

# 전류 개념 설명을 위해 사용되는 물희로 비유에 대한 중학생들의 이해조사

김 영 민  
(한국교육개발원)  
(1991. 12. 1 받음)

## I. 서론

### 1. 연구의 필요성 및 목적

과학 교육에 있어 실험 교육은 대단히 중요시되지만 과학의 모든 내용을 학생들의 직접 실험을 통하여 지도하는 것은 거의 불가능하다. 학생의 직접 실험이 어려운 추상적인 개념을 지도하기 위해 비유를 사용하는 경우가 많다. 일반적으로 과학교육에서 비유를 쓰는 이유는 그 비유가 목표로 하는 어떤 개념을 설명하는데 효과적이라고 생각되기 때문이다. 또, 비유에 사용되는 비유물(analog)이나 그 비유물의 속성에 대해 학생들이 잘 알고 있거나 이해하고 있다고 생각하기 때문이다. 그러나, 지금까지 이루어진 전류에 대한 학생들의 개념 조사 결과에 의하면 많은 비유들이 전류 개념 설명에 쓰이고 있음에도 불구하고 전류에 관련된 문항들에 대한 정답율이 매우 낮음을 보였다(Osborne and Freyberg, 1985, 김영민 외, 1990; 박윤희, 1990). 국민학교 과정에서 이미 학습한 내용을 묻는 문항의 경우인데도 중학생의 경우 10% 미만의 정답율을 보이는 것도 있다. 그 원인은 여러가지가 있겠으나 우선 교과서에서 전류 개념 설명을 위해 쓰이고 있는 비유 자체를 학생들이

올바로 알고 있고 이해하고 있는가를 생각해 볼 필요가 있다. 비유 자체를 학생들이 이해하지 못하고 있거나 잘못 이해하고 있다며 그 비유로 설명되는 목표 개념을 이해하지 못하거나 잘못 이해하게 되는 것은 당연하다. 그러나, 이에 대해서는 거의 조사된 바가 없다.

비유는 실물 모형을 제시하여 비유할 수도 있고, 그림이나 글을 이용하여 비유할 수도 있다(Curtis & Reigeluth, 1983). 많은 경우에 과학에서의 비유는 그림이나 글이 이용된다. 그림이나 글로 표현된 비유에 대한 학생들의 이해도를 조사해 보는 것은 과학 교육과정을 구성하고 수업 방법을 개선하기 위해 필요한 일이다.

앞에서 제기한 연구의 필요성에 더해 본 연구는 우리 나라 중학생들을 대상으로 이들이 과학의 기본 개념의 하나인 전류를 설명하기 위해 제시된 비유들을 어떻게 이해하고 있는지를 조사 분석하는 것을 목적으로 하였다.

### 2. 연구의 내용

본 연구의 구체적 내용은 다음과 같다.

(1) 그림으로 표현된 비유가 제시된 경우 이러한 비유에 대해 학생들이 어느정도 이해하고 있는지를

조사한다.

(2) 글로 표현된 비유가 제시된 경우 이러한 비유에 대해 학생들이 어느정도 이해하고 있는지를 조사한다.

## II. 이론적 배경 및 선행 연구

맥스웰(Maxwell)은 과학에서의 비유를 “한 과학의 법칙들과 다른 과학의 법칙들 사이의 부분적 유사점으로 그 양쪽이 서로 상대편을 밝혀줄 수 있는 것”으로 정의하였다.(Weller, 1970). 또, 네겔(Nagel, 1979, p110)은 비유를 실체적인(substantive)것과 형식적인(formative)것의 두 가지 유형으로 구분하고 그에 대해 다음과 같이 설명하였다.

“실체적 비유는 ... 그 체계에 대한 일련의 법칙들을 기술하는 방법과 관련하여, 이미 우리에게 친숙한 어떤 성질들을 가지고 있는 요소들의 체계가, 다른 제 2체계의 이론들을 구성하는 모형으로 채택되었을 때 ... 이러한 유형의 비유에서, 대개 모형으로 사용되는 체계는 시각화될 수 있는 거시적인 물체들의 집단이다. 과학자들이 한 이론을 위한 모형을 이야기할 때, 거의 대개 그들은 친근한 경험 속에서 최소한 인식이라도 할 수 있는 것으로부터 크기만 다른 것을 마음속으로 그리고 있으며, 그 결과 이러한 유형의 모형은 그림이나 심상으로 표현될 수 있다.

두번째 유형인 형식적 비유는, 한 이론을 구성하는데 사용되는 모형의 체계가, 추상화된 관계의 친숙한 구조라는 것이다 ... 대개의 수학자들이 새로운 분야를 개발할 때 이러한 형식적 모형을 사용한다...”

헬리데이와 레스닉(Halliday & Resnick, 1974)이 전류의 개념을 설명하기 위해 닫힌 물회로의 파이프를 흐르는 물로 전류를 비유한 것은 실체적 비유로 볼 수 있으며, 그들이 축전기의 에너지 공식인  $U_e = 1/2 \cdot q^2/C$ 을 설명하기 위해 이미 학습한 단진동 에너지 공식인  $U_p = 1/2 \cdot kx^2$ 을 대비시킨 것은 형식적 비유로 볼 수 있다. 그들은 이 공식의 비유에서 전하량  $q$ 를 거리  $x$ 에, 전기용량  $C$ 를 용수철 상수  $k$ 의 역수 ( $1/k$ )에 대응시켜 설명하였다.

비유 사용의 역할에 대해 네겔(Nagel, 1979)은 첫째, 새롭게 구성된 이론들을 자세히 규명하는데 도

움을 준다. 둘째, 이론들의 다듬질과 확장에 대한 핵심 질문들을 제안한다. 셋째, 이론적 요소들과 관찰 가능한 변인들 사이의 대응점들을 시사함으로써 이론들을 구체적인 물리 문제들에 적용하게 한다. 넷째, 이론들 사이에 연관을 제공함으로써 포괄적인 설명 체계를 얻는데 기여한다고 주장했다. 또, 듀잇(Duit, 1988)은 학습과정에서의 비유의 역할을 개념 구조의 생성(schema generation), 재구조화(restructuring), 가시화(visualization)등 세 가지로 요약했는데, 새로운 도식은 비유에 의해 출처 영역으로부터 목표 영역들로 구조들을 전이시킴으로써 생성되며, 재구조화는 비유에 의해 기존 기억들이 재구조화되고 새로운 정보를 위해 재구조화를 준비하는데 도움을 받을 수 있고, 가시화는 비유가 새로운 정보를 상상하기 쉽고 좀 더 구체적인 것으로 만들어줄 수 있다는 것이다.

학습 과정의 구성주의적 관점은, 학생들이 자신들에게 제공된 지식을 수동적으로 취하고 저장하기 보다는 오히려 기존 지식을 바탕으로 하여 자신의 지식을 능동적으로 구성한다는 관점인데, 이렇게 보면 학습은 이미 알려진 것과 새로운 것사이의 유사성 또는 상이성을 인식하는 것과 관련되어야 한다. 또, 학습의 구성주의적 관점은 학습이 종종 지식의 단순한 확장만이 아니고 이미 알려진 것을 전체적으로 새롭게 구성하는 것이라는 것이다. 모든 학습 과정에는 확장과 개념적 변화라는 두 측면이 모두 포함된다. 이러한 학습의 관점에서 보면 학습은 비유의 역할과 매우 유사하다. 즉, 새로운 것을 이미 알고 있는 지식에 능동적으로 접목시키는 구성주의적 학습의 과정과 친숙하지 않은 것을 친숙한 것으로 비교하여 설명하는 비유는 그 성격에 있어 대단히 유사하다. 그러므로 비유의 적절한 사용은 학습의 효율을 높일 수 있다.

비유적 추리는 인간의 지식을 확장시키는 중요한 도구이며 과학사에 있어서 부정할 수 없는 발견적 역할을 해 왔다. 그 한 예로 정전기학과 유체역학 사이의 비유에 대한 맥스웰의 업적을 들 수 있다(Dupin and Josua, 1989). 맥스웰은 분자와동론(the theory of molecular vortices)을 전류에 적용하는 비유적 추리를 한 바 있다(Sambursky, 1974). 네겔(Nagel, 1979)은 호이겐스의 파동이론의 발달과 열에 관련된 블랙의 실험적 발견, 그리고 푸리에의 열전도 이론 등은 모두 그 이전에 발달한 다른 이론들의 비유를 통해 이루어되었다는 것을 지적하였다. 클레멘

트(Clement, 1987)는 이공학 박사과정 학생들과 교수들을 대상으로 소리내면서 생각하는(thinking aloud) 방식으로 물리학 문제를 풀게 하여, 그 풀이과정을 분석하였는데, 그에 의하면 자발적으로 생성한 비유들이 문제 해결에 있어 중요한 역할을 했음을 발견하였다. 또, 루멜하트와 노만(Rumelhart & Norman, 1981)은 학습을 정보의 단순 수용(accretion), 개념 구조의 진화(schema evolution), 재구조화 또는 개념 구조의 창조(restructuring or schema creation) 등 세 유형으로 보고 비유에 의하여 새로운 개념 구조가 어떻게 형성되는가를 보여주었다. 즉, 그들은 한 개념 구조를 다른 개념 구조로 모형화하는 과정을 비유적 추리에 의한 학습이라 하였다.

그러나, 비유의 사용으로 얻을 수 있는 잇점이 많지만 그 사용에 있어 충분히 주의하지 않으면 도움보다는 해가 될 위험이 원천적으로 존재한다. 비유로부터 이끌어낸 추론이 많은 경우에 유용하게 되면, 사람들은 그 비유에 맞지 않는 상황을 받아들이는데 주저하게 된다. 그렇게 옳지 않고 부정적인 비유에 매달리게 되면, 발전을 위한 좀 더 유용한 경로를 도외시하게 되므로 발전을 저해할 수도 있다. 이것은 한 이론이 이미 더 이상 유용하게 현상들을 설명할 수 없게 됨에도 불구하고 과학자들은 그 이론을 고수하려고 하는 상황과 비슷하다(Weller, 1970). 톨민(Toulmin)은 경솔하게 비유를 사용함으로써 생겨나는 또 다른 위험을 지적하였다. 모형이나 비유를 자신들이 나타내고자 하는 이론과 혼동할 수도 있다는 것이다. 이러한 함정에 빠지지 않는 방법은 비유를 사용할 때 충분한 주의를 가지고 그 한계를 인식하고 잠재적인 차이점들을 찾아보는 것이다(Weller, 1970). 또, 비유는 학생들에게 친숙하지 않은 것을 친숙한 것으로 비교하여 설명하는 것이므로 비유물(analog)이 학생들에게 친숙한지를 고려하여야 한다. 그러나 그 비유물이 친숙하다고 해서 그 비유물 자체를 잘 이해할 수 있는 것은 아니다. 예를 들면, 전기회로에서 전류의 흐름을 물 회로에서의 물 흐름 모형으로 비유할 때 물 흐름 모형의 비유가 학생들의 개념 변화에 효과가 없었다는 연구(Kircher, 1984)는 물 흐름 모형이 학생들에게 친숙하긴 하지만 물 흐름에 대한 학생들의 이해도가 높은 모형이 아닐 수도 있음을 시사해 준다.

커티스와 리겔루쓰(Curtis and Reigeluth, 1983)는 중학교 2학년 과학 수업에서 비유를 사용하지 않은 경우, 간단한 비유를 사용한 경우, 풍부한 비유를 사

용한 경우를 비교한 결과 비유가 암기 수준의 학습에는 효과가 없고, 단위 기억들 사이의 연결, 장기 기억, 전이, 문제 해결, 비유적 추리 기능의 신장에는 매우 효과적이었다고 보고하였다.

물리 수업에서 비유를 이용하는 중요한 이유 중의 하나는 이론의 확장에 비유가 해은 역할의 결과로, 많은 이론의 용어들이 비유를 통하여 그 의미들이 부여되었기 때문이다. 예를 들면 핵물리에서 사용되는 '알갱이(particle)', 양자역학에서 사용되는 꾸러미(packet)' '다발(Bundle)' 등은 일상 생활이나 거시물리학에서 사용되는 용어와 같은데, 그들 사이에는 어떤 유사점이 있기는 하지만 그 뜻은 전혀 다르다. 또다른 이유는 과학자들이 이론을 발달시키거나 확장시키는데 비유를 사용한 과정과 학습의 과정이 다르지 않다는 것이다. 과학자들이 이론을 발달시키는데 비유가 유용한 것이라고 할 때, 이미 발달된 이론을 이해하려는 학생들에게도 비유가 유용한 것이라고 보는 것이 당연하다는 것이다(Weller, 1970).

실제로 중학교 과학 학습자료에 쓰이고 있는 비유를 조사한 연구(김영민, 1991)에 의하면, <표 1>에서 보는 바와 같이 전류에 관련된 개념으로 10가지 개념에 비유가 적용되고 있으며, 특히, 전압, 전기 저항, 전류의 세기를 설명하는데 비유가 많이 사용되고 있다. 한국 교과서의 경우는 외국 교과서에 비해 비유의 사용이 많다. 분석에 사요된 교과서는 한국의 현행 5종 과학 교과서(정창희 외, 1991; 송민영 외, 1991; 김시중 외, 1990; 권숙일 외, 1988; 김순식 외, 1989)와 영국에서 최근 개발된 너필드 과학 학습자료(Dorling, et. al., 1988) 및 미국의 과학 학습 자료 3종(Fisk & Blecha, 1974; Tracy, et. al, 1983; Williams, 1979) 등이었다.

또, 같은 연구(김영민, 1991)의 분석에 의하면 대응 관계 측면에서 볼 때, 젠트너와 젠트너(Genter & Gentner, 1983)의 구조 대응 이론에 따르면 비유물 구조와 목표 영역의 구조가 일대일 대응관계를 가질 것을 제안하였는데, 두 구조에 있어 대응이 되지 않는 경우가 있으며, 학생의 사전 개념 측면에서 볼 때, 학생들이 지니고 있는 전류에 대한 우세한 생각 중에서 전류의 소모 생각을 변화시키기 위해서는 닫힌 회로에서 전류가 순환한다는 비유를 사용할 필요가 있는 것으로 나타났고, 외국 교과서(Fisk & Blecha, 1974; Tracy, 1983)의 경우는 닫힌 회로의 경우로까지 연결시킨 반면, 한국 교과서의 경우는 한

종류에서만 단힌 회로에서의 비유로 연결시키고 있는 것으로 나타났다.

〈표 1〉 비유가 사용된 개념들

	금성	동아	지화	교화1	교화2	너겔드	Fisk & B	Tracy	Williams
전류 방향		0°			0°				
전류 세기	0°		0°	0°	0°			0°	0°
전하량 보존				0°					
직렬:전류세기					0°	0			
병렬:전류세기					0°	0			
전류가하는일	0°				0°	0°			
전압	0°	0°	0°	0°	0°		0°	0°	0°
전저 직렬연결	0°			0°	0°				
전저 병렬연결	0°			0°	0°				
전저 저항	0	0°	0	0°			0°	0°	

### III. 연구 방법

#### 1. 연구 대상과 조사 도구

본 연구에서의 비유 이해도 조사를 위해 서울의 S중학교 1, 2학년에서 각각 한 학급을 표집하였는데, 1학년 한 학급은 전류에 관해 학습하기 전의 학생들이고 2학년 한 학급은 전류에 관해 학습을 마친 학생들이었다. 각 학급 학생 중 학업 성취도에 있어 기말 성적 평균 80점 이상의 학생들을 대상으로 하였다. 이렇게 하여 최종적으로 표집된 비유 이해도 조사 대상 학생은 1학년 14명, 2학년 14명이었다. 이들을 각각 두 집단으로 나누어 그림으로 표현된 비유와 글로 표현된 비유에 대한 이해를 조사하였다. 이를 표로 제시하면 〈표 2〉와 같다.

〈표 2〉 도구 투입 집단의 학생수

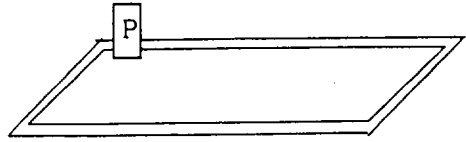
	1학년(학습전)	2학년(학습후)
그림으로 표현된 비유	7	8
글로 표현된 비유	7	6

본 연구에서 중학생들의 비유 이해를 조사하기 위한 도구는 본 연구자가 개발한 것으로 그 내용은 다음과 같다.

#### 1) 그림으로 표현된 비유에 대한 이해조사 도구

\* 아래 그림은 일정하게 회전하는 펌프(P)에 의해 굵기가 일정한 유리관 속을 물이 순환하는 모양을 나타낸 것이다. 물이 펌프의 오른쪽 방향으로 순환한다고 할 때, 아래 물음을 읽고 옳은 설명의

( )속에 O표 하시오.



〈질문 1〉 물이 흐르는 속력은 각 부분이 어떠한가?

- (1) 어느부분에서나 모두 같다. ( )
- (2) 펌프에서 나오는 부분이 가장 빠르고 다른 부분은 모두 같다. ( )
- (3) 펌프에서 들어가는 부분이 가장 빠르고 다른 부분은 모두 같다. ( )
- (4) 펌프에서 나온 후 속력은 점점 느려진다. ( )

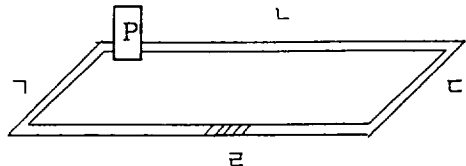
그렇게 생각하는 까닭을 쓰시오.

〈질문 2〉 다음 여러 부분에서 1초 동안 지나가는 물의 양은 어떠한가?

- (1) 펌프에서 나오는 쪽에 가까울수록 많다. ( )
- (2) 펌프로 들어가는 쪽일수록 많다. ( )
- (3) 유리관의 어느 부분에서나 같다. ( )
- (4) 유리관의 어느 부분에서나 모두 다르다. ( )

그렇게 생각하는 까닭을 쓰시오.

\* 아래 그림은 위의 회로에서 r 부분에 철심을 고정시켜 물의 흐름을 방해할때, 물이 순환하는 모양을 나타낸 것이다. 물이 펌프의 오른쪽 방향으로 순환한다고 할 때, 아래 물음을 읽고 옳은 설명의 ( )속에 O표 하시오.



〈질문 3〉 물이 흐르는 속력은 각 부분이 어떠한가?

- (1) r, L, c, r 어느 부분에서나 모두 같다. ( )
- (2) r 부분이 가장 느리고 다른 부분은 모두 같다. ( )

- (3) 철숨을 지나기 전이 철숨을 지난 후보다 빠르다. ( )
- (4) 철숨을 지난 후 속력이 빨라져서 펌프를 지난 후 가장 빠르다. ( )
- (5) ㄱ 부분에서 가장 빠르고 다른 부분은 모두 같다. ( )

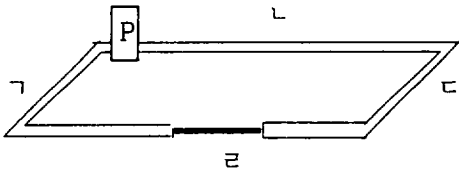
그렇게 생각하는 까닭을 쓰시오.

〈질문 4〉 회로의 여러 부분에서 1초 동안 지나가는 물의 양은 어떠할까?

- (1) ㄱ 부분이 가장 많고, ㄷ 부분이 가장 적다. ( )
- (2) ㄱ 부분이 가장 많고, ㄷ 부분이 가장 적다. ( )
- (3) ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ 부분에서 모두 같다. ( )
- (4) ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ 순이다. ( )
- (5) 위의 어느 것도 아니다. ( )

그렇게 생각하는 까닭을 쓰시오.

\* 아래 그림은 위의 회로에서 ㄷ 부분에 쿨기가 가는 유리관을 끼웠을 때, 물이 순환하는 모양을 나타낸 것이다. 물이 펌프의 오른쪽 방향으로 순환한다고 할 때, 아래 물음을 읽고 옳은 설명의 ( ) 속에 ○표 하시오.



〈질문 5〉 물이 흐르는 속력은 각 부분이 어떠할까?

- (1) ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ 부분이 모두 같다. ( )
- (2) ㄱ, ㄴ, ㄷ 부분은 같고 ㄹ 부분은 가장 빠르다. ( )
- (3) ㄱ, ㄴ, ㄷ 부분은 같고 ㄹ 부분은 가장 느리다. ( )
- (4) ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ 부분에서 모두 다르다. ( )

그렇게 생각하는 까닭을 쓰시오.

2) 글로 표현된 비유에 대한 이해 조사 도구

다음의 문제들은 글로 표현된 내용을 학생들이 얼마나 잘 이해하는가를 알아보려는 것입니다. 그리고 이 내용들은 두 현상을 서로 비교하여 설명하는 것들로서, 그림을 그려서 나타낼 수 있는 것들입니다.

다음에 쓰여진 글들을 잘 읽고, 글로 표현된 설명을 여러분이 이해한대로 그림으로 그린 다음, 그 그림을 이용하여 무엇을 어떻게 비교하여 설명하는지를 다시 설명해 보시오(각각의 설명에서 밑줄 친 부분들은 반드시 그림에서 표현되어야 합니다).

〈설명 1〉: 전류가 흐르는 것은 마치 물탱크의 물이 순환 모터를 돌려 주면 수도관을 거쳐 다시 물탱크로 되돌아가는 것과 같이 (-)전하를 띤 전자가 전지에 의하여 도선을 따라 움직인다.

〈설명 2〉: 파이프 속을 흐르는 물의 세기는 파이프의 한 단면을 1초 동안에 흘러가는 물의 양으로 나타낼 수 있는 것처럼, 전류도 도선의 한 단면을 1초 동안에 흘러가는 전하량을 측정하면 알 수 있다. 이 양을 전류의 세기라고 한다.

〈설명 3〉: 도선에 흐르는 전류는 파이프 속을 흐르는 물에 비유할 수 있다. 마치 물의 분자가 파이프 속을 흐르는 것과 같이, 도선에는 전자가 흘러간다.

〈설명 4〉: 전기 저항은 개울에서 물이 흐를 때, 개울에 바위가 많이 있으면 물은 쉽게 흐르지 못하고 바위를 돌아서 천천히 흘러 내리게 되는 것과 마찬가지로이다.

## 2. 조사의 실시 및 응답 분석

비유 이해도 조사를 하는데 있어서는 지필 검사 도구를 학생들에게 나누어 주고 충분한 시간을 주어 문제를 해결하도록 하였다. 학생들의 응답을 분석하는데 있어서는 그림으로 표현된 비유에 대한 응답은 문항 선택지에 따라 응답 빈도수를 조사하였으며, 글로 표현된 비유에 대한 응답은 몇 가지 유형으로 분류하여 그 유형에 따른 응답 빈도수를 조사하였다.

## IV. 연구의 결과

### 1. 그림으로 표현된 물회로 비유 이해

그림으로 표현된 물회로 비유를 제시했을 때 학생들이 그 비유를 이해한 정도는 문항별로 다음과 같다.

1) 물 회로에 장애물이 없을 때의 물 흐름

〈질문1〉과 〈질문2〉는 물회로의 파이프 속에 아무런 장애물이 없는 경우 회로 각 부분에서의 물흐름의 속력과 1초 동안 단면을 지나가는 물의 양을 묻는 것이었다. 각 질문에 대해 학생들이 응답한 결과는 다음 〈표 3〉, 〈표 4〉와 같다.

〈표 3〉 질문 1에 대한 학생 응답 유형

〈질문 1〉 물이 흐르는 속력은 각 부분이 어떠할까?		
응답 내용	학습전	학습후
어느 부분에서나 모두 같다*	2	4
펌프에서 나오는 부분이 가장 빠르고 다른 부분은 모두 같다.	3	1
펌프로 들어가는 부분이 가장 빠르고 다른 부분은 모두 같다.	1	
펌프에서 나온 후 속력은 점점 느려진다.	1	3

〈질문 1〉에 대해 과학적으로 옳은 응답을 한 학생은 학습전 2명, 학습후 4명뿐이었고, 학습전 학생의 경우는 ‘펌프에서 나오는 부분이 가장 빠르고 다른 부분은 모두 같다’라는 응답이 가장 많았고, 학습 후 학생들의 경우는 ‘어느 부분에서나 같다’라는 응답이 가장 많았다. 학습후 학생들의 경우는 ‘펌프에서 나온 후 물의 속력이 점점 느려진다’라고 생각하는 학생도 3명이 있었다.

그렇게 생각하는 까닭에 대해서는 펌프에서 나오는 부분이 가장 빠르고 다른 부분은 모두 같다고 선택한 학생 중에서는 ‘펌프에서 나올 때만 힘을 받아 빠르다’라고 응답한 학생이 1학년 4명, 2학년 1명, 펌프로 들어가는 부분이 가장 빠르고 다른 부분은 모두 같다고 선택한 학생은 ‘펌프로 들어갈 때 펌프가 물을 빨아들이기 때문에 들어가는 부분이 빠르다’라고 응답하였다. 펌프에서 나온 후 속력이 점점 느려진다고 선택한 학생 중에서는 ‘처음에 가졌던 속력을 점점 잃어버리기 때문’이 학습전 1명과 학습 후 1명, ‘펌프에 가까울수록 미는 힘의 영향을 크게 받기 때문’과 ‘육상 스타트할 때 처음의 속력이 빠른 것과 같다’가 각각 1명씩이다.

〈표 4〉 질문 2에 대한 학생 응답 유형

〈질문 2〉 다음 여러 부분에서 1초 동안 지나가는 물의 양은 어떠할까?		
응답 내용	학습전	학습후
펌프에서 나오는 쪽에 가까울수록 많다.	3	2
펌프로 들어가는 쪽일수록 많다.	1	
유리관의 어느 부분에서나 같다*	3	5
유리관의 어느 부분에서나 모두 다르다.	0	0

〈질문 2〉에 대해 과학적으로 옳은 응답인 ‘유리관의 어느 부분에서나 같다’를 선택한 학생은 학습전

3명, 학습후 5명 이었고, 그 선택이유로 ‘물 흐름의 속력이 일정하기 때문’과 ‘관의 굵기가 같기 때문’이 각각 3명(학습전 1명, 학습후 2명)과 2명(학습후), ‘일정량의 물을 내보내고 일정량을 받기 때문’이 3명(학습전 2, 학습후 1)이었다. 학습전 학생의 경우는 ‘펌프에서 나오는 쪽에 가까울수록 많다’라는 응답도 3명을 차지하였고 그렇게 선택한 이유로 3명 모두 ‘속력이 느려지므로’라고 응답하였다. 학습후 학생들의 경우는 ‘펌프에서 나오는 쪽에 가까울수록 많다’라고 생각하는 학생도 3명이 있었으며 그 선택 이유에 대해서는 ‘펌프에서 나오는 세기가 커서 더 많다’로 설명한 학생이 2명이었다.

2) 물 회로에 장애물이 있을 때의 물 흐름

〈질문 3〉과 〈질문 4〉는 파이프 속의 ‘ㄱ’부분에 장애물(철숨)이 있는 경우 물회로의 각 부분에서의 물이 흐르는 속력과 1초 동안 지나가는 물의 양이 어떠한지를 묻는 것이었다. 그 각각에 대해 학생들의 응답 유형은 〈표 5〉 및 〈표 6〉과 같다.

〈표 5〉 질문 3에 대한 학생 응답 유형

〈질문 3〉 물이 흐르는 속력은 각 부분이 어떠할까?		
응답 내용	학습전	학습후
ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ 어느부분에서나 모두 같다	0	0
ㄴ 부분이 가장 느리고 다른 부분은 모두 같다.	1	4
철숨을 지나기 전이 철숨을 지난 후보다 빠르다.	4	4
철숨을 지난 후 속력이 빨라져서 펌프를 지난 후 가장 빠르다.	2	0
ㄴ 부분에서 가장 빠르고 다른 부분은 모두 같다*	0	0

〈질문 3〉에 대해 과학적으로 옳은 응답을 한 학생은 학습전 학생이든, 학습후 학생이든 한 명도 없었다. 학습전 학생이든 학습후 학생이든 ‘철숨을 지나기 전이 철숨을 지난 후보다 빠르다’라고 응답한 학생이 4명으로 가장 많았는데 그렇게 생각하는 까닭으로는 학습전 학생의 경우는 4명 모두가 ‘철숨에서 속력이 줄어든 상태로 계속 흐르기 때문’이라고 했고, 학습 후 학생은 ‘철숨이 물의 흐름을 방해하기 때문’(2명), ‘숨은 물을 잘 흡수하므로 철숨에서 정체된다’(1명), ‘철숨에서 속력이 줄어든 상태로 계속 흐르기 때문’(1명)등이 제시되었다. 학습 후 학생들의 경우는 ‘ㄴ 부분이 가장 느리고 다른 부분은 모두 같다’라는 응답도 4명이나 되었으며, 선택 이유로는 ‘철숨이 물 흐름을 차단하기 때문’(2명), ‘철숨의

저항으로 물 분자가 잘 통과하지 못함'(1명), '숨이 물을 빨아들이기 때문'(1명) 등이 제시되었다.

여기서 일부의 학생들은 물 흐름을 방해하는 물체가 있는 곳에서 물 흐름의 속력이 느려진다는 직관을 가지고 있음을 발견할 수 있다. 이러한 생각은 전기회로에서 저항을 지날 때 전자들의 이동 속력이 느려진다는 생각으로 연결될 가능성이 있음을 보여준다.

〈표 6〉 질문 4에 대한 학생 응답 유형

〈질문 4〉 회로의 여러 부분에서 1초 동안 지나가는 물의 양은 어떠할까?		
응답 내용	학습전	학습후
ㄴ 부분이 가장 많고, ㄹ 부분이 가장 적다.	3	3
ㄱ 부분이 가장 많고, ㄷ 부분이 가장 적다.	0	1
ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ 부분에서 모두 같다.	1	1
ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ 순이다.	1	
위의 어느 것도 아니다.	1	2

〈질문 4〉에 대해 과학적으로 옳은 응답을 한 학생은 학습전 학생이든, 학습후 학생이든 각각 1명으로 매우 적었는데 그렇게 생각하는 까닭으로 'ㄹ 부분이 적으면 당연히 다른 부분도 적다'(학습전 1명), '펌프에서 밀어내는 힘으로 계속 흐르므로'(학습후 1명) 등을 제시하였다. 학습전 학생들과 학습 후 학생들 모두 'ㄴ 부분이 가장 많고, ㄹ 부분이 가장 적다'라고 응답한 학생이 각각 3명으로 가장 많았다. 그리고 그 선택 이유로 '철숨에 의해 속력이 줄기 때문'(학습전1, 학습후2), 'ㄹ에서 막혀 ㄴ에서 물이 많이 고이므로'(학습전2, 학습후1) 등을 제시하였다. 위의 어느 것도 아니다를 선택한 학생도 4명이 있었는데, 이들은 그 이유로 'ㄹ에서만 가장 적다'(2명), 'ㄹ에 물이 모여 가장 많다'(1명), 'ㄹ을 지난 직후가 속력이 빨라 가장 많다'(1명) 등을 제시하였다.

여기서 물 흐름을 방해하는 물체가 있는 곳에서 물 흐름의 속력이 느려진다는 직관을 가지고 있는 학생들이 ㄹ 부분을 1초 동안에 지나는 물의 양이 다른 부분에 비해 적은 것으로 생각하는 방향으로 연결되고 있음을 발견할 수 있다. 이러한 생각은 전기회로에서 저항을 지날 때 전류의 세기가 약해진다는 생각으로 연결될 가능성이 있음을 보여준다.

3) 물 회로에 가는관이 연결되었을 때의 물 흐름 (질문 5)와 (질문 6)은 물회로 관의 한 부분을 가

는 관으로 대체했을 때 물이 흐르는 속력과 각 부분에서 1초 동안 지나가는 물의 양을 묻는 것이었다. 이에 대한 학생들의 응답 내용은 〈표 7〉 및 〈표 8〉에 제시하였다.

〈표 7〉 질문 5에 대한 학생 응답 유형

〈질문 5〉 물이 흐르는 속력은 각 부분이 어떠할까?		
응답 내용	학습전	학습후
ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ 부분이 모두 같다.	2	1
ㄱ, ㄴ, ㄷ 부분은 같고 ㄹ 부분 (가는 관)은 가장 빠르다.	1	4
ㄱ, ㄴ, ㄷ 부분은 같고 ㄹ 부분 (가는 관)은 가장 느리다.	2	3
ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ 부분에서 모두 다르다.	2	

〈질문 5〉에 대해 과학적으로 옳은 응답을 한 학생은 학습전 학생은 1명, 학습후 학생은 4명이었으며, 그렇게 생각하는 까닭으로는 학습전 학생 1명은 '좁은 통로를 많은 양이 통과하려면 빨라야 한다'라고 하였고, 학습후 학생들은 '좁은 데서 가는 데로 갈 때 압력이 높아져 미는 힘이 커짐'(2명), '가는 관에서 압력이 낮아져 속력이 빨라짐'(1명), '좁은 통로를 많은 양이 통과하려면 빨라야 한다'(1명) 등을 제시하였다. 학습전 학생들의 경우는 그밖의 응답에 각각 2명씩이었고, 그 이유로 '가는관에서 느려지지만 펌프가 빨아들임으로 같아짐'(1명), '가는 관은 공간이 작아 속력이 느려진다'(2명), '펌프를 나온 후 속력이 점점 느려지므로'(2명) 등을 제시하였다. 학습 후 학생들의 경우는 'ㄱ, ㄴ, ㄷ 부분은 같고 ㄹ 부분은 가장 느리다'라는 응답이 3명으로 두번째 많았으며, 그 이유로 '가는 관은 공간이 작아 속력이 느려진다'(1명), '가는 관에서 저항이 세게 작용'(1명) 등을 제시하였다.

여기서 일부의 학생들은 물 흐름을 방해하는 물체가 있는 곳에서 물 흐름의 속력이 느려진다는 직관을 가지고 있음을 알 수 있으며, 다른 한 편으로는 가는 관과 철숨이 모두 물흐름을 방해하는 것인데도 철숨이 있을 때는 느려지고 가는 관이 있을 때는 빨라진다는, 상황에 따라 다른 생각을 하는 학생들도 있음을 알 수 있다. 즉, 일부의 학생들은 가는관을 물 흐름을 방해하는 것으로 생각하지 않고 있다.

〈표 8〉 질문 7에 대한 학생 응답 유형

(질문 6) 다음 유리관의 각 부분에서 1초 동안 지나가는 물의 양은 어떠할까?		
응답 내용	학습전	학습후
ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ 부분이 모두 같다*	2	2
ㄱ, ㄴ, ㄷ 부분은 같고 ㄹ 부분 (가는 관)은 가장 많다.	0	0
ㄱ, ㄴ, ㄷ 부분은 같고 ㄹ 부분 (가는 관)은 가장 적다.	3	5
ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ 부분에서 모두 다르다.	2	1

〈질문 6〉에 대해 과학적으로 옳은 응답을 한 학생은 학습전 학생은 2명, 학습후 학생은 2명뿐이었고, 그렇게 생각하는 까닭으로는 '가는관 부분에서 느려지지만 펌프가 빨아들이므로 같아짐'(학습전 1명), '가는관에서 빨리 지나가므로 1초 동안의 양은 같다'(학습전 1명, 학습후 1명), '물의 속력과 양은 펌프의 압력에만 관계한다'(학습후 1명)등을 제시하였다. 학습전 학생들이든 학습후 학생들이든 'ㄱ, ㄴ, ㄷ 부분은 같고 ㄹ 부분(가는 관)은 가장 적다'라는 응답이 각각 3명과 5명으로 가장 많았고, 그렇게 생각하는 까닭으로는 '속력이 느린 곳은 1초 동안의 물의 양도 적다'(학습전 1명), '가늘므로 지나갈 때도 조금씩 지나감'(학습후 2명), '속력은 같지만 가늘기 때문에 1초 동안의 물의 양은 적다'(학습전 1명), '속력은 빠르지만 굵기가 가늘므로'(학습후 2명)등을 제시하였다. 각 부분이 모두 다르다를 선택한 학습전 학생들은 들 다 그 이유를 '각 부분의 속력이 모두 다르기 때문'으로 응답하였다.

여기서 일부의 학생들은 물 흐름을 방해하는 물체가 있는 곳에서 같은 시간동안에 흐르는 물의 양이 적다는 생각을 가지고 있음을 알 수 있다.

3. 글로 표현된 비유에 대한 이해

글로 표현된 물회로 비유를 제시했을 때 학생들이 그 비유를 이해한 정도는 각 설명별로 다음과 같다.

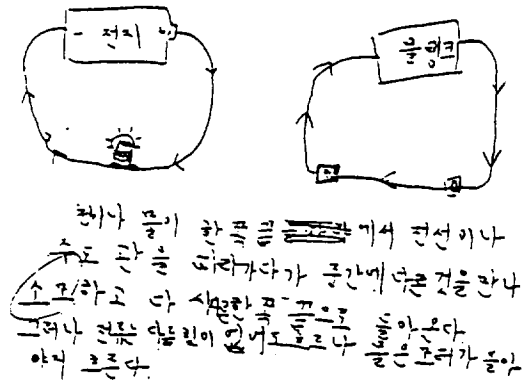
1) 설명 1에 대한 이해

〈설명 1〉은 "전류가 흐르는 것은 마치 물탱크의 물이 순환 모터를 돌려 주면 수도관을 거쳐 다시 물탱크로 되돌아가는 것과 같이 (-)전하를 띤 전자가 전지에 의하여 도선을 따라 움직인다"이다. 이것을 그림으로 그리게 하고 그 그림들을 분석한 결과는 〈표 9〉과 같다.

〈표 9〉 설명 1에 대한 그림 분석

그림 내용	학습전	학습후
두 현상을 모두 그림 비유적	2	3
목표물 모형만을 그림	2	3
비유물 모형만을 그림	1	
다른 비유물을 설정하여 설명	1	
두 현상을 복합적으로 그림	1	

본 비유에서 의도하는 바와 같이 두 현상을 모두 그리고 비유적으로 설명한 학생은 1학년 7명중 2명 뿐이었으며 2학년은 3명이었다. 본 학습의 목적이 비유를 통해 목표물을 가르치고자 하는 것이므로 목표물 모형만을 올바르게 그린 경우도 포함시킨다면 1학년 3명, 2학년 6명으로 나타났다. 즉, 전류에 대한 학습이 끝난 학생들이 더 잘 이해한다고 볼 수 있다. 그러나 비유적으로 그렸다고 해서 그 학생들이 모두 그 비유에서 뜻하고 있는 바를 이해하고 있는 것은 아니었다. 즉, 그 비유와는 다른 뜻의 해석을 하는 학생들도 있었다. [그림 1]은 그 한 예를 보여주는 것이다.



〈그림 1〉 〈설명 1〉을 그림으로 그리고 설명한 한 학생의 예

이 학생은 두 현상을 비유하여 그린 1학년 학생인데, 그의 그림 속에는 전구에 해당하는 가정집이 나타나 있으며, 그의 설명에서는 수도관을 흐르는 물이 집에서 소모된다고 하는 표현을 볼 수 있다. 이 학생은 비유 문장에 없는 전구를 등장시켜 그것을 집과 비유하고 있다. 다른 학생들도 전기 회로의 전구를 꼭 등장시키고 있으며 물 회로 비유에서 그에 대응하는 무엇인가를 그리려고 한 흔적을 볼 수 있었다.

1학년 학생들 중에는 비유물 모형만을 그렸든지, 두 현상을 복합적으로 나타내 무슨 그림인지가 불분



명한 학생도 각각 1명씩 있었다. 또, 1학년 학생 중에는 다른 비유물을 가지고 목표물을 설명하려 했던 학생도 있었는데, 그 비유가 적절하지는 않았다. 이 학생은 '학교 공부를 마치고 집에 온 아이들이 다음 날 아침 다시 학교가는 길'로 목표물을 설명하려 하였다.

2) 설명 2에 대한 이해

〈설명 2〉는 "파이프 속을 흐르는 물의 세기는 파이프의 한 단면을 1초 동안에 흘러가는 물의 양으로 나타낼 수 있는 것처럼, 전류도 도선의 한 단면을 1초 동안에 흘러가는 전하량을 측정하면 알 수 있다. 이 양을 전류의 세기라고 한다"이다. 이 설명에 대해 학생들이 그린 그림을 분석한 결과는 〈표 10〉과 같다.

〈표 10〉 설명 2에 대한 그림 분석

그림 내용	1학년	2학년
두 현상을 모두 그림 비유적	2	3
비유적이지 않음	2	3
목표물 모형만을 그림	1	
비유물 모형만을 그림	1	
다른 비유물을 설정하여 설명	1	

본 비유에서 의도하는 바와 같이 두 현상을 모두 그리고 비유적으로 설명한 학생은 1학년 7명중 1명 뿐이었으며 2학년은 4명이었다. 본 학습의 목적이 비유를 통해 목표물을 가르치고자 하는 것이므로 목표물 모형만을 올바르게 그린 경우도 포함시킨다면 1학년 2명, 2학년 4명으로 나타났다. 즉, 전류에 대한 학습이 끝난 학생들이 더 잘 이해한다고 볼 수 있다. 학생들 중에는 비유물 모형만을 그렸든지(각학년 2명), 두 현상을 복합적으로 나타내 무슨 그림인지가 불분명한 학생(1학년 1명)도 있었다. 또, 1학년 학생 중에는 다른 비유물을 가지고 목표물을 설명하려 했던 학생도 있었는데, 그 비유가 적절하지는 않았다. 이 학생은 앞의 〈설명 1〉에서도 다른 비유를 썼던 학생으로 여기서는 '자동차의 속력은 단위 시간 내에 간 거리인 것과 같다'로 목표물을 설명하려 하였다.

3) 설명 3에 대한 이해

〈설명 3〉은 "도선에 흐르는 전류는 파이프 속을 흐르는 물에 비유할 수 있다. 마치 물의 분자가 파이프 속을 흐르는 것과 같이, 도선에는 전자가 흘러간다"이다.

이러한 설명에 대해 학생들이 그린 그림들을 분석

한 결과는 〈표 11〉과 같다.

〈표 11〉 설명 3에 대한 그림 분석

그림 내용	1학년	2학년
두 현상을 모두 그림 비유적	1	5
비유적이지 않음	1	
목표물 모형만을 그림	2	
비유물 모형만을 그림	1	1
다른 비유물을 설정하여 설명	1	
두 설명을 합한 복잡한 그림	1	

본 비유에서 의도하는 바와 같이 두 현상을 모두 그리고 비유적으로 설명한 학생은 1학년 7명중 1명 뿐이었으며 2학년은 5명이었다. 본 학습의 목적이 비유를 통해 목표물을 가르치고자 하는 것이므로 목표물 모형만을 올바르게 그린 경우도 포함시킨다면 1학년 3명, 2학년 5명으로 나타났다. 즉, 전류에 대한 학습이 끝난 학생들이 더 잘 이해한다고 볼 수 있다. 학생들 중에는 비유물 모형만을 그렸든지(각학년 1명), 두 현상을 복합적으로 나타내 무슨 그림인지가 불분명한 학생(1학년 1명)도 있었다. 또, 1학년 학생 중에는 다른 비유물을 가지고 목표물을 설명하려 했던 학생도 있었는데, 그 비유가 적절하지는 않았다. 이 학생은 앞의 〈설명 1〉과 〈설명 2〉에서도 다른 비유를 썼던 학생으로 여기서는 '터널 속으로 차가 지나가는 것'으로 목표물을 설명하려 하였다.

4) 설명 4에 대한 이해

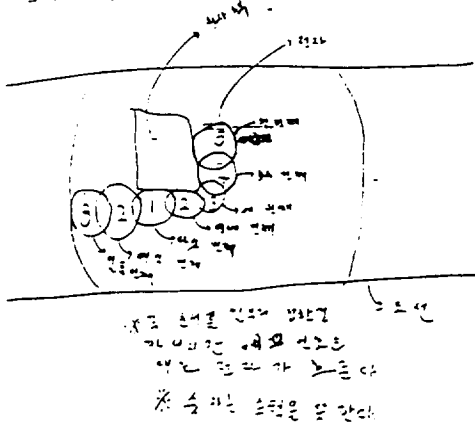
〈설명 4〉는 "전기 저항은 개울에서 물이 흐를 때, 개울에 바위가 많이 있으면 물은 쉽게 흐르지 못하고 바위를 돌아서 천천히 흘러 내리게 되는 것과 마찬가지로"이다. 이 설명에 대한 학생들의 그림을 분석한 결과는 〈표 12〉와 같다.

〈표 12〉 설명 4에 대한 그림 분석

그림 내용	1학년	2학년
두 현상을 모두 그림 비유적	1	3
목표물 모형만을 그림 내용 이해 못함	1	1
비유물 모형만을 그림	4	
두 현상을 복합적으로 그림		2
다른 비유물을 설정하여 설명	1	

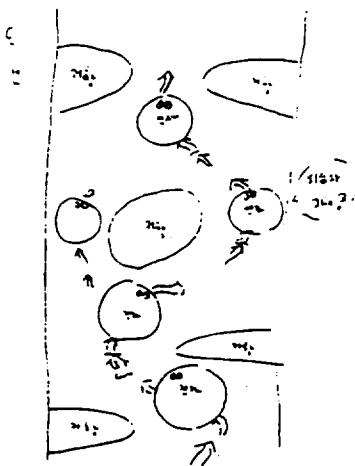
본 비유에서 의도하는 바와 같이 두 현상을 모두 그리고 비유적으로 설명한 학생은 1학년 7명중 1명 뿐이었으며 2학년도 3명이었다. 본 학습의 목적이 비유를 통해 목표물을 가르치고자 하는 것이므로 목표물 모형만을 올바르게 그린 경우도 포함시켜도 1학

년 1명, 2학년 3명으로 나타났다. 학생들 중에는 비유물 모형만을 그렸는지(1학년 4명), 두 현상을 복합적으로 설명한 학생(2학년 2명)도 있었다. 두 현상을 복합적으로 그린 학생의 경우를 예로 들면 [그림 2]와 같다.



[그림 2] 설명 3을 그림으로 그린 한 학생의 예

이 학생은 물분자들을 눈이 달린 전자들로 표현하고 있으며, 바위들을 저항으로 표현하여 전자들이 바위를 피해 지나가는 모양을 그리고 있다. 또, 1학년 학생 중 1명은 원자핵을 전자가 돌아 지나가는 모양을 그리고 지나가는 속도도 원자핵 주위를 돌 때 느리고 지난 후 빨라지는 것으로 표현하였다[그림 3].



[그림 3] 설명 3을 다른 형태의 그림으로 그린 한 학생의 예

또, 1학년 학생 중에는 다른 비유물을 가지고 목표물을 설명하려 했던 학생도 있었는데, 그 비유가 적절하지는 않았다. 이 학생은 앞의 설명 1, 2, 3, 4에서도 다른 비유를 썼던 학생으로 여기서는 '그냥 달리는 것보다 장애물을 놓고 달리는 것이 더 어렵다'로 목표물을 설명하려 하였다.

## V. 결론 및 제언

학생들이 교과서에 설명된 비유를 이해하는 정도는 비교적 낮은 것으로 나타났다. 그 내용을 학습한 학생들조차도 교과서에 사용된 비유의 의미를 파악하지 못하는 학생들이 상당수 있다. 그리고 이 학생들이 학습 성취도가 상위에 속하는 학생들임을 감안하면 그 이하의 학생들이 비유를 이해하는 정도는 더 낮을 것으로 예측된다.

이상의 결과에서 볼 때 물리 수업에서 비유를 적용하기 위해서는 일반적으로 다음의 몇 가지 조건들이 고려될 필요가 있다. 즉, 전류 개념 설명을 위해 비유를 사용할 경우는 비유물로서의 조건과 비유 사용의 상황을 고려해야 하는데 김영민(1991)은 그 구체적인 조건들을 다음과 같이 제시하였다.

비유물로서의 조건으로는,

첫째, 비유물과 목표 모형이 가급적 유사한 대응 관계를 가져야 한다.

둘째, 비유물은 학생의 사전 개념이 고려되어 그것을 변화시킬 수 있어야 한다.

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

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

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

비유 사용의 상황으로는,

첫째, 갈등 상황의 도달 후에 비유가 적용되어야

한다.

둘째, 비유의 한계에 대해 학생들과의 논의를 거쳐야 한다.

셋째, 목표 개념이 추상적인 경우에 사용되어야 한다. 구체적인 개념에 다른 비유를 사용하는 것은 비유 사용의 목적에 비추어 볼 때 의미가 없다.

## 참고문헌

- 정창희 외, (1990). 중학교 과학2, 교학사
- 송인명 외, (1991). 중학교 과학2, 교학사
- 김시중 외, 중학교 과학2, 금성교과서(주)
- 김영민(1991). 중학생의 전류 개념 변화에 미치는 체계적 비유 수업의 영향, 서울대학교 박사학위 논문
- 김영민, 박운희. 박승재(1990), 중학생들의 전류에 대한 학습전 개념과 관계 현상 관찰 후의 변화, 한국과학교육학회지 10(1), 47-56, 한국과학교육학회
- 권숙일 외, (1988). 중학교 과학 2, 동아출판사
- 박운희(1990). 중학생들의 수업 전후 전류에 대한 개념 변화, 서울대학교 석사학위 논문
- 김순식 외, (1990). 중학교 과학2, (주)지학사
- Clement, J.(1987). Nonformal reasoning in science : The use of analogies and extreme cases. ERIC ED 302381
- Curtis, R. V. and 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
- Dorling, G., et. al.(Eds.)(1988). Nuffield Co-ordinated Sciences-Physics, The Nuffield-Chelsea Curriculum Trust
- Duit, R.(1988). On the role of analogies, similes and metaphors in learning science, IPN,
- Dupin, J. J. and Josua, S.(1989), Analogies and modeling analogies in teaching : some examples in basic electricity, Science Education 73(2), 207-224
- Fisk, F. G. and Blecha, M. K.(1974). The New Laidlaw Science Program-the physical sciences, Illinois : Laidlaw Brothers Publishers
- Gentner, D. and Gentner, D. R.(1983). Flowing waters or teeming crowds : mental models of electricity. In Gentner, D. and Stevens, A. L.(Eds.), Mental models, New Jersey : Lawrence Erlbaum Associates
- Halliday, D. & Resnick, R.(1974). Fundamentals of Physics, New York : Wiley
- Kircher, E(1984) : Analogies for the electric circuit? : In : Duit, R., et. al.(Eds.). Aspects of understanding electricity-Proceedings of intermational workshop, IPN, 299-310
- Nagel, E.(1979). The structure of science, London : Routledge & Kegan Paul, 107-117
- Osborne, R. and Freyberg, P.(1985). Learning in Science-the implications of children's science, Heinemann
- Rumelhart, D. E. and Norman, D. A. (1981). Analogical processes in learning. In : J. R. Anderson(ed.), Cognitive skills and their acquisition, Lawrence Erlbaum Associates
- Sambursky, S.(1974). Physical thought-from presocratics to quantum physics, PICA Press Tracy, G. R., Tropp, H. E., and Friedl, A. E.(1983). Modern Physical Science, New York : Holt, Rinehart and Winston, Publishers
- Weller, C. M.(1970). The role of analogy in teaching science, Journal of Research in Science Teaching 7, 113-119

ABSTRACT

# Middle School Students' Comprehension about Analogies for Explaining Concepts Related to Electric Current

Young-Min Kim  
(Korean Educational Development Institute)

The purpose of the study was to investigate middle school students' comprehension about analogies for explaining concepts related to electric current.

For the study, 14 seventh grade students and 14 eighth grade students were sampled, and they were divided into two groups, one group for implementing pictorial analogies, the other for analogies in words. The subjects are academically high achievers.

The conclusion of this study is that the middle school students' comprehension about analogies of electric current is low. So the author of this study suggests that conditions as analog and context of analogy usage should be considered for the use of the analogies.