

고등학교 과학 교과서에 제시된 비유 분석 및 비교

최경희 · 이영애 · 류수경

(이화여자대학교)

The Analysis and Comparison of Analogies in High School Science Textbooks

Kyunghee Choi · Youngae Lee · Sookyung Ryu

(Ewha Womans University)

ABSTRACT

The purpose of this study was to analyze the use of analogies in high school science textbooks in explaining abstract science concepts. For this study, the analogies used in high school science textbooks of the 7th science curriculum were analyzed. The analogies were classified into the six following types: the nature of shared attributes, representation, analogy/target abstraction, number of analogies, with and without specified use of analogy, and casual relations. A total of 189 analogies were found in the 7th science textbooks. This means that 16.9 analogies were used for each book. In analyzing the analogies, we found some analogies were appropriate, while others were ambiguous and inadequate in explaining the various science concepts. The number of analogies used varied considerably according to the publishing company and the science domain. For more effective understanding of various science concepts, it is necessary to develop more analogies and research the application of analogy.

Key words: analogy, science textbook, science concept

I. 서 론

유추(analogy)란 새로운 내용이나 문제를 이해하고 해결할 때 이미 알고 있는 내용을 이용하는 인지과정을 뜻한다. 물리 문제를 풀 때 전에 풀었던 비슷한 문제를 생각해내고 그 해법을 새 문제의 해결에 맞도록 바꾸어 문제를 푸는 방법이 유추의 좋은 예이다. 유추는 과학 개념의 학습은 물론 창의적인 문제 해결, 비유 등에 관여하는 핵심적인 인지 과정이다.

여기서 비유는 어떤 사물에 대하여 그와 비슷한 성질, 모양 따위를 가진 다른 사물을 끌어대어 나타내

는 것(한글학회, 1995)으로 정의할 수 있다.

유추는 낯익은 개념(근거 영역, source domain)을 새로운 개념(표적 영역, target domain)과 대응시키므로, 근거 영역의 정보를 이용해서 표적 영역에 관해 정보가 있는 그럴듯한 추리를 내리도록 한다(이현주와 이영애, 2000). 그동안 인지심리학자들은 새로운 개념의 획득이나 문제해결에서 유추의 역할, 그 과정 등을 밝혀왔는데(김새로나와 이영애, 2001), 유추는 일반적으로 다음의 4단계를 거쳐 이루어진다고 알려져 있다: ① 표적 영역의 정보 요소들을 파악하고, ② 표적 영역과 관련된 근거 영역의 정보를 인출

*2002.12.6(접수) 2003.3.21(1차 수정) 2003.3.29(최종 통과)

**최경희(khchoi@ewha.ac.kr)

***이 논문은 2001년도 한국학술진흥재단의 지원(2001-042-C00171)에 의하여 연구되었음.

하고, ③ 근거 영역과 표적 영역의 요소들을 대응시킨다. ④ 두 영역간의 공통성을 추출하고 새로운 도식을 형성시킨다. 이 중 가장 핵심단계는 세 번째 단계로 근거 영역의 요소와 표적 영역의 요소를 관련짓는 대응 단계이다. 왜냐하면, 이 대응 단계를 바탕으로 근거 영역의 해법이나 추리가 표적 영역에 전이될 수 있기 때문이다(Gentner, 1983; Gick & Holyoak, 1983; Holyoak & Thagard, 1995).

과학 학습에서 유추는 다양한 비유 설명 중 인과관계를 포함한 비유를 제시할 때도 가능하다. Duit(1991)은 학습과정에서 비유 설명을 이용할 경우 추상적인 개념을 구체적으로 시각화시킴으로써 학생들이 쉽게 배울 수 있도록 하며, 새로운 개념과 실제 세계에서 일어나는 현상 혹은 이전 경험간의 유사성을 비교하게 하여 학생들의 학습동기를 유발시키는 작용을 하므로 학습에 많은 도움을 준다고 하였다. Donnelly와 McDaniel(1993)은 위에서 언급한 4단계를 거쳐 이루어진 유추를 사용해서 새로운 문제를 성공적으로 풀 경우 문제들에 관한 추상적 지식 구조 즉, 도식이 형성되고 이 때문에 학습과 사고가 촉진됨을 밝혔다. 이에 반해 유추에 의한 학습에 긍정적인 효과가 없다는 연구 결과들도 있다(Halpern, 1987; Spiro, Feltovich *et al.*, 1989). 과학 교과서에 수록된 유추 설명들이 학생들에게 친숙한 개념과 표적인 새로운 과학 개념의 요소들 간에 일대일 대응이 원활하지 않다든지, 근거 영역과 표적 영역의 혼동으로 인하여 요소들이 서로 잘못 사상되었을 경우 해당 과학 개념에 관한 학생들의 인과 도식이 잘못 형성되어 오히려 학습을 방해하거나 오개념을 강화시킬 수 있다(Osborne, 1983; Weller, 1970; 김영민과 박희숙, 2000; 이현주와 이영애, 2000).

이러한 제한점을 고려하여 수업에서 효과적으로 유추를 사용하기 위해서는 교수 학습 과정에 사용되는 비유의 종류와 교수 방법에 관한 연구가 반드시 이루어져야만 한다. 과학교육에 있어 유추학습이 학생들의 과학 개념에 대한 이해뿐만 아니라 문제 해결력 향상에도 효과가 있다는 연구 결과(Pines & West, 1986; Black & Solomon, 1987)가 나온 이래 과학교육에서는 과학 교수 학습 과정에 비유물의 사

용 효과에 대한 연구(Beane, *et al.*, 1990; 김영민, 1991; 김영민과 박승재, 1992; Harrison & Treagust, 1993; Glynn, 1994; Thiele & Treagust, 1994; Treagust, *et al.*, 1996; 노태희 등, 1997b)와 비유물과 모형의 혼합 사용에 의한 학습 효과에 대한 연구(최경희와 장현숙, 1999), 과학 교과서에 제시되어 있는 비유들의 유형별 분류에 대한 연구(Glynn, 1994; Thiele, *et al.*, 1995; 노태희 등, 1996; 노태희 등, 1997a; 이선경과 김희백, 1999)가 있었다.

그러나 현재까지 과학교과서에 수록된 유추 설명(analogical explanation)에 대하여 검증된 모델을 중심으로 실시한 평가는 없으며 유추 설명에 의한 과학 개념의 학습이 효과적인지 여부를 평가할 수 있는 기준도 없는 실정이다. 그러므로 유추에 의한 과학 개념의 학습과 적용에 있어 근거 개념에서 도출한 인과 추리(causal inference)가 유추 학습 과정에서 어떠한 역할을 하는지를 밝힐 실험연구가 절실히 요구된다. 이러한 연구를 위해서 우선 교과서에 제시된 비유 유형을 분석하는 일이 선행되어야 한다.

이를 위해 이 연구에서는 먼저 고등학교 과학 교과서에 제시된 비유를 교과서별·영역별로 빈도를 조사하고 유형별로 분류하였다.

II. 연구 방법 및 절차

1. 분석 대상

제 7차 교육과정에 따라 집필된 고등학교 과학 교과서 7권의 전 단원을 대상으로 비유 분석을 실시하였다(Table 1).

2. 연구 절차

제 7차 과학 교과서에 사용된 비유를 본 연구자들이 추출한 후, 이를 영역별로 분류하고 유형별로 분석하였다. 비유의 유형별 분류기준은 Gentner와 Landers(1985), Thiele 등(1995), 노태희 등(1997a)이 이미 제시한 바 있는데, 이 연구에서는 그들이 제

Table 1. The textbooks of analysis

Mark	Authors	Company
A	K. H. Woo <i>et al.</i>	Institute of Jungang Educational Promotion
B	M. W. Lee <i>et al.</i>	Kumsung Publication
C	W. H. Jung <i>et al.</i>	Kyohak-Sa
D	M. W. Sung <i>et al.</i>	Moonwon-Gak
E	K. S. Lee <i>et al.</i>	Daehan Textbooks
F	C. J. Kim <i>et al.</i>	Didimdol
G	Y. W. Lee <i>et al.</i>	Seoul Educational Info.

시한 비유의 유형별 분류기준을 수정 보완하여 비유 물과 목표물간의 공유속성, 비유물의 제시형태, 비유 물과 목표물의 추상도, 한가지 목표물에 대응하는 비유의 수, 비유언급여부, 비유설명방식에서의 인과관 계포함 여부 등 6개의 범주로 분류하였다(Table 2).

3. 비유 분류 과정의 신뢰도

비유물의 유형별 분류는 교직 경력이 있는 과학교

육 전문가 3인이 실시했으며 공통된 준거를 확보하 기 위해 분류자 훈련을 실시한 후, 분류기준에 따라 분류하고 분류자간 일치도 통계 및 코헨의 카파 (Cohen's κ)계수를 구해 신뢰도를 검증하였다. 추출 된 비유를 분류기준에 따라 유형별로 분류하는 과정 에서 세 분류자간 분류 결과의 일치도 통계 및 카파 계수는 (Table 3)과 같다.

Cohen(1960)은 일치도 통계가 두 분류자가 일치 하게 분류한 부분에 우연에 의하여 분류된 결과가 포 함되어 있으므로, 우연에 의한 확률을 제거한 카파계 수를 제안하였다.

성태제(1989)는 채점자간 신뢰도 추정으로 채점자 료에 대한 신뢰성을 인정하는 절대적 기준은 없으나 채점결과가 범주로 부여될 때 대체로 일치도 통계는 .85이상, 카파계수는 .75이상일 때 신뢰도가 높은 것 으로 보았으며, Landis와 Koch(1977)는 카파계수가 .61이상이면 채점자간 분류결과가 상당히 일치하며 .81이상이면 거의 일치하는 것으로 인정된다 하였다.

이 연구에서 실시한 비유의 유형별 분류 결과는 분

Table 2. Category for analogy classification

Criteria for classification	Description
The nature of shared attributes	surface similarity surface similarity with analogy and target (shape, size, colour, surface, behaviour, etc.)
	systematicness analogy systematically included in mechanism of target (operation, principle, function etc.)
Representation	verbal analogy in verbal format only
	pictorial analogy in pictorial format only
	verbal/pictorial analogy in verbal and pictorial format
	verbal/model analogy in verbal and model format
	simulation/model analogy in simulation and model format
Analogy/target abstraction	concrete → concrete concrete analogy and target
	concrete → abstract concrete analogy and abstract target
	abstract → abstract abstract analogy and target
Number of analogies	single single analogy for target
	multiple multiple analogies for target
With and without specified use of analogy	specified with specified use of analogy
	not specified without specified use of analogy
Casual relation	casual existence of casual relation in explanation of analogy
	not casual nonexistence of casual relation in explanation of analogy

Table 3. Reliability of analogy classification

Criteria for classification	Classifier1/Classifier2		Classifier2/Classifier3		Classifier3/Classifier1	
	agreement statistics	kappa coefficient	agreement statistics	kappa coefficient	agreement statistics	kappa coefficient
The nature of shared attributes	.96	.90	.95	.81	.99	.98
Representation	.98	.97	.94	.91	.95	.92
Analog/target abstraction	.97	.92	.86	.67	.91	.82
Number of analogies	1.00	1.00	.98	.91	.98	.91
with and without specified use of analogy	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Casual relation	.96	.90	.94	.85	.97	.92

Table 4. The number of analogies according to area and publication company

company	area Inquiry	Physics	Chemistry	Biology	Earth Science	Environment	Total
A			3	3	6	1(B*) 2(E*)	15
B		1	5	3	5	1(E)	15
C	1	2	5	6	6		20
D			6	2	7	1(E)	16
E			3	1	4	1(E)	9
F		1	13	7	8	1(B)	30
G		1	2	3	5	1(B) 1(E)	13
Total	1	5	37	25	41	3(B) 6(E)	118
Average	0.14	0.71	5.29	3.57	5.86	1.29	16.9

* B: Biology, E: Earth Science in Environment Area

류자간에 약간씩 차이는 있었지만 일치도 통계와 카파계수로 추정해 본 결과 비유 분류과정에 대한 신뢰도를 확인할 수 있었다.

Ⅲ. 결과 및 논의

1. 교과서에 사용한 비유의 빈도

분석 결과, 제 7차 교육과정에 따라 집필된 7종의

고등학교 과학 교과서에 사용된 비유는 모두 118개였다. 교과서에 사용된 비유 수를 출판사별 영역별로 제시하면 Table 4와 같다.

교과서 한 권당 평균 비유 수는 16.9개로, 6차 교육과정에 따라 집필된 고등학교 화학 I, 화학 II, 생물 I의 교과서 권 당 평균 비유 수인 13.8개, 15.5개, 13.2개(노태희 등, 1997a; 주소현과 김희백, 2000) 보다 약간 증가 한 것으로 나타났다. 영역별 권당 비유 수는 탐구 영역과 물리 영역이 각각 .14개

와 0.71개, 화학 영역과 지구과학 영역이 각각 5.29개와 5.86개로 비유 사용 빈도가 영역별로 큰 차이가 있었다. 또한 동일한 영역이라도 출판사에 따라 비유 사용량에 큰 차이가 있었다. 이는 노태희 등(1996)이 말한 바와 같이 과학 학습에서 비유 사용의 중요성에 대한 각 교과서 저자들의 인식이 상이하며, 이미 개발된 비유들이 체계적으로 정리 소개되지 않았기 때문이라고 해석할 수 있다. 특히 물리 영역의 비유 사용이 다른 영역에 비해 적게 나타난 것은 과학 교과서의 물리 영역인 에너지 단원(힘과 에너지, 전기 에너지, 파동 에너지, 에너지 전환과 흐름)에 대한 적절한 비유개발에 있어서의 어려움으로 인해 개발된 비유가 거의 없기 때문이라고 해석할 수 있다.

2. 비유의 유형별 분석

1) 비유물과 목표물간의 공유속성에 의한 분류

비유물과 목표물간의 공유속성에 따라 분류하면 비유물과 목표물이 표면적으로 유사한 비유와 체계적으로 유사한 비유로 나눌 수 있다. 비유물이 목표물과 표면적으로 유사하다는 것은 비유물의 모양, 크기, 색 등과 같은 표면적 속성이 목표물과 유사하거나, 비유물이 목표물의 단순한 외형적인 형태나 행위만 유사한 경우를 말한다. 비유물이 목표물과 체계적으로 유사하다는 것은 비유물이 설명하고자 하는 목표물의 메카니즘(작용, 원리, 기능, 조직 등)을 체계적으로 포함한 경우를 말한다. 과학 교과서에 사용된 비유 118개 중 목표물과 표면적으로 유사한 비유는 31개(26.3%), 체계적으로 유사한 비유는 87개(73.7%)였다(Table 5).

Table 5. Distribution of analogies according to nature of shared attributes

Surface similarity	Systematicity	Total
31(26.3%)	87(73.7%)	118(100%)

학생들이 자발적 전이(spontaneous transfer)를 일으켜 스스로 유추하는 능력을 기르기 위해서는 비유물과 목표물이 표면적으로 유사한 비유보다 체계성

이 있는 비유를 사용하고, 학생들이 목표물에 쉽게 다가가도록 하기 위해서는 표면적·언어적으로 유사한 비유를 사용하는 것이 효과적이라는 것이 실험적으로 분석·보고 되었다(Gentner & Landers, 1985; Holyoak & Koh, 1987; 최경희와 장현숙, 1999). 이러한 연구 결과에 따르면, 과학 교육현장에서는 학생들에게 설명하고자 하는 과학 개념의 추상성, 접근 가능성, 인과 관계의 포함여부 및 비유의 사용 목적에 따라 적절한 비유 유형을 선택하여 사용할 필요가 있음을 알 수 있다.

2) 비유물의 제시형태에 의한 분류

비유를 비유물의 제시형태에 따라 분류하면 비유물을 언어로만 제시한 경우, 그림으로만 제시한 경우, 언어와 그림으로 제시한 경우, 언어와 모형으로 제시한 경우, 모형을 사용한 모의실험으로 제시한 경우로 나눌 수 있다. 과학 교과서에 제시된 비유를 비유물의 제시형태에 따라 분류하면, 비유물을 언어와 그림으로 표현한 경우가 63개(53.4%)로 가장 많았으며, 모형을 사용하여 모의실험으로 제시한 경우가 27개(22.9%), 언어만으로 제시한 경우가 14개(11.9%), 언어와 모형으로 제시한 경우가 9개(7.6%)를 차지하였다. 언어 설명 없이 단지 그림만으로 표현한 비유는 5개(4.2%)로 가장 낮은 비중을 차지했다(Table 6).

Table 6. Distribution of analogies according to representation

Verbal	Verbal & Pictorial	Verbal & Model	Simulation & Model	Total
14	5	63	9	118
(11.9%)	(4.2%)	(53.4%)	(7.6%)	(100%)

교수-학습과정에서 언어 설명 없이 그림만으로 비유를 사용할 때 교사들의 부연 설명이 없다면 학생들이 비유를 나름대로 해석하여 근거 영역과 표적 영역의 요소들을 정확히 대응시키지 못함으로써 오개념을 유발시킬 수도 있다.

비유는 학생들이 이해하기 어렵다고 생각되는 개

념을 가시화하도록 도와주는데 사용되므로, 비유를 사용할 때 그림과 모형을 함께 사용하는 것이 효과적이고 학습 효과도 오래 지속된다(Cutis & Reigeluth, 1983; Duit, 1988; 노태희 등, 1988; 최경희와 장현숙, 1999). Thiele와 Treagust(1994)는 수업에서 비유를 사용할 때 언어로만이 아닌 그림과 함께 제시하는 것이 더욱 효과적이라고 보고하였다. 또, 이현주와 이영애(2000)는 유추진술문과 함께 제시되는 그림이 근거 개념의 요소와 표적 개념의 요소를 짝짓는 사상 과정의 처리 및 저장부담을 감소시켜 주므로 비유를 그림과 함께 제시할 경우, 유추 학습의 효과가 상대적으로 작은 작업 기억의 용량을 가진 학생들에게도 많은 효과가 있음을 밝혔다.

이런 이유로 비유물을 제시할 때 언어와 그림, 모형과 함께 표현할 경우 교수 학습 과정 및 유추에 의한 개념 학습에 실질적인 도움을 줄 것으로 판단된다. 또, 주로 지구과학 영역에서 많이 제시된 모형을 사용한 모의실험 비유는 거시적, 현상적, 추상적인 이해를 필요로 하는 지구과학 영역의 교수-학습 과정에 매우 효과적으로 이용될 수 있을 것이다.

3) 비유물과 목표물의 추상도에 의한 분류

비유를 비유물과 목표물의 추상도에 따라 분류하면 구체적 비유물을 구체적 목표물에 대응시킨 경우, 구체적 비유물을 추상적 목표물에 대응시킨 경우, 추상적 비유물을 추상적 목표물에 대응시킨 경우로 나눌 수 있다. 교과서에 제시된 비유 중에서 구체적 비유물에 추상적 목표물을 대응시킨 비유의 빈도가 82개(69.5%)로 가장 많았고, 구체적 비유물에 구체적 목표물을 대응시킨 비유가 29개(24.6%), 추상적 비유물에 추상적 목표물을 대응시킨 비유는 가장 작은 7개(5.9%)로 분석되었다(Table 7).

Table 7. Distribution of analogies according to analog/target abstraction

Concrete →Concrete	Concrete → Abstract	Abstract → Abstract	Total
29(24.6%)	82(69.5%)	7(5.9%)	118(100%)

비유는 추상적인 개념을 구체적이고 친숙한 것과

비교하여 설명하는 방법이므로 비유물이 추상적일 경우 학습자는 목표 개념을 이해하는데 더욱 어려워하며, 오개념을 유발시킬 수 있다(최경희와 장현숙, 1999). 또한 구체적인 개념에 비유를 사용하는 것은 비유 사용의 목적에 비추어 볼 때 큰 의미가 없다(김영민과 박승재, 1992). 따라서 과학 교과서에 사용된 비유 중 구체적 비유물로 추상적 목표물을 대응시킨 비유가 가장 많은 것은 비유를 적절히 사용한 결과라고 할 수 있다. 이처럼 추상적인 과학개념 이해를 돕기 위해서는 구체적 비유물이 도움이 될 수 있지만, 구체적인 비유물이라도 학생의 사고 수준, 흥미, 관심 등을 고려하지 않고 사용될 경우에는 학생의 학습 동기를 결여시켜 과학 개념의 이해도를 떨어뜨릴 수 있다. 반면에 추상적 비유물을 사용하더라도 학생의 흥미와 관심을 고려할 경우에는 학생들의 과학 개념 이해를 도울 수 있다(Thiele & Treagust, 1994; 노태희 등 1997).

따라서 비유를 사용할 때 추상적 목표물에 대응되는 적절하고 구체적인 비유물을 사용했는지의 여부뿐만 아니라 교수-학습 과정에 학생의 사고 수준, 흥미, 관심 등을 고려한 비유물의 제시가 필수적이다.

4) 비유물의 수에 의한 분류

목표물에 대응하는 비유물의 수에 따라 분류하면 단일 비유와 복합 비유로 나눌 수 있다. 과학 교과서에 사용된 비유 중 하나의 과학 개념을 설명하기 위해 한 가지 비유만 사용한 단일 비유가 105개(89%)로 대부분을 차지했고, 두개 이상의 비유를 사용하여 과학 개념을 설명한 복합 비유는 13개(11%)로 상대적으로 적게 나타났다(Table 8).

Table 8. Distribution of analogies according to number of mapping

Single	Multiple	Total
105(89%)	13(11%)	118(100%)

추상적인 과학 개념의 설명을 위해 비유를 사용할 때 두개 이상의 비유를 사용하면 오개념 퇴치에 도움이 된다. 일반적으로 한가지 비유는 목표 영역의 특정한 부분의 학습에만 유용하기 때문이다(Spiro et

al., 1989; Duit, 1991; ASE, no date). 물리의 전기 단원에서 흐르는 물 비유는 전압의 개념 학습에 더욱 효과적이며, 움직이는 물체 비유는 저항 개념의 학습에 더욱 효과적이라는 연구 결과가 있다(Gentner & Gentner, 1983). 따라서 물 비유 외에 움직이는 물체 비유(Gentner & Gentner, 1983), 빗면을 내려오는 구슬 비유(김시중 등, 1996), 전자 모형 비유(최경희와 장현숙, 1999)등을 복합적으로 사용하면 비유로 인한 오개념 유발을 막을 수 있을 것이다. 또 아무리 목표물과 비슷한 상황·모양·기능 등을 나타내는 비유물을 설정하더라도, 목표물과 완벽히 똑같은 수가 없기 때문에 비유 설명에 그 한계를 덧붙이는 것도 비유 학습으로 인한 학생들의 오개념을 줄이는 방법이 될 것이다.

따라서 학생들의 추상적인 과학 개념을 이해하는데 도움이 되는 복합 비유가 교수 학습과정에 활용될 수 있도록 적절한 비유 개발을 위해 노력해야 할 것이다.

5) 비유 언급 여부에 의한 분류

비유를 비유 언급 여부에 따라 분류하면 교과서 본문에 비유라는 용어를 언급한 경우와 언급하지 않은 경우로 나눌 수 있다. 교과서 본문에 비유라는 용어를 언급한 경우는 15개(12.7%), 비유라는 용어의 언급 없이 과학 개념 설명에 비유를 사용한 경우는 103개(68.7%)로 나타났다(Table 9).

Table 9. Distribution of texts with and without specified use of analogy

Specified	Not specified	Total
15(12.7%)	103(87.3%)	118(100%)

과학 개념을 설명할 때 비유라는 용어를 언급하지 않을 경우, 학생들은 비유 자체를 새로운 개념으로 받아들일 수 있으며, 어느 내용이 비유물에 대한 설명이며 어느 내용이 과학 개념에 대한 설명인지를 혼동할 수 있다(노태희 등, 1998).

따라서 비유를 사용할 때는 비유라는 용어를 언급하여 학생들이 과학 개념과 개념 이해를 위한 비유를 구분함으로써 학생들의 과학 개념 이해에 혼돈을 주

지 않아야 할 것이다.

6) 인과관계에 의한 분류

비유를 비유물과 목표물의 인과관계 유무에 따라 분류하면 비유설명 방식에 인과관계를 포함한 비유와 그렇지 않은 비유로 나눌 수 있다. 과학 교과서에 제시된 비유중 인과관계를 포함한 비유는 85개(72%), 인과관계를 포함하지 않고 단지 비유물과 목표물의 내용을 포함한 비유는 33개(28%)로 나타났다(Table 10).

Table 10. Distribution of analogies according to Casual relation

Casual	Not casual	Total
85(72%)	33(28%)	118(100%)

학생들이 과학 개념 학습을 할 때 유추를 학습하기에 적절한 비유는 근거 개념과 목표 개념간의 관계와 근거 개념과 목표 개념들의 요소가 완전하게 제시되었을 경우이다. 그러나 이 연구에서 비유를 분석할 때 근거 개념과 목표 개념간의 관계와 근거 개념과 목표 개념들의 요소가 완전하게 제시되지 않은 비유도 포함시켰다.

학생들에게 과학 개념의 정확한 전달을 위한 유추 학습 과정에 있어서 적절한 인과관계를 포함한 비유의 사용은 필수적이다. 적절한 인과관계를 포함한 비유를 이용하여 학습할 경우 학생들의 근거 영역의 인과 추리과정을 통해 새로운 문제에 대한 이해와 해결에 많은 도움을 줄 수 있다. 그러나 단순한 원인과 결과만을 내용으로 하는 비유와 근거 목표 개념의 요소나 관계가 빠진 비유의 사용은 오히려 과학 개념에 대한 적절한 인과 도식 형성에 방해가 되어 학생들의 타당한 추리 가능성을 저해한다. 그러므로 단순한 원인과 결과의 인과관계를 갖는 비유가 아닌 학생들의 인과 추리에 도움이 되는 비유물과 목표물에 모두 인과관계를 포함하는 비유의 개발이 필요하다.

IV. 요약 및 제언

과학 교수-학습 과정에서 비유 설명을 이용할 경

우 학생들은 생소한 추상적인 과학 개념을 구체적으로 연상시킬 수 있음으로 과학 개념을 보다 쉽게 이해할 수 있고 학습동기를 유발할 수 있다(Duit, 1991). 비유의 이러한 긍정적인 역할을 극대화시키기 위해서는 적절한 비유의 개발이 필요하다. 적절한 비유의 가장 중요한 요소는 비유물과 목표물간의 일대일 사상 즉, 대응이다. 이러한 일대일 대응을 바탕으로 비유에 대한 해법이나 추리가 목표 개념으로 전이될 수 있기 때문이다(Genter, 1983; Gick & Holyoak, 1983). 이러한 적절한 비유의 개발을 위해서는 현재 사용되고 있는 비유들의 체계적인 정리가 필요하다.

이에 따라 이 연구에서는 먼저 현재 고등학교 과학 교과서에서 과학 개념의 이해를 돕기 위해 제시되고 있는 비유들의 빈도를 조사하였다. 조사 결과 교과서의 제작 출판사, 저자별로 그 빈도는 다양하게 나타났다. 이는 과학학습에서 비유사용의 중요성에 대한 각 교과서 저자들의 인식이 상이하며 이미 개발된 비유들이 체계적으로 정리 소개되지 않았기 때문이라 할 수 있다.

다음으로 학생들의 학습에 보다 긍정적인 비유의 사용 실태를 분석하기 위해 조사된 비유들을 6개 유형별로 분류하였다. 유형별 분류 결과에서 실제 수업에서 학생들의 과학 개념 이해를 돕는데 도움이 될 적절한 비유도 제시되었지만, 비유물과 목표물간의 일대일 대응이 명확하지 않거나 과학 개념 설명에 적절하지 않은 비유도 제시되었다. 이 연구에서는 이러한 유형별 분류 중 인과관계 유무에 따른 분류에 주목하였다. 그 이유는 목표 개념의 특징에 따라 학생들의 창의적인 개념 학습을 위해서는 정확한 유추를 유도하는 인과관계를 갖는 비유가 필요하기 때문이다. 물론 목표 개념의 특징에 따라 인과관계를 포함하지 않는 비유라도 학생들의 과학 개념 이해에 도움을 주는 경우도 있다. 인과관계의 유무에 따른 비유의 조사 결과, 과학 개념 설명에 있어 인과 관계가 있는 비유의 사용이 많은 것으로 나타났지만 적절한 인과관계를 갖는 비유는 그리 많지 않았다. 적절치 못한 인과관계를 갖는 비유의 사용은 학생들로 하여금 잘못된 인과 도식을 형성시켜 오히려 학습을 방해

할 수 있기 때문에 사용에 있어 극히 주의를 요한다. 적절한 인과관계를 갖기 위해서는 비유물과 목표물간에 일대일 대응이 명확히 이루어져야 한다. 즉, 인과관계에 있어서 비유물 A로 인하여 비유물 B의 결과가 생기듯이 목표물 C를 원인으로 하여 목표물 D가 자연스럽게 연결되도록 하여야만 학생들의 과학개념 학습에 있어 혼동없이 개념의 명확한 이해를 도울 수 있다.

특히 제 7차 교육과정에 따라 집필된 7종의 고등학교 과학 교과서에 사용된 비유 중 과학의 다른 영역에 비해 물리 영역에 제시되고 있는 비유물의 수가 상대적으로 적음을 알 수 있었다. 물리 개념의 학습에 비유 사용이 다른 영역에 비해 적게 나타난 것은 고등학교 과학 교과서에서 다루는 물리 영역인 에너지 단원에 대한 적절한 비유 개발의 어려움 때문이라고 할 수 있다. 그러나 다른 과학 영역에 비해 추상적인 개념 이해가 많은 물리학습에서 학생들의 이해를 돕기 위해 비유를 이용한 유추학습의 필요성이 절실하다고 할 수 있다.

따라서 과학 개념에 관한 유추 설명을 구성하거나 수업시간에 제시할 때 인과관계 및 추리를 효과적으로 하게 하는 실용적인 방안과 적절한 비유 개발에 대한 연구와 더불어 비유의 활용에 대한 체계적 연구가 필요하다고 할 수 있다.

국 문 요 약

이 연구의 목적은 고등학교 과학 교과서에 사용된 비유를 분석하고 유형별로 분류하는데 있다. 이를 위해 제 7차 교육과정에 따라 집필된 고등학교 과학 교과서 7권을 대상으로 비유를 추출하고, 이를 비유물과 목표물의 공유속성, 비유물의 제시형태, 비유물과 목표물의 추상도, 목표물에 대응하는 비유물의 수, 비유 언급 여부, 인과관계 포함 여부의 6개 기준에 따라 분류하였다. 전체 비유사용 빈도는 189개로 교과서 한 권당 평균 16.9개 사용되었다. 교과서에 사용된 비유를 유형별로 분류한 결과 실제 수업에서 학생들의 과학 개념 이해에 도움이 될 비유도 많았지만, 비유물과 목표물간의 일대일 대응이 명확하지 않

거나 과학 개념 설명에 적절하지 않은 비유도 제시되었다. 또한 비유사용 빈도는 출판사와 영역에 따라 큰 차이를 보였으며, 특히 물리 영역에서 비유물의 수가 매우 적게 나타났다. 앞으로 효과적인 과학개념의 이해를 위해 좀 더 많은 비유의 개발과 비유 활용에 대한 체계적인 연구가 필요하다.

참고 문헌

김시중, 정완호, 한복수, 우종욱, 이종연, 임경배, 정근화, 민경덕, 구창현, 이광석, 최돈형, 김병국, 이상진, 박범익(1996). 중학교 과학 2. 서울: 금성교과서.

김새로나, 이영애(2001). 사상의 명료화가 유추에 의한 개념학습에 미치는 영향 - 개념의 난이도와 의 관계. 한국심리학회지, 13(1), 41-53.

김영민(1991). 전류 개념 설명을 위해 사용되는 물회로 비유에 대한 중학생들의 이해 조사. 한국과학교육학회지, 11(2), 1-12.

김영민, 박승재(1992). 중학생의 전류 ROSA 변화에 미치는 체계적 비유 수업의 영향. 물리교육, 10(1), 39-68.

김영민, 박희숙(2000). 중학교 과학 교과서의 물리 개념 설명에 사용된 비유에 대한 학생들의 이해도 조사. 한국과학교육학회지, 20(3), 411-420.

노태희, 권혁순, 채우기(1996). 과학교과서의 화학영역에 사용된 비유의 분석 - 제5차 중등 과학 교육과정을 중심으로 -. 서울대학교 사대논총, 53, 21-37.

노태희, 권혁순, 김동연, 채우기(1997a). 제6차 교육과정에 따른 중등 과학교과서의 화학영역의 비유 분석. 화학교육, 24(1), 1-8.

노태희, 권혁순, 이선욱(1997b). 중학교 과학 수업에서 비유물을 체계적으로 사용한 수업의 효과. 한국과학교육학회지, 17(3), 323-332.

노태희, 최용남, 권혁순(1988). 비유물의 체계성과 표현방식이 개념 회상 및 응용에 미치는 효과. 한국과학교육학회지, 18(1), 83-92.

성태제(1989). 체육계 실기고사의 합리적 방법과 문

제점에 대한 토론. 교육평가연구, 3(2), 126-130.

이선경, 김희백(1999). 중학교 과학 교과서의 생물 영역에 포함된 비유 분석. 한국생물교육학회지, 27(4), 357-367.

이현주, 이영애(2000). 유추가 과학 개념의 학습에 미치는 영향. 한국심리학회지, 12(1), 95-104.

주소현, 김희백(2000). 제6차 교육과정에 의한 고등학교 생물교과서의 비유 분석. 한국생물교육학회지, 28(4), 363-372.

최경희, 장현숙(1999). 모형의 개발과 활용이 중학생들의 전기관련 개념의 이해에 미치는 효과. 물리교육, 17(2), 177-185.

한글학회(1995). 우리말 큰 사전. 어문각.

Association for Science Education(ASE). (no date). *Model and modelling in science education*, ASE.

Bean, T. W., Searles, D. & Cowen, S.(1990). Test-biased analogies. *Reading Psychology*, 11, 323-333.

Black, D., Solomon, J.(1987). Can pupils use taught analogies for electric current? *School Science Review*, 69, 249-254.

Cohen, J.(1960). A coefficient of agreement for nominal scales. *Educational and Psychological Measurement*, 20(1), 37-46.

Cutis, R. V., & Reigeluth, C. M.(1983). *The effects of analogies on student motivation and performance in an eighth grade science context*. IDD & E working paper No. 9, ERIC ED 288519.

Donnelly, C. M., & McDaniel, M. A.(1993). Use of analogy in learning scientific concepts. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 19, 975-987.

Duit, R.(1988). *On the role of analogies, similes, and metaphors in learning science*(IPN).

Duit, R. (1991). On the role of analogies and

- metaphors in learning science. *Science Education*, 75(6), 649-672.
- Gentner, D.(1983). Structure-mapping: A theoretical framework for analogy. *Cognitive Science*, 7, 155-170.
- Gentner, D., & Gentner, D.(1983). Flowing waters of teeming crowds: mental models of electricity. In D. Gentner and A. Stevens(ed.), *Mental Models*, Hillsdale, N. J.: Lawrence Erlbaum, 99-130.
- Gentner, D., & Landers, R.(1985). *Analogical reminding: A good math is hard to find*. Paper presented at the International Conference on System, Man, and Cybernetics, Tuscon, AZ.; Duit, R.(1991) 재인용.
- Gick, M. L., & Holyoak, K. J.(1983). Schema induction and analogical transfer. *Cognitive Psychology*, 15, 1-38.
- Glynn, S. M.(1994). *Teaching science with analogies: A strategy for teachers and textbook authors* (Reading Research Report no. 15). Athens, GA: National Reading Research Center. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 373 306).
- Halpern, D. F.(1987). Analogies as a critical thinking skill. In D. E. Berger, K. Pezdek, & W. P. Banks(Eds), *Applications of cognitive Psychology*. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 75-86.
- Harrison, A. G. & Treagust, D. F.(1993). Teaching with analogies: A case study in grade-10 optics. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(10), 1291-1307.
- Holyoak, K. J., & Koh, K.(1987). Surface and structural similarity in analogical transfer. *Memory & Cognition*, 15(4), 332-340.
- Holyoak, K. J., & Thagard, P.(1995). *Mental leaps: Analogy in creative thought*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Landis, J. R., Koch, G. G.(1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33, 159-174.
- Lin, H., Shiau, B. & Lawrenz, F.(1996). The effectiveness of teaching science with pictorial analogies. *Research in Science Education*, 26(4), 495-511.
- Osborne, R. J.(1983). Towards modifying children's ideas about electric current. *Researches in Science and Technical Education*, 1(1), 73-82.
- Pines, A. L., & West, L.(1986). Conceptual understanding and learning: An interpretation of research within a source-of-knowledge framework. *Science Education*, 70, 583-604.
- Spiro, R. J., Feltovich, P. J., Coulson, R. L., & Anderson, D. K.(1989). Multiple analogies for complex concepts: Antidotes for analogy-induced misconception in advanced knowledge acquisition. In S. Vosniadou & A. Ortony(ed.), *Similarity and analogical reasoning*. Cambridge University Press, 498-531.
- Thiele, R. B. & Treagust, D. F.(1994). An interpretive examination of high school chemistry teachers' analogical explanations. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(3), 227-242.
- Thiele, R. B., Venville, G. J. & Treagust, D. F. (1995). A comparative analysis of analogies in secondary biology and chemistry textbooks used in Australian schools. *Research in Science Education*, 25(2), 221-230.
- Treagust, D. F., Harrison, A. G., Venville, G. F. & Dagher, Z. R.(1996). Using an analogical

teaching approach to engender conceptual change. *International Journal of Science Education*, 18(2), 213-229.

Weller, C. M.(1970). The role of analogy in teaching science. *Journal of Research in Science Teaching*, 7, 113-119.