

플래시 파노라마 기반 가상야외답사의 활용이 중학생의 공간 시각화 능력, 개념 이해와 인식에 미치는 영향

이 기 영*

강원대학교 과학교육학부, 200-701, 강원도 춘천시 강원대학길 1

The Effects of Flash Panorama-based Virtual Field Trips on Middle School Students' Spatial Visualization Ability, Conceptual Understanding, and Perceptions

Ki-Young Lee*

Division of Science Education, Kangwon National University, Gangwon 200-701, Korea

Abstract: The purpose of this study is to investigate the effects of flash panorama-based virtual field trips (VFT) as a supporting tool for geological field activity on middle school students' spatial visualization ability, conceptual understanding, and perceptions. A total of 17 middle school students participated in a three day long actual geological field trip around Jeju Island where a three-phase instructional model is applied for utilization of flash panorama-based VFT, which was proposed by Kim and Lee (2011). With one-group pretest-posttest pre-experimental design, data were collected using questionnaire and were analyzed to find out a change in students' spatial visualization ability and volcanic concept understanding, and their perceptions about the utilization of flash panorama-based VFT. Findings are as follows: First, the effect of utilizing flash panorama-based VFT in actual field trip revealed that there was meaningful increase in 'spatial relation' category of spatial visualization ability and 'knowledge' and 'comprehension' domains of volcanic concept understanding. Second, majority of students showed positive gain index in both spatial visualization ability and volcanic concept understanding. Lastly, participating students showed much interest and high satisfaction, and positive perception on the use of VFT. They also perceived that the utilization of flash panorama-based VFT could help in carrying out an actual field trip in terms of cognitive and geographical factors.

Keywords: virtual field trip, flash panorama, spatial visualization ability, conceptual understanding, volcano

요 약: 이 연구에서는 플래시 파노라마 기반 가상야외답사(VFT)를 활용한 야외 지질 답사 활동의 효과를 공간 시각화 능력, 개념 이해와 인식 측면에서 분석하고자 하였다. 17명의 강원도 소재 중학교 학생을 대상으로 Kim and Lee (2011)에 의해 제안된 플래시 파노라마 기반 VFT 활용을 위한 3단계 모형을 적용하여 제주도 일대에서 2박 3일간 실제 지질 답사 활동을 수행하였다. 전실험 연구 설계를 적용하여 단일 집단에 대하여 사전과 사후의 공간 시각화 능력과 화산 개념 이해 변화를 각각 분석하였으며, 사후 설문문을 통해 VFT 활용 효과에 대한 학생들의 인식을 조사하였다. 플래시 파노라마 기반 VFT 활용 모형을 적용하여 야외 답사 활동을 수행한 결과, 공간 시각화 능력에서는 '공간 관계' 능력이, 화산 개념 이해에서는 '지식'과 '이해'에서 유의미한 증가를 나타내었다. 또한, 공간 시각화 능력과 화산 개념 이해에서 대부분의 학생들의 향상 지수가 양(+)으로 산출되었다. 한편, 참가 학생들은 플래시 파노라마 기반 VFT 활용

*Corresponding author: leeky@kangwon.ac.kr

Tel: +82-33-250-6752

Fax: +82-33-242-9598

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

에 대해서 높은 흥미와 만족도를 나타내었으며, 야외 답사 활동에서 플래시 파노라마 기반 VFT의 활용에 대해 매우 긍정적으로 인식하는 것으로 분석되었다. 또한 플래시 파노라마 기반 VFT 활용이 인지적, 지리적 요소에서 실제 야외 답사 활동에 많은 도움이 되는 것으로 인식하였다.

주요어: 가상 야외 답사, 플래시 파노라마, 공간 시각화 능력, 개념 이해, 화산

서 론

학습에는 실제 세계를 포함하는 것이 필요하다(Cowden et al., 2006). 학생들은 읽고 질문에 답하는 것 이외에 다양한 경험을 필요로 한다. 이러한 필요에 의해 교과서 밖으로 한 걸음 나아가는 한 방법이 야외 답사(field trip)이다(Kali, 2003). 야외 답사의 가장 큰 장점은 그것이 실제적(real)이라는 것과 대상들을 자연적인 상황(context)에서 관찰할 수 있다는 것이다(Warburton and Higgitt, 1997).

구성주의에 초점을 두고 있는 현대 과학교육의 관점에서 볼 때, 야외 답사는 학습자들에게 실제 자연의 모습을 직접적으로 보여 줄 수 있는 가장 효과적인 방법이다(Arrowsmith et al., 2005; Qiu and Hubble, 2002). 그러므로 가능한 많이 현실적이고 직접적인 체험을 통해 활동적인 지식을 구성할 수 있는 기회를 제공해야 한다(Back, 2010). 하지만, 현행 과학 교육과정에서 학생들이 자연을 직접 관찰하고 체험하여 경험을 갖는 실제야외답사(Actual Field Trip, AFT)는 매우 드물고 실험실에서 모형실험을 하거나, 샘플의 이용, 시뮬레이션, 사진, 비디오 등을 활용하여 교육이 이루어지고 있는 실정이다. 이러한 이유로 AFT의 장점을 살리면서 현실적인 어려움을 보완하는 한 가지 대안으로 제시되고 있는 것이 가상 야외 답사(Virtual Field Trip, VFT)이다.

VFT는 가상의 공간에서 현장을 방문하여 경험을 쌓는 활동으로, 컴퓨터와 웹과 같은 정보통신기술(ICT)을 교수-학습 활동에 활용함으로써 생생한 현장감을 체험할 수 있도록 하는 교육 방식이다(Stainfield et al., 2000; Hesthammer et al., 2002).

VFT는 시공간적 제약과 경제적인 부담이 없고, 같은 장소를 얼마든지 반복적으로 탐구 할 수 있다는 장점을 가진다. 또한 웹을 기반으로 하고 있어 학습자들이 학습 내용에 비순차적으로 접근할 수 있다. 이것은 학습자 자신의 학습 능력에 따라 학습 진행 속도를 조절할 수 있으며, 자신의 독특한 학습 방식에 따라 지식을 구성할 수 있는 장점을 가진다(Spicer

and Stratford, 2001). 이러한 웹-기반의 VFT는 AFT의 대용뿐만 아니라 원활한 AFT를 위한 사전 교육과 AFT 후 정리 단계에 야외 학습의 효과를 강화시킬 목적으로도 활용될 수 있다(Kim and Lee, 2011). 또한, 야외 답사에 소요되는 전체 비용을 줄여줌으로써 학습의 질을 높이는 데 기여한다(Ford, 1998).

한편, 야외에서 학생들의 효과적인 학습에서 주된 장애가 되는 것이 '생소함(novelty)'이다(Falk et al., 1978). Orion(1989, 1993)은 학생들의 야외 학습에 제약이 되는 생소한 공간(novelty space)을 3개의 요소로 구분하였다. 첫 번째는 인지적 요소(cognitive factor)로 야외 학습과 관련된 기초 개념에 대한 지식을 의미하며, 두 번째는 지리적 요소(geographical factor)로 야외 학습 지역에 대한 익숙한 정도를 의미한다. 세 번째는 심리적 요소(psychological factor)로 야외 학습 경험을 의미한다. 이러한 생소한 공간의 크기는 야외 학습에 직접적인 영향을 주는데, 생소한 공간의 크기가 작을수록 야외 학습의 효과는 높은 것으로 알려져 있다. 그러므로 학생들의 야외 학습 수행은 사전 준비 정도에 따라 크게 달라질 수 있다(Orion and Hofstein, 1994).

야외 지질 답사에서 사전 준비 단계(preparatory phase)에 VFT를 활용하면 생소한 공간의 크기를 줄여주는 데 도움이 되는 것으로 보고되고 있다(Kim and Lee, 2011; Kim, 2012). 또한, 야외 답사 현장에서 낭비되는 시간을 줄여주어 핵심적인 목표에 더 많은 시간을 할애할 수 있다는 이점이 있다(Warburton and Higgitt, 1997).

VFT의 활용 효과에 대한 연구들을 살펴보면, 서로 매우 다른 결과를 나타내고 있다. Holland(2006)의 연구에 의하면, VFT로 활동한 학습자들이 AFT로 활동한 학습자들에 비해 학습 후 학습 내용에 대해 더 잘 기억한다는 사실을 발견하였다. 이 연구자는 VFT가 AFT에 비해 학습자의 흥미는 낮지만, 보다 내용에 집중할 수 있었기 때문이라는 분석 결과를 내놓았다. Wong(2002)의 연구에서도 VFT 집단이 AFT 집단에 비해 지식의 향상 정도가 유의미하게 높았으

며, 정의적 영역을 제외한 인지적, 심체적 영역에서 VFT를 더 유용하다고 인식하는 것으로 나타났다. Lee and Hong(2003)의 연구 또한 AFT 전후에 VFT를 활용한 결과, 학생들의 실제 야외 학습 수행에 매우 긍정적인 효과가 있음을 밝혔다. 하지만, Garner and Gallo(2005)의 VFT와 AFT 활용 효과를 비교한 연구 결과에 따르면 학업 성취도나 태도, 학습 스타일 등에서 양자 간에 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. Shroder et al.(2002)은 VFT의 공통적인 문제점인 학습자들이 체험할 수 있는 탐구 활동의 부족 때문에 AFT보다 교육적인 효과가 기대 수준에 미치지 못한다고 주장하였다. 또한, Cantwell(2004)의 연구에서는 AFT의 사전과 사후 활동에 VFT를 활용한 결과, 생소한 공간을 줄여주고 답사에 필요한 지식을 습득하는 데는 도움을 주었지만 학생들의 발견 감각(sense of discovery)과 자연에 대한 호기심은 오히려 감소시키는 것으로 나타났다.

VFT 활용 효과에 대한 이와 같은 엇갈리는 연구 결과들은 VFT 활용 효과가 형식과 구성에 많은 영향을 받고 있음을 시사한다. 지금까지 개발된 VFT를 보면 주로 텍스트나 사진 이미지를 중심으로 구성되어 있기 때문에 VFT 공간에서 학습자의 활동이 정적일 수밖에 없으며, ‘가상 현실(virtual reality)’이 의도하는 실제 야외의 모습을 보여주는 데는 한계가 있었다. 이 연구에서 사용된 3차원 플래시 파노라마(Flash panorama)를 기반으로 개발된 VFT는 학습자들이 가상 공간에서 직접 학습 현장을 자유롭게 탐구하고 체험할 수 있도록 웹과 접목하여 제작된 새로운 형태의 VFT이다. 그러므로 이에 대한 활용 효과 또한 기존의 연구와는 다른 새로운 측면에서 이루어져야 할 것이다.

이와 같은 필요성에 근거하여 이 연구에서는 플래시 파노라마 기반 VFT를 활용한 야외 답사 활동이 학생들의 공간 시각화 능력과 개념 이해에 어떤 영향을 미치는지 알아보고자 하였다. 또한 AFT의 사전과 사후 활동에 플래시 파노라마 기반 VFT를 활용하는 것에 대해 학생들은 어떻게 인식하고 있는지 알아보고자 하였다.

연구 내용 및 방법

플래시 파노라마 기반 VFT

이 연구에서는 Kim and Lee(2011)에 의해 개발된

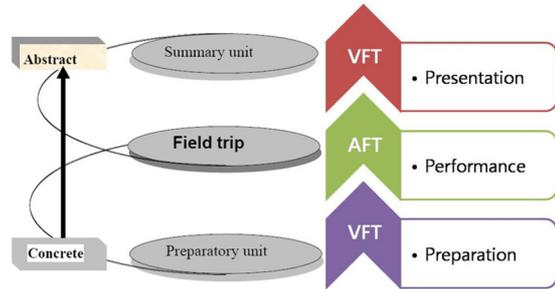


Fig. 1. 3Ps instructional model for the utilization of VFT.

제주도 VFT를 활용하였다. 이 VFT는 제주도의 다양한 화산 관련 지질과 지형을 대상으로 가상의 공간에서 현실 세계와 유사하게 현장 답사를 체험할 수 있도록 플래시 파노라마를 이용하여 웹-기반으로 개발되었으며¹⁾ 학습에 필요한 다양한 내용들이 링크되어 있고, 어디에서든지 비순차적으로 원하는 곳으로 이동할 수 있도록 구성되어 있다. 웹페이지는 VFT 안내, 화산섬 제주도 이야기, VFT 활동지, VFT 수행, Q & A로 구성되어 있으며 ‘VFT 수행’에서 각 사이트별 플래시 파노라마를 볼 수 있다.

플래시 파노라마 기반 VFT 활용 모형

이 연구에서는 Kim and Lee(2011)에 의해 제안된 VFT 활용을 위한 3Ps 모형을 적용하였다(Fig. 1). 이 VFT 활용을 위한 3Ps 모형은 Orion(1993)의 3단계 야외지질답사 순환학습모형에 따라 준비, 수행, 발표의 세 단계로 구성되어 있으며, 두 번째 단계인 수행은 AFT에 해당되며, VFT는 준비와 발표 단계에서 활용된다.

검사 도구

이 연구에서는 플래시 파노라마 기반 VFT를 활용한 야외 지질 답사 전후 학생들의 공간 시각화 능력을 검사하기 위해 Titus and Horsman(2009)에 의해 개발된 검사지를 투입하였다. 이 검사지는 Fig. 2와 같이 공간 관계(spatial relation), 공간 조작(spatial manipulation), 공간 투시(visual penetration)의 3개 범주, 총 45문항으로 구성되며, 각 영역의 점수는 10점, 20점, 15점이다. 3개 범주에 대한 검사는 영역 당 3분씩 할당하여 순차적으로 시행하였다.

1) VFT 웹 페이지 주소 <http://cc.kangwon.ac.kr/~scivft>

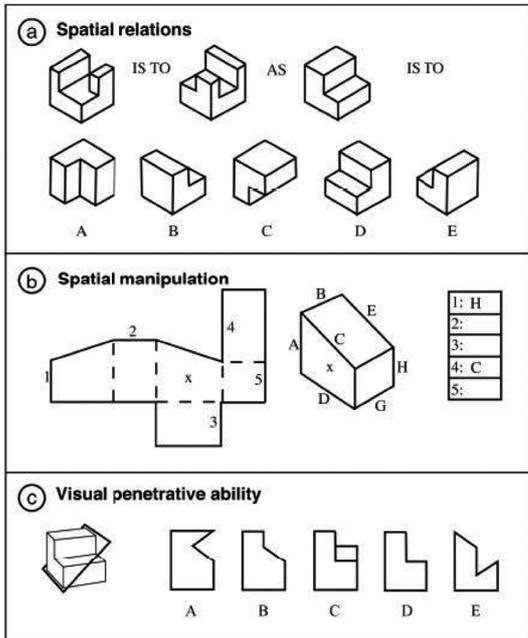


Fig. 2. Three spatial visualization abilities being studied: spatial relations, spatial manipulation, and visual penetrative ability (Titus and Horsman, 2009, p. 243).

플래시 파노라마 기반 VFT를 활용한 야외 지질 답사 전후 학생들의 개념 이해를 검사하기 위해

Parham et al.(2010)에 의해 개발된 화산 개념 검사지 (volcanic concept survey)를 투입하였다. 이 검사지는 화산 개념에 대한 학생들의 사고과정을 분석하기 위해 인지적 측면으로 구성된 언어적 분석틀로, Table 1과 같이 각 문항의 개념적 목표는 Bloom의 목표 체계를 따르고 있다(Parham et al., 2010; Kim et al., 2011 재인용). 10개 문항 중 1-9번 문항은 각 2점, 10번 문항은 하부 문항 당 1점을 할당하였다. 1-9번 문항은 부분점수를 부여하여 2점, 1점, 0점으로 채점하였다.

한편, 플래시 파노라마 기반 VFT 활용에 대한 학생들의 인식을 조사하기 위한 설문지는 객관식 10개 문항(리커트 5점 척도)과 주관식 2개 문항으로 구성하였다. 이 설문지는 연구자에 의해 작성되었으며, 과학교육을 전공하는 박사과정 및 석사과정 3명의 타당도 검토를 거쳐 수정·보완하였다.

연구 설계 및 자료 분석

강원도 소재 중학교 학생 17명을 대상으로 플래시 파노라마 기반 VFT를 활용하여 제주도 지형과 지질에 대한 답사 주제 선정 및 계획 작성, 제주도 일대에서 2박 3일간 실제 지질 답사 활동, 그리고 답사 후 결과 발표 활동을 차례대로 수행하였다. 전실험 (pre-experimental) 연구 설계를 적용하여 단일 집단에

Table 1. Modified version of volcanic concept survey

	Questions	Domains
1	Are all volcanoes similarly shaped? If not, how many distinct shapes can be seen? (Please illustrate your ideas below)	Knowledge
2	What is the difference between lava and magma?	Knowledge
3	Describe the composition of a typical volcano. In other words, if you could cut a volcano in half, what would you see on the inside?	Comprehension
4	Think about the location of volcanoes on land around the world. Is there a pattern to their location? If so, what might control that pattern?	Analysis
5	Why does a volcano erupt?	Comprehension
6	What controls how explosive a volcanic eruption will be?	Comprehension
7	How does water in a volcanic system affect how explosive a volcanic eruption will be?	Comprehension
8	Draw a picture of an erupting volcano and identify as many features as you can	Knowledge
9	Volcanic eruptions can create natural hazards beyond the eruption of lava and ash. List hazards caused by erupted material and identify hazards caused by the interaction of these materials with their surrounding environment.	Analysis
10	As specifically as possible, describe how a volcano might affect the following people or groups of people in the region: a. A farmer living at the base of the volcano: b. A tourist camping along a stream flowing down from the volcano: c. A pilot of airliner flying through an area above the volcano: d. A group of skiers on the side of the volcano:	Application

Table 2. T-test results of the change in spatial visualization ability

Category		M	SD	SE	t	df	p-value (2-tails)
Spatial relation (10)	Pre	4.41	2.35	0.569	-2.746	16	0.014*
	Post	5.65	2.60	0.630			
Spatial manipulation (20)	Pre	10.82	6.24				0.097
	Post	13.24	5.57				
Visual penetration (15)	Pre	10.18	2.48	0.602	1.281	16	0.219
	Post	9.24	3.58	0.868			
Sum (45)	Pre	25.41	8.00	1.940	-1.517	16	0.149
	Post	28.12	9.63	2.093			

*p<0.05

No. of () means score by category

M, SD, SE, t, df indicates mean, standard deviation, standard error, t-value, degree of freedom, respectively

For the spatial manipulation category, we conducted the Wilcoxon nonparametric test due to dissatisfaction of normality

대하여 사전과 사후의 공간 시각화 능력과 화산 개념 이해 변화를 분석하였으며, 사후 설문을 통해 VFT 활용에 대한 학생들의 인식을 조사하였다. 사전-사후 공간 시각화 능력 및 화산 개념 이해 변화를 알아보기 위하여 대응표본 t-검정을 실시하였으며, 영역별 향상 지수(gain index)를 산출하였다. 향상 지수는 Hake(1998)에 의한 제안된 것으로, 사전과 사후 피험자의 점수 향상 정도를 표준화(normalization)하기 위해 개발된 것으로, 실제 향상 점수(actual gain%)를 향상 가능 점수(total possible gain%)로 나눈 값으로 정의된다.

연구 결과 및 논의

플래시 파노라마 기반 VFT 활용이 학생들의 공간 시각화 능력에 미치는 영향

Table 2는 플래시 파노라마 기반 VFT를 활용한 야외 지질 답사 활동 전후 학생들의 공간 시각화 능력에 미치는 영향을 알아보기 위하여 대응 표본에 대한 t-검정 결과를 나타낸 것이다. 검정 결과, 전체 공간 시각화 능력에서 사전에 비해 사후에 평균 점수가 증가되긴 하였지만 통계적으로 유의미한 변화는 아닌 것으로 나타났다. 하지만, 3개 하부 범주 중 ‘공간 관계’에서는 통계적으로 유의미한 증가가 있는 것으로 분석되었으며, ‘공간 조작’ 범주의 경우는 평균 점수가 증가하였지만, 통계적으로 유의미하지는 않은 것으로 나타났다. 반면, ‘공간 투시’ 범주의 경우는 통계적으로 유의미하지는 않았지만 사후에 오히려 평균 점수가 하락한 것으로 나타났다.

Table 3은 플래시 파노라마 기반 VFT를 활용한 야

Table 3. Students' gain index in spatial visualization ability

Students	Spatial relations	Spatial manipulation	Visual penetration	Sum
S1	0.40	0.88	0.33	0.58
S2	0.44	0.44	-0.50	0.31
S3	0.14	-0.18	-0.63	-0.23
S4	0.00	1.00	0.40	0.70
S5	0.14	0.27	0.22	0.23
S6	0.50	0.00	0.00	0.09
S7	-0.13	0.77	-0.43	0.21
S8	0.50	N/A ²⁾	-0.17	0.00
S9	-0.50	0.56	0.00	0.27
S10	-0.13	0.33	-0.25	0.08
S11	0.22	0.30	-0.50	0.08
S12	0.60	0.60	0.25	0.53
S13	0.00	0.00	-0.25	-0.14
S14	-0.75	-0.20	0.40	-0.17
S15	0.60	0.18	-1.67	0.00
S16	0.57	-0.31	N/A	-0.20
S17	0.67	N/A	0.00	0.14
Mean	0.19	0.31	-0.17	0.15

*Gain Index=(%post-%pre)/(100-%pre)

외 지질 답사 활동 전후 학생들의 공간 시각화 능력 변화를 향상 지수로 산출한 것이다. 전체 향상 지수의 평균은 0.15로 나타났으며 개인별로는 -0.23-0.70의 범위로 폭넓게 나타났다. 전체 학생의 71%(12명)가 양(+)의 향상 지수를 나타내었으며 23%(4명)이 음(-)의 향상 지수를, 6%(1명)은 0의 향상 지수를 보였다. 하부 범주별로는 ‘공간 조작’이 0.31로 가장 높은 향상 지수를 나타내었으며, ‘공간 투시’ 범주의 경우

2) 해당 영역에 대한 사전 점수가 100%인 경우로, 향상 지수 계산 공식에서 분모가 0이 되어 산출이 불가능한 경우이다.

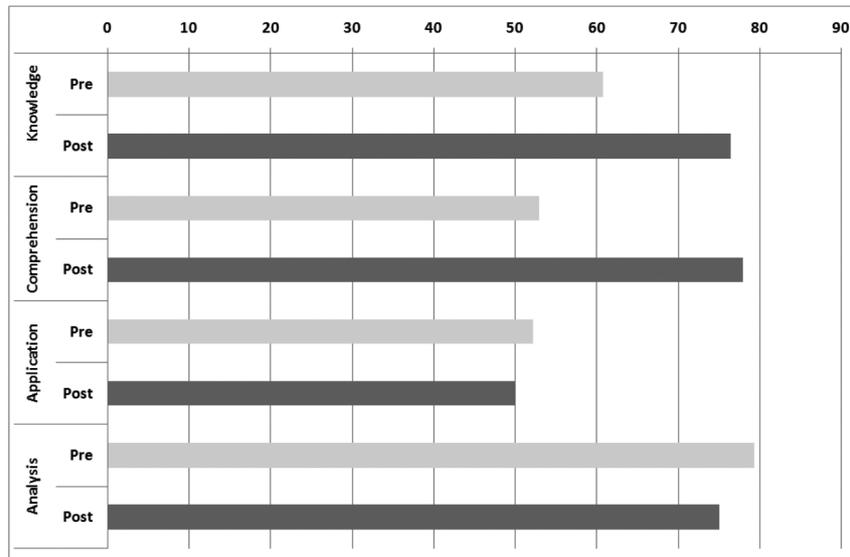


Fig. 3. Comparison of pre-post score (%) of volcanic concept understanding by behavioral domain.

는 항상 지수가 음(-)의 값을 나타내었다.

Table 2의 결과에서는 3개 하부 범주 중 ‘공간 관계’만이 통계적으로 유의미한 향상이 있는 것으로 나타났다지만, 학생 개인별 항상 지수에서는 ‘공간 조작’ 범주가 가장 높게 나타났다. ‘공간 조작’ 범주에서 사전에 비해 사후에 점수가 향상된 학생의 비율이 ‘공간 관계’에서보다 더 컸으며(67% : 65%), 반대로 점수가 하락한 학생의 비율이 ‘공간 관계’ 범주에서보다 더 작았다(20% : 24%). 또한 ‘공간 조작’ 범주의 개인별 항상 지수 범위가 -0.31-1.00로 ‘공간 관계’ 범주의 -0.75-0.67에 비해 양(+)의 값은 크게 비해 음(-)의 값은 작게 나타났다.

플래시 파노라마 기반 VFT 활용이 학생들의 화산 개념 이해에 미치는 영향

Fig. 3은 플래시 파노라마 기반 VFT를 활용한 야외 지질 답사 활동 전후 학생들의 화산 개념 이해를 백분율로 비교한 것이며, Table 4는 화산 개념 이해 변화를 알아보기 위하여 대응 표본에 대한 t-검정 결과를 나타낸 것이다.

전체 점수에서 사후 화산 개념 이해가 향상된 것으로 나타났으며, 이것은 통계적으로 유의미한 증가인 것으로 분석되었다. 행동 영역별로는 ‘지식’과 ‘이해’ 영역에서 사후에 통계적으로 유의미한 점수의 향상이 있었다. 하지만, ‘분석’과 ‘적용’ 영역에서는 통

계적으로 유의미하지는 않았으며 오히려 사후에 점수가 하락한 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 제주도 VFT를 활용한 야외 답사 활동이 낮은 인지 수준의 화산 개념 이해에는 효과적이었지만, 높은 수준의 화산 개념 이해에는 효과적이지 못하였음을 의미한다. 그러므로 높은 인지 수준의 화산 개념 이해를 위해서는 제주도 VFT와 AFT의 콘텐츠나 활동에 수정 및 보완이 필요한 것으로 판단된다.

Table 5는 플래시 파노라마 기반 VFT를 활용한 야외 지질 답사 활동 전후 학생들의 화산 개념 이해 변화를 항상 지수로 산출한 것이다. 전체 항상 지수의 평균은 0.24로 나타났으며 개인별로는 -0.38-0.91의 범위로 매우 넓게 나타났다. 전체 학생의 76%(13명)가 양(+)의 항상 지수를 나타내었으며 12%(2명)이 음(-)의 항상 지수를, 12%(2명)은 0의 항상 지수를 보였다. 하부 행동 영역별로는 ‘이해’가 0.53로 가장 높은 항상 지수를 나타내었으며, ‘적용’과 ‘분석’ 영역의 경우는 항상 지수가 음(-)의 값을 나타내었다.

Table 4의 결과에서와 같이 4개 행동 영역 중 ‘지식’과 ‘이해’ 영역에서 통계적으로 유의미한 증가는, 학생 개인별 항상 지수에서도 그대로 나타났다. ‘지식’과 ‘이해’ 영역에서 양(+)이 항상 지수를 나타낸 학생의 비율은 각각 71%(12명), 88%(14명)인 반면, 음(-)의 항상 지수를 나타낸 학생의 비율은 6%(1명)인 것으로 나타났다.

Table 4. T-test results of the change in volcanic concept understanding

Domain		M	SD	SE	t	df	p-value (2-tails)
Knowledge (6)	Pre	3.65	1.11				0.003*
	Post	4.59	0.80				
Comprehension (8)	Pre	4.24	1.82				0.002*
	Post	6.24	1.68				
Application (8)	Pre	4.18	2.72				0.924
	Post	4.00	3.50				
Analysis (4)	Pre	3.18	0.81				0.432
	Post	3.00	0.94				
Sum (26)	Pre	15.24	2.61	0.633			0.002*
	Post	17.82	3.41	0.828	-3.686	16	

*p<0.05

No. of () means score by domain

M, SD, SE, t, df indicates mean, standard deviation, standard error, t-value, degree of freedom, respectively

For each domain, we conducted the Wilcoxon nonparametric test due to dissatisfaction of normality

Table 5. Students' gain index in volcanic concept understanding

Students	Knowledge	Comprehension	Application	Analysis	Sum
S1	0.33	0.50	0.67	-1.00	0.25
S2	0.00	0.50	1.00	0.00	0.40
S3	0.00	0.33	0.40	0.00	0.29
S4	0.33	-0.50	1.00	N/A	0.20
S5	0.60	0.75	-3.00	N/A	0.00
S6	1.00	0.67	0.13	-1.00	0.23
S7	-1.00	0.00	0.50	N/A	0.31
S8	0.33	0.80	N/A	0.00	0.40
S9	0.00	0.50	1.00	N/A	0.60
S10	1.00	0.83	-1.00	-1.00	0.00
S11	0.33	0.67	0.00	1.00	0.25
S12	0.50	1.00	1.00	N/A	0.91
S13	0.33	0.33	0.33	N/A	0.33
S14	0.50	1.00	-1.67	-0.50	-0.38
S15	1.00	N/A	0.00	0.00	0.17
S16	0.50	0.80	-3.00	-1.00	-0.18
S17	0.00	0.60	0.00	N/A	0.38
Mean	0.40	0.53	-0.05	-0.18	0.24

플래시 파노라마 기반 VFT 활용에 대한 학생들의 인식

Table 6은 야외 답사 활동에서 플래시 파노라마 기반 VFT 활용에 대한 학생들의 인식을 리커트 5점 척도 설문지를 사용하여 조사한 결과를 분석한 것이다. 평균적으로 4.1의 높은 점수를 나타내었으며, 항목별 점수도 3.9-4.2로 좁은 범위에서 고르게 나타나 학생들이 VFT 활용에 대해 매우 긍정적으로 인식하는 것으로 분석되었다. 특히 준비 단계에서 VFT를

활용한 것이 AFT에서 많은 도움이 되었던 것으로 인식하고 있었다.

Fig. 4와 Fig. 5는 각각 준비와 발표 단계에서 VFT 활용 효과에 대한 개방형 설문에 대한 학생들의 응답을 분석한 것이다. 준비 단계에서 학생들은 VFT 활용 효과로 인지적 요소를 가장 많이 답하였으며, 그 다음으로 지리적 요소를 답하였다. 하지만 심리적 요소에 대한 응답은 없었다. 발표 단계에서는 기타에 해당되는 요소가 압도적으로 많았으며, 그 다음으로 인지적 요소를 답하였다.

Table 7은 준비 및 발표 단계에서 VFT 효과에 대한 학생들의 응답을 정리한 것이다. 다수의 학생들은 준비 단계에서 VFT 활용이 답사에 대한 기초 지식을 습득하는 데 도움이 되었으며, 답사 지역을 미리 둘러봄으로써 지형에 대한 정보를 얻고 친숙해진 것이 실제 야외 답사에 유용하였다고 응답하였다.

한편, 준비 단계에서 VFT를 활용한 것이 팀별로 탐구 주제를 선정하고 계획을 수립하는데 많은 도움이 되었다고 답하였다. Table 8은 탐구 주제 선정 및 계획 단계에서 VFT 활용 전후의 소집단별 선정 주제와 탐구 계획을 비교 분석한 것이다. 전반적으로 VFT 활용 후에 탐구 주제가 보다 선명해지고 과학적 용어를 명확하게 사용하는 경향을 나타내었으며, 탐구 계획 또한 VFT 활용 이전에 비해 탐구의 범위가 확대되고, 탐구 내용이 구체화되고, 탐구 방법이 상세화되는 경향을 보였다. 궁극적으로 VFT 활용 이전에는 5개 소집단이 모두 만장굴을 포함한 제주도 동굴을 탐구 주제로 선정하였으나, VFT 활용 이

Table 6. The results of survey for students' perception on the use of VFT

No	Questions	5 Likert scale
1	VFT system has been appropriately configured to utilize	4.2
2	The contents of VFT hits on my level	4.2
3	Flash panorama implemented in VFT provides a realistic experience	3.9
4	A variety of web contents inserted in panorama was new and exciting	4.2
5	VFT experience made me familiar to field area	4.1
6	VFT experience gave me confidence in actual field trip	3.9
7	VFT experience helped me learn more in actual field trip	4.2
8	Learning field area through the use of VFT in advance of actual field trip was helpful to make an inquiry plan	4.0
9	Learning field area through the use of VFT was helpful in actual field trip	4.2
10	VFT website was helpful in writing report and presentation after actual field trip	4.0
Mean		4.1

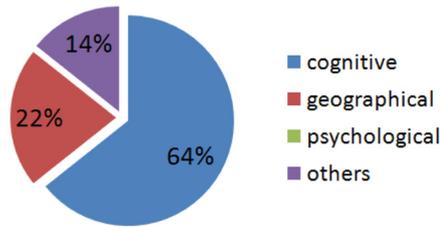


Fig. 4. Students' perception on the effect of VFT in preparation phase.

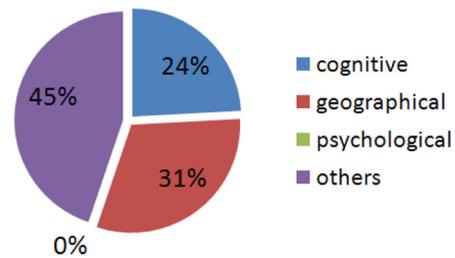


Fig. 5. Students' perception on the effect of VFT in presentation phase.

후에는 보다 다양화되었음을 알 수 있다. 이와 같은 결과는 준비 단계에서 VFT를 활용한 것이 인지적 및 지리적 요소에 도움을 줌으로써 '생소한 공간'을

축소시켜 줄 뿐만 아니라, VFT가 탐구 주제 선정 및 계획 수립에도 매우 유용하게 활용될 수 있음을 시사한다.

Table 7. Summary of students' response on the effect of VFT in preparation and presentation phase

Factor	Preparation phase	Presentation phase
Cognitive	<ul style="list-style-type: none"> able to obtain prior knowledge of Jeju able to learn about the geology of Jeju and select topic easily able to associate my interest with geology of Jeju able to know I should be focused on Jeju in advance able to get information on the topic of investigation able to better understand actual field trip and learn the basic knowledge of Jeju able to know what is on Jeju and kind of lava 	<ul style="list-style-type: none"> able to make PPT by looking back the information of field sites able to recall what we have learned by means of VFT can look for the missing information and summarize easily can refer to the information found on the VFT
Geographical	<ul style="list-style-type: none"> can look around field sites in advance feel like I'm in there able to identify the location of field sites visually 	<ul style="list-style-type: none"> can see the terrain of Jeju again able to revisit the field sites virtually able to review some missing sites
Others	<ul style="list-style-type: none"> I don't know exactly, but I think VFT was helpful It was helpful to determine what to do 	<ul style="list-style-type: none"> It was a lots of help when preparing my presentation able to see the materials I want to see again the contents of VFT website was helpful get more PPT data from VFT website helpful to prepare presentation because VFT website contains so much materials

Table 8. Analysis of change in inquiry topic and plan after the use of VFT

	Inquiry topic		Change in inquiry plan
	Pre	Post	
Group 1	Structural characteristics of Manjanggul	Difference of structure between Manjanggul and limestone cave	Separate the content and method of investigation, concretize performing strategies
Group 2	Types and characteristics of rock in cave	Characteristics of the terrain of Manjanggul	Reduce the scope of investigation, and embody the content of investigation
Group 3	Characteristics of Jeju cave	Types and characteristics of Jeju lava	Use the specific academic terms and refine the content of investigation
Group 4	Manjanggul	Volcano and volcanic activity of Jeju	Extend the scope of investigation from specific site to encompassing entire sites of Jeju
Group 5	The form and structure of Manjanggul	The terrain of Jeju and the formation process	Extend the scope of investigation from specific site to identifying the formation process of Jeju

결론 및 제언

이 연구에서는 중학생들을 대상으로 야외 답사 활동을 보조할 목적으로 개발된 플래시 파노라마 기반 VFT의 활용 효과를 공간 시각화 능력 및 화산 개념 이해 측면에서 알아보았다. 또한 야외 답사 활동 사전과 사후의 VFT 활용에 대한 학생들의 인식을 조사하였다. 연구 결과 다음과 같은 결론을 도출할 수 있었다.

첫째, 플래시 파노라마 기반 VFT 활용 모형을 적용하여 야외 답사 활동을 수행한 결과, 사후에 학생들의 전체적인 공간 시각화 능력이 증가하였으나, 통계적으로 유의미하지는 않았다. 하지만 공간 시각화 능력 중 공간 관계 능력은 통계적으로 유의미하게 증가한 것으로 나타났으며, 공간 투시를 제외한 공간 조작과 공간 관계 범주에서 항상 지수가 양(+)으로 산출되었다. 이와 같은 결과는 지질학 과목 이수 후 공간 시각화 능력에서 두드러진 향상을 보고한 Titus and Horsman(2009)의 연구 결과와 일치하는 것으로, 플래시 파노라마 기반 VFT 활용이 학생들의 공간 시각화 능력 향상에 긍정적인 영향을 주었음을 시사한다. 기존의 VFT가 2차원으로 구성된 것에 비해, 이 연구에서 활용된 VFT는 3차원 플래시 파노라마를 기반으로 제작된 것이므로 공간 시각화 능력을 향상시키는데 좀 더 유리하게 작용하였을 것이라 판단된다. 하지만, 이 연구는 단일 집단을 대상으로 전 실험 설계를 적용하였기 때문에 이러한 연구 결과를 플래시 파노라마 기반 VFT 활용 효과로만 보기는 무리가 있다. 따라서 VFT 활용 효과만을 검증하기 위해서는 실험군과 대조군을 설정한 추가적인 실험 연구가 필요할 것이다.

둘째, 화산 개념 이해 변화에서는 사후에 전체적으로 통계적으로 유의미한 증가가 있는 것으로 나타났다. 또한 이러한 유의미한 증가는 ‘적용’과 ‘분석’ 영역과 같은 높은 인지 수준이 아닌 ‘지식’과 ‘이해’와 같은 낮은 인지 수준에서의 증가에 의한 것으로 분석되었다. 이것은 Holland(2006)의 연구 결과에서와 같이 VFT 활용이 학습 내용의 기억에 도움을 준 것으로 판단할 수 있다. 하지만 이 또한 VFT 활용 효과로만 보기는 어려우며, 추가적인 연구가 필요하다.

셋째, 이 연구에 참여한 학생들은 플래시 파노라마 기반 VFT 자체에 대해서 높은 흥미와 만족도를 나타내었으며, 야외 답사 활동에서 VFT의 활용에 대해 매우 긍정적으로 인식하는 것으로 분석되었다. 또한 준비와 발표 단계에서 VFT 활용이 인지적, 지리적 요소에서 많은 도움이 되는 것으로 인식하고 있었다. 이것은 Lee and Hong(2003)과 Cantwell(2004)의 연구 결과와 일치하는 것으로, 인지적 요소에서의 효과는 VFT가 제공하는 다양한 답사 관련 자료(제주도 이야기, 박편 관찰 등의 각종 웹 콘텐츠)에 기인한 것으로 판단되며, 지리적 요소에서의 효과는 플래시 파노라마를 통한 웹상에서의 실제 답사 장소 구현에 기인한 것으로 판단된다. 또한, 플래시 파노라마 기반 VFT는 준비 단계에서 탐구 주제를 선정하고 탐구 계획을 수립하는 데 효과가 있는 것으로 판단된다. 특히 탐구 주제의 선명성과 명확성이 보다 향상되는 효과가 있었으며, 탐구 내용을 구체화하고 방법을 상세화하는 데 도움을 주는 것으로 분석되었다. 이것은 VFT에서 제공되는 플래시 파노라마의 영향인 것으로 사료된다. 이 연구에서 사용된 VFT는 기존의 것과는 다르게 사용자가 실제 답사 사이트에 가상적으로 접근하여 시공간적 제약 없이 자유롭게

둘러보는 것이 가능하다. 다시 말해 이 방법은 인터넷 검색을 통하여 자료를 찾는 방식에서 진일보하여 미리 야외 답사 장소를 마치 실제로 가서 둘러보는 것과 유사한 경험을 제공할 수 있다는 강점을 가진다. 그러므로 학생들은 VFT를 활용하여 실제 답사 장소를 미리 관찰하면서 탐구 주제를 선정하고 계획을 수립할 수 있기 때문에 보다 명확한 주제 선정과 계획의 구체적 수립이 가능했을 것으로 판단된다.

사 사

이 논문은 2010년도 한국연구재단의 신진교수지원(인문사회분야)으로 연구되었음(NRF-2010-332-B00410).

참고문헌

- Arrowsmith, C., Counihan, A., and McGreevy, D., 2005, Development of a multi-scaled virtual field trip for the teaching and learning of geospatial science. *International Journal of Education and Development using ICT*, 1, 42-56.
- Back, Y.G., 2010, Teaching and learning in virtual reality space. *Hakjisa*, Seoul, 324 p. (in Korean)
- Cantwell, L.B., 2004, A comparison of learning: integration of a virtual and traditional field trip into an introductory environmental geology course. Thesis of the degree of Master of Earth Science, Montana State University. 140 p.
- Cowden, P.A., DeMartin, J.D., and Lutey, W.E., 2006, Stepping inside the classroom: A look into Virtual Field Trip and the constructivist educator. Retrieved March 7, 2009, from <http://www.pdf-finder.com/pdf/VIRTUAL-FIELD-TRIPS.html>
- Falk, J.H., Martin, W.W., and Balling, J.D., 1978, The novel field trip phenomenon: Adjustment to novel settings interferes with task learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 15, 127-134.
- Ford, C.E., 1998, Supporting Fieldwork Using the Internet. *Computers & Geosciences*, 24 649-651.
- Gamer, L. and Gallo, M., 2005, Field Trips and Their Effect on Student Achievement in and Attitudes Toward Science: A Comparison of a Physical Versus a Virtual Field Trip to the Indian River Lagoon. *Journal of College Science Teaching*, 34, 14-17.
- Hake, R., 1998, Interactive engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64-74.
- Hesthammer, J., Fossen, H., Sautter, M., Saether, B., and Johansen, S.E., 2002, The use of information technology to enhance learning in geological field trips. *Journal of Geoscience Education*, 50, 528-538.
- Holland, K., 2006, How Does a Virtual Field Trip Compare to the Real Thing? *Online Classroom*, November 2006, 2.
- Kali, Y., 2003, A virtual journey within the rock-cycle: A software kit for the development of systems-Thinking in the context of the earth's crust. *Journal of Geoscience Education*, 51, 165-170.
- Kim, H.B., Jeong, J.W., and Ryu, C.R., 2011, Pre-service Earth Science Teachers Understanding about Volcanoes. *Journal of Korean Earth Science Society*, 32, 871-880. (in Korean)
- Kim, C.R., 2012, Development and its Application of Creative Activity Resource Map Materials on Cheolwon Area using Virtual Field Trip. Thesis of the degree of Master of Science Education, Kangwon National University. 93 p. (in Korean)
- Kim, G.W. and Lee, K.Y., 2011, Developing Web-based Virtual Geological Field Trip by Using Flash Panorama and Exploring the Ways of Utilization: A Case of Jeju Island in Korea. *Journal of Korean Earth Science Society*, 32, 212-224. (in Korean)
- Lee, C.Z. and Hong, S.E., 2003, Web Contents Development of Virtual Geologic Field Survey for High School Students: Focusing on the Songaksan and Jisagae area of Jeju island. *Journal of Korean Earth Science Society*, 24, 172-180. (in Korean)
- Orion, N., 1989, Development of a high school geology course based on field trips. *Journal of Geological Education*, 37, 13-17.
- Orion, N., 1993, A Model for the Development and Implementation of Field Trips as an integral Part of the Science Curriculum. *School Science and Mathematics*, 93, 325-331.
- Orion, N. and Hofstein, A., 1994, Factors that Influence Learning during a Scientific Field Trip in a Natural Environment: *Journal of Research in Science Education*, 31, 1097-1119.
- Parham, T., Cervato, C., Gallus, W., Larsen, M., Hobbs, J., Stelling, P., Greenbowe, T., Gupta, T., Knox, J.A., and Gill, T.E., 2010, The InVEST Volcanic Concept Survey: Exploring Student Understanding About Volcanoes. *Journal of Geoscience Education*, 58, 177-187.
- Qiu, W. and Hubble, T., 2002, The advantages and disadvantages of virtual field trips in Geoscience Education. *The China Papers*, October 2002, 75-79.
- Shroder, J.F., Bishop, M.P., Olsenholler, J., and Craiger, J., 2002, Geomorphology and the World Wide Web. *Geomorphology*, 47, 343-363.
- Spicer, J.I. and Stratford, J., 2001, Student perceptions of a virtual field trip to replace a real field trip. *Journal of*

- Computer Assisted Learning, 17, 345-354.
- Stainfield, J., Fisher, P., Ford, B., and Solem, M., 2000, International virtual field trips: A new direction? *Journal of Geography in Higher Education*, 24, 255-262.
- Titus, S. and Horsman, E., 2009, Characterizing and improving spatial visualization skills. *Journal of Geoscience Education*, 57, 242-254.
- Warburton, J. and Higgitt, M., 1997, Improving the preparation for fieldwork with IT: two examples from physical geography. *Journal of Geography in Higher Education*, 21, 333-347.
- Wong, M.Y., 2002, A comparative study on the effectiveness of virtual field trip and real field trip concerning biology teaching in secondary school. Dissertation of the degree of Master of Science in Information Technology in Education, The University of Hong Kong. 133 p.

2013년 2월 13일 접수
2013년 3월 23일 수정원고 접수
2013년 4월 15일 채택