

## 2007 개정 중학교 과학 교과서의 화학 영역에 사용된 비유의 분석

노태희 · 안인영 · 강석진<sup>†,\*</sup>

서울대학교 화학교육과

<sup>†</sup>전주교육대학교 과학교육과

(접수 2013. 4. 17; 게재확정 2013. 5. 28)

## An Analysis of Analogies in the Chemistry Domain of Middle School Science Textbooks Developed under the 2007 Revised National Curriculum

Taehee Noh, Inyoung Ahn, and Sukjin Kang<sup>†,\*</sup>

Department of Chemistry Education, Seoul National University, Seoul 151-742, Korea

<sup>†</sup>Jeonju National University of Education, 50 Seohak-ro, Wansan-gu, Jeonju 560-757, Korea

\*E-mail: kangsj@jnu.ac.kr

(Received April 17, 2013; Accepted May 28, 2013)

**요약.** 본 연구에서는 2007 개정 교육과정에 따른 중학교 과학 교과서의 화학 영역에 사용된 비유를 수집하여 빈도를 분석하고 유형에 따라 분류하였다. 분석한 27권의 교과서에 사용된 비유는 총 235개로, 교과서 10쪽마다 평균 1개의 비유가 사용되었다. 비유 사용 빈도는 교과서의 종류나 단원의 내용에 따라 차이가 있었다. 유형별로 비유를 분석한 결과, 기능적 속성을 공유한 비유, 언어와 그림으로 모두 제시된 비유, 추상적인 목표물을 구체적인 비유물에 대응시킨 비유, 부연 비유, 일상 비유, 학생 중심의 비유와 체계성이 낮은 비유가 많았으며, 반대로 교과서 본문에 비유라는 단어를 사용하거나 비유물의 제한점을 언급하는 경우는 적었다. 제7차 교육과정의 중학교 과학 교과서와 비교했을 때, 비유의 사용 빈도는 증가하였고, 표현 방식, 대응 정도, 작위성 측면에서 긍정적인 변화가 있었다. 그러나 나머지 유형 기준에서는 차이가 없었다.

**주제어:** 비유, 중학교 과학 교과서, 2007 개정 교육과정

**ABSTRACT.** In this study, the analogies in the chemistry domain of middle school science textbooks developed under the 2007 revised National Curriculum were analyzed. A total of 235 analogies were found in 27 middle school science textbooks analysed, which means that one analogy per 10 pages was used on average. The number of analogies found in each textbook considerably varied depending on both publishing company and chemistry domain. Functional analogies, verbal and pictorial analogies, analogies with abstract target and concrete analog, enriched analogies, everyday contexts analogies, student-centered analogies, and analogies with low systematicity were frequently used. On presenting the analogies in the textbooks, the term analogy and description about the limitations of the analogies were rarely mentioned. In comparison with the analogies in the science textbooks developed under the 7th National Curriculum, the frequency of analogies per page was increased. There were positive changes in the aspects of representation, extent of mapping and artificiality. No differences, however, were found in the patterns of the other aspects.

**Key words:** Analogy, Middle school science textbook, 2007 Revised National Curriculum

### 서론

비유란 친숙하지 않은 개념을 설명하기 위하여 쉽고 친숙한 상황을 도입하여 두 영역을 비교하는 것으로,<sup>1,2</sup> 과학 수업에서 비유는 추상적이거나 학습자에게 생소한 학습 내용의 친숙하고 구체적인 상황에 대응시킴으로써 학습자의 이해를 돕는 데 사용된다. 사전 지식을 바탕으로 한 능동적인 자신의 해석을 강조하는 구성주의 학습관에 따르면, 비유는 기존 지식과 새로운 지식을 연결하는 유용한

도구로 사용될 수 있다.<sup>3</sup> 또한 비유는 추상적인 과학 개념을 가시적인 형태로 바꾸어 주고, 친숙한 비유물은 학생들의 과학 학습 동기를 유발하는데도 효과적인 것으로 보고되었다.<sup>1,4</sup>

그러나 비유가 때로는 학생들이 잘못된 과학 개념을 지니는 원인으로 작용하기도 한다.<sup>5</sup> 학생들이 비유물 자체를 이해하지 못하는 경우, 비유물과 목표 개념 사이에 부적절한 대응 관계가 형성되어 오개념이 유발될 수도 있다.<sup>6</sup> 또한 학생들이 비유물을 생소하게 여길 경우, 비유물 자체의

의미를 파악하여야 하는 추가적인 부담이 발생할 수 있다.<sup>7</sup> 이와 같은 비유의 제한적 특징을 고려할 때, 비유의 한계를 극복하고 장점을 극대화시키기 위해서는 교수-학습 과정에서 비유가 사용되는 실태를 파악하는 연구가 필요하다. 특히, 학교에서 사용되는 교육 자료 중 가장 큰 비중을 차지하는 교과서에 어떤 비유가 어떻게 제시되고 있는지에 대한 연구는 비유의 효과적인 사용에 관한 의미 있는 자료를 제공할 것이다.

이러한 맥락에서 중·고등학교 과학 교과서의 화학 영역에 사용된 비유를 분석한 연구들이 진행되어 왔다.<sup>8-10</sup> 선행연구에서는 비유물과 목표물의 공유 속성, 비유물의 표현 방식, 비유물과 목표물의 추상도, 대응 정도, 제시된 비유물의 작위성, 비유 용어의 사용, 비유의 제한점 언급, 학습자의 참여도 측면에서 과학 교과서에 사용된 비유들을 유형별로 분석하였다. 연구 결과, 교육과정의 개정에 따라 비유의 사용 횟수가 전반적으로 증가하였고, 일부 영역에서는 비유의 유형이 긍정적으로 개선된 것으로 나타났다. 그러나 제7차 교육과정 교과서의 경우, 상황을 의도적으로 꾸민 작위적 비유가 전체 비유의 절반에 이르렀고, 비유라는 용어의 사용이나 제한점에 대한 명시가 거의 없으며, 체계성이 낮고 공유 속성의 대응을 다루지 않은 비유가 많이 사용되는 등 개선되어야 할 점도 여전히 존재하였다.<sup>10</sup>

현행 2007 개정 교육과정에서는 중학교 과학 교과서 편찬에서 페이지 수와 도서 외형 체제가 자율화됨으로써, 교

과서의 분량과 삽화의 양이 증가하였다.<sup>11</sup> 이처럼 교과서 편찬에서 분량과 구성의 제약을 철폐하고 자율성을 강화한 만큼 비유 사용에서 어떤 변화가 이루어졌는지를 질적·양적 측면에서 점검해 볼 필요가 있다. 이에 본 연구에서는 2007 개정 교육과정에 따른 중학교 과학 교과서의 화학 영역에 사용된 비유의 빈도와 유형을 분석하고, 그 결과를 선행연구와 비교하였다. 본 연구의 구체적인 내용은 다음과 같다.

- 1) 2007 개정 교육과정 중학교 과학 교과서의 화학 영역에 사용된 비유를 추출한다.
- 2) 추출한 비유를 유형별로 분류하고, 사용된 비유의 특징을 조사한다.
- 3) 선행연구와의 비교를 통하여 교육과정의 개정에 따른 비유 사용의 변화에 대하여 조사한다.

## 연구 방법

### 분석 대상

본 연구에서 분석한 교과서는 모든 학년에서 검정을 통과한 9종의 교과서로 총 27권이다. 9종의 교과서는 (주)교학사, (주)금성출판사, (주)동화사, 두배의 느낌, 두산동아, (주)미래엔, 비유와 상징, 천재교육, 천재문화에서 출판되었다. 대상 단원은 과학 1의 물질의 세 가지 상태, 분자의 운동, 상태 변화와 에너지, 과학 2의 물질의 구성, 우리 주위의 화합물, 과학 3의 물질의 특성, 전해질과 이온 단위이다.

**Table 1.** The framework for the analysis of analogies in science textbooks

Criteria	Type of analogies	Description
Nature of shared attributes	Structural	shares similarities in external features and/or appearance only
	Functional	shares similarities in functions and/or behaviors only
	Structural/Functional	shares similarities in both external features/appearance and functions/behaviors
Representation	Verbal	presented only in words
	Pictorial	presented only in picture forms
	Verbal/Pictorial	presented in both words and picture forms
Abstraction	Concrete→Concrete	concrete target and concrete analog
	Abstract→Abstract	abstract target and abstract analog
	Abstract→Concrete	abstract target and concrete analog
Extent of mapping	Simple	does not include any statement of explaining the connection between analog and target
	Enriched	includes a statement of explaining the connection between analog and target
	Extended	involves more than one analogs or several attributes of one analog to describe the target
Artificiality	Everyday context	use everyday situation(s) or object(s) with no change
	Artificial	use everyday situation(s) or object(s) with some changes
Use of term 'analogy'	Used	includes terms like 'analogy', 'analogical' and so forth
	Not used	does not include terms like 'analogy', 'analogical' and so forth
Systematicity	High	includes the causality of the target
	Low	does not include the causality of the target
Description of limitation	Described	includes the statements of the unshared features
	Not described	does not include any statement of the unshared features
Students' participation	Student-centered	requires students' active participation
	Teacher-centered	does not require students' participation

## 연구 절차

선행연구를 바탕으로 ‘과학 개념의 설명을 돕기 위하여 학생 세계에서 사용되는 비유물을 대응시키는 것’으로 비유를 정의하였다.<sup>8-10</sup> 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.<sup>12</sup>

2인의 연구자가 개별적으로 비유를 추출하고, 연구자간 일치도가 0.9 이상이 될 때까지 비유 추출에 대해 논의하는 과정을 반복하였다. 또한, 2인의 분석자가 선행연구<sup>10</sup>의 분류 기준(Table 1)에 근거하여 추출한 비유를 유형별로 분류하고, 분석자간 일치도를 구하였다. 분류 결과에 대한 반복적인 논의를 통해 일치도가 0.94에 도달한 이후, 1인의 분석자가 모든 비유를 다시 분류하였다.

## 연구 결과 및 논의

### 비유 사용 빈도

2007 개정 교육과정에 따른 중학교 과학 교과서의 화학 영역에 사용된 비유의 빈도를 이전 교육과정 교과서의 분석 결과와 비교하여 Table 2에 제시하였다. 2007 개정 교육과정 교과서에서 사용된 비유는 총 235개로서, 교과서 1권당 평균 8.7개의 비유가 사용되었다. 10쪽 당 사용된 비유의 빈도를 비교하여보면, 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.

학년별 단원 영역에 따른 빈도 분석 결과는 Table 3과 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.

**Table 2.** The number of analogies in chemistry domain of middle school science textbooks

Curriculum	Total number	Mean per textbook	Mean per 10 pages
5th <sup>1</sup>	21	1.4	0.22
6th <sup>2</sup>	43	1.8	0.27
7th <sup>3</sup>	108	6.0	0.96
2007 revised	235	8.7	1.02

<sup>1</sup>Taken from ref 8.

<sup>2</sup>Taken from ref 9.

<sup>3</sup>Taken from ref 10.

**Table 3.** The number of analogies in chemistry chapters of middle school science textbooks

Chapter	Number of analogy	Mean per 10 pages
Middle School Science 1		
Three states of matter	27	1.1
Motion of molecules	13	0.5
Changes of states and energy	22	0.9
Total	62	0.8
Middle School Science 2		
Composition of matter	96	2.4
Compounds around us	53	1.4
Total	149	1.9
Middle School Science 3		
Properties of matter	13	0.3
Electrolytes and ions	11	0.2
Total	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. 교육과정에 제시된 필수 탐구 활동인 ‘모형을 사용하여 원자와 이온을 나타내기’와 ‘모형을 사용하여 화합물의 형성을 나타내기’를<sup>13</sup> 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.

**Table 4.** The number of analogies in middle school science textbooks by the publisher

Publisher <sup>1</sup>	Science 1	Science 2	Science 3	Total
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

<sup>1</sup>The publishers are presented in random order.

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 (Table 4). 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.

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.

### 비유의 유형별 분석

Table 1의 분류 기준에 따라 2007 개정 교육과정 과학 교과서의 비유를 유형별로 분석한 결과를 선행연구와 비교하여 Table 5에 제시하였다.

#### 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.

**Table 5.** The percentage of analogies in middle school science textbooks by their characteristics (%)

Type of analogies	5th <sup>1</sup>	6th <sup>2</sup>	7th <sup>3</sup>	2007 revised	
Nature of shared attributes	Structural	24	33	31	36
	Functional	48	42	43	37
	Structural/Functional	29	26	26	27
Representation	Verbal	33	35	34	7
	Pictorial	14	9	7	8
	Verbal/Pictorial	52	56	58	85
Abstraction	Concrete→Concrete	0	16	5	5
	Abstract→Abstract	14	7	10	11
	Abstract→Concrete	86	77	85	84
Extent of mapping	Simple	43	47	32	21
	Enriched	24	23	44	54
	Extended	33	30	24	25
Artificiality	Everyday context	48	51	36	65
	Artificial	52	49	64	35
Use of the term 'analogy'	Used	14	7	13	22
	Not used	86	93	87	78
Systematicity	High			30	35
	Low			70	65
Description of limitation	Described			3	6
	Not described			97	94
Participation	Teacher-centered			53	49
	Student-centered			47	51

<sup>1</sup>Taken from ref 8.

<sup>2</sup>Taken from ref 9.

<sup>3</sup>Taken from ref 10.

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%), 분자의 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,<sup>14</sup> 기능적 특성과 구조적 특성을 모두 포함하는 비유를 개발하고 이를 교과서에 적용하려는 노력이 이루어져야 할 것이다.

#### 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<sup>11</sup> 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<sup>15,16</sup>를 고려할 때, 2007 개정 교과서에서 언어와 그림을 모두 사용한 비유가 증가한 것은 긍정적인 변화로 볼 수 있다.

#### 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 교육과정에 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 범죄를 수사하는 과

정에 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<sup>17</sup>에서는 긍정적인 측면도 존재한다.

#### 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.<sup>18</sup> 따라서 단순 비유의 사용이 감소하고(5차: 43%, 6차: 47%, 7차: 32%, 2007 개정: 21%), 부연 비유의 사용이 증가(5차: 24%, 6차: 23%, 7차: 44%, 2007 개정: 54%)한 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.<sup>19</sup> 따라서 공유 속성을 여러 측면에서 설명하는 확장 비유의 사용이 증가될 필요가 있다.

#### 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,<sup>20</sup> 사전 지식이나 경험이 적은 학습자들에게 작위적 비유를 제시하면 학생들이 비유물 자체를 생소하게 여기거나 비유 상황 자체를 이해해야 하는 부담을 느끼게 되므로,<sup>9</sup> 비유와 목표 개념간의 대응에 어려움을 겪으며 오개념을 형성하기 쉽다.<sup>20</sup> 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.

#### 비유 언급:

비유를 사용할 때 “~에 비유할 수 있다” 혹은 “비유하여 설명하면~”과 같은 표현을 사용하여 비유임을 명확히 제시한 경우는 22%였다. 이전 교육과정 교과서와 비교하면 (5차: 14%, 6차: 7%, 7차: 13%)<sup>8-10</sup> 비유임을 언급한 비율이 증가하였지만, 절대적으로는 그 비율이 여전히 낮은 수준이다. 비유라는 용어를 언급하지 않을 경우, 학생들이 비유물 자체를 새로운 개념으로 받아들이거나 비유물에 대한 설명과 목표 개념에 대한 설명을 혼동할 수 있으므로,<sup>21</sup> 비유와 과학 개념을 명확히 구별할 수 있도록 비유임을 명확히 제시할 필요가 있다.

#### 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. 이러한 결과는 체계성이 낮은 비유의 비율이 70%였던 7차 교과서 연구 결과와<sup>10</sup> 유사하다. 체계성이 높은 비유는 개념 이해에 필요한 도식을 도출시켜 목표 개념을 인지 구조 내에 효과적으로 정착시키고, 새로운 상황에서 활성화되도록 한다.<sup>15</sup> 따라서 유의미한 학습을 위해서는 개별 속성만 대응되는 체계성이 낮은 비유보다는 목표 개념의 인과관계 구조를 포함하는 체계성이 높은 비유의 사용을 늘려야 할 것이다.

#### 제한점 언급:

비유물과 목표물 간의 비공유 속성에 대해 언급하거나 오개념과 관련된 주의사항을 다룬 비유는 7차 교과서에서 3%에 불과하였고, 2007 개정 교과서에서도 6%로 나타났다. 즉, 2007 개정 교육과정 교과서에서도 선행 연구에서<sup>10</sup> 지적한 문제점이 여전히 개선되지 않았음을 알 수 있다. 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 구별해 내지 못할 경우 비과학적인 결론에 도달하거나 오개념이 생성될 수도 있다.<sup>19,22</sup> 따라서 학생들이 비유의 한계를 인식할 수 있도록 비유의 제한점을 명확하게 제시할 필요가 있다.

#### 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,<sup>23,24</sup> 학생 중심의 비유 활동을 통하여 학생들의 능동적인 학습 참여를 이끌어내야 할 것이다.

### 결론 및 제언

2007 개정 교육과정에 따른 중학교 과학 교과서의 화학 영역에 사용된 비유를 분석한 결과, 27권의 교과서에서 비유가 사용된 빈도는 총 235회로 교과서 1권 당 평균 8.7회로서, 교과서 10쪽 당 1회 정도의 비유가 사용된 것으로 나타났다. 이는 이전 교육과정에 비해 비유 사용의 빈도가 점차 증가하였던 7차 교육과정 교과서의 기초가 2007 개정 교육과정 교과서에서도 이어지고 있음을 의미한다. 이러한 결과는 과학 학습에서 비유 사용의 중요성에 대한 인식이 높아지고 있음을 시사한다. 그러나 학년이나 단원에 따라 비유 사용 빈도의 편차가 크고, 동일한 단원에 대해서도 출판사에 따라 비유 사용 빈도의 차이가 크게 나타났다. 자주 사용되는 비유는 여전히 일부 단원에 편중되어 있으며, 아직도 대다수의 비유가 단 1회만 사용되고 있었다. 이는 교과서의 저자에 따라 비유에 대한 지식이나 선호가 상이한 점에 기인했을 것으로 추측할 수 있다. 한편, 교과서에 활용 가능한 비유의 체계적인 정리가 미비한 점도 교과서에 따라 사용되는 비유가 다양한 것에 영향을 미쳤을 수 있다. 따라서 과학 학습에서 효과적인 비유가 보편적으로 사용되기 위해서는 체계적으로 비유를 개발하고 공유할 수 있는 현실적인 방안이 마련되어야 할 것이다. 또한 교육 현장의 교사들에게도 과학 수업에 활용할 수 있는 비유에 대한 정보들을 제공하는 방안이 필요하다. 교사들이 비유의 장점과 한계점을 분명하게 인식하였을 때, 교과서에 제시된 비유를 과학 학습에 도움이 되도록 올바르게 사용할 수 있을 것이기 때문이다. 과학 교과서 검정을 담당하는 기관에서도 비유 사용 실태에 대한 연구 결과를 바탕으로 비유의 사용에 관련된 검정 기준을 설정하여야 할 것이다. 비유의 유형별 분류 결과, 2007 개정 교과서에 사용된

비유들은 공유 속성, 추상도, 그리고 참여도 측면에서 이전 교육과정 교과서와 큰 차이가 없었다. 그러나 그림과 언어로 함께 표현된 비유, 일상적 상황을 이용한 비유, 부연 비유의 사용은 2007 개정 교과서에서 긍정적으로 증가한 것으로 나타났다. 반면, 체계성이 높은 비유, 비유의 언급, 비유의 제한점에 대한 언급 비율은 2007 개정 교과서에서 여전히 낮은 것으로 나타나 문제의 개선이 필요한 것으로 사료된다. 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. 또한 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.

**Acknowledgments.** The publication cost of this paper was supported by the Korean Chemical Society.

## REFERENCES

- Duit, R. *Sci. Educ.* **1994**, 75(6), 649.
- Treagust, D. F.; Harrison, A. G.; Venville, G. F.; Dagher, Z. R. *Int. J. Sci. Educ.* **1995**, 18(2), 213.
- Bryce, T. G. K.; MacMillan, K. *Int. J. Sci. Educ.* **2005**, 27(6), 737.
- Venville, G. J.; Treagust, D. F. *Instructional Science* **1996**, 24(4), 295.
- Thiele, R. B.; Treagust, D. F. *The Australian Sci. Teachers J.* **1991**, 37(2), 4.
- Clarke, C. B. The Impact of Self-generated Analogies on At-risk Students' Interest and Motivation to Learn. Ph.D. Thesis, Florida State University, Tallahassee, FL, 2005.
- Harrison, A. G.; Treagust, D. F. *J. Res. Sci. Teaching* **1993**, 30(10), 1291.
- Noh, T.; Kwon, H.; Chae, W. *Journal of College of Education, Seoul National University* **1996**, 23(1), 21.
- Noh, T.; Kwon, H.; Kim, D.; Chae, W. *Chem. Educ.* **1997**, 24(1), 1.
- Cha, J.; Byon, S.; Noh, T. *J. Korean Chem. Soc.* **2004**, 48(6), 629.
- Ministry of Education and Human Resources Development. *The Lexicographic Notes of Middle School Textbooks Developed Under the 2007 Revised National Curriculum*; Ministry of Education and Human Resources Development: Seoul, Korea, 2007; pp. 51–53.
- Kwon, H. Status of Using Analogy and Factors Influencing Conceptual Understanding with Analogy in Chemistry Education. Ph.D. Thesis, Seoul National University, Seoul, Korea, 2000.
- Ministry of Education and Human Resources Development. *National Curriculum of Science*; Ministry of Education and Human Resources Development: Seoul, Korea, 2007; p 150.
- Spiro, R. J.; Feltovich, P. J.; Coulson, R. L.; Anderson, D. K. *Similarity and Analogical Reasoning*; Cambridge University Press: Cambridge, U.K., 1989; p 498.
- Noh, T.; Choi, Y.; Kwon, H. *J. Korea Assoc. Sci. Edu.* **1998**, 18(1), 83.
- Thiele, R. B.; Treagust, D. F. *J. Res. Sci. Teaching* **1994**, 31(3), 227.
- Gick, M. L.; Holyoak, K. J. *Cognitive Psychology* **1983**, 15(1), 1.
- Noh, T.; Kim, C.; Kwon, H. *J. Korea Assoc. Sci. Edu.* **1999**, 19(1), 107.
- Harrison, A. G.; Treagust, D. F. *Teaching about Conduction Using the Domino Analogy: A Case Study of One Teacher's Approach*; Paper presented at the Annual Conference of the Australian Association for Research in Education, Fremantle, Western Australia, 1993.
- Zook, K. B.; Di Vesta, F. J. *J. Educ. Psychology* **1991**, 83(2), 246.
- Orgill, M. K.; Bodner, G. M. *J. Res. Sci. Teaching* **2006**, 43(10), 1040.
- Curtis, R. V.; Reigeluth, C. M. *Instructional Science* **1984**, 13(2), 99.
- Lawson, A. E.; Baker, W. P.; DiDonato, L.; Verdi, M. P. *J. Res. Sci. Teaching* **1993**, 30(9), 1073.
- Cherif, A. H.; Somervill, C. H. *The American Biology Teacher* **1995**, 57(1), 28.