creative commons

COMMONS DEED

저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

[UCI]I804:24011-200000236671

*2008*년 *8*월
교육학석사(지구과학교육)학위 논문

지구의 변동단원에 대한 고등학생들의 오개념

조선대학교 교육대학원

지구과학교육 전공

최 성 철

지구의 변동단원에 대한 고등학생들의 오개념

A Study on the Misconceptions of High School Students on Earth Disturbance

*2008*년 *8*월

조선대학교 교육대학원

지구과학교육 전공

최 성 철

지구의 변동단원에 대한 고등학생들의 오개념

지도교수 안 건 상

이 논문을 교육학석사(지구과학교육)학위 청구논문으로 제출함

*2008*년 *4*월

조선대학교 교육대학원

지구과학교육 전공

최 성 철

최성철의 교육학 석사학위 논문을 인준함

심사위원장　조선대학교 교수　김희남 인

심 사 위 원　조선대학교 교수　안건상 인

심 사 위 원　경북대학교 교수　이효녕 인

*2008*년　*6*월

조선대학교 교육대학원

목 차

목차 ····· i
A list of tables ····· ii
A list of figures ····· iv
Abstract ····· v
I. 서 론 ····· 1
A. 연구의 필요성 및 목적 ····· 1
B. 연구의 목적 ····· 3
C. 연구의 제한점 ····· 3
II. 이론적 배경 ····· 4
A. 과학관련 오개념에 관한 연구 ····· 4
B. 지구의 변동에 관한 선행 연구 ····· 6
C. 본 연구에서 조사한 개념들에 관한 고찰 ····· 7
III. 연구방법 ····· 23
A. 연구 대상 ····· 23
B. 자료 수집 ····· 23
C. 연구 절차 ····· 23
D. 검사 도구및 자료처리 분석 ····· 24
IV. 연구결과 및 분석 ····· 28
V. 결론 및 제언 ····· 57
참고문헌 ····· 60
부록 ····· 64

A list of tables

Table 1. The objects of the research ····· 23
Table 2. The procedure of research ····· 24
Table 3. Different drawings and subjective questions in the detailed fields of Earth Disturbance ····· 25
Table 4. Factors in Forming Misconceptions ····· 26
Table 5. Types of responses to the definition of volcanos ····· 28
Table 6. Types of responses to the definition of earthquakes ····· 30
Table 7. Types of responses to the formation of earthquakes ····· 31
Table 8. Types of responses to whether an earthquake is accompanied by a volcano or not ····· 32
Table 9. Types of responses to different drawings of 'Ring of Fire' ····· 34
Table 10. Types of responses to the definition of Magmas ····· 35
Table 11. Types of responses to different drawings about where magma is made in subduction boundaries ····· 37
Table 12. Types of responses to what elements Outcore consists of ····· 38
Table 13. Types of responses to the formation process of rocks ····· 39
Table 14. Types of responses to the definition of plates ····· 43
Table 15. Types of responses to definitions about continent plates and ocean plates 45
Table 16. Types of responses to the definition of rifts and ridges ····· 47
Table 17. Types of responses on the definition of subduction boundaries and collision boundaries at convergent boundaries ····· 49
Table 18. Types of responses to the definition of Trenches and Benioffs ····· 50
Table 19. Different drawings of a trench and benioff zone ····· 52
Table 20. Types of responses to different drawings of java's trench ····· 54

Table 21. Types of responses to the definition of fold-mountain ranges ····· 55

A list of figures

Fig. 1. Volcano ····· 7
Fig. 2. San Andreas Fault ····· 9
Fig. 3. Earthquakes of benioff zone ····· 10
Fig. 4. Places in Indonesia which show the main geographical qualities of currently activating convergent oundaries ····· 19
Fig. 5. Benioff zone ··· ····· 20
Fig. 6. The process in which a range of mountains form after tow continent's collide ····· 22
Fig. 7. Figures which influences the misconceptions about the definition of rock 28
Fig. 8. Different drawings of 'Ring of Fire' ····· 33
Fig. 9. Different drawings about where in subduction boundaries magma is made · 36
Fig. 10. A Drawing of volcanic rock generated by magma eruption ····· 40
Fig. 11. Plate boundaries ····· 43
Fig. 12. Structures of plates ····· 45
Fig. 13. Different drawings of a trench and benioff zone ····· 51
Fig. 14. Different drawings of java's trench ····· 53

Abstract

A Study on the Misconceptions of High School Students on Earth Disturbance

Choi, Seong-Cheol

Advisor : Prof. Ahn Gun-Sang Ph.D.

Earth Science Education

Graduate School of Education, Chosun University

This study is to identify the misconceptions students have on volcanoes, earthquakes, generation of magma and rocks and plate tectonics in the unit of earth disturbances of high school textbooks, and to present the direction to correct their concepts. For the purpose, this study uses a questionnaire consisting of various questions and asks the subjects to write short essays and draw descriptive pictures. And to identify their concepts in detail, we interview 140 high school students in Grade 1. The results show that they have many misconceptions. Main misconceptions are presented as follows: in respect to the definition of volcanoes, 28% of the subjects had misconceptions that volcanoes explode by heat generated by collision of the plates; 17% answered that they are the place where magma comes out by earthquakes; in respect to the definition of earthquakes, 19% considered that as a dislocation; on the question asking whether there is always a volcano where there is an earthquake, 18%

answered that earthquake zone is consistent with volcanic zone, 12% answered that volcanic activity occurs when an earthquake occurs and 9% answered that it occurs by eruption of magma due to friction of crusts. For the definition of magma, 71% of the students misunderstood magma as lava or has an mis concept that it is generated when it is melted by frictional heat. In respect to the generative place of magma at subduction zone, 93% answered that it is generated by frictional heat in Japan and Andes Mountains. For the definition of outer core, 41% answered that the outer core consists of solid, gas, and water, and only fluid. For the generation of rocks, 60% had fragmental and partial idea that igneous rock is consistent with volcanic rock. And for the concept of plates, 71% thought part of the plates as plates and for the definitions of oceanic ridge, 9% thought it he place where continents are generated and 8% misunderstood it as a converging boundary. For the definition of rift valley, 66% considered it divergence of continental plates, converging boundary, and the place where neither is the case. For the definitions of collision boundary and subduction boundary at converging boundary, 63% mistook them as subduction at collision boundary and the place where plates are generated. For the definitions of the knoll and the Benioff zone, 53% thought them as the seismic center due to knoll and as a boundary where two plates collide. For the generation of Java Trench, 86% misunderstood the slope direction. The reasons of the misconceptions lie in their immature cognitive structure, intuitive thoughts, inappropriateness of figures and data presented in textbooks, experiences and other reasons, and it is suggested that the results of this study will contribute to improvement of their misconceptions.

I. 서 론

A. 연구의 필요성

학생들이 학습후 받아들인 결과는 교사들이 예상하는 것과는 차이점을 보인다(Hashweh, 1986). 교사가 제시한 개념에서 학생의 개념과 교사의 개념사이에 충돌이 일어나는 갈등 상황(conflict situation), 학생의 개념과 교사의 개념이 잘 일치되는 상황(congruent situation), 학생이 교사의 개념을 무시하고 자신의 직관적인 개념이 그대로 유지되는 상황(uninstructed situation)이 벌어진다(West and Pines, 1985). 그러나 문제는 학생들의 개념은 수업 후에도 잘 바뀌지 않는다는 것이다(Driver et al, 1985). 이러한 학생들의 개념에 대해 약간 다른 견해가 있다. 첫째는 과학자들이 공인하는 개념, 둘째는 과학자들이 가지고 있는 개념도 꼭 옳다고 볼 수 없기 때문에 학생들의 생각은 오개념이라고 단정할 수 없고 그들 나름대로의 개념으로 이해하는 대안개념이라고 보는 견해이다(Miller, 1989). 그러나 오개념이란 용어는 최소한 학생들의 잘못된 개념을 올바른 개념으로 바꾸어준다는 목표를 가지고 있기 때문에 개념과 관련된 연구에서 사용할 필요가 있다(Bahar, 2003).

학생들은 일상생활의 경험과 자신의 직관을 이용해 나름대로의 과학 개념을 형성하고 있는데 그 개념은 다양하고 복잡하며 많은 경우 과학자의 개념과 다르다는 것이 밝혀지고 있다. 뿐만 아니라 교사가 학생이 가지고 있는 과학 개념을 이해하지 못하고 과학 수업을 진행할 경우 학생의 과학 개념 형성에 문제를 일으킬 수 있다는 점이 지적되고 있다(조부경, 2002). 뿐만 아니라 오개념 형성에 영향을 주는 여러 요인이 있는데 교과서에 제시된 내용의 오류, 설명의 불명확성, 사용되는 문자와 기호, 그림, 모델이 갖고 한계성 등에서 살펴볼 수 있다(Hershkowitz, 1987 ; Kenealy, 1987). 또한 참고서가 오개념 형성의 중요한 원인임이 밝혀졌다(채동현, 1995). 우리나라에서 행하여진 지구과학 영역 오개념 연구는 많이 있지만 지구의 변동 단원에 대한 연구는 많이 이루어 지지 않았다.

선행 연구에서 지구의 변동단원의 개념에 대한 문헌들을 찾아보면 고등학교 지구과학 교육과정의 개선을 위한 판구조론 개념의 분석과 재구성(김현주, 이규석, 1991), 중학교 학생들의 지구과학 개념에 대한 오개념의 형성원인 분석(정진우,

1991), 섭입경계에서의 마그마 형성에 대한 고등학교「과학」교과서 분석(임동일, 박경은, 안건상, 2004), 지각과 지구내부에 대한 고등학생들의 대안개념 (정구송, 정진우, 2007), 광물과 암석에 대한 고등학생들의 개념 이해의 특징(위수민 외, 2007), 지구내부에 대한 고등학교 학생들의 정신모형 탐색(정구송, 2007), 고등학교 지구과학 교과과정의 개선을 위한 판구조론 개념의 비교분석(김충환, 이문원, 1988), 학생들의 지층에 관한 비과학적개념 조사(나진호 외, 2005)등 다양성을 보였다.

본 연구에서는 위의 연구들을 토대로 7차 교육과정의 10학년 국민 공통 기본 교과인 '과학' 교과에서 다루어지는 지구의 변동단원에서 학생들이 가지고 있는 오개념이 무엇인가를 조사하여 효율적인 학습 성과를 얻는데 매우 필요한 자료를 제공하게 될 것이고 학습내용을 학생이 바르게 인지할 수 있는 자료제작에 유용할 것으로 생각된다.

B. 연구 목적

본 연구는 지구의 변동 단원에서 나타나는 학생들의 오개념을 찾아 그런 오개념을 갖게 된 원인을 분석해 보고 오개념의 개선을 위한 방향을 제시하는데 있다.

본 연구에서 조사한 개념은 화산, 지진, 마그마의 형성, 섭입대에서 마그마의 생성위치, 판의 개념, 해령과 열곡대, 해구, 수렴경계에서의 충돌과 섭입, 베니오프대, 습곡산맥의 형성등이다.

C. 연구의 제한점

본 연구는 다음과 같은 제한점을 갖는다.

첫째, 광역시 소재 인문계 남, 녀 고등학교 1학년 남학생 2학급, 여학생 2학급을 대상으로 이루어졌으므로 연구결과를 전국의 학생을 대상으로 일반화하기는 어렵다.

둘째, 설문지의 대상인 학생의 수가 적은 관계로 연구결과를 일반적인 학생의 특성으로 일반화하기는 어렵다.

Ⅱ. 이론적 배경

이 장에서는 오개념과 화산과 지진, 마그마생성, 암석의 종류별 생성, 판구조론에 대한 이론 및 연구 동향에 대해 살펴보고 이론적 배경과 선행연구를 고찰하고자 한다.

A. 과학관련 오개념에 관한 연구

교과서에 제시된 내용의 오류, 설명의 불명확성, 사용되는 문자와 기호 그리고 그림, 설명적 모델은 한계성을 갖는다. 유관한 개념들 간의 의미 차이에 대한 설명이나, 비교 제시가 결여된 경우 또는 개념에 대한 불명확한 진술, 관련이 되는 기본적인 개념에 대한 생략 등이 있고, 잘못된 용어의 사용이나 진술, 용어의 혼동을 들 수 있으며, 설명에 사용이 되는 기호나 그림은 경우에 따라 제시 방법이 다양해야 하나 대부분은 틀에 박힌 정형화 형태를 취하고 있어 획일적인 생각을 갖게 되며, 또 기호가 가지고 있는 언어적 의미와 설명하고자 하는 내용과 연합되어 오개념이 발생할 수도 있고, 교과서에 제시된 과학적 개념이 일상생활에서 쓰이는 개념과 의미가 다를 경우도 있고 모델은 눈에 보이지 않는 자연 현상을 설명해 주는 강력한 수단이 되나 모든 것을 설명하는 데에는 한계점을 가지고 있기 때문이다(Hershkowitz, 1987 ; Kenealy, 1987).

학생들이 학습에 들어가기 이전부터 자연현상에 대해 학습과 관련된 개념을 가지고 있는데 이러한 개념을 선입관이라고 하고 선입관이 당대의 과학적 개념과 다를 경우를 오개념이라고 정의 하였다(조희형, 1985).

Concept과 Conception는 번역하면 개념으로 사용되나, 그 두 의미에는 차이가 있다. Concept란 일반적으로 사용하는 개념의 의미를 가지고 있다. Concept가 사회적이고 객관적이라고 한다면 Conception은 개인적이고 주관적이다(윤성규, 2007).

개념(concept)이란 일반적으로 공통적 특성을 지닌 물체, 사건, 상황, 또는 고정의 심리적 현상을 의미하며(조희형, 1985), Trusted(1987)는 성질, 현상 또는 사건 등에 대한 일반적인 관념이나 생각을 의미한다고 했다. 특히 과학적 개념은 경험한 내용을 단순화하고 이상화시키는 특성을 지니고 있지만, 관찰하거나 경험한 모든 것을 정확하게 나타낼 수는 없다. 그러므로 한 개념을 이해한다는 말은 그 개념이 가리키는 물체, 성질, 사건 등을 다른 것들과 구분할 수 있는 정도를 의미할 뿐, 그것들의 실체나 본질을 정확하게 안다는 것을 뜻하지 않는다(박승재와 조희형, 1994), Sibley(2005)는 개념이란 용어의 정신적 표현으로 기초지식(knowledge based), 진술(lexical), 기본형 또는 본보기(prototype or examplar)로 세분화하였다.

대체 개념들은 학생들은 문제 상황의 관찰 가능한 속성에 추리의 바탕을 두고, 학생들은 자신이 파지한 개념체계를 통해서 물질세계를 보기 때문에 한정된 측면만을 지각하고 그 중에서도 현저하게 돌출되는 특징에만 그들의 관심을 집중하는 특징을 가지고 있다(조희형, 박승재, 1995).

채동현(1995)는 예비교사의 방사성 동위 원소에 대한 유년적 사고에서 학생들은 수업전 그들의 일상적인 경험이나 관찰, 교과서, 참고서, 텔레비전과 같은 방송매체, 문화적 영향 등으로 자연현상에 대해 유년적 사고를 지니고 있음을 밝혔고 중요원인으로 교과서와 참고서를 지적하였다. 그리고 그 오인은 교과서의 개념 설명을 위한 그림부분과 개념간의 연관성, 구체적으로 내용이 기술되지 않았음을 지적하였다. 또한 이 유년적 사고는 연령, 능력, 국적, 전공, 비전공에 관계없이 다양한 사람들에게 두드러진 견고성을 보인다고 하였다.

박지연과 이경호(2004)는 과학개념변화 연구에서 학생의 개념에 대한 이해: 오개념에서 정신모형까지에서 정신모형이론으로 기존에 연구되어진 오개념 형성원인들이 어떻게 연관되어지는지를 좀 더 체계적으로 설명함으로써 오개념 형성과정, 하나의 오개념에서 다른 오개념으로의 이동과정, 학생의 개념변화 과정을 왜 연속적으로 수정 분화되어 가는 과정으로 볼 수 있는지도 설명할 수 있다고 하였다. 또한 학생들이 현상을 관찰함으로써, 수업 등을 통하여 새로운 정보를 획득할 때, 때때로 교사 등 오개념 형성의 외적요인에 영향을 받으며, 이를 통해 현상에 대한 믿음

을 형성하고 이 믿음은 정신모형 형성에 영향을 미친다고 밝혔다.

B. 지구의 변동에 관한 선행연구

정구송(2007)는 지구 내부에 대한 고등학교 학생들의 정신모형 탐색에 관한 연구에서 학생들은 지구 내부에 대하여 정적 관점을 보이고 지구내부를 정확하게 묘사하지 못했으며, 대안개념을 나타냈다고 하였다.

위수민외(2006)는 광물과 암석에 대한 고등학생들의 개념 이해의 특징에 관한 연구에서 교과의 개념지식이 오히려 지구과학 개념 형성에 저해될 수 있다는 것과 지구과학 교재에서 제시되어 있는 사진 자료 등으로 인해서도 비과학적 개념이 고착화되는 경우도 있다고 하였다. 이를 통해 학생들에게 지구과학 교과에서 사용되는 특징적인 용어(예, 산성암과 염기성암의 산성과 염기성등)들에 대한 교육을 할 경우 타 교과에서 사용되는 의미와는 별도로 이해되어져야 한다는 것을 염두에 두어야 한다고 하였다.

오은숙(2007)는 중학생의 인지수준에 따른 지각변동에 대한 개념 조사에서 인지수준이 낮은 학생일수록 무개념, 오개념, 오인, 유년적 사고와 유사 개념으로 인하여 과학적 개념이 부족하였다고 하였다.

정구송과 정진우(2007)는 지각과 지구 내부에 대한 고등학생들의 대안개념에서 판구조론·지구 내부영역에서 압력상승에 의한 판의 이동, 해류 또는 지구 자전에 의한 대륙 이동을 제시함으로써 근원적인 대안 개념을 나타냈으며, 화산·지진 활동과 관련된 응답에서도 복합적 사고의 관점과 함께 부분적인 대안개념을 드러냈다고 하였다.

C. 본 연구에서 조사한 개념들에 관한 고찰

1. 화산의 정의

생겨나는 화산에는 산체가 구비되어 있지 않고, 어떤 화산은 산체가 대단히 작으므로 다음과 같이 화산의 정의를 내림이 타당할 것이다. 즉, '화산은 지하에 있는 용융 물질의 저장소가 구멍이나 틈을 통하여 지표에 열려 녹은 돌, 가스, 화산회를 분출하는 곳이다. 분출된 물질은 분출되는 구멍, 즉 화구 주위에 모일 것이므로 자연히 화산을 둘러싼 산체가 이루어진다. 엄밀히는 이 산체를 화산체(volcanic edifice)라고 하여 화산과 구별하나 보통 화산체는 화산을 합하여 넓은 의미에서 화산이라고 호칭된다(정창희, 2005).

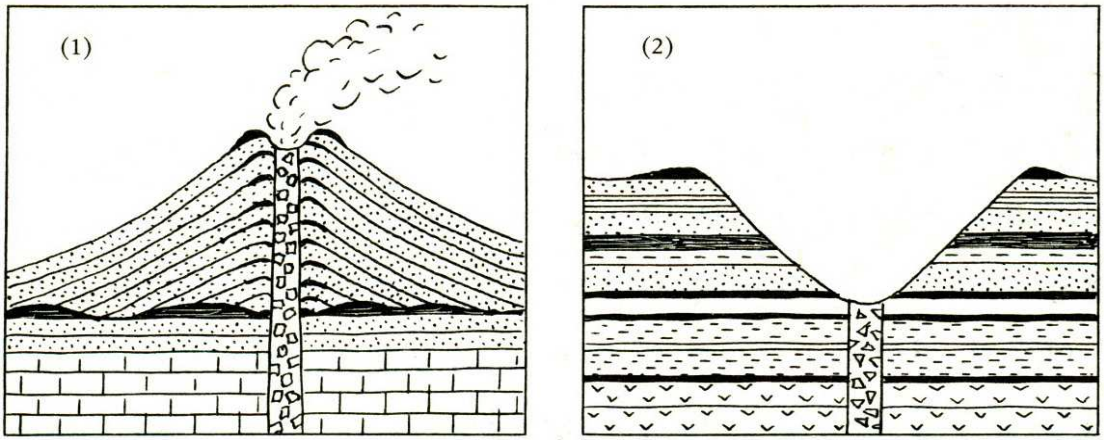


Fig. 1. Volcano(Jeong, Chang-Hee, 2005).

(1) Volcanoes with Volcanoes (2) Volcanoes without Volcanoes

지하에 있는 용융물질이 지각의 구멍이나 틈을 통하여 지표로 돌, 가스 및 화산회를 분출하는 곳을 의미한다. 넓은 의미에서의 화산은 화산작용에 의해서 형성된 지형(화산체 등)까지 포함한다(조선형 외, 2000).

2. 지진의 정의

지구 각 층의 상태, 특성 등에 관한 지식은 주로 지진에 의해 발생되는 충격파를 연구함으로써 알게 되었다. 지진파라 불리는 저주파 에너지에 의해 지진이 발생되는데 이 파는 모든 방향으로 급속히 퍼져 다시 지표면으로 전달된다. 이 지진파를 분석하면 지구 내부에 대한 정보를 얻을 수 있다(이상룡 외, 2006).

지구를 구성하는 암석은 매우 단단한 물체이지만, 탄성체이므로 외부의 힘에 의해 그 모양이 변할 수 있다. 지진의 발생은 암석이 외부로부터 파괴점을 넘어서는 과도한 힘을 받을 때 생긴다(조선형 외, 2000).

얇은 나무 막대를 무릎 위에 놓고 양쪽 끝에 힘을 가하면 막대가 휘어질 것이다. 그리고 가한 힘을 제거하면 막대는 원래의 상태로 돌아올 것이다. 이렇게 힘을 가했을 때 변형된 형태나 크기가 힘을 제거하면 원래의 상태로 복구되는 변형을 탄성변형(elastic deformation)이라 한다. 막대에 가해준 힘은 탄성에너지 상태로 막대에 저장된다. 힘을 제거할 때, 이 탄성에너지가 막대를 원래의 상태로 되돌아가게 한다. 그러나 막대에 가해준 힘이 막대의 탄성한계보다 커지면, 막대는 한순간에 갑자기 딱 소리를 내며 부러질 것이다. 이 경우에는 저장된 탄성에너지의 일부는 부러진 곳에서 열로 바뀔 것이고, 일부는 부러질 때 발생한 소리를 만든 음파로 전환되며, 일부는 막대를 진동 시키는데 이용될 것이다.

지진의 진동은 나무 막대가 부러질 때 우리가 느끼는 진동과 같다. 지진에 의한 지구의 진동을 지구내부에서 거대한 나무가 부러질 때 발생하는 진동처럼 생각할 수 있다. 발생하는 에너지가 많으면 많을수록 진동은 더욱 더 커질 것이다. 현재, 지구내부에 어떻게 탄성에너지가 저장되고, 왜 저장된 에너지가 갑자기 방출되는지에 대하여 많은 연구가 진행되고 있다. 현재 지진의 발생 원인으로 생각하는 가장 보편적인 이론은 암체의 미끄러짐과 관련된 탄성 반발설이다(김동주 외, 2006).

3. 지진의 형성원인

(1) 단층지진

지각은 탄성체(elastic body)인 암석으로 되어 있다. 그러므로 탄성 한도 이내에서 변형되면 지각표부는 판유리처럼 어는 한도까지는 구부러졌다가 힘을 제거하면 원형으로 돌아간다. 그러나 한도를 넘으면 깨진다(정창희, 2005).

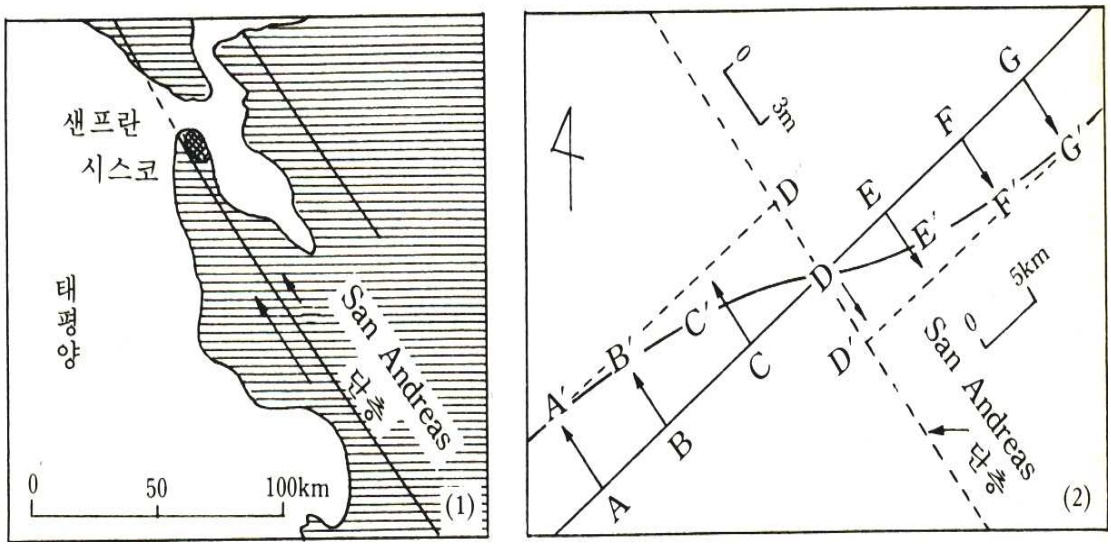


Fig. 2. San Andreas fault(Jeong, Chang-Hee, 2005).
(1) Location (2) Figure of Motion (D-D′: 7m)

세계적으로 가장 활동이 심한 단층들은 지진 다발지역에 분포되어 있고 이는 판구조운동과 연관이 많은 것으로 알려져 있다. 가장 활발한 활성단층 지역은 대부분 판경계부에 집중되어 있다(유강민, 2002).

(2) 베니오프대(benioff zone) 지진

1940년에 Benioff라는 지진학자가 태평양 주변의 심발지진 위치를 지도에 표기하였는데 그 지도를 보면 태평양지역 대부분에 소위 “태평양 불의 고리”라 불리는 지질학적 활동이 활발한 지역이 나타난다. 지진관측도 활발해져 전 세계 지진과 화산의 분포도가 확보되었다. 심발지진은 아무데서나 발생하는 것이 아니고 특정지역에

집중된다는 현상도 이때 알려졌다. 베니오프와 와다티 이외에도 다른 많은 사람들이 심발지진의 집중현상에 의문을 갖기 시작하였다(이상룡 외, 2006).

세계에서 지진이 가장 많이 일어나는 지대는 환태평양 지진대이다. 일찍이 베니오프는 해구(trench)에 따라 천발지진이 많고, 해구 옆의 대륙 쪽에는 중발지진이, 더 먼 곳에서는 심발지진이 일어난다는 사실을 발견하였고, 그 지진의 진원은 해구에서 대륙 쪽으로 기울어진 면 위에 분포한다는 사실을 밝혔다.

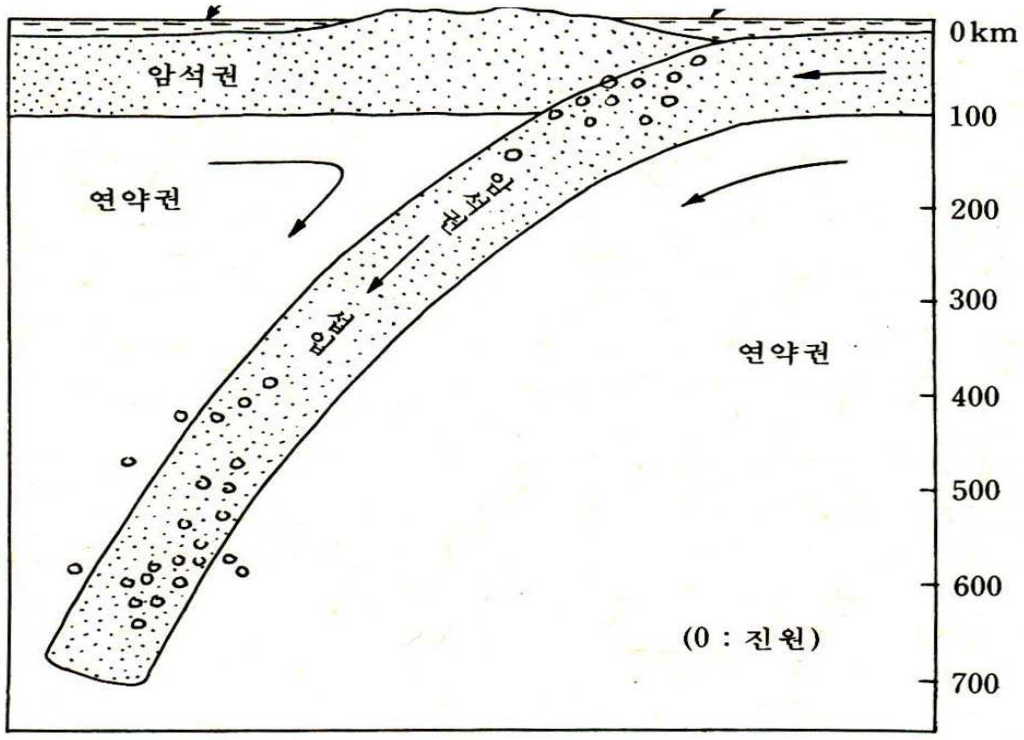


Fig. 3. Earthquakes of benioff zone(Jeong, Chang-Hee, 2005).

후세 지진학자들은 베니오프가 지적한 지진이 많이 발생하는 면을 베니오프대라고 명명하였다. 그런데 판구조론이 나온 후에는 베니오프대가 섭입대와 일치한다는 사실을 알게 되어 베니오프대는 섭입대와 같은 것으로 생각되게 되었으나 실제로는 전자는 지진대이고 후자는 대양암판(대양지각을 포함함 암석권으로 두께 약 100km)이 해구에서 다른 암판 아래로 들어가는 지대를 말한다.

섭입대에서 발생하는 지진의 영향을 가장 많이 받는 곳은 환태평양지대로서 이 지대는 화산대와 지진대가 겹쳐져 있고 습곡산맥이 발달되거나 호상열도가 분포되어 있는 지대이다. 대부분이 태평양판의 영향을 받고 있는 수렴지대(convergent zone)에 해당한다(정창희, 2005).

(3) 화산지진

활화산 주위에도 소규모의 지진이 많이 일어난다. 이는 지하에서 마그마가 유도하거나 방출된 가스가 지각의 왜력을 일으켜 지각을 움직이게 하는데 원인이 있는 것으로 생각된다. 화산이 폭발할 때에는 지진이 일어나고 새로이 화산이 생겨날 때에도 일어난다. 이렇게 화산에 관계있는 지진을 화산지진(volcanic earthquake)이라고 한다. 지하에 마그마가 관입하여도 지진이 일어날 수 있다. 이것도 화산지진에 속하는 것이다. 대양저산맥에는 그 능선부에 따라 V자 모양의 열곡(rift valley)이 발달되어 있다. 이 열곡은 맨틀에 일어난 대류로 상승하는 마그마가 대양지각에 첨가되는 곳으로서 이 때문에 열곡 양쪽에 새로운 대양지각이 생긴다. V자형의 열곡에 따라서도 많은 지진이 발생하는 것은 마그마와 관계있는 것으로 생각되며, 역시 화산지진으로 해석되어야 할 것이다(정창희, 2005).

(4) 그 밖의 원인

지하에 생긴 큰 공동 (석회암이나 석고층에 생긴 동혈)의 천정이 떨어지면 소규모의 지진이 생길 수 있다. 이런 지진을 함락지진(depression earthquake)이라고 하며 이는 지하에 가용성 암석이 분포되어 있는 곳에 국한된다. 이 밖에 대규모의 사태가 일어나면 작은 지진이 생긴다. 또 인공적으로 는 폭발물을 지중에 묻고 폭발시켜 인공지진을 일으킬 수 있다(정창희, 2005).

4. 불의 고리

안산암질은 혼합형으로 주로 해양지각에서 유래하여 현무암질이지만 대륙으로부터 유래한 시알물질도 보여준다. 이들 안산암질 마그마들은 강력하고 종종 폭발적인 화산활동을 일으킨다. 이러한 화산들은 거의 태평양의 전 가장자리에서 관찰될 수 있으며, 불의고리라는 이름이 붙었다(이기화, 민동주, 2006).

5. 마그마의 정의

지구내부에서 상승한 물질인 마그마는 액체 부분을 지칭하는 경우와 그 액체와 결정까지를 지칭하는 경우가 있다. 대부분의 마그마는 고온의 규산염 용융물질과 여러 휘발성 성분을 포함하고 있다. 마그마의 생성장소는 대체로 상부 맨틀 및 지각하부이며, 이곳을 용해시키는 데는 그 온도를 일시적일지라도 액상선 이상으로 올려야 할 것이다(안건상, 2006).

마그마는 녹은 돌과 이에 포함되어 있는 가스(수증기 및 다른 기체)로 되어 있다. 또한 마그마는 지하 깊은 곳에서 고압 하에 있으므로 포함되어 있는 가스는 유리되어 있지 않고 녹은 돌 속에 완전히 용해되어 있을 것으로 생각된다. 이는 마치 탄산수 중의 CO_2 가스가 밀폐된 병 속의 고압 하에서 방출되지 못하고 액체 속에 유폐되어 있음에 비유할 수 있다. 마그마가 화도를 통하여 화구로 접근함에 따라 기압이 저하되며 녹은 돌과 가스는 분리되기 시작할 것이다. 그러면 가스는 분리되어 한 곳에 모여서 고압의 기체로 변할 것이고 마그마의 성분은 처음과 달라진다. 이렇게 가스를 분리하고 남은 마그마가 용암이다. 그러므로 우리는 고압상태의 마그마를 볼 수 없고 화산에서 분출되는 용암을 볼 수 있을 따름이다(정창희, 2005).

6. 섭입대에서 마그마의 생성위치

섭입대의 특징적인 조건을 알아보기 위해 녹니석, 로소나이트, 녹염석-조이사이트, 각섬석, 파라고나이트, 틀로리토이드, 활석, 펜자이트의 현무암에서의 상관계와 사문석, 활석, 녹니석, 각섬석, 초염기성에서 상관계를 종합하면, 천연적인 조건에서 만들어진 함수광물조합의 물을 계산할 수 있다. 이는 침강하는 슬랩에서 함수량을 계산하기 위해 필요한 정보를 얻어낼 수 있다. 수화된 해양지각에서 5-6%의 물을 포함한 저-변성도의 청색편암상 조건(깊이 10-20km)에서 시작하여, 온도구조가 서로 다른 슬랩에 따라 70km에서 300km이사의 깊이에서 탈수작용이 완료된다. 호상열도 하부에서 분해되는 함수광물은 염기성암에서는 로소나이트, 조이사이트, 클로리토이드, 그리고 활석(+펜자이트)이며, 감람암에서는 녹니석과 사문석이다. 섭입초기에 물 중에서 대륙 15-35%는 호상열도 하부에서 방출된다. 감섬석의 탈수량은 비교적 적으며, 비교적 천부(65-90km)에서 탈수작용이 일어난다. 어떤 섭입대의 열적구조 모델에서도, 탈수작용은 단계별과정과 연속과정이 연합하여 즉, 침강하는 슬랩의 서로 다른 부분에서 여러 가지 화학반응이 동시에 일어난다. 이러한 탈수작용의 특성은 화산전선을 설명하기 위해 하나의 광물이 탈수 하여 유체가 이동한다는 “단일 상(광물) 탈수작용 모델”과는 다르다. 연속적으로 진행되는 탈수작용의 결과로, 슬랩에서 상승하는 물은 일반적으로 150-200km 의 깊이의 것이 유용하다. 섭입하는 암권에서 상승하는 유체는 쐐기맨틀의 뜨거운 지역에서 부분용융을 일으킬 것이다. 화산전선은 근원마그마가 충분히 기계적으로 추출되어 나올 수 있을 만큼 용융이 활발한 등온선에 해당하는 쐐기맨틀 바로 위에서 생성될 것이다. 섭입대의 열 구조에서 1300℃의 등온선은 화산전선 직하에 위치하며, 슬랩의 상부면은 이 등온선 하부에 위치한다(Schmidt and Poli, 1998).

7. 외핵

외핵과 내핵으로 나뉜다. 외핵은 고밀도의 점성도가 큰 액체이다. 내핵은 고체이며 밀도는 16g/cm^3 인데 이는 화강암의 6배이다. 핵은 아주 뜨거워 평균온도가 약 5,500℃에 달한다. 최근 연구결과에 의하면 내핵 중심부의 온도는 약 6,600℃로서 태양표면 온도보다 더 뜨거운 것으로 알려져 있다(이상룡 외, 2006).

8. 알프스 히말라야산맥과 안데스산맥

높은 산맥의 형성은 습곡에 의해 같은 층이 여러 번 반복외어지기 때문이다. 습곡은 힘에 의해 생기고 산맥형성의 경우 판의 접촉에 의한 것으로 해석된다. 알프스 산맥의 융기도 이러한 판의 접촉에 의한 것이다(유강민, 2002).

알프스와 그 동쪽에 연결된 테티스(Tethys)해에는 중생대 쥐라기에 인도 대륙의 북상의 영향으로 남쪽으로부터 횡압력을 받아 큰 습곡산맥이 생겨났다. 백악기말과 제3기초(에오세)에도 약간의 변동이 있었다. 그러나 신제3기에 들어와서 조산운동이 절정에 달하여 복잡한 습곡산맥으로 변하게 되었다. 그러므로 알프스 산맥에는 해발 3,000m 부근에서 바다화석을 포함하는 고제3기 해성층이 발견되며 히말라야 산맥에서는 6,000m에까지 발견된다. 히말라야 산맥은 고제3기이래 6,000m이상 상승되었음을 알 수 있으며, 다른 증거에 의하면 제4기 후에도 2,000m 상승하였다. 테티스 해(알프스 및 히말라야) 퇴적분지는 북상하는 아프리카와 인도판의 영향을 받기 시작하다가 제3기에는 테티스해가 압박되고 히말라야 산맥 위치에 쌓였던 지층은 인도판의 북진으로 완전히 습곡산맥으로 변하였다. 남・북미에서는 동태평양판의 섭입으로 수렴 연변분지가 파괴되어 습곡산맥인 록키산맥이 형성되고 일부에서는 부가작용이 일어나서 북미 대륙의 성장을 가져왔다(정창희, 2005).

9. 암석의 종류별 생성

(1) 화성암

화성암은 지표에서 16km 이내 지각 중에 약 95%를 점유하지만 지표에서는 국부적으로 노출되어 있다. 주로 규산염용융체인 마그마에서 고결된 암석이며, 활화산에서 분출된 마그마나 합성실험에 의한 상평형 결과 900～1600℃ 고온상태에서 생성된다(문희수, 최선규, 2001).

화성암이란, 지하심부(상부맨틀～하부지각)에서 생성된 고온의 용융물질, 또는 부분적으로 결정이나 극히 소량의 가스를 포함하는 죽 상태의 물질인 마그마가 냉각 고결된 암석을 말한다(안건상, 2006).

화산에서 분출된 용암이 굳어져서 암석이 된다. 화도를 따라서 지하로 내려가면 깊은 곳에 마그마가 있을 것 이며 이것이 고결되면 역시 암석이 만들어질 것임을 짐작할 수 있게 되었다. 이들은 모두 고온, 즉 불과 관계 있는 암석으로서 화성암이라고 불리게 된 것은 마땅한 일이다. 지표에서 고결된 화성암은 그 성인이 분명하나 지하에서 고결된 화성암도 전자와의 비교 연구로써 그 성인이 명백히 드러나게 되었고, 후자는 지표에 가해진 침식작용으로 인하여 점점 지표에 노출하게 되었음이 밝혀졌다(정창희, 2005).

(2) 퇴적암

퇴적물이 속성작용에 의해 고결되어 형성된 암석을 퇴적암이라 한다. 퇴적암의 생성에서 소멸까지의 과정은 지구의 표면 또는 표층에서 일어나기 때문에, 각 시대의 표층에서 일어나는 여러 현상이 잘 기록되어 있다(안건상, 2006).

퇴적암은 풍화작용에 의해 서서히 변하게 된다. 온도의 변화, 물의 동결, 바람, 파도등의 요인에 따라 암석이나 광물이 잘게 분쇄되는 기계적 풍화작용과 지표수나 지하수 또는 미생물 등에 의해 광물이 용해・산화・수화되는 화학적 반응에 기인한 화학적 풍화작용으로 구분된다(문희수, 최선규, 2001).

지표에 노출된 암석은 표면으로부터 끊임없는 풍화작용과 침식작용을 받아 암설(debris) 또는 수용액으로 되어 원암에서 분리된다. 이렇게 분리된 물질과 여러 종류의 생물의 유해가 육상 또는 수저에 쌓여서 만들어진 암석이 퇴적암(sedimentary rocks) 또는 광의의 수성암이다. 협의의 수성암(aqueous rocks)은 수저에 쌓여 만들어진 퇴적암만을 의미한다. 육지 표면에 분포되어 있는 암석의 75%는 퇴적암(및 변성퇴적암)이고 25%만이 화성암으로 되어 있다(정창희, 2005).

(3) 변성암

변성작용은 일반적으로 200℃, 300MPa 이상의 온도・압력조건을 시점으로 하여 고온・고압조건에서 완전히 용융되는 마그마 형성의 이전단계까지 고체상태에서 일어나는 광물군이나 조직의 변화를 의미한다(문희수, 최선규, 2001).

변성작용이란 그리스어로 변화와 형태의 합성어로 형태가 변화한다는 의미이다. 속성작용에서 용융되기 전까지의 온도와 압력 조건에서 일어나는 모든 과정을 포함한다(안건상, 2006).

암석이 생성당시와 다른 환경에 놓이게 되면 다소간의 변화를 받게 된다. 암석에 이런 변화를 일으키는 작용이 변성작용(metamorphism)이다. 변성작용은 암석에 큰 압력이나 높은 온도가 가해질 때, 화학 성분의 가감이나 교대가 일어날 때, 또는 이들의 둘 이상의 작용이 합작할 때에 일어나는 현상으로서, 기존 암석에 대한 변성작용으로 새로운 암석, 즉 변성암(metamorphic rocks)이 생성된다. 변성암은 기존 퇴적암, 화성암 및 변성암으로부터 만들어지는 것이다(정창희, 2005).

변성작용이란 속성작용 및 풍화작용과 용융사이의 조건하에서 조직의 변화 또는 구성광물의 변화, 또는 이들 모두가 암석에 영향을 주는 하나의 과정 또는 일련의 과정이다. 구성광물의 변화를 수반하지 않는 조직의 변화과정에는 재결정작용과 압쇄작용의 두 가지 형태가 있다. 파쇄작용은 암석의 입자가 분쇄되는 것으로, 어떤 암석에서도 일어날 수 있다. 그러나 재결정작용은 입자가 분쇄되지 않은 상태 에서 이온들의 이동과 격자변형을 통해 결정격자와 입자들 사이의 관계가 재편성 되는 과정이다(안건상과 오창환, 2000).

10. 판 구조론

(1) 판(해양판과 대륙판)

암석권 : 두께 100～200km의 지구 최외각층이며 차고 딱딱한 성질이 있다. 대륙・해양지각 전체와 맨틀상부의 차고 딱딱한 층을 포함한다.

맨틀 : 약권과 약권하부의 맨틀은 화학조성이 유사하다. 약권 하부의 맨틀은 온도가 더 높지만 압력의 급격한 증가로 인해 용융되지 않는다. 따라서 밀도가 더 크고 유동은 훨씬 더 느리다(이상룡 외, 2006).

판구조론에서 판 혹은 암석권은 강성체적이고, 탄성변성 이외의 변형을 하지 않는 것으로 가정한다. 두께는 100km이고, 해양지각을 포함하는 해양판, 대륙지각을 포

함하는 판을 대륙판이라 한다(박수인외, 1998).

지구의 단단한 최외각 껍질(암석권, lithosphere)의 조각인 판들이 서서히 수평 이동하고 있다는 이론이다. 이 이론이 형성되는데 있어서의 두 가지 중요한 점중, 첫째는 깊이 100에서 350km 사이에 존재하는 지진파의 저속도층은 아주 약하고 점성이 있어 액체와 같은 특성이 있다는 사실이었다(김동주 외, 2006).

연약권은 베게너의 시마층보다 더 깊고 덜 유동적일 뿐 아니라 이곳에서 긴 기간에 걸쳐 대류와 이동이 일어난다.
연약권의 위에 놓인 지구의 지각과 최상부맨틀로 구성된 단단한 부분은 암석권이라 불린다. 암석권의 깊이는 약 100-200km에 이른다(이기화, 민동주, 2006).

(2) 해령과 열곡

대양저 산맥에서 새로 생겨나는 대양지각은 산맥의 정선에서 좌우로 갈라져 퍼져나간다. 그러므로 대양저 산맥의 정선, 즉 열곡이 암판의 경계가 되며 이를 열개경계라고 한다. 열개경계(divergent boundary)는 대서양산맥, 인도양저 산맥, 동태평양저 산맥 및 기타의 대양저 산맥으로 총연장 약 6만km의 연결된 체계를 형성한다. 대양저 산맥은 그 대부분이 아프리카 .호주. 남미 대륙 남쪽에서 동서방향으로 연속되나 북쪽으로 대서양저 산맥, 동태평양저산맥을 분기시킨다. 열개경계로서 특이한 곳으로 육상에 열곡이 보이는 동아프리카와 아이슬랜드가 있다(김동주 외, 2006).

(3) 수렴형 경계

수렴지역은 한판의 앞쪽 가장자리가 다른 판을 밀고 나아가는 지역에서 나타난다. 해양-대륙의 수렴지역에서는 섭입이 시작되고 산맥이 생성되는 지대가 나타난다. 대륙과 대륙이 충돌하는 경우에는 압축에 의해 거대한 산맥이 생성된다. 이러한 지역을 따라 매우 큰 지진이 발생할 수 있다. 섭입대는 종종 경사가 급하므로 지진이 매우 깊은 곳에서 일어난다(이기화, 민동주, 2006).

수렴형 경계부는 해양지각으로 덮여 있는 암석권이 연약권으로 침강하는 곳이다.

이러한 과정을 섭입(subduction)이라 부른다. 특히 두드러지는 특징은 해양지각으로 덮여있는 암석권이 휘어져 연약권으로 섭입하는 장소인 심해 해구와 침강하는 암석권 위에 형성된 일련의 호상열도(island arc) 또는 마그마열도(magmatic arc)이다. 해구는 해양에서 가장 깊은 곳이다. 암석권이 서서히 연약권으로 침강함에 따라, 침강하는 암석권의 상부에 있는 해양지각의 얇은 층은 지하 약 100km 정도에서 용융되어 마그마로 변한다. 이 마그마의 일부는 지표에 도달하여 마그마열도의 화산들을 형성한다. 충돌대에서 대륙지각은 맨틀보다 밀도가 낮기 때문에 부력이 너무 커 섭입대로 끌려들어 갈수 없다. 충돌대는 해양이 사라지고 대규모의 산맥이 형성되는 지역이다. 알프스 산맥, 우랄 산맥, 히말라야 산맥, 그리고 아팔래치안산맥이 대륙의 충돌로 인하여 생성되었다(김동주 외, 2006).

지구가 커질 수 없으므로 확장된 판이 있으면 반드시 수렴되는 판도 있어야 한다. 이렇게 지각이 파괴되어 사라지는 곳을 판이 모이는 수렴형 경계부라 하며 격렬한 지진활동이 일어난다(이상룡 외, 2006).

(4) 해구(자바 해구)와 베니오프대

암판의 섭입 대양지각을 실은 암판(대양암판)이 맨틀대류로 이동하여 다른 암판 아래로 섭입할 때에는 그 각도가 평균 45° 정도이다. 이 각도는 반사지진파의 지진기상을 연구하여 세밀히 알아 낼 수 있다. 암판이 섭입하는 부분에는 해구가 형성되어 심해저보다 수 천m 더 깊은 골짜기가 생긴다. 이런 섭입부가 두 암판이 수렴하는 경계선이다. 대양암판이 섭입하는 곳에는 그 앞에 호상열도가 생기거나 큰 산맥이 생긴다. 그리고 그 곳에는 지진이 강하고 화산활동이 심하다. 베니오프(H. Benioff)라는 지진학자는 해구 부근에서는 천발지진이 잘 일어나고, 해구에서 좀 떨어진 습곡산맥 아래에서는 중발지진이 잘 일어나며, 해구에서 더 먼 내륙 쪽에서는 최대심도 700km에 달하는 심발지진이 발생한다는 사실을 밝혔다. 이러한 사실은 태평양 주변의 섭입대를 따라 가소성이 작아서 깨지기 쉬운 암판이 700km까지 섭입함을 알려준다. 그래서 대양판이 섭입한 부분을 그의 이름을 따서 베니오프대라고 부르기도 한다. 이는 섭입대와 같은 뜻이 된다(정창희, 2005).

수렴형 경계부에는 해구와 호상열도 이외에도 섭입대 위에 전호해령(fore-arc

ridge), 전호분지(fore-arc basin) 그리고 배호분지(back-arc basin)와 같은 특징적인 지형이 발달한다. 전호해령과 전호분지는 해구와 호상열도 사이에 있다. 전호해령 밑에는 지각을 국지적으로 두껍게 만든 멜란지(melange)라 부르는 파쇄된 암석의 대가 놓여 있다. 전호분지는 전호해령과 호상열도 사이에 발달한 분지이다. 호상열도 뒤편에는 배호분지가 발달한다. 인도네시아의 수마트라(Sumatra)와 자바(Java)가 전호해령과 배호분지에 둘러싸여 있는 마그마열도의 오늘날의 예이다(김동주 외, 2006).

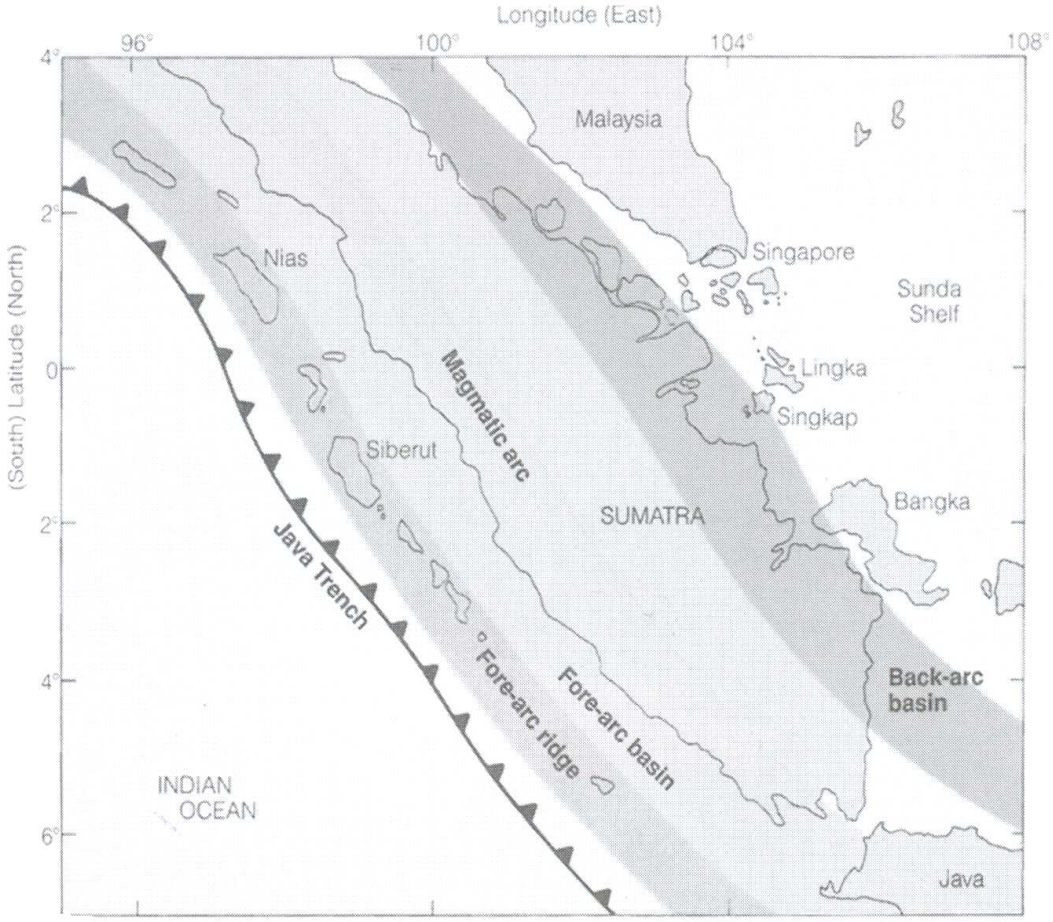


Fig. 4. Places in Indonesia which show the main geographical qualities of currently activating convergent boundaries(Kim, Dong-Joo, et al., 2006).

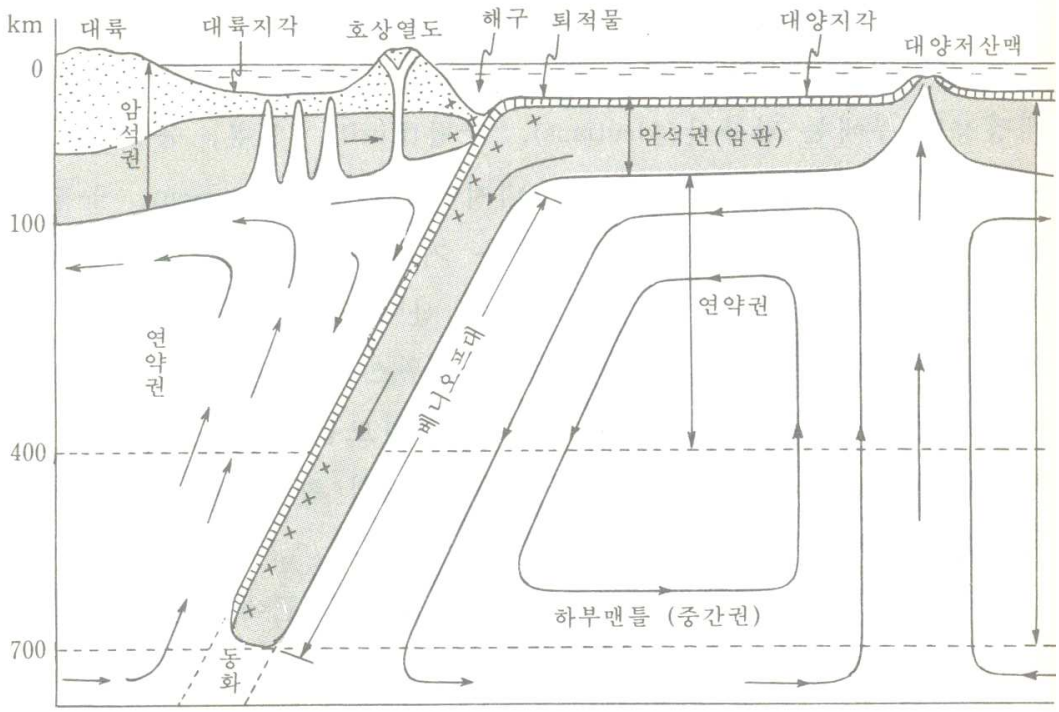


Fig. 5. Benioff zone(Jeong, Chang-Hee, 2005).

Fig. 5에서는 대양암판이 베니오프대를 형성하며 지표하 약 700km까지 약 45의 각도로 대륙암판 아래로 섭입하여 들어감을 표현한 것이다. 섭입이 시작되는 해구 부근에서는 천발지진이 많이 일어나며 300km까지에도 지진이 많으나 300-500km 사이에서는 지진이 적고, 500-700km 까지 가장 깊은 심발지진이 발생하나 700km 보다 더 깊은 곳에서는 지진이 일어나지 않는다. 이는 깊은 곳에 들어간 암판이 맨틀과 같은 온도로 가열되고 성질이 같아져서 결국 동화되어 버렸기 때문인 것으로 추측된다. 해구와 대륙 사이의 암석권은 그 아래에서 형성된 대류로 장력을 받아 일시적인 확장이 일어나는 경우도 있다. 예를 들면 동해는 일본 해구 에서 섭입한 태평양판의 베니오프대 위에서 일어난 대류로 확장된 바다라는 생각 이 있으나 아직 확인되지는 못하였다. 베니오프대에서 일어나는 지진은 그 대 중에서 온도가 가장 낮은 부분에서 일어난다는 사실이 밝혀졌다. 이 그림에서는 대체로 암판의 중층부에서 대양지각 쪽으로 치우친 곳이 된다(정창희, 2005).

(5) 습곡 산맥

습곡산맥의 형성은 조산운동이라 불리며, 양쪽으로부터 밀리는 카펫을 상상하면 쉽게 이해할수 있다. 압축으로 생긴 산맥들 중 잘 조사되어 있는 것이 알프스 산맥이다. 알프스 산맥에서는 마그마의 활동은 많지 않고 강한 습곡운동과 드러스트운동, 많은 변성작용, 그리고 이전 퇴적층의 극적인 융기가 있다(이기화, 민동주, 2006).

두 대륙이 충돌하여 산맥이 형성되는 과정. A. 상부가 해양지각인 암석권은 상부가 대륙지각인 판 Fig. 6경계부에 있는 퇴적물을 압축 변형시킨다. 섭입하는 판 위에 있는 대륙 경계부에 있는 퇴적물은 변형되지 않는다. B.충돌과정. 섭입하는 판의 대륙경계부에 있는 퇴적물이 변형되어, 이미 변형된, 위에 타고 있는 판의 대륙지각과 합쳐진다. C. 충돌후 섭입하는 판은 앞부분이 잘려나가면서, 계속 침강한다. 두 대륙이 합쳐져서 과거에 해양이었던 곳에 산맥이 형성된다(김동주 외, 2006).

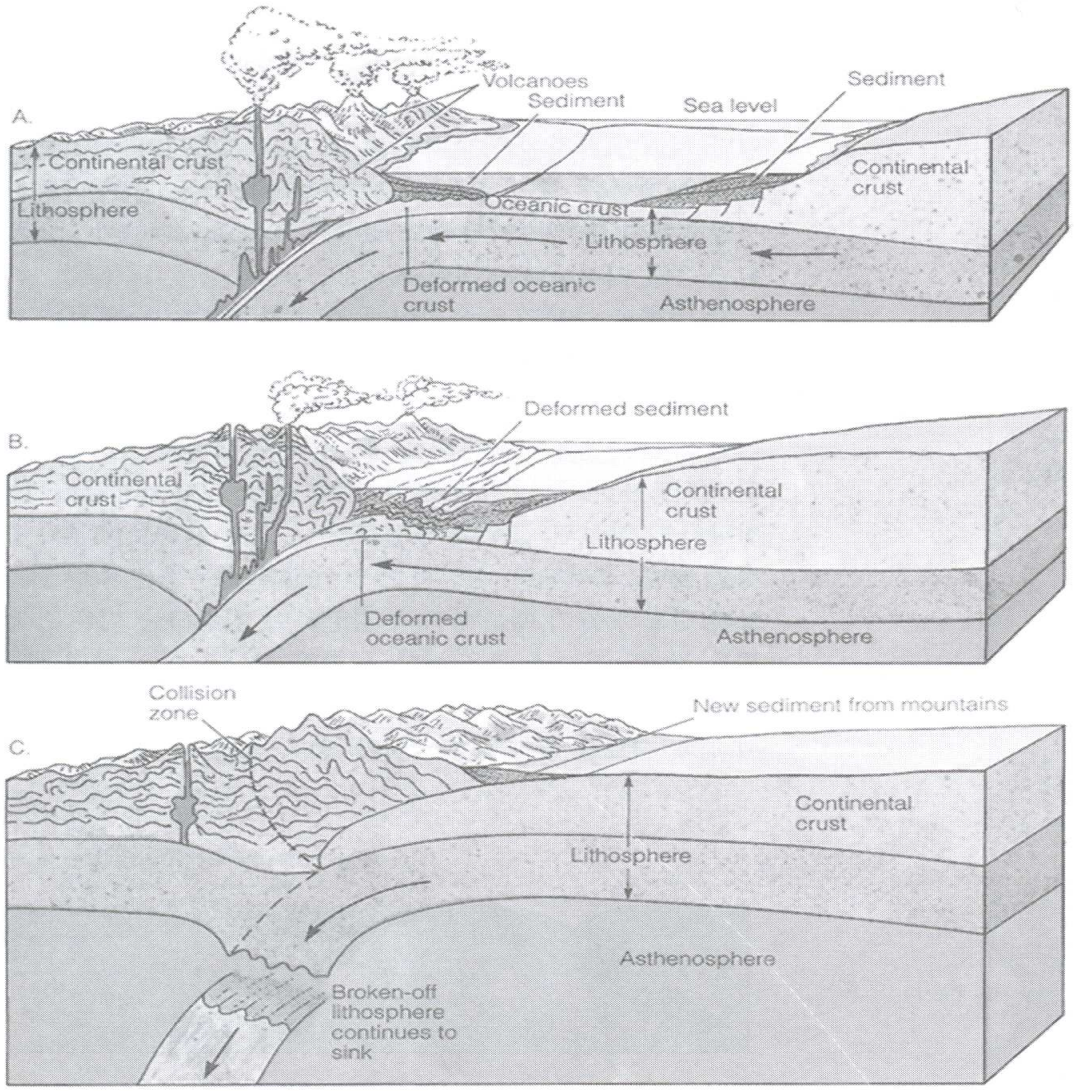


Fig. 6. The process in which a range of mountains form after tow continent's collide(Kim, Dong-Joo, et al., 2006).

Ⅲ. 연구방법

A. 연구 방법과 대상

본 연구는 연구자가 근무하는 고등학교를 포함 광역시 소재 인문계 고등학교 2개교에서 1학년 140명 학생이 참가하였다. 검사중 누락이 된 검사가 있거나 불성실하게 응답한 학생 10명을 제외하고 총 130명의 검사지만 결과 분석에 이용하였으며 연구 대상을 정리해보면 Table 1과 같다. 설문조사는 2007년도 5월에 실시하였다.

각 학생들은 동일한 검사도구를 사용하였고, 부록과 같은 서술형 문항 및 드로잉 과제를 실시하여 분석하였다.

Table 1. The objects of the research. (단위 : 명)

학년	계열	남학생	여학생	계	자료 형태
D 여자고등학교 1학년	인문	•	70	70	서술형 문항및 드로잉, 면담
S 고등학교 1학년	인문	35	35	70	서술형 문항및 드로잉
계		70	70	140	

B. 자료 수집

2007년 5월 중순부터 인문계 남·여 고등학교에 지구의 변동단원의 서술형 문항 1차와 2차 드로잉 과제 검사지를 과학 선생님들에게 의뢰하였다. 각각의 검사는 45분 동안 담당 선생님의 주관하에 실시되었으며, 검사 할 때 담당 선생님은 약 5분 동안 검사에 대한 의의, 목적 및 공지사항을 설명한 후 작성하도록 하였다.

C. 연구 절차

본 연구는 2007년 5월부터 2008년 4월까지 수행하였으며 검사지의 투입은 표집된 학교의 과학교사의 협조를 구하여 2007년 5월부터 2007년 6월 사이에 수행되었다. 연구절차를 표로 나타내면 다음 Table 2와 같다.

Table 2. The procedure of research.

예비 연구	1. 기초 문헌 연구
본 연구	1. 검사 도구의 선정 * 서술형문항 1차 * 응답내용에 대한 객관식문항 * 드로잉과제 2차 * 면담을 통한 오개념 확인 3차 2. 연구 대상 선정 3. 검사 실시 * 1차 검사 : 지구의 변동단원에 대한 (서술형 문항)에 각 문항별로 응답내용에 영향을 미친 요인을 (객관식 문항)으로 조사 * 2차 검사 : 드로잉과제 * 3차 검사 : 면담을 통한 오개념 확인 4. 자료 처리 및 분석 5. 결과 정리 및 논문 작성

D. 검사 도구 및 자료처리 분석

본 연구에서 사용된 검사 도구는 다음과 같다.

지구의 변동단원에 대한 서술형 문항 1차와 2차 드로잉과제, 면담을 통해 확인하였고, 각 서술형 문항은 D고등학교, *J*고등학교, DS고등학교 교사들에게 문항 타당성을 검토 의뢰하여 타당한 문항만 선별하여 실시하였다. 그리고 지구의 변동단원에 대하여 서술형 1차 문항을 서술형으로 답하게 한 후 그 응답에 영향을 준 요인들을 객관식으로 답하게 하여 통계 처리해서 응답에 영향을 준 요인들을 분석하였고, 더욱 세부적인 확인이 필요할 시에는 2차드로잉과제와 면담을 이용하였다.

Table 3. Different drawings and subjective questions in the detailed fields of Earth Disturbance.

영역	내용
화산과 지진	- 화산란 무엇일까? - 지진이란 무엇일까? - 지진은 어떻게 형성되나? - 지진이 있는 곳에 화산이 항상 있나? - 불의 고리를 드로잉 하시오.
마그마	- 마그마란 무엇인가? - 섭입대에서 마그마의 생성위치를 드로잉하시오. - 외핵은 어떤 물질로 구성되어 있나?
암석의 종류별 생성	- 화성암은 어떻게 생성 되었나? - 퇴적암은 어떻게 생성 되었나? - 변성암은 어떻게 생성 되었나?
판구조론	- 판이란 무엇인가? - 대륙판과 해양판이란 무엇인가? - 해령과 열곡이란 무엇인가? - 수렴형 경계에서 섭입경계와 충돌경계란 무엇일까? - 해구와 베니오프대란 무엇일까? - 해구와 베니오프대를 드로잉 하시오. - 자바해구를 드로잉 하시오. - 습곡 산맥은 어떻게 형성되었나?

Table 4. Factors in forming misconceptions.

응답 내용	번호
즉흥적	A
교과서	B
참고서	C
직관적	D
자신의 경험	E
생활속에서 (교과개념과 다른 경우)	F
수업	G
web site	H

교과서에 제시된 내용의 오류, 설명의 불명확성, 사용되는 문자와 기호 그리고 그림, 설명적 모델은 한계성을 갖는다. 유관한 개념들 간의 의미 차이에 대한 설명이나, 비교 제시가 결여된 경우 또는 개념에 대한 불명확한 진술, 관련이 되는 기본적인 개념에 대한 생략 등이 있고, 잘못된 용어의 사용이나 진술, 용어의 혼동을 들 수 있으며, 설명에 사용이 되는 기호나 그림은 경우에 따라 제시 방법이 다양해야 하나 대부분은 틀에 박힌 정형화 형태를 취하고 있어 획일적인 생각을 갖게 되며, 또 기호가 가지고 있는 언어적 의미와 설명하고자 하는 내용과 연합되어 오개념이 발생할 수도 있다. 교과서에 제시된 과학적 개념이 일상생활에서 쓰이는 개념과 의미가 다를 경우도 있고 모델은 눈에 보이지 않는 자연 현상을 설명해 주는 강력한 수단이 되나 모든 것을 설명하는 데에는 한계점을 가지고 있기 때문이다 (Hershkowitz, 1987 ; Kenealy, 1987). 학생들은 수업전 그들의 일상적인 경험이나 관찰, 교과서, 참고서, 텔레비전과 같은 방송매체, 문화적 영향 등으로 오개념을 지니고 있음을 밝혔고 중요 원인으로 교과서와 참고서를 지적하였다(채동현, 1995). 학생들은 일상생활의 경험과 자신의 직관을 이용해 나름대로의 과학 개념을 형성하고 있는데 그 개념은 다양하고 복잡하며 많은 경우 과학자의 개념과 다르다는 것이 밝혀지고 있다. 뿐만 아니라 교사가 학생이 가지고 있는 과학 개념을 이해하지 못하고 과학 수업을 진행할 경우 학생의 과학 개념 형성에 문제를 일으킬 수 있다는 점이 지적되고 있다(조부경, 2002). 수업 등을 통하여 새로운 정보를 획득할 때, 때때로 교사에 의해 오개념 형성이 영향을 받는다(정구송, 2007).

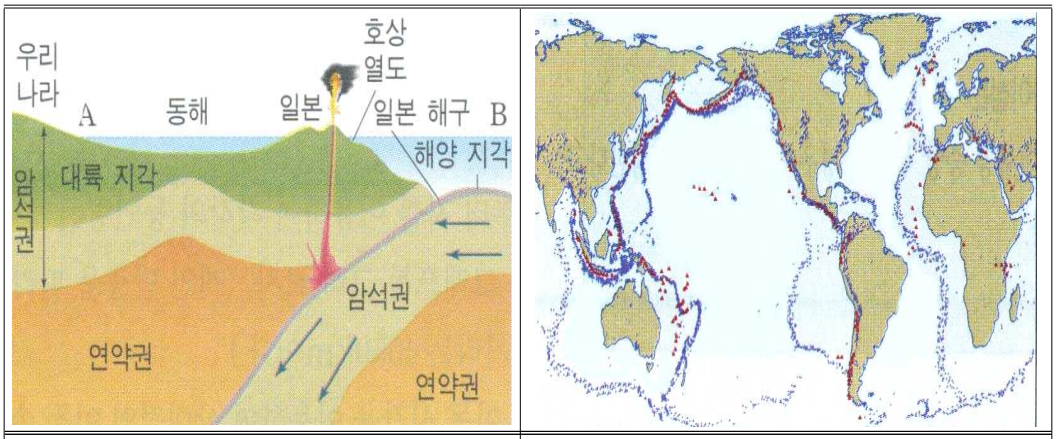
Table 4는 위의 선행연구에 근거하여 지구의 변동단원에서 나타난 학생들의 여러 가지 개념형성에 영향을 준 요인들을 분류한 것으로 서술형 문항 1차 검사지 에서 학생들이 가지고 있는 여러 생각들을 조사한 후에 이런 생각을 하게 되는데 영향을 준 요인들로 위의 내용을 제시하여 객관식으로 고르게 한 후 가장 영향 을 많이 준 요인들을 2-3개로 요약하여 제시하므로 써 학생들의 오개념 형성에 어떠한 요인이 영향을 주었는지 조사하여 분석해 보았다.

Ⅳ. 연구결과 및 분석

화산과 지진에 대한 오개념

Table 5. Types of responses to the definition of volcanos.

응답유형	응답 내용	비율(%)	응답에 영향을 준 요인
마그마	마그마가 지각의 약한 곳을 뚫고 지표로 분출	5	B, C
	땅속에 있던 마그마가 뿜어져 나와	30	A
	마그마가 뿜어져 나오는 곳으로 주로 판의 경계에서 일어남	8	B
분출물 폭발	화산활동의 분출물이 주변에 모여 형성	2	
	판의 충돌로 마찰에 의해 생긴 열이 폭발함	28	B, C
	지층이 폭발하는것	10	A
지진	지진에 의해 마그마가 나오는곳	17	C
소 계		100	



A. 일본해구 | B. 지진대 화산대일치

Fig. 7. Figures which influences the misconceptions about the definition of rock(Yoo, Yeong-Seon, Lee, Jeong-Sik, 2007).

A. Trench Behind Japan

B. Volcanic zone consistent with earthquake zone

화산과 지진의 영역에서는 화산의 정의에서 마그마 분출만을 가지고 서술하였고 판의 충돌로 마찰에 의해 생긴 열의 폭발로 잘못 알고 있었다. 또한 지진에 의해 마그마가 나오는 것으로 알고 있었다. 지진의 정의에서는 단순히 흔들리는 것으로 나타내었는데 단층과 같게 생각하는 오개념을 형성하고 있었다. 또한 지진의 형성 과정에서는 판구조론적 입장에서 설명을 주로 하였고, 종합적으로 나타내지 못하고 일부분만을 가지고 나타냄을 알 수 있었다. 그리고 지진이 있는 곳에 화산이 있는지 에 대한 문항에서는 잘못된 개념을 형성한 학생과 반드시 없다는 답과 있다는 답을 한 학생들이 47%정도 되었다. 불의 고리에 대한 내용 등에서는 대부분의 학생이 태평양 지역만을 나타내었었다. 그러면 먼저 화산이란 어떤 것인가? 의 문항에 대해서 알아보면 많은 학생들이 이해 정도가 낮음을 확인 할 수 있었다. Table 5에서 제시된 것처럼 43%의 학생들이 화산에서는 마그마가 분출된다는 모호한 답변을 하였다. 여기에서 학생들은 화산에서 분출되는 물질 중 마그마만을 가지고 화산의 정의를 설명하였다. 28%의 학생들은 마찰에 의한 열이 폭발한다는 오개념을 형성하고 있었다. 이러한 생각을 왜 하게 되었는지에 대한 설문에서 답한 학생의 대부분의 학생들이 교과서 와 참고서에 제시된 자료에 의해서 라고 답하였고 이에 대하여 응답학생들 중 한 학생에게 지금 사용 중인 참고서에서 그 부분을 제시하도록 하였다. 그 결과 Fig. 7의 A와 같은 그림을 제시하였다. 참고서의 Fig. 7의 A 자료가(이는 우리나라 주변의 지각변동에 해당되는 내용에서 일본 주변의 변동대에 나타난 화산활동에 대해 설명하는 내용에서 섭입지역의 베니오프대의 위에서 화산이 나타나는 것에 기인하였다.) 이 학생의 오개념의 형성에 영향을 준 것을 알 수 있었다. 또한 지진에 의해 마그마가 나오는 곳으로 답한 비율은 17%로 응답하게 된 이유를 알아보기 위해 응답 학생들 중 한 학생에게 질문하였다.

연구자 : 지진이 있는 곳에서 마그마가 나온다고 생각하게 된 이유가 무엇이지?
학　생 : 교과서와 참고서를 보면 지진대와 화산대가 일치하잖아요.

라고 답하였다. 이 학생과의 면담을 통해서 Fig. 7의 B형태로 참고서에서 나타나있는 화산대와 지진대가 일치한다는 내용의 그림이 이 학생의 개념형성에 영향을 주었음을 확인할 수 있었다. 그리고 지층이 폭발하는 것이라는 답변도 10%정도 보였다.

Table 6. Types of responses to the definition of earthquakes.

응답형태	응답 내용	비율(%)	응답에 영향을 준 요인
흔들림	지반이 흔들리는 것	20	A, D
	지층이 흔들리는 것	11	A, D
	땅속의 마그마가 분출하여 지각이 흔들림	2	C, E
	지구내부의 급격한 변화및 압력으로 흔들림	10	E
판구조론적	판이 움직이면서 흔들리는 것	15	G
	맨틀대류에 의해 흔들려서 생성됨	13	G
단층	지구내부의 힘에 의해 지층이 변형되거나 끊어지는 것	19	C, G
충격파	축적된 에너지가 방출되어 생긴 충격파가 사방으로 전달되는 현상	3	G, H
소 계		100	

지진내용에서 학생들은 구체적이고 상세하게 내용을 서술해 내지 못했다. 지진의 정의와 형성원인 그리고 지진이 있는 곳에 화산이 있는 지에 대한 서술에서 학생들은 막연히 생각하는 단순한 개념이 생성되었음을 알 수 있다. 지진의 정의에 대한 내용에서 학생들은 Table 6과 같이 여러 의견을 서술했었다. 31%의 학생들이 지진의 정의에 대해서 단순하게 단지 흔들리는 것으로 응답을 하였고 응답에 영향을 준 요인으로는 즉흥적이며 또는 직관적인 요인이 대다수였다. 이것은 지진의 정의에 대하여 이해 수준이 낮다는 것 확인 할 수 있는 내용이다. 또한 19%의 학생들은 지진이 주로 발생하는 단층에 관한 개념과 혼동하는 오개념을 보였다. 이 답을 한 학생들에 영향을 미친 요인은 주로 참고서였는데 이에 대하여 참고서의 어떤 부분이 영상적으로 떠올랐는지 질문하였다.

연구자 : 지진의 정의를 서술할 때 참고서의 어떤 부분이 생각났니?
학 생 : 지진 단원에 보면 지층이 끊어진 곳에 진원과 진앙지점이 표시 되어 있잖아요.

이 학생의 응답내용을 보면 이 학생은 단층 그림이 개념의 형성에 영향을 미쳐 지층의 오개념의 특징인 영상적인 특징을 보임을 확인할 수 있는 부분이다. 또한 28%의 학생들은 판구조론적 입장에서 지진을 설명하였고 수업시간의 판구조론에

대한 학습의 결과로 서술하였음을 알 수 있었다.

Table 7. Types of responses to the formation of earthquakes.

응답 형태	응답 내용	비율(%)	응답에 영향을 준 요인
화산활동	화산 분출시	30	B, E
	지각들 간에 균형파괴	10	A
	지각 내부의 급격한 변화	6	D
판구조론적	판의 이동및 충돌	10	G
	판이 어긋나거나 판이 멀어지면서 생김	24	G
	맨틀의 대류	14	G
여러 가지 원인	단층이나 화산, 지하 동굴의 붕괴등	6	H
소 계		100	

지진은 어떻게 형성되는 지에 대한 문항에서는 학생들은 지진의 형성원인이 여러 가지가 있다는 사실을 알지 못하고 단순히 한 가지의 원인에 의해서만 지진이 형성된다는 개념이 형성되어 있었다. Table 7을 보면 판구조론적 입장에서 많은 학생들이 답하였다. 단층이나 화산, 지하 동굴의 붕괴 등이라고 답한 학생들은 6% 정도였는데 웹사이트에서 정보를 얻어서 지진의 종류별 발생현상에 대하여 나타내었고, 30%의 학생들이 화산분출시에 흔들리는 것으로 지진을 설명하였다. 단순히 흔들린다고 나타낸 학생들이 많았는데 교과서와 경험에서 영향을 주로 받은 것을 볼 수 있다. 생활속의 경험중 어떤 부분에서 영향을 받았는지 알아보기 위해 질문하였다.

연구자 : 너의 어떤 경험이 화산분출시 지진이 발생한다는 생각하는데 영향을 미쳤니?
학 생 : 어릴 적에 본 다큐멘터리에서 나오는 화산분출시 흔들리는 장면이요.

라고 답하였다. 여기에서 어릴적부터 보아온 다큐멘터리가 이 학생의 인지구조에 영향을 주었음을 알 수 있다.

Table 8. Types of responses to whether an earthquake is accompanied by a volcano or not.

응답 유형	응답 내용	비율(%)	응답에 영향을 준 요인
반드시 있지는 않음	판과 판의 경계에서 없음	10	A, D
	대륙과 대륙의 충돌에서는 없음	7	B, C
	변환단층에서는 지진 있으나 화산 없음	28	B, G
	대륙판끼리 수렴하거나 변환단층인 경우	8	C, G
반드시 없음	없음	8	A, D
있음	지진대와 화산대가 일치하므로	18	E
	지진이 발생하면 땅이 흔들려 화산활동 생김	12	E
	지각간의 마찰로 마그마 분출	9	B
소 계		100	

지진이 있는 곳에 화산이 항상 있나? 는 문항에서는 53%의 학생들이 반드시 있지는 않다고 응답하였다. 그 내용을 보면 10% 학생들은 판과 판의경계에서 없음을 답하였다. 이 부분은 판의경계중 지진이 있으면서 화산이 발생하는 지역을 세분화하여 생각하지 못하고 단순하게 화산이 없는 곳을 나타낸 응답이었다. 또한 43%의 학생들은 구체적으로 나타내었다. 반드시 없다는 반응을 보인 학생들은 8%로 즉흥적으로 그리고 직관적으로 없다는 생각을 하였다. 있다고 반응을 보인 학생은 39%로 학생들은 다양한 생각을 보였는데 지진대와 화산대가 일치하여서라고 답한 학생들은 18%로 지진대와 화산대가 일치한다는 개념이 인지된 구조가 바뀌지 않아서 응답을 하게 되었음을 알 수 있다. 12%의 학생들은 지진에 의해 땅이 흔들려 화산활동이 생긴다고 답하였다. 이런 응답에 영향을 준 요인을 보면 자신의 경험을 통해 지진이 발생하면 땅이 흔들려 화산활동이 생긴다고 답하였다. 이 학생들은 화산에서 분출되는 마그마가 어떻게 형성되는지에 대한 개념이 형성되어 있지 않다는 것을 확인할 수 있었다. 그리고 또 9%의 학생들은 지각간의 마찰에 의해 화산이 생긴다고 답하였는데, 이 학생들도 마그마 생성에 대하여 개념이 잘못 형성되어 있음을 볼 수 있고 이에 영향을 준 요인을 보면 교과서에서 주로 영향을 받아 이런 생각을 하게 되었다는 것을 알 수 있다.

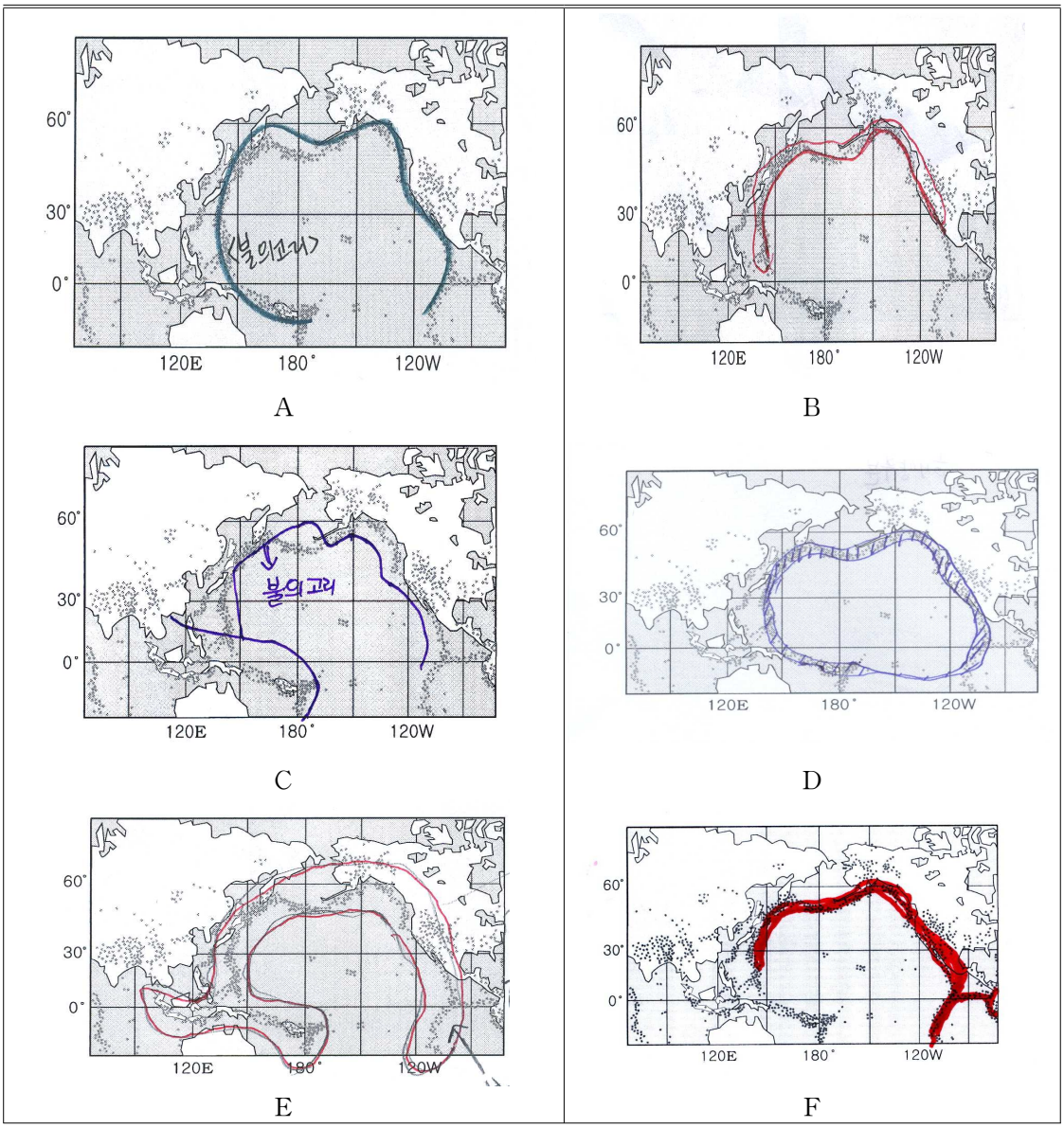


Fig. 8. Different drawings of 'Ring of Fire'.

Table 9. Types of responses to different drawings of 'Ring of Fire'.

응답 형태	비율(%)	응답에 영향을 준 요인
A	31	A
B	21	E
C	8	G
D	36	D, E, G
E	2	G
F	2	D
소 계	100	

화산과 지진이 자주 발생하는 화산대와 지진대가 일치하는 불 의 고리를 드로잉해 보시오. 하는 과제에 대해서는 위의 Fig. 8을 드로잉하게 하고 그 드로잉한 내용의 비율을 Table 9에 나타내었다. 그 내용을 보면 Fig. 8의 D와 같이 드로잉한 비율은 36%로 환 모양으로 나타내었다. 태평양 화산대와 지진대라는 내용에서 환태평양지역이 강조되다 보니까 불의 고리 지역에 대하여 직관적 사고와 자신의 경험 또한 수업시간에 학습 등 종합적인 요인에 의해 둥근 모양을 그려내었고, 31%의 학생들이 A와 같이 태평양지역의 화산대만 드로잉 하였는데 즉흥적으로 드로잉하였음을 알 수 있었다. 또한 Fig. 8의 B와 같이 판의 일부경계만을 표시한 학생도 21%에 달하였다. Fig. 8의 C와 같이 드로잉한 학생들은 8% 이었는데 드로잉하는데 영향을 준 요인을 보면 수업시간에 학습한 내용이 불완전하게 전달되었음을 알 수 있었다. 여기서 보면 대부분의 학생이 불의 고리 지역이 환의 개념에 의해 고정된 인지구조가 바뀌지 않고 직관적이고 즉흥적으로 환모양 및 비슷한 모양을 드로잉 하였음을 알 수 있고 단지 2% 학생만이 Fig. 8의 E와 같이 인도네시아 지역에서 히말라야산맥을 거쳐 지중해에 이르는 지역까지 포함하여 드로잉 하였음을 알 수 있다. 여기서 불의 고리 개념에 대하여 명확하게 학생들의 개념이 형성되어 있지 못하다는 것을 확인해 볼 수 있었다.

마그마에 대한 오개념

마그마영역에서는 마그마의 정의와 섭입경계에서 마그마의 생성위치 그리고 지구 내부 상태에 대한 개념이 서있지 않음을 알 수 있다. 마그마의 정의부분에서는 용암과 동일시하는 경향이 있었고, 마그마의 생성위치에서는 전반적으로 대부분의 학생들이 잘못된 개념을 가지고 있었다. 또한 지구내부에서도 외핵부분에 대한 구성 물질을 묻는 질문에서는 외핵의 구성 물질이 액체로 답한 학생들이 많았으나 액체의 성분및 상태에 대하여서는 잘 알지 못하였고 고체와 기체로 잘못알고 있는 학생도 다수 있었다.

Table 10. Types of responses to the definition of magmas.

응답 형태	응답 내용	비율(%)	응답에 영향을 준 요인
용융	지하 깊은 곳 지각이나 맨틀 물질이 높은 온도에 의해 부분 용융된 물질	4	G
	지각 등이 지열로 용융됨	16	G
판의 경계	판의 경계에서 나오는 것	15	G
	판끼리 충돌로 생긴 마찰열에 암석이 녹음	23	B, C
용암	휘발성분을 가지고 있는 뜨거운 용암	6	A
	땅속에 있는 온도가 높은 용암	25	A
기타	땅속에 있는 뜨거운 기체	2	D
	외핵의 구성 물질	9	G
소 계		100	

그럼 마그마란 무엇인가? 에 대한 학생들의 오개념을 보면 Table 10에서 볼 수 있듯이 특히 용암과 마그마를 많이 혼동하고 있음을 알 수 있다. 용암이라고 표현한 학생들은 31%였는데 이 응답 학생들의 용암의 개념을 알아보기 위한 질문에서는 대부분의 학생들이 “마그마가 용암이 아닌가요” 라고 답하였다. 여기에서 용암과 마그마의 차이점에 대하여 개념형성이 안 되어있는 것을 확인 할 수 있었다. 또한 15%의 학생들은 단순히 판의 경계 나오는 것으로 표현하였고, 뜨거운 기체라고

생각하는 학생도 있었다.

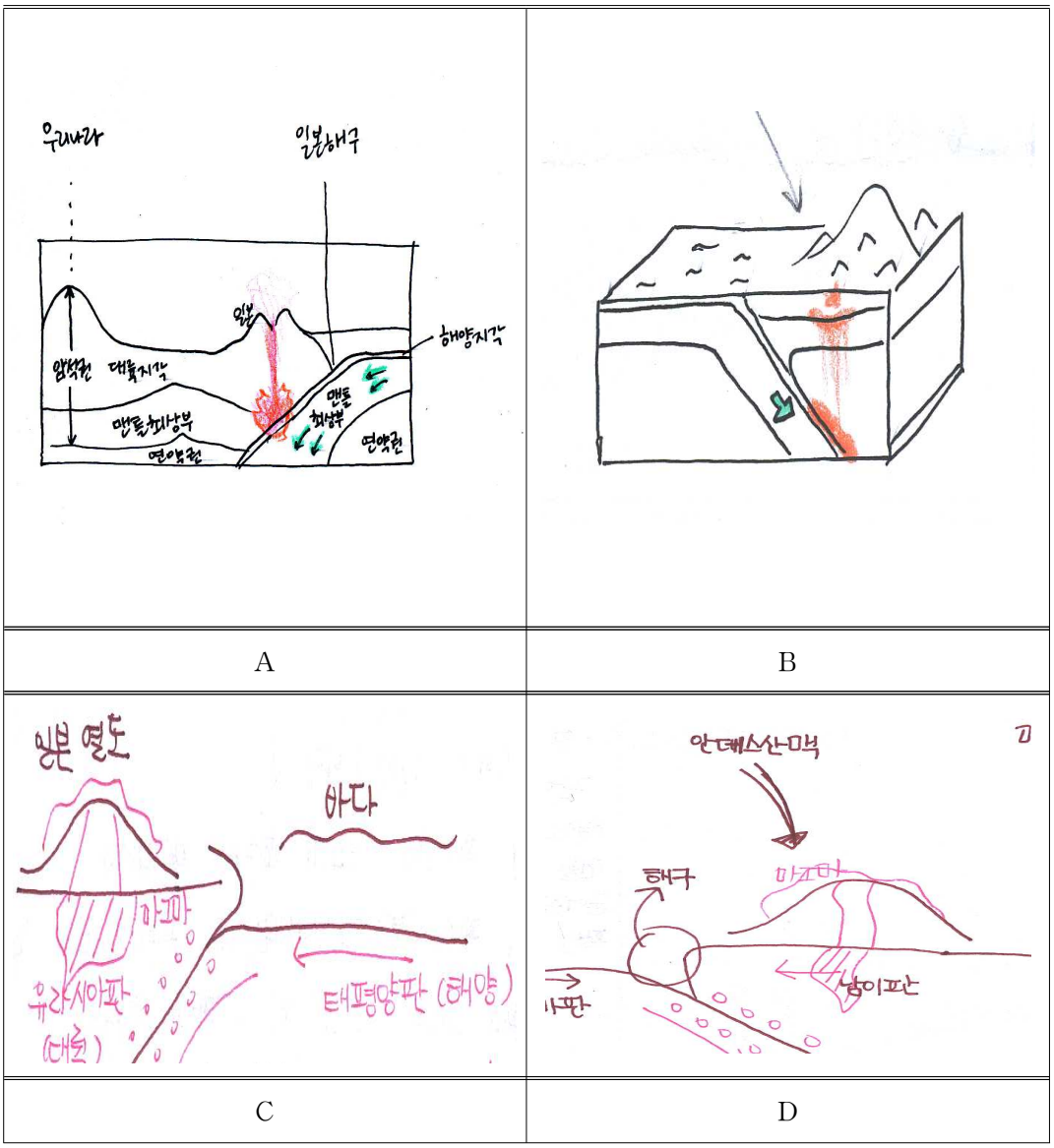


Fig. 9. Different drawings about where in subduction boundaries magma is made.

A. Drawing of Magma Generation at Japan(by Frictional Heat)

B. Drawing of magma generation at Andes Mountains(by Frictional Heat)

C. Drawing of Magma Generation at Japan(by Partial Melting)

D. Drawing of magma generation at Andes Mountains(by Partial Melting)

Table 11. Types of responses to different drawings about where magma is made in subduction boundaries.

응답 형태	그림 선택비율	그림을 선택한 이유	비율(%)	응답에 영향을 준 요인
A(일본 지역)	93	마찰열에 의해	91	C, D
B(안데스 산맥 지역)	91	〃	87	C, D
C(일본 지역)	5	부분용융에의해	6	G, H
D(안데스 산맥지역)	4	〃	4	G, H
무응답(일본 지역)	2		3	
무응답(안데스 산맥지역)	5		9	
소 계 (일본지역, 안데스 지역구분)			100	

다음 문항인 섭입 대에서의 마그마의 생성위치를 알아보면 섭입 대에서의 마그마의 생성위치에 관한 개념조사를 해보기 위하여 섭입대의 대표적인 곳 히말라야 산맥과 안데스 산맥지역의 마그마 생성위치를 드로잉하게 하고 그림을 선택하게 된 이유를 서술하게 하였다.

Fig. 9에서와 같이 약 93%의 학생이 일본 섭입지역을 그림 A 로 선택하였고 안데스 지역은 91%의 학생들이 그림B를 선택하였다. 이는 대부분의 학생이 마그마의 생성위치에 대하여 잘못 인식하고 있고 그 그림을 선택한 이유에도 Table 11에서 보면 대부분의 학생들이 마찰열에 의한 생성된다고 서술하였다. 또한 이러한 답을 하게 된 원인을 알아보고자 이 답에 영향을 준 요인을 설문한 결과 교과서와 참고서에서 정보를 얻게 되었음을 알 수 있다. 이는 섭입지역에서의 마그마형성에 대한 고등학교 과학 교과서 분석연구(박경은 외, 2004)에서 보여주듯이 고등학교 교과서와 참고서에서 마그마 섭입지역의 마그마 생성위치와 마그마 생성원인이 마찰열에 의한 것과 위치가 잘못 나타나 있어서 생긴 결과임을 본 연구에서 확인 할 수 있었다. 그리고 마그마에 대한 내용중에서 지구내부 물질 상태에서 외핵의 상태에 대하여 많은 학생들이 잘못 알고 있는 것을 확인하고 지구 내부 물질 중 외핵의 구성 물질은 무엇인가 구성되어있는가 하는 문항에 대하여 설문하였다.

Table 12. Types of responses to what elements outcore consists of.

응답 내용	비율(%)	응답에 영향을 준 요인
액체	54	A
마그마	5	A
물	2	D
고체	34	A
기체	5	D
소 계	100	

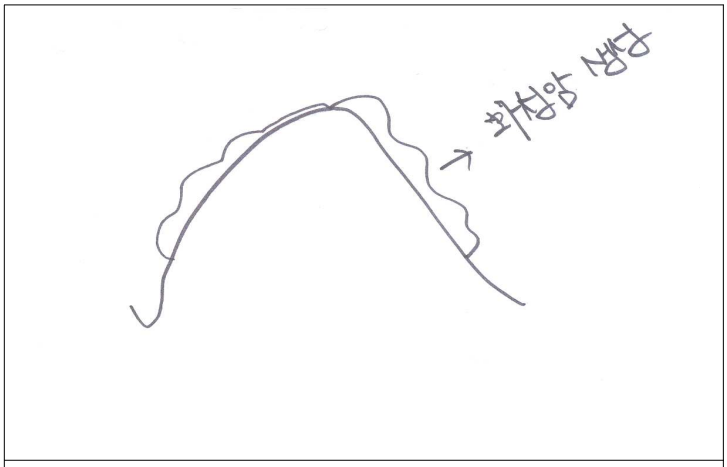
그 결과 대부분 학생들이 구성 물질이 무엇인지 알지 못하였다는 것을 알 수 있다. Table 12에서 분수 있듯이 액체로 되어 있다가 54%였는데 액체성분의 상태에 대하여 질문하여 어떻게 개념을 형성하고 있는지 알아보았다.

연구자 : 외핵이 액체로 구성되어 있다고 했는데 어떤 액체 상태를 의미하지?
학생 : 젤리같이 찐득찐득한 액체요.

찐득찐득한 젤리같은 액체일 것이라고 답하였고, 물이라고 답한 학생들도 있었다. 액체로 답한 학생들에게 어떤 물질의 액체인지에 대하여 추가적으로 질문하였더니 대부분의 학생들이 어떤 성분의 액체로 이루어져 있는지 답하지 못하였다. 또한 고체라고 생각하는 학생들도 있었는데 내핵에 대하여서도 같은 응답내용을 가지고 질문한 결과 내핵의 고체 상태와 혼동하는 모습을 보이기도 하였다. 그리고 기체라고 생각하는 학생들도 있었다. 대부분 답한 학생들은 즉흥적으로 답하였다고 하였다. 이 부분에서 지구내부에 대하여 학생들의 개념이 명확히 서있지 않다는 것을 알 수 있었다.

Table 13. Types of responses to the formation process of rocks.

암석의 종류	형성원인	응답 내용	비율(%)	응답에 영향을 준 요인
화성암	마그마 기원	화산에서 마그마가 분출하여 굳어서	54	A, B, C, D
		변성암이 녹아서 마그마로 분출되어 식어	4	C, G
		분출되지 못한 마그마가 굳어져서	2	B, G
		마그마나 화산재 등이 굳어서 생성	18	B, C
		마그마가 암석을 덮어서	2	G
	화산기원	화산폭발로 생성	20	C, E, G
소 계			100	
퇴적암	풍화침식기원	퇴적물이 풍화, 침식으로 쌓이면서 생성	32	B, C, G, H
		화성암이 풍화, 침식, 운반되어	2	G
	퇴적기원	생물의 유해가 침전 퇴적되어 생성	2	G
		퇴적물이 쌓여 만들어진 것	56	B, C, G
	압력기원	퇴적물사이에 침전물이 압력에 의해 굳어짐	8	C, G
소 계			100	
변성암	열 기원	지열로 인해 성질이 변한 암석	46	C, G
	압력기원	압력을 받아서	22	B, G
	열과 압력기원	지표에서 열과 압력을 받아 성질이 변함	24	C, G
		고온, 고압하의 환경에 놓여	4	C, G
		기존 암석이 높은 열과 압력을 받아 생성	2	C
		기존의 암석이 지각 하부로 들어가 열과 압력을 받아	2	G
소 계			100	



A

Fig. 10. A Drawing of volcanic rock generated by magma eruption.

암석영역에서 화성암, 퇴적암, 변성암이 어떻게 형성되었을까 에 대한 서술에서는 화성암은 단지 마그마의 분출에 의해서 형성된다고 하는 답변이 많았고, 화산재 등의 분출에 의해서 형성된다고 나타내었다. 퇴적암 내용에서는 풍화 침식되어서라는 답변이 많았고, 퇴적물이 쌓여서라는 응답 내용이 많았다. 변성암에서는 열에 의해서 또는 압력에 의해서 그리고 열과 압력에 의해서라는 답변이 많았다. 암석영역에서 보면 학생들이 암석의 종류별 형성과정에 대하여 단순히 한 가지 정도의 자신의 선 개념이 형성된 수준에서 응답을 한 것을 볼 수 있었다. 그러면 암석의 종류별로 알아보자. Table 13에서 볼 수 있듯이 여러 가지 형태의 응답내용을 볼 수 있는데 첫 번째 화성암은 어떻게 만들어 졌을까 하는 문항을 보면 대부분의 학생들이 화성암의 생성에 대하여 종합적으로 서술해 내지 못하고 부분적으로 서술하여 나타내었으며 여러 가지 개념을 형성하였음을 볼 수 있다. 주로 마그마 기원임을 나타내었는데 화성암이 마그마가 분출하여서 생성된 것으로만 주로 개념이 형성되어 있었다. 이 학생들에게 영향을 준 요인을 보면 즉흥적, 교과서, 참고서, 직관적 등의 여러 가지 요인이 있었는데 교과서와 참고서를 선택한 학생들이 많았다. 그래서 마그마 분출에 의해 화성암이 생성되는 부분이 어떻게 인식되고 있는지 확인하기 위하여 응답 학생 중 한명에게 화성암이 생성되는 모습을 드로잉 하게 하였다.

그 결과 그 학생은 Fig. 10의 A와 같은 화산암의 형성에 관한 내용을 드로잉 하였다. 이것은 학생들이 개념형성과정에서 영상적으로 교과서와 참고서의 내용이 단순하게 일부분만이 개념에 형성되어 진 것을 확인 할 수 있는 부분이다. 또한 교과

서와 참고서의 어떤 부분에서 영향을 받았는지 질문하여 보았다.

연구자 : 왜 너는 마그마가 분출하여서 화성암이 생성된다고 생각하게 되었니?
학 생 : 중학교 때 교과서와 참고서에 나와 있는 화산 그림을 보면 화성암의 생성을 알 수 있어요

라고 답하였다. 여기에서 저학년에서의 교과서와 참고서에서 영향을 받은 것을 확인 할 수 있었다. 이러한 결과는 광물과 암석에 대한 고등학생들의 대안개념 이해의 특징(위수민 외, 2007)에서 나타난 것과 같이 비슷하게 나타났다. 본 연구에서는 화산암 형성을 화성암으로 나타내는 부분에 대하여 영향을 미친 요인을 확인할 수 있었고 구체적으로 학생들이 생각하는 화성암의 생성에 대하여 형상화 하여 알아볼 수 있었다. 그리고 20%의 학생들은 화산폭발로 생성되었다고 답하였는데 이는 교과서, 경험에서, 수업에서 등으로 답하였다. 이 부분에서는 어떠한 수업에 의해 영향을 받았는지 알아 보기위해 수업이라고 답한 학생에게 질문하였다.

연구자 : 어떤 경험에 의해서 답하게 되었니?
학생 : 다큐멘터리를 보면 화산이 폭발할 때 화산재 등이 날리고 여러 가지 물질들이 나오잖아요. 그 물질들이 뭉쳐져서 만들어지는 것 아닌가요.

라고 답하였다. 여기에서 응답 학생은 다큐멘터리 등을 본 경험에 의해서 개념이 형성된 것을 확인 할 수 있었다. 종합하여 보면 학생들은 화성암의 개념이 단순히 화산암의 생성과 같은 형태로 단순화 되어 학생 각자에게 내면화 되어있다는 것을 알 수 있었다.

두 번째로 퇴적암은 어떻게 생성되었을까 에 대한 문항에서는 34%의 학생들이 풍화 침식에 의해서 생성되었다고 나타내었다. 이는 퇴적암의 생성과정에 대하여 구체적인 작용을 설명하지 못한 것이다. 교과서와 참고서 수업에 의한 학습과 웹사이트에서 영향을 받았다고 응답했다.

세 번째로는 변성암은 어떻게 생성되었을까 하는 문항에서는 대다수의 학생들이 열이나 압력 한 가지에 의해서 생성되었다고 답하였다. 변성암의 생성에서도 학생들은 종합적으로 변성암의 생성에 대하여 나타내지 못하고 단편적으로 나타내었음을 볼 수 있다. 열 기원으로 답한 학생은 46%로 열에 의해 변성된다고 설명하였고 참고서와 수업에서 영향을 받았음을 알 수 있다. 압력에 의해서 생성된다는 학생은

22%로 교과서와 수업에서 영향을 받았다는 것을 볼 수 있다. 열과 압력기원으로 답한 학생은 32%의 학생들이었고 교과서와 수업에서 영향을 받았다.

판구조론에 대한 오개념

판구조론에서의 오개념은 판의 정의, 대륙판과 해양판의 정의, 해령과 열곡의 정의, 충돌경계의 정의, 해구와 베니오프대의 정의, 자바해구의 정의, 습곡산맥의 정의이었는데 판의 정의 부분에서는 판을 지각과 혼동하는 개념 형성이 많이 있었고, 대륙판과 해양판에서는 대륙과 해양의 위아래에 해당된다는 생각이 많이 있었다.
해령과 열곡에서는 해령부분이 대륙이 생성되는 곳이라는 개념과 수렴형경계로 잘못알고 있는 경우도 있었고, 열곡부분에서 특히 오개념 형성이 많이 있었는데 대륙판과 대륙판의 발산지점이라는 생각을 많이 가지고 있었다. 또한 섭입경계와 충돌경계에서는 주로 충돌경계에서 오개념형성이 되어 있었는데 섭입경계로 잘못 아는 경우가 많았다. 그리고 해구와 베니오프대에서는 해구에 대한 오개념은 그리 많지 않았는데 베니오프대에 대해서 해구로 인해 생기는 진원지로 잘못알고 있었다. 자바 해구지역에서는 베니오프 경사 지역을 잘못 아는 경우가 많았으며 형성원인을 잘못 아는 경우도 많았다. 그럼 판구조론에서 나타나는 판의 오개념부터 보면

Table 14. Types of responses to the definition of plates.

응답 형태	응답 내용	비율(%)	응답에 영향을 준 요인
단순 위치	지각	26	B, C
	암석권의 일부	10	D, G
	맨틀 대류에 의해 이동하는 지각의 일부	29	D
	암석권에서 연약권까지	6	B, G
구체적 위치	지각과 상부맨틀의 일부를 포함하는 두께 약 100km의 암석권의 조각	11	B, C, G
	지각과 상부맨틀의 일부를 포함한 부분	18	B, C, G
소 계		100	

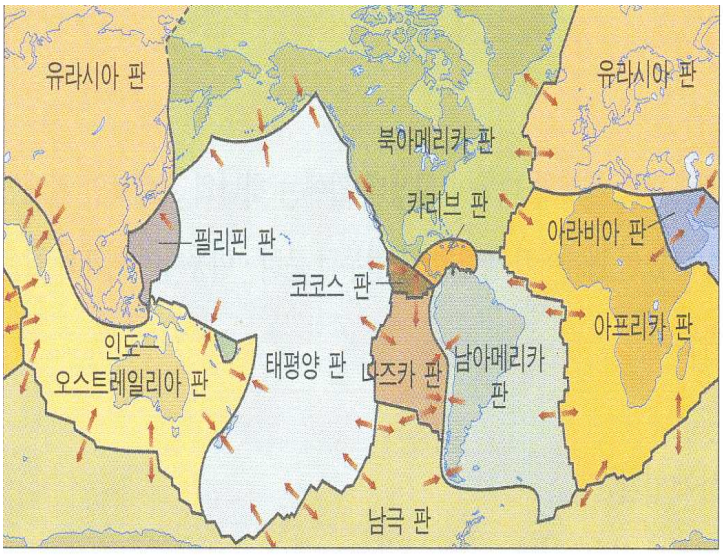


Fig. 11. Plate boundaries(Yoo, Yeong-Seon, Lee, Jeong-Sik, 2007).

판이란 무엇인가에 대한 문항에서는 29%의 학생들이 구체적으로 위치를 서술하여 나타내었고 단순히 일부분의 위치를 나타내는 답변이 71%를 나타냈었다. 판의 개념에 대하여 여러 가지 유형의 답변을 보였는데 지각이라고 답변을 한 학생의 비율은 26%였다. 판을 지각과 혼동하여 나타내었는데 그 답에 영향을 준 요인을

보면 교과서와 참고서였다. 이것을 확인하기 위해 위와 같이 답한 학생들을 면담하여 질문하였다. 왜 지각이라고 답하였는지에 대하여 질문하였다.

연구자 : 판을 지각이라고 한 이유가 무엇이니?
학 생 : 교과서에 보면 세계지도 그림위에 판의 경계가 그려져서 판의 이름이 쓰여져 있어요

라고 답변을 하였다. 그래서 그 학생에게 참고서의 내용을 지목하게 하였다. 그 내용은 Fig. 11의 그림을 제시하였다. 여기에서 위에서 내려다 본 그림에 의해 판을 지각이라고 생각하는 선 개념이 형성되었음을 확인 할 수 있었다. 그리고 맨틀 대류에 의해 이동하는 지각의 일부라고 답한 학생은 29% 의 비율이었다. 꽤 많은 학생들이 판을 지각의 일부라 표현하였다. 이 학생들은 직관적으로 이런 답을 하였음을 알 수 있다. 이 부분에서 오개념의 전형적인 모습을 볼 수 있었다. 또한 암석권의 일부라는 답을 한 학생들은 10%에 달했다. 이 문항에서는 직관적인 요인과 수업시간의 학습내용에 의해 형성되었음을 확인할 수 있었다. 6%의 학생들은 암석권과 연약권까지라고 답하였는데 연약권의 상태에 대하여 교과서와 학습내용에서 오개념이 형성되었음을 알 수 있었다. 이러한 결과는 지각과 지구 내부에 대한 고등학생들의 대안개념연구(정구송과 정진우, 2007)에서 나타난 것과 같이 비슷하게 나타났으며 본 연구에서는 구체적으로 학생이 영향을 받은 부분을 확인해 볼 수 있었다.

Table 15. Types of responses to definitions about continent plates and ocean plates.

판의 종류	응답 내용	비율(%)	응답에 영향을 준 요인
대륙판	대륙에 있는 판	36	A, B, G
	대륙지각 밑에 부분	8	B
	대륙아래에 있는 부분	24	B, C, G
	대륙위에 있는 부분	19	D
	대륙지각과 상부맨틀로 이루어진 것으로	13	G
소 계		100	
해양판	해양에 있는 판	42	A, B, G
	해양지각의 밑 부분	9	B
	해양 아래 부분	24	B, G
	해양 위에 있는 부분	14	D
	해양지각과 상부맨틀로 이루어진 것으로	11	G
소 계		100	

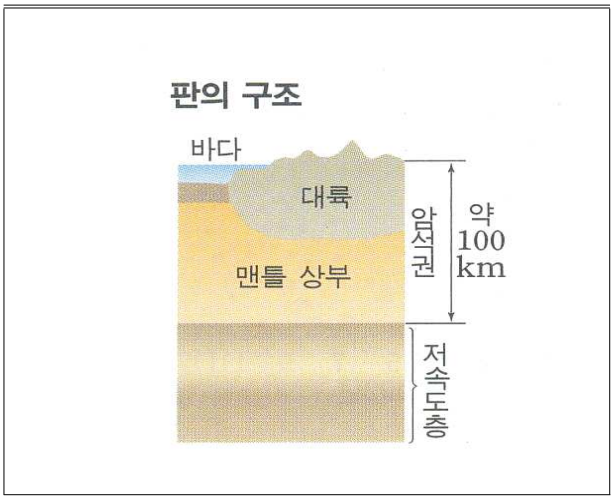


Fig. 12. Structures of plates(Yoo, Yeong-Seon, Lee Jeong-Sik 2007).

판의 정의에 대한 개념에서 생각보다 많은 오개념이 형성되어 있어서 판을 세분

화 하여 해양판과 대륙판이란 무엇인가? 에 대해 세부적으로 문항을 제시해 보았더니 여러 가지 유형의 응답 내용을 보였다. 대륙판에 대해서 보면 단편적으로 대륙에 있는 판 이라고 답한 학생이 36%에 이르렀다. 이 학생들은 즉흥적이고 교과서에 나와 있는 내용과 수업시간의 학습내용등 다양한 요인에 의해 개념이 형성되었음을 알 수 있었고 대륙지각의 밑 부분이라고 응답한 학생은 8%로 교과서에서 영향을 받았다. 또한 대륙아래에 있는 부분은 24%로 응답에 영향을 준 요인은 대부분 위의 대륙지각 밑 부분이라는 응답 내용에서의 응답원인과 비슷한 교과서에서 영향을 받은 비율이 높았고, 참고서와 수업에서 영향을 받았다. 이것에 대하여 영향을 준 부분을 확인하기 위해 질문을 하였다.

연구자 : 대륙지각의 밑 부분이라고 생각하게 된 교과서의 그림은 어느 것이지?
학생 : 참고서에 보면 지각과 맨틀부분의 그림이 나와 있어요

그래서 이 부분의 참고서 그림을 찾아보게 하였더니 Fig. 12같은 그림을 제시하였다. 여기에서 이 학생이 참고서의 내용에 영향을 받아 잘못 개념이 형성되었다는 것을 확인 할 수 있었다. 12%의 학생들은 대륙위에 부분이라는 답을 하였다. 해양판에서는 42%의 학생들이 즉흥적으로 교과서와 수업에서 영향을 받아 해양에 있는 판이라고 답하였고, 해양지각의 밑 부분이라는 답이 9%로 대륙판과 거의 같은 비율을 보였고 교과서에서 영향을 받았고 응답 이유도 질문을 통해 확인한 결과 같은 이유였다. 해양 아랫부분이라는 응답도 24%로 많았는데 단순히 해양 아랫부분이라고 답하였다. 여기서는 교과서와 수업에서 영향을 받아 오개념이 형성되었다. 그리고 해양위에 있는 부분은 14%로 직관적인 요인에 의해 영향을 받았음을 알 수 있다.

Table 16. Types of responses to the definition of rifts and ridges.

응답 형태	응답 내용	비율(%)	응답에 영향을 준 요인
해령	새로운 해양지각이 생성되는 해양저 산맥	10	B
	해양판과 해양판의 발산지점	46	G
	판의 발산경계	12	B, G
	대륙이 생성되는 곳	9	A
	지각이 생성되는 곳	15	B
	수렴형 경계	8	D
소 계		100	
열곡	대륙판과 대륙판의 발산	57	A, D
	수렴형 경계	7	D
	발산경계와 수렴경계가 아닌 곳에서 화산분출지역	2	B
	판과 판의 경계	10	B
	마그마 나오는 곳	6	B
	해령의 정상부가 갈라지면서 형성되는 v자 모양의 골짜기	18	B, G
소 계		100	

해령과 열곡의 정의에 대한 문항에서는 해령에 대한 정의는 대체로 잘 알고 있었으나 열곡의 정의에 대하여 잘 나타내지 못하였다. 해령에 대하여 8%의 학생들은 수렴형 경계라고 나타내었는데 직관적으로 답을 하였음을 알 수 있다. 열곡에서는 57%의 학생들이 대륙판과 대륙판이 발산한 경계라고 답하였다. 여기서 보면 많은 학생들이 열곡의 정의에 대하여 잘못알고 있다는 것을 알 수 있었다. 영향을 준 요인을 보면 즉흥적이고 직관적으로 라고 답하였다. 여기서 보면 열곡에 대하여 많은 학생들이 해령과 혼동하고 있다는 것을 알 수 있었다. 해령이 해양판과 해양판의 발산지점이다 라고 답한 학생의 많은 수가 열곡에서의 대륙판과 대륙판의 발산경계라고 답하였다. 그래서 응답 학생에게 면담을 통하여 질문하였더니

연구자 : 대륙판과 대륙판이라고 답하게 된 이유가 무엇이니?
학 생 : 해령이 해양판끼리의 발산경계이기 때문에요.

라고 답하였다. 즉 열곡에 대한 개념이 잘 형성되어 있지 않기 때문에 위의 Table 16에서 볼 수 있듯이 7%의 학생들은 수렴형경계라고 답하였다. 영향을 준 요인은 직관적으로 였다. 그리고 2%의 학생들이 발산경계와 수렴경계가 아닌 곳에서 화산분출지역이라고 답하였고 18% 학생들만이 열곡에 대하여 구체적으로 정의를 서술하였음을 알 수 있었다.

Table 17. Types of responses on the definition of subduction boundaries and collision boundaries at convergent boundaries.

응답 형태	응답 내용	비율(%)	응답에 영향을 준 요인
섭입경계	판과 판이 만나서 판이 들어감	52	B, C, G
	서로 밀도가 다른 판 끼리 충돌	8	G
	두개의 판이 서로 멀어지는 곳에서 생성	2	A
	밀도가 큰 해양판이 밀도가 작은 대륙판 아래로 들어가서 해구 생성	38	B, C, G
소 계		100	
충돌경계	판이 생성되는 곳	5	A
	밀도가 다른 두개의 판이 충돌	22	A, C
	두개의 판이 만나 한 판이 들어감	36	A, C, D
	밀도가 같은 두 대륙판이 충돌하여 형성	37	B, C, G
소 계		100	

수렴형 경계에서 섭입 경계와 충돌 경계란 무엇일까? 라는 문항에서는 Table 17에서 나타난 것 같이 섭입경계에 대해서 학생들은 대부분 개념을 잘 형성하고 있었다. 38%의 학생들이 구체적으로 섭입경계에 대하여 설명하였고, 52%의 학생들이 섭입경계에 대해 대체적으로 잘 설명하였다. 2%의 학생들이 판이 발산하는 경계로 잘못알고 있었는데 즉흥적으로 답하였고, 8%의 학생들은 섭입경계를 충돌한다고 서술하였다. 충돌경계에 대하여서는 여러 가지 오개념을 가지고 있었다. 충돌경계와 섭입경계를 동일시하는 경향이 보였다. 5%의 학생들은 판이 생성되는 곳으로 잘못 알고 있었고 즉흥적인 요인으로 답하였다. 58%의 학생들은 밀도가 다른 두개의 판이 충돌한다고 답하여 섭입경계와 혼동하고 있음을 보여주었다. 응답학생의 대부분이 교과서에서 영향을 받았다고 답한 것을 확인하기 위해 질문을 하였다.

연구자 : 충돌경계가 성질이 다른 두 개의 판에 의해 생성된다고 생각하게 된 이유는 무엇이지?

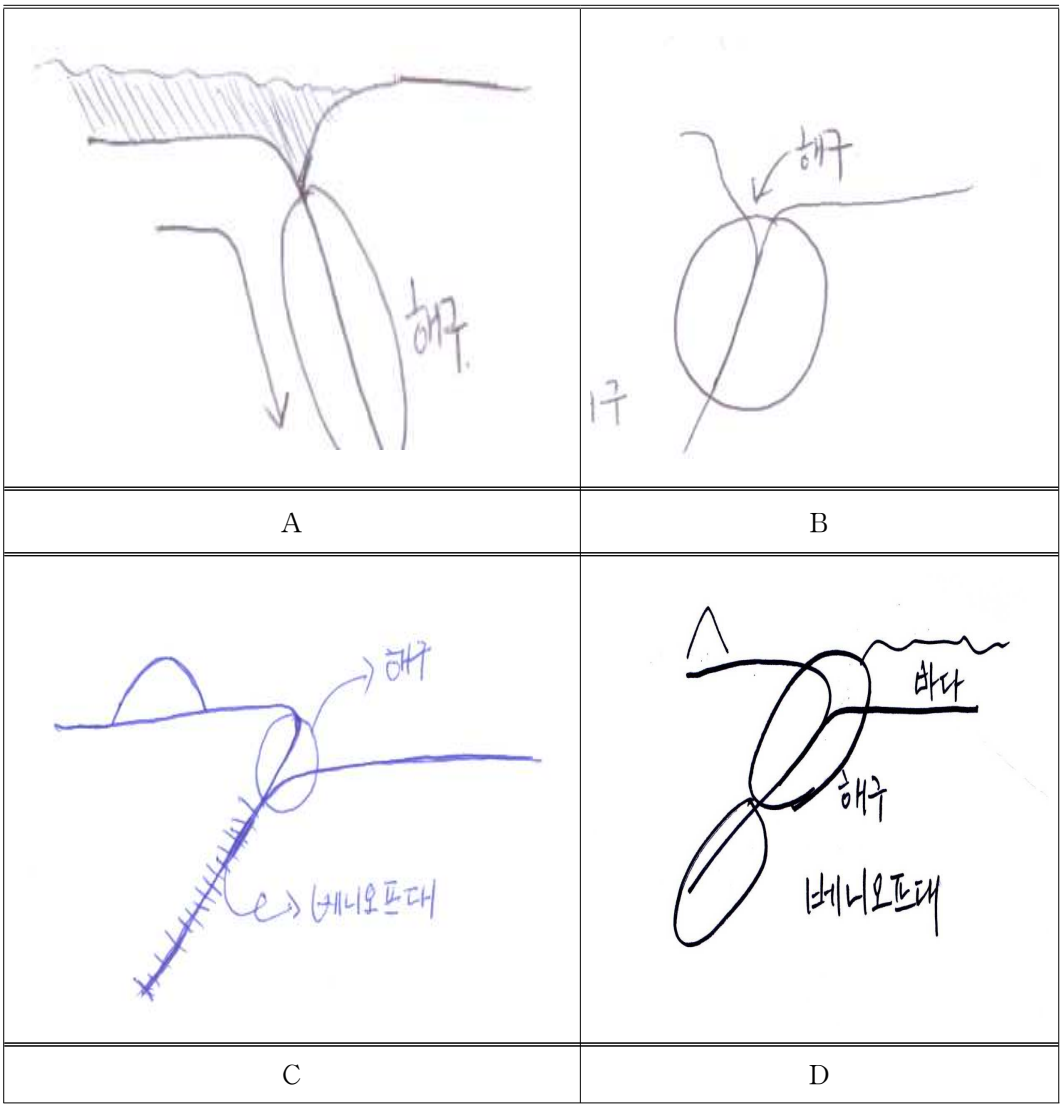
학 생 : 교과서에 보면 일본 해구쪽에서 충돌이 일어나잖아요.

라고 답하였다. 여기에서 이 학생은 수렴형 경계에서 해구의 섭입경계를 충돌경계와 유사한 것으로 생각하고 있음을 알 수 있는 부분이었다. 그럼 수렴경계에서 혼동을 자주하는 해구와 베니오프대의 정의에 대하여 알아보자.

Table 18. Types of responses to the definition of trenches and benioffs.

응답 내용	응답 이유	비율(%)	응답에 영향을 준 요인
해구	대륙판이 해양판으로 들어감	5	B
	밀도 높은 대륙이 밀도 낮은 대륙으로 수렴	8	B
	밀도 높은 판이 밀도 낮은 판 밑으로 들어감	6	B, C
	깊은 바다속	8	G
	수렴하는곳	57	B, C
	골짜기	2	
소 계		100	
베니오프대	해구밑	33	A, C, G
	해구로 인해 생기는 진원지	31	G
	두판의 충돌 경계면	15	C
	해구 밑에 지진이 일어나는 곳	16	H
	무응답	5	
소 계		100	

해구와 베니오프대란 무엇일까? 라는 문항에서는 Table 18에서 볼 수 있듯이 해구와 베니오프대에 대하여 개념형성이 잘 안되어 있다는 것을 알 수 있다. 해구에 대한 질문에서는 수렴하는 곳이라고 나타낸 학생이 57%로 해구지역에 대한 막연한 개념만이 형성되어 있다는 것을 볼 수 있었고 깊은 바다 속이라고 나타낸 학생들도 8% 정도 되었다. 베니오프대에 대한 문항에서는 전반적으로 개념형성이 잘안된것을 알 수 있는데 33%의 학생들은 단순히 해구 밑이라고만 나타내었고, 31%의 학생들은 해구 때문에 생긴 진원지로 잘못 알고 있었다. 15%의 학생이 두 판의 충돌 경계면으로 잘못 알고 있었고, 응답하지 않은 학생들이 5%정도 되었다. 해구와 베니오프대에 대한 서술을 하게 한 후에 학생들이 해구와 베니오프대에 대한 개념의 형성정도를 더욱 세부적으로 알아보기 위해 해구와 베니오프대에 대하여 드로잉 을 하게 해보았다.



A	B
C	D

Fig. 13. Different drawings of a trench and benioff zone.

Table 19. Different drawings of a trench and benioff zone.

응답 내용	비율(%)	응답에 영향을 준 요인
A	14%	A, C, G
B	62%	A, B, D, G
C	13%	C, G
D	5%	A
무응답	6%	
소 계	100	

Fig. 13은 학생들에게 드로잉하게 해서 나타난 해구와 베니오프대에 대한 여러 가지 유형이고 Table 19는 Fig. 13에서 나타난 드로잉 유형에 따른 학생들의 드로잉 비율을 나타낸 것이다. 여기에서 보면 대부분의 학생들이 해구와 베니오프대에 대하여 잘 구분하지 못함을 확인할 수 있다. Fig. 13의 A형태를 보면 14%의 학생들이 해구의 위치를 베니오프대로 표시한 것을 볼 수 있다. B형태로 표시한 학생은 62%로 대다수의 학생들이 해구지역과 베니 오프지역을 모두다 해구라고 표시한 것을 볼 수 있고 무응답이 6%에 해당 되었다. C형태로는 13%의 학생들이 해구와 베니오프대를 구분하여 드로잉하였고 D의 형태로 5%의 학생들이 해구 부분을 베니오프대의 일부가 포함된 부분을 해구로 표시하였다. 해구 부분에 대하여 연구를 하던 중 학생들이 일본 해구의 경사면을 잘 파악하지 못하는 것을 파악하고 일본 해구와 경사방향이 반대로 나타나는 자바해구에 대하여 학생들에 설 문하여 보았다. 그래서 학생들의 경사방향에 대한 생각을 알아보기 위하여 학생들에게 자바해구에 대하여 드로잉하게 해보았다.

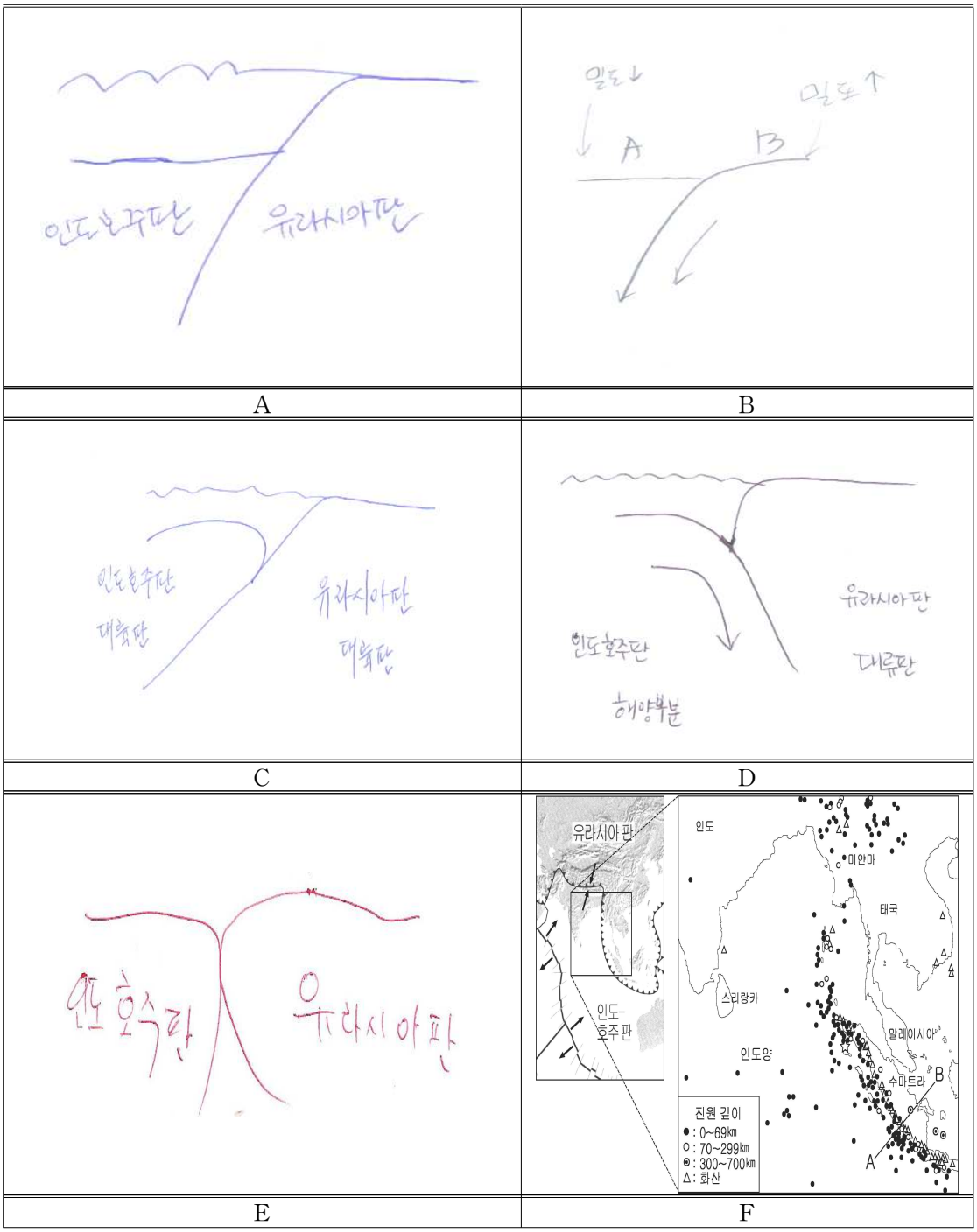


Fig. 14. Different drawings of java's trench.

Table 20. Types of responses to different drawings of java's trench.

응답 형태	비율(%)	영향을 준 요인
A	33	A, B, C, G
B	18	C, G
C	29	C, D, G
D	12	C, G, H
E	6	A, D
무응답	2	
소 계	100	

그 결과 위의 Fig. 14와 같이 자바해구에 대해 학생들은 다양한 형태의 드로잉을 나타내었다. Fig. 14에 F그림은 자바해구지역의 그림으로 학생들에게 드로잉하게 하였더니 Fig. 14에서 나와 있는 여러 형태의 드로잉이 나왔다. 그리고 그 그림들에 대한 응답 비율 비는 Table 20과 같이 나타났었다. Fig. 14의 A형태 드로잉은 유라시아판이 인도·호주판으로 경사져 섭입 되게 나타낸 것인데, 여기의 비율은 33%정도 였는데 영향을 준 요인은 즉흥적으로, 교과서나 참고서에서였다. B형태는 18%였는데 밀도관계를 잘못 파악하여 나타내었다. 드로잉된 곳에서 밀도 관계의 설명을 보면 인도·호주판과 유라시아판의 밀도 관계를 올바르게 알지 못해서 유라시아판이 섭입된 형태로 나타내었으며 교과서와 학습한 내용이 영향을 준 것을 알 수 있었다. C형태를 보면 29%의 비율이었는데 인도·호주판과 유라시아판을 대륙판으로 표시하였다. 대륙판끼리의 섭입에 의해 베니오프대가 형성된 것으로 표시한 내용에서 인도·호주판의 형태에 대하여 구체적으로 알지 못함을 알 수 있었고 교과서와 참고서, 수업시간에 영향을 받은 것을 확인하고 질문을 통해서 인도·호주판과 유라시아판의 수렴형경계인 히말라야 조산대에서 나오는 내용에서 영향을 받아 선 개념이 형성된 것을 확인할 수 있었다. D형태는 12%로 인도· 호주판의 해양부분이 유라시아판 밑으로 섭입된 형태를 나타내었는데 참고서와 수업시간 그리고 웹사이트에서 정보를 취득하여 영향을 받은 것으로 나타났다. Fig. 14의 E형태는 판의 수렴경계에 대하여 개념 형성이 되지 않았으며 직관적으로 드로잉 하였음을 알 수 있다.

Table 21. Types of responses to the definition of fold-mountain ranges.

응답 형태	응답 내용	비율(%)	응답에 영향을 준 요인
대륙판끼리 충돌	대륙판끼리 충돌에 의해 퇴적물이 융기하여 생성	38	B, C, G
	대륙판끼리 밀도가 같아서	16	C, C
대륙판과 해양판의 충돌	대륙판과 해양판의 충돌에 의해	5	C, G
	대륙판끼리의 혹은 대륙판과 해양판의 충돌에 의해	2	G, H
	지각과 지각사이의 횡압력에 의해	2	C
	두 대륙 사이의 해저지층이 습곡 융기 하여 생성	2	G
	판과 판의 경계에서 횡압력 받아	31	B, C, G
	횡압력에 밀려	4	
소 계		100	

습곡 산맥은 어떻게 형성되나? 하는 문항에서는 대부분의 학생들이 판의 충돌로 서술하였는데 Table 21에서 볼 수 있듯이 54%의 많은 수의 학생들이 대륙판끼리의 충돌에 의한 것이라고 답하였다. 이는 지각과 지구내부에 대한 고등학생들의 대안개념연구(정구송과 정진우, 2007)에서 나타난 것과 같이 산맥형성에 대하여 응답학생의 75%의 학생들이 지닌 개념과 비슷한 결과를 얻을 수 있었고 이에 답한 학생들에게 영향을 미친 요인을 보면 교과서와 참고서에서 그리고 수업시간에서 해당되었다.

구체적으로 내용을 알아보기 위해서 이 답을 서술한 학생에게 어떤 수업내용이었는지 질문하였다.

연구자 : 습곡산맥 형성에 영향을 미친 수업 내용은 무엇이니?
학 생 : 인도 호주판과 유라시아판의 수렴경계에서 습곡산맥을 형성하지 않나요.

라고 답하였다. 여기에서 수업에서의 히말라야 산맥의 형성내용이 영향을 주었음

을 알 수 있었다. 여기에서 우리는 수업내용이 학생의 개념 형성에 지대한 영향을 미친다는 것을 확인 할 수 있었다. 또한 대륙판과 해양판의 충돌에 의해서 라는 답은 5%정도였는데 이 학생들이 답을 하는데 영향을 준 요인에 대하여 보면 참고서와 수업에서였다. 대륙판끼리의 혹은 대륙판과 해양판의 충돌에 의해서는 2%를 차지하였다. 이 답을 한 학생들은 교과 수업과 웹사이트에서 정보를 취득함을 알 수 있었다. 횡압력에 의해서는 37%의 학생들이 답하였고 2%의 학생들은 두 대륙사이 해저지층이 습곡, 융기하여 생성되었다고 답하였다.

V. 결론 및 제언

이 연구는 오개념이 학생의 일상적인 경험이나 관찰, 교과서, 참고서, 텔레비전과 같은 방송매체, 직관적사고, 문화적 영향등 여러 요인에 의해 오개념이 형성된다는 선행 연구결과를 근거로 고등학교 10학년에 과학 지구의 변동 단원에서 학생들이 가지고 있는 오개념을 분석하여 보았다. 연구결과를 종합하여 내린 결론은 다음과 같다.

연구영역에서 학생들은 많은 오개념을 가지고 있는 것을 확인 할 수 있었다.

첫째 화산과 지진영역에서는 화산의 정의에서 마그마 분출만을 가지고 서술하였고 28%의 학생들이 판의 충돌로 마찰에 의해 생긴 열의 폭발로 잘못알고 있었다. 또한 17%의 학생이 지진에 의해 마그마가 나오는 곳으로 알고 있었다. 지진의 정의에서는 단순히 흔들리는 것으로 나타내었는데 19%의 학생이 단층과 같게 생각하는 오개념을 형성하고 있었다. 이는 교과서와 참고서에 나와 있는 그림에 의해 영향을 받아 오개념이 형성되었음을 알 수 있다. 또한 지진의 형성과정에서는 종합적으로 나타내지 못하고 일부분만을 가지고 나타내었는데 이 부분은 교과서와 다큐멘타리를 본 경험에 의해 단지 흔들린다는 개념이 형성되어 있었고, 판구조론적 입장에서 설명을 주로 하였다. 그리고 지진이 있는 곳에 화산이 있는지에 대한 문항에서는 잘못된 개념을 형성한 학생들은 반드시 없다는 답과 있다는 답을 한 학생들이 47%정도 되었는데 생활속에서 느끼거나 경험에 의해 그리고 교과서에서 영향을 받았음을 알 수 있다. 불의 고리에 대한 내용 등에서는 98%의 학생들이 태평양 지역만을 나타내었었다. 이 영역에서 영향을 준 요인을 보면 교과서와 경험에서 가장 많은 영향을 받아 오개념을 형성하였고, 직관적인 사고와 참고서에서 다음으로 영향을 많이 받았으며, 나머지 영향은 즉흥적, 수업시간에서 받았다.

둘째 마그마 영역에서는 마그마의 정의와 섭입경계에서 마그마의 생성위치 그리고 지구 내부 상태에 대한 개념이 서있지 않음을 알 수 있다. 마그마의 정의 부분에서는 31%의 학생들이 용암과 동일시하는 경향이 있었고, 23%의 학생들이 마찰열에 의해 암석이 녹는다는 오개념을 가지고 있었다. 또한 15%의 학생들은 판의

경계에서 나오는 것으로 일반화하여 개념을 형성하고 있었고, 마그마의 생성위치에서는 일본지역은 93%의 학생들이 그리고 안데스지역에서는 91%의 학생들이 잘못된 개념을 가지고 있었는데 이는 교과서와 참고서의 잘못된 그림에 영향을 받아 나타났음을 알 수 있다. 또한 지구내부에서도 외핵부분에 대한 구성 물질을 묻는 질문에서는 외핵의 구성 물질이 액체로 답한 학생들이 많았으나 액체의 성분및 상태에 대하여서는 잘 알지 못하였고 34%의 학생들이 고체로 2%의 학생들이 기체로 잘못알고 있었는데 직관적으로 답하였음을 알 수 있었다. 이 영역에서 영향을 준 요인을 보면 교과서와 참고서, 직관적 사고에 의해서 가장 많은 영향을 받아 오개념을 형성하였고, 즉흥적, 수업에서 다음으로 영향을 많이 받았으며, 나머지 영향은 자신의 경험에서 받았다.

셋째 암석의 종류별 생성영역에서는 화성암, 퇴적암, 변성암이 어떻게 형성되었을까에 대한 서술에서는 화성암부분은 60%의 학생들이 단지 마그마의 분출에 의한 화산암의 생성을 화성암의 생성으로 생각하는 경향이 많았는데 주로 교과서와 참고서에서 영향을 받았음을 알 수 있다. 또한 화산재 등의 분출에 의해서 형성된다고 나타내었다. 퇴적암 내용에서는 풍화 침식되어서라는 답변이 많았고, 퇴적물이 쌓여서라는 응답 내용이 많았다. 변성암에서는 열에 의해서 또는 압력에 의해서 그리고 열과 압력에 의해서라는 답변이 많았다. 암석영역에서 보면 학생들이 암석의 종류별 형성과정에 대하여 단순히 한 가지 정도의 자신의 개념이 형성된 수준에서 응답을 한 것을 볼 수 있었다. 이 영역에서 영향을 준 요인을 보면 교과서와 참고서, 수업에 의해서 가장 많은 영향을 받아 오개념을 형성하였고, 즉흥적, 직관적 사고에 의해서 다음으로 영향을 많이 받았으며, 나머지 영향은 자신의 경험에서 받았다.

넷째 판구조론 영역에서의 오개념은 판의 정의에서 71%의 학생들이 판의 일부분을 판으로 잘못알고 있었고, 대륙판과 해양판의 정의에서 대륙판은 87%의 학생들이 그리고 해양판은 89%의 학생들이 판의 위아래 및 지각의 위아래 부분으로 잘못알고 있었는데 교과서와 참고서 그리고 수업에서 영향을 받았음을 알 수 있다. 해령과 열곡의 정의에서는 해령에서는 비교적 개념형성이 잘되어있었는데 9%의 학생들이 대륙판의 생성장소로 8%의 학생들이 수렴형 경계로 잘못알고 있었고, 열곡에서 66%의 학생들이 수렴형 경계 그리고 대륙판의 발산지역등으로 잘못알고

있었다. 또한 충돌경계의 정의 부분은 63%의 학생들이 섭입경계및 발산경계로 잘못 알고 있었다. 해구와 베니오프대의 정의에서는 해구부분에서는 해구에 대해서는 교과서와 참고서, 수업시간에 학습한 내용에 영향을 받아 막연하게 개념을 설명하였고, 베니오프대 부분에서는 참고서, 수업, web사이트의 영향을 받아 79%의 학생이 해구밑및 충돌경계로, 해구에 의한 진원지 등으로의 오개념이 형성되어 있었는데 이 부분은 드로잉을 통하여 확인한 결과 81%의 학생들이 잘못 드로잉한것을 확인할 수 있었다. 해구와 베니오프대를 자바해구의 경사방향에서는 86%의 학생들이 경사방향을 잘못알고 있었고, 습곡산맥의 형성에 대해서는 주로 판의 충돌로 설명하였다. 이 영역에서 영향을 준 요인을 보면 즉흥적, 교과서와 참고서, 직관적 사고, 수업에 의해서 주로 영향을 받았음을 알 수 있다. 이와 같이 분석한 결과를 보면 지구의 변동단원에서 주로 교과서와 참고서가 개념 형성에 영향을 미쳤으며 경험이나 수업 그리고 직관적사고등에 의해 개념이 형성된 부분들을 확인 할 수 있었다. 이는 교과서에 제시된 내용의 오류, 설명의 불명확성, 사용되는 문자와 기호 그리고 그림, 설명적 모델은 한계성을 갖고(Hershkowitz, 1987 ; Kenealy, 1987)와 학생들은 수업전 그들의 일상적인 경험이나 관찰, 교과서, 참고서, 텔레비전과 같은 방송매체, 문화적 영향 등으로 자연현상에 대해 오개념을 형성하며 중요 원인으로 교과서와 참고서를 지적한 것(채동현, 1995)에서 볼 수 있듯이 오개념의 중요 형성 원인으로 찾아 볼수 있었고 이 외에도 경험이나 수업과 자신의 직관을 이용해 나름대로의 과학 개념을 형성하고 있는데(조부경, 2002)와 같이 직관적사고등에 의해 형성됨을 확인할 수 있었다.

이 연구는 지구의 변동단원에 대한 고등학생들의 오개념을 분석한 결과로 모든 학생들을 대상으로 한 결과로 일반화하기는 어렵지만 지구과학 영역에서 지질분야에 대한 개념 연구가 부족한 현실에서 진행된 것과 오개념형성에 영향을 주는 여러 요인을 교육 현장에서 축적된 내용에 적용하여 보았다는데 의의가 있다. 따라서 학생들이 학습해야 할 필수 지질분야에 대한 개념연구로 확대될 필요가 있으며, 오개념의 여러 유사개념들로의 심층적인 연구가 진행될 필요가 있다.

참고 문헌

김동주, 김형식, 도성재, 이의형, 소칠섭, 윤성택, 이진한, 최선규, 노의근, 이태영, 위수민, 2006, 지구환경과학개론. 시그마프레스, 2-479.

김충환, 이문원, 1988, 고등학교 지구과학 교과과정의 개선을 위한 판구조론개념의 비교 분석. 한국지구과학회지, 9(1), 27-43.

김현주, 1990, 고등학교 지구과학 교육과정의 개선을 위한 판구조론 개념의 분석과 재구성. 이화여자대학교 석사학위논문, 71 p.

김경희, 2005, 아동심리학. 박문각, 4-332.

국동식, 김규성, 지질개념의 오개념과 교과서 분석. 과학교육연구소 논총, 20(2), 82-89.

나진호, 정미영, 경재복, 2005, 인지갈등 수업전략을 통한 초등학생들의 지층에관한 개념 변화. 한국지구과학회지, 26(8), 777-789.

문희수, 최선규, 2001, 지구물질과학. 시그마프레스, 2-500.

박승재, 조희형, 1994, 학습론과 과학교육. 교육과학사, 411 p.

박지연, 이경호, 2004, 과학개념변화 연구에서 학생의 개념에 대한 이해: 오개념에서 정신모형까지. 한국과학교육학회지, 24(3), 621-637.

박수인, 권석민, 김정률, 나기창, 민경덕, 송무영, 신홍렬, 유환수, 이문원, 이재영, 정공수, 1998, 지구과학개론. 교학연구사, 396 p.

박경은, 안건상, 임동일, 2004, 섭입경계에서의 마그마 형성에 대한 고등학교 과학 교과서 분석. 한국지구과학회지, 25(4), 222-231.

위수민, 조현준, 김준석, 김윤지, 2007, 광물과 암석에 대한 고등학생들의 개념 이해의 특징. 한국지구과학회지, 28(4), 424-425.

이기화, 민동주, 2006, 지구에 관한 작은책. 시그마프레스, 1-243.

유영선, 이정식, 2007, 알짬지구과학. 좋은책, 19-25.

안건상, 오창환, 2000, 변성암석학. 시그마프레스, 3-4.

안건상, 2006, 암석의 이해. 조선대학교 출판부, 3-326.

이상룡, 강효진, 김대철, 이동섭, 이재철, 정익교, 허성회, 2006, 해양의 이해. 시그마프레스, 44-56.

유강민, 2002, 지구의 생성과 진화, 시그마프레스, 2-347.

윤성규, 2007, 생물 오개념 연구와 지도. 월드 사이언스, 3-150.

오은숙, 2007, 중학생의 인지수준에 따른 지각변동에 대한 개념 조사. 한국교원대학교 교육대학원 석사논문. 3-45.

정진우, 1991, 중학교 학생들의 지구과학 개념에 대한 오개념의 형성 원인 분석. 한국지구과학회지, 12(4), 304-322.

정구송, 정진우, 2007, 지각과 지구 내부에 대한 고등학생들의 대안 개념. 한국지구과학회지, 28(3), 266-276.

조부경, 고영미, 김효남, 백성혜, 박재원, 박진옥, 임명혁, 2002, 증발과 증발조건에 관한 활동에서 유・초・중학교 학생들의 개념 유형및 학년별 경향성 관한 연구. 한국과학교육학회지, 22(2), 286-298.

조희형, 1985, 고등학교 생물과정에 필요한 기본개념의 확인 및 결정. 한국과학교육학회지, 5(1), 11-17.

조희형, 박승재 편저, 1995, 과학 학습지도. 교육과학사, 624 p.

조선형, 권치순, 김광명, 김정길, 김중욱, 김찬종, 배영부, 서승조, 이면우, 이명제, 이용복, 이제용, 이희순, 임청환, 조혜경, 채동현, 한영욱, 2000, 지구과학개론. 청문각, 3-362.

정구송, 2007, 지구내부에 대한 고등학교 학생들의 정신모형 탐색. 한국지구과학회지, 28(6), 645-654.

정창희, 2005, 지질학개론. 박영사, 5-581.

채동현, 1995, 예비교사들의 방사성 동위원소에 대한 유년적 사고. 한국지구과학회지, 16(6), 469-476.

Bahar, M., 2003, Misconceptions in biology education and conceptual change strategier. Educational Science: The-ory & Practice, 3(1), 55-64.

Driver, R., Guesne, E. and Tiberghien, A., 1985, Children's Ideas in Science (Open Univ. Press : Milton Keynes), 85-86.

Hashweh, M.Z., 1986, Eur. J. Sci. Educ., 8(3), 229-249.

HershKowitz, R., 1987, The acquisition of concepts & misconceptions in basic geometry or when, A little learning is a dangerous thing, proceedings of The second international semina, misconception & educational strategies in Science & Mathematics, Novak, J.D. (Eds.), Cornell Univ, Itaca, N.Y., USA, 3, 238-251.

Kenealy, p., 1987, A synthetic source of common Misconception about Acceleration, proceedings of The second international seminar, Misconception & educational strategies in Science & Mathematics, Novak, J.D. (Eds.), Cornell Univ, Itaca, N.Y., USA, 3, 78-292.

Miller, R., 1989, Science education and science studies. In miller, R. (ed), Doing science: Images of science in science education. The Falmer press, London, United Kingdom, 1-9.

Sibley, D. F., 2005, Visual abilities and misconception about plate tectonics. Journal of Geoscience Education, 53(4), 471-477.

Trusted, J., 1987, Inquiry and understanding. Macmillan Education Ltd.

West. L. H. T. and Pines. A. L., 1985, Cognitive Structure and Conceptual Change (Academic Press: New York and London). 101-109.

감사의 글

교직생활이 교정자 없이 지속되어 교과 수업에 있어서 보완 되어야 할 부분에 항상 허전함을 느꼈는데 대학원 생활을 통하여 보완과 교정방법을 알게 되어 정말 보람차고 좋은 대학원 생활이었습니다. 모든면에서 부족한 저에게 학문적 진작과 더욱더 성숙한 발전을 할수 있도록 격려해주시고 지도해주신 지도교수님 안건상교수님께 한 없는 존경과 감사를 드립니다. 또한 심사를 맡아 많은 조언과 세심한 지도를 해주신 경북대학교 이효녕교수님과 학부생활에서부터 오늘에 이르기까지 열정적으로 지도해 주신 김희남 교수님께 깊은 감사와 존경의 마음을 드립니다. 그리고 항상 성실히 지도해주시고 애정으로 돌보아 주신 신인현 교수님, 류찬수 교수님께 한없는 존경과 깊은 감사를 드립니다.

교수님들께 받은 가르침과 사랑과 지도를 교육현장에서 성실히 베풀겠습니다. 항상 연구하고 노력하며 사랑으로 학생들을 가르치겠습니다. 늘 겸손과 제자 사랑 그리고 성실히 연구하는 모습을 보여주신 교수님들께 고개 숙여 다시 한번 존경을 보냅니다. 그리고 마지막으로 이 논문을 작성하기까지 도와주시고 배려해 주신 서강고등학교 선생님들과 동신여고 선생님들 그리고 설문에 성실히 답해준 학생들에게 깊은 감사를 드립니다.

부 록

부록 1. 지구의 변동단원에 대한 서술형 검사지
부록 2. 지구의 변동단원에 대한 오개념 드로잉 문항

< 부록 1>

지구의 변동단원에 대한 서술형 검사지

(　　) 중▪고등학교 (　　) 학년 (　　) 반 (　　) 번

이 검사지는 학교성적과는 무관하며 단지, 과학교육의 발전을 위한 연구 자료로 활용하고자 설문을 실시하는 것입니다. 이 검사의 응답결과는 순수한 연구목적 이외에는 사용 공개되지 않을 것입니다. 진지하게 참여해 주실 것을 부탁드립니다.

다음 질문에 서술형으로 답하여 주시기 바랍니다. 그리고 그와 같이 응답하는데 영향을 준요인에 ○표를 하세요.

♥ 서술형 문항조사

1. 화산란 무엇일까?

응답에 영향을 준 요인 을 고르시오

① 즉흥적 ② 교과서 ③ 참고서 ④ 직관적 ⑤ 자신의 경험 ⑥ 생활속에서 ⑦수업시간 수업 ⑧ web site ⑨ 전자사전

---

2. 지진이란 무엇일까?

응답에 영향을 준 요인 을 고르시오

① 즉흥적 ② 교과서 ③ 참고서 ④ 직관적 ⑤ 자신의 경험 ⑥ 생활속에서 ⑦수업시간 수업 ⑧ web site ⑨ 전자사전

---

3. 지진은 어떻게 형성되나?

응답에 영향을 준 요인 을 고르시오

① 즉흥적 ② 교과서 ③ 참고서 ④ 직관적 ⑤ 자신의 경험 ⑥ 생활속에서 ⑦수업시간 수업 ⑧ web site ⑨ 전자사전

---

4. 지진이 있는 곳에 화산이 항상 있나?

응답에 영향을 준 요인 을 고르시오

① 즉흥적 ② 교과서 ③ 참고서 ④ 직관적 ⑤ 자신의 경험 ⑥ 생활속에서 ⑦수업시간 수업 ⑧ web site ⑨ 전자사전

---

5. 마그마란 무엇인가?

응답에 영향을 준 요인 을 고르시오

① 즉흥적 ② 교과서 ③ 참고서 ④ 직관적 ⑤ 자신의 경험 ⑥ 생활속에서 ⑦수업시간 수업 ⑧ web site ⑨ 전자사전

---

6. 외핵은 어떤 물질로 구성되어 있나?

응답에 영향을 준 요인 을 고르시오

① 즉흥적 ② 교과서 ③ 참고서 ④ 직관적 ⑤ 자신의 경험 ⑥ 생활속에서 ⑦수업시간 수업 ⑧ web site ⑨ 전자사전

---

7. 화성암은 어떻게 생성 되었나?

응답에 영향을 준 요인 을 고르시오

① 즉흥적 ② 교과서 ③ 참고서 ④ 직관적 ⑤ 자신의 경험 ⑥ 생활속에서 ⑦수업시간 수업 ⑧ web site ⑨ 전자사전

---

8. 퇴적암은 어떻게 생성 되었나?

응답에 영향을 준 요인 을 고르시오

① 즉흥적 ② 교과서 ③ 참고서 ④ 직관적 ⑤ 자신의 경험 ⑥ 생활속에서 ⑦수업시간 수업 ⑧ web site ⑨ 전자사전

---

9. 변성암은 어떻게 생성 되었나?

응답에 영향을 준 요인 을 고르시오

① 즉흥적 ② 교과서 ③ 참고서 ④ 직관적 ⑤ 자신의 경험 ⑥ 생활속에서 ⑦수업시간 수업 ⑧ web site ⑨ 전자사전

---

10. 판이란 무엇인가?

응답에 영향을 준 요인 을 고르시오

① 즉흥적 ② 교과서 ③ 참고서 ④ 직관적 ⑤ 자신의 경험 ⑥ 생활속에서 ⑦수업시간 수업 ⑧ web site ⑨ 전자사전

---

11. 대륙판과 해양판이란 무엇인가?

응답에 영향을 준 요인 을 고르시오

① 즉흥적 ② 교과서 ③ 참고서 ④ 직관적 ⑤ 자신의 경험 ⑥ 생활속에서 ⑦수업시간 수업 ⑧ web site ⑨ 전자사전

---

12. 해령과 열곡이란 무엇인가?

응답에 영향을 준 요인 을 고르시오

① 즉흥적 ② 교과서 ③ 참고서 ④ 직관적 ⑤ 자신의 경험 ⑥ 생활속에서 ⑦수업시간 수업 ⑧ web site ⑨ 전자사전

---

13. 수렴형 경계에서 섭입경계와 충돌경계란 무엇일까?

응답에 영향을 준 요인 을 고르시오

① 즉흥적 ② 교과서 ③ 참고서 ④ 직관적 ⑤ 자신의 경험 ⑥ 생활속에서 ⑦수업시간 수업 ⑧ web site ⑨ 전자사전

---

14. 해구와 베니오프대란 무엇일까?

응답에 영향을 준 요인 을 고르시오

① 즉흥적 ② 교과서 ③ 참고서 ④ 직관적 ⑤ 자신의 경험 ⑥ 생활속에서 ⑦수업시간 수업 ⑧ web site ⑨ 전자사전

---

15. 습곡 산맥은 어떻게 형성되나?

응답에 영향을 준 요인 을 고르시오

① 즉흥적 ② 교과서 ③ 참고서 ④ 직관적 ⑤ 자신의 경험 ⑥ 생활속에서 ⑦수업시간 수업 ⑧ web site ⑨ 전자사전

< 부록 2 >

지구의 변동단원에 대한 오개념 드로잉 문항

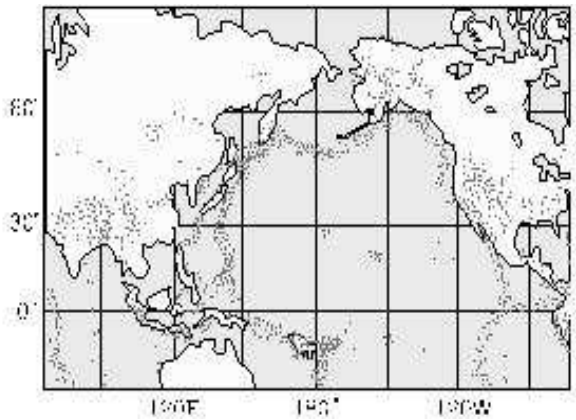
(　　) 중▪고등학교 (　　) 학년 (　　) 반 (　　) 번

이 검사지는 학교성적과는 무관하며 단지, 과학교육의 발전을 위한 연구 자료로 활용하고자 설문을 실시하는 것입니다. 이 검사의 응답결과는 순수한 연구목적 이외에는 사용 공개되지 않을 것입니다. 진지하게 참여해 주실 것을 부탁드립니다.

다음 문항에 대하여 드로잉하여 자신의 생각을 그대로 나타 내세요.

♥ 드로잉 문항

1. 불의 고리를 드로잉 하시오. (아래 응답에 영향을 준 요인을 고르시오)



① 즉흥적 ② 교과서 ③ 참고서 ④ 직관적 ⑤ 자신의 경험 ⑥ 생활속에서 ⑦수업시간 수업 ⑧ web site ⑨ 전자사전

2. 섭입대에서 마그마의 생성위치를 드로잉하시오.(단, 일본지역과 안데스산맥지역을 드로잉하고 드로잉한 이유를 객관식문항에서 고르고, 아래 응답에 영향을 준 요인을 고르시오)

일본지역	안데스산맥지역
드로잉한 이유 ①마찰열때문 ②부분용융때문 ③기타( )	드로잉한 이유 ①마찰열때문 ②부분용융때문 ③기타( )

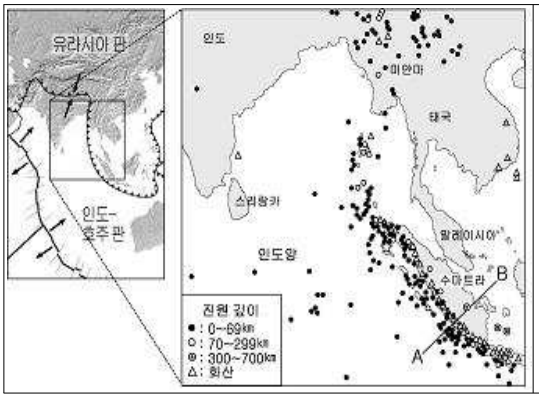
① 즉흥적 ② 교과서 ③ 참고서 ④ 직관적 ⑤ 자신의 경험 ⑥ 생활속에서 ⑦수업시간 수업 ⑧ web site ⑨ 전자사전

3.화성암이 어떻게 생성되는지 드로잉 하시오.

3. 해구와 베니오프대를 드로잉 하시오. (응답에 영향을 준 요인을 고르시오)

① 즉흥적 ② 교과서 ③ 참고서 ④ 직관적 ⑤ 자신의 경험 ⑥ 생활속에서
⑦수업시간 수업 ⑧ web site ⑨ 전자사전

4. 자바해구를 드로잉 하시오. (단, A-B구간의 단면을 그리세요 그리고 응답에 영향을 준 요인을 고르시오)

① 즉흥적 ② 교과서 ③ 참고서 ④ 직관적 ⑤ 자신의 경험 ⑥ 생활속에서
⑦수업시간 수업 ⑧ web site ⑨ 전자사전

저작물 이용 허락서

학 과	지구과학교육	학 번	20058251	과 정	석사
성명	한글: 최성철 한문: 崔誠哲 영문: choi seoung cheoul				
주소	전라남도 나주시 남평읍 대교리				
연락처	TEL 010-2078-6999, E-MAIL: chschc@hanmail.net				
논문제목	한 글 : 지구의 변동단원에 대한 고등학생들의 오개념 연구 영 문 : A Study on the Misconceptions of High School Students on Earth Disturbance				

본인이 저작한 위의 저작물에 대하여 다음과 같은 조건 아래 조선대학교가 저작물을 이용할 수 있도록 허락하고 동의합니다.

- 다 음 -

1. 저작물의 DB구축 및 인터넷을 포함한 정보통신망에의 공개를 위한 저작물의 복제, 기억장치에의 저장, 전송 등을 허락함
2. 위의 목적을 위하여 필요한 범위 내에서의 편집・형식상의 변경을 허락함. 다만, 저작물의 내용변경은 금지함.
3. 배포・전송된 저작물의 영리적 목적을 위한 복제, 저장, 전송 등은 금지함.
4. 저작물에 대한 이용기간은 5년으로 하고, 기간종료 3개월 이내에 별도의 의사표시가 없을 경우에는 저작물의 이용기간을 계속 연장함.
5. 해당 저작물의 저작권을 타인에게 양도하거나 또는 출판을 허락을 하였을 경우에는 1개월 이내에 대학에 이를 통보함.
6. 조선대학교는 저작물의 이용허락 이후 해당 저작물로 인하여 발생하는 타인에 의한 권리 침해에 대하여 일체의 법적 책임을 지지 않음
7. 소속대학의 협정기관에 저작물의 제공 및 인터넷 등 정보통신망을 이용한 저작물의 전송・출력을 허락함.

2008 년 8 월 일

저작자: 최 성 철 (서명 또는 인)

조선대학교 총장 귀하