중학교 과학 교과서의 물리 개념 설명에 사용된 비유에 대한 학생들의 이해도 조사

김영민 · 박희숙
(부산대학교)

Students' Understanding about the Analogies for Physics Concepts Used in Korean Middle School Science Textbooks

Young-Min Kim • Heesook Park
(Pusan National University)

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate how many students understood the analogies for physics concepts used in middle school science textbooks, and which types of analogies they understood better than others. We classified the analogies into the following 4 types: verbal and simple analogy, verbal and enriched analogy, pictorial and simple analogy, and pictorial and enriched analogy. For the study, 46 students were sampled from a middle school in Ulsan city in Korea, and a tool for testing their understanding of analogies were developed. The tool is composed of 8 items, and its face validity about contents and difficulty was verified by 5 experts. It was found that in average only about 50% of the students understood the analogies in the middle school science textbooks averagely, and that the students understood pictorial and simple analogies better than the other types of analogies.

Key words : analogy, verbal and simple analogy, verbal and enriched analogy, pictorial and simple analogy, pictorial and enriched analogy

I. 연구의 필요성 및 목적

비유는 과학사적으로 볼 때 새로운 과학 개념의 설명이나 새로운 과학 개념의 발견을 위해 중요하게 사용되어 왔으며(Gentner & Jeziorski, 1987), 과학 교육사적으로 볼 때에도 오래 전부터 과학수업에서 많이 사용되어 왔고(Hartel, 1982), 그러기 때문에 현행 과학 교과서에도 다양하게 제시되고 있다(김영민, 1991; 노태희 외, 1997; 박희숙 외, 1999). 그런데, 교사와 교과서 저자들이 의도한 것과는 달리 학생들이 과학 개념과 비유물을 혼동하거나 새로운 오개념을 유발하는 등 비유의 사용이 오히려 과학 개념의 올바

*2000년 5월 25일 받음.

른 이해를 방해한다는 연구 결과와 비유의 사용으로 인해 오히려 오개념이 강화되었다고 하는 연구 결과(Osborne, 1983)가 있고, 추상적이고 어려운 과학 개념을 쉽게 설명하기 위해 도입되는 것이 비유임에도 불구하고 비유 자체가 학생들에게 친숙하지 못하여 학생들이 비유를 잘 이해하지 못하거나, Toulmin의 연구에서와 같이 비유물과 목표물을 혼동하여 정작 배워야 하는 목표 개념보다는 모형이나 비유를 자신들이 학습해야 하는 것으로 혼동하기도 하는 문제가 있다(Weller, 1970).

비유는 공기 입자의 충돌을 당구공의 충돌로 비유하는 것과 같이 실체물로 비유하는 실체적 비유와 어떤 수식의 형식이나 구조를 가지고 다른 수식의 형식이나 구조를 비유하는 형식적 비유로 분류되기도 하고(Nagel, 1979), 비유의 표현 방식에 따라 그림을 가지고 표현한 그림 비유와 말로 설명하여 비유하는 언어적 비유로 구분되기도 한다. Thiele과 Treagust(1994)는 비유 구분의 관점을 넓혀서 단순히 표현 방식에 따라서만 분류하지 않고, 비유물과 목표물에 대한 설명을 어느 정도 덧붙였는가에 따라 단순 비유(simple analogy), 부연 비유(enriched analogy), 확장 비유(extended analogy)로 구분하기도 하였고, 비유물에 대한 설명을 제시했는가 하지 않았는가에 따라 비유물 설명 제시와 비유물 설명 미제시로도 분류하였으며, 비유의 한계를 언급했는지의 여부로도 분류하였다.

노태희 등(1997)은 Thiele과 Treagust의 비유 유형 분류 항목에 두 가지 영역을 추가하였는데, 그것은 상황의 작위성 여부에 따른 분류로 주변 세계에서 흔히 볼 수 있는 사물이나 상황을 그대로 사용하여 과학적 개념을 설명하는 일상적 비유와 주변 세계에서 흔히 볼 수 있는 사물이나 상황을 이용하지만, 사물이나 상황을 목표물에 맞게 의도적으로 구성한 작위적 비유로 분류하였으며, 비유 언급 여부에 따른 분류로는 본문 중에서 비유라는 용어를 언급하는 경우와 비유라는 용어를 언급하지 않는 경우가 그것이다.

노태희 등(1997)의 문헌 분석에 의하면 Curtis와 Reigeluth에 의해 미국의 과학 교과서에는 권당 평균 8.3개의 비유가 들어 있으며 그 중 기능적인 관계를 담고 있는 정교한 비유가 차지하는 비율은 약 70%라는 것이 밝혀졌으며, Thiele 등에 의해 호주 고등학교의 생물교과서에는 권당 평균 43.5개의 비유가, 화학 교과서에는 권당 평균 9.3개의 비유가 사용되고 있으며, 그 중 언어적 비유와 그림에 의한 비유가 약 50%씩 사용되었고, 비유물과 목표물의 기능을 중심으로 비유한 기능적 비유가 48% 사용된 것으로 조사되었다.

우리나라의 경우 제6차 교육과정에 따른 중학교 과학 교과서의 물리 개념 설명을 위해 사용된 비유의 빈도는 평균적으로 교과서 23쪽마다 1회 사용되었으며, 그 중 표현 방식에 따라서는 그림을 이용한 비유가 58%, 언어적 비유가 42% 사용되었고, 기능적 비유가 89%를 차지하는 것으로 조사되었으며(박희숙 외, 1999), 화학 개념 설명을 위해 사용된 비유의 빈도는 평균적으로 교과서 25쪽마다 1회 사용되었고, 표현 방식에 따라서는 그림을 이용한 비유가 47%, 언어적 비유가 53% 사용되었으며, 기능적인가 구조적인가에 따른 분류에서는 기능적 속성을 공유한 비유가 47%였다고 한다(노태희 등, 1997).

이렇게 과학 개념 설명을 위해 비유가 많이 사용되고 있지만, 학생들은 실제 비유를 얼마나 이해하고 있을까? 비유물의 친숙도에 따라서 비유는 이해가 잘 될 수도 있고 잘 되지 않을 수도 있다. 때로는 비유물 자체에 대해 가지고 있는 오개념 때문에 그 비유에 의해 설명되는 과학 개념에 대해 잘못된 이해를 가질 수도 있다.

물회로 비유에 대한 이해도 조사 결과(김영민, 1991)에 의하면 물회로 비유로 전류 개념을 설명할 때 물회로에 대한 학생들의 잘못된 직관이 전류에 대한 오개념으로 연결될 수 있음을 보여준다. 물회로 외에도 과학 교과서에서는 다양한 비유가 사용되고 있다. 비유물로 쓰이는 소재의 종류도 다양하지만 비유의 표현 방식도 다양하다. 그러므로 전형적으로 사용되고 있는 중학교 과학 교과서의 과학 개념에 사용된 비유에 대해 전반적으로 학생들이 어느 정도 이해하고 있는지를 조사하는 것은 매우 중요하고 필요한 일이다. 그것은 비유 자체를 이해하지 못하고 있다면

비유에 의해 설명되는 과학 개념을 이해하는 것은 거의 불가능하기 때문이다.

위의 필요성에 따라 본 연구에서는 중학교 과학 교과서의 물리 개념 설명에 사용된 비유를 학생들이 어느 정도 이해하고 있는가를 분석하고자 하였다.

II. 연구의 문제 및 방법

1. 연구의 문제

위에서 제기한 필요성과 목적에 따라 본 연구에서는 다음과 같은 연구 문제를 설정하였다.

(1) 중학교 교과서에서 물리 개념 설명을 위해 사용된 비유에 대해 학생들은 어느 정도 이해하고 있는가?

(2) 비유의 유형에 따라서 학생들의 이해도에 차이가 있는가?

2. 연구의 방법

본 연구의 과제인 비유 이해도 조사를 위해 표집한 연구대상과 이들에게 적용한 비유 이해도 검사도구는 다음과 같다.

(1) 연구대상

비유의 이해도 조사 대상으로는 1999년 현재 울산S여자중학교 2학년에 재학중인 10개 학급 중에서 과학 학업 성취도가 중위권에 속하는 한 학급(학생수 46명)을 표집하였으며, 이들은 1학년 때 "힘과 운동" 단원을 학습한 이후 물리 내용의 학습을 하지 않은 학생들이었다.

(2) 비유 이해도 검사도구

Thiele & Treagust(1994)에 의한 분류 기준에 따라 박희숙과 김영민(1999)이 한국의 중학교 과학 교과서에서 물리 개념 설명을 위해 사용된 비유를 분석한 결과는 Table 1과 같았다. 즉, 전체 비유의 수는 63개이며 표현 방식에 따라서는 그림을 이용한 비유가 61%, 언어적 비유가 39% 사용되었고, 비유물에 대한 설명 정도에 따른 분류에서는 부연 비유가 81%였으며, 확장 비유 사용은 미미하고 비유의 한계에 대해 언급한 비유는 하나도 없었다.

비유 한계 언급 여부에 대해서는 박희숙(2000)의 분석에 제시되어 있지 않아 본 연구자가 직접 분석하였다. 위에서 본 바와 같은 양상에 따라 본 연구에서는 확장 비유 및 비유 한계 언급 여부에 대한 분석은 제외하였고, 비유에서 많이 쓰는 유형을 중심으로 조사 문항의 수 및 유형을 Table 2와 같이 설정하였다.

비유의 이해도를 조사하기 위한 검사도구는 교과서에 실제 사용된 비유를 중심으로 수정없이 그대로 쓰거나 본 연구자가 일부 수정한 것으로 현재 중 · 고등학교에 재직중인 교사 5명에게 그 타당도를 검증받았

Table 1. Distribution of analogies in science textbooks according to the criteria of Thiele & Tregust(1994)

Criteria for analogy classification	Analogy types	No. of analogies*
Presentation method	Verbal	24(39)
	Picture	39(61)
Level of explanation about analogue	Simple	10(16)
	Enriched	51(81)
	Extended	2(3)
Say or not say about limitation of the analogy	Say about limitation	0(0)
	Not say about limitation	63(100)

* The number in the parenthesis means percentile of the number of that analogy.

Table 2. Number of test items according to the types of analogy

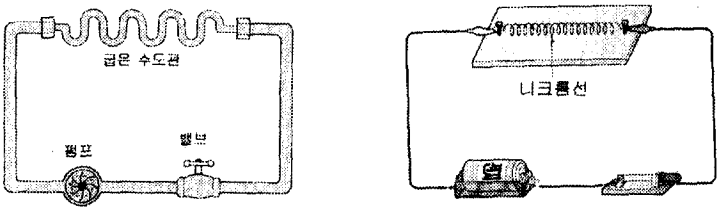
	Pictorial analogy	Verbal analogy	Total
Simple analogy	2	2	4
Enriched analogy	2	2	4
Total	4	3	8

다. 타당도 검증 방법은 안면 타당도 검증이며, 비유 유형 분류에 대해 충분히 설명한 후 본 연구자가 개발한 비유 이해도 검사도구들을 유형별로 분류하게 하여 그 합치도를 분석하였으며 의견이 합치되지 않는 비유 이해도 검사도구는 수정 보완한 후 다시 합치도를 조사하여 80% 이상 합치된 도구들만을 사용하였다.

검사 도구 중에서 한 가지 예를 들면 다음과 같다. 이 문항은 그림 비유이면서 단순 비유에 속하는 것이다.

[문제 1-1] Fig. 1의 글을 읽고, Fig. 2에 제시되어 있는 세 가지의 물회로 중에서 가늘고 굽은 수도관의 중간 부분에서 1초당 흐르는 물의 양이 가장 많은 물회로가 어느 것인지 고르세요.

그림은 물의 흐름을 방해하는 굽은 수도관과 전류의 흐름을 방해하는 전기 저항이 큰 니크롬선을 비교한 것이다.



펌프의 성능이 같다 하더라도 물의 흐름을 방해하는 저항이 크면 물이 세게 흐를 수 없는 것과 마찬가지로, 전지가 가지고 있는 전류를 흐르게 하는 능력, 즉 전압이 같다 하더라도 도선의 전기 저항에 따라 전류의 세기가 달라진다.

Fig. 1. Bended water tube and nichrome wire

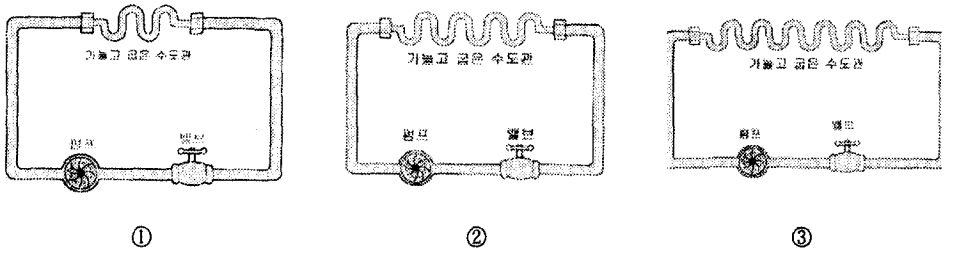


Fig. 2. Thin and bended water tubes of different length

그렇게 생각하는 까닭을 쓰세요.

이해도 조사 문항의 형태는 그림 비유이면서 단순 비유 유형과 그림 비유이면서 부연 비유 유형의 이해도 조사 문항은 객관식 응답과 서술형 응답을 모두 쓰도록 하였고, 언어 비유이면서 단순 비유 유형과 언어 비유이면서 부연 비유 유형에 대한 이해도 조사 문항은 그 비유 내용을 그림으로 그리도록 한 다음 그 그림에 대해 다시 설명하도록 하는 방식을 썼으며 객관식 응답은 요구하지 않았다.

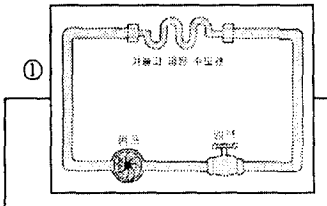
3. 응답 내용 분석 방법

학생들의 응답을 분석하는 데 있어서는 객관식 응답을 요구한 경우에는 객관식 응답 번호별로 먼저 분류한 다음, 각 객관식 응답에 대한 서술형 응답을 계통도 분석 방법으로 분류하였다.

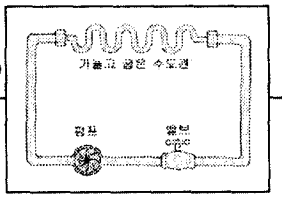
계통도 분석에서는 가급적 학생의 문장을 그대로 사용하였고 문장이 긴 경우에는 요약하여 사용하였다.

예를 한 가지 들면 앞에서 제시한 [문제 1-1]의 질문에 대해 그렇게 생각한 까닭을 기록한 것을 분석한 결과는 다음과 같다.

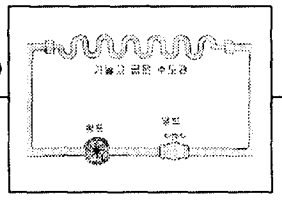
언어 비유이면서 단순 비유 및 언어 비유이면서 부연 비유에 대한 이해도 조사 문항과 같이, 관련 비유 내용을 그림을 그리고 그것을 설명하도록 한 경우에는 계통도 분석 방법을 쓰기 어렵기 때문에 Fig. 3과 같이 비유물과 목표물을 모두 그렸는가, 또는 그 중



① * (40명)
- 물의 흐름을 방해하는 굽은 통로가 많이 없으므로 더 많은 물의 양이 지나갈 수 있다[30명]※
- 저항의 범위가 크면 클수록 물의 양은 점점 줄어든다 [1명]?
- 많이 굽은 수도관일수록 굽은 곳을 물이 통과하는데 긴 시간이 필요하다 [9명]



② (3명)
- ①은 전기저항이 큰 대신 물의 흐름이 가장 빠르다. ②는 둘 다 중간이다. ③은 물의 흐름이 가장 느린 대신 전기저항이 가장 작다 [1명]
- 수도관이 가늘고 굽었지만 길지가 않다.[1명]
- ①은 공간이 너무 좁고 ③은 너무 넓어서 느릴 것 같다. [1명]



③ (2명)
- ①, ②보다 수도관이 많이 굽어있어 물의 속도도 빠를 것 같다 [1명]
- ③은 굽은 횟수가 많기 때문에 가장 많은 양의 물을 필요로 할 것 같다 [1명]

무 응 답 (1명)

왼쪽 사각형 안은 객관식 응답 유형이고, ( )안의 숫자는 객관식 응답자 수이며, 오른쪽 가지는 서술형 응답의 내용을 분류해 놓은 것이고, [ ]안의 숫자는 그 분류에 속하는 서술형 응답자수이다.

여기서 *표시는 옳은 객관식 응답을 표시한 것이고, ※표시는 서술형 응답에서 비유를 이해한 것으로 해석된 응답을 표시한 것이

한 가지만 그렸는가로 분류하고, 이에 대한 설명이 과학자적인가를 분석하였다.

III. 연구의 결과 및 논의

위에서 설정한 네 가지의 비유 유형, 즉 그림 비유이면서 단순 비유(이하 '그림/단순 비유'로 표기), 그림 비유이면서 부연 비유(이하 '그림/부연 비유'로 표기), 언어 비유이면서 단순한 비유(이하 '언어/단순 비유'로 표기), 언어 비유이면서 부연 설명이 있는 비유(이하 '언어/부연 비유'로 표기)에 대한 학생들의 이해도는 다음과 같다.

1. 그림/단순 비유 이해도

그림/단순 비유에 대한 학생들의 이해도 분석 결과는 Table 3과 같다.

Table 3. Students' understanding about pictorial and simple analogy N=46

Item number	No. of students responsed correctly in objective test question*	No. of students responsed correctly in subjective test question*
1-1	40(87)	31(67)
1-2	30(65)	23(50)
Average	35(76)	27(59)

* The number in the parenthesis means percentile of the no. of students responsed correctly in that question.

그림/단순 비유에 대한 이해도는 객관식 응답의 경우는 평균 76%의 이해도를 보였다. 그러나 서술형 응답을 분석했을 때는 이해도가 60% 정도로 떨어졌다. 그것은 객관식 응답을 보면 이해한 것처럼 보이지만 그 중에는 비유물과 목표물을 혼동하여 설명하는 경향을 보였거나 비유물 자체를 제대로 이해하지 못하고 응답한 학생이 여러 명 포함되어 있었기 때문이다. 예를 들면, [문제1-1]에서 객관식 응답을 옳게 한 40명 학생들 중에서 "많이 굽은 수도관일수록 굽은 곳을 물이 통과하는 데 긴 시간이 필요하다"라고 비유물 자체에 대해 잘못된 이해를 보이는 학생이 9명이나 되었다.

2. 그림/부연 비유 이해도

Table 4. Students' understanding about pictorial and enriched analogy N=46

Item number	No. of students responsed correctly in objective test question*	No. of students responsed correctly in subjective test question*
2-1	19(41)	16(35)
2-2	36(78)	29(63)
Average	28(61)	23(50)

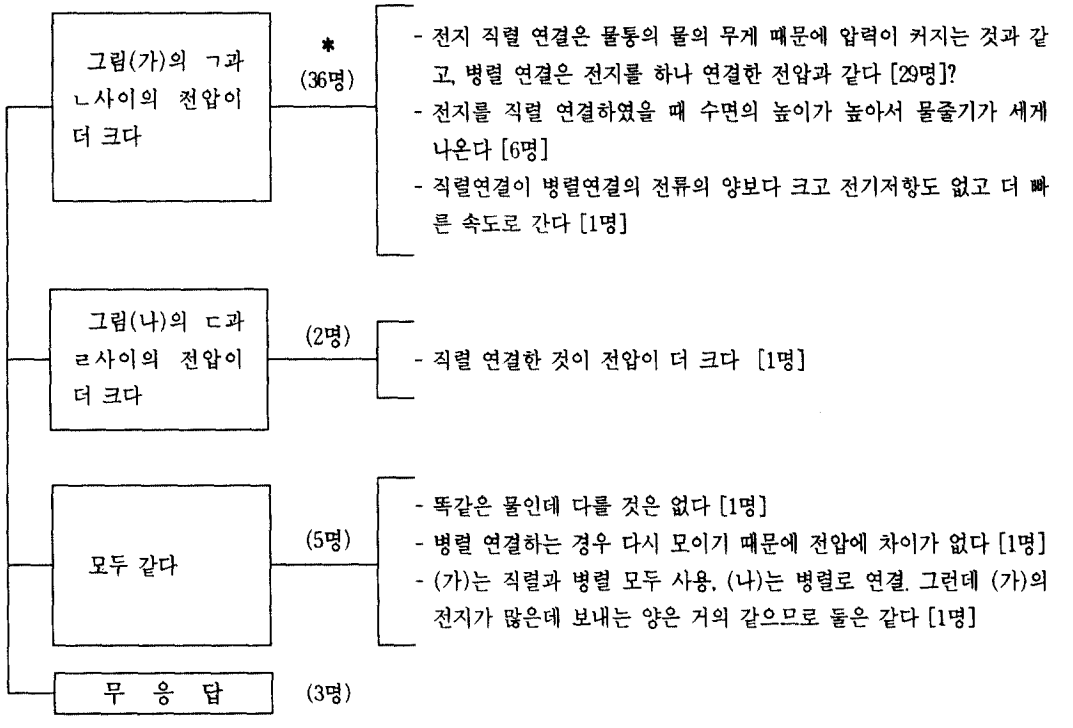
* The number in the parenthesis means percentile of the no. of students responsed correctly in that question.

그림/부연 비유에 대한 학생들의 이해도 분석 결과는 Table 4와 같다.

그림/부연 비유에 대한 이해도는 객관식 응답의 경우는 평균 61%의 이해도를 보였으나 서술형 응답을 분석했을 때는, 평균 50% 정도로 낮아졌다. 그것은 비유와 과학 개념을 혼동하여 설명하거나 비유와는 관계없는 설명으로 응답한 학생들이 포함되어 있었기 때문으로, 예를 들면, [문제2-2]의 경우 객관식 응답을 옳게 한 학생들 36명 중에서 아래 계통도 분석에서 보는 바와 같이 "전지를 직렬 연결하였을 때 수면의 높이가 높아서 물줄기가 세게 나온다"(6명), "직렬 연결이 병렬 연결의 전류의 양보다 크고 전기 저항도 없고 더 빠른 속도로 간다"(1명) 등으로 응답한 학생들이 그 예에 속한다.

3. 언어/단순 비유 이해도

언어/단순 비유에 대한 학생들의 이해도 분석 결과



는 Table 5와 같다.

Table 5. Students' understanding about verbal and simple analogy N=46

Item number	No. of students responsed correctly in subjective test question*
3-1	22(48)
3-2	26(57)
Average	24(52)

* The number in the parenthesis means percentile of the no. of students responsed correctly in that question.

언어/단순 비유에 대한 이해도 조사 문항에서는 객관식 응답을 요구하지 않고 직접 그림을 그려 설명하도록 하였기 때문에 학생들이 그린 그림과 설명식 응답의 경우만 있다. 이 문항에 대해 응답한 학생들의 그림과 설명을 분석해 본 결과 학생들은 평균 52%의 이해도를 보임을 알 수 있었다. 그 한 예를 제시하면 다음과 같다.

[문제 3-1]은 "전류가 흐르는 것은 물탱크의 물을 순환모터로 돌려주면 수도관을 거쳐 다시 물탱크로 되돌아가는 것과 같이, (-)전하를 띤 전자가 전지에 의하여 도선을 따라 움직이고 있는 것이다"에 대해 그림을 그리고 비유적으로 설명하는 것이었다.

이에 대한 학생들의 이해도 조사 결과는 Fig. 3과 같다.

이 문항에서 비유물과 목표물을 모두 옳게 그린 다음, 과학자적으로 설명한 학생은 22명이었다. 그런가 하면 운동회 때 달리기를 하는 새로운 비유를 설정하여 목표물을 설명하려는 학생도 있었다.

4. 언어/부연 비유 이해도

언어/부연 비유에 대한 학생들의 이해도 분석 결

Contents of the picture by students	No. of students	Students' explanation
Both of analogue and target	22	Scientific
Target only	0	
Analogue only	8	Unscientific
Another different analogue	1	Explaining analogy with generating another analogue (unscientific)
Complex drawing mixed analogue with target	4	Unscientific
No response	11	

Fig. 3 Analysis of students' drawings for explaining worded analogy(in case of item no. 3-1)

과는 Table 6과 같다.

Table 6. Students' understanding about verbal and enriched analogy N=46

Item number	No. of students responsed correctly in subjective test question*
4-1	31(67)
4-2	5(11)
Average	18(39)

* The number in the parenthesis means percentile the no. of students responsed correctly in that question.

언어/부연 비유에 대한 이해도 또한 객관식 응답을 요구하지 않고 직접 그림을 그려 설명하도록 하였기 때문에 학생들의 그림과 설명식 응답만 있다. 이 문항에 대해 학생들의 그림 및 설명식 응답을 분석해 본 결과 학생들은 평균 30%의 이해도를 보임을 알 수 있었다. 그 한 예를 제시하면 다음 그림과 같다.

[문제 4-1]은 "전지에 전구를 연결하면, 도선을 따라 전류가 흘러서 불이 켜진다. 도선에 흐르는 전류는 관 속을 흐르는 물에 비유할 수 있다. 즉, 물의 분자가 관 속을 흘러가는 것과 같이 전선 속에는 전자가 흘러간다. 따라서, 전구에 불이 켜지는 것은 물통에서 물이 관을 따라 흘러나와서 물레방아를 돌리는 현상과 같다. 이 때, 통 속의 물의 높이가 높아져 수압이 커지면 관 속의 물이 더 세게 흐르게 되는데, 이와 마찬가지로 도선에 흐르는 전류는 전지가 전류를 흐르게 하는 능력에 따라 달라진다. 그러므로 물을 흐르게 하는 수압과 같이, 전류를 흐르게 하는 능력이 크면 전류가 많이 흐르고, 작으면 적게 흐른다. 전지의 이와 같은 능력을 전압이라고 한다"에 대해 그림을 그리고 비유적으로 설명하는 것이었다.

이에 대한 학생들의 이해도 분석 결과는 Fig 4와 같다.

이 문항에서 비유물과 목표물 두 경우를 모두 그리고 과학자적으로 설명한 학생은 23명이었고, 목표물만을 그린 학생 8명을 합하면 31명의 학생이 이해했다고 할 수 있다. 그 외에 빌딩에서 공을 떨어뜨리는 경우나 댐에서 물을 방류하는 경우처럼 다른 비유물을 설정하여 설명하려는 학생들도 있었으나 설명이 과학자적이지는 못했다.

5. 비유의 유형별 이해도 조사 결과에 대한 요약

Table 7은 비유의 유형별 이해도를 종합해 본 것이다. 전체적으로 볼 때, 비유에 대한 학생들의 평균적인 이해도는 51%로 매우 낮았고, 객관식 응답의 경우만 보더라도 69%로, 높다고 볼 수 없다.

그리고 언어만을 써서 비유한 경우보다는 그림을

Contents of the picture	No. of students	Students' explanation
Both of analogue and target	23	Scientific
Target only	8	Scientific
Analogue only	3	
Another different analogue	6	Explaining analogy with generating another analogue (unsictific)
No response	6	

Fig. 4 Analysis of students' drawings for explaining verbal analogy(in case of item no. 4-1)

Table 7. Ratio of number of students understood analogy by types unit : %

	Pictorial analogies	Verval analogies	Average
Simple analogies	59(76)	52[2)]	56
Enriched analogies	50(61)[1)]	30[1), 2)]	40
Average	55(69)	41	48

* The number in the parenthesis means percentile of the number of students responsed correctly in objective questions.

** [1)] $Z=1.93$, $p=0.027$ / [2)] $Z=2.12$, $p=0.017$

이용한 비유의 경우에 이해도가 좀더 높음을 보여주었으나 이는 통계적으로 유의미하지는 않았으며 ($Z=1.44$, $p=0.075$), 부연 비유보다는 단순 비유에 대해 이해도가 좀더 높음을 보여주었으나 이또한 통계적으로 유의미한 차이는 아닌 것으로 나타났다 ($Z=1.54$, $p=0.062$). 그러나, 같은 부연 비유인 경우에는 그림 비유의 경우가 언어 비유인 경우보다는 이해도에 있어 더 높고 통계적으로도 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났으며($Z=1.93$, $p<.05$), 또한 언어 비유이면서 단순 비유가 언어 비유이면서 부연 비유인 경우보다는 이해도에 있어 더 높고 통계적으로도 유의미한 차가 있는 것으로 나타났다($Z=2.12$, $p<.05$).

IV. 결론 및 제언

본 연구에 대해 결론을 맺으면 다음과 같다.

먼저, 중학교 교과서에서 물리 개념 설명을 위해 사용된 비유에 대해 학생들의 이해도는 매우 낮다는 것이다. 비유에 대해 평균적으로 50%정도의 이해도를 보인 것으로부터 이와 같이 해석할 수 있다. 둘째는 비유의 유형에 따라서 학생들의 이해도에 차이가 있다는 것이다. 그림을 함께 써서 비유하는 경우가 그림 없이 글이나 말로만 과학 개념을 비유하는 경우보다는 이해도가 높으며, 비유물과 목표물의 관계를 필요 이상으로 장황하게 설명하는 경우보다는 단순히 비유 관계만을 제시하는 경우가 이해도가 좀더 높다는 것이다.

이것으로부터 우리는 다음과 같은 시사점을 얻을 수 있다.

첫째, 비유를 쓸 경우에는 학생들의 비유에 대한 이해도를 먼저 고려해야 한다는 것이다. 일차적으로는 친숙한 상황이나 물체를 이용하여 비유로 사용하되 일상 생활에서 친숙하게 보이는 것이라고 해서 그 비유물을 잘 이해하고 있는 것은 아니기 때문에 이해도 측면을 고려해야 한다는 것이다. 둘째, 비유의 표현 방식에 있어서는 언어만을 써서 비유하기보다는 가급적 그림을 함께 제시하여 비유하는 것이 학생들의 비유에 대한 이해도를 높일 수 있으며, 셋째, 비유를 쓰는 경우 필요 이상으로 비유물과 목표물에 대해 부연 설명하는 것은 비유의 단순한 사용보다 이해도를 낮출 수 있으므로 비유 상황의 간결하면서도 적절한 설

명이 요구된다는 것이다. 그러나, 실제 비유를 과학적 설명에 쓰고자 할 때 모든 비유를 그림으로 나타낼 수 있는 것도 아니며, 비유물에 대한 부연 설명을 한다고 해서 항상 장황하게 설명하는 것도 아니기 때문에 본 연구의 결론을 확대 해석하는 것은 곤란하며, 이와 같은 연구 결과는 실제로 어려운 과학 개념의 설명에 비유를 쓸 때, 조심해서 쓰고 대응 관계를 명확히 하며, 그림으로 표현할 수 있는 경우인데도 사용하지 않거나, 단순한 대응관계만을 설명해도 충분한 비유에서 불필요한 설명을 부가함으로써 비유로서의 가치와 의미를 떨어뜨리지 않도록 하는 데 기여할 수 있을 것이다.

적 요

본 연구의 목적은 중학교 과학 교과서에서 물리 개념 설명을 위해 사용된 비유에 대해 학생들의 평균적인 이해도는 어떠한지, 또 어떤 유형의 비유를 더 잘 이해하는지를 조사하는 것이었다. 비유의 유형은 표현 방식에 따라서는 언어적 비유와 그림 비유로 분류될 수 있고, 비유물에 대한 설명 정도에 따라서 단순 비유와 부연 비유로 분류될 수 있다. 그러므로 본 연구에서는 비유를 언어적이면서 단순한 비유, 언어적이면서 부연된 비유, 그림을 이용하면서 단순한 비유, 그림을 이용하면서 부연적 비유 등 4 종류로 분류하였다. 본 연구를 위해 울산시의 한 중학교에서 평균 수준의 한 학급 학생 46명이 표집되었으며 이들에게 본 연구에서 개발된 4가지 유형의 비유 이해도 조사 도구가 투입되었다. 이 도구는 비유의 각 유형당 2문항씩 8개의 문항으로 구성되어 있으며, 5명의 과학교육 전문가에 의해 문항의 수준과 내용 타당성에 대해 타당도를 검증받았다. 본 연구에 의해 평균적으로 50% 정도의 학생만이 중학교 과학 교과서에 제시된 비유에 대해 이해하고 있으며, 그림에 의한 단순한 유형의 비유를 다른 유형의 비유들보다 더 잘 이해하고 있는 것으로 밝혀졌다.

참 고 문 헌

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

노태희, 권혁순, 김동연, 채우기(1997), 제 6차 교육과정에 따른 중등 과학 교과서 화학 영역의 비유 분석, 화학 교육, 24(1), 1-8

노태희, 최용남, 권혁순(1998). 비유물의 체계성과 표현 방식이 개념회상 및 응용에 미치는 효과, 한국과학교육학회지, 18(1), 19-92

박희숙 · 김영민(1999). 중학교 과학 교과서의 물리 개념 설명에 사용된 비유의 분석 및 비유 이해도 조사 연구. 한국물리학회 논문초록집 17(2), 420

Gentner, D. & Jeziorski, M(1987). Historical Shifts in the Use of Analogy in Science. ERIC ED 288-727.

Hartel(1982), The Electric Circuit as a System: A New Approach. *European Journal of Science Education*, 4(1), 45-55.

Nagel, E.(1979). *The Structure of Science*. Columbia University, 107-117.

Osborne, R.J. (1983). Towards modifying children's ideas about electric current. *Researches in Science and Technical Education*, 1(1) : 73-82.

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.

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