

ORIGINAL ARTICLE

## 고등학생들의 지형 형성과 지질학적 시간 개념

이용규<sup>1</sup> · 한신<sup>2\*</sup> · 정진우<sup>2</sup> · 박태윤<sup>3</sup>  
(<sup>1</sup>통진고등학교 · <sup>2</sup>한국교육대학교 · <sup>3</sup>연세대학교)

### High School Students' Conceptions on Landscape Formation and Geological Time

Yongkyu Lee<sup>1</sup> · Shin Han<sup>2\*</sup> · Jinwoo Jeong<sup>2</sup> · Taeyoon Park<sup>3</sup>

(<sup>1</sup>Tongjin High School · <sup>2</sup>Korea National University of Education · <sup>3</sup>Yonsei University)

#### ABSTRACT

Earth science is the study to explore the planet in which we live. Among these earth science geology of the area it can be the most critical and important study. However, because of the size and scope is too broad temporal spatial eurona covered in geology is true that many students find difficult about the geology field. In this study, in conjunction with landscape formation of geologic time for the concept to be among the core areas of Geology examined the concept and recognize it as the destination for high school students. Is a test tool for the analysis was adapted for use by Jolley (2010) has developed LIFT (The Landscape Identification and Formation Test). Currently we fix the strip to match the country through a validity check of the curriculum. Results of the study were as follows: First, the ability to check the landscape and formation is expected to estimate the time and the liberal arts students was higher than the natural science students. The reason for this seems to be the influence of learning geographical subjects. Second, the concept of geological time was found to lack both natural science and liberal arts students. The reason is that the students in the previous process because it deals with the concept of geologic time from the top of Earth Science Education II seems to be because there was no chance of learning about geological time. Third, the results confirm the confidence of the students surveyed in the landscape formation time natural science students was higher than liberal arts students. The research measured gender boys higher than girls. Fourth, the students on the landscape and geological time was found to have a number of misconceptions. This appears to be due to the students to feel difficulty in thinking of the concept because the need to understand the abstract geologic time. Therefore, it is necessary just to hold misconceptions about the concept of geology students have through the study of the landscape and geological time.

Key words : geology, landscape formation, geological time, misconception

Received 30 November, 2015; Revised 27 December, 2015; Accepted 31 December, 2015

\*Corresponding author : Shin Han, Korea National University of Education, Darak-ri Gangnae-myeon Heungdeok-gu Cheongju-city Chungcheongbuk-do, 361-892, Korea

Phone: +82-10-7707-0214

E-mail: geoscience@naver.com

© The Korean Society of Earth Sciences Education . All rights reserved. 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.

## 1. 서론

과학 교육은 학생들이 가지고 있는 개념을 과학적인 개념으로 변화시키는데 목적이 있다. 때문에 학생들이 가지고 있는 개념이 어떤 특성을 가지고 있으며 어떻게 형성되는가에 대해서 사전에 아는 것이 매우 중요하다(Kim & Hong, 2014). 이러한 관점에서 학습이 이루어지기 전에 학습자가 이미 가지고 있는 선입관은 무엇인가 또는 학습이 이루어지고 난 후에 학습자들이 지니고 있는 오개념은 어떠한 것이 있는가를 알아보는 것은 학습자에게 가장 효과적인 수업경험을 제공하여 효율적인 학습 성과를 얻는데 매우 필요한 자료가 될 것이다(Jeong, 1991).

선개념(preconceptions)은 학생이 교육을 받기 전, 또는 취학 전에 가지고 있는 개념을 뜻하는 것으로 과학적 개념과 일치하는 것, 일치하지 않는 것 모두를 내포한다(Jeong, 1991). 즉, 수업을 받기 전 혹은 학습하기 이전에 일상생활의 경험을 통해 학습자에게 이미 형성된 개념을 선개념이라고 한다(Kim & Hong, 2014). 반면에 오개념(misconception)은 과학적 관점에서 볼 때 잘못된 개념(incorrect conception)을 뜻하는 것(Jeong, 1991)으로 Gilbert et al.(1982)는 과학 현상에 대하여 학생들이 가지고 있는 선개념이 당대의 과학자들에 의해서 만들어진 과학적 개념과 다를 때, 이를 오개념이라고 하였다. 즉, 선개념 중 비과학적인 개념을 오개념이라고 할 수 있다(Kim & Hong, 2014).

학생들은 과학학습에 직면하기 전에 어떤 주제이든 그와 관련된 개념을 이미 가지고 있으며, 그 개념은 이 후의 학습에 지대한 영향을 미치게 된다. 이러한 맥락에서 볼 때, 만족스러운 과학 수업의 결과를 이끌기 위한 전략 수립에 있어서 과학 수업과 관련된 과학 개념(concept)에 대해 학습의 주체인 학생들이 지니고 있는 다양한 개념들을 파악하는 것은 매우 중요하다(Jeong, 1991).

과학 교과 중 지구과학의 경우, 학생들은 교육 과정의 현실적 한계 등으로 전체 범위에서 한정된 부분에 대한 개념들을 단속적으로 학습하고, 일상 생활 속에서도 극히 단편적이고 매우 불규칙한 자연 현상을 경험하거나, 또는 직접적인 관찰 경험을 갖지 못함으로써 많은 오개념을 가질 수 있는 가능성이

크다(Jeong et al., 2007). 즉, 지구과학 영역은 탐구 대상의 상당 부분이 시간적·공간적으로 그 규모가 커서 학생들이 직접적으로 경험할 수 있는 부분이 매우 적기 때문에 오개념이 형성될 가능성이 매우 높다(Na et al., 2005).

학생들이 지구과학을 학습할 때는 지질 변화에서 나타나는 시간 범위를 다룰 수 있어야 하는데(Allen, 2008), 지질학적 과정의 시간 규모가 너무 길어서 학생들이 우리 주변 현상을 보고 지질학적 시간을 개념화하는 것에 매우 어려움을 느끼고 있다(Jacobi et al., 1996). 지질학적 시간은 지구의 탄생과 진화와 같은 지구의 역사를 밝히는데 있어서 매우 중요한 개념으로(Dodick and Orion, 2003), 지질학적 시간에 대한 연구를 통해 지구 표면의 변형 및 변화와 같은 지질학적 사항들을 밝혀냄으로써 지구의 변천 과정을 바로 이해할 수 있다(Won et al., 1995). 또한 지질학적 시간 감각은 지질학 역사의 내용 범위와 지질학에 포함된 과정을 이해하도록 도와주며(Jolley, 2010), Dodick & Orion(2003)은 지질학적 시간이야말로 지구 과학 교과의 중요한 기초가 됨을 강조하였다.

이러한 지질학적 시간 개념에 학생들이 친숙해 진다면, 우리 주변에서 흔히 볼 수 있는 거시적인 규모의 지질학적 현상 및 이들의 형성 과정을 이해하는데 도움을 줄 수 있다 (Allen, 2008). 또한 지질학적 시간 개념을 적용하는 과정에서 학생들이 지질학자들의 탐구 방법을 얼마나 잘 이해하는지 알아낼 수 있다면, 그들이 지구과학의 본질을 얼마나 잘 이해하는가를 파악하는 데에도 중요한 역할을 할 수 있기 때문이다(Kim, 2002).

이러한 관점에서 지구과학 분야에서 학생들의 개념과 지질학적 시간에 대한 선행 연구들을 살펴 보면 다음과 같다. Wee et al.(2007)은 학생들이 지구 과학 개념을 형성하는데 다른 과학 교과서에서 배운 개념이 영향을 준다고 언급하였다. 즉, 다른 과학 교과에서 배운 개념이 지구과학 개념을 형성하는데 긍정적이든 부정적이든 영향을 미친다는 것이다. Hong & Woo(2009)는 자연계 학생과 인문계 학생들의 과학적 소양을 비교한 연구에서 자연계 학생들이 인문계 학생들에 비해 과학 지식에 대한 이해의 정도가 더 높다고 언급하였다. 그 이유는 자연계 학생의 경우 계속하여 과학과 관련된 과목을 많이 접하지만 인문계 학생의 경우에는 과학 과목을 배울 기회가 적기 때문이며, 학년이 올라갈수록 이러한

차이는 더욱 커진다고 하였다. Lundeberg et al.(1994)은 어떠한 지질학적 문제 상황이 주어졌을 때, 학생들이 문제를 해결하면서 어느정도 자신감을 갖고 있는지에 대해 연구하였다. 그 연구에서 여학생들에 비해 남학생들이 자신의 능력을 우월하게 생각하는 경향이 있지만 실제로 성별에 따른 능력의 차이는 나타나지 않았다. Trend(2001)는 교실에서 지구과학적 현상에 대한 교사들의 실제 인식과 그들의 지질학적인 시간 개념을 알아보는 연구를 진행하였다. 연구 결과 신규 교사들은 지질학적 사건에 대한 시간 개념이 매우 부족하였으며, 지질학적 시간을 해석하는데 지질 표본의 중요성을 간과하고 있었다. Hermann and Lewis(2004)는 지구과학 교육과정에는 일반적으로 지질학적 시간에 대한 개념이 포함되어 있고 학생들은 수업을 통해 지질학적 시간 개념을 배우고 있음을 확인하였다. Jolley(2010)는 학생들이 지형을 보고, 그 지형이 어떻게 형성되었는지 판단하게 하였다. 연구 결과 학생들은 지형에 대한 명칭 및 지형 형성에 대해서는 많은 개념지식을 가지고 있음을 보여주었다.

그러나 지금까지 수행되었던 지질학적 개념과 관련된 연구들은 하나의 지질학적 현상을 보고 학생들의 개념이 올바른지 혹은 오개념은 무엇인지에 대해 알아보는데 국한되어 있었다. 어떤 지형을 살펴보고 그 지형의 이름을 맞춘다거나 그것의 형성 과정만을 알아보았기 때문에 지질학적 시간 개념에 대해 어떠한 개념과 인식을 갖고 있는지에 대한 연구는 이루어지지 않았다.

이에 본 연구는 고등학교 2학년 학생들을 대상으로, 학생들이 지질학적 시간을 얼마나 인식하고 있는지를 파악하고자 하였다. 그래서 지구과학 교과에서 가르치고 있는 지형들의 사진을 활용하여 그것들이 언제, 어떻게 형성 되었을지 학생들에게 설명해 보도록 하였다. 또한 자신의 설명에 대해 어느정도의

자신감을 갖고 있는지에 대해서도 알아봄으로써 지질학적 시간에 대한 개념이 어느정도 형성되어 있는지에 대해서도 살펴보았다.

## II. 연구 방법 및 절차

### 1. 연구 참여자

이 연구를 위해 경기도 김포시 내 인문계 고등학교 2학년들 중 자연계 2개 반과 인문계 2개 반 학생들을 대상으로 하였다. 자연계 학생들은 지구과학Ⅱ 과목을 수강하면서 지질관련 단원을 배운 학생들이며, 인문계 학생들은 지구과학 I을 수강하였던 학생들이다.

연구 참여 학생들 중 결석이나 조퇴 등 개인적인 사정에 의해 참여하지 못한 학생들과 무성의하게 질문지를 작성한 학생들을 제외한 108명의 학생을 대상으로 하였으며(Table 1), 이후 오개념을 찾아내기 위해 검사에 참여하였던 학생들 중 자연계 학생 10명과 인문계 학생 5명을 무작위로 표집하여 면담을 실시하였다. 면담의 내용은 면담이 진행되는 동안 기록지에 기록하였으며, 이를 바탕으로 하여 학생들이 지형과 지질학적 시간에 대한 오개념의 원인을 분석하였다.

### 2. 검사 도구

본 연구의 검사 도구는 Jolley(2010)가 개발한 LIFT(The Landscape Identification and Formation Test) 질문지를 번안 후 우리나라 실정에 맞게 수정 보완하여 사용하였다. LIFT질문지는 지형을 확인하기 위한 개방형 질문과 지형 형성 시간을 추정하는 선택형 질문 그리고 지질학적 시간 개념을 확인하기 위한 선택형 질문들로 구성되어 있다.

질문지의 타당도를 확인하기 위해 지구과학 교육을

Table 1. Participants

Gender	Natural Science Students	Liberal Arts Students	Total
Male	48	23	71
Female	21	16	37
Total	69	39	108

전공한 박사 1인, 지질학 전공 박사 1인 및 지구과학 교육 석사이면서 고등학교에서 직접 지구과학 과목을 가르치고 있는 현직 고등학교 교사 1인에게 타당도 검사를 의뢰하였다. 1차 타당도 검사에서 번역하면서 표현상의 문제, 사진으로 제시된 지형 이미지 문제 그리고 교육과정상에 제시된 용어의 문제점 등을 지적 받았다. 이것을 수정한 후에 2차 타당도 검사를 실시하여 최종적으로 질문지를 완성하였다. 이 질문지의 신뢰도는 0.92(Cronbach  $\alpha$  값)이며, 질문지에서 사용된 질문 내용은 Table 2와 같다.

질문지는 20개의 문항으로 구성되어 있으며, 각각의 문항에 지형 사진을 먼저 제시하고 그것의 지형 이름을 기록하게 하였다. 그 후 자신이 적은 지형 이름에 대해 어느정도 확신을 갖는지를 백분율로 표시하였다. 다음에는 그 지형이 형성되는데 얼마나 걸렸을지를 선택한 후, 시간 추정에 대한 자신의 자신감도 백분율로 표시하게 하였다. 이 연구에서 사용한 질문지의 일부 내용은 부록 1에 제시되어 있다.

### 3. 자료 수집 및 분석

108명의 학생들로부터 검사지를 회수한 후 개방형 질문으로 제시된 지형 확인에 대한 학생들의 답은 몇 가지 유사한 답들로 범주화 한 후 분석을 실시하였다. 자연계와 인문계 학생간의 지형 확인에 대한 평균 점수를 구하고 독립표본 t검정을 실시하였다. 또한 지형 형성 시간에 대해서도 점수를 구하고 역시 두 계열간 독립표본 t검정을 실시하였다. 검사 전후의 자신감 비교를 위해서는 질문지 전과 후에 실시한 자신감 검사 점수를 대응 표본 t검정을 실시하여 분석하였다. 이후 학생들이 지형 확인과 형성 시간에 답을 한 구체적인 이유를 파악하고 학생들의 인식 중 잘못된 오개념을 찾아내기 위해 검사에 참여하였던 학생들 중 자연계 학생 10명과 인문계 학생 5명을 무작위로 표집하여 면담을 실시하였다. 면담의 내용은 검사지에 제시된 지형에 대해 학생이 답한 내용이 무엇인지 그리고 그렇게 답을 한 이유가 무엇인지를 묻는 형식으로 진행되었으며 면담이 진행되는 동안 학생의 대답을 기록지에 기록하였다. 이를 바탕으로 학생들이 지형과 지질학적 시간에 대한 오개념의 원인을 분석하였다.

Table 2. The question content used in the questionnaire

No.	Content domain	No.	Content domain
I	Pre-examination: Students Confidence	11	Landslide
1	Alluvial fan	12	U-shape valley
2	Lava flow	13	Dinosaur extinction time
3	Impact crater	14	Time axis
4	Hoodoos	15	Geologic time scale
5	Fault	16	Stratigraphy
6	Mountains	17	Unconformity
7	Sand Dunes	18	Metamorphic Rock
8	Volcano	19	Geological events as a time zone boundary
9	River	20	Estimate the age of the Strata
10	Mud cracks	II	Post-examination: Students Confidence

### III. 연구 결과 및 논의

#### 1. 지형 형성에 대한 학생들의 개념

##### 가. 지형 및 지형 형성 시간에 대한 평균 점수

자연계와 인문계 학생들의 지형 확인에 대한 평균 점수를 구하고 t검정을 실시한 결과는 Table 3과 같다. 고등학교 2학년 학생들의 지형 확인에 대한 평균 점수는 예상과는 다르게 자연계 학생들 보다 인문계 학생들이 더 높게 나타났고, 그 차이는 통계적으로 유의미하였다( $p < .05$ ). 하지만 이러한 계열에 따른 차이가 여학생들 사이에서는 유의미한 통계적 차이를 보이고 있지만( $p < .01$ ), 남학생들 사이에서는 자연계와 인문계 사이에 유의미한 차이를 보이지는 않았다. 그 결과에 대해 자연계 학생 10명과 인문계 학생 5명을 대상으로 면담을 진행한 결과 자연계 학생들은 지구과학에 대해 학습하고 있으나 곡류하천과 같은 일부 지형에 대해서는 초·중학교 이후에는 따로 학습한 적이 없어 지형이름을 인지하지 못했다고 대답하였다. 반면 인문계 학생들은 지리 교과 학습을 통해 고등학교에서도 지형의 이름에 대해 배웠기 때문에 조금 더 잘 알 수 있었다고 대답하였다. Wee et al.(2007)은 학생들이 과학 개념을 형성하는 데 있어 타 교과에서 배운 개념이 영향을 미친다고 하였는데, 그의 연구에서와 같이 지형을 확인하는 데 있어서도 지리 과목의 학습이 영향을 미쳤을 것으로 추정해 볼 수 있었다. 또한 지리 학습에 대한 영향은 남학생 보다는 여학생들 사이에서 더 큰 차이를 보이는 것을 알 수 있었다.

Hong & Woo(2009)는 과학의 지식이 계열별로 유의미한 차이를 보이며, 인문계열 학생들의 경우에는 학년이 올라가면서 과학 과목 수강의 기회가 적어

지기 때문에 자연계 학생들에 비해 과학 지식에 대한 이해의 정도가 더 낮아진다고 하였다. 하지만 본 연구의 결과에 의하면 지형에 대한 지식 영역에 있어서만은 지리와 같은 타 교과의 영향으로 계열이 나누어진 초기에는 오히려 인문계학생들이 더 높은 개념적 이해를 보이는 것으로 나타났다.

지형 형성 시간에 대한 평균 점수와 t검정 결과는 Table 4와 같다. 지형 형성 시간도 인문계 학생들의 평균 점수가 더 높게 나타났고, 이 결과 역시 통계적으로 유의미하다( $p < .05$ ). 학생들과의 면담 결과 대부분의 학생들이 지형 형성 시간에 답하는 것에 어려움을 겪었고 특히 자연계 학생들의 경우에는 지형의 이름을 확인하는 것 자체가 어려웠기 때문에 그 지형에 대해 잘 알고 있지 못해 형성 시간을 추정하기가 곤란했다고 응답했다. 즉, 자연계 학생들 보다 인문계 학생들이 지리 과목의 학습으로 인해 지형 자체에 대해 더 친근하기 때문에 지형 형성의 시간을 추정 하는 데에도 영향을 미쳤을 것으로 보인다. 또한 지형 형성 시간 점수에 대한 남녀 간의 차이를 살펴보면 자연계와 인문계 모두 남학생들이 여학생들에 비해 더 높은 점수를 보이는 것을 알 수 있다. Kim & Hong(2014)는 남학생이 여학생보다 지구과학 영역에 높은 흥미 수준을 나타내기 때문에 여학생에 비해 남학생이 지구과학적인 개념의 이해 정도 또한 높다고 하였다.

##### 나. 지형 확인 점수와 지형 형성 시간 점수의 관계

지형 확인 점수와 지형 형성 시간 점수 사이의 상관관계는 Table 5와 같다. 전체 학생들의 두 점수 간의 관계는 통계적으로 유의미한 정적 상관( $p < .01$ )을 보이고 있다. 특히, 자연계 학생들의 경우에는 인문계 학생들 보다 지형 확인 점수와 지형 형성 시간 점수

Table 3. t-test of Landscape Identification

Gender	M(SD) <sup>†</sup>		t	p
	Natural Science Students	Liberal Arts Students		
Male	6.10(1.67)	6.35(1.58)	-.59	.56
Female	4.60(1.98)	6.56(1.31)	-3.40	.002**
Total	5.66(1.88)	6.40(1.47)	-2.21	.029*

<sup>†</sup> \* $p < .05$ , \*\* $p < .01$

사이에 더 높은 상관관계를 보임을 알 수 있다.

결과적으로 자연계 학생들과 인문계 학생들 모두에서 지형 확인 점수가 높아질수록 지형 형성 시간 점수 역시 대체적으로 상승하는 것으로 나타났고, 이러한 결과는 지형에 대해 잘 알고 있는 학생들이 지형이 형성된 시간 추정도 잘 할 수 있다는 Jolley(2010)의 연구 결과와 일치한다. 즉, 지형을 보았을 때 그 지형이 어떤 지형인지를 잘 식별할 수 있는 학생이 대체적으로 그 지형이 형성되는 데 걸리는 시간 추정도 더 잘 할 수 있다는 것이다.

## 2. 지질학적 시간에 대한 학생들의 개념

지질학적 시간에 대한 평균 점수와 t검정 결과는

Table 6과 같다. 지질학적 시간에 대한 평균 점수에서 인문계 학생들이 자연계 학생들에 비해 조금 더 높은 점수를 나타내었지만 이 결과는 통계학적으로 유의미한 차이를 보이지는 않았다. 이는 교육과정 분석의 결과 지질학적 시간에 대한 자세한 개념들은 지구과학 I에서 다루어지고 있지 않고 지구과학 II의 ‘지구의 변동과 역사’ 단원에서 다루어지는 영역이기 때문에 자연계 학생과 인문계 학생 모두 부정합이라든지 층서 혹은 지질 시대와 같은 지질학적 시간 개념에 대해서는 아직 학습이 되어있지 않아 잘 알지 못하는 것으로 나타났다. 또한 이러한 결과는 두 계열의 남학생들 및 남여학생들 간의 비교에서도 동일하게 유의미한 차이를 볼 수는 없었다.

Table 4. t-test of Landscape Formation time

Gender	M(SD) <sup>†</sup>		t	p
	Natural Science Students	Liberal Arts Students		
Male	2.67(1.36)	3.22(1.44)	-1.57	.122
Female	2.10(1.65)	2.81(0.83)	-1.68	.103
Total	2.50(1.46)	3.05(1.23)	-1.98	.049*

<sup>†</sup> \*p< .05, \*\*p< .01

Table 5. The correlation between Landscape Identification and Formation

Natural Science Students		Liberal Arts Students		Total	
The correlation coefficient	p	The correlation coefficient	p	The correlation coefficient	p
.60	.000*	.45	.000*	.58	.000*

\*p< .01

Table 6. t-test of Geological time

Gender	M(SD) <sup>†</sup>		t	p
	Natural Science Students	Liberal Arts Students		
Male	2.02(1.19)	2.35(1.53)	-.99	.328
Female	1.80(1.11)	2.31(1.14)	-1.36	.181
Total	1.96(1.16)	2.30(1.36)	-1.51	.133

<sup>†</sup> \*p< .05, \*\*p< .01

Table 7. Compare confident about the Landscape formation time

Confidence	M(SD) <sup>†</sup>		t	p
	Pre-examination (question I)	Post-examination (question II)		
Nature Science Students	2.40(1.07)	2.07(1.15)	2.46	.017*
Liberal Arts Students	1.89(0.85)	1.64(0.87)	1.78	.083
Total	2.22(1.02)	1.92(1.08)	3.02	.003**

<sup>†</sup> \*p< .05, \*\*p< .01

Table 8. Compare confident about the landscape formation time according to gender

Confidence Gender	M(SD) <sup>†</sup>		t	p
	Pre-examination (question I)	Post-examination (question II)		
Male	2.35(0.94)	2.15(1.13)	1.54	.129
Female	2.09(1.15)	1.66(0.97)	2.77	.009**
Total	2.22(1.02)	1.92(1.08)	3.02	.003**

<sup>†</sup> \*p< .05, \*\*p< .01

### 3. 지질학적 시간에 대한 학생들의 자신감

#### 가. 지질학적 시간에 대한 자신감

학생들의 지질학적 시간에 대한 자신감을 알아보기 위한 질문은 검사의 도입부와 끝부분에 즉, 본 질문으로 들어가기 전과 후에 같은 형태로 2회에 걸쳐 제시하였다. 이는 학생들이 검사를 진행하는 동안 지질학적 시간에 대한 확신에 변화가 있는지 자신감의 견고성을 살펴보기 위한 것이다. 또한 질문에 대한 답은 ‘잘 알지 못 한다’에서부터 ‘잘 알 수 있다’까지를 1에서부터 5로 나누어 그 중 선택하도록 하였다. 이를 바탕으로 학생들의 지질학적 시간에 대한 자신감 평균의 t검정을 실시하였고 그 결과는 Table 7과 같다.

대부분의 학생들이 지질학적 시간에 대해 3이하의 낮은 자신감을 나타내었다. 이를 계열별로 나누어 살펴보면, 자연계 학생의 경우에는 검사 전에 비해 검사 후에 자신감 낮아진 것으로 나타났고, 이 차이는 통계학적으로 유의미한 차이를 보였다(p<.05).

하지만 인문계 학생의 경우에는 검사 전과 후의 자신감이 유의미한 차이를 보이지 않았다. 학생들과의 면담 결과 자연계 학생들의 경우에는 검사를 시작하기 전에 비해 검사를 실시하고 난 이후에 지형 확인과 형성 시간 추정에 많은 어려움을 겪었다고 대답했다. 이러한 곤란으로 인해 지질학적 시간에 대한 자신감이 낮아진 것으로 보인다. 반면에 인문계 학생들은 검사 전에도 매우 낮은 자신감을 가지고 있었기 때문에 검사 후에도 큰 하락을 보이지는 않은 것으로 보인다.

자연계 학생과 인문계 학생을 비교해 보면 검사 후에 모두 자연계 학생들의 지질학적 시간에 대한 자신감이 더 큰 것으로 들어났다. 이는 자연계 학생들의 경우 지구과학 I 과목을 학습하고 있고 지구과학에 대해 인문계 학생들 보다 자연계 학생들이 더 친근하고 익숙하게 생각하고 있기 때문인 것으로 보인다. 하지만 학생들과의 면담 결과 자연계 학생과 인문계 학생 모두 지형 형성 시간을 추정하는 것이 매

우 어렵고 이에 대해 깊이 생각해 본 적이 없다고 응답하였다. 또한 면담에 참여한 학생들 15명 중 12명의 학생들이 자신이 지형 형성 시간을 확인하는 것에 대해 큰 확신을 가지지 못한다고 답하였다.

Hermann & Lewis(2004)은 지질학적 시간에 대한 개념이 지구 과학 교육 과정상에 포함이 되어있지 않고 학생들이 대부분 수업의 과정을 통해 배우게 되기 때문에 일반적으로 많은 학생들이 지질학적인 시간 개념에 대해 잘 알지 못하고 어려움을 느낀다고 하였는데, 본 연구에서도 많은 학생들이 지질학적 시간에 대한 자신감과 확신의 정도가 매우 낮은 것으로 나타났다.

남녀 성별에 따른 지질학적 시간에 대한 자신감을 살펴보면 Table 8과 같다. 지질학적 시간에 대한 자신감은 여학생들에 비해 남학생들이 더 높은 것으로 나타났다. 또한 검사의 전후에 있어서도 남학생들에게서는 통계적으로 유의미한 차이를 볼 수는 없었지만 여학생들의 경우에는 검사 후에 자신감 평균이 2.09에서 1.66으로 낮아졌고 이는 통계적으로 유의미한 차이를 보인다( $p < .01$ ). 즉, 지형과 지형 형성 시간을 확인하는 검사가 여학생들의 자신감에 영향을 미친 것으로 볼 수 있다. 즉 남학생들에 비해 여학생들이 지형 형성 시간에 대한 자신감의 견고성이 약하다는 것을 보여준다.

Lundeberg et al.(1994)은 지질학적인 상황에서 여학생들에 비해 남학생들이 자신의 능력에 대해 자신감을 갖는 경향이 있다고 하였는데, 본 연구에서도 여학생들에 비해 남학생들의 자신감이 더 높게 나타났으며, 검사 후에도 남학생들은 자신감에 큰 변화를 보이지 않았지만 여학생들의 자신감은 많이 낮아진 것으로 나타났다.

#### 4. 지형 및 지질학적 시간에 대한 학생들의 오개념

##### 가. 지형 확인과 형성 시간에 대한 학생들의 정답률

지형 확인과 형성 시간에 대해 학생들의 문항별 정답률은 Table 9과 같다.

자연계 학생들의 경우 3, 6, 8, 11번 문항에서 70%이상의 정답률을 보였으며, 1, 4, 7, 10, 12번 문항에서는 30% 미만의 정답률을 보이고 있다. 즉, 자연계 학생들은 운석구, 산, 화산, 산사태는 잘 식별할 수 있고, 용암, 단층, 강, U자곡은 중간 정도로 식별할 수 있었으며, 선상지, 후두스, 사구, 건열을 식별하는 능력이 미흡하였다.

인문계 학생들의 경우에는 5, 6, 8, 11번 문항에서 70% 이상의 정답률을 보이고 있으나, 4, 7, 10, 12번 문항에서는 30% 미만의 정답률을 보이는 것으로 나타났다. 즉 인문계 학생들은 단층, 산, 화산, 산사

Table 9. Percentage of correct answers per question(%)

No.	Landscape	Natural Science Students		Liberal Arts Students		Total	
		Landscape type	Landscape Formation time	Landscape type	Landscape Formation time	Landscape type	Landscape Formation time
1	Alluvial Fan	20.29	7.25	35.90	10.26	25.93	8.33
2	Lava Flow	56.52	21.74	66.67	12.82	60.19	18.52
3	Impact Crater	79.71	44.93	53.83	41.03	70.37	43.52
4	Hoodoos	17.39	4.35	7.68	2.56	13.89	3.70
5	Fault	68.12	46.38	92.31	69.23	76.85	54.63
6	Mountains	82.61	21.74	79.48	17.95	81.48	20.37
7	Sand Dunes	0	0	25.64	7.69	9.26	2.78
8	Vocano	86.96	14.49	94.87	28.21	89.81	19.44
9	River	49.28	17.39	69.23	20.51	56.48	18.52
10	Mud Cracks	1.45	7.25	23.08	5.13	9.26	6.48
11	Land Slide	82.61	56.52	97.44	79.49	87.96	64.81
12	U-shape Valley	26.09	2.90	0	0	16.67	1.85



태는 잘 식별할 수 있었고, 선상지, 용암, 운석구, 강은 중간 정도 식별을 하였으며, 후두스, 사구, 건열, U자곡은 잘 식별하지 못하였다.

자연계 학생과 인문계 학생은 모두 산, 화산, 산사태는 잘 식별하였고, 후두스, 사구, 건열의 경우는 두 계열의 학생들이 모두 잘 식별하지 못한 것으로 나타났다. 자연계 학생들과 인문계 학생들의 지형에 대한 식별 정도 비교는 Table 10과 같다.

지형 형성 시간에 대한 학생들의 정답률은 지형 확인에 대한 정답률보다 낮게 측정되었다. 즉 학생들은 지형 형성 시간 보다는 지형 확인을 더 잘한다는 결론을 얻을 수 있다. 또한, 지형 형성 시간에 대해서 자연계와 인문계 모두 다른 문항에 비해 3, 5, 11번 문항에서 조금 더 높은 정답률을 보이고 있는데, 이 문항의 지형들은 운석구, 단층, 산사태로 모두 매우 짧은 시간에 일어난 격변적인 변화들이라는 것이다. 즉, 학생들은 짧은 시간 동안 일어난 변화에 의한 지형들의 형성 시간을 다른 지형들이 형성시간 보다 더 잘 추정할 수 있다는 것을 알 수 있다.

#### 나. 지형 및 지질학적 시간에 대한 오개념

지형 확인에 있어 학생들이 가장 어려움을 나타낸 지형은 사구와 건열로 둘의 정답률은 모두 9.26%로 가장 낮게 나타났다. 자연계와 인문계를 통틀어 대부분의 학생들이 사막 지형에 대해서는 잘 알고 있었지만 사구라는 개념에 대해서는 잘 알지 못하는 것으로 나타났다. 사막과 사구에 대한 개념은 교육과정 상 지구과학 1에 ‘위기의 지구’ 단원에서 다루어지고 있고, 이 단원은 2학기 부분에 해당함으로 검사 시점에 아직 학생들이 이 단원까지 학습을 하지 않았기 때문에 사구와 사막을 명확히 구별하지는 못하는 것으로 나타났다. 또한 건열과 같은 퇴적 지형은 초등학교의 ‘지층과 화석’

단원과 중학교의 ‘지구계와 지권의 변화’ 단원에서 다루어지고 있는 내용이다. 하지만 대부분의 학생들이 이 지형을 가뭄 지형 이라고 대답할 정도로 건열에 대해서는 잘 알지 못하는 것으로 나타났다.

학생들이 20%대의 정답률을 보인 지형으로는 후두스와 U자곡이 있다. 후두스는 버섯바위와 유사한 침식지형으로 초등학교의 ‘지표의 변화’ 단원과 중학교의 ‘지구계와 지권의 변화’에서 이러한 침식지형에 대해 다루어지고 있다. 하지만 후두스라는 특이 지형에 대해서 직접적으로 다루고 있지 않으므로 많은 학생들이 이 지형에 대해 잘 알지 못하는 것으로 나타났다. 반면에 U자곡의 경우에는 초등학교의 ‘지표의 변화’ 단원과 지구 과학 1의 ‘소중한 지구’ 단원의 ‘지구계의 상호 작용’ 영역에서 V자곡 등과 함께 다루어지고 있는 내용이지만, 많은 학생들이 U자곡을 V자곡이라고 대답할 정도로 이 둘을 혼동하는 것으로 나타났다.

다음으로 학생들이 많은 오개념을 가지고 있는 지형은 선상지로 25.93%의 학생들만이 바른 개념을 가진 것으로 나타났다. 이 지형은 지구과학 1의 ‘소중한 지구’ 단원에서 다루어지고 있는 개념으로 대부분의 학생들이 선상지를 삼각주로 잘못 알고 답을 하였다.

산과 강 지형은 우리 주변에서 많이 접할 수 있는 지형으로 초등학교 <3~4학년군>의 ‘지표의 변화’ 단원과 지구과학 1의 ‘소중한 지구’ 단원 등에서 다루어지고 있다. 하지만 산 지형에 대해서는 81%의 학생들이 정확히 답을 한 것에 반해 강 지형에 대해서는 56.48% 만이 정확히 답을 하였다. 물론 반 이상의 학생들이 강에 대해 잘 알고 있었지만 일부 학생들은 강을 ‘아마존’ 혹은 ‘바다’ 등으로 답한 것으로 보아 학생들은 지형 이름과 지역 이름을 명확히 구분하지 못하는 것을 알 수 있었다.

학생들 중 70.37%가 답을 한 운석구는 초등학교

Table 10. Accuracy rates compared

	More than 70% correct	30-70% correct	Less than 30% correct
Nature Science Students	Impact Crater, Mountains, Volcano, Land Slide	Lava Flow, Fault, River, U-shape Valley	Alluvial Fan, Hoodoos, Sand Dunes, Mud Cracks
Liberal Arts Students	Fault, Mountains, Volcano, Land Slide	Alluvial Fan, Lava Flow, Impact Crater, River	Hoodoos, Sand Dunes, Mud Cracks, U-shape Valley

교 <3~4학년군>의 ‘지구와 달’ 단원과 중학교의 ‘지구계와 지권의 변화’ 단원 등에서 다루어지고 있는 개념으로 이에 대해 학생들이 가장 많이 가지고 있는 오개념은 운석구를 싱크홀 혹은 화산 분화구로 알고 있는 것인데 이는 형태의 유사성과 번역상의 문제 때문인 것으로 보인다.

용암, 화산, 단층(지진), 산사태와 같은 지형은 초등학교 <3~4>학년의 ‘화산과 지진’ 단원과 중학교의 ‘지구계와 지권의 변화’ 단원, 그리고 고등학교 지구과학 I의 ‘생동하는 지구’ 단원 등에서 다루어지고 있는 지형으로 대부분의 많은 학생들이 이 지형들에 대해 잘 알고 있는 것으로 나타났다. 하지만 학생들 중 일부는 지진을 싱크홀이라고 잘못 알고 있는 경우들이 있었다. 이는 앞서서도 언급한 것과 같이 미디어 매체를 통해 싱크홀에 대해 잘못된 정보를 접하였고 이 때문에 지진과 싱크홀을 혼동하는 것으로 보인다.

마지막으로 지형 형성 시간에 대한 학생들의 개념을 살펴보면 Fig. 1에서와 같이 3번 운석구, 5번 단층, 11번 산사태와 같이 매우 짧은 시간에 일어난 변화들에 대해서는 학생들이 어느정도 추정하는 것이 가능한 것으로 나타났지만 나머지 대부분의 지형에 대해서는 시간 추정을 하는 것에 매우 어려움을 느끼는 것으로 나타났다. 또한 학생들 대부분은 지질학적인 시간의 크기에 대해 잘 가늠하지 못하고 있었으며 많은 학생들이 실제 지형이 형성된 시간보다 매우 짧은 시간에 답을 한 것으로 보아 학생들은 지질학적 시간의 크기를 실제 시간 보다 매우 작게 생각하는 것으로 나타났다. Jolley(2010)의

연구 결과에 따르면 학생들은 지질학적인 과정에서 극도의 타임스케일에 더 편안함을 느낀다고 하였다. 즉, 형성 시간이 극단적으로 짧은 지형을 학생들이 더 잘 식별할 수 있다는 것을 의미하며 이러한 결과는 본 연구에서도 동일하게 나타났다.

학생들은 지질학적 시간에 대한 개념에 대해 대부분 잘 알고 있지 못한 것으로 나타났다. 학생들의 정답률을 살펴보면 가장 낮은 정답률을 보인 것은 공룡의 멸종 시기를 시간축 상에 나타내는 문항으로 약 2%의 정답률을 보이고 있다. 하지만 시간축에 대한 이해를 물어보는 문항에 대해서는 44.4%의 정답률을 보인 것으로 보아 시간축에 대한 이해보다는 공룡 멸종 시기에 대한 이해가 더 부족한 것으로 보인다. 또한 층서, 부정합, 지층의 나이 추정을 묻는 문항에는 모두 20%정도의 정답률을 보인 것으로 보아 학생들이 층서에 대한 개념이 많이 부족한 것으로 보인다. 마지막으로 50% 대의 정답률을 보인 개념은 변성암을 묻는 문항으로 교육과정 상에서 초등학교 <3~4학년군> ‘지층과 화석’ 단원과 지구과학 I의 ‘소중한 지구’ 단원 등에서 다루어지고 있는 개념이다. Kim & Hong(2014)는 학생들이 지층의 생성과 같은 지질학적 시간의 개념을 이해하는 데에는 상당히 추상적인 사고가 필요하기 때문에 많은 어려움을 느낀다고 하였는데, 본 연구에서도 학생들이 층서라든지 시간축과 같은 지질학적인 시간 개념 잘 이해하지 못하고 있는 것으로 나타났다. 또한 Kim & Kim(2006)도 많은 교사와 학생들이 지질학적 시간 개념에 대해 정확히 알지 못하고 잘못된 이해를 가지고 있다고 하였는데 교

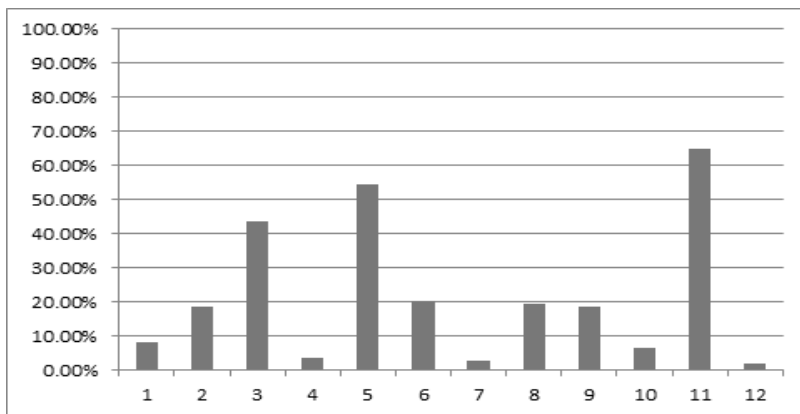


Fig 1. Percentage of correct answers for students of landscape formation time

사들에 대한 연구는 추후에 진행을 해보아야 하겠지만 학생들의 경우에는 그들의 주장처럼 지질학적 시간에 대해 어려워하고 많은 오개념을 가지고 있는 것으로 나타났다.

#### IV. 결론 및 제언

지구과학을 공부함에 있어 지형을 확인하고 지형의 형성 시간을 추정할 수 있는 능력은 매우 중요하다. 특히 지질학과 같이 시간의 개념이 중요한 학문에 있어서 학생들의 지질학적 시간 개념을 확인하여 파악하는 것은 반드시 필요한 작업이다.

이에 본 연구는 고등학생들을 대상으로 하여 지형 및 형성에 대한 학생들의 개념을 알아보고, 지질학적 시간에 대한 학생들의 개념과 이에 대한 자신감 정도 그리고 지형 및 지질학적 시간에 대한 오개념을 알아보기 위하여 수행되었다. 이를 위해 경기도의 한 고등학교 2학년 학생들 중 자연계 학생 69명과 인문계 학생 39명을 대상으로 하여 검사를 실시하였고, 검사의 결과는 다음과 같다.

첫째, 지형 확인과 형성 시간에 대한 평균 점수는 자연계 학생들 보다 인문계 학생들이 더 높게 측정되었다. 즉, 인문계 학생들이 자연계 학생들 보다 지형을 더 잘 식별할 수 있다는 것이다. 이는 지리 학습의 영향으로 많은 인문계 학생들이 지리 교과 수업을 통해 지형들에 대해 공부하였고, 그 결과 전반적으로 자연계 학생들 보다 지형을 더 잘 식별할 수 있는 것으로 나타났다. 또한, 지형 확인 점수와 지형 형성 시간 점수 사이에는 어느 정도 상관관계가 나타났다. 이는 반드시 비례하는 것은 아니지만 지형을 잘 식별할 수 있는 학생들이 대체적으로 지형 형성 시간도 잘 추정할 수 있다는 것이다.

둘째, 지질학적 시간에 대한 학생들의 개념은 자연계 학생과 인문계 학생이 유의미한 차이를 보이지는 않았다. 또한 두 계열의 학생 모두가 지질학적 시간 개념에 대해 잘 알지 못하는 것으로 나타났다. 이는 교육과정상 지질학적 시간에 대한 개념들이 주로 지구과학 II에서 다루어지고 있고 이전의 교육과정에서 많이 다루어지고 있지 않기 때문으로 보인다.

셋째, 지형 확인과 형성 시간에 대한 자신감은 검사 실시 전에 비해 검사 실시 후에 더 낮아진 것

으로 나타났다. 이는 학생들이 검사를 실시하는 동안 지형 식별과 시간 추정에 어려움을 겪었고 이로 인해 자신감이 하락한 것으로 보인다. 또한 이에 대한 자신감 평균은 자연계 학생이 인문계 학생 보다 더 높게 측정되었는데 이는 자연계 학생들이 지구과학 I을 배우고 있기 때문에 지형, 지질 등에 더 친근함을 느꼈기 때문인 것으로 추정된다. 또한 남학생과 여학생의 비교에서는 남학생들이 대체적으로 더 높은 자신감을 나타냈다. 이는 남학생들이 여학생들에 비해 지질학적 상황에 더 흥미를 느끼기 때문으로 보인다.

넷째, 지형과 지질학적 시간에 대해 학생들은 많은 오개념을 가지고 있는 것으로 나타났고 이는 지질학적 시간 개념을 이해하는데 추상적인 개념들이 필요하기 때문에 학생들이 이에 대해 이해하는 것을 어렵게 느끼기 때문인 것으로 나타났다. 또한 학생들은 지형을 확인하는데 있어서도 지형의 이름과 지역 이름을 혼동하였으며 잘못된 정보들로 인해 많은 오개념을 가지고 있는 것으로 나타났다. 지형 형성 시간에 대해서는 짧은 시간에 일어난 극단적인 변화로 형성된 지형에 대해서는 어느정도 시간 추정을 할 수 있었으나 대부분의 지형에서 시간 추정에 어려움을 겪었고 실제 지질학적 현상이 일어난 시간을 축소하는 경향이 있었다. 계열별로 학생들의 지형에 대한 이해 정도를 살펴보면 자연계 학생은 ‘운석구’, ‘산’, ‘화산’, ‘산사태’를 잘 식별하였고 ‘선상지’, ‘후두스’, ‘사구’, ‘건열’은 잘 식별하지 못하였다. 인문계 학생은 ‘단층’, ‘산’, ‘화산’, ‘산사태’는 잘 식별하였지만 ‘후두스’, ‘사구’, ‘건열’, ‘U자곡’은 잘 식별하지 못하였다. 또한 자연계와 인문계 학생들 모두는 지형을 확인 하는 것에 비해 지형 형성 시간을 추정하는 것에 더 어려움을 보였다.

지질학적인 시간 개념은 지구과학을 비롯하여 여러 과학 분야에서 기초가 되는 중요한 개념이다. 또한 지구의 역사를 다루는 지질학 분야의 연구와 학습을 위해 반드시 필요한 개념이다. 하지만 외국에 비해 우리나라에서는 지질학적 시간에 대한 개념 연구가 부족한 것이 사실이다. 따라서 학생들의 지질학적 시간에 대한 개념을 측정하여 학생들이 지구과학을 체계적으로 학습할 수 있도록 도움을 주고자 다음과 같은 점을 제언한다.

첫째, 학생들에게 지형에 대한 올바른 정보를

제공할 필요가 있다. 많은 학생들이 지형에 대한 정보를 대중매체를 통해 접하고 있었고 체계적인 학습을 통해 습득하지 않은 지식들 중에는 잘못된 오개념들이 포함되어 있는 것을 확인 할 수 있었다. 따라서 학생들에게 교과를 통한 올바른 지형에 대한 정보를 제공할 필요가 있다.

둘째, 학생들에게 지형에 대한 잘못된 개념을 바로잡아줄 필요가 있다. 연구의 결과 많은 학생들이 지형에 대한 기본 개념이 부족한 것으로 나타났다. 따라서 학생들이 지형에 대해 조금 더 체계적으로 이해할 수 있도록 잘못된 오개념을 바로 잡아줄 수 필요가 있다.

셋째, 지질학적 시간 개념에 대한 연구들과 이를 바탕으로 한 교육이 이루어져야 할 것이다. 사실 지질학적인 시간의 개념은 지질 현상들과 생성 과정을 이해하는데 매우 중요한 개념이다. 하지만 현재까지 국내에서는 이러한 연구들이 많이 이루어지고 있지 않은 것이 사실이다. 또한 교육 현장에서 크게 중요하게 다루어지지 않고 있다. 따라서 이에 대한 연구가 더 활성화 되고 이를 토대로 교육현장에 적용하는 것이 필요하다.

본 연구를 통해 고등학교 2학년 자연계와 인문계 학생들의 지형 확인과 형성 시간에 대한 능력을 확인하였다. 그 결과 학생들의 지형 확인 능력과 특히 형성 시간 추정 능력이 많이 부족한 것으로 나타났다. 따라서 학생들에게 지형 형성 능력을 키워 줄 수 있는 대책의 수립과 이를 위한 후속 연구가 필요하다고 생각된다. 또한 본 연구는 특정 지역의 특정 학년만을 대상으로 진행되었기 때문에 대상 지역과 대상 학년을 확대하여 좀 더 포괄적인 연구를 진행할 필요가 있다.

## References

- Allen, P. A.(2008). From landscapes into geological history. *Nature*, 45, 274-276.
- Cho, S. J., Kwon, S. T., Kim, D. J. Kim, H. S., Do, S. J., Yoon, S. T., Lee, M. H., Lee, Y. J., Lee, J. H., Cho, H. Y., & Choi, S. K. (2009). *Understanding Earth*. Sigma Press.
- Dodick, J. and Orion, N.(2003). Measuring student understanding of geological time. *Science Education*, 87, 708-731.
- Hermann, R. and Lewis, B.(2004). A Formative Assessment of Geologic time for high school earth science student. *Journal of Geoscience Education*, 52(3), 231-235.
- Hong, S. H., & Woo, A. J. (2009). An Assessment of the Scientific Literacy and pseudoScience Belief of High School and University Students. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 9(3), 331-346.
- Jacobi, D., Bergeron, A. and Malvesy, T.(1996). The popularization of plate tectonics: Presenting the concepts of dynamics and time. *Public Understanding of Science*, 5(2), 75-100.
- Jeong, J. W. (1991). An Analysis of Middle School Students' Misconception on Earth Science Concepts. *Journal of Korean Earth Science Society*, 12(4), 304-322.
- Jeong, K. J., Jeong, K. S., Moon, B. C., & Jeong, J. W. (2007). Misconceptions of the Freshmen at High School about Plate Tectonics, *Journal of Korean Earth Science Society*, 28(7), 762-774.
- Jolley, A. R. (2010). Identifying landscapes and their formation timescales: comparing knowledge and confidence of beginner and advanced geoscience undergraduate students. Unpublished BS thesis, The University of British Columbia, p.56
- Jolley, A., Jones, F. and Harris, S. (2013). Measuring Student Knowledge of Landscapes and Their Formation Timespans. *Journal of Geoscience Education*, 61(2), 240-251.
- Jung, J. K., & Park, J. H. (2009). Development of Experimental Apparatus for Learning Geological Strata of Elementary Students. *Research Institute of Curriculum and Instruction*, 13(3), 585-609.
- Kim, C. J. (2002). Inferences Frequently Used in Earth Science. *Journal of the Korean Earth Science Society*, 23(2), 188-193.
- Kim, D. H. & Hong, S. H. (2014). The Study on the Concept of Elementary School Students Regarding the Stratum. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 33(4), 607-610.
- Lundeberg, M. A, Fox, P. W. and Puncocar,

- J.(1994). Highly confident but wrong: Gender differences and similarities in confidence judgments. *Journal of Educational Psychology*, 86, 114-121.
- Ministry of Education and Science Technology (2011). *Science Curriculum*. . 119-140.
- Na, J. H., Jung, M. Y. & Kyung, J. B. (2005). Elementary Students' Conceptual Changes on the Geological Stratum by Cognitive Conflict Strategy. *Journal of Korean Earth Science Society*, 26(8), 777-789.
- Trend, R. D.(2001). Deep time framework: A preliminary study of UK primary teachers' conceptions of geological time and perceptions of geoscience. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(2), 191-221.
- Won, J. K., Lee, H. Y., Ji, J. M., Park, Y. A., Kim, J. H., & Kim, H. S. (1995). *Principles of Geology*. Woosung Press.
- Wee, S. M., Cho, H. J., Kim, J. S., & Kim, Y. J. (2007). Characteristics of High School Students 'Conceptual Understanding about Minerals and Rocks. *Journal of Korean Earth Science Society*, 28(4), 415-430.

## Appendix 1. Questionnaire examples

※ 그림은 여러 가지 지형을 나타낸 것이다. 각각의 그림을 보고 어떤 특징과 형태의 지형인지 쓰시오. 또한 그림의 지형과 특징이 형성되는데 걸리는 시간을 고르고(지형의 나이를 묻는 것이 아님.) 자신의 답에 대한 확신의 정도를 보기에서 선택하시오.

3. 그림을 보고 질문에 답하시오.



Copyright © B.P. Snowder; Image Source: Western Washington University Planetarium  
[http://www.wwu.edu/depts/skywise/a101\\_meteors.html](http://www.wwu.edu/depts/skywise/a101_meteors.html)

(1) 그림은 어떤 지형을 나타낸 것인지 쓰시오.

(2) 그림이 어떤 지형인지 인식한 당신의 답변에 어느 정도 확신하는지 고르시오.

- ① 20%미만    ② 20~40%    ③ 40~60%    ④ 60~80%    ⑤ 80%이상

(3) 이 지형이 형성되기 위해 얼마만큼의 시간이 걸릴지에 대해 적절한 답변을 고르시오.

- ① 하루 이하    ② 몇 년    ③ 100년    ④ 10,000년    ⑤ 10,000년 이상

(4) 당신은 (3)번 질문에서 선택한 시간 추정에 대해 얼마나 확신하는가?

- ① 20%미만    ② 20~40%    ③ 40~60%    ④ 60~80%    ⑤ 80%이상