

화산에 대한 예비 지구과학 교사들의 이해

김형범¹ · 정진우^{1,*} · 류춘렬²

¹한국교원대학교 지구과학교육과, 363-791, 충북 청원군 강내면 태성탑연로 250

²한국과학기술원 영재교육센터, 305-732, 대전 유성구 문지로 119

Pre-service Earth Science Teachers Understanding about Volcanoes

Hyoung-Bum Kim¹, Jin-Woo Jeong^{1,*}, and Chun-Ryol Ryu²

¹Department of Earth Science Education, Korea National University of Education Cheongwon, Chungbuk 363-791, Korea

²Center for Gifted Education, Korea Institute of Science and Technology, Daejeon 305-732, Korea

Abstract: The purpose of this research is to explore preservice earth science teachers' understanding of volcanic systems using a modified version of InVEST Volcanic Concept Survey (InVEST VCS, Parham et al., 2010). Results showed that participants' understanding of volcanic concepts was rather limited. Questions requiring only basic content knowledge (e.g., terminology associated with volcano) received high scoring responses, while questions requiring higher order thinking and deeper conceptual connections as the mechanics of volcanic eruption received low scoring responses. Specifically, the prediction of hazards and impacts on the environment appeared to be poorly understood. VCS results can be applied to improve the subject content knowledge as well as the pedagogical knowledge that instructors may use when they assess students' understanding of volcanism within a solid conceptual framework.

Keywords: volcanic systems, terminology, higher thinking, conceptual framework

요약: 본 연구에서는 수정된 버전의 InVEST Volcanic Concept Survey 검사지를 통해 예비 지구과학교사들의 화산시스템에 대한 이해를 탐구하였다. 그 결과, 화산 과정을 이해하는 예비 지구과학교사들은 극히 제한적이라는 결과를 얻었다. 즉, 화산관련 용어의 단순개념을 묻는 질문들은 높은 점수의 응답들을 얻은 반면에 화산분출의 구조를 묻는 고도의 사고를 요구하는 깊은 개념적 연결의 질문들은 낮은 점수의 응답들을 얻었다. 특히, 환경과의 영향 및 위험 예측에 대한 문항에 대해서는 매우 낮은 이해를 나타내었다. VCS 결과는 개념구조의 틀 안에서 예비 지구과학교사들이 화산개념을 잘 이해하고 있는지를 과학교육 연구자들에게 알려주는 측정 기준으로서의 교육적 가치를 향상시킬 것이다.

주요어: 화산 체계, 용어, 고차원적 사고, 개념틀

서론

최근의 연구들은 학생들의 오개념이 대체로 교사들이 지닌 오개념을 그대로 가지게 되는 경향이 있고, 특히 판구조론과 관련한 지질과학에서의 오개념은 대학생이 되어서도 지속되고 있기 때문에, 교사들이 지닌 오개념을 정확히 파악해야 할 필요가 있다 (Libarkin and Anderson, 2005; Marques and Thompson,

1997). 오개념에 대한 연구 결과들은 과학교육연구자들과 과학교사들에게 수업 전 학생들이 지닌 과학개념에 대한 실제적인 정보를 제공하고 있으므로, 많은 교육연구자들(김동렬, 2009; 위수민 외, 2007; Gilbert et al., 1982; Miller, 1989; Osborne and Freyberg, 1985; Strike and Posner, 1985)에 의해 연구되고 있다.

Miller(1989)는 학생들이 과학 수업 이전에 가지고 있는 선개념을 오개념(misconception)으로 여겨 과학적 개념을 형성시키기 위한 사전 정보로서 인식하였다. Gilbert et al.(1982), Strike and Posner(1985)는 과학 현상에 대하여 학생들이 가지고 있는 선개념이

*Corresponding author: jjeong@knue.ac.kr
Tel: +82-43-230-3724
Fax: +82-43-232-7176

당대의 과학자들에 의해서 만들어진 과학적 개념과 다를 때, 이를 오개념이라고 하였다. 이처럼 오개념은 학생들이 그들의 독특한 문화적 그리고 개인적 경험의 결과로 수업 이전에 형성된 것이기 때문에, 수업에 의해서도 쉽게 변화되지 않고 오히려 강화되거나, 학습한 과학적 개념과 병존하기도 하며, 인지 구조 내에 독립된 형태로 존재하기도 한다(Osborne and Freyberg, 1985; Gilbert et al., 1982). 따라서 구성주의 입장에서 과학 학습을 보는 사람들은 수업과정에서 오개념이 어떻게 과학개념으로 변화되는가 하는 점을 매우 중요한 관심 연구주제로 생각하였다.

이를 종합해 보면, 학생들의 오개념은 자신만의 체계를 가지고, 올바른 과학개념으로 쉽게 변하지 않기 때문에 오개념을 변화시키기 위해서는 특별한 노력이 필요함을 알 수 있다. 또한 오개념에 대한 연구결과들은 수업 활용에 대한 활용가치가 높고, 학생들이 지닌 개념에 대한 정보를 제공하여 비과학적 개념을 극복하는데 중요한 열쇠가 된다(위수민 외, 2007). 이것은 과학교육의 학습목적이 학습자 스스로 자신의 개념 수준과 이해 정도를 인식하게 하고 학습자의 기존 개념에 과학적인 새로운 개념을 연결하도록 도와주기 때문이다(김동렬, 2009).

최근의 연구결과에서는 지구과학 개념형성에 있어 기대했던 것보다 더 낮은 이해력과, 오개념을 가지고 있음을 강조하고 있다. 특히, 지질과학 관련 오개념에 관한 연구들(Libarkin and Anderson, 2005; Marques and Thompson, 1997)은 학생들이 이미 학습한 지각변동과 연관되어있는 오개념의 양상이 초·중등학교 뿐만 아니라, 심지어 대학교 수준까지 지속되고 있다는 것을 보여준다. 예를 들어, Barrow and Haskins(1996)은 학생들이 지진과 같은 지각변동 현상들에 대해 오개념을 가지고 있음을 보고한 바 있으며, Chang and Barufaldi(1999)과 Muthukrishna et al.(1993)은 조산운동 과정에 대한 정확한 개념과 원리에 대해 오개념이 있다고 보고하였다. 그리고 최성철과 안건상(2008)은 고등학생들이 마그마와 판구조론 영역에서 판의 일부분을 판으로 잘못 알고 있으며, 해양판을 해양지각의 아래 부분으로 인식하고 있음을 보고하였다.

그런 이유로, 지질학과 관련된 오개념을 분석하기 위해 보다 정교한 분석틀을 만들기 위한 시도가 이루어졌다.

Libarkin and Anderson(2006)은 Geoscience Concept Inventory(GCI)를 개발하여 학생들이 가지고 있는 일반적인 지질 개념을 분석하였으나, 세부적인 주제 영역의 오개념을 분석하는 데 한계가 있었다. 그렇기 때문에, Parham et al.(2010)은 InVEST-¹⁾VCS을 개발하여 대학생들이 가진 지질관련 개념 중 화산에 관련된 개념을 보다 집중적으로 분석하였다. 즉, 마그마와 용암의 차이, 화산의 발생, 화산분출 과정 및 환경적 영향에 대한 다각적인 측면에서 학생들의 화산개념에 대한 오개념을 분석하였다. 또한 VCS 문항 각각은 Bloom의 분류학에 따라 정렬되어 있으므로, 문항별 점수를 통해 패턴들을 분석하고 가설을 예측하는 고도의 사고과정을 쉽게 알아볼 수 있다.

그러나 우리나라에서는 일반적인 지질개념에 대한 조사가 간헐적으로 이루어지고 있긴 하지만, 화산 개념에 관한 정확한 연구가 이루어지지 않았다. 정재구 외(2003)가 과학수업에서 화산개념의 이해를 증진하기 위해 개념도를 활용한 연구를 시도하였으나, 화산에 대한 정확한 개념분석이 이루어지지 않았기 때문에 이에 대한 면밀한 조사가 필요하다.

따라서 본 연구는 VCS 문항 결과들을 통해 예비 지구과학 교사들이 화산개념을 어떻게 이해하고 있는지를 살펴보고, 오개념의 특징이 무엇인지를 파악하는데 그 목적이 있다. 본 연구의 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, VCS 결과로부터 나타난 예비 지구과학 교사들의 화산 개념 이해의 특징은 무엇인가?

둘째, 문항별 점수분포 결과에 나타난 화산 개념의 이해 수준은 어떠한가?

연구방법

연구대상

본 연구의 대상은 충청도에 소재한 두 곳의 대학교에 재학 중인 총 65명의 예비 지구과학교사이다. 대상자들은 지구과학교육과에 재학 중인 3학년과 4학년으로 구성되어 있으며, 지구과학 및 지질학 관련 수업을 수강하고 있는 학생들이다.

검사 도구

화산에 대한 개념을 조사하기 위한 검사지로

1) VCS는 Parham et al.이 2010년에 개발한 InVEST Volcanic Concept Survey와 같은 질문지이다.

Parham et al.(2010)의 InVEST Volcanic Concept Survey(InVEST-VCS)를 사용하였다. 이 검사지는 화산 개념에 대한 학생들의 사고과정을 분석하기 위해 인지적 측면으로 구성된 언어적 분석틀로 구성되어 있으며, 학생들의 이해, 분석, 적용 등의 개념인식의 수준을 체계적으로 분석하기 위해 만들어진 개념 집중 도구(a concept-intensive instrument)이다. VCS 검사지를 사용하게 되면 연구 대상자들이 지니고 있는 화산 개념 체계가 어떤 구조적 형태를 이루고 있는지, 또한 문항별 결과의 특징을 파악할 수 있다.

VCS 검사지는 화산의 모양과 내부구조, 마그마와 용암의 차이, 화산의 분포 지역, 화산의 분출과 주변 환경과의 영향 등의 10개 문항으로 구성되어 있으며, 마지막 10번 문항에는 4개의 부가적 문항들이 포함되어 있다. 또한 VCS 각 문항의 개념적 목표는 Bloom의 분류 체계를 따르고 있다. 각 문항들은 개방형 질문지 형태를 따르고 있으며, 피험자가 서술한 내용의 정도에 따라 3, 2, 1, 0점의 점수를 부여하게 되어 있으며, 총 39점 만점으로 구성된 검사지이다.

VCS 검사지의 구조와 문항의 내용은 Table 1과 같다.

VCS 검사지를 투입하기 위해 우리나라 대학생들의 실정에 맞게 일부 문항을 수정·보완한 후, 연구 대상자들과 동일한 학년들을 대상으로 1차 Pilot test를 실시하였다. 이 결과를 바탕으로, 지구과학 교육을 전공한 전문가 2명과 각 문항들을 번안하였고, 최

종적으로 검사지의 수정 및 타당성 검증을 위해 과학교육 박사 2명, 그리고 고등학교 지구과학 교사 경력이 있는 석·박사 과정의 대학원생 3명이 참여하였다. 또한 문항들이 검사하고자 하는 내용에 맞게 구성되었는지, 용어의 부적절한 사용은 없는지, 문항의 수준은 적절한지에 대하여 검증과정과 수정과정을 3회에 걸쳐 수행한 뒤, 최종적으로 10문항으로 구성된 검사지를 완성하였다. 본 연구에서 한국어로 번안하여 사용한 10개 문항들은 Appendix 1에 제시하였다.

자료 수집 및 분석

본 연구는 2011년 5월말부터 6월말까지 약 1달 동안 충북의 모 국립대학교 사범대학 2곳의 예비 지구과학 교사들을 대상으로 하였다. 예비 지구과학 교사들에게 VCS 검사지의 작성방법에 대해 약 5분간 자세히 설명하여 주었으며, 대학생들이 문제를 해결하는데 충분한 생각을 할 수 있도록 약 20-30분 정도의 시간을 주었다. 평가의 신뢰도를 높이기 위하여 지도교사와 연구자의 감독하에 평가를 실시한 후, 본 연구자가 직접 검사지를 회수하였다. 지구과학 교육 전문가 3인이 예비 지구과학 교사들이 지닌 화산 개념 체계가 어떤 구조적 형태를 이루고 있는지를 그들이 작성한 응답 자료를 바탕으로 평가하고 3, 2, 1, 0점으로 문항별 점수를 부여한 후 정답 비율을 확인하였다. 그리고 Bloom의 인지적 영역 중 지식, 이해, 적용의 범주로 학생 분포도를 알아보고, 각 점수별

Table 1. Questions used in the VCS (Parham et al., 2010)

#	Question
1	Are all volcanoes similarly shaped? If not, how many distinct shapes can be seen? (Please illustrate your ideas below)
2	What is the difference between lava and magma?
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?
4	Think about the location of volcanoes on land around the world. Is there a pattern to their location, and if so, what might control that pattern?
5	Why does a volcano erupt?
6	What controls how explosive a volcanic eruption will be?
7	How does water in a volcanic system affect how explosive a volcanic eruption will be?
8	Draw a picture of an erupting volcano and identify as many features as you can
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.
	As specifically as possible, describe how a volcano might affect the following people or groups of people in the region:
10	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:

Table 2. Examples of student responses across score levels (Parham et al., 2010)

Question	Strong Response (Score=3)	Moderate (Score=2)	Weak Response (Score=1)	No responses (Score=0)
#2: What is the difference between lava and magma?	“Magma is the complex of liquid rock, crystals, and gas below the surface. Lava is the same thing as magma but it is on top of the surface”	“Magma is liquid rock below the surface. But lava is liquid rock but it is on top of the surface”	“Magma is below the surface but lava is on top of the surface” “There are magma at the bottom and lava at the upper”	“lava is below the surface but magma is on top of the surface” “I don’t care”, etc
#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?	“Cone-shaped layers of rock with lots of cracks on the sides and a deep chamber with magma coming up through the center.”	“Cone-shaped rocks on the outside, magma inside” “Rocky cone and magma pipe inside”	“Most magma at the bottom” “Lava tunnel inside” “Layers of magma”	“I don’t care”, etc

학생 분포도 알아보았다. 답이 없는 경우와 정확하지 않은 응답 등은 0점으로 처리했으며, 이해수준이 낮은 응답에 대해서는 1점을 부여하였다. 반면에 이상적인 답변, 즉 정확한 핵심을 응답한 학생에게는 최대 점수 3점을 주었다(Table 2). 비슷한 점수 코딩화 작업은 학생 개념을 평가하는 데 필요한 주관식 답안을 분류하고 분석하였다. 이 후 개방형 검사지 질 문들의 특징 때문에 본 연구자가 직접 각 문항에 대한 정확한 점수 평가를 위해 재검토를 실시하였다.

결과 및 논의

예비 지구과학 교사들의 화산개념 이해의 특징

VCS 결과를 살펴보면, 화산활동 과정을 이해하고

있는 학생이 다소 제한되어 있다는 것을 보여주고 있다. 이번 검사지의 총 평균 점수는 39점 만점에 21점이었다(53.8%). 하지만 화산과정의 특정 개념을 물어보는 각 문항에 대한 점수는 큰 차이를 보이고 있다(Table 3).

낮은 평균 점수를 나타낸 문항은 이해나 분석 또는 예측을 필요로 하는 문항 3번과 7번, 그리고 10번 문항이었다. 이는 문항 3, 5, 6, 9, 10에서 낮은 점수를 나타낸 선행연구(InVEST-VCS; Parham et al., 2010)와는 다른 결과값을 보여주고 있다(Table 4).

화산 내부 구조에 대한 이해를 묻는 3번 문항에 대해서는 총 3점 중 평균 1.0점의 낮은 점수를 보이고 있다. 3번 문항은 학생들에게 화산의 삼차원 횡단면을 그리도록 요구하였는데, 총 195점 중 66점의

Table 3. Mean and standard deviation (SD) in VCS (N=65)

Item	Question													Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10A	10B	10C	10D	
M	2.1	2.0	1.0	1.8	1.8	2.0	1.3	1.9	1.8	1.6	1.2	1.2	1.4	21
SD	0.5	0.8	0.7	0.9	0.7	0.9	0.9	0.9	0.7	0.9	0.9	0.9	0.8	

Table 4. Comparison with Parham et al. (2010) results

Characteristic	Parham et al., 2010	Our study
Number	672	65
Average Score	64%	54%
Item of High Score	1) Volcanoes similarly shaped? 2) Difference between magma & lava 7) How water affects explosivity? 8) Describe erupting volcano & features	1) Volcanoes similarly shaped? 2) Difference between magma & lava 6) Controls explosivity volcano 8) Describe erupting volcano & features
Item of Low Score	3) Volcano cut inside, what do you see inside? 5) Why volcano erupts? 6) Controls explosivity volcano 9) Hazard materials & interaction with environment 10) Volcano affecting 4 different scenarios	3) Volcano cut inside, what do you see inside? 7) How water affects explosivity? 10) Volcano affecting 4 different scenarios

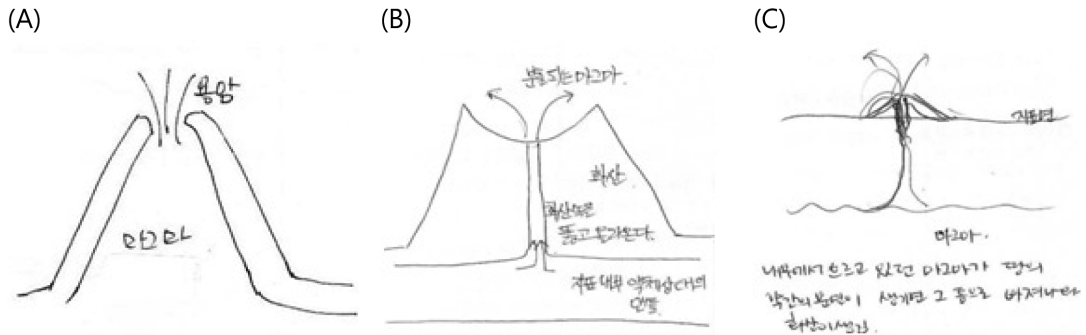


Fig. 1. Misconception about internal structure of volcano.

낮은 정답률(34%)을 보였다. 이는 학생들이 화산 내부의 마그마 활동이 어떻게 진행되고 분출되는지를 설명하지 못하고 있다는 것을 말해주며, 3차원 공간 지각능력이 매우 낮기 때문이라고 해석할 수 있다 (Fig. 1).

오개념을 보인 학생들 중에서, 화산내부는 무엇으로 이루어져 있고 내부 구조는 어떻게 생겼는가에 대한 질문에 많은 학생들이 화산 내부는 마그마로만 가득 차 있다는 유형(A)의 43.5%와, 맨틀 내부는 액체상태로 되어 있고 화산을 통해 마그마가 분출된다는 유형(B)의 27.3%, 지표 내부의 흐르고 있던 마그마가 지표의 약한 틈을 통해 화산이 형성된 유형(C)의 29.2%의 비율에 해당하는 오개념을 표현하였고, 일부는 답을 하지 않았다.

7번 문항에서는 화산분출에서의 물의 역할을 묻고 있다. 즉, 마그마 속 수증기가 많이 함유되어 있으면 더 높은 압력을 만들어 낼 수 있고 이는 화산분출을 더욱 가속화시킬 수 있음을 의미하는데, 3점의 정확한 답을 응답한 학생들은 6명(9.2%)으로 매우 적었으며, 평균점수는 총 195점 중 84점의 낮은 정답률(43%)을 보였다. 이것은 폭발적인 화산분출을 야기하는데 있어 수증기압이 크게 작용하므로 이에 따른 물의 역할을 이해하지 못하고 있다는 것을 의미한다.

10번 문항은 4개의 하위 질문들로 구성되어 있는데, 이 질문들은 특징은 화산과 관련한 주변 환경과의 상호작용을 질문하는 형식으로 되어 있다. 즉, 화산의 생성과 분출 및 영향에 대한 일정한 패턴들을 분석하는 고도의 사고를 필요로 하는 질문들이다. 4개의 하위 문항별 정답률을 알아보고 이들의 평균을 구하였는데, 10번 문항의 하위 4문항의 전체 평균은 총 3점 중 1.36점(45%)으로 VCS 검사지의 총 평균 점수 21점보다 매우 낮은 점수를 나타내었다.

화산 분출시 화산재에 의한 주변 지역의 피해는 잘 서술하였으나, 산성가스로 인한 물의 pH 감소와 화산재 이류에 의한 피해나 비행기의 양력을 줄이는 등의 주변 환경과의 상호작용에 대해서는 정확한 답을 하지 못하였다. 그 이유는 우리나라와 지리적으로 가까운 일본의 경우 화산으로 인한 피해와 대처 방안 교육이 활발히 이루어지고 있으나, 우리나라의 경우 대부분의 사람들이 화산의 안전지역으로 생각하여 그로 인한 피해, 대처방안 교육 및 이용 현황에 대해 학생들이 체험할 수 있는 경험이 적어 이러한 경향이 나왔을 것으로 해석된다.

반면, VCS 문항 중에서 화산과 관련된 학생들의 지식과 이해를 묻는 질문들에 대해 상대적으로 높은 점수를 나타내었다. 특히 이번 연구에서 1, 2, 6, 8번 문항의 점수는 전체 평균점수보다 매우 높은 점수분포를 나타내었는데, 총 3점 중 1번 문항은 2.1(70%)점, 2번 문항은 2.0(66%)점, 6번 문항은 2.0(66%)점, 8번 문항은 1.9(63%)점으로 이는 선행 연구(Parham et al., 2010)의 InVEST-VCS 연구결과와 비슷한 양상을 나타내었다(Table 4).

화산의 형태나 모양을 묻는 1번 문항에 대해서는 평균 2.1점을 나타내었다. 화산체의 높이에 따른 차이를 잘 구별하였으며, 용암의 종류에 따라 화산체를 연결시키는 응답자의 수가 많았다. 또한 SiO₂성분과 점성의 성질에 따른 화산체의 높이를 언급하는 학생들도 있었다. 용암과 마그마의 개념적 차이를 묻는 2번 문항에 대해서는 평균 2.0점을 나타내었다. 용암과 마그마를 어떻게 구별하는지에 대한 기본적인 지식에 대해서는 응답자 모두 질문에 대해 높은 점수를 얻었다. 6번 문항에서도 평균 2.0점을 나타내었다. 무엇이 화산 분출에 있어 폭발을 컨트롤 하는지에 대해 학생들 대부분은 실리카의 성분 또는 마그마의

점성, 그리고 분출 스타일의 상호 관계를 언급하였다. 그리고 화산이 분출하는 것을 그려보고 가능한 많은 특징을 정의해 보라는 문항 8에 대해서는 평균 1.9점을 나타내었다. 많은 학생들이 용암 분출 시에 배출되는 화산가스 및 화산 쇄설물 그리고 용암을 각각 그림으로 표현하고 그 특징들을 정의하였다.

문항 4에 대해서는 학생들로 하여금 전 세계 화산들의 위치는 어디에 위치하고 있으며, 그 화산분포들이 나타내는 일정한 패턴들은 무엇인지에 대해 물어보는 문항이었다. 문항 4에 대해서는 총 195점 중 119점(61%)의 정답률을 보였다. 학생들은 전 지구적인 화산분포는 실제로 일정한 패턴을 가지고 있으며, 이 패턴들이 판의 경계와 연관성이 있다고 답하였다. 이와는 대조적으로, 낮은 점수를 보인 학생들 중 일부는 그들 스스로 가지고 있는 오개념을 말하기도 하였는데, 이 중에서 16명(25%)의 학생들이 열점(hot spot)과 섬 주위에서 일정한 형태를 보이는 화산분포 지역이라고 답하였다. 또한 몇몇 학생들은 일정한 패턴이 없다고 응답하였고, 답을 못한 학생들도 6명(9%)이 있었다. 이 결과들은 지질학적 현상과 판의 경계에 따른 지구적 현상들이 화산분포의 일정한 패턴을 조정한다는 정확한 의미를 설명하는 데 많은 어려움이 있으며, 많은 오개념을 갖고 있는 것으로 판단할 수 있다. 또한 이는 화산분포지역과 관련된 판구조론 개념에 관해 많은 학생들이 오개념을 가지고 있다는 선행연구와 일치한다(정구송과 정진우, 2007; Ford and Taylor, 2006; Gobert, 2000; Gobert and Clement, 1999; Libarkin et al., 2005; Marques and Thompson, 1997).

예비 지구과학 교사들의 화산 개념의 이해 수준

VCS의 질문 문항들은 Bloom이 분류한 인지적 영역에 따라 정확히 분류할 수 있다(Fig. 2). VCS 문항 중 1번, 2번, 8번 질문은 지식(knowledge), 3번, 5번, 6번, 7번 질문은 이해(comprehension), 4번, 9번 질문은 분석(analysis), 10번 질문은 적용(application) 항목으로 분류된다. 그러므로 VCS의 결과값은 학생들이 각 질문들에 대해서 어떤 인지 행동을 나타내고 있는지를 알아볼 수 있는 자료이다.

단순히 화산 개념에 관한 ‘지식’을 묻는 1, 2, 8번 질문은 평균 점수가 각각 2.1점(70%), 2.0점(67%), 1.9점(63%)으로 다른 질문에 비해 매우 높게 나타났다. 또한 정확하게 답변하여 3점의 점수를 받은 학생

들 역시 많은 비율을 차지했는데, 1번 문항은 65명 중 26명(40%), 2번 질문은 19명(29%), 8번 질문은 21명(32%)의 순으로 나타났다. 이러한 결과가 나타난 이유는, ‘지식(Knowledge)’에 관한 항목은 단순기억이 중요한 역할을 담당하였기 때문으로 보인다.

‘이해’에 해당하는 3번, 5번, 6번, 7번의 질문들에 대해서는 서로 상이한 결과값을 나타내었다. 3번과 7번의 결과값은 5번과 6번 문항에 비해 매우 낮은 값을 나타내었다. 3번과 7번 질문의 평균 점수는 1.0점(33%), 1.3점(43%)이며, 특히 3번 문항은 배점 3점의 학생수가 2명(3%)으로 극히 제한적인 응답률을 나타내었으며, 0점과 1점의 응답을 나타낸 학생들이 상대적으로 많았다. 또한 질문 3은 VCS의 결과 중 가장 낮은 결과값을 나타낸 반면, 5번과 6번 문항은 각각 1.8점(60%), 2.0점(67%)을 나타내었다. 그 이유는 ‘이해’에는 번역하는 능력, 해석하는 능력, 추론 등이 포함되는데(Bloom, 1956), Holyoak and Morrison (2005)은 추론이란 특정 전제로부터 특정 현상에 대한 새로운 사실이나 결론을 도출하는 과정이라고 정의하였다. 화산분출은 왜 일어나는지를 묻는 5번 문항과 화산 분출의 형태를 결정하는 요인에 대해 묻는 6번 문항은 해석할 수 있는 능력이 필요한 문항으로 학생들이 비교적 쉽게 이해하고 해석할 수 있었지만, 이에 반해 화산의 횡단면을 통해 화산내부 구조를 설명하라는 질문3과 화산분출에 있어 물의 역할을 물어보는 7번 문항은 추론이 필요한 문항으로 학생들은 그 원인과 현상을 추론하고 해석하는 데 상당한 어려움을 나타냈다고 볼 수 있으며, 1점에 해당하는 점수비율이 많은 점을 감안하면, 학생들의 오개념이 많이 작용하였던 것으로 해석할 수 있다.

‘분석’에 해당하는 4번과 9번 질문의 평균점수는 두 문항 모두 1.8점(60%)을 나타내며, 이는 ‘지식’의 결과값과 비교할 때 낮은 점수분포라 할 수 있다. 그 이유는, 분석이란 주어진 자료를 구성 요소나 부분으로 분해하고, 부분간의 관계와 그것이 조직되어 있는 방법을 발견하는 능력을 말하는데(Bloom, 1956), 전 세계 화산 분포지역의 형태를 묻는 4번 문항과 화산 분출에서의 위험물질을 묻는 질문9에 대해서 관련 자료를 제시하지 않고, 학생들의 화산개념을 묻는 VCS의 특성 때문으로 해석될 수 있다. 그리고 전세계 화산 분포지역의 형태가 일정한 패턴을 가지고 있음에도 학생들은 그것이 존재하고 있다는 것을 파악하지 못하였고, 화산분출에서의 위험물질로 인한

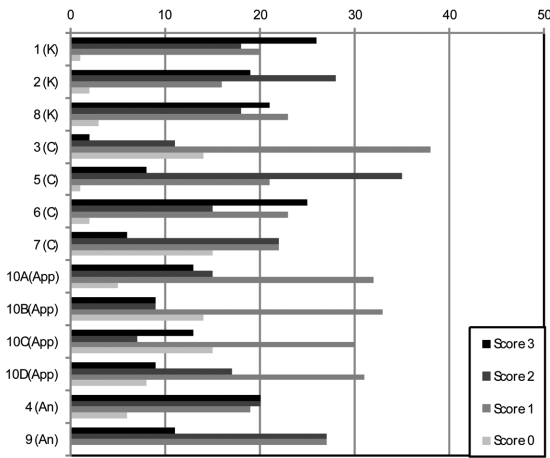


Fig. 2. Distribution of scored responses to each VCS question, grouped by Bloom's Taxonomy: knowledge=K, comprehension=C, analysis=An, application=App.

피해 관련 분석을 제대로 하지 못하였다. 그 이유는 자신이 그 동안 배워왔던 지식과 연계하여 이해하고 해석하는 능력이 부족한 것으로 판단된다. 또한 9번 문항에서의 낮은 평균값이 의미하듯 화산분출로 인한 결과들을 인식하지 못하고, 그로 인해 나타나는 위험들을 거의 생각해 보지 않은 결과라고 해석된다.

마지막으로 '적용'과 관련된 질문은 10번 문항이 이에 해당되며, 10번의 하위 4개 질문의 평균점수가 1.36점(45%)으로 낮은 점수분포를 나타내었다. '적용'은 과거에 학습한 자료나 내용을 새로운 구체적 상황에 사용할 줄 아는 능력을 말하는데(Bloom, 1956), 과거에 이미 학습된 개념, 방법, 법칙, 원리, 이론에 관한 지식을 새로운 사태에 적용하는 문제해결 활동 즉, 문제 해결력(problem solving)이라고 한다(황정규, 1998). 10번 문항에 응답한 평균 점수가 매우 낮은 이유는 위에서 살펴본 바와 같이, '적용'이라는 항목이 문제 상황에 대해 예언 및 예측하는 능력이 필요하지만, 대부분의 학생들이 이러한 능력을 활용하여 문제를 해결하는 데 어려움을 느끼고 있었기 때문으로 볼 수 있다. 그리고 학생들은 화산분출의 영향과 환경과의 상호작용을 정확히 이해하지 못하고 있으며, 화산분출의 직접적인 환경적 위험요소와 화산활동이 인간의 활동에 영향을 미치는 메커니즘을 파악하지 못하고 있음을 의미한다. 즉, 10번 문항의 목적이 개념 이해가 아니라, 화산분출의 환경적 결과를 예측할 수 있는지를 물어보는 항목이었기 때문에 학생들의

평균점수가 낮아졌다. Gibbs and Lawson(1992)는 예상치 못한 특이한 현상을 관찰하게 되면 사람들은 인과적 의문을 생성하게 되며, 그 현상을 설명하기 위해 자신이 경험해 알고 있는 지식을 활용하여 결과를 예상한다고 하였다. 이를 통해 확인할 수 있는 것은 학생들이 화산과 환경과의 상호작용을 해석하는데 흥미와 호기심을 갖고 있으나, 그와 관련된 경험이 없으므로 연관된 지식이 조직되어 있지 못하여 결과를 예측하는 데 한계가 있었을 것으로 판단할 수 있다.

결론 및 제언

본 연구에서는 예비지구과학교사들을 대상으로 VCS 검사지를 통해 화산시스템에 대한 이해를 분석해 보았다. 이를 통해, 예비지구과학교사들에게 존재할 수 있는 오개념은 무엇이며, 화산 개념에 대한 VCS 문항의 이해수준을 알아보았다. 이에 대한 연구 결과는 다음과 같다.

첫째, 예비 지구과학 교사들의 화산개념 이해의 특징을 살펴보면, 화산에 관한 단순개념에 대해서는 잘 이해하고 있었지만, 추측, 예상 및 상호관계를 나타내는 화산개념에 대해서는 오개념을 형성하고 있음을 알 수 있었다. 즉, 삼차원 공간 지각능력이 매우 낮아 화산 내부의 마그마 활동이 어떻게 진행되고 분출되는지를 설명하는 데 어려움을 나타냈으며, 화산 분출에 영향을 미치는 물의 역할과 그리고 화산과 관련한 주변 환경과의 상호작용에 대해 이해도가 비교적 낮은 수준이었다. 이는 지구과학의 탐구 대상이 긴 시간과 큰 공간 규모, 그리고 접근 불가능성으로 인해 실험실에서 여러 변인들을 통제하는 실험을 통해 그 결과를 확인할 수 없는 경우가 대부분이며, 서로 상호작용을 하는 여러 요인들이 복합적으로 발생하는 경우가 많기 때문에(Laudan, 1987) 화산시스템에 대한 정확한 이해와 상호관계를 파악하기가 매우 어려웠다고 볼 수 있다. 또한 대부분의 사람들이 우리나라는 화산의 안전지역으로 생각하고 있으며, 화산으로 인한 피해, 대처방안 교육 및 이용 현황에 대해 학생들이 체험할 수 있는 경험이 적은 것도 그 이유가 될 것이다.

둘째, 화산 개념의 이해 수준에 대해 알아본 결과, 화산 개념에 관한 '지식' 영역에서는 매우 높은 수준을 나타내었는데, 이는 단순 기억이 중요한 역할을

담당하였기 때문에 보인다. ‘이해’ 영역에서는 해석할 수 있는 능력이 필요한 문항에서 높은 이해력과 올바른 개념을 표현하였지만, 이에 반해 그 원인과 현상을 추론하고 해석하는 문항에서는 상당한 어려움과 오개념을 나타내었다. ‘분석’ 항목에서는 자신이 그 동안 배워왔던 지식과 연계하여 이해하고 해석하는 능력이 부족하여 전세계 화산 분포지역의 형태가 일정한 패턴을 가지고 있음에도 예비 지구과학교사들은 그것이 존재하고 있다는 것을 파악하지 못하였고, 화산분출시 위험물질로 인한 피해 관련 분석을 제대로 하지 못하였다. 마지막으로 ‘적용’ 항목에서는 화산분출의 영향과 환경과의 상호작용을 정확히 이해하지 못하고 있으며, 화산분출의 직접적인 환경적 위험요소와 화산활동이 인간의 활동에 영향을 미치는 메커니즘을 파악하지 못하고 있음을 알 수 있었다. 이는 과거에 학습한 자료나 내용을 새로운 구체적 상황에 적용하는 능력이 매우 낮음을 알 수 있다.

본 연구의 결과는 예비 지구과학교사들이 화산과 환경과의 상호작용을 해석하는 데 흥미와 호기심을 갖고 있으나, 그와 관련된 경험이 없으므로 연관된 지식이 조직되어 있지 못하여 결과를 예측하는 데 한계가 있었을 것으로 판단할 수 있다. 그러므로 화산에 대한 단순한 개념 전달보다는 화산시스템에 대한 전반적인 이해를 목적으로 하는 교육 프로그램이 필요할 것으로 보인다.

참고문헌

- 김동렬, 2009, Driver의 개념변화 학습 모형을 적용한 수업이 고등학생들의 식물의 광합성과 호흡의 오개념 교정에 미치는 효과. 한국과학교육학회지, 29, 712-729.
- 위수민, 조현준, 김준석, 김윤지, 2007, 광물과 암석에 대한 고등학생들의 개념 이해의 특징. 한국지구과학회지, 28, 415-430.
- 정구송, 정진우, 2007, 지각과 지구 내부에 대한 고등학생들의 대안개념. 한국지구과학회지, 28, 266-276.
- 정재규, 성상현, 위수민, 정진우, 2003, 초등학교 과학 수업에서 화산 개념의 이해 증진을 위한 개념도 활동. 한국지구과학회지, 24, 614-624.
- 최성철, 안건상, 2008, 마그마와 판구조론에 대한 고등학생들의 오개념. 과학교육연구, 32, 121-145.
- 황정규, 1998, 학교 학습과 교육 평가. 교육과학사, 서울, 728 p.
- Barrow, L. and Haskins, S., 1996, Earthquake Knowledge and Experiences of Introductory Geology Students. Journal of College Science Teaching, 26, 143-146.
- Bloom, B.S., 1956, Taxonomy of educational objectives. Vol. 1. Cognitive Domain. McKay, NY, USA, 205 p.
- Chang, C. and Barufaldi, J.P., 1999, The use of problem-solving-based instructional model in initiating change in students' achievement and alternative frameworks. International Journal of Science Education, 21, 373-388.
- Ford, B. and Taylor, M., 2006, Investigating students' ideas about plate tectonics. Science Scope, 30, 38-43.
- Gibbs, A. and Lawson, A.E., 1992, The nature of scientific thinking as reflected by the work of biologists and by biology textbooks. The American Biology Teacher, 54, 137-151.
- Gilbert, J.K., Osborne, R.J., and Fensham, P.J., 1982, Children's science and its consequence for teaching. Science Education, 66, 623-633.
- Gobert, J.D., 2000, A typology of causal models for plate tectonics: Inferential power and barriers to understanding. International Journal of Science Education, 22, 937-977.
- Gobert, J.D. and Clement, J.J., 1999, Effect of student-generated diagrams versus student-generated summaries on conceptual understanding of causal and dynamic knowledge in plate tectonics. Journal of Research in Science Teaching, 36, 39-53.
- Laudan, R., 1987, From mineralogy to geology: The foundations of a science. The University of Chicago Press, Chicago, USA, 278 p.
- Libarkin, J.C. and Anderson, S.W., 2005, Assessment of learning in entry-level geoscience courses: Results from the geoscience concept inventory. Journal of Geoscience Education, 53, 394-401.
- Libarkin, J.C. and Anderson, S.W., 2006, The geoscience concept inventory version 1.0. <http://newton.bhsu.edu/eps/gci.html> (검색일: 2008. 4. 16).
- Marques, L. and Thompson, D., 1997, Misconceptions and conceptual changes concerning continental drift and plate tectonics among Portuguese students aged 16-17. Research in Science and Technological Education, 15, 195-222.
- Miller, R., 1989, Science education and science studies. In Miller, R. (ed.), Doing science: Images of science in science education. The Falmer Press, London, UK, 1-9.
- Holyoak, K.J. and Morrison, R.G., 2005, Thinking and reasoning: A reader's guide. In Holyoak, K.J. and Morrison, R.G. (eds.). The Cambridge handbook of thinking and reasoning. Cambridge University Press, NY, USA, 1-9.
- Muthukrishna, N., Camine, D., Gossen, B., and Miller, S., 1993, Children's alternative frameworks: Should they be directly addressed in science instruction? Journal of Research in Science Teaching, 30, 233-248.
- Osborne, R. and Freyberg, P., 1985, Learning in science. The implications of children science. Heinemann Publishers, Auckland, New Zealand, 203 p.
- 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.

Strike, K. and Posner, G., 1985, A conceptual change view of learning and understanding. In West, L.H.T. and Pines, A.L. (eds.), *Cognitive structure and conceptual change*. Academic Press, Orlando, USA, 211-231.

2011년 12월 7일 접수
2011년 12월 15일 수정원고 접수
2011년 12월 19일 채택

Appendix 1.

화산개념조사 (VCS)

	문항	답변
1	화산은 모두 비슷한 형태를 가지고 있습니까? 만약 그렇지 않다면, 화산에 따라 달라질 수 있는 특징을 설명해 보시오.	
2	용암(lava)과 마그마(magma)의 차이점은 무엇인가?	
3	일반적인 화산의 내부의 모습(단면도)을 그려보세요. 그리고 그 내부를 자세히 설명해 보시오.	
4	전 세계적으로 화산들은 일정한 규칙을 가지고 배열되어 있습니까? 만약 그렇게 생각한다면 그러한 배열이 만들어 지는 원인이 무엇인지 설명해 보시오.	
5	화산분출은 왜 일어나는가?	
6	화산분출 형태에 영향을 미치는 요인은 무엇이라고 생각하십니까?	
7	화산분출의 과정에서 물이 미치는 영향에 대해서 설명해 보시오.	
8	화산이 분출하는 것을 그려보고 가능한 많은 특징들을 정의해 보시오.	
9	화산분출은 용암과 재의 폭발로 인해 자연적 위험을 만들 수 있다. 분출된 물질로 인해 나타나는 위험들을 열거하여라. 그리고 이러한 물질들과 주변 환경의 상호작용에 의해 야기되는 위험들을 열거하여라.	
10	가능하다면, 화산이 아래에 언급되는 사람들과 그 지역에 사는 사람들에게 얼마나 영향을 주는 지 열거하여라. a. 화산에 본거지를 두고 거주하는 농부들 b. 화산에서부터 내려오는 시냇물을 따라 캠핑하는 관광객 c. 화산 지역 위를 통과하는 여객기 조종사 d. 화산의 측면에 있는 스키 타는 사람들	