

고등학교 10학년 과학 '지구의 변동' 단원에서 비유물 활용의 효과

이지은* · 김상달 · 김종희

부산대학교 지구과학교육과, 609-735, 부산광역시 금정구 장전동 산 30번지

The Effect of Using Analogies in High School Earth Science Classes

Ji-eun Lee* · Sang-dal Kim · Jong-hee Kim

Department of Earth science, Pusan National University, Pusan 609-735, Korea

Abstract: The purpose of this study is to research the effect of using analogies in high school earth science classes. According to the usage of TWA model, three types of teaching strategies were developed: text developer-generated, teacher-generated, and student-generated analogies. The model described in this paper began with a task analysis of high school science textbooks for grade 10 to identify how the textbook authors used analogies to explain plate tectonics concepts. In this study, 210 students were sampled from first graders of high school. After 7 classes, the consciousness of students was investigated with questionnaires. The results are as follows: 1. Many plate-tectonics analogies are used in high school science textbooks (total 25). Teachers and authors construct effective analogies to help students build on their relevant knowledge by applying it to new knowledge acquired from textbooks. 2. Analysis of the data indicate that instruction using student-generated analogies was more effective than others. But in the class in conveying complicated concepts (ex. transform fault), teacher-generated instruction was effective. Teachers need to be aware of the weakness of using analogies in order to select the most appropriate analogies. 3. Making analogies in general, as well as using analogies have systematic steps. Analogies should be used after considering student's preconception, teacher's consciousness and text author's intention to use analogies as powerful instructional tools.

Keywords: Student-generated analogies, TWA (Teaching-With-Analogies) model

요약: 본 연구는 교과서에 사용된 비유 현황 조사와 이를 바탕으로 한 판구조론 수업에서 비유물 제시자의 차이가 개념 이해도에 미치는 효과에 대해 밝히고자 하였다. 또한 인식설문조사를 실시하여 수업 후, 학생들의 인식변화를 조사하였다. 연구의 대상은 부산 시내에 소재하는 단일 남자 고등학교에서 임의 군집 표집한 6개 학급의 구성원으로서 총인원은 210명이다. 본 연구의 결론은 다음과 같다. 첫째, 제 7차 교육과정 10학년 과학 교과서의 '판구조론'에 사용된 비유는 총 11종의 교과서에서 25회로 나타났다. 효과적인 비유 사용 수업을 위하여 학습자의 학습 능력과 학습 환경을 고려한 적합한 비유물의 개발이 이루어져한다. 둘째, 개념 전달의 과정이 비교적 복잡한 비유물은 학생에 의한 비유물 보다 교사에 의해 체계적으로 제시되는 비유물의 효과가 높게 나타난다. 셋째, 지구의 변동 단위 비유 사용 수업을 위해서 체계적인 비유 사용 전략과 학생들에게 비교적 친숙한 비유물을 적극 활용할 필요가 있다. 또한 학생들에게 비유물을 직접 만들게 함으로써 학습자의 오개념을 발견하고, 학생들의 개념이해도를 파악할 수 있는 기회를 가지도록 해야할 것이다.

주요어: 비유사용수업, 비유물

서론

지구과학적 현상들은 오랜 시간과 넓은 공간에 걸쳐 일어나므로 학습자가 실제 관찰하고 분석하면서

학습하기가 어렵다. 또한 자연에서 이루어지는 특수성 때문에 제한된 실험실 상황에서는 재현이 거의 불가능하다. 특히 고등학교 10학년 과학 '지구의 변동' 단원의 전체적인 내용인 판구조론은 지구내부로 직접 들어가서 볼 수 없는 구조적 특성을 가지므로, 대부분의 교과서에서는 언어와 그림에 의존한 비유적 표현을 사용하여 제시한다.

*Corresponding author: ezeearth@hanmail.net

Tel: 82-11-9509-7652

Fax: 051-521-3113

아직 밝혀지지 않은 과학적 현상들을 비유적인 표현으로 기술함으로써, 자신의 생각을 구체화하고, 이렇게 구체화한 비유적인 표현을 과학적으로 밝혀내기 위한 노력이 계속 되어 왔다(김영민, 1999). 과학교육에서 비유에 관한 연구들은 주로 교과서에 제시되어 있는 비유물을 유형별로 분류하거나(Thiele, Treagust, 1994), 현재 교수-학습 과정에 사용되고 있는 비유의 효율성에 대한 검토를 바탕으로 비유의 역할이나 비유를 사용한 교수 모형을 개발·연구한 것(Glynn, 1991; Clement, 1988) 등이 있다. 특히나 물리나 생물, 화학 분야에서는 비유 관련 논문들이 많이 발표되고 있지만, 지구과학 분야에서는 과거의 활발함에 비해 비유연구가 부족한 실정이다.

비유 사용에 관해서는 제7차 과학과 교육과정에서도 권장하고 있다. 미시적 현상이나 거시적 현상은 눈으로 직접 볼 수가 없으며, 추상적 개념은 구체적으로 직접 확인할 수 없는 현상을 다루기 때문에 이해하는 데는 모두 형식적 사고를 필요로 하고, 따라서 학생들이 어려워한다. 이들 현상이나 개념에 대한 학생들의 이해를 돕기 위해서는 모형이나 비유를 활용한다. 그러나 모형이나 비유는 이들 현상이나 개념을 설명하기 위한 것이므로, 모형이나 비유를 통한 설명은 차이점이 있고 실제와는 다를 수 있다는 것을 인식시킬 필요가 있다(교육부, 1997). 추상적인 개념을 구체적인 형태로 가시화하고 과거의 경험과 연결지음으로써 관련성과 흥미 측면에서 중요한 동기유발 도구로써 비유를 활용하기 위해서는, 어떤 유형의 비유가 현재 과학교과서에서 사용되고 있으며, 실제 이러한 유형들의 비유가 학생들의 개념학습에 어떤 영향을 미치는지 그 이해도를 연구할 필요가 있을 것이다.

연구 내용 및 방법

본 연구는 교과서에 사용된 비유 현황 조사와 이를 바탕으로 한 판구조론 수업에서 비유물 제시자의 차이가 개념이해도에 미치는 효과에 대해 밝히고자 하였다. 또한 인식설문조사를 실시하여 수업 후, 학생들의 비유사용수업에 대한 인식변화를 조사하였다. 연구의 대상은 부산 시내에 소재하는 단일 남자 고등학교에서 임의의 군집 표집한 6개 학급의 구성원으로서 총인원은 210명이다. 각 실험집단에 2학급씩 배정하여 70명씩으로 최초의 연구대상자는 216명이었으나, 연구기간 중 필요한 검사나 수업처치를 받지 못한 학생들은 자료분석에서 제외하였다. 교사 변인을 통제하기 위하여 6학급 모두 동일한 교사가 수업하였다. 실험 연구의 기간은 7월 셋째 주에 사전검사를 실시한 후 10월 첫째 주부터 넷째 주까지 총 7차시 분량의 수업이 이루어졌다. 연구는 크게 다음의 세 단계로 이루어진다.

교과서에 사용된 비유 현황 조사

Katharyn Ellen and Ketter Nottis(1999)는 판구조론 개념을 설명하기 위하여 사용되는 비유를 교양서적과 중등교과서에 걸쳐 자세히 조사·열거하였다(Table 1).

위의 틀을 참고로 하여 지구과학 분야 중 비유적인 표현이 많이 사용되고 있는 판구조론 개념을 중심으로 고등학교 10학년 과학 교과서의 ‘지구의 변동’ 단원에 사용된 비유를 조사 분석하였다. 11종의 7차 교육과정 10학년 과학 교과서 “지구의 변동” 단원에 사용된 비유를 추출하여 유형별·목표 개념별로 사용빈도와 비유물과 목표물을 조사·분석한다. 비유 조사

Table 1. Analogies conveying the Earth's layered interior

Analogy	Reference(s)
apple	Roberts, 1993
cupcakes, layered	Glynn, 1994; Schaaf, 1994
egg, hard-boiled	Callister and others, 1992; Deery, 1985; Raymo, 1983
egg, hard-boiled	Bartholomew and Tillery, 1984
jawbreaker	Nottis, 1993
Jell-O, layered with fruit and ice cream	Bjornerud, 1993
lemon	Nottis, 1995
onion	Clark, 1992; Darling, 1990; Knapp, 1990; Uyeda, 1978
peach	Cohen and others, 1989
peanut M&M	Brainard and Wrubel, 1993
pizza	Callister and others, 1992; Nottis, 1995
root bear(agitated)	Bjornerud, 1993

는 연구자와 교과교육 전문가 1명, 동료교사 2인에게 검토 받아 보완하였다. 비유의 분류는 유형별 분류와 개념별 분류로 이루어졌다. 유형별 분류는 Thiele and Treagust(1994)의 분류 방식 중 표현 방식에 따른 분류를 사용하여, 언어 비유, 그림 비유, 그림 & 언어 비유로 분류하였으며, 개념별 분류는 목표물에 따라 지구의 내부 구조, 판의 운동, 연약권의 유동성, 지구의 변동, 환태평양 화산대, 호상열도, 판의 경계 순으로 분류하였다.

비유물 제시자의 차이에 따른 비유 활용 수업의 효과 연구

위의 조사를 바탕으로 비유물 제시자의 차이에 따른 비유 사용 수업(TWA; Teaching with analogy) 모형에 의한 수업설계를 하고, 수업 현장에 적용하여 학생들의 개념 이해도를 알아보았다. 비유물 제시자의 차이란 비유물을 만든 사람에 차이를 두고 교과서 개발자(실험집단 I), 교사(실험집단 II), 학생(실험집단 III)이 만든 비유에 따라 7차시의 비유 사용 수업(TWA; Teaching with analogy)을 설계하여 실험집단별로 실시하였다. 수업의 효과는 목표별 개념 검사지로 측정한다. 본 연구의 가설은 일원변량분석을 사용하여 분석하였고 각 집단간의 차이 비교를 위해서 사후검증을 분석하였다. 자료 처리는 통계패키지 SPSS 10.0 프로그램을 이용하였다. 개념 이해도 검사지는 무응답이거나 비과학적 개념은 0점, 오개념이 포함된 부분적 이해는 5점, 오개념이 포함되지 않은 부분적 이해는 7점, 과학적 이해는 10점으로 채점 처리 하였다.

본 연구에서 실시한 TWA 비유 사용 수업 모형은 조지아 대학에서 만든 비유 사용 수업(TWA; Teaching with analogy) 모형의 6단계 비유물 개념 상기(Recall analogy concept)를 비유물 개념 상기 또는 제작(Recall & Make analogy concept)으로 수정하여 사용하였다. 조지아 대학의 과학교육 그룹은 과학 수업에서 비유 사용에 대한 가치 있고 통찰력 있는 틀을 개발하기 위해 노력하였다(Glynn, 1991). 다음은 수정된 비유 사용 수업(TWA; Teaching with analogy) 모형의 6단계이다.

첫째, 목표 개념 도입(Introduce target concept)의 단계이다.

학습할 목표 개념을 학생들에게 소개하는 단계로 가르치고자 하는 내용에 대하여 정확하게 그 의미를

설명해 준다.

둘째, 비유물 개념 상기(Recall analogy concept)의 단계이다.

비유물이 학생들에게 친숙해지도록 한다. 이전에 직접, 간접적으로 경험했던 다양한 소재를 가지고 학생들끼리 이야기 나누고 질문도 할 수 있도록 한다.

셋째, 개념들 간의 유사 특징 확인(Identify similar features of concepts)의 단계이다.

비유를 구체적으로 설명하는 단계로 비유 상황을 설명하고 특징을 제시한다.

넷째, 유사 특징 투영(Map similar features)의 단계이다.

비유물과 목표물을 연결시키는 단계로 둘 사이의 유사성을 대응시킨다.

다섯째, 개념에 관한 결론 도출(Draw conclusions about concepts)의 단계이다.

목표 개념에 대한 결론을 이끌어 내는 단계로 목표 개념의 중요성을 설명하고 학생들에게 발표를 하도록 하여 잘 이해했는지 알아본다.

여섯째, 비유 지적(Indicate where analogy breaks down)의 단계이다.

비유와 목표 개념과의 차이점을 지적한다. 즉, 비유와 맞지 않는 곳이나 확대 해석되는 곳을 지적하여 학생들이 만들어낼지 모르는 오개념에 주의하도록 한다.

이 모형은 지방 초등학교에서 사용되어졌을 때 교사와 학생 간 그리고 학생 자신들 사이에 몇 가지 놀라운 결과를 가져왔다고 한다. 비유에 대한 토론은 교사가 지나치게 쉬운 지식의 간격이나 학생들의 오개념을 찾아내는 데 도움을 주었다고 한다. 여기서 중요한 것은 단계2에서 단계5에 이르기까지 학생들이 교사가 생각하는 방법으로 비유를 이해할 수 있겠는가, 또, 학생들이 교사가 마음에 두고 있는 것과 같은 유사성을 볼 수 있겠는지를 항상 고려하는 것이 필요하다는 것을 마음에 새길 필요가 있다(Duit, 1988).

위의 실험 연구를 위한 연구의 가설은 다음과 같다.

가설 1. 비유물 제시자의 차이에 따른 비유 활용 수업이 학습자의 '지구의 층상구조' 개념 이해도에 미치는 효과에 차이가 있을 것이다.

가설 2. 비유물 제시자의 차이에 따른 비유 활용 수업이 학습자의 '판의 경계' 개념 이해도에 미치는 효과에 차이가 있을 것이다.

가설 3. 비유물 제시자의 차이에 따른 비유 활용

수업이 학습자의 ‘변환 단층’ 개념 이해도에 미치는 효과에 차이가 있을 것이다.

비유활용수업에 대한 학습자의 인식 설문

인식 설문지를 통해 학습자들의 비유 활용 수업에 대한 인식 정도를 조사한다.

인식 설문 문항은 다음과 같다.

- 1) 본 수업 시간에 사용된 비유가 자신에게 친숙하게 다가왔다?
- 2) 자신의 개념 형성 과정에 도움이 되었다고 생각하는가?
- 3) 비유 사용 수업이 자신의 오개념이 수정에 도움이 되었는가?
- 4) 비유 사용 수업은 학습 내용을 오랫동안 기억하는데 도움을 주는가?
- 5) 수행평가는 과정과 결과를 동시에 평가해야 한다는 관점에서 볼 때 학생들의 비유 분석 평가는 수행 평가에 가치가 있다고 생각하는가?
- 6) 비유 사용 수업에서 즐거움을 느끼는가?
- 7) 판구조론 외의 지구과학 관련 개념에 비유 사용 수업이 필요한가?
- 8) 판구조론에 대한 비유를 주로 얻는 곳은 어디입니까?
- 9) 교과서 개발자, 교사, 학생이 만든 비유 중 가장 개념 형성과정에 효과적이라고 생각하는 비유는 그리고 그 이유를 써라.
- 10) 학생 스스로 만든 비유를 요구하는 검사에서 그와 같은 비유를 선택하게 된 이유는?

연구 결과

교과서에 사용된 비유 현황 조사

고등학교 교과서에서 사용된 비유를 유형별로 분류하기 위해서 여러 연구자들의 비유 유형 분류를 참조로 하여, 본 연구에 가장 적합하다고 생각되는 분석틀을 개발한 후, 그 분석틀을 기준으로 고등학교 과학 교과서에서 판구조론 개념의 이해를 위해 사용된 비유를 유형별·목표개념별로 분석해 보았다.

총 11권의 7차 교육과정 10학년 과학 교과서 V. 지구 1. 지구의 변동 단원에 나타나는 비유물 수의 총 수는 25회다. 최다 비유물 사용 교과서는 B교과서이며 언어비유 2회, 그림/언어 비유 4회로 나타났다. 최소 비유물 사용 교과서는 I교과서로 언어비유

1회에 그쳤다. 비유물 사용수가 5회 이상인 교과서는 A교과서와 B교과서에 그쳤으며, 대부분의 교과서에서 비유사용횟수가 3회 이하에 그쳤다. 이는 7차 과학과 교육과정에서 명시된 비유물 사용 권장 항목에 못 미치는 결과이다.

비유물의 유형별 분류는 표현 방식에 따른 Thiele and Treagust(1994)의 분류 방법으로 사용하였다. 총 20회의 비유물 중 언어비유는 총 15회(60%), 그림 비유는 2회(8%), 언어 & 그림 비유는 8회(32%)로 언어비유가 가장 많이 나타났다. 10학년 학습자의 인지발달단계는 형식적 조작기로 이 때는 논리적 사고와 연역적 사고가 충분히 가능하다. 그러므로 언어로 된 비유를 충분히 이해할 수 있는 단계이므로 이의 비율은 적합하다고 하겠다. 그림 비유만 제시된 교과서는 학습자의 오개념을 불러일으킬 요소를 고려하여 그 사례수가 2회로 낮게 나타났다.

언어 비유의 장점과 그림 비유의 장점을 통합한 언어 & 그림 비유 수는 8회이다. 이처럼 7차 교육과정에서 강조하고 있는 멀티미디어 활용 수업과 실생활과 관련된 탐구 활동에 비유를 활용하고 있는 사례가 부족하므로 언어비유와 그림 비유 그리고 언어 & 그림 비유만으로는 앞으로의 변화되는 시대에 적응하기 위한 교육적 요구를 수용하기에는 미흡한 점이 있다. 그러므로 좀 더 체계적인 비유 연구를 통해 류경란(2000)이 개발한 애니메이션 비유와 같은 ICT활용 비유물의 개발이 이루어져야 한다.

다음은 판구조론 개념의 목표별 비유 조사의 결과를 표로 정리한 것이다. 총 25회의 비유물을 ‘지구의 층상 구조’, ‘판의 운동’, ‘연약권의 유동성’, ‘지구의 변동’, ‘환태평양 화산대’, ‘호상 열도’, ‘판의 경계’의 7가지의 목표개념에 따라 분류하였다(Table 2).

총 25회의 비유물 중, 지구의 층상 구조 5회(20%), 판의 운동 5회(20%), 연약권의 유동성 2회(8%), 지구의 변동 4회(16%), 호상 열도 1회(4%), 판의 경계 5회(25%)로 나타났다. 이 중 가장 많이 비유물이 사용되고 있는 판의 경계와 판의 운동 개념은 판구조론에서 판의 경계에서 나타나는 지형과 지질현상과 판의 운동이 복합적으로 작용함으로써 그 형성 과정과 그 원인을 밝혀주어야 하는 개념이다. 그러므로 비유 사용 수업의 장점을 적극적으로 활용한다면 학업 성취도와 개념 이해도를 적극적으로 높일 수 있는 개념이다.

이는 Katharyn and Ketter Nottis(1999)의 연구 결

Table 2. Analogies conveying the plate tectonics in textbook

목표물	비유물	수	교과서	유형	비 고
지각	덩어리	1	H	언어	거대한 하나의 고체 덩어리
	사과 껍질	1	E	언어	사과의 겹껍질처럼 지구도 맨 바깥 부분에 얇은 판 모양의 껍질
판	퍼즐 맞추기	2	G	그림	?
		B	언어 & 그림	퍼즐 맞추기처럼 지구의 일부는 판이라고 부르는 여러 개의 조각으로 나누어져 있다.	
	축구공	1	A	언어 & 그림	여러 개의 가죽 조각을 잇대어 만든 축구공
충돌형경계	찰흙	1	C	언어 & 그림	수렴형 경계 형성 실험
발산형경계	달걀 부화	1	A	언어	달걀이 부화될 때 껍데기가 갈라지듯이
	차전 놀이	1	B	언어 & 그림	차전 놀이를 할 때 두 동체가 서로 충돌하여 높이 솟구치는 장면이 수렴형 경계에서 비슷하게 발생
경계	노트	1	B	언어 & 그림	경계에 따른 이동방향 실험
변환 단층	교차로	1	G	그림	?
호상 열도	활	1	J	언어	활이 굽은 것 같은 모양
환태평양 화산대	불의 고리	3	I	언어	태평양 주변을 따라 둥그런 고리 모양(ring of fire)
		K	언어	띠 모양으로 이어져	
		B	언어	태평양 둘레를 따라서 환태평양 불의 고리	
지구의 변동	살아있는 생명체	4	J	언어	생명체처럼 끊임없이 움직이고 변함
		H	언어	한 순간도 쉬지 않고 끊임없이 활동	
		A	언어	뜨거운 열과 강한 힘을 가진 생명체	
		A	언어	지구는 살아 있는 동물과 같이 계속 움직이면서 변한다.	
연약권	버터나 가열된 타르	2	J	언어	버터나 가열된 타르처럼 변형되기 쉽고 밀도가 더 큰 연약권
		B	언어	버터와 비슷한 상태로 되어 있어 힘을 받으면 모양이 서서히 변한다.	
판의 운동	에스컬레이터	1	F	언어 & 그림	지하철역이나 백화점에서 에스컬레이터를 타고 이동
	코르크 마개	1	E	언어 & 그림	코르크 마개가 물 위에 떠서 이동하는 것
	배	1	D	언어	배가 물 위에 떠서 움직이는 것처럼
	뗏목	1	A	언어	물 위에 뗏목이 떠 있듯이
	얼음판	1	B	언어 & 그림	지구의 판도 갈라진 얼음판 조각들처럼 이동하면서 서로 부딪히기도 하고 멀어지기도 한다.

과를 비교해 볼 때, 비유물의 다양성에 관해서는 사례수가 부족하나, 충돌형 경계를 비유한 차전놀이비유와 같이 우리나라 문화의 특색을 살린 비유라든지, 판의 이동을 비유한 에스컬레이터비유와 같이 실생활과 관련된 내용들이 특색 있게 나타났다.

비유물 제시자의 차이에 따른 비유 사용 수업의 효과

본 연구의 독립변인은 교과서 개발자가 만든 비유에 의한 비유 활용 수업(실험집단 I), 교사가 만든 비유에 의한 비유 활용 수업(실험집단 II), 학생 스스로 만든 비유에 의한 비유 활용 수업(실험집단 III)이 독

립변인이고, 종속변인은 목표개념별에 따른 개념이해도 검사지의 개념 이해도 점수이다.

다음은 <가설 1>에 대한 검증 결과이다.

Table 3의 과학 개념 점수의 변량분석 결과에 의하여 비유물 제시자의 차이에 따른 비유 활용 수업이 학습자의 '지구의 층상구조' 개념 이해도에 미치는 효과에 차이가 있을 것이라라는 <가설 1>은 수용되었다($p < .05$).

Table 4의 사후 검증 결과에 따라 각 집단 별로 '지구의 층상구조' 개념 검사 점수를 비교하면, 교사가 만든 비유물을 사용한 비유 활용 수업을 받은 학생

Table 3. Anova results of concept understanding degree of the Earth's layered interior

Group	N	M	SD	df	F	p
I	70	58.84	16.59	2		
II	70	73.61	15.88	207	27.149	.000
III	70	78.69	17.17	209		

*p< .05

Table 4. Scheffe post-test results of the Earth's layered interior

	I	II	III
I		*	*
II			
III			

*는 .05 유의수준(SCHEFFE의 사후검증)에서 두 집단간의 유의미한 차이를 나타냄

들의 과학 학업성취도 평균 점수는 100점 만점에 58.84로 교과서 개발자가 만든 비유물을 사용한 비유 활용 수업을 받은 학생들의 평균 73.61에 비해 유의미한 차이를 보였다(p<.05). 학생이 만든 비유물에 의한 비유 활용 수업을 받은 학생들의 '지구의 층상구조' 개념 검사 평균 점수 78.69로 교과서 개발자가 만든 비유물에 의한 TWA수업을 받은 학생들에 비해 유의미한 차이를 보였다(p<.05). 그러나 학생이 만든 비유물에 의한 비유 활용 수업을 받은 학생들의 '지구의 층상구조' 개념 검사 평균 점수는 교사가 만든 비유물에 의한 비유 활용 수업을 받은 학생들에 비해 평균 점수는 높았으나 그 차이가 통계적으로 유의미하지 않았다.

다음은 <가설 2>에 대한 검증 결과이다.

Table 5의 과학 개념 점수의 변량분석 결과에 의하여 비유물 제시자의 차이에 따른 비유 활용 수업이 학습자의 '변환 단층' 개념 이해도에 미치는 효과에 차이가 있을 것이라하는 <가설 2>는 수용되었다(p<.05).

Table 6의 사후 검증 결과에 따라 각 집단 별로 '판의 경계' 개념 검사 점수를 비교하면, 교사가 만든 비유물을 사용한 비유 활용 수업을 받은 학생들의 과학 학업성취도 평균 점수는 100점 만점에 59.11로 교과서 개발자가 만든 비유물을 사용한 비유 활용 수업을 받은 학생들의 평균 75.96에 비해 유의미한 차이를 보였다(p<.05). 그리고 학생이 만든 비유물에 의한 비유 활용 수업을 받은 학생들의 '판의 경계' 개념 검

Table 5. Anova results of concept understanding degree of the plate boundary

Group	N	M	SD	df	F	p
I	70	59.11	12.02	2		
II	70	75.96	11.13	207	52.932	.000
III	70	79.87	14.63	209		

*p< .05

Table 6. Scheffe post-test results of the plate boundary

	I	II	III
I			
II		*	*
III			

*는 .05 유의수준(SCHEFFE의 사후검증)에서 두 집단간의 유의미한 차이를 나타냄

사 평균 점수 79.87로 교과서 개발자가 만든 비유물에 의한 TWA수업을 받은 학생들에 비해 유의미한 차이를 보였다(p<.05). 그러나 학생이 만든 비유물에 의한 비유 활용 수업을 받은 학생들의 '판의 경계' 개념 검사 평균 점수는 교사가 만든 비유물에 의한 비유 활용 수업을 받은 학생들에 비해 평균 점수는 높았으나 그 차이가 통계적으로 유의미하지 않았다.

다음은 '변환 단층'의 개념에 관한 통계 처리 결과이다.

Table 7의 과학 개념 이해도 점수의 변량분석 결과에 의하여 비유물 제시자의 차이에 따른 비유 활용 수업이 학습자의 '변환 단층' 개념 이해도에 미치는 효과에 차이가 있을 것이라하는 <가설 3>은 수용되었다(p<.05).

Table 8의 사후 검증 결과에 따라 각 집단 별로 '변환 단층' 개념 검사 점수를 비교하면, 교사가 만든 비유물을 사용한 비유 활용 수업을 받은 학생들의 과학 학업성취도 평균 점수는 100점 만점에 59.74로 교과서 개발자가 만든 비유물을 사용한 비유 활용 수업을 받은 학생들의 평균 82.77에 비해 유의미한 차이를 보였다(p<.05). 그리고 학생이 만든 비유물에 의한 비유 활용 수업을 받은 학생들의 '변환단층' 개념 검사 평균 점수 70.14로 교과서 개발자가 만든 비유물에 의한 TWA수업을 받은 학생들에 비해 유의미한 차이를 보였다(p<.05). 그러나 교사가 만든 비유물에 의한 비유 활용 수업을 받은 학생들의 '판의 경계' 개념 검사 평균 점수 82.77는 학생이 만든 비유물에 의한 비유 활용 수업 후의 평균 점수 70.14에

Table 7. Anova results of concept understanding degree of the transform fault

Group	N	M	SD	df	F	p
I	70	59.74	13.08	2		
II	70	82.77	13.25	207	58.608	.000
III	70	70.14	11.04	209		

*p<.05

Table 8. Scheffe post-test results of the transform fault

	I	II	III
I		*	*
II	*		
III			

*는 .05 유의수준(SCHEFFE의 사후검증)에서 두 집단간의 유의미한 차이를 나타냄

비해 그 차이가 통계적으로 유의미하게 나타났다.

인식 설문 결과

비유 사용 수업에 대한 학습자의 인식을 조사하기 위해 실험 집단을 대상으로 설문을 하였다. 비유 사용 수업에 대한 응답률은 다음과 같다. 인식 설문 결과에서 50%이상의 높은 긍정적 응답률을 얻은 문항은 비유물이 친숙도가 보통이다 라고 응답(56%)한 문항, 개념 형성 과정에 도움이 되었다(57%)라고 응답한 문항, 학습 내용을 기억하는 데 도움을 주었다(59%)라고 응답한 문항과 비유 사용 수업이 즐겁다(53%)라고 응답한 문항을 들 수 있다. 판구조론에 대한 비유를 주로 얻는 곳은 교과서 22%, 교사 42%, 자신의 일상 경험에서 15% 순으로 나타났으며, 또래 집단으로 부터는 0%, 기타로 책, TV, 백과사전, 부모님 등으로 나타났다. 교과서 개발자, 교사, 학생이 만든 비유 중 가장 개념 형성과정에 효과적이라고 생각하는 비유에 관한 문항에서는 교과서 개발자가 23%로 그 이유는 교과서의 비유는 정확하다는 믿음이 생긴다라는 답변이 가장 많았다. 교사는 52%로 그 이유로는 교사가 보여주는 비유는 눈 앞에서 실제 듣고 볼 수 있어서 많은 도움이 되었다라는 답변이 가장 많았다. 학생이 만든 비유는 25%로 내가 생각하는 바를 표현해 봄으로써 오개념 수정과정에서 많은 도움이 된것 같다는 답변이 많았다. 이는 학업성취도와 개념검사지에서 나타난 학생이 만든 비유물의 효과성이 높게 나타난 연구결과에 반하는 답변으로, 학생들은 자신이 비유물을 만드는 활동에 대해

다소 거부감을 가지고 있는 것으로 나타났다. 학생 스스로 만든 비유를 요구하는 검사에서 그 와 같은 비유를 선택하게 된 이유에 대한 문항에서는 책에서 읽었다가 35%, 교사가 비유한 개념과 유사한 것이 떠올랐다가 31%, 갑자기 연상되었다가 11%, 일상생활에서 많이 접하였다가 3%로 나타났으며 기타로 TV에서 본 애니메이션에서 연상을 했다, EBS 강사의 설명을 들었다가 20%로 나타났다. 이는 학습자가 비유물 선택 시 책과 교사로부터 많은 정보를 얻는 것으로 볼 수 있다.

결론 및 제언

결론

첫째, 비유물에 대한 체계적인 연구가 미흡한 실정 이어서 교과서에 나타난 비유물의 사용 횟수가 교과서마다 차이가 크며, 멀티미디어를 통한 ICT 활용 비유물이 부족하다. 교과서에 사용된 비유물 마저 외국 교과서에 나타난 비유물을 그대로 인용하는데 그쳐, 우리나라 학습자의 학습 능력과 실태에 맞게 적절하게 수정하거나 적합한 비유물의 개발이 이루어져야 할 것이다.

둘째, 학생들은 판구조론 비유 수업을 통해 오개념과 과학적 개념을 그림·언어 비유를 통해 나타낼 수 있다. 개념이해도 검사에서 단 한 가지의 개념을 제외하고는 학생이 만든 비유를 사용한 수업의 효과가 높게 나타났다. 학생들은 일련의 과정을 통하여 계속적으로 설명과 비유를 개선하고 그 결과 관련된 비유의 집합을 만들게 된다. 자신의 주변에서 흔히 볼 수 있는 비유물을 학습상황에 끌어들이으로써 실생활과 연관시켜 학습하고, 비유물과 목표물의 대응 관계를 연결짓는 과정에서 자신의 오개념이 좁혀짐을 알 수 있다(부록 참조).

셋째, 개념 전달의 과정이 비교적 복잡한 비유물은 학생에 의한 비유물 보다 교사에 의해 체계적으로 제시되는 비유물의 효과가 높게 나타난다. 이해하기 어려운 개념에서는 학생들에게 비유물을 만들게 하는 활동이 오개념을 더욱 더 견고히 할 수 있는 가능성이 있다. 이는 비유물과 목표물을 연결시키는 과정에서 둘 사이의 유사성을 억지로 대응시키려는 과정에서 혼란을 낳은 결과이다. 그러므로 개념 전달 과정이 복잡한 비유물을 교사에 의해 체계적으로 제시되는 것이 바람직하다고 볼 수 있다.

제언

첫째, 판구조론과 같은 거시적 현상은 실험실에서 실험이나 관찰에 의해 직접 볼 수가 없으며, 사고 실험으로도 그 한계를 나타낸다. 그러므로 이들 현상이나 개념에 대한 학생들의 이해를 돕기 위해 체계적인 비유 사용 전략과 학생들에게 비교적 친숙한 비유물을 적극 활용할 필요가 있다. 또한 학생들에게 비유물을 만들게 함으로써 학습자의 오개념을 발견하고, 학생들이 과학 개념을 올바르게 이해했는지 알아볼 수 있는 기회를 가지도록 해야할 것이다.

둘째, 개념과 비유의 본성에 대한 정확한 이해는 수업 도구를 가장 강력하게 만드는데 많은 도움을 준다. 위에서 조사한 비유를 수업 도구로써 활용하기 위해서는, 수업 도구의 선택과 발표과정에서부터 세심한 주의가 필요하다. 그러므로 개념과 비유에 대한 정확한 이해가 요구된다.

셋째, 어떤 비유는 부적절한 특성을 포함하여 많은 취약점이 나타난다. 교사는 가장 적합한 비유를 선택하기 위해 이와 같은 비유의 취약점을 인식해야 한다. 비유의 적절한 이해는 수업에 많은 도움을 주며, 글자 뜻 그대로의 융통성 없는 해석을 피하고, 다른 중요한 개념에 비해 비유의 어떤 측면만을 지나치게 강조하지 않게 한다. 이를 통해 비유로 유도된 오개념(analogy-induced misconception)을 최소화할 수 있다. 또한 적절한 수업 모형과 복합적 비유(multiple analogy), 확장된 비유(extended analogy)의 사용도 이러한 오개념의 가능성을 줄일 수 있는 방법이다.

교육학적 측면에서 지구과학은 소재를 실제 생활 주변에서 경험하거나 관찰할 수 있고 또 다양한 소재와 연구방법을 발전 시킨 학문으로서 탐구적이고 경험 중심적인 폭넓은 학습을 하기에는 매우 적합한 것이다(김상달 외, 1996). 이와 같은 지구과학 학습의 폭넓은 학습 경험을 위해 비유 사용 수업은 또 다른 대안이 될 수 있다.

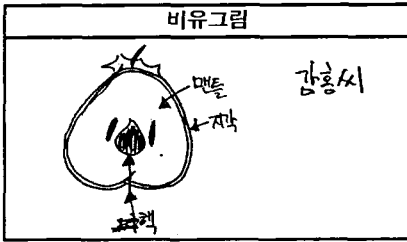
참고문헌

강만식 외 11, 2001, 고등학교 10학년 과학. (주)교학사, 256-258.

교육부, 1997, 제7차 과학과 교육과정. 교육부, 서울, 34 p.
 김상달, 신인현, 박종철, 1996, 대학지구과학실험. 부산: 만수출판사, 138 p.
 김영민, 1999, 과학에서의 비유 사용에 대한 역사적 고찰, 한국과학교육학회, 제36차 학술 세 미나 및 하계 논문 발표회, 22 p.
 김찬중 외 7, 2001, 고등학교 10학년 과학. (주)도서출판 디딤돌, 245-252 p.
 노태희, 권혁순, 김동연, 채우기, 1997, 제 6차 교육과정에 따른중등 과학 교과서 화학 영역의 비유 분석, 화학 교육학회지, 24(1), 1-8.
 류경란, 2000, 애니메이션 비유 방략에 의한 중학생의 전류 개념 변화에 관한 연구. 부산대학교 교육대학원 석사학위 논문.
 성민웅 외 10, 2001, 고등학교 10학년 과학. (주)문원각, 264-277.
 송호봉 외 7, 2001, 고등학교 10학년 과학. 흥진 P&M, 254-268.
 이규석 외 9, 2001, 고등학교 10학년 과학. 대한교과서(주), 250-260 p.
 이면우 외 11, 2001, 고등학교 10학년 과학. (주)지학사, 242 p.
 이문일 외 13, 2001, 고등학교 10학년 과학. (주)금성출판사, 283 p.
 이연우 외 7, 2001, 고등학교 10학년 과학. 서울교육정보, 223-229.
 차동우 외 10, 2001, 고등학교 10학년 과학. (주)천재교육, 228-237.
 Clement, J., 1988, Observed methods for generating analogies in science problem solving, Cognitive science, 12, 563-586.
 Duit, R., 1988, On the role analogies, smolies and Methaphors: In learning Science, IPN-Institute for Science Education at the University of Kiel Olshausenstr, D-2300 Kiel I. Federal Republic of Germany, 62.
 Glynn, S.M., 1991, Explaining science concepts : A teaching-with-analogies model. In S.M.Glynn, R.H.Yeany, & B.K.Britton(Eds.), The psychology of learning science. Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum. 219-240.
 Katharyn, E. & Ketter, N. 1999. Using analogies to teach plate-tectonics concepts. Journal of Geoscience Education, 47, 449-454.
 Thiele, R. B. & Treaguest, D. F., 1994, An Interpretive Examination of High School Chemistry Teachers' Analogical Explanations. Journal of Research in Science Teaching, 31(3), 227-242.

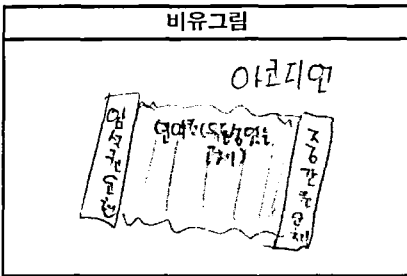
부록. 학생이 만든 비유물의 실례

case1) 지구의 층상 구조 - 감홍씨



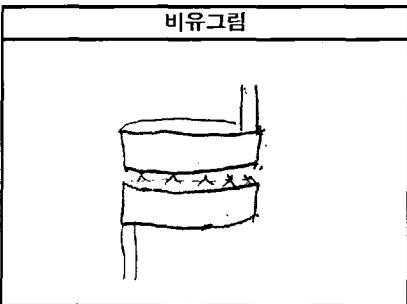
목표물	비유물
껍질	지각
과육	연약권
씨	핵

case2) 암석권, 연약권, 중간권 - 아코디언



목표물	비유물
하드케이스(좌)	암석권
내부통	연약권
하드케이스(우)	중간권

case3) 변환단층 - 맷돌



목표물	비유물
맷돌의 갈림	천발지진
회전	반대방향이동
콩	이동물질
사람의 가는 힘	맨틀 대류

2003년 4월 25일 원고 접수
 2003년 7월 8일 수정원고 접수
 2003년 7월 25일 원고 채택