



저작자표시-동일조건변경허락 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.
- 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



동일조건변경허락. 귀하가 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공했을 경우에는, 이 저작물과 동일한 이용허락조건하에서만 배포할 수 있습니다.

- 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](#)

교육학석사학위논문

2007 개정과 2009 개정 교육과정에 의한
중학교 과학 교과서의 화학 영역 및
고등학교 화학 교과서에 사용된 비유 분석

2015년 2월

서울대학교 대학원
과학교육과 화학전공
안 인 영

2007 개정과 2009 개정 교육과정에 의한
중학교 과학 교과서의 화학 영역 및
고등학교 화학 교과서에 사용된 비유 분석

지도교수 노 태 희

이 논문을 교육학석사학위논문으로 제출함

2014년 12월

서울대학교 대학원

과학교육과 화학전공

안 인 영

안인영의 석사학위논문을 인준함

2014년 12월

위원장 _____ (인)

부위원장 _____ (인)

위원 _____ (인)

국 문 초 록

본 연구에서는 2007 개정 교육과정에 따른 중학교 과학 교과서 27권과 2009 개정 교육과정에 따른 중학교 과학 교과서 27권의 화학 영역, 고등학교 화학 교과서 8권에서 사용된 비유와 유형을 분석하였다.

2007 개정 교육과정의 교과서 27권에 사용된 비유는 총 235개로서, 교과서 10쪽마다 평균 1개의 비유가 사용되었다. 2009 개정 교육과정 교과서에 사용된 비유는 총 284개(과학, 143개; 화학, 141개)로서, 교과서 한 권당 8.11개(과학, 5.3개; 화학, 17.6개)의 비유가 사용되었다. 비유의 빈도는 이전 교육과정까지는 꾸준히 증가하는 추세였던 것과는 달리 2009 개정 교육과정에서 다소 감소하였다. 또한, 교과목별, 단원별, 출판사별로 사용된 비유의 빈도에 차이가 나타났다.

유형별로 비유를 분석한 결과, 2007 개정과 2009 개정 교육과정의 교과서 모두 기능적 속성을 공유한 비유, 그림과 언어를 같이 이용한 비유, 추상적 개념을 구체적 비유물에 대응시키는 비유가 주로 사용되었고, 공유 속성을 설명해 주는 부연 비유의 사용이 많았다. 그러나 비유임을 명시하거나 비유물의 제한점에 대해 언급한 경우가 거의 없었고, 체계성이 낮은 비유 및 교사 중심의 비유가 많이 사용되는 것으로 나타났다. 이 연구의 결과에 대한 교육적 함의를 논의하였다.

주요어: 비유, 과학 교과서, 화학 교과서, 2007 개정 교육과정, 2009 개정 교육과정

학 번: 2013-21426

목 차

국문 초록	i
목차	ii
표 목차	iv
그림 목차	iv
I. 서론	
1.1 연구의 필요성	1
1.2 연구의 내용 및 연구 문제	3
1.3 연구의 제한점	4
1.4 용어의 정의	5
II. 이론적 배경	
2.1 비유의 정의 및 이론	6
2.1.1 비유의 정의와 조건	6
2.1.2 Gentner의 구조 대응 이론	8
2.2 과학 교육에서 비유의 사용	9
2.2.1 비유의 역할	9
2.2.2 비유 사용의 효과	10
2.2.3 비유의 제한점	11
2.3 비유의 유형 분석에 대한 연구	13

III. 연구 I: 2007 개정 교육과정에 의한 중학교 과학 교과서의 화학 영역에 사용된 비유 분석	
3.1 연구 방법	15
3.1.1 분석 대상	15
3.1.2 분석 방법	16
3.1.3 분석 기준	17
3.2 결과 및 논의	19
3.2.1 비유의 빈도 분석	19
3.2.2 비유의 유형별 분석	23
IV. 연구 II: 2009 개정 교육과정에 의한 중학교 과학 교과서의 화학 영역 및 고등학교 화학 교과서에 나타난 비유 분석	
4.1 연구 방법	29
4.1.1 분석 대상	29
4.1.2 분석 방법	31
4.1.3 분석 기준	32
4.2 결과 및 논의	33
4.2.1 비유의 빈도 분석	33
4.2.2 비유의 유형별 분석	40
V. 결론 및 제언	47
VI. 참고 문헌	50
ABSTRACT	55

표 목 차

<표 III-1> 분석 대상 교과서	15
<표 III-2> 유형별 분류기준	18
<표 III-3> 교육과정별 교과서에서 비유를 사용한 빈도	19
<표 III-4> 단원별 비유를 사용한 빈도	20
<표 III-5> 출판사에 따른 비유 사용 빈도	22
<표 III-6> 비유의 유형별 분석 결과(%)	23
<표 IV-1> 분석 대상 교과서	30
<표 IV-2> 세분화된 학생 참여도 분류기준	32
<표 IV-3> 교과서에서 비유를 사용한 빈도	34
<표 IV-4> 교육과정별 교과서에서 비유를 사용한 빈도	35
<표 IV-5> 단원별 비유를 사용한 빈도	37
<표 IV-6> 출판사에 따른 비유 사용 빈도	38
<표 IV-7> 비유의 유형별 분석 결과(%)	41

그림 목차

<그림 II-1> 비유의 의미	7
------------------------	---

I. 서론

1.1 연구의 필요성

비유란 친숙하지 않은 개념을 설명하기 위하여 쉽고 친숙한 상황을 도입하여 두 영역을 비교하는 것으로(Duit, 1994; Treagust *et al*, 1995), 새로운 과학 내용을 설명하기 위하여 학생들에게 친숙한 경험이나 일상생활의 소재를 활용하는 교수·학습 전략으로 활용될 수 있다. 사전 지식을 바탕으로 한 능동적인 자신의 해석을 강조하는 구성주의 학습관에 따르면, 비유는 기존 지식과 새로운 지식을 연결하는 유용한 도구로 사용될 수 있으며(Bryce & MacMillan, 2005), 비유는 추상적인 과학 개념을 가시적인 형태로 바꾸어 주고, 과학 학습 동기를 유발하는데도 효과적인 것으로 보고되었다(Venville & Treagust, 1996).

따라서 추상적인 속성이나 변인들 간의 복잡한 관계를 다루는 과학 분야에서는 새로운 과학 개념을 설명하기 위해 비유가 자주 사용되었으며, 과학 교과서나 과학 관련 책자에서도 많이 활용되어 왔다. 현장에서 과학 교육을 담당하는 교사들도 비유 사용이 학생들에게 학습 과정에 친숙하게 접근하게 하여 흥미를 유발하고, 과학 개념 구조를 쉽게 이해하게 한다는 점에서 유용한 도구라고 인식하고 있다(권혁순, 2000).

그러나 비유의 여러 장점에도 불구하고 비유 사용이 일관되게 긍정적인 교수 효과를 얻는 것은 아니며(김영미, 박희숙, 2000; Clarke, 2005; Gabel & Samuel, 1986; Harrison & Treagust, 1993; Rule & Furletti, 2004), 비유물에 대한 학생들의 이해 수준에 따라 과학 개념 이해에 미치는 효과가 달라지는 것으로 보고되고 있다(김영미, 박희숙, 2000; Mason, 2004). 학생들이 비유물 자체를 이해하지 못하는 경우, 비유물과 목표 개념 사이에 부적절한 대응 관계가 형성되어 오개념이 유발될 수 있으며(Harrison & Treagust, 1993), 또한 학생들이 비유물을 생소하게 여길 경우, 비유물 자체의 의미를 파악하여야 하는 추가적인 부담이 발생할 수 있다(Rule & Furletti, 2004). 권혁순 등(2004)

은 중학교 1학년 과학 교과서의 화학 단원에 제시된 4개의 비유물에 대하여 학생들의 비유 이해도와 개념 이해도를 조사한 결과, 약 50%의 학생들이 비유 상황을 이해하지 못하거나 비유에서 가정하고 있는 사항들을 간과하여 교과서의 의도와는 다르게 이해하고 있다고 보고하였다.

이를 볼 때 과학 수업에서 비유를 효과적인 교수·학습 전략으로 사용하기 위해서는, 학생들이 이해하기 쉽고 과학 개념으로의 전이가 잘 이루어질 수 있는 비유물의 선정에 대한 논의가 충분하게 이루어져야 할 것이다. 효과적인 비유물의 선정에 관한 연구들은 비유물의 특성이 개념 이해에 미치는 영향을 분석하거나 교과서에 사용된 비유의 사용 빈도 및 유형을 분석하는 연구들로 진행되어 왔다. 비유물의 특성에 따른 교수 효과를 분석한 연구들은 효과적인 비유물의 준거로 체계적인 인과관계, 그림과 언어를 같이 이용한 부호화, 대응 명료화 등을 제안하였고(권혁순, 2000; 강훈식, 서지혜, 2012; 노태희 등, 1998), 교과서 분석 연구들은 효과적인 비유물의 특성으로 제안된 준거들에 의거하여 교육과정별로 교과서에 쓰인 비유들을 분석하여 비유 사용에 관한 시사점들을 제안하여 왔다(노태희 등, 1996; 노태희 등, 1997; 차정호 등, 2004, 노태희 등, 2013; 김경순 등, 2013).

특히, 우리나라와 같이 국가교육과정에 따라 교과서가 구성되고 실제 과학 수업에서 교과서를 주교재로 사용하는 비율이 높은 경우에는(문지영 등, 2012) 교과서에 사용된 비유의 양적·질적 수준을 분석하여 개선 방향을 제시하는 연구가 지속적으로 이루어져야 비유의 효과적인 사용에 관한 의미 있는 자료를 제공할 수 있을 것이다.

이에 이 연구에서는 과학교육의 질적 수준을 높이기 위하여 교수·학습법을 강조하고 교과서 외형체제의 자율화 방안에 따라 분량이나 내용이 비교적 자유롭게 구성된 2007 개정 교육과정과 2009 개정 교육과정 교과서를 대상으로(교육인적자원부, 2007; 노태희 등, 2013; 김경순 등, 2013), 비유 사용 빈도와 유형을 조사하고 교육과정의 개정에 따른 변화를 조사하여 적절한 비유 사용에 관한 시사점을 논의하고자 한다.

1.2 연구의 내용 및 연구 문제

이 연구에서는 2007 개정 교육과정에 따른 중학교 과학 교과서의 화학 영역과 2009 개정 교육과정에 따른 중학교 과학 교과서 및 고등학교 화학 교과서에 사용된 비유를 수집하여 빈도를 분석하고 유형에 따라 분류하였다. 또한, 이 결과를 교육과정의 변화에 따라 비교·분석하였다.

연구 I에서는 2007 개정 교육과정에 의한 중학교 과학 교과서 27권의 화학 영역에 사용된 비유의 빈도와 유형을 분석하고, 그 결과를 앞선 교육과정기와 비교하여 교육과정에 따른 변화 추이를 조사하였다. 연구 I에서의 구체적인 연구 문제는 아래와 같다.

- 1) 2007 개정 교육과정 중학교 과학 교과서의 화학 영역에 사용된 비유를 추출하여, 교육과정별, 단원별 및 출판사별로 사용된 비유의 빈도를 비교한다.
- 2) 여러 교과서에서 공통으로 사용된 비유의 종류 및 빈도를 조사한다.
- 3) 추출한 비유를 유형별로 분류하고, 사용된 비유의 특징을 조사한다.

연구 II에서는 2009 개정 교육과정에 의한 중학교 과학 교과서 27권과 고등학교 화학 교과서 8권에 해당하는 총 35권의 교과서에 나타난 비유의 빈도와 유형을 분석하고, 그 결과를 연구 I의 결과와 비교하여 교육과정의 변화에 따라 비유의 사용을 비교·분석하였다. 연구 II에서의 구체적인 연구 문제는 아래와 같다.

- 1) 2009 개정 교육과정의 중학교 과학 교과서의 화학 영역 및 고등학교 화학 교과서에 사용된 비유를 추출하여, 교과목별, 교육과정별, 단원별 및 출판사별로 사용된 비유의 빈도를 비교한다.
- 2) 여러 교과서에서 공통으로 사용된 비유의 종류 및 빈도를 조사한다.
- 3) 사용된 비유를 유형별로 분류하고 비유 사용의 적절성을 분석한다.
- 4) 선행연구와의 비교를 통하여 교육과정의 개정에 따른 비유 사용의 변화에 대하여 조사한다.

1.3 연구의 제한점

이 연구는 다음과 같은 제한점을 가진다.

1) 교과서의 비유에 대한 빈도와 유형별 분석은 분석자의 관점에 따라 다른 해석이 가능하므로 주관적일 수 있다. 따라서 과학교육 전문가, 현직교사, 과학교육전공 대학원생으로 구성된 소그룹에서 세미나를 수차례 실시하여 분석의 타당도와 신뢰도를 높이고자 하였다.

2) 연구 I 는 2007 개정 교육과정에 의한 중학교 과학 교과서 중 모든 학년에서 선정된 9종의 검정 교과서를 대상으로 하였기 때문에 이 연구 결과를 2007 개정 교육과정에 의한 중학교 과학 검정 교과서 전체로 일반화하여 해석하는 데에는 제한점이 있다.

3) 연구 I 과 II 의 중학교 과학의 경우 화학 영역만을 분석 대상으로 하였기 때문에 이 연구 결과를 중학교 과학 교과서 전체로 일반화하여 해석하는 데에는 제한점이 있다.

1.4 용어의 정의

이 연구에서 사용된 주요 용어는 다음과 같이 정의했다.

(1) 비유(analogy)

두 영역 간에 공유된 구조를 비교하여 두 영역 사이의 유사성을 찾아냄으로써 이끌어낼 수 있는 관계를 말한다. 이 때, 친숙한 영역을 비유물(analog), 기저(base), 근거 영역(source domain)이라고 하며, 친숙하지 않은 영역을 목표물(target)이라고 한다(Duit, 1991).

(2) 대응(mapping)

비유물의 구성 속성과 목표물의 구성 속성 사이에서 일대일로 연결되는 집합을 발견하는 과정이다(Gick & Holyoak, 1983).

(3) 대응 명료화(clarified mapping)

비유물과 목표물의 여러 가지 속성 중 서로 일대일 대응이 되는 공유 속성들을 찾아서 분명하게 정리하는 것이다(Gick & Holyoak, 1983).

(4) 역할놀이 비유 활동(role-playing analogy)

학생들이 자연 현상을 이루는 전체 계의 한 부분이 되어 현상의 과정을 신체적 활동을 통해 시연(simulation)해보는 활동이다. 이러한 활동에서 역할놀이는 학생들의 신체적인 활동을 사용하는 물리적 비유(personal analogy)로써 사용된다(Harrison & Treagust, 1993). 다른 종류의 물리적 비유나, 학생들이 사람의 역할을 맡아 활동하는 일반적인 의미의 역할놀이와 구별하기 위해 역할놀이 비유 활동이라는 용어를 사용한다.

(5) 체계성(systematicity)

비유물이 목표물의 인과 관계에 대응되는 구조를 체계적으로 포함하고 있는 정도이다(Gentner & Toupin, 1986).

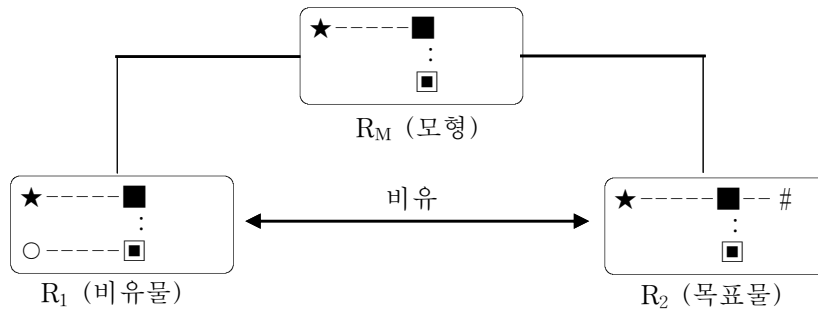
II. 이론적 배경

2.1 비유의 정의 및 이론

2.1.1 비유의 정의와 조건

비유란 두 영역 사이의 구조적 유사성 비교를 말한다. 친숙한 영역인 비유물(analog)과 새로 학습하려는 영역인 목표물(target) 사이의 유사성을 비교하는 과정에서 친숙한 영역에서 친숙하지 않은 영역으로 생각이 전이될 수 있다. 비유물과 목표물 모두 각각의 속성을 가지며, 비유물과 목표물이 서로 공유하고 있는 속성이 있다면 그러한 유사점으로부터 비유를 이끌어낼 수 있다(Glynn, 1994; Glynn *et al.*, 1989).

Duit(1991)은 <그림 II-1>과 같이 비유를 나타내었다. 그림에서 모든 상자는 표상(representation)을 의미하며, R_1 과 R_2 의 구조 중 일부는 R_M 과 같은 동일한 특징을 가지고 있다. 이것을 모형이라고 한다. 이 때, R_1 과 R_2 는 R_M 에 나타난 구조에 대하여 비유적 관계가 생긴다. 비유는 두 영역의 구조 부분의 관계이다. 따라서 비유는 두 영역의 구조 사이의 유사점에 근거하여 비교하여 진술한 것으로도 볼 수 있다. 흔히 표면상의 유사점만 지적한 단순 비교 진술은 비유로 보지 않는 경향이 있으나, 단순 비교 진술이 비유로 많이 개발되고 있다. 과학 교수에서 비유는 교과 내용에 관련되는 목표물을 효과적으로 설명하기 위하여 학생 세계에서 사용되는 비유물을 활용하는 것을 의미한다. 따라서 일부 속성을 공유하는 두 영역 사이의 대응 관계를 비유로 활용하기 때문에, 이러한 비유물과 목표물의 대응이 일정한 논리적 위계로 구성될 필요는 없으며 두 영역간의 대응 관계가 분명할 때 좋은 비유라고 할 수 있다.



<그림 II-1> 비유의 의미

모형과 비유는 혼용되기도 하는데, 모형은 좀 더 복잡한 사물이나 과정의 구성 성분, 조작, 관계를 단순화하여 표상한 것을 나타내는 더 포괄적인 용어이다. 이 표상은 산술식, 다이어그램, 흐름도, 복제물 등과 같이 여러 가지 형태가 될 수 있다. 모형은 목표 영역의 구조 부분을 나타내므로, 모형은 비유를 제공한다. 즉, 비유는 일종의 모형이지만 모형이 비유일 필요는 없다(Duit, 1991; 권혁순, 2000).

김영민과 박승재(1992)는 비유의 사용이 과학 개념 학습에 효과적이라면 비유물이 다음의 다섯 가지 조건을 갖추어야 한다고 제안하였다.

첫째, 비유물과 목표물은 유사한 대응 관계를 가져야 한다.

둘째, 비유물은 학생의 사전 개념을 고려하여 변화시킬 수 있어야 한다.

셋째, 비유물은 목표물보다 학생들에게 친숙해야 한다. 비유를 사용하는 중요한 목적 중의 하나는 친숙하지 않은 것을 친숙한 것에 관련지음으로써 학습에 도움을 주고자 하는 것이기 때문이다.

넷째, 비유물의 구조와 속성이 목표물에 비해 학생들이 이해하기 쉬워야 한다. 비유물의 속성과 구조 자체가 학생들이 이해하기 어려운 것이라면 학생들로서는 목표물을 학습하기 이전에 비유물에 대한 학습이 선행되어야 하기 때문이다.

다섯째, 비유물은 그림이나 모형으로 나타낼 수 있어야 하고 실제 학습에서도 그림 비유(pictorial analogy) 또는 모형 비유(model analogy)가 이루어져야 한다. 언어로만 표현된 비유는 학생들이 상상하는데 어려움이 있다.

2.1.2 Gentner의 구조 대응 이론

Gentner(1983)는 비유의 인지적 과정을 설명하기 위해 구조 대응 이론(structure-mapping theory)을 제시하였다. 구조 대응 이론에 따르면, 기존에 알고 있는 친숙한 근거(source) 영역 내의 내용 속성들 간의 인과적 상호의존성을 나타내는 관계인 ‘관계 구조(relational structure)’가 그와 유사한 목표(target) 영역에 적용될 수 있다. 예를 들어, 목표 영역인 원자의 구조를 학습하기 위해, 근거 영역으로써 학습자에게 목표 영역에 비해 친숙한 태양계를 비유로 들어 설명할 수 있다. 원자는 태양계와 본질적으로 다르기 때문에 단순히 속성을 공유하고 있는 것이 아니라, 거리, 인력, 공전, 무게와 같은 특정한 구조적 관계들이 두 영역 사이에 대응된다.

목표 영역과 근거 영역 간에 대응되는 이러한 관계는 체계성 원리(systematicity principle), 즉, 다른 관계들과 인과적 구조를 공유하는 관계들이 그렇지 못한 관계들보다 더 중요하다는 것에 의해 결정된다. 예를 들어, ‘거리’, ‘인력’, ‘공전’, ‘더 무겁다’ 사이에는 인과적 구조가 유사한 체계적 관계들이 대응되지만, ‘더 뜨겁다’는 다른 관계들과 체계적으로 대응되는 관계가 존재하지 않는다. 이처럼 체계적으로 상호 관련된 관계들은 분리된 관계보다 더 잘 대응되는 것이다. 따라서 대상 혹은 성질 수준의 유사성 즉, 표면적 유사성이나 체계적인 인과 관계 구조를 담고 있지 못한 관계보다는, 관계 수준의 유사성인 구조적 유사성(structural similarity)이 비유적 사고에서 더 중요하므로, 서로 다른 대상들 사이의 관계 구조를 이끌어 내는 것이 비유를 통한 학습에서 핵심적인 과정이라 할 수 있다. 이러한 점을 보여주는 예로 건전지를 저수지에 비유하는 상황을 생각해볼 수 있다. 건전지와 저수지가 모두 원통형이라는 표면적인 유사성이나, 크기, 모양, 색, 재료 등에서 서로 다르다는 사실보다는, 둘 다 위치 에너지를 가지고 있으며 그 에너지는 계에 힘을 제공하는데 사용된다는 것과 같은 관계의 유사성이 비유의 인지 과정에서 중요한 것이다.

Gentner의 구조 대응 이론은 비유 추론에 관여하는 인지 과정에서의 일련

의 정렬(alignment)과 대응(mapping) 단계를 제안한다. 친숙한 비유물의 관계 구조는 이미 알고 있지만 그에 대응되는 목표물에 내재된 관계 구조는 알지 못하는 상태인 학습자는 목표물을 이해하기 위해 ‘구조적 정렬과 대응’ 과정을 거친다는 것이다(Gentner & Markman, 1997). 먼저 비유물 영역에 대한 지식을 활성화시켜 목표물에 대응되는 비유물의 속성이나 관계를 찾아내면, 각 대상들과 성질들 사이, 또는 서로 다른 차원의 관계들 사이의 부분적인 대응을 가정함으로써 비유물과 목표물의 구조적 정렬이 비체계적으로 시작된다. 부분적인 대응을 통해 목표물과 비유물의 상호연관성이 밝혀지면 부분적 대응들 간의 상호관계를 인식할 수 있게 되는데, 이렇게 해서 만들어진 구조는 서로 연결된 망(interconnected net) 형태를 가진다. 이러한 관계들의 망으로부터 목표물과 비유물 간의 또 다른 추가적 관계들이 추론에 의해 목표물에 대응된다. 비유물의 망과 비교하여 관계들을 추가로 대응시킴에 따라 목표물의 망이 확장되어 두 영역 간의 구조적 대응이 확장된다.

2.2 과학교육에서 비유의 사용

2.2.1 비유의 역할

과학에서 비유는 발견의 도구이며, 설명적 장치나 개념 정립 도구로 사용된다(Harrison & Treagust, 1993). 인지적인 영역에서 비유는 추상적인 개념을 구체적인 것으로 변환하여 더 쉽게 기억하게 만들며, 보편적인 용어와 틀을 제공함으로써 생각의 교환을 촉진한다. 또한 비유는 새로운 개념 구조의 생성에 관여하며, 기존 기억을 재구성하는 일을 돕고 그것이 새로운 정보를 제공하는 일을 돕는다.

학습 과정에서 비유의 역할은 개념 구조의 생성(generation), 재구조화(restructuring), 가시화(visualization)의 세 가지로 요약할 수 있다. 출처 영역으로부터 목표 영역들로 구조들을 전이시킴으로써 새로운 도식이 생성되며, 기존 기억들이 재구조화되거나 새로운 정보를 위해 재구조화를 준비하는 데

도움을 받을 수 있고, 비유가 새로운 정보를 상상하기 쉽고 좀 더 구체적인 것으로 만들어 줄 수 있다(Duit, 1991). 또한 비유는 새롭게 구성된 이론들을 자세히 규명하는 데 도움을 주고, 이론을 다듬고 확장시키기 위한 핵심 질문들을 제안한다. 이로부터 이론적인 요소들과 관찰 가능한 변인들 사이의 대응점들을 시사하고 이론을 구체적인 문제에 적용하게 하며, 이론들 사이에 연관을 제공함으로써 포괄적인 설명 체계를 얻는 데 기여한다(Nagel, 1979).

Duit(1991)는 구성주의적 학습 관점에서 비유의 장점을 다섯 가지로 제안하였다. 첫째, 비유는 개념 변화 학습에서 새로운 관점을 열어주는 유용한 도구이다. 둘째, 비유는 실제 세계에서 유사성을 지적함으로써 추상적인 것을 이해하도록 촉진한다. 셋째, 비유는 추상적인 것을 눈으로 볼 수 있도록 한다. 넷째, 비유는 학생들의 관심을 불러일으켜 학생들의 동기를 유발한다. 다섯째, 교사로 하여금 학생들의 선수 지식을 고려하도록 한다.

2.2.2 비유 사용의 효과

Thiele와 Treagust(1994)는 과학 교사들이 왜 비유를 사용하는가, 비유를 계획적이며 자발적으로 사용하는가, 그리고 교사마다 사용하는 비유의 특성이 어떻게 달라지는가를 조사하기 위하여, 호주 고등학교 화학 교사 4명의 반응 속도, 에너지 효과, 화학 평형에 대한 12학년 수업 43차시를 분석하였다. 연구 결과 총 45개의 비유가 사용되는 과정에서 다음과 같은 비유 사용상 특징을 찾아냈다. 첫째, 화학 교사들은 학생들이 처음 설명을 이해하지 못했다고 생각될 때 비유를 사용했다. 둘째, 이들은 수업 전에 비유 사용을 계획하지 않았으며, 자신의 경험이나 전문적인 독서에서 비유물을 끌어냈다. 셋째, 그림 비유가 자주 사용되었으며, 상황에 따라 대응 정도가 달랐고, 비유물의 설명은 주로 교사에 의해 이루어졌다. 이러한 결과를 바탕으로 그들은 교사 개인적으로 유용한 비유 목록이 개발되어야 하며, 학생 경험과 관련된 비유를 선정하고 비유의 속성을 분명히 대응시키고 제한점을 명시해야 한다고 제안하였다.

Mason(1994)은 이태리 북부 5학년 1개반 학생 15명을 대상으로 광합성에

대한 수업에 케이크 만들기 비유를 사용하여 10차시 동안 수업을 진행한 후, 학생들의 조별 및 전체 학급 토론 내용 분석과 그림 그리기, 짧은 글짓기, 개별 면담을 통하여 비유의 이해 수준과 비유 사용에 대한 초인지적 인식, 비유 사용으로 인한 개념 변화를 조사하였다. 비유의 유사성 대응과 차이점에 대한 인식 수준과 비유의 의미와 교수 목적에 대한 학생들의 이해 수준이 다양하게 나타났다. 그리고 비유에 대한 이해 수준과 과학 개념 이해 수준, 비유 사용에 대한 초인지적 인식 수준 사이에는 유의미한 상관성이 나타났다. 따라서 비유에 의한 개념 변화에서 인지적 측면과 초인지적 측면의 상호작용이 있으므로, 학생들이 비유의 궁극적 목적을 인식해야 한다고 제안하였다.

Dagher(1995)는 과학 교육에서 비유 교수 효과에 대한 15개의 연구들을 기술적(descriptive) 접근을 통하여 정리하였다. 여러 수준의 학생들과 주제에 대하여 다양한 방식으로 평가하여 일부 연구를 제외하고는 대부분 비유 사용 효과가 긍정적이었다고 보고하였다.

Duit, Komorek, Wilbers, Roth(1997)는 독일의 10학년 25명의 학생을 대상으로 혼돈이론에 대한 비유 수업을 2주간 실시하였다. 진자의 운동에 대하여 예측 불가능한 이유를 설명하게 하고 비유를 제시하였다. 이후 토의를 통해 혼돈 이론을 개념화하도록 하였다. 이 과정에서 비유물에서 목표물로 일방적으로 지식이 전이되는 것이 아니라 상호 구성적 방식으로 지식이 구성되며, 구조적 속성보다는 표면적 유사성에 의하여 촉진되는 것을 발견하였다. 따라서 잘 구성되고 검증된 교육적 비유라도 학생 스스로 정확한 개념 이해를 끌어내지 못할 수 있으므로 교사의 안내가 필요하다고 제안하였다.

2.2.3 비유의 제한점

비유 사용의 장점에도 불구하고 비유물과 목표물의 관계와 관련된 몇 가지의 근본적인 제한점 때문에 비유를 사용한 학습의 효과가 제한적이거나 경우에 따라서는 오히려 부정적인 결과를 초래할 수도 있다. 이런 이유로 비유를 양날을 가진 칼에 비유하기도 한다(Glynn, 1991). 비유 사용의 제한점의 원인

으로는 비유 속성의 잘못된 전이, 비유물에 대한 생소함, 인지 발달 단계 등이 지적되고 있다(Thiele & Treagust, 1991b).

비유는 구조상 비유물과 목표물로 구성되어 있으며, 이 둘 사이에는 공유하는 속성과 함께 공유하지 않는 속성을 포함하고 있다. 만약, 학습자가 공유 속성과 비공유 속성을 혼동하면 올바른 전이 과정을 거치지 못하므로 목표물에 대해 잘못 이해하게 된다. 따라서 이러한 잘못을 예방하기 위해서는 비유가 성립되지 않는 부분도 함께 언급해야 할 필요가 있다(Glynn, 1991). 또한 하나의 비유로 학습할 모든 속성을 다룰 수 없는 경우에는 여러 개의 비유를 사용하는 것도 하나의 방법이 될 수 있다.

비유 사용에 있어서 두 번째 제한점은 수업에서 사용되는 비유물에 대하여 학습자가 친숙하지 않아 비유물의 공유 속성을 이해하지 못하는 경우이다. 이 경우 비유물에서 목표물로 공유 속성의 전이가 제대로 일어나지 않기 때문에 비유의 사용 효과를 기대할 수 없다. 학습자는 비유 자체를 자신들이 학습해야 하는 것으로 오인하기도 한다(Harrison & Treagust, 1993). 이런 경우 과학 수업에서 비유물에 대한 설명이 먼저 이루어져야 하기 때문에 가능하면 다른 비유를 선정하는 것이 바람직하다.

비유 사용에서 세 번째 제한점은 학생들의 인지 발달 수준과 관계된다. 비록 비유가 인지 발달 수준이 낮은 학생들에게 도움이 된다고 일반적으로 알려져 있지만, 학생들의 시각적 심상 능력이나, 비유적 추론 능력, 상관적 사고력이 부족한 경우 비유의 사용은 제한적일 수 있다(Gabel & Sherwood, 1980). 또한 이미 형식적 조작기에 도달한 학생들은 비유 없이도 적절한 이해에 도달할 수 있으므로, 비유를 사용하는 것이 오히려 비효율적이며, 새로운 오개념을 유발할 수도 있다.

2.3 비유의 유형 분석에 대한 연구

Thiele 등(1995)이 호주의 고등학교에서 보편적으로 사용되는 화학 교과서 10권에 있는 93개의 비유와 생물 교과서 4권에 있는 174개의 비유를 유형별로 분석한 결과는 다음과 같다. 비유물이 목표물의 기능적인 면을 나타낸 것이 48%로 가장 높았으며, 구조적인 면은 17%, 구조와 기능 양면을 나타낸 것은 35%이었다. 이러한 경향은 생물에서도 동일하게 나타났다. 비유의 표현 형태를 보면 문자만 사용하여 표현한 비유(53%)와 그림과 문자를 함께 사용한 비유(47%)가 거의 비슷한 비율을 차지하고 있다. 이것은 그림을 이용하여 과학 개념의 시각화를 돕고 있음을 보여준다. 그러나 생물 교과서의 경우에는 전자 현미경과 컴퓨터 모델링의 발달로 그림 비유가 3% 정도밖에 없었다. 목표물과 비유물의 추상도를 비교한 결과, 추상적인 개념을 구체적 수준의 비유물로 연결시킨 것이 88%로 다수를 차지하였다. 생물의 경우는 구체적인 수준의 목표물을 구체적인 수준의 비유물로 연결시킨 것이 34% 있었지만, 추상적인 개념을 구체적 수준의 비유물로 연결시킨 것이 62%로 다수를 차지하였다. 추상적인 수준의 개념을 추상적인 수준의 비유물과 연결시킨 것은 5%이하로, 거의 없었다. 비유물의 대응 정도는 단순 대응이 45%로 가장 많았으며, 공유된 속성을 언급한 부연 대응이 38%이며, 확장 대응은 18%로 가장 적었다. 생물의 경우에도 수치는 다르지만(62%, 29%, 10%) 유사한 경향을 보였다.

차정호 등(2004)은 제 7차 교육과정에 따른 중등 과학 교과서의 화학 영역에 사용된 비유의 빈도를 조사하고, 유형별로 분류하였다. 연구 결과, 사용된 비유의 수는 총 325회로, 교과서 10쪽 당 평균 0.80회였으며, 216종의 비유가 사용되어 186여종의 비유가 사용된 6차 교육과정 과학 교과서에 비해 다양한 비유들이 새로 도입되었다고 하였다. 공유 속성에 따른 분류에서는 기능적 비유가 가장 많았고(52%), 구조적 비유는 29%였으며, 비유물이 목표물의 구조와 기능적 속성을 모두 가지고 있는 비유는 19%로 가장 적었다. 또한 그림과 문자로 표현한 비유는 전체 비유 중 66%로 가장 많았고, 비유물을 단순히 문자만 사용하여 표현한 비유는 26%, 그림만으로 표현한 비유는 8%였다. 한편 추

상적인 목표물을 구체적인 비유물에 대응시킨 비유의 빈도가 78%로 대부분을 차지했으며, 비유물의 대응 정도로는 단순 대응(41%)과 부연 대응(41%)이 비슷한 빈도로 사용되었으나, 확장 대응(18%)의 사용이 적었다. 그리고 주변에서 흔히 볼 수 있는 사물이나 상황을 그대로 비유물로 사용하여 과학 개념을 설명하는 일상적 비유가 51% 사용되었으나, 친숙한 사물이나 상황을 목표물에 맞게 의도적으로 재구성하여 비유물로 사용한 작위적 비유도 49%나 되어 6차에 비하여 작위적 비유의 사용이 증가하였다. 교과서 본문 중에 비유라고 언급한 경우는 16%, 제한점을 언급한 경우는 1% 미만으로, 이 경우 학생들이 비유를 새로운 과학 개념으로 혼동하거나 학습해야 할 내용을 비유에서 분리해 내지 못하여 비유를 잘못 이해할 가능성이 있으므로, 가능한 교과서 본문 중에 비유라고 언급하며, 비유물과 목표물 간의 대응 관계 및 비유의 제한점 등을 명확히 언급해야 한다고 제안하였다. 또한 체계성이 낮은 비유(66%)와 교사 중심의 비유(61%)가 많이 사용되어 문제점으로 지적되었다.

Ⅲ. 연구 I : 2007 개정 교육과정에 의한 중학교 과학 교과서의 화학 영역에 사용된 비유 분석

3.1 연구 방법

3.1.1 분석 대상

이 연구는 2007 개정 교육과정에 의한 중학교 과학 교과서 중 모든 학년에
서 검정을 통과한 9종의 교과서를 대상으로 하였다. 분석한 9종의 교과서는
(주)교학사, (주)금성출판사, (주)동화사, (주)두배의느낌, 두산동아(주), (주)미래
엔, (주)비상교육, (주)천재교육, (주)천재문화에서 출판되었다. 대상 단원은 과
학 1의 「물질의 세 가지 상태», 「분자의 운동», 「상태 변화와 에너지», 과학 2
의 「물질의 구성», 「우리 주위의 화합물», 과학 3의 「물질의 특성», 「전해질과
이온」 단원으로, 대단원의 첫 페이지부터 마지막 페이지까지 수록된 비유를
분석하였다.

<표 Ⅲ-1> 분석 대상 교과서

저자	출판사
박희송 외 15인	(주)교학사
이성묵 외 11인	(주)금성출판사
박봉상 외 8인	(주)동화사
김성원 외 19인	(주)두배의느낌
김찬중 외 11인	두산동아(주)
김성진 외 10인	(주)미래엔
이준용 외 11인	(주)비상교육
이면우 외 12인	(주)천재교육
유준희 외 11인	(주)천재문화

3.1.2 분석 방법

비유의 사용 측면에서 과학 교과서의 특징을 분석한 선행연구(차정호 등, 2004)의 분석틀에 기초하여 예비 분석을 실시하였다. 예비 분석에서는 2007 개정 교육과정에 의한 중학교 과학 교과서 중 임의로 선정한 교과서의 화학 영역을 대상으로 2인의 분석자가 개별적으로 비유를 추출하고, 분석자간 일치도가 90%이상일 때까지 비유 추출에 대해 논의하는 과정을 반복하였다. 또한, 2인의 분석자가 선행연구의 분류 기준에 근거하여 추출한 비유를 유형별로 분류하고, 분석자간 일치도를 구하였다. 이 때, 분석의 타당도와 신뢰도를 높이기 위해 과학교육 전문가 3인, 현직교사 3인, 과학교육전공 대학원생 3인으로 구성된 소그룹에서 분석 기준에 대한 세미나를 수차례 실시하여 이를 수정·보완하였다. 유형별 분류 결과에 대한 반복적인 논의를 통해 일치도가 94%에 도달한 후, 1인의 분석자가 모든 비유를 다시 추출하여 분류하였다. 분석한 내용은 지난 교육과정에 의한 선행연구(노태희 등, 1996; 노태희 등, 1997; 차정호 등, 2004)의 결과와 비교하여 교육과정의 개정에 따른 변화를 조사하였다.

3.1.3 분석 기준

선행연구를 바탕으로 ‘과학 개념의 설명을 돕기 위하여 학생 세계에서 사용되는 비유물을 대응시키는 것’으로 비유를 정의(노태희 등, 1996; 노태희 등, 1997; 차정호 등, 2004)하고, 비유를 추출하여 사용 빈도와 유형을 조사하였다. 이 때, 교과서에 모형(model)이 제시된 경우, 단순히 모형을 소개하는 경우는 비유에 포함하지 않았으나, 물리적 모형을 조작하는 활동을 통해 목표 개념을 익히는 탐구 활동이나 모형과 목표 개념 사이의 속성을 대응시키는 활동이 있는 경우는 비유에 포함하였다(권혁순, 2000).

비유의 유형별 분류는 차정호 등(2004)이 사용한 분류기준을 따랐다<표 III-2>. 이 분류기준은 비유물과 목표물 간의 공유 속성, 비유물의 표현 방식, 비유물과 목표물의 추상도, 대응 정도, 제시된 비유물의 작위성, 비유 용어의 사용, 비유의 제한점 언급, 학습자의 참여도 측면에서 비유를 분류하는 것으로, 각 비유를 분석하는 데 사용한 기준에 대한 구체적인 설명은 <표 III-2>에 제시하였다.

<표 III-2> 유형별 분류기준

분류기준		설명
공유속성	구조적	비유물의 모양, 색, 크기 등이 목표물에 대응
	기능적	비유물의 기능적, 행동적 특성이 목표물에 대응
	구조적/기능적	비유물과 목표물이 구조적, 기능적 속성을 모두 공유
표현방식	글	그림을 사용하지 않고 글만 사용하여 표현한 비유
	그림	비유물에 대한 언어적 설명 없이 그림만 사용한 비유
	글/그림	비유물에 대해 글과 그림을 함께 사용하여 설명한 비유
추상도	구체적⇒구체적	비유물과 목표 개념이 모두 구체적
	추상적⇒추상적	비유물과 목표 개념이 모두 추상적
	추상적⇒구체적	추상적 목표 개념을 구체적 비유물에 비유
대응정도	단순	어떠한 추가 설명 없이 '목표 개념'과 '비유'만 언급
	부연	공유 속성에 대해 언급
	확장	목표 개념을 설명하기 위해 여러 개의 비유를 사용하거나 하나의 비유로 여러 가지 속성을 설명
작위성	일상적	일상적인 사물이나 상황을 변화시키지 않고 비유 소재로 사용
	작위적	일상적인 사물이나 상황에 변화를 주어 비유 소재로 사용
'비유' 언급	언급함	'비유', '비유적' 등과 같은 표현을 사용함
	언급안함	비유임을 나타내는 표현을 사용하지 않음
체계성	고체계	목표 개념이 가진 인과관계를 포함한 비유
	저체계	목표 개념이 가진 인과관계를 포함하지 않은 비유
제한점 언급	언급함	비공유 속성에 대해 조금이라도 언급하는 경우
	언급안함	비공유 속성에 대해 어떠한 언급도 하지 않는 경우
학생 참여도	학생 중심	학생의 직접적인 활동을 요구하는 경우
	교사 중심	교사가 비유물을 직접 제시하는 경우

3.2 결과 및 논의

3.2.1 비유의 빈도 분석

2007 개정 교육과정에 따른 중학교 과학 교과서의 화학 영역에 사용된 비유의 빈도를 이전 교육과정 교과서의 분석 결과와 비교하여 <표 III-3>에 제시하였다. 2007 개정 교육과정 교과서에서 사용된 비유는 총 235개로서, 교과서 1권 당 평균 8.7개의 비유가 사용되었다. 10쪽 당 사용된 비유의 빈도를 비교해보면, 제5차와 제6차 교육과정 교과서에 비해 제7차 교육과정 교과서에서 비유 사용 횟수가 증가하였고, 2007 개정 교육과정 교과서에서도 그 기조가 이어지고 있는 것으로 나타났다. 즉, 2007 개정 교육과정 교과서는 과학 학습에서 비유 사용의 필요성에 대한 인식을 반영하고 있는 것으로 볼 수 있다.

<표 III-3> 교육과정별 교과서에서 비유를 사용한 빈도

교육과정	비유의 빈도	한권 당 사용된 비유의 빈도	10쪽 당 사용된 비유의 빈도
5차	21	1.4	0.22
6차	43	1.8	0.27
7차	108	6.0	0.96
2007 개정	235	8.7	1.02

학년별 단위 영역에 따른 빈도 분석 결과는 <표 III-4>과 같다. 과학 1 교과서 9종에서는 62개(10쪽 당 0.8개), 과학 2 교과서 9종에서는 149개(10쪽 당 1.9개), 과학 3 교과서 9종에서는 24개(10쪽 당 0.3개)의 비유가 사용되어 학년별로 비유 사용 빈도에 큰 차이가 있었다.

<표 III-4> 단위별 비유를 사용한 빈도

단위	비유의 빈도	10쪽 당 사용된 비유의 빈도
과학 1		
물질의 세 가지 상태	27	1.1
분자의 운동	13	0.5
상태 변화와 에너지	22	0.9
계	62	0.8
과학 2		
물질의 구성	96	2.4
우리 주위의 화합물	53	1.4
계	149	1.9
과학 3		
물질의 특성	13	0.3
전해질과 이온	11	0.2
계	24	0.3

과학 1의 물질의 세 가지 상태, 분자의 운동, 상태 변화와 에너지 단원에서는 각각 10쪽 당 1.1회, 0.5회, 0.9회의 비유가 사용되었다. 이 단원에서는 미시적인 분자 개념을 학생들이 이해하기 쉽도록 가시화하기 위하여 다양한 모형을 도입하고 있다. 그 결과, 구슬, 탁구공, 스티로폼 구, 주사위, 모래알 등의 분자 모형을 직접 조작하는 탐구 활동이나 분자의 추상적인 속성을 구체적인 비유물에 대응시키는 비유 활동이 자주 사용된다.

과학 2에서는 전체 비유의 약 63%에 해당되는 149개의 비유가 사용되었는데, 물질의 구성 단원에서는 10쪽 당 2.4회, 우리 주위의 화합물 단원에서는 10쪽 당 1.4회의 비유가 제시되었다. 교육과정(교육인적자원부, 2007)에 제시된 필수 탐구 활동인 ‘모형을 사용하여 원자와 이온을 나타내기’와 ‘모형을 사용하여 화합물의 형성을 나타내기’를 반영하기 위하여, 대부분의 교과서에 물리적 모형을 조작하며 목표 개념의 속성을 이해하는 방식의 비유가 많이 제시되어 있었다. 그 외에도 학생들이 스스로 일종의 비유물이 되어 공유결합이나 이온결합을 몸으로 표현하는 역할놀이 비유 활동도 여러 교과서에 사용되었다. 한편, 지난 교육과정의 교과서에서 많이 사용되었던 경기장 속의 공, 구슬, 개미(원자와 원자핵), 푸딩, 머핀, 복숭아, 태양계(원자 모형), 가게의 물건 분류(원소의 분류), 달력의 요일(주기성) 등과 같은 비유가 2007 개정 교과서의 물질의 구성 단원에서도 많이 사용되어 이들 비유가 전형적으로 사용되는 비유로 자리 잡았음을 알 수 있었다. 이 외에도 입자의 개념을 점묘화의 점, 모래알, 블록에 대응시킨 비유가 과학 2 교과서 9권 중 8권에서 사용되었고, 공유결합과 이온결합을 물건을 구매하는 상황에 대응시킨 비유는 4권의 교과서에서 사용되고 있었다.

과학 3의 물질의 특성 단원에서는 10쪽 당 0.3회, 전해질과 이온 단원에서는 10쪽 당 0.2회로 비유가 상대적으로 적게 사용되었다. 이는 미시적 개념이 중심이 되는 과학 1이나 과학 2와 달리, 과학 3에서는 거시적 수준의 개념과 현상을 다루는 내용이 많아서 비유를 사용할 필요성이 적었기 때문인 것으로 파악된다.

비유의 사용은 출판사에 따라서도 큰 차이가 나타났다<표 III-5>. 비유를 가장 적게 사용한 교과서(F, H)의 비유 사용 빈도는 가장 많이 사용한 교과서(D)의 1/3에 불과했다. 특히 과학 3 교과서에서는 비유가 전혀 사용되지 않은 경우(A, F, H)도 있었다. 각 교과서에서의 분량이나 다루는 내용이 비슷하지만 사용한 비유의 수에는 큰 차이가 있는 것으로 볼 때, 과학 학습에서 비유 사용의 중요성에 대한 교과서 저자의 관심과 인식에 적지 않은 편차가 존재함을 알 수 있다.

<표 III-5> 출판사에 따른 비유 사용 빈도

출판사 ¹⁾	과학 1	과학 2	과학 3	계
A	6	13	0	19
B	3	14	3	20
C	10	15	5	30
D	12	29	7	48
E	3	16	4	21
F	5	11	0	16
G	13	19	3	35
H	5	11	0	16
I	5	21	4	30

2007 개정 교육과정 교과서에 사용된 비유의 종류는 161가지로, 그 중 23종의 비유가 여러 교과서에 중복되어 사용되었다. 반면, 한 번씩만 사용된 비유는 총 138개로 전체 비유의 85.7%였다. 이러한 결과는 교과서에 사용되는 비유의 선택이 저자의 배경 지식이나 선호에 따라 주관적으로 이루어지고 있으며, 개발된 비유물의 공유도 제한되어 있다는 점에 기인했을 가능성이 있다.

1) 출판사 (random order): 교학사, 금성출판사, 동화사, 두배의느낌, 두산동아, 미래엔, 비상교육, 천재교육, 천재문화

3.2.2 비유의 유형별 분석

<표 III-2>의 분류 기준에 따라 2007 개정 교육과정 과학 교과서의 비유를 유형별로 분석한 결과를 선행연구와 비교하여 <표 III-6>에 제시하였다.

<표 III-6> 비유의 유형별 분석 결과(%)

비유의 유형		5차	6차	7차	2007 개정
공유속성	구조적	24	33	31	36
	기능적	48	42	43	37
	구조적/기능적	29	26	26	27
표현방식	글	33	35	34	7
	그림	14	9	7	8
	글/그림	52	56	58	85
추상도	구체적⇒구체적	0	16	5	5
	추상적⇒추상적	14	7	10	11
	추상적⇒구체적	86	77	85	84
대응정도	단순	43	47	32	21
	부연	24	23	44	54
	확장	33	30	24	25
작위성	일상적	48	51	36	65
	작위적	52	49	64	35
'비유' 언급	언급함	14	7	13	22
	언급안함	86	93	87	78
체계성	고체계			30	35
	저체계			70	65
제한점 언급	언급함			3	6
	언급안함			97	94
학생 참여도	교사 중심			53	49
	학생 중심			47	51

(1) 공유 속성

비유를 비유물과 목표물의 공유 속성에 따라 분류한 결과, 비유물이 목표물과 모양, 크기, 색깔 등을 공유하고 있는 구조적 비유가 36%, 비유물이 목표물과 기능적 혹은 행동적 특성을 공유하는 기능적 비유가 37%였다. 비유물이 목표물의 구조적 속성과 기능적 속성을 모두 공유하는 비유는 27%였다.

이전 교육과정의 분석 결과와 비교하였을 때, 기능적 비유의 비율은 감소하고(5차: 48%, 6차: 42%, 7차: 43%, 2007 개정: 37%), 구조적 비유의 비율이 증가하는 경향(5차: 24%, 6차: 33%, 7차: 31%, 2007 개정: 36%)이 나타났다. 구조적 비유는 과학 1과 과학 2에서 많이 사용되었으며(각각 40%, 38%), 분야의 배열이나 원자 모형과 관련된 비유는 거의 구조적 비유였다. 한편, 구조와 기능을 모두 포함한 비유는 교육과정 개정에 따라 사용 빈도가 거의 변하지 않았다(5차: 29%, 6차: 26%, 7차: 26%, 2007 개정: 27%). 비유물과 목표물의 공유 속성이 많을수록 학생들의 개념 이해를 촉진할 수 있음을 고려할 때 (Spiro *et al.*, 1989) 기능적 특성과 구조적 특성을 모두 포함하는 비유를 개발하고 이를 교과서에 적용하려는 노력이 이루어져야 할 것이다.

(2) 표현 방식

언어와 그림을 모두 사용하여 표현된 비유가 85%로 가장 많았고, 언어로만 표현된 비유는 7%, 그림으로만 표현된 비유는 8%였다. 이전 교육과정의 분석 결과와 비교하면, 언어로만 표현된 비유가 크게 감소했고(5차: 33%, 6차: 35%, 7차: 34%, 2007 개정: 7%), 반대로 언어와 그림을 모두 사용하여 표현된 비유는 크게 증가하였다(5차: 52%, 6차: 56%, 7차: 58%, 2007 개정: 85%). 이러한 결과는 2007 개정 교과서 편찬 시, 교과서 분량에 제약을 받지 않음으로써 사진이나 그림의 삽입이 용이해졌고, 이로 인해 비유의 효과적인 제시를 위해 비유와 관련된 그림이나 사진을 동시에 제시하는 경우가 증가하였기 때문으로 파악된다. 비유물을 언어와 그림으로 동시에 표현할 경우, 비유물과 목표물간의 대응 요소가 명료해지며, 언어적·시각적 이중 부호화를 유도하여 학습 효과가 보다 오래 지속된다는 선행연구(Thiele & Treagust, 1994)를 고려할 때,

2007 개정 교과서에서 언어와 그림을 모두 사용한 비유가 증가한 것은 긍정적인 변화로 볼 수 있다.

(3) 추상도

추상적 목표물을 설명하기 위해 구체적 비유물을 대응시킨 비유가 84%, 추상적 목표물을 추상적인 비유물로 설명한 비유는 11%, 구체적인 목표물을 구체적인 비유물과 대응시켜 설명한 비유는 5%였다. 이러한 결과는 이전 교육 과정에 대한 선행연구의 결과와 유사하다. 대다수의 비유에서 추상적인 과학 개념을 설명하기 위해 구체적인 비유물을 활용하고 있다는 점은 과학 개념을 친숙한 상황과 연결 지음으로써 학생들의 이해를 돕는다는 비유의 근본 목적에 부합한다고 볼 수 있다. 한편, 추상적 비유물을 사용한 비유의 예로, 원소의 성격을 친구들의 성격 유형과 연결 짓거나, 과학자의 연구를 탐정이 범 죄를 수사하는 과정에 대응시키는 비유가 있었다. 비록 이 비유들이 추상적인 상황을 비유물로 사용하였다는 제한점이 있지만, 학생들이 쉽게 경험하고 상상할 수 있는 친숙한 상황인 경우에는 추상적 비유물도 학생의 개념 이해 등에 기여할 수 있다는 측면(Gick & Holyoak, 1983)에서는 긍정적인 측면도 존재한다.

(4) 대응 정도

비유물과 목표 개념 사이의 대응이라는 측면에서는 비유물과 목표 개념의 공유 속성에 대한 설명을 제시한 부연 비유가 54%였다. 그리고 목표 개념을 설명하기 위해 여러 개의 비유물을 제시하거나 하나의 비유물이 가지는 여러 가지 공유 속성을 설명한 확장 비유가 25%였고, 부가 설명 없이 목표 개념과 비유물만 언급한 단순 비유는 21% 사용되었다.

비유를 학습에 사용하는 목적은 비유물과 목표 개념과의 대응 과정을 통해 친숙한 상황에서 새로운 상황으로 지식을 전이시키는 것이므로, 공유 속성을 명확히 하는 대응 명료화 과정은 목표 개념이 인지 구조 내에 유의미하게 정착하기 위한 필수적 조건이다(노태희 등, 1999). 따라서 단순 비유의 사용이

감소하고(5차: 43%, 6차: 47%, 7차: 32%, 2007 개정: 21%), 부연 비유의 사용이 증가한(5차: 24%, 6차: 23%, 7차: 44%, 2007 개정: 54%) 것은 대응 명료화가 강조되었다는 측면에서 바람직한 변화로 볼 수 있다.

한편, 비유물과 목표물의 공유 속성을 여러 측면에서 설명하는 것이 비유물에 대한 친숙도의 개인차를 줄이고 관련 도식을 잘 유도하여 개념 이해에 기여할 수 있다(Harrison & Treagust, 1993). 따라서 공유 속성을 여러 측면에서 설명하는 확장 비유의 사용이 증가될 필요가 있다.

(5) 작위성

일상생활 속에서의 사물이나 상황을 변화시키지 않고 비유의 소재로 사용한 일상적 비유가 65%, 사물이나 상황에 의도적인 변화를 가하여 비유의 소재로 사용한 작위적 비유가 35%였다. 이전 교육과정 교과서와 비교할 때, 일상적 비유의 사용은 증가하였고(5차: 48%, 6차: 51%, 7차: 36%, 2007 개정: 65%), 작위적 비유의 사용이 감소하였다(5차: 52%, 6차: 49%, 7차: 64%, 2007 개정: 35%). 이러한 변화는 대체로 긍정적으로 볼 수 있으나, 작위적 비유가 과학 3(22%)에 비해 과학 1(41%)이나 과학 2(34%)에 상대적으로 많이 사용되었다는 점은 문제로 지적할 수 있다. 비유를 이용한 학습은 학습자의 사전 지식이나 경험에 의존하기 때문에(Zook & Di Vesta, 1991) 사전 지식이나 경험이 적은 학습자들에게 작위적 비유를 제시하면 학생들이 비유물 자체를 생소하게 여기거나 비유 상황 자체를 이해해야 하는 부담을 느끼게 되므로(노태희 등, 1996), 비유와 목표 개념간의 대응에 어려움을 겪으며 오개념을 형성하기 쉽다(Zook & Di Vesta, 1991). 특히 과학 1에서는 분자 개념을 도입하기 위해 비유의 사용이 빈번하므로, 학생들의 인지발달 단계를 고려하여 학생들에게 친숙한 상황을 이용한 일상적 비유를 많이 사용하도록 배려해야 할 것이다.

(6) 비유 언급

비유를 사용할 때 “~에 비유할 수 있다” 혹은 “비유하여 설명하면~”과 같은 표현을 사용하여 비유임을 명확히 제시한 경우는 22%였다. 이러한 결과

는 이전 교육과정 교과서에 비하면 비율이 증가하였지만, 절대적으로 여전히 낮은 수준으로 볼 수 있다. 비유라는 용어를 언급하지 않을 경우, 학생들이 비유물 자체를 새로운 개념으로 받아들이거나 비유물에 대한 설명과 목표 개념에 대한 설명을 혼동할 수 있으므로(Orgill & Bodner, 2006), 비유와 과학 개념을 명확히 구별할 수 있도록 비유임을 명확히 제시할 필요가 있다.

(7) 체계성

체계성 측면의 분석 결과, 목표 개념이 가진 인과관계를 포함한 체계성 높은 비유는 35%였고, 개별 속성만 대응되고 목표 개념의 인과관계를 포함하지 않는 체계성이 낮은 비유는 65%로 나타났다. 체계성이 높은 비유는 개념 이해에 필요한 도식을 도출시켜 목표 개념을 인지 구조 내에 효과적으로 정착시키고, 새로운 상황에서 활성화되도록 한다(노태희 등, 1998). 따라서 유의미한 학습을 위해서는 개별 속성만 대응되는 체계성이 낮은 비유보다는 목표 개념의 인과관계 구조를 포함하는 체계성이 높은 비유의 사용을 늘려야 할 것이다.

(8) 제한점 언급

비유물과 목표물 간의 비공유 속성에 대해 언급하거나 오개념과 관련된 주의사항을 다룬 비유는 7차 교과서에서 3%였고, 2007 개정 교과서에서도 6%에 불과했다. 모든 과학 1 교과서에 ‘모형 사용의 필요성과 제한점’과 관련된 소단원이 있으나, 대부분 모형과 관련된 주의사항을 단순히 언급하고 있을 뿐 구체적으로 모형 사용과 관련된 각 비유의 제한점을 다루고 있지는 않다. 비유물은 자체의 특성상 목표물과의 공유 속성 이외에 비공유 속성도 포함하는 경우가 많으므로, 학생들이 이를 정확히 구별해내지 못할 경우 비과학적인 결론에 도달하거나 오개념이 생성될 수도 있다(Harrison & Treagust, 1993; Curtis & Reigeluth, 1984). 따라서 학생들이 비유의 한계를 인식할 수 있도록 비유의 제한점을 명확하게 제시할 필요가 있다.

(9) 참여도

비유를 사용한 학습에서 학생의 참여가 필요한 학생 중심 비유가 7차 교과서에서 47%, 2007 개정 교과서에서 51%가 사용되었고, 학생의 직접적인 활동을 요구하지 않는 교사 중심의 비유는 7차 교과서에서 53%, 2007 개정 교과서에서는 49%가 사용되었다. 학생 중심 비유는 주로 물리적 비유물을 조작하며 공유 속성을 찾는 탐구 활동이나 학생이 분자나 원자가 되어보는 역할놀이 활동, 토의나 문제 해결을 통해 비유물과 학습 개념간의 공유 속성을 대응시키는 활동으로 제시되었다. 학생들이 직접 비유 사용 과정에 참여하게 되면 능동적인 지식 구성이 활발하게 일어나서 개념 이해가 촉진되고 학습에 대한 흥미가 높아진다는 선행연구를 고려할 때(Lawson & Baker, 1993; Cherif & Somervill, 1995), 학생 중심의 비유 활동을 통하여 학생들의 능동적인 학습 참여를 이끌어내야 할 것이다.

IV. 연구 II: 2009 개정 교육과정에 의한 중학교 과학 교과서의 화학 영역 및 고등학교 화학 교과서에 나타난 비유 분석

4.1 연구 방법

4.1.1 분석 대상

이 연구는 2009 개정 교육과정에서 교과서 심의에 통과한 중학교 과학 교과서 9종과 고등학교 화학 교과서 4종에 해당하는 총 35권의 교과서를 대상으로 하였다. 분석에 사용된 9종의 중학교 과학 교과서는 (주)교학사, (주)금성출판사, 두산동아(주), (주)미래엔, (주)비상교육, (주)좋은책신사고, (주)지학사, (주)천재교과서, (주)천재교육에서 출판되었고, 4종의 고등학교 화학 교과서는 (주)교학사, (주)비상교육, (주)상상아카데미, (주)천재교육에서 출판되었다.

중학교 교과서에서는 과학 1의 「분자 운동과 상태 변화」, 과학 2의 「물질의 구성」, 「물질의 특성」, 과학 3의 「화학 반응에서의 규칙성」, 「여러 가지 화학반응」 단원을 분석 대상으로 하였으며, 고등학교 교과서에서는 화학 I과 화학 II의 전체 단원에 대해 분석을 실시하였다.

<표 IV-1> 분석 대상 교과서

교과서	저자	출판사
중학교 과학 1, 2, 3	박희송 외 12인	(주)교학사
	이문원 외 12인	(주)금성출판사
	이진승 외 14인	두산동아(주)
	이규석 외 19인	(주)미래엔
	임태훈 외 10인	(주)비상교육
	현종오 외 16인	(주)좋은책신사고
	이상민 외 14인	(주)지학사
	신영준 외 11인	(주)천재교과서
	이면우 외 12인	(주)천재교육
고등학교 화학 I, II	박종석 외 4인	(주)교학사
	류해일 외 7인	(주)비상교육
	김희준 외 8인	(주)상상아카데미
	노태희 외 7인	(주)천재교육

4.1.2 분석 방법

2009 개정 교육과정에 의한 중학교 과학 교과서와 고등학교 화학 교과서 중 일부를 임의로 선정하여 예비 분석을 수행하였다. 기존의 분석기준을 바탕으로 예비 분석 과정에서 논의된 세부 분석 기준을 수정하여 분석틀을 구성하였다. 과학교육 전문가 3인, 현직교사 3인, 과학교육전공 대학원생 3인으로 구성된 소그룹에서 분석 기준에 대한 세미나를 수차례 실시하여 분석의 타당도와 신뢰도를 높이고자 하였고, 세미나에서 합의된 내용을 바탕으로 학생 참여도의 학생 중심 비유에 대한 세부 기준을 수정·보완하여 최종 분석틀로 사용하였다.

2인의 연구자가 개별적으로 비유를 추출하여 연구자간 일치도가 96% 이상이 될 때까지 논의하였고, 그 후 1인의 연구자가 나머지 비유를 추출하여 그 빈도를 교과목별, 교육과정별, 단원별 및 출판사별로 비교하였다. 또한, 2인의 연구자가 최종 분석틀을 이용하여 추출한 비유를 유형별로 분류하고, 이견을 좁히는 논의를 반복하여 연구자간 일치도가 95%임을 확인하였다. 이후 1인의 연구자가 추출한 모든 비유를 유형별 기준에 따라 동일한 절차로 분류하였다. 분석한 내용은 2007 개정 교육과정에 의한 중학교 과학 교과서의 비유 분석 결과(연구 I)와 비교하여 교육과정의 개정에 따른 변화를 조사하였다.

4.1.3 분석 기준

추출한 비유를 유형별로 분류하기 위한 기준은 2007 개정 교육과정 교과서 분석 연구(연구 I)에 사용된 분류 기준의 일부를 추가·보완하였다. 기존 연구에서는 학생 참여에 대한 분류 기준을 단순하게 ‘교사 중심/학생 중심’으로 이분화 하였는데, 이 연구에서는 학생 중심 비유에 대해 ‘물리적 조작 비유’, ‘역할 놀이 비유’, ‘비유 만들기’와 ‘단순 활동’으로 세분화하여 분류 기준에 추가하였다<표 IV-2>.

이 연구에서는 연구 I에서 사용했던 비유의 분류 기준을 보완하여, 최근 비유물의 특성에 관한 연구들에서 긍정적인 교수 효과를 내어 그 중요성이 대두되고 있는 학생 중심 비유에 대해(김경순 등, 2008; 김동렬, 2008; 변춘수, 김희백, 2010) 물리적 조작 비유, 역할 놀이 비유, 비유 만들기 등으로 세분화하여 교과서에 사용된 빈도를 조사하였다.

<표 IV-2> 세분화된 학생 참여도 분류기준

학생 참여도	학생 중심	물리적 비유	학생들이 직접 물리적 모형을 사용하는 활동을 통해 목표 개념의 속성을 이해하도록 하는 비유
		역할놀이	학생들 스스로가 비유물의 역할을 대신하여 움직이는 실제적인 활동을 통해 추상적인 내용을 직접 체험할 수 있는 비유
		비유 만들기	학생들이 스스로 생성한 비유
		단순활동	주어진 비유물 혹은 목표 개념을 토대로 공유속성을 찾거나 비유 관계를 생각해보는 활동
	교사 중심	교사가 비유물을 직접 제시하는 경우	

4.2 결과 및 논의

4.2.1 비유의 빈도 분석

2009 개정 교육과정 교과서에 사용된 비유를 분석하여 전체 사용의 빈도 및 교과서 한 권당 평균 빈도, 교과서 10쪽 당 빈도를 <표 IV-3>에 제시하였다. 중학교 과학 교과서 27권의 화학 영역에는 총 143개의 비유가 사용되어 교과서 한권 당 5.30개, 10쪽 당 0.66개의 비유가 쓰였으며, 고등학교 화학 교과서 8권에는 총 141개의 비유가 쓰여 한 권당 평균 17.6개, 10쪽 당 0.70개의 비유가 사용되었다.

중학교에서 비유가 가장 많이 사용된 교과서는 과학 2로 10쪽 당 0.80개가 사용되었으며, 가장 적게 사용된 교과서는 과학 1로 10쪽 당 0.43개가 사용되었다. 아직 학생들의 인지 수준이 추상적 사고를 할 수 있는 형식적 조작기에 이르지 못한 중학교 1학년(박중윤, 강순희, 1996)에서 비유 사용이 가장 적었던 것은 다음 교과서 개편 작업에서 중요하게 고려되고 개선되어야 할 점이라 지적할 수 있다.

고등학교의 경우 10쪽 당 빈도를 비교했을 때 화학 I(1.00)이 화학 II(0.44)에 비해 월등히 사용량이 많은 것으로 나타났는데, 이는 7차 교육과정에서 화학 I(0.12)이 화학 II(0.60) 보다 비유 사용이 적었던 것과 대조되는 결과이다. 교육과정 개편에 따라 화학 I과 화학 II의 내용 구성이 달라지면서 기존 7차 교육과정의 화학 II에 있던 일부의 내용들이 2009 개정 교육과정에서는 화학 I으로 재구성되면서 생긴 변화인 것으로 파악된다. 즉, 2009 개정 교육과정에서는 화학 I에서 원자론, 주기율, 화학결합, 분자의 구조 등을 다루며 원자와 분자 수준의 미시적인 개념을 가시화하기 위해 비유를 많이 활용한 반면, 화학 II에서는 화학 평형, 화학 반응 속도 등 화학 변화의 상징적 표상들을 주로 다루며 비유 사용이 적었던 것으로 해석할 수 있다.

<표 IV-3> 교과서에서 비유를 사용한 빈도

		비유의 빈도	한권 당 사용된 비유의 빈도	10쪽 당 사용 된 비유의 빈도
중학교	과학 1	22	2.44	0.43
	과학 2	70	7.78	0.80
	과학 3	51	5.67	0.64
	평균		5.30	0.66
고등학교	화학 I	93	23.25	1.00
	화학 II	48	12.00	0.44
	평균		17.6	0.70
계		284	8.11	0.68

교육과정별로 교과서에 사용된 비유의 빈도를 비교하기 위하여, 2007 개정 교육과정에서 교과서가 편찬된 중학교와 편찬되지 않은 고등학교 결과를 분리하여 <표 IV-4>에 제시하였다. 중학교 교과서의 경우 10쪽 당 비유의 빈도가 0.22개(5차), 0.27개(6차), 0.96개(7차), 1.02개(2007 개정)로 일관되게 증가하다가 2009 개정 교육과정에 이르러서는 0.66개로 현격하게 감소하였다. 고등학교 교과서의 경우도 5차부터 7차에 이르기까지는 꾸준히 증가하였지만, 2009 개정 교육과정에 이르러서는 별다른 변화를 보이지 않았다(5차: 0.34, 6차: 0.43, 7차: 0.72, 2009 개정: 0.70). 2009 개정 교육과정에서는 교과서 외형체제의 자율화로 교과서의 분량이나 자료 구성이 자유롭게 이루어졌음에도 불구하고 오히려 비유 사용이 중학교의 경우 크게 감소하고 고등학교의 경우 별다른 변화가 없었던 것은, 학생들의 이해를 돕기 위해 학생들의 경험이나 일상생활의 상황을 적극적으로 발굴하도록 권장하는 교육과정의 의도에 미치지 못하는 결과라 할 수 있다.

<표 IV-4> 교육과정별 교과서에서 비유를 사용한 빈도

	교육과정	비유의 빈도	한권 당 사용된 비유의 빈도	10쪽 당 사용된 비유의 빈도
과학	5차	21	1.4	0.22
	6차	43	1.8	0.27
	7차	108	6.0	0.96
	2007 개정	235	8.7	1.02
	2009 개정	143	5.30	0.66
화학	5차	106	7.6	0.34
	6차	269	14.9	0.43
	7차	182	18.2	0.72
	2009 개정	141	17.6	0.70

단원별로 비유의 빈도를 비교한 결과, 비유가 많이 사용된 단원은 과학 2의 「물질의 구성」(22.9%), 과학 3의 「화학 반응에서의 규칙성」(16.2%), 화학 I의 「개성 있는 원소」(13.0%)와 「아름다운 분자 세계」(13.0%) 등으로 나타났다<표 IV-5>. 이는 모두 원자와 분자 수준에서 화학 개념을 다루는 단원들로, 미시 세계에 대한 학생들의 이해를 돕기 위해 눈에 보이는 구체물들을 사용하여 목표 개념의 속성을 가시화한 비유들이 주로 쓰인 것이다. 특히, 원소와 원자 및 이온의 개념이 처음 도입된 과학 2의 「물질의 구성」에서는 65개(22.9%)로 가장 많은 비유가 사용되었고, 화학 반응의 법칙들을 입자적으로 설명한 과학 3의 「화학 반응에서의 규칙성」에서는 46개(16.2%)의 비유가 쓰였다. 그러나 분자 수준에서 물질의 상태와 분자 운동을 설명한 중학교 과학 1의 「분자 운동과 상태 변화」에서는 22개(7.7%)의 비유만이 사용되어, 동일한 개념을 다루었던 2007 개정 교육과정 과학 1의 62개(26.0%)보다도 비유 사용이 많이 감소한 것으로 나타났다(연구 I). 역시 분자 수준에서 기체와 액체, 고체, 용액의 성질에 대한 설명이 필요한 화학 II의 「다양한 모습의 물질」에서는 4종의 교과서에서 단 한 개의 비유만이 사용되었는데, 학생들의 사고력에 비해 형식적 사고를 요구하는 내용이 많은 고등학교 과정(박종운, 강순희, 1996)에서도 교과서를 집필할 때 보다 친숙하고 쉽게 접근할 수 있는 비유 소재를 개발하고 적용하려는 노력이 필요할 것이다.

<표 IV-5> 단위별 비유를 사용한 빈도

	교과목	단위영역	빈도 (%)
중학교	과학 1	6. 물질의 상태변화와 분자운동	22(7.7)
	과학 2	1. 물질의 구성	65(22.9)
		5. 물질의 특성	5(1.8)
	과학 3	2. 화학 반응에서의 규칙성	46(16.2)
		5. 여러가지 화학반응	4(1.4)
	고등학교	화학 I	1. 화학의 언어
2. 개성 있는 원소			37(13.0)
3. 아름다운 분자 세계			37(13.0)
4. 닭은꼴 화학반응			9(3.2)
화학 II		1. 다양한 모습의 물질	1(0.4)
		2. 물질 변화와 에너지	18(6.3)
		3. 화학평형	9(3.2)
		4. 화학반응속도	20(7.0)
		5. 인류복지와 화학	0(0.0)
계			284(100)

출판사별로 교과서에 사용된 비유의 빈도를 비교한 결과 중학교 과학 교과서에서는 가장 많이 사용한 출판사에서 22개, 가장 적게 사용한 출판사에서 11개가 사용되어 배의 차이를 보였다<표 IV-6>. 특히, 비유를 적게 사용한 출판사들 중 2곳에서는 과학 1 교과서에서 단 한 개의 비유도 사용하지 않은 것으로 나타났다. 과학 1의 「분자 운동과 상태 변화」 단원의 경우, 2007 개정 교육과정 9종의 교과서에서 62개의 비유가 사용될 만큼 이미 개발된 비유의 수와 종류가 다양함에도 불구하고, 이번 교육과정에서 비유 사용이 이렇게 적었던 것은 그만큼 비유의 중요성을 인식하고 비유를 적용하려는 노력이 부족했기 때문이라 볼 수 있다. 고등학교 화학 교과서에서는 비유를 가장 많이 사용한 출판사가 44개를 사용한 반면, 가장 적게 사용한 출판사는 30개만을 사용하였다. 이처럼 동일한 학년을 대상으로 같은 화학 개념을 기술하면서 아직까지 교과서 저자들마다 비유 사용에 대한 인식과 활용할 수 있는 정도에 큰 차이가 있는 것으로 나타났다.

<표 IV-6> 출판사에 따른 비유 사용 빈도

		출판사 ²⁾									
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	
중학교	과학 1	0	4	1	2	3	0	4	5	3	
	과학 2	7	9	9	7	6	6	8	7	11	
	과학 3	5	9	4	3	5	5	7	6	7	
	계	12	22	14	12	14	11	19	18	21	
		J			K			L		M	
고등학교	화학 I	22			25			18		28	
	화학 II	8			12			12		16	
	계	30			37			30		44	

2) 출판사 (random order): 교학사, 금성출판사, 두산동아, 미래엔, 비상교육, 좋은책신사고, 지학사, 천재교과서, 천재교육 / 교학사, 비상교육, 상상아카데미, 천재교육

2009 개정 교육과정 교과서에는 총 191 종류(과학, 81종; 화학, 110종)의 비유가 사용되었는데, 이 중 여러 교과서에서 공통으로 사용된 비유의 그 중 38종의 비유가 여러 교과서에 중복되어 사용되었다. 한 권의 교과서에서 단 한번 사용에 그친 비유들은 153종으로 전체 비유 종류의 80.1%에 해당되었다. 2007 개정 교육과정에서 개발된 교과서에서도 85.7%의 비유가 단 1회만 사용되었는데, 적절한 비유를 개발하기 위해서 많은 노력이 필요하다고 볼 때 이미 교육과정별로 여러 교과서에서 개발되어 있는 비유들을 적극적으로 공유하고 적용하려는 노력이 이루어져야 할 것이다.

4.2.2 비유의 유형별 분석

비유의 유형별 분류 기준 <표 III-2>와 <표 IV-2>에 따라 2009 개정 교육 과정에 의한 과학 교과서의 화학 영역 및 고등학교 화학 교과서 사용된 비유를 분석한 결과는 <표 IV-7>과 같다. 제 7차 교육과정과 2007 개정 교육과정에서의 과학 교과서 분석 결과도 같이 제시하였다.

<표 IV-7> 비유의 유형별 분석 결과(%)

비유의 유형	7차		2007 개정	2009 개정					
	과학	화학	과학	과학	고등학교		계	계	
					화학 I	화학 II			
공유속성	구조적	31	33	36	30	47	4	32	31
	기능적	43	53	37	39	38	74	50	45
	구조적/기능적	26	14	27	31	15	21	17	24
표현방식	글	34	31	7	10	8	9	8	9
	그림	7	9	8	4	4	4	4	4
	글/그림	58	60	85	86	88	87	88	87
추상도	구체적⇒구체적	5	5	5	12	1	0	1	6
	추상적⇒추상적	10	24	11	0	11	4	9	4
	추상적⇒구체적	85	70	84	88	88	96	91	89
대응정도	단순	32	47	21	19	23	15	20	20
	부연	44	41	54	64	63	74	67	66
	확장	24	13	25	17	14	11	13	15
작위성	일상적	36	57	65	49	53	72	60	54
	작위적	64	43	35	51	47	28	40	46
'비유' 언급	언급함	13	16	22	15	12	17	14	14
	언급안함	87	84	78	85	88	83	86	86
체계성	고체계	30	32	35	43	39	57	45	44
	저체계	70	68	65	57	61	43	55	56
제한점 언급	언급함	3	0	6	3	2	0	1	2
	언급안함	97	100	94	97	98	100	99	98
학생 참여도	학생 중심	47	40	49	39	28	14	23	32
	물리적 비유	-	-	-	29	16	4	12	21
	역할놀이	-	-	-	0	2	0	1	1
	비유 만들기	-	-	-	0	2	4	2	1
	단순 활동	-	-	-	10	8	6	8	9
	교사중심	53	60	51	61	72	85	77	67

(1) 공유 속성

비유의 유형을 공유되는 속성에 따라 분류한 결과, 중학교 교과서에서는 구조 비유가 30%, 기능 비유가 39%, 구조-기능 비유가 31%로 대체로 비슷한 비율로 사용되었다. 고등학교 교과서에서는 기능 비유가 50%로 가장 많이 쓰이고, 구조-기능 비유가 17%로 가장 적게 사용되었다. 구체적으로 살펴보면, 화학 I에서는 원자와 분자의 구조를 설명하기 위한 구조 비유가 47%로 상대적으로 많이 사용되기는 하였지만, 화학 II에서 화학 평형이나 반응 속도, 촉매 등을 설명하며 기능이나 역할을 대응시키는 기능 비유가 74%에 해당할 만큼 많이 사용되면서, 전체적으로 고등학교 화학 교과서에서는 기능 비유의 사용이 많았던 것으로 해석된다. 구조와 기능 두 측면에서 모두 대응시키는 구조-기능 비유는 중·고등학교 전체 사용량의 24%에 해당되었는데, 목표물의 여러 속성을 공유하는 다중 비유의 사용이 개념 이해에 효과적이라는 선행 연구(권혁순 등, 2001)의 결과에 비추어 볼 때, 목표 개념에 적합한 구조-기능 비유를 개발하고 이를 공유하려는 노력이 지속적으로 이루어져야 할 것이다.

(2) 표현 방식

표현 방식에 따라 분류한 결과에서는 언어와 그림을 모두 사용하여 표현한 비유가 중학교 교과서 86%, 고등학교 교과서 88%로 가장 많이 사용되었다. 언어-그림 비유의 사용은 2007 개정 교육과정부터 두드러지게 증가하였는데(7차: 중학교 58%, 고등학교 60%; 2007 개정: 중학교 85%), 이때부터 교과서의 외형 체제가 자율화되어 교과서 분량이나 표현 등에 제약을 덜 받게 되면서 상대적으로 하나의 비유물에 대해 그림과 언어를 같이 이용한 비유 사용이 증가한 것으로 해석된다. 한 목표 개념에 대해 언어와 그림 형태의 비유물을 동시에 대응시킬 때, 학생들의 학습 스타일에 따른 차이를 감소시킬 수 있고 언어적·시각적으로 이중 부호화 되면서 학생들의 개념 이해를 도울 수 있다는 측면(Noh & Scharmann, 1997)에서 언어-그림 비유 사용의 증가는 매우 긍정적인 경향이라고 볼 수 있다.

(3) 추상도

추상성에 대해서는 추상적 개념을 구체적 비유물에 대응시킨 추상적/구체적 비유가 중학교와 고등학교 교과서에서 각각 88%, 91%로 가장 많았으며, 추상적 개념을 추상적 비유물에 대응시킨 추상적/추상적 비유 사용은 중·고등학교 교과서 모두 지난 교육과정에 비해 다소 감소하였다(중학교: 7차 10%, 2007 개정 11%, 2009 개정 0%; 고등학교: 7차 24%, 2009 개정 9%). 따라서 2009 개정 교육과정에서는 비유 사용이 과학 개념의 추상적인 속성을 가시화하거나 이해하기 쉽게 하기 위해 구체적 실제물을 대응시키는 비유 본연의 의도에 보다 충실하게 이루어졌다고 할 수 있다. 특히, 인지적 수준이 형식적 조작기에 이르지 못한 학생들이 많은 중학생을 위한 교과서에서는 추상적/추상적 비유를 사용한 경우가 전혀 없었고, 고등학교 교과서에서 사용된 9%의 추상적/추상적 비유도 태양계로 원자 모형을 설명하거나 8음계로 원소의 주기성을 설명하는 등 학생들에게 기존 선수 학습을 통해 익숙한 추상적 속성들을 적용시킨 것들은 바람직한 비유 사용이라고 볼 수 있다.

(4) 대응 정도

대응 정도에 따라 분류한 결과에서는 중·고등학교 교과서 모두 공유 속성을 명확하게 설명해 주는 부연 비유의 사용이 가장 많았다. 이전 교육과정에서 비해서도 중학교 교과서의 경우 7차 교육과정에서부터 2009 개정 교육과정에 이르기까지 꾸준히 부연 비유의 사용이 증가하였고(7차: 44%, 2007 개정: 54%, 2009 개정: 64%), 고등학교 교과서에서도 7차 교육과정의 41%에 비해 2009 개정 교육과정에서는 67%로 사용량이 많이 증가하였다. 학생들의 인지과정 속에서 비유물의 친숙한 속성으로부터 과학 개념으로 전이가 잘 일어나기 위해서는 목표 개념과 비유물 간의 공유 속성에 대한 대응이 명확하게 이루어져야 한다(노태희 등, 1999). 따라서 비유물을 단순하게 제시만 하는 단순 비유보다는 비유물과 목표 개념간의 공유 속성을 명확하게 설명해 주는 부연 비유의 사용을 더 확대하고, 목표 개념이 이해하기 어려운 경우에는 동시에 여러 비유물을 대응시키며 관련 도식을 유의미하게 이끌어낼 수 있도록 돕는

확장 비유의 사용(권혁순 등, 2001)도 증가되어야 할 것이다.

(5) 작위성

작위성에 대해서는 일상적인 상황이나 사물을 변형시키지 않고 그대로 비유의 소재로 사용한 일상적 비유가 중학교 교과서에서는 49% 사용되었고 고등학교 교과서에서는 60%가 사용되었다. 중학교 교과서의 경우 2007 교육과정에서 일상적 비유가 65% 사용된 결과에 비해, 일상적인 비유 사용이 감소하고 작위적 비유 사용이 증가한 것으로 나타났다. 과학 개념 이해를 돕기 위해 사용한 비유물이 학생들에게 생소하거나 이해하기 어려운 경우에는 비유물 자체를 이해하기 위한 과정을 거쳐야 하기 때문에, 도리어 학생들에게 인지적 부담을 느끼게 하거나 목표 개념으로의 전이에 어려움을 겪게 한다(노태희 등, 1998; Zook & Di Vesta, 1991). 따라서 학생들에게 이미 친숙해져 있는 일상적 비유를 개발하려는 시도가 지속적으로 이루어져야 할 것이며, 과학 개념의 특성상 작위적인 상황이 필요한 경우에는 가능한 학생들이 이해하기 쉬운 형태로 비유물을 제작하려고 노력해야 할 것이다.

(6) 비유 언급

비유라는 용어를 교과서에 명시하는지의 여부에 따라 분류한 결과 중학교 교과서 15%, 고등학교 교과서 14%만이 비유에 대한 언급을 하고 있고, 나머지는 전혀 비유라는 언급을 하지 않은 것으로 나타났다. 이는 비유임을 명시한 비율이 중학교 교과서에서 22%이었던 2007 개정 교육과정 교과서보다도 더 감소한 것으로, 비유에 대한 부주의한 사용이라 할 수 있다. 학생들이 종종 비유물과 목표 개념을 혼동하여 목표 개념을 비유물로부터 분리하지 못하거나 비유물을 목표 개념으로 오인하는 경우들이 보고되고 있는데(Orgill & Bodner, 2006), 이런 부정적인 효과들을 막기 위하여 교과서에 비유라는 표현을 명확하게 제시하는 것이 필요할 것이다.

(7) 체계성

체계성에 따라 분류한 결과, 목표 개념의 구조나 인과 관계를 많이 포함하는 체계성이 높은 비유의 사용이 중·고등학교 교과서 모두 지난 교육과정에 비해 조금씩 증가하고 있는 것으로 나타났다(중학교: 7차 30%, 2007 개정 35%, 2009 개정 43%; 고등학교: 7차 32%, 2009 개정 45%). 특히, 기능 비유의 사용이 많았던 화학 II의 경우에는 체계성 높은 비유가 57%로 절반 이상 사용된 긍정적인 변화도 있었지만, 아직까지도 중·고등학교 교과서에 있는 비유물의 56%는 목표 개념의 속성이나 인과 관계를 체계적으로 포함하고 있지 않은 체계성이 낮은 비유인 것으로 분석되었다. 비유를 통해 목표 개념을 학생들의 인지 구조 내에 효과적으로 정착시키기 위해서는 목표 개념의 인과 관계나 구조를 체계적으로 포함하고 있는 비유물의 사용이 중요할 것이다(노태희 등, 1998; Holyoak & Koh, 1987). 따라서 목표 개념의 핵심적인 구조나 인과 관계를 많이 포함하고 있는 체계성이 높은 비유물을 제작하고 공유하려는 노력이 앞으로도 계속 진행되어야 할 것이다.

(8) 제한점 언급

비유의 제한점에 대한 언급 역시 중·고등학교 교과서에 있는 거의 모든 비유 상황에서 제한점을 언급하지 않았으며, 단지 중학교 교과서 3%, 고등학교 교과서 1%의 비유만이 목표 개념과 다른 비유의 제한점을 명시하고 있어 7차 교육과정 및 2007 개정 교육과정의 문제점이 반복되는 것으로 나타났다. 비유물의 부주의한 사용이 학생들의 오개념 생성에 주요한 원인이 되어 올바른 과학 개념 이해에 부정적인 영향을 끼칠 수 있다는 점에 비추어 볼 때 (Thiele & Treagust, 1991; Curtis & Reigeluth, 1984), 비유물이 목표 개념과 공유하지 못한 속성들에 대해 교과서에서 명확하게 언급해 주거나 교사용 지도서나 교사 연수를 통하여 교사들에게 이 부분을 인식할 수 있도록 분명한 지도가 이루어져야 할 것이다.

(9) 참여도

참여성을 기준으로 비유를 분류한 결과 중·고등학교 교과서 모두 교사 중심 비유가 많고, 학생 중심 비유가 적게 사용되었다. 이전 교육과정 결과에 비해서도 중학교와 고등학교 교과서 모두 학생 중심 비유 사용이 감소하였다(중학교: 7차 47%, 2007 개정 49%, 2009 개정 39%; 고등학교: 7차 40%, 2009 개정 23%). 특히, 고등학교 화학 II의 경우 교사 중심 비유가 85%나 사용되어, 학년이 올라갈수록 교사 설명 중심의 비유 사용이 더 심화되는 것으로 나타났다. 학생 중심 비유에서는 탐구 활동으로 모형을 제작하는 등의 물리적 조작 비유가 전체 비유의 21%이었으며, 역할 놀이 비유나 비유 만들기는 각각 1%에 불과하였다. 교사의 설명이 중심이 되는 수업에서는 학생들이 정보를 수동적으로 듣는 경우가 많아 학습 과정에 적극적으로 참여하기가 어려워진다. 반면, 학생 중심 수업에서는 학생들이 다양한 방식의 체험 활동을 하며 능동적으로 학습 과정에 참여하게 되고, 이를 통해 인지 과정이 활성화되어 개념 이해가 촉진될 수 있다. 특히, 분자운동과 같이 미시적인 관점에서 이해해야 하는 과학 개념에 대해서는 학생들이 비유물을 구성하는 주요 요소가 되어 과학 현상을 구성하는 요소들의 특성 및 변화 과정 등을 체험함으로써 개념 이해가 향상된다고 보고되어 있다(김동렬, 2008; Ragsdale & Pedretti, 2004). 따라서 교사들이 이런 비유 활동을 다양하게 조직할 수 있도록 과학 교과서나 지도서에 역할 놀이 비유나 비유 만들기 등의 활동을 안내함으로써 학생 중심 비유 활동이 활성화될 수 있도록 도모해야 할 것이다.

V. 결론 및 제언

이 연구에서는 2007 개정 교육과정과 2009 개정 교육과정의 중학교 화학 영역 및 고등학교 화학 교과서를 대상으로 비유의 사용 빈도를 조사하고, 그 유형을 분석하였다.

연구 I에서 2007 개정 교육과정에 따른 27권의 중학교 과학 교과서의 화학 영역에서 사용된 비유는 총 235개, 교과서 1권 당 평균 8.7개, 10쪽 당 1개 정도로 이전 교육과정에 비해 비유 사용의 빈도가 증가하였다. 이러한 결과는 과학 학습에서 비유 사용의 중요성에 대한 인식이 높아지고 있음을 시사한다. 그러나 아직도 대다수의 비유가 단 1회만 사용되고 있어 과학 학습에서 효과적인 비유가 보편적으로 사용되고 있지 않음을 알 수 있다.

비유의 유형별 분류에서는, 그림과 언어로 함께 표현된 비유, 일상적 상황을 이용한 비유, 부연 비유의 사용이 긍정적으로 증가한 것으로 나타난 반면, 체계성이 높은 비유, 비유의 언급, 비유의 제한점에 대한 언급 비율은 2007 개정 교과서에서 여전히 낮은 것으로 나타나 문제의 개선이 필요한 것으로 사료된다.

연구 II에서는 2009 개정 교육과정에 따른 중학교 과학 교과서의 화학 영역 및 고등학교 화학 교과서에 사용된 비유를 분석하고, 연구 I의 결과와 비교하여 교육과정의 개정에 따른 비유의 사용에 대하여 논의하였다. 2009 개정 교육과정의 과학 및 화학 교과서에서는 총 284개의 비유(중학교: 143개, 고등학교: 141개)가 사용되어 교과서 한 권당 8.11개, 10쪽 당 0.68개의 비유가 사용되었다. 비유 사용에 대한 인식이 증대하면서 5차 교육과정부터 2007 개정 교육과정에 이르기까지 비유 사용은 증가하는 경향을 보였으나, 이번 2009 개정 교육과정 교과서에서는 도리어 비유 사용이 감소한 것으로 나타났다. 상대적으로 비유가 많이 쓰인 단원들은 입자적 관점에서 화학 개념에 대한 설명이 필요한 단원들이었으나, 분자 운동을 다루는 과학 1에서는 2007 개정 교육과정에 비해 비유 사용이 크게 감소하였고, 학생들이 가장 어려워하는 화학 II에서 비유가 가장 적게 사용되는 등 전반적으로 교과서에 비유를 도입하고 적용

하려는 노력이 부족했던 것으로 판단된다. 또한, 사용된 191종의 비유 중 80.1%에 해당되는 153종의 비유는 단 1회만 사용되었는데, 이는 이전 교육과정에서부터 반복적으로 나타나는 문제점이다.

적합한 비유의 준거라고 보고되어 있는 다양한 기준들에 따라 비유를 분석한 결과에서는 그림과 언어를 같이 이용한 비유 및 추상적 개념을 구체적 비유물에 대응시키는 비유가 주로 사용되었고, 지난 교육과정에 비해 공유 속성을 부연 설명하는 비유 사용이 증가하는 등 긍정적 측면들이 있었다. 그러나 비유임을 명시하거나 비유물의 비공유 속성 등에 관한 제한점을 언급한 경우들이 거의 없었고, 교사의 설명 중심으로 제시되는 비유물과 작위적 비유 사용이 이전 교육과정에 비해 더 증가한 것은 학생들의 개념 이해에 부정적인 영향을 끼칠 수 있는 문제점으로 지적할 수 있었다. 또한, 비유물이 목표 개념의 구조와 기능적 속성을 체계적으로 포함해야 한다는 측면과, 구조와 기능의 다양한 속성을 포함해야 한다는 측면에서는 아직 개선되어야 할 여지들이 많았다.

2007 개정 교육과정의 교과서와 2009 개정 교육과정의 교과서 모두 학년이나 단원에 따라 비유 사용 빈도의 편차가 크고, 동일한 단원에 대해서도 출판사에 따라 비유 사용 빈도의 차이가 크게 나타나는 문제점도 있었다. 이는 교과서의 저자에 따라 비유에 대한 지식이나 선호가 상이한 점에 기인했을 것으로 추측할 수 있다. 따라서 다음 교육과정의 교과서 개편 시에는 저자들마다 교수 학습 전략으로서 비유의 장점을 깊이 인식하고 이를 활용하려는 노력을 적극적으로 기울여야 할 것이다. 한편, 교과서에 활용 가능한 비유의 체계적인 정리가 미비한 점도 교과서에 따라 사용되는 비유가 다양한 것에 영향을 미칠 수 있다. 특정 과학 개념에 적합한 비유물을 제작하기 위해서는 많은 노력이 필요하기 때문에, 이전 교육과정부터 다양하게 개발되어 있는 비유물들에 대해 폭넓게 이를 공유하고 인식의 공감대를 형성하면 비유 사용이 보다 효율적으로 이루어질 수 있다. 따라서 관련 기관에서는 이미 개발된 다양한 비유물에 대해 화학 영역별 비유 은행을 만들고 교과서 집필진들이 이를 적극 활용할 수 있도록 돕는 구체적인 방안을 강구해야 할 것이다.

학생들에게 과학 개념 구조를 쉽게 이해하도록 돕는다는 비유의 장점을 잘 살리기 위해서는, 비유 사용의 양적 증가 외에도 학생들의 인지발달과 과학 내용의 특성에 맞는 올바른 비유를 사용하는 것이 중요하다. 이에 비유 사용으로 인한 부작용을 줄이고 교수 효과는 극대화될 수 있도록 적절한 비유물을 선정하고 실제 수업 현장에서 올바르게 사용되도록 돕는 구체적인 방안들이 마련되어야 할 것이다. 따라서 학생들의 효과적인 개념 구성과 오개념 형성을 방지하기 위해서 앞으로 개발될 과학 교과서에서는 체계성이 높은 비유물의 사용을 늘리고, 비유라는 점을 명확히 나타내며, 비유물의 제한점을 명시해야 할 것이다. 그리고 구조와 기능적인 면을 모두 공유하는 고차원적인 비유, 확장 비유, 그리고 학생들의 적극적인 참여를 유도할 수 있는 학생 중심 비유의 개발과 사용에도 지속적인 노력을 기울여야 할 것이다. 과학 교과서 검정을 담당하는 기관에서도 비유 사용 실태에 대한 연구 결과를 바탕으로 비유의 사용에 관련된 검정 기준을 설정하여야 할 것이다.

또한, 교육 현장의 교사들이 비유의 장점과 한계점을 분명하게 인식하였을 때, 교과서에 제시된 비유를 과학 학습에 도움이 되도록 올바르게 사용할 수 있으므로 과학 수업에 활용할 수 있는 비유에 대한 정보들을 제공하는 방안이 필요하다. 앞으로도 효과적인 비유 사용에 관한 후속 연구들이 다양하게 이루어져서 이런 연구 성과들이 교과서 개편 작업이나 교사 연수에 잘 반영되어, 궁극적으로는 현장 과학 교사들이 학생들에게 바람직한 방법으로 비유를 잘 사용할 수 있도록 도모해야 할 것이다.

VI. 참고 문헌

- 강훈식, 서지혜 (2012). 포화 용액 개념 학습에서 비유 표현 방식과 언어적 학습 양식에 따른 비유 사용 수업의 효과. 한국과학교육학회지, 32(2), 402-415.
- 교육인적자원부 (2007a). 2007 개정 과학과 교육과정.
- 교육인적자원부 (2007b). 2007 개정 교육과정(교육인적자원부 고시 제 2007-79 호)에 따른 중학교 검정도서 편찬상의 유의점 및 검정기준.
- 권혁순 (2000). 화학 교육에서 비유의 사용 현황과 비유를 사용할 때 개념 이해에 영향을 미치는 요인. 서울대학교 박사학위논문.
- 권혁순, 김창민, 노태희 (2001). 다중 비유의 사용 방식이 중학생들의 과학 개념 이해에 미치는 효과. 한국과학교육학회지, 21(1), 114-121.
- 권혁순, 최은규, 노태희 (2004). 화학 교육에서 사용되는 비유에 대한 학생들의 이해도 및 비유 사용의 제한점. 한국과학교육학회지, 24(2), 287-297.
- 김경순, 변지선, 이선우, 강훈식, 노태희 (2008). 비유를 사용한 반응 속도 개념 학습에서 유발되는 대응 오류에 대한 분석과 비유 표현 방식에 따른 비교. 한국과학교육학회지, 28(4), 340-349.
- 김경순, 안인영, 최용남, 노태희 (2013). 2009 개정 교육과정에 따른 중학교 과학 교과서의 화학 영역과 고등학교 화학 교과서에 사용된 비유의 분석. 대한화학회지, 57(6), 801-812.
- 김동렬 (2008). 유전 관련 개념에 대한 고등학생들의 비유 만들기 수업의 적용 효과. 한국과학교육학회지, 28(5), 424-437.
- 김영민, 박승재 (1992). 중학생의 전류 개념 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, 김동연, 채우기 (1997). 제6차 교육과정에 따른 중등 과학 교과서 화학 영역의 비유 분석, 화학교육, 24(1), 1-8.
- 노태희, 권혁순, 채우기 (1996). 과학 교과서의 화학 영역에 사용된 비유의 분

- 석: 제 5차 중등 과학 교육과정을 중심으로. 서울대학교 사대논총, 53, 21-37.
- 노태희, 김창민, 권혁순 (1999). 대응 명료화 전략 및 비유물의 제시 시기가 중학생들의 과학 개념 이해에 미치는 효과. 한국과학교육학회지, 19(1), 107-116.
- 노태희, 안인영, 강석진 (2013). 2007 개정 중학교 과학 교과서의 화학 영역에 사용된 비유의 분석. 대한화학회지, 57(3), 398-404.
- 노태희, 최용남, 권혁순 (1998). 비유물의 체계성과 표현 방식이 개념 회상 및 응용에 미치는 효과. 한국과학교육학회지, 18(1), 83-92.
- 문지영, 송주연, 김성원 (2012). 초등학교 과학교과서에 나타난 과학-예술통합 활동의 분석. 한국과학교육학회지, 35(5), 890-902.
- 박종윤, 강순희 (1996). 고등학교 과학Ⅱ(하) 교과서 내용이 요구하는 논리적 사고력 수준과 학생들의 인지수준 비교 연구, 화학교육, 23(5), 335-344.
- 변춘수, 김희백 (2010). 학생 중심 비유 활용 수업이 중학생의 광합성 개념 이해에 미치는 영향. 한국과학교육학회지, 30(2), 304-322.
- 차정호, 변순화, 노태희 (2004). 제 7차 중등 과학 교과서의 화학 영역에 사용된 비유 분석. 대한화학회지, 48(6), 629-637.
- Bryce, T. G. K., & MacMillan, K. (2005). Encouraging conceptual change: The use of bridging analogies in the teaching of action-reaction forces and the 'at rest' condition in physics. *International Journal of Science Education*, 27(6), 737-763.
- Cherif, A. H. & Somervill, C. H. (1995). Maximizing learning: using roleplaying in the classroom. *The American Biology Teacher*, 57(1), 28-33.
- Clarke, C. B. (2005). The Impact of Self-generated Analogies on At-risk Students' Interest and Motivation to Learn. Doctoral dissertation, The Florida State University.
- Curtis, R. V., & Reigeluth, C. M. (1984). The use of analogies in written

- text. *Instructional Science*, 13(2), 99-117.
- Dagher, Z. R. (1995). Review of studies on the effectiveness of instructional analogies in science education. *Science Education*, 79(3), 295-312.
- Duit, R. (1991), On the role of analogies and metaphors in learning science, *Science Education*, 75(6), 649-672.
- Duit, R., Komorek, M. Wilbers, J, & Roth, W. (1997). Conceptual change during a unit on chaos theory induced by means of analogies. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching.
- Gabel, D. L.; Samuel, K. V. (1986). High school student' ability to solve molarity problems and their analog counterparts. *Journal of Research in Science Teaching*, 23(2), 165-176.
- Gabel, D. L., & Sherwood, R. D. (1980). Effect of using analogies on chemistry achievement according to Piagetian level. *Science Education*, 64(5), 709-716.
- Gentner, D. (1983). Structure-mapping: A theoretical framework for analogy. *Cognitive Science: A Multidisciplinary Journal*, 7(2), 155-170.
- Gentner, D., & Markman, A. B. (1997). Structure mapping in analogy and similarity. *American Psychologist*, 52(1), 45-56.
- Gentner, D., & Toupin, C. (1986). Systematicity and surface similarity in the development of analogy. *Cognitive Science*, 10, 277-300.
- Gick, M. L., & Holyoak, K. J. (1983). Schema induction and analogical transfer. *Cognitive Psychology*, 15(1), 1-38.
- Glynn, S. M., Britton, B. K., Semrud-Clickeman, M., & Muth, K. D. (1989). Analogical reasoning and problem solving in science textbooks. In, J. A. Glover, R.R. Ronning, & C. R. Reynolds (eds.) *A handbook of creativity: Assessment, theory, and research*. New York: Pkenum.

- Glynn, S. M. (1991). Explaining science concepts: A teaching-with-analogies model. In S. Glynn, R. Yeany, B. Britton, (Eds.) *The Psychology of Learning Science* (pp 219-240). Hillsdale: Lawrence Elbaum Associates.
- 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 373306)
- 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.
- Lawson, A. E. (1993). The importance of analogy: A prelude to the special issue. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(10), 1213-1214.
- Mason, L. (1994). Analogy, metaconceptual awareness and conceptual change: A classroom study. *Educational Studies*, 20(2), 267-292.
- Nagel, E. (1979). The Role of Analogy. In *The structure of science*, London: Routledge & Kegan Paul.
- Noh, T., & Scharmann, L. C. (1997). Instructional influence of a molecular-level pictorial presentation of matter on students' conceptions and problem-solving ability. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(2), 199-217.
- Orgill, M. K., & Bodner, G. M. (2006). An Analysis of the Effectiveness of Analogy Use in College-Level Biochemistry Textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(10), 1040-1060.
- Ragsdale, F. R., & Pedretti, K. M. (2004). Making the rate: Enzyme dynamics using Pop-It Beads. *The American Biology Teacher*, 66(9),

621-626.

- Rule, A. C., & Furletti, C. (2004). Using form and function analogy object boxes to teach human body systems. *School Science and Mathematics* 104(4), 155-169.
- 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 (Eds.), *Similarity and Analogical Reasoning* (pp. 498-531). Cambridge: Cambridge University Press.
- Treagust, D. F., Harrison, A. G, Venville, G. F. & Dagher, Z. R. (1995). Using an analogical teaching approach to engender conceptual change. *International Journal of Science Education*, 18(2), 213-229.
- Thiele, R. B., & Treagust, D. F. (1991). Using analogies in secondary chemistry teaching. *The Australian Science Teachers Journal*, 37(2), 4-14.
- 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.
- Venville, G. J., & Treagust, D. F. (1996). The role of analogies in promoting conceptual change in biology. *Instructional Science*, 24, 295-320.
- Zook, K. B., & Di Vesta, F. J. (1991). Instructional analogies and conceptual misrepresentations. *Journal of Educational Psychology*, 83(2), 246-252.

ABSTRACT

An Analysis of Analogies in Chemistry Content of Middle School Science Textbooks and High School Chemistry Textbooks Developed Under the 2007 and 2009 Revised National Curricula

Ahn, Inyoung

Department of Science Education, Major in Chemistry

The Graduate School

Seoul National University

In this study, we analyzed the analogies in the chemistry domain of 27 middle school science textbooks developed under the 2007 Revised National Curriculum and 27 middle school science textbooks and 8 high school chemistry textbooks developed under the 2009 Revised National Curriculum. In the 2007 Revised National Curriculum, a total of 235 analogies were found in 27 middle school science textbooks analyzed, which meant that one analogy per 10 pages was used on average. In the 2009 Revised National Curriculum, a total of 284 analogies (science, 143; chemistry, 141) were identified from the textbooks, which meant that 8.11 analogies (science, 5.3; chemistry, 17.6) per textbook and 0.68 analogy (science, 0.66; chemistry, 0.70) per 10 pages were used on average. Compared with previous curricula that the number of analogies gradually increased, the use of analogy was found to be somewhat decreased in the 2009 Revised National Curriculum. The number of analogies found in each textbook

considerably varied depending on on course, unit, and publishing company.

Further analyses of the types of analogies indicated that functional analogies, verbal and pictorial analogy, analogy with abstract target and concrete analog, and enriched analogy were frequently used. However, on presenting the analogies in the textbooks, the term analogy and description about the limitations of the analogies were rarely mentioned. Teacher-centered analogy, and analogy with low systematicity were also found to be frequently used. Educational implications of these findings are discussed.

Key words: Analogy, Science Textbook, Chemistry Textbook, 2007 Revised National Curriculum, 2009 Revised National Curriculum

Student Number : 2013-21426