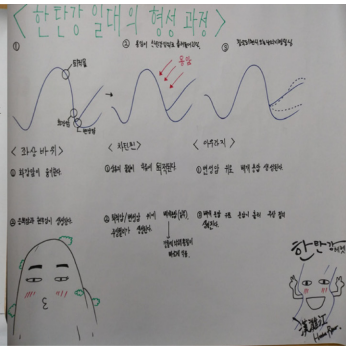


Fig. 4. C's final model.

세 번째 모델 발달 단계이다. 모델 발달 단계에서는 모델 평가, 수정 등 해석적인 표상화(interpretive representation) 과정으로써 모델의 발전을 추구할 뿐만 아니라 모델링 기반 학습 사이클의 연속적인 모델이며 과학적으로 일관성(coherence) 있는 결과에 도달하게 한다. 모델 발달 단계는 상징적인 이미지, 시각적인 이미지, 정의적 이미지를 모두 볼 수 있으며 설명, 생산화, 정교화, 증거, 일치, 그리고 심상까지 그림 그리기 활동의 모든 특징이 모두 드러나는 단계이다.

네 번째 자연 현상의 구체화 단계이다. 마지막은 학생들의 결과물이자 완성물으로써 연구 참여자들이 한 단강 형성과정이라는 주제로 진행한 야외지질학습의 최종산물이다. 이 단계에서는 앞서 세 단계의 거쳐오면서 학생 개인의 모델에서부터 최종 조별 모델에 이르기까지 각 과정을 거치면서 발달된 모델의 최종 결과물으로써 의미를 지닌다. 그렇기 때문에 자연 현상의 구체화 단계는 야외지질답사에서부터 모델 형성 과정에 참여한 결과물으로써 바라보았다. 연구에 참여한 세 개의 조 모두 그들의 조별 모델을 최종결과물으로써 만들었다(Fig. 2, 3, 4).

기존 선행연구 Choi et al. (2018)에서는 야외지질 학습과 과학적 모델 및 모델링의 논리적인 흐름과 연결고리를 찾았다. 그런 다음, 중학생들을 대상으로 모델링 수업을 적용한 야외지질학습의 학습 효과를 탐색하였다면 이 연구는 모델링을 적용한 야외지질 학습에서 학생들의 구체적인 행위의 결과물, 그림 그리기를 중심으로 모델링 순환 학습의 각 단계를 중심으로 어떤 특징이 있는지 분석하였다. 모델링 기반 순환 학습에서 첫 번째 자료와 관찰 단계에서는 학생들이 그린 그림은 과학적인 내용을 포함하는 상징적인 이미지와 지형을 묘사한 시각적인 이미지가 있

었다. 두 번째 모델 생성 단계에서는 학생들의 그림은 생성화와 설명의 특징을 보였다. 세 번째 모델 발달 단계에서는 세 종류의 그림과 여섯 가지로 분류된 그림의 특징이 모두 나타났다. 네 번째 자연현상의 구체화는 학생들의 최종 모델을 만들고 목표 모델과의 부합여부를 확인하였다.

각각의 단계는 야외지질답사에서부터 교실 환경 모델링 활동에 이르기까지 모든 단계를 아우르는 측면에서 그리기의 결과이자 학생들이 시각적으로 표상화한 도구으로써 그림과 모델링 기반 순환 학습의 관련성에 대해 분석하였다. 야외지질답사에서 학생들이 관찰했던 과학적 개념과 내용에 대한 그림이 모델을 구성하는 과정에서 필요로 했다. 예컨대 야외지질답사에서 학생들이 그렸던 배개용암, 주상절리 등은 화산폭발을 기원으로 하는 모델의 출발점이자 증거로서 활용할 수 있었다. 학생들이 그렸던 개인 모델은 조별 모델을 구성하는 기초적인 단계로 활용되었다. 또한, 조별 모델을 발달시키는 과정에서 그림의 종류와 특징이 모두 나타났으며 최종적인 결과물으로써 모델링 기반 순환 학습의 마지막 지점에 도착하였다.

요약하자면 야외지질답사 과정에서 학생들이 그렸던 그림이 개인 모델을 형성하는 과정과 관련이 있으며 학생들의 개인 모델은 조별 모델을 구성하는데 도움을 줄 수 있었다. 즉, 학생들이 그렸던 그림은 야외학습환경에서 교실학습환경에 이르기까지 순환적인 양상을 보이는 것으로써 모델형성과 직접적인 관련이 있었다. 특히 학생들이 그렸던 그림은 단순히 스케칭(skeching) 형태로 의미를 지니는 것이 아니라 지질학적인 내용과 낮은 빈도로 학생들의 정의적인 영역도 포함한다는 점에서 그 의미를 확장시킬 수 있었다.

결론 및 제언

이 연구는 학생들이 그린 그림과 야외지질학습에 적용한 모델링 기반 순환 학습과의 연관성에 대해 질적으로 탐색하는 것이다. 이 연구는 학생들의 그림이 모델링 기반 순환 과정에서 어떤 특성을 보이는지 분석함으로써 과학적 모델 및 모델링에 관한 이해 증진의 측면과 야외지질학습 맥락 내에서 학생들의 그림 그리기가 갖는 의미를 탐색한 것이다. 이 연구의 결론은 다음과 같다.

첫째, 이 연구는 학생들의 그림을 세 가지 종류로 분류하였으며 여섯 가지 특징이 있음을 밝혔다. 이처럼 학생들의 그림에 대한 양상과 특징에 관한 분석 결과는 학습의 인지적인 측면을 반영한 것이다. 특히 학생들은 상징적 이미지와 시각적 이미지로써 그림을 활용하였다. 또한, 학생들의 그림 그리기가 야외지질 학습의 인지적인 측면에서 과학적 내용을 학생들의 모델에 반영하는 데 도움이 되었다. 선행연구에서 생명과학(Van Joolingen et al., 2019; Heijnes et al., 2018)과 천문학(Van Joolingen et al., 2015) 등의 교과 과목에서 그림 그리기 활용에 대한 연구가 진행되었다면 이 연구는 지질 교과, 그 중에서도 야외학습환경과 교실학습환경에서 그림 그리기를 학생들이 활용하였다는 점에서 의의가 있다.

둘째, 과학적 모델 및 모델링의 측면에서 학생들의 그림 그리기가 모델링 기반 순환 학습 과정에 있어서 어떤 의미를 갖는지 탐색하였다. 모델 생성과 발달시키는 과정 내에서 학생들의 그림 그리기는 그들의 개인 모델과 조별 모델을 표상하기 위한 도구로써 사용되었다. 학생들의 그림은 수업에 대한 결과물로서 활용될 수 있었다. 또한, 학생들의 정의적인 영역에 대한 표현, 예컨대 모델링에 대한 긍정적인 인식이나 표식(emoticon)을 그림과 글을 활용하여 나타냄으로써 모델링 수업에 관한 정의적인 영역에 있어 긍정적인 평가를 받을 수 있었다는 점에서 유의미하였다.

셋째, 과학적 모델의 생성 및 발달과정, 모델을 만들고, 평가 및 수정하는 단계에서 학생들은 모두 그림 그리기를 활용하였을 뿐만 아니라 야외지질답사에서 학생들이 그렸던 그림의 지질학적인 내용을 자신들의 개인 및 조별 모델에 반영하였다. 즉, 야외지질 학습에 적용한 과학적 모델 및 모델링 수업에서 학생들이 그림 그리기를 통해 야외학습환경과 교실학습

환경이 분리되어 독립적인 상황 속에서 존재하는 것이 아니라 야외학습환경에서 학생들이 관찰했던 내용과 경험을 바탕으로 교실학습환경, 과학적 모델을 만들어가는 과정에 그림 그리기를 활용하였다는 것이다. 그런 점에서 야외에서 관찰한 지질학적인 내용을 학생들이 그림 그리기를 통해 그들의 모델을 생성, 평가 및 수정의 단계에 반영한 것을 밝혔다.

이를 바탕으로 학생들이 그린 그림이 야외지질학습에 적용한 모델링 기반 순환 학습에 미친 영향에 대해 다음과 같은 제언을 하겠다.

첫째, 이 연구는 그림 그리기가 모델링 기반 순환 학습 과정에 있어서 어떤 역할과 의미를 가질 수 있는지를 밝혔다. 야외학습환경과 교실학습환경에 있어서 학생들의 그림 그리기가 과학적인 내용을 포함하기 위해서 활용되었다. 과학적 모델을 만들고 평가 및 수정하는 과정에서 그림 그리기는 과학적인 내용과 사회적인 기능을 내포하였다. 그런 점에서 모델링 기반 순환 학습에서 과정의 측면에서 그림 그리기가 활용된 것을 탐색한 사례로서 의의를 지닌다.

둘째, K-12 대상으로 야외지질학습을 진행하기 위한 그림 그리기 활동을 위한 안내의 필요성을 제안하는 바이다. 최근 Genge (2020)는 지질학의 특성과 현황, 교육맥락적인 상황을 반영하여 각각의 주제에 대해 그림 그리기 활동에 대한 구체적인 안내가 있었다. 하지만 이 안내는 지질학적인 배경이 상대적으로 풍부한 지질학 관련 학부생이나 그 이상 전공자들을 위한 안내에 초점이 맞추어진 경향이 있다. 그런 점에서 전문가를 대상으로 하는 자세한 그리기에 덧붙여 K-12 교육현장에 적합한 그림 그리기 활동에 대한 안내의 필요성을 함께 제안하는 바이다.

셋째, 향후 야외지질학습에 모델링 수업을 적용하여 그림 그리기 활동을 중심으로 야외지질학습과 모델링에 관한 주제 이외에 또 다른 교육적인 주제에 대한 탐색의 필요성과 후속연구를 제안하는 바이다. 그림 그리기 활동은 학생들의 인지적인 영역을 표현할 수 있을 뿐만 아니라 정의적인 영역도 반영할 수 있다. 또한, 학생들이 말로써 표현하기 힘들거나 메타 인지적으로 자신의 학습 상황에 대해 판단해 볼 수 있는 교육적인 도구 중에 하나이기 때문에 이를 활용하여 과학적 추론이나 과학 개념에 대한 탐구 등 또 다른 분야의 많은 연구에도 활용가능성이 있을 것이다.

사 사

이 연구는 저자의 박사학위 논문 자료 중 일부를 발췌하여 재구성하였습니다.

References

- Ainsworth, S., Prain, V., and Tytler, R. 2011, Drawing to learn in science. *Science*, 333(6046), 1096-1097.
- Brooks, M. 2009, Drawing, visualisation and young children's exploration of "big ideas". *International Journal of Science Education*, 31(3), 319-341.
- Carless, D., and Lam, R. 2014, The examined life: perspectives of lower primary school students in Hong Kong. *Education 3-13*, 42(3), 313-329.
- Choi, Y., Kim, C., and Choe, S. 2018, Development and application of learning on geological field trip utilizing on social construction of scientific model. *The Journal of the Korean Earth Science Society*, 39(2), 178-192. (in Korean)
- Choi, Y., and Kim, C. 2020, Applying of learning in geological field trip utilizing scientific models and modeling using national geo-park the Hantan-River. *School Science Journal*, 14(2), 175-192. (in Korean)
- Constantinou, C., Nicolaou, C., and Papaevripidou, M. 2019, A framework for modeling-based learning, teaching, and assessment. In *Towards a Competence-Based View on Models and Modeling in Science Education* (pp. 39-58). Springer, Cham.
- DeBoer, G. 2000, Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 37(6), 582-601.
- Elo, S., and Kyngäs, 2008, The qualitative content analysis process. *Journal of Advanced Nursing*, 62(1), 107-115.
- Genge, M. 2020, *Geological Field Sketches and Illustrations: A Practical Guide*. Oxford University Press, USA.
- Hatisaru, V. 2020, Exploring evidence of mathematical tasks and representations in the drawings of middle school students. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 15(3), em0609.
- Heijnes, D., Van Joolingen, W., and Leenaars, F. 2018, Stimulating scientific reasoning with drawing-based modeling. *Journal of Science Education and Technology*, 27(1), 45-56.
- Ki W., Lim, S., Kim, H., Hwang, S., Kim.B., Song, G., and Kim, Y. 2008, Yeoncheon Scale up the Report on the Explosive Geological Survey 1:50,000. Korea Institute of Geological Resources. p83. (in Korean)
- Kyngäs, H., Mikkonen, K., and Kääriäinen, M. (Eds.). 2020, *The application of content analysis in nursing science research*. Springer Nature.
- Kyngäs, H., Mikkonen, K., and Maria Kääriäinen 2020, Content Analysis in Mixed Methods Research. In *The Application of Content Analysis in Nursing Science Research* (pp. 31-40). Springer, Cham.
- Laugksch, R. 2000, Scientific literacy: A conceptual overview. *Science Education*, 84(1), 71-94.
- Leenaars, F., Van Joolingen, W., and Bollen, L. 2013, Using self-made drawings to support modelling in science education. *British Journal of Educational Technology*, 44(1), 82-94.
- Louca, L., and Zacharia, Z. 2012, Modeling-based learning in science education: cognitive, metacognitive, social, material and epistemological contributions. *Educational Review*, 64(4), 471-492.
- Ministry of Education. 2015, 2015 revised curriculum Science. Seoul: Ministry of Education.
- Nersessian, N., 1999, Model-based reasoning in conceptual change. In *Model-based reasoning in scientific discovery* (pp. 5-22). Springer, Boston, MA.
- Orion, N., 1993, A model for the development and implementation of field trips as an intergral part of the science curriculum. *School Science and Mathematics*, 93(6), 325-331.
- Park, J., Chang, J., Tang, K., Treagust, D., & Won, M. 2020, Sequential patterns of students' drawing in constructing scientific explanations: focusing on the interplay among three levels of pictorial representation. *International Journal of Science Education*, 1-26.
- Penner, D. 2001, Cognition, computers, and synthetic science: building knowledge and meaning through modeling. *Review of Research in Education*, 25(1), 1-35.
- Preston, C. 2016, Try this: Draw like a scientist. *Teaching Science*, 62(4), 4.
- Schwarz, C., Reiser, B., Davis, E., Kenyon, L., Achér, A., Fortus, D., and Krajcik, J. 2009, Developing a learning progression for scientific modeling: Making scientific modeling accessible and meaningful for learners. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 46(6), 632-654.
- Treagust, D., and Tsui, C. (Eds.). 2013, *Multiple representations in biological education*. Springer Science & Business Media.
- Van Borkulo, S., Van Joolingen, W, Savelsbergh, E, and deJong, T. 2009, A framework for the assessment of learning by modeling. In *Model-Based Approaches to Learning* (pp. 179-195). Brill Sense.
- VanLehn, K., Wetzel, J., Grover, S., and Van De Sande, B.

- 2016, Learning how to construct models of dynamic systems: an initial evaluation of the dragoon intelligent tutoring system. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 10(2), 154-167.
- Van Joolingen, W., Bollen, L., and Leenaars, F. 2010, Using drawings in knowledge modeling and simulation for science teaching. In *Advances in intelligent tutoring systems* (pp. 249-264). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Van Joolingen, W., Bollen, L., Leenaars, F., and Gijlers, H. 2012, Drawing-based modeling for early science education. In *International Conference on Intelligent Tutoring Systems* (pp. 689-690). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Van Joolingen, W., Aukes, A., Gijlers, H., and Bollen, L. 2015, Understanding elementary astronomy by making drawing-based models. *Journal of Science Education and Technology*, 24(2-3), 256-264.
- Van Joolingen, W., Schouten, J., and Leenaars, F. 2019, Drawing-based modeling in teaching elementary biology as a diagnostic tool. In *Towards a Competence-Based View on Models and Modeling in Science Education* (pp. 131-145). Springer, Cham.
- Van Meter, P. 2001, Drawing construction as a strategy for learning from text. *Journal of Educational Psychology*, 93(1), 129.
- Wilkerson-Jerde, M., Gravel, B., and Macrander, C. 2015, Exploring shifts in middle school learners' modeling activity while generating drawings, animations, and computational simulations of molecular diffusion. *Journal of Science Education and Technology*, 24(2-3), 396-415.
- Windschitl, M., Thompson, J., and Braaten, M. 2008, Beyond the scientific method: Model-based inquiry as a new paradigm of preference for school science investigations. *Science Education*, 92(5), 941-967.

Manuscript received: December 21, 2020

Revised manuscript received: January 16, 2021

Manuscript accepted: January 20, 2021