

비유를 사용한 반응 속도 개념 학습에서 유발되는 대응 오류에 대한 분석과 비유 표현 방식에 따른 비교

김경순 · 변지선¹ · 이선우² · 강훈식³ · 노태희*

서울대학교 · ¹호평고등학교 · ²서울고명초등학교 · ³춘천교육대학교

The Analysis of Mapping Errors Induced in Learning the Concept of Reaction Rate with Analogies, and the Comparison of Mapping Errors by Analogy Presentation Types

Kim, Kyungsun · Byun, Jisun¹ · Lee, Seonwoo² · Kang, Hunsik³ · Noh, Taehee *

Seoul National University · ¹Hopyeong High School

²Seoul Gomyung Elementary School

³Chuncheon National University of Education

Abstract: This study investigated the mapping errors induced in learning the concept of reaction rate with analogies, and compared these mapping errors by the analogy presentation types. Tenth graders (N=418) at a high school were assigned to the four groups by the target concepts and the analogy presentation types. The target concepts were ‘concentration and reaction rate’ and ‘temperature and reaction rate’. In presenting analogy, the verbal and the verbal/pictorial analogs were used. After the students learned one of the analogs, a mapping test was administered. From the analysis, eight types of mapping errors were identified: overmapping, artificial mapping, failure to map, rash mapping, mismapping, mapping of a superficial feature, retention of a base feature, and impossible mapping. According to the analogy presentation types and the features of the target concepts, there were some differences in the frequencies of mapping errors. Educational implications of these findings are discussed.

Key words: mapping error, analogy, verbal, pictorial

I. 서론

비유는 친숙하지 않은 새로운 개념과 친숙한 개념 간의 유사성을 비교하는 것으로(Duit, 1991), 학생들의 추상적인 개념 이해를 돕기 위해 과학 수업에서 자주 활용되어 왔다(Harrison, 2001; Nashon, 2004). 비유를 사용한 수업이 효과를 거두기 위해서는 학생들이 비유물과 목표물의 여러 속성들 중에서 공유 속성을 찾아내어 일대일로 대응(mapping)하는 과정이 매우 중요하다(Taber, 2001). 그러나 일부 학생들은 비유물과 목표물의 공유 속성과 비공유 속성을 구별해내지 못하거나 비유물의 비공유 속성에 주목하는 등 비유물과 목표물의 공유 속성들 간의 대응을 어려워한다(Blake, 2004;

Else *et al.*, 2003). 이로 인해 비유를 사용한 학습 과정에서 학생들은 다양한 대응 오류를 범할 수 있으며, 새로운 오개념이 유발되어 과학 개념을 올바르게 이해하지 못할 수 있다(권혁순 등, 2004).

교사와 학생을 연결해주는 교육 내용은 주로 교과서를 통해 전달되고(손영옥, 박윤배, 2002), 교과서는 교수·학습 내용과 방법에 많은 영향을 미치므로(백남권 등, 2002), 비유를 사용한 수업도 교과서의 영향을 많이 받을 수 있다. 특히, 교과서에 제시된 비유는 표현 방식이나 목표물의 공유 속성에 대한 대응 정도 등에 따라 분류되는데, 이러한 비유의 특성은 학생들의 대응 관계 이해 정도 및 비유 수업의 효과와 밀접한 관련이 있는 것으로 보고되고 있다(Else *et al.*, 2003; Thiele

*교신저자: 노태희(nohth@snu.ac.kr)

**2008.02.14(접수) 2008.04.07(1심통과) 2008.05.08(2심통과) 2008.05.12(최종통과)

***이 논문은 2007년도 정부재원(교육인적자원부)으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 연구되었음(KRF-2007-721-B00031).

& Treagust, 1991; Zook & Di Vesta, 1991). 예를 들어, 비유를 글로만 표현하는 경우 학생들은 구체적인 비유 상황을 제대로 이해하지 못할 수 있으며, 비유를 그림으로만 표현하는 경우에는 학생들이 그림에 제시된 속성들을 잘못 해석하여 대응을 제대로 하지 못할 수 있다(차정호 등, 2004; Thiele & Treagust, 1994). 이를 보완하기 위해 비유를 글과 그림으로 함께 표현하는 방식이 제안되어 활용되었고, 학생들의 개념 이해에 글 또는 그림만의 표현 방식보다 효과적인 것으로 보고되었다(김영민, 박희숙, 2000; Huann-shyang *et al.*, 1996; Mani, 1993). 그러나 일부 연구자들은 비유가 글과 그림으로 함께 제시될 때, 학생들은 글과 그림의 두 가지 정보를 연계하여 해석하는 것을 어려워하므로 개념 이해에 효과적이지 않을 수 있다고 지적하였다(Donnelly & McDaniel, 1993; Sparks, 1996).

이와 같이 비유 표현 방식에 따른 비유 수업의 효과가 일관적이지 않은 이유는 비유를 표현하는 방식에 따라 학생들이 대응 관계를 이해하는 과정과 대응 오류를 범하는 양상이 다르기 때문일 수 있다. 그러나 지금까지 비유를 사용한 학습 과정에서 유발될 수 있는 대응 오류에 대한 연구는 중학교 과학의 생물(Else *et al.*, 2003)과 화학(김경순 등, 2006) 영역의 일부 개념에 대해서만 이루어져 있는 것으로 보고되고 있다. 또한, 비유 표현 방식에 따라 학생들이 학습 과정에서 어떻게 대응 관계를 이해하고 속성을 대응시키는 지에 대해 조사한 연구는 국내·외적으로 찾아보기 어렵다. 따라서 학생들이 주요 과학 개념에 대해 표현 방식이 다른 비유를 사용하여 학습하는 과정에서 나타나는 학생들의 대응 과정과 대응 오류 유형을 체계적으로 조사할 필요가 있다. 특히, 교과서에는 글과 그림으로 표현한 비유가 제6차 교육과정(47%)에서보다 제7차(66%)에서 증가하였으므로(차정호 등, 2004), 비유 표현 방식에 따른 학생들의 학습 과정에 대한 연구는 차기 교육과정의 교과서 개발을 앞두고 중요한 시사점을 줄 것으로 생각된다.

한편, 고등학교 과학 과목의 ‘반응 속도’ 개념은 복잡하고 추상적이며 동적인 과학 개념으로, 학생들은 반응 속도에 대한 개념을 충분히 이해하기보다는 기계적으로 암기하고 있으며 반응 조건의 변화에 따른 반응 속도에 대한 이해도가 낮은 것으로 보고되었다(김선용, 2005). 과학 교과서에는 ‘반응 속도’ 개념에 대한 이해를 돕기 위한 방안으로 다양한 비유들이 제시되어 있으나, 비유를 사용한 ‘반응 속도’ 개념 학습 과정에서 대응 관계에 대한 학생들의 이해를 조사한 연구는 거

의 이루어지지 않았다. 이에 이 연구에서는 ‘반응 속도’ 개념에 대한 효과적인 비유 수업 방안을 마련하기 위한 탐색적 연구의 일환으로, 농도 및 온도 조건의 변화에 따른 반응 속도 개념에 대해 교과서에 제시된 글 비유 및 글과 그림 비유를 사용한 수업에서 유발되는 학생들의 대응 오류 유형을 조사하고자 한다.

II. 연구 내용 및 방법

1. 연구 대상

이 연구는 경기도 광명시에 위치한 남녀 공학 고등학교에서 ‘반응 속도’ 단원의 목표 개념을 학습하지 않은 1학년 12학급의 학생 418명을 대상으로 하였다. 전체 학급을 우선 ‘농도와 반응 속도’ 및 ‘온도와 반응 속도’ 개념을 학습하는 집단으로 나눈 후, 각 집단을 비유 표현 방식에 따라 다시 글 비유 집단과 글과 그림 비유 집단으로 나누어 총 4집단에 3학급씩 배치하였다. 연구 대상 학생들의 1학기 중간고사 과학 성적은 유사하였고($p=.207$), 목표 개념과 비유 표현 방식에 따른 집단별 사례수는 표 1과 같다.

표 1
목표 개념과 비유 표현 방식에 따른 집단별 사례수

| 목표 개념 | 비유 표현 방식 | | 계 |
|-----------|----------|-------|-----|
| | 글 | 글과 그림 | |
| 농도와 반응 속도 | 107 | 103 | 210 |
| 온도와 반응 속도 | 107 | 101 | 208 |
| 계 | 214 | 204 | 418 |

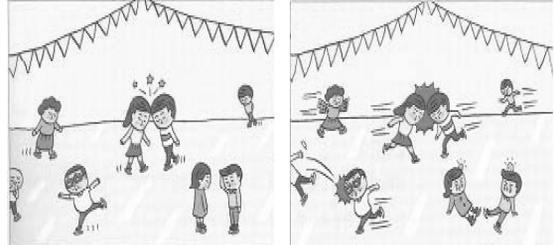
2. 연구 절차

비유 선정을 위해 현행 교육과정에서 사용되고 있는 과학 교과서에서 사용 빈도가 높은 기능 비유(52%), 단순 비유(41%) 또는 부연 비유(41%), 일상 비유(51%), 제한점 언급을 안 한 비유(99%)를 선정 기준으로 하였다(차정호 등, 2004). 이 기준에 따라 고등학교 1학년 과학 교과서(김찬중 등, 2007)의 ‘반응 속도’ 단원에서 스케이트장 상황을 이용한 ‘농도와 반응 속도’에 대한 비유 I과 ‘온도와 반응 속도’에 대한 비유 II를 선정하였다. 비유 I은 반응 물질의 농도가 반응 속도에 미치는 영향을 스케이트장에서 스케이트를 타는 사람이 적을 때와 많을 때, 사람들이 충돌하는 횟수와 충돌해서 넘어지는 수에 비유한 것이다. 비유 II는 온도가 반응 속도에 미치는 영향을 스케이트장에서 스케이트를 타는 사람들이 천천히 움직일 때와 빨리 움직일 때, 사



a) 비유 I의 그림

(고등학교 1학년 과학, 디딤돌 교과서, p 152)



b) 비유 II의 그림

(고등학교 1학년 과학, 디딤돌 교과서, p 155)

그림 1 반응 속도 개념 학습에서 사용된 그림 비유

람들이 충돌하는 횟수와 충돌해서 넘어지는 수에 비유한 것이다.

선정된 비유를 사용하여 비유 학습지와 대응 관계 이해도 검사를 개발하였다. 글 비유 집단의 학습지는 비유 I과 비유 II에 대한 교과서 설명에 기초하여 글로만 구성하였고, 글과 그림 비유 학습지는 비유 I과 비유 II에 대한 글 비유 학습지에 교과서에 제시되어 있는 각 비유의 그림(그림 1)을 추가하여 구성하였다. 연구 대상이 아닌 고등학교 1학년 학생 200명을 대상으로 비유 학습지의 내용 및 대응 관계 이해도 검사의 문항에 대한 타당성을 검토하기 위해 두 차례의 예비 연구를 실시하였다. 이 결과를 분석하여, 개발한 비유 학습지와 대응 관계 이해도 검사를 수정·보완하였다.

수업은 교사 변인을 통제하기 위해 미리 제공한 수업 지도안에 따라 총 3명의 교사가 목표 개념과 비유 표현 방식에 따른 4집단에서 각 1학급씩 4개의 학급을 대상으로 진행하도록 하였다. 수업 시작 전에 연구자는 참여 교사와 수업 방법 및 교수·학습 자료에 대해 논의하였고, 수업 진행 시 주의할 점 등에 대해 안내하였다. 본 수업은 실제 학교 현장에서 이루어지고 있는 비유 수업 과정에 기초하여 구성된 선행 연구(김경순 등, 2006)의 비유 수업 방법에 따라 진행하였다. 교사는 학습 목표에 대해 안내하고 비유물을 소개한 후, 목표 개념을 도입하여 비유물과 목표물의 유사점을 중심으로 설명하는 수업을 15분간 실시하였다. 이때, 교과서에 비유의 제한점이 제시되어 있지 않으면 수업 과정에서 언급하지 않는 경우가 대부분이라는 교사들의 의견을 고려하여 비유물의 제한점에 대해서는 언급하지 않았다. 그러나 본 수업과 관련이 없는 다른 개념으로 비유물과 목표물의 차이점에 대한 예를 제시하여, 학생들이 비유물과 목표 개념 간에는 차이점이 있음을 알 수 있도록 하였다. 교사의 설명이 끝난 후, 비유물과 목표물의 대응 관계 이해도 검사(부록 1)를 실시하였다(약 25분).

3. 검사 도구

비유를 사용한 학습 과정에서 유발될 수 있는 대응 오류를 조사하기 위한 대응 관계 이해도 검사는 이 연구에서 사용한 비유물과 목표물의 속성을 추출한 후, 선행 연구(김경순 등, 2006)를 참고하여 개발하였다. 이 검사는 비유물과 목표물의 유사점 및 차이점에 해당하는 속성, 어디에도 해당되지 않는 관련 없는 속성을 비유물과 목표물의 속성들이 제시된 보기에서 골라 대응시키는 형식의 3문항으로 구성하였다(부록 1). 이때, 학생들이 비유물과 목표물이 지닌 속성들 간의 대응 관계를 잘 모른 채 비슷한 단어를 찾아 연결할 수 있으므로, 대응 관계에 대한 이해 정도를 보다 정확하게 판단하기 위해 각 속성을 연결시킨 이유에 대해서도 자세히 설명하도록 하였다. ‘농도와 반응 속도’에 대한 대응 관계 이해도 검사지의 경우 비유물과 목표물 간의 유사점에 해당하는 속성으로 입자의 충돌 횟수, 입자의 수, 용액의 부피, 반응을 일으키는 입자 수를, 차이점에 해당하는 속성으로는 입자의 크기를 제시하였다. ‘온도와 반응 속도’의 경우에는 ‘농도와 반응 속도’ 검사지에 제시된 속성들 중에서 유사점에 해당하는 목표물의 속성인 입자의 수를 입자의 운동 속도로, 비유물의 속성인 사람의 수는 사람들이 움직이는 속도로 대체하였다. 예비 연구를 통해 수정·보완하는 과정을 거쳐 개발한 최종 검사 도구는 공동 연구자 3인을 포함하여 과학 교육 전문가 3인과 과학 교사 3인으로부터 안면 타당도를 검증받았다.

4. 분석 방법

대응 관계 이해도 검사에서 나타난 학생들의 대응 오류 유형은 선행 연구(김경순 등, 2006; Else et al., 2003)의 분류틀에서 제시한 ‘과잉 대응(overmapping)’, ‘인위적 대응(artificial mapping)’, ‘대응 불이행(failure to map)’, ‘무분별한 대응(rash mapping)’, ‘부적절한

표 2

대응 관계 이해도 검사에서 나타난 학생들의 대응 오류 유형

| 대응 오류 유형 ¹ | 정의 |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| 과잉대응 | 비유물의 비공유 속성을 목표물에 대응시키는 오류 |
| 인위적 대응 | 비유물과 목표물의 공유 속성의 관계를 학생 자신의 경험이나 편견에 의해 인위적으로 변형, 해석하여 잘못 대응시키는 오류 |
| 대응 불이행 | 대응시켜야 할 공유 속성을 대응시키지 못하는 오류 |
| 무분별한 대응 | 비유물만의 비공유 속성을 목표물의 속성 중 아무 것에나 대응시키는 오류 |
| 부적절한 대응 | 비유물과 목표물의 공유 속성들을 각각 올바르게 대응시키지 못하는 오류 |
| 비유물 속성 보유 | 비유물과 목표물의 공유 속성을 대응시켰으나 비유물의 속성을 그대로 사용하여 목표물을 설명하는 오류 |
| 불가능한 대응 | 목표물의 주요 속성이 비유물에 존재하지 않아 학생들이 나름대로 대응시키는 오류 |
| 표면적 속성 대응 ² | 비유물과 목표물의 속성에 제시된 단어의 표면적인 유사성에 의해 비유물의 공유 속성을 목표물의 비공유 속성에 대응시키는 오류 |

¹ 김경순 등, 2006; Else *et al.*, 2003² 이 연구에서 새롭게 나타난 오류 유형

대응(mismatching)', '비유물 속성 보유(retention of a base feature)', '불가능한 대응(impossible mapping)' 이외에 이 연구에서 학생들의 응답을 분석하는 과정에서 새롭게 나타난 오류 유형인 '표면적 속성 대응(mapping of a surficial feature)'을 추가하여 8가지로 분류하였다(표 2). 분석의 신뢰도를 높이기 위해 2인의 연구자가 무작위로 선정한 일부 답안지를 각자 분석한 후, 분석한 결과를 비교하는 과정을 반복하여 연구자간 일치도가 90% 이상이 된 후, 연구자 중 1인이 모든 답안지를 분석하였다. 분석 결과는 비유 표현 방식 및 목표 개념의 속성에 따라 대응 오류의 유형별 빈도(%)를 제시하고, 학생들의 대응 오류를 유형별로 서술하였다.

III. 결과 및 논의

1. 농도와 반응 속도 개념에서 비유 표현 방식에 따른 대응 오류 유형

'농도와 반응 속도'에 대해 글 비유 및 글과 그림 비유를 사용하여 학습할 때 유발되는 학생들의 대응 오류 유형을 분석하여, 유형별 빈도(%)를 공유 속성 및 비공유 속성에 따라 제시하였다(표 3, 표 4). 글 비유 집단의 학생들이 범한 전체 대응 오류의 수(182)는 글과 그림 비유 집단(151)보다 약간 많았으며, '과잉 대응', '인위적 대응', '대응 불이행', '무분별한 대응', '부적절한 대응', '표면적 속성 대응', '비유물 속성 보유', '불가능한 대응'의 8가지 대응 오류 유형이 나타났다. 비유 표현 방식과 목표 개념의 속성에 따라 유발되는 학생들의 대응 오류 유형의 빈도는 다른 양상을 보였다.

비유물의 비공유 속성을 목표물에 대응시키는 '과잉 대응'은 비유 표현 방식에 관계없이 가장 많이 나타났다(글 비유: 81.3%, 글과 그림 비유: 83.5%). 이는 본 연구에서 사용한 비유물에는 목표물의 입자 크기에 대응되는 속성이 없으나, 대부분의 학생들이 입자 크기를 사람의 덩치에 연결했기 때문이다. 실제로 학생들은 '사람의 덩치가 다 다르듯이, 입자의 크기도 다 다르다'라고 생각하거나 '사람들의 덩치가 클수록 많이 부딪히듯이, 큰 입자들끼리는 더 많이 부딪친다'라고 응답한 경우가 많았다. 이는 '반응 속도' 단원에서 반응 물질의 종류에 따른 입자의 크기에 대해서는 설명이 거의 없으나, 학생들은 비유물의 스케이트 타는 사람이 목표물의 입자에 대응되므로 이를 확장시켜 사람의 덩치와 입자의 크기도 연결해야 하는 것으로 잘못 이해할 수 있음을 보여준다.

비유물과 목표물의 공유 속성의 관계를 학생들이 자신의 경험이나 편견에 따라 잘못 해석하는 '인위적 대응'은 두 번째로 많이 나타났는데, 대부분 공유 속성인 입자의 충돌 횟수, 용액의 부피, 반응을 일으키는 입자 수에서 나타났다. 예를 들어, 용액의 부피를 얼음판의 크기에 올바르게 대응시킨 학생들 중에는 '얼음판이 클수록 많은 사람들이 스케이트를 탈 수 있듯이, 용액의 부피가 클수록 반응하는 입자수가 많아진다'와 같이 비유물과 관련된 개인적인 경험에 기초해서 목표물을 잘못 해석하는 경우가 많았다. 또한, 반응을 일으키는 입자 수를 부딪쳐서 넘어지는 사람 수에 바르게 대응시킨 학생들 중에서도 '부딪쳐서 넘어지는 사람의 수와 충돌하여 반응을 일으키는 입자의 수는 서로 충돌한 횟수를 나타낸다'와 같이 유효 충돌과 단순한 충돌을

표 3

글 비유를 사용한 농도와 반응 속도 개념 학습에서 유발된 대응 오류 유형별 빈도(%)¹⁾

| 대응 오류 유형 | 공유 속성 | | | | 비공유 속성 | | 기타 | 계 |
|-----------|-----------|---------|----------|---------------|----------|---------|----|----------|
| | 입자의 충돌 횟수 | 입자의 수 | 용액의 부피 | 반응을 일으키는 입자 수 | 입자의 크기 | | | |
| 과잉대응 | - | - | - | - | 86(80.4) | 1(0.9) | | 87(81.3) |
| 인위적 대응 | 10(9.3) | 5(4.7) | 18(16.8) | 22(20.6) | - | - | | 55(51.4) |
| 대응 불이행 | - | - | 14(13.1) | 7(6.5) | - | - | | 21(19.6) |
| 무분별한 대응 | 3(2.8) | - | 1(0.9) | 3(2.8) | 1(0.9) | 5(4.7) | | 13(12.1) |
| 부적절한 대응 | 3(2.8) | 2(1.9) | - | - | - | - | | 5(4.7) |
| 표면적 속성 대응 | - | - | - | - | - | - | | - |
| 비유물 속성 보유 | - | - | - | - | - | - | | - |
| 불가능한 대응 | - | - | - | - | - | 1(0.9) | | 1(0.9) |
| 계 | 16(15.0) | 7(6.5) | 33(30.8) | 32(29.9) | 87(81.3) | 7(6.5) | | 182 |

¹⁾ {빈도/전체 학생수(107명)}×100

표 4

글과 그림 비유를 사용한 농도와 반응 속도 개념 학습에서 유발된 대응 오류 유형별 빈도(%)¹⁾

| 대응 오류 유형 | 공유 속성 | | | | 비공유 속성 | | 기타 | 계 |
|-----------|-----------|---------|----------|---------------|----------|---------|----|----------|
| | 입자의 충돌 횟수 | 입자의 수 | 용액의 부피 | 반응을 일으키는 입자 수 | 입자의 크기 | | | |
| 과잉대응 | - | - | - | - | 86(83.5) | - | | 86(83.5) |
| 인위적 대응 | 8(7.8) | 4(3.9) | 8(7.8) | 12(11.7) | - | - | | 32(31.1) |
| 대응 불이행 | 1(1.0) | - | 14(13.6) | 7(6.8) | - | - | | 22(21.4) |
| 무분별한 대응 | - | - | 2(1.9) | - | - | 1(1.0) | | 3(2.9) |
| 부적절한 대응 | - | 1(1.0) | 2(1.9) | 1(1.0) | - | - | | 4(3.9) |
| 표면적 속성 대응 | - | - | - | - | 2(1.9) | 1(1.0) | | 3(2.9) |
| 비유물 속성 보유 | 1(1.0) | - | - | - | - | - | | 1(1.0) |
| 불가능한 대응 | - | - | - | - | - | - | | - |
| 계 | 10(9.7) | 5(4.9) | 26(25.2) | 20(19.4) | 88(85.4) | 2(1.9) | | 151 |

¹⁾ {빈도/전체 학생수(103명)}×100

혼동하는 경우도 있었다. 한편, 이 오류는 글 비유 집단(51.4%)이 글과 그림 비유 집단(31.1%)보다 더 많이 나타났다. 이는 글 비유 집단의 학생들은 글로만 주어진 비유를 사용하여 학습하는 과정에서 자신의 경험이나 상상을 통해 목표물을 인위적으로 해석하는 경우가 많았기 때문으로 생각할 수 있다(김영민, 2001). 반면에, 글과 그림 비유 집단의 학생들은 글과 함께 구체적인 그림으로 비유 상황을 접함으로써 용액의 부피와 반응을 일으키는 입자 수에 대응되는 비유물의 속성에 대한 이해도가 상대적으로 증가하였다(Thiele & Treagust, 1994).

비유물과 목표물의 공유 속성을 대응시키지 못하는 ‘대응 불이행’은 비유 표현 방식에 관계없이 두 집단 모두 비슷한 빈도로 나타났다(글 비유: 19.6%, 글과 그림 비유: 21.4%). 이 오류를 범한 학생들은 주로 공유

속성인 용액의 부피와 반응을 일으키는 입자 수에 대응되는 비유물의 속성을 연결 하지 못했다. 이는 학생들이 용액의 부피나 반응을 일으키는 입자 수와 같은 목표물의 속성 자체를 이해하지 못해 속성을 제대로 찾아내지 못했기 때문일 수 있다.

비유물만 지닌 비공유 속성을 목표물의 속성 중 아무 것에도 대응시키는 ‘무분별한 대응’은 글 비유 집단(12.1%)이 글과 그림 비유 집단(2.9%)보다 많이 나타났다. 이는 글 비유 집단의 학생들이 비유물의 비공유 속성을 제대로 구별해내지 못하여 비유물의 비공유 속성을 제시된 목표물의 공유 속성에 연결시키거나, 자신이 생각한 목표물의 속성이 제시되어 있지 않은 경우에는 기타 란에 목표물의 속성을 추가하고 연결시켰기 때문이다. 예를 들어, 비유물의 비공유 속성인 스키이트 타는 실력을 입자의 충돌 횟수와 같은 목표물의 속

성에 대응시키거나, 목표물의 속성에 운동 속도와 같은 비공유 속성을 직접 적고 연결하는 경우가 있었다. 한편, 글과 그림 비유 집단의 학생들은 글 비유 집단의 학생들에 비해 제시된 그림 비유를 통해 비유 상황에 대한 이해가 증가하여 비유물의 속성을 목표물과 대응되는 공유 속성과 대응되지 않은 비공유 속성으로 더 잘 분류할 수 있었기 때문으로 생각된다.

비유물과 목표물의 공유 속성들을 제대로 대응시키지 못하는 ‘부적절한 대응’은 비유의 표현 방식에 관계없이 비교적 낮게 나타났다(글 비유: 4.7%, 글과 그림 비유: 3.9%). 이는 비유물과 목표물 간의 공유 속성의 수가 많지 않고, 사람의 수와 입자의 수 또는 사람들이 부딪히는 횟수와 입자의 충돌 횟수와 같이 비유물과 목표물 간의 공유 속성이 유사하게 제시되었기 때문에 이러한 오류가 덜 나타난 것으로 생각된다. 그러나 일부 학생들은 ‘반응 물질의 농도가 클 때에는 입자들 간의 충돌 횟수가 증가하여 반응을 일으키는 입자 수가 증가한다’와 같은 인과 관계를 보이는 목표 개념에서, 원인에 해당하는 목표물의 속성을 결과에 해당하는 비유물의 속성에 잘못 연결시키는 경우가 있었다. 예를 들어, ‘얼음판의 크기에 따라 사람들이 부딪치는 횟수가 달라지므로, 얼음판의 크기는 입자들의 충돌 횟수와 같다’와 같이 비유물에서 원인에 해당하는 속성인 얼음판의 크기를 목표물에서 결과에 해당하는 입자의 충돌 횟수에 잘못 대응시키는 학생들이 있었다.

이 연구에서 새롭게 나타난 ‘표면적 속성 대응’ 오류는 비유물의 공유 속성을 목표물의 비공유 속성에 대응시키는 것으로, 글과 그림 비유 집단의 일부 학생들(2.9%)에게서 나타났다. 예를 들면, 목표물의 용액의 부피에 대응시켜야 할 비유물의 속성인 얼음판의 크기

를 목표물의 비공유 속성인 입자의 크기에 대응시킨 경우에 해당된다. 이 오류를 범한 학생들은 목표물과 비유물의 속성에 공통으로 포함되어 있는 크기라는 단어의 표면적인 유사성에 의존했기 때문으로 생각된다.

비유물의 속성을 그대로 사용하여 목표물을 설명하는 ‘비유물 속성 보유’는 선행 연구(김경순 등, 2006)에서와 마찬가지로 매우 낮은 빈도(1.0%)를 보였다. 한편, 목표물의 주요 속성이 비유물에 존재하지 않아 학생들이 나름대로 대응시키는 ‘불가능한 대응’도 매우 낮은 빈도(0.9%)를 보였는데, 이는 대응 관계 이해도 검사에 목표물에만 해당하는 속성을 제시하지 않았기 때문으로 생각된다.

2. 온도와 반응 속도 개념에서 비유 표현 방식에 따른 대응 오류 유형

‘온도와 반응 속도’에 대해 글 비유 및 글과 그림 비유를 사용하여 학습할 때 유발되는 학생들의 대응 오류 유형을 분석하여, 유형별 빈도(%)를 공유 속성 및 비공유 속성에 따라 제시하였다(표 5, 표 6). 글 비유 집단의 학생들이 범한 전체 대응 오류의 수(196)는 글과 그림 비유 집단(170)보다 약간 많았다. 또한, 앞의 결과와 마찬가지로 총 8가지의 대응 오류 유형이 나타났으며, 비유 표현 방식과 목표 개념의 속성에 따라 다른 빈도 양상을 보였다.

‘과잉 대응’이 비유 표현 방식에 관계없이 가장 높은 빈도로 나타났다(글 비유: 77.6%, 글과 그림 비유: 72.3%). 이는 비유물에 입자 크기에 해당하는 속성이 없으나, 입자는 사람에 대응되므로 비공유 속성인 입자의 크기를 비유물의 속성 중에서 사람의 덩치에 잘못 연결시킨 경우가 많았기 때문으로 생각된다.

표 5

글 비유를 사용한 온도와 반응 속도 개념 학습에서 유발된 대응 오류 유형별 빈도(%)¹

| 대응 오류 유형 | 공유 속성 | | | 비공유 속성 | | 기타 | 계 |
|-----------|-----------|----------|---------------|----------|----------|---------|----------|
| | 입자의 충돌 횟수 | 용액의 부피 | 반응을 일으키는 입자 수 | 운동 속도 | 입자의 크기 | | |
| 과잉대응 | - | - | - | - | 83(77.6) | - | 83(77.6) |
| 인위적 대응 | 10(9.3) | 8(7.5) | 32(30.0) | 15(14.0) | - | - | 65(60.7) |
| 대응 불이행 | 1(0.9) | 20(18.7) | 7(6.5) | 2(1.9) | - | - | 30(28.0) |
| 무분별한 대응 | 2(1.9) | 3(2.8) | - | 2(1.9) | - | 1(0.9) | 8(7.5) |
| 부적절한 대응 | - | 1(0.9) | 2(1.9) | 2(1.9) | - | - | 5(4.7) |
| 표면적 속성 대응 | - | - | - | - | 3(2.8) | - | 3(2.8) |
| 비유물 속성 보유 | - | - | 1(0.9) | - | - | - | 1(0.9) |
| 불가능한 대응 | - | - | - | - | - | 1(0.9) | 1(0.9) |
| 계 | 13(12.1) | 32(30.0) | 42(39.3) | 21(19.6) | 86(80.4) | 2(1.8) | 196 |

¹ {빈도/전체 학생수(107명)}×100

표 6
글과 그림 비유를 사용한 온도와 반응 속도 개념 학습에서 유발된 대응 오류 유형별 빈도(%)¹

| 대응 오류 유형 | 공유 속성 | | | 운동 속도 | 비공유 속성 | | 기타 | 계 |
|-----------|-----------|----------|---------------|----------|----------|---------|----|----------|
| | 입자의 충돌 횟수 | 용액의 부피 | 반응을 일으키는 입자 수 | | 입자의 크기 | | | |
| 과잉대응 | - | - | - | - | 73(72.3) | - | - | 73(72.3) |
| 인위적 대응 | 7(6.9) | 7(6.9) | 14(13.9) | 2(2.0) | - | - | - | 30(29.7) |
| 대응 불이행 | - | 23(22.8) | 8(7.9) | 2(2.0) | - | - | - | 33(32.7) |
| 무분별한 대응 | 3(3.0) | 5(5.0) | 1(1.0) | 8(7.9) | 3(3.0) | 1(1.0) | - | 21(20.8) |
| 부적절한 대응 | 5(5.0) | 1(1.0) | - | 4(4.0) | - | - | - | 10(9.9) |
| 표면적 속성 대응 | - | - | - | - | 3(3.0) | - | - | 3(3.0) |
| 비유물 속성 보유 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 불가능한 대응 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 계 | 15(14.9) | 36(35.6) | 23(22.8) | 16(15.8) | 79(78.2) | 1(1.0) | - | 170 |

¹ {빈도/전체 학생수(101명)}×100

‘인위적 대응’은 두 번째로 높은 빈도로 나타났으며, 글 비유 집단의 학생들(60.7%)이 글과 그림 비유 집단의 학생들(29.7%)보다 이 오류를 더 많이 범하였다. 이는 주로 공유 속성인 반응을 일으키는 입자 수와 운동 속도에서 나타났다. 예를 들어, 반응을 일으키는 입자 수의 경우 연결은 올바르게 하였으나, 유효 충돌을 단순한 충돌로 생각하여 ‘부딪쳐서 넘어지는 사람의 수와 충돌하여 반응을 일으키는 입자의 수는 충돌한 횟수이다’라고 응답하는 경우가 있었다. 또한, 입자들의 운동 속도를 사람들이 움직이는 속도에 올바르게 대응시킨 학생들 중에는 ‘방해하는 사람이 많으면 운동 속도가 느려지듯이 저항이 있으면 입자들의 운동 속도도 느려진다’와 같이 목표물과 관련이 없는 속성을 사용하여 잘못 생각하는 경우도 있었다. 이는 글로만 비유를 제시하는 경우에는 학생들이 머릿속에 비유 상황을 스스로 그려보면서 비유물과 목표물의 속성들을 연결해야 하므로 학생의 경험이나 편견이 더 크게 작용할 수 있음을 의미한다.

‘대응 불이행’은 세 번째로 많이 나타났으며(글 비유: 28.0%, 글과 그림 비유: 32.7%), 글과 그림 비유 집단에서는 인위적 대응(29.7%)보다 약간 높은 빈도를 보였다. 이 오류는 주로 공유 속성인 용액의 부피에서 나타났는데, 이는 ‘온도와 반응 속도’ 개념에 대한 글 비유 및 그림 비유에는 용액의 부피 속성에 대한 설명이 없어 학생들이 속성 자체를 이해하지 못한 것으로 보인다.

‘무분별한 대응’은 글과 그림 비유 집단(20.8%)이 글 비유 집단(7.5%)보다 더 높은 빈도로 나타났다. 글과 그림 비유 집단의 학생들은 사람의 덩치를 입자의 운동 속도에 대응 시키고, ‘사람의 덩치에 따라 사람들

의 운동 속도가 다르므로, 사람의 덩치는 입자의 운동 속도와 비슷하다’와 같이 설명을 하는 경우가 많았다. 이는 비유 그림에서 사람들이 움직이는 속도를 표현하기 위해 사람 옆에 제시한 선분 형태의 표시(그림 1의 (b))를 보고 사람의 덩치와 운동 속도를 연결하려고 시도하면서 이를 잘못 해석하여 오류를 범하게 된 것으로 생각된다.

‘부적절한 대응’은 낮은 빈도(글 비유: 4.7%, 글과 그림 비유: 9.9%)로 나타났는데, 학생들은 ‘부딪쳐서 넘어지는 사람이 많은 것과 입자들의 충돌이 많은 것이 비슷하다’와 같이 반응을 일으키는 입자 수를 단순히 부딪치는 횟수에 잘못 연결하는 경우가 있었다. 또한, ‘부딪치는 사람이 많을수록 속도가 빨라지므로, 입자의 운동 속도와 같다’와 같이 학생들은 비유물의 속성들에 대해 인과 관계를 설정하고, 원인에 해당하는 비유물의 속성인 사람들이 부딪치는 횟수를 목표물에서 결과에 해당하는 입자의 운동 속도 속성에 잘못 연결하였다.

‘표면적 속성 대응’은 글 비유 집단(2.8%)과 글과 그림 비유 집단(3.0%) 모두 입자의 크기를 얼음판의 크기에 대응시켰다. 이는 비유물과 목표물의 속성들 간의 관계를 잘 이해하지 못한 채, 속성을 표현한 용어의 표면적 유사성에만 초점을 두고 연결했기 때문이다. ‘비유물 속성 보유’와 ‘불가능한 대응’은 가장 낮은 빈도를 보였다.

IV. 결론 및 제언

이 연구는 고등학교 화학 ‘농도와 반응 속도’ 및 ‘온도와 반응 속도’ 개념에 대해 각각 글 비유와 글과 그

림 비유를 사용한 수업을 실시한 후, 학생들의 대응 오류 유형을 조사하여 분석하였다. 연구 결과, 두 목표 개념의 비유 학습 과정에서 ‘과잉 대응’, ‘인위적 대응’, ‘대응 불이행’, ‘무분별한 대응’, ‘부적절한 대응’, ‘표면적 속성 대응’, ‘비유물 속성 보유’, ‘불가능한 대응’의 8가지 대응 오류 유형이 나타났다. 글 비유 집단의 학생들은 글과 그림 비유 집단의 학생들보다 많은 대응 오류를 범하였으나, 비유 표현 방식과 목표 개념의 속성에 따라 나타나는 대응 오류 유형의 빈도는 다른 양상을 보였다. 이러한 결과는 다음과 같은 시사점을 줄 수 있다.

첫째, 학생들은 글 비유와 글과 그림 비유를 사용하여 ‘농도와 반응 속도’ 및 ‘온도와 반응 속도’ 개념을 학습하는 과정에서 비유 표현 방식이나 개념의 특성과 관계없이 ‘과잉 대응’과 ‘대응 불이행’ 오류를 많이 범했다. 이는 중학교 1학년 상태 변화와 에너지 단원에서도 이 오류들의 빈도가 높았던 선행 연구(김경순 등, 2006) 결과와 일치하는 것으로, 물질의 입자성에 기초한 과학 개념에 대해 교과서에 제시되어 있는 비유물의 대부분은 입자의 보존 개념 중 하나인 입자 크기에 대응되는 속성이 없는 경우가 많기 때문으로 보인다. 또한, 목표물의 속성 자체를 학생들이 이해하지 못하는 경우에는 대응을 놓치는 경우가 많을 가능성을 보여준다. 따라서 교사는 비유물을 도입하기 전에 학생들이 목표물의 속성들을 정확히 이해할 수 있도록 지도하고, 비유물과 목표물 간의 차이점에 대해 수업 과정에서 구체적으로 언급하여 학생들이 비유의 제한점을 확실히 파악할 수 있도록 수업 활동을 고안할 필요가 있다 (Taber, 2001).

둘째, ‘농도와 반응 속도’ 및 ‘온도와 반응 속도’ 개념 모두 글 비유를 사용한 집단의 학생들은 글과 그림 비유를 사용한 집단의 학생들보다 ‘인위적 대응’ 오류를 범하는 경우가 많았다. 이는 ‘인위적 대응’ 오류가 비유를 표현하는 방식과 관련이 있음을 보여주는 것으로 비유적 상황을 글로만 표현하는 경우, 학생들이 비유 상황을 머릿속에 그려보면서 목표물을 이해하는 과정을 거치게 되는데, 이때 자신의 경험이나 편견이 반영되어 잘못 해석하는 경우가 많아질 수 있음을 나타낸다. 따라서 교사는 비유적 상황을 대표할 수 있는 적절한 그림의 비유를 선정하여 글과 함께 사용하는 것이 바람직하다.

셋째, ‘무분별한 대응’ 오류는 ‘농도와 반응 속도’의 경우 글 비유 집단에서 더 높은 빈도를 보였고, ‘온도와 반응 속도’의 경우에는 글과 그림 비유 집단에서 더

높은 빈도를 보였다. 이는 학생들이 비유를 사용한 학습 과정에서 범하는 ‘무분별한 대응’ 오류가 비유 표현 방식과 각 개념이 지닌 속성의 특성에 따라 다르게 나타날 수 있음을 의미한다. 즉, 개념에 포함된 속성의 특성에 따라 글과 그림을 함께 사용한 비유가 항상 효과적이지는 않을 수 있음을 시사한다. 따라서 교사는 그림 비유를 사용할 경우, 목표물의 속성들이 수업의 의도에 적합하게 제시되어 있는 그림 비유를 선정하고, 그림에서 오해의 소지가 있는 요소들에 대해서는 학생들에게 미리 알려야 한다.

넷째, ‘부적절한 대응’, ‘표면적 속성 대응’, ‘비유물 속성 보유’, ‘불가능한 대응’ 오류들은 개념의 특성과 비유 표현 방식에 관계없이 비교적 낮은 빈도를 보였다. 특히, ‘표면적 속성 대응’ 오류는 이 연구에서 새롭게 나타난 오류 유형으로 학생들이 비유물과 목표물 간의 속성에 공통으로 포함된 단어나 표면상 유사한 표현에 초점을 두어 잘못 대응시키는 경우에 해당된다. 위의 4가지 오류 유형은 비교적 적게 나타났지만 교사는 학생들이 이와 관련된 오류를 범하지 않도록 학생들에게 주의 사항을 알려 주거나 잘못된 대응 사례를 제시하고 설명하는 등의 예방책을 마련할 필요가 있다.

이상의 논의로부터 비유 표현 방식과 목표 개념이 지닌 속성의 특성에 따라 유발될 수 있는 대응 오류 유형의 빈도는 다를 수 있음을 확인하였다. 따라서 비유를 사용한 수업에서 학생들의 대응 이해 수준을 고려하여 학생들이 오류를 범하지 않고 정확한 과학 개념을 학습하도록 도울 수 있는 수업 방안을 고안해야 할 것이다. 이를 위해 추후에는 표현 방식 이외에 공유 속성의 대응 정도, 비유의 체계성, 상황의 작위성 등 비유의 다양한 특성에 따라 유발될 수 있는 대응 오류 유형을 분석하고, 그 원인을 탐색하는 연구들이 지속적으로 이루어질 필요가 있다. 또한, 교육 현장에서 효과적인 비유 수업을 진행할 수 있도록 적극적으로 지원하기 위해 이러한 연구 결과들을 모아 자료집을 만들거나 데이터베이스를 구축하여 교사들에게 제공해야 할 것이다. 한편, 학생들의 개별적인 특성에 따라 비유물과 목표물의 속성들 간의 대응 관계에 대한 이해 수준이나 대응 오류를 범하는 정도가 다르게 나타날 수 있으므로, 이를 알아보기 위한 연구가 진행되어야 할 것이다.

국문 요약

이 연구에서는 비유를 사용한 반응 속도 개념 학습

에서 유발되는 학생들의 대응 오류를 조사하고, 비유 표현 방식에 따라 비교하였다. 고등학교 1학년 학생 418명을 ‘농도와 반응 속도’ 및 ‘온도와 반응 속도’의 목표 개념과 비유물의 글 또는 글과 그림 형태의 표현 방식에 따라 4집단으로 배치하였다. 각 집단에 해당하는 비유 수업을 한 후, 대응 관계 이해도 검사를 실시하였다. 연구 결과, 과잉 대응, 인위적 대응, 대응 불이행, 무분별한 대응, 부적절한 대응, 표면적 속성 대응, 비유물 속성 보유, 불가능한 대응의 8가지 대응 오류 유형이 나타났다. 또한, 비유 표현 방식과 목표 개념의 속성에 따라 학생들이 범하는 대응 오류 유형의 빈도가 다른 양상을 보였다. 이에 대한 교육학적 함의를 논의하였다.

참고 문헌

- 권혁순, 최은규, 노태희 (2004). 화학 교육에서 사용되는 비유에 대한 학생들의 이해도 및 비유 사용의 제한점. *한국과학교육학회지*, 24(2), 287-297.
- 김경순, 신은주, 변순화, 노태희 (2006). 비유를 사용한 화학 개념 학습에서 유발되는 학생들의 대응 오류 분석. *한국과학교육학회지*, 26(4), 486-493.
- 김선용 (2005). 반응 속도에 대한 고등학교 학생들의 오개념 연구. *한국의국어대학교 석사학위논문*.
- 김영민 (2001). 비유론과 과학 교육. 서울: 원미사.
- 김영민, 박희숙 (2000). 중학교 과학 교과서의 물리 개념 설명에 사용된 비유에 대한 학생들의 이해도 조사. *한국과학교육학회지*, 20(3), 411-420.
- 김찬중, 서만석, 김희백, 심재호, 현중호, 한인옥, 권성기, 박성식 (2007). *고등학교 과학*. 서울: (주)도서출판 디딤돌.
- 백남권, 서승조, 조태호, 김성규, 박강은, 이경화 (2002). 제6차와 제7차 초등학교 3, 4학년 과학 교과서의 내용과 삽화의 비교-분석. *초등과학교육*, 21(1), 61-70.
- 손영옥, 박윤배 (2002). 과학 교과서에 대한 중학교 교사와 학생들의 인식. *한국과학교육학회지*, 22(4), 740-749.
- 차정호, 변순화, 노태희 (2004). 제7차 중등 과학 교과서의 화학 영역에 사용된 비유 분석. *대한화학학회지*, 48(6), 629-637.
- Blake, A. (2004). Helping young children to see what is relevant and why: Supporting cognitive change in earth science using analogy. *International Journal of Science Education*, 26(15), 1855-1873.
- Donnelly, C. M., & McDaniel, M. A. (1993). Use of analogy in learning scientific concepts. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 19(4), 975-987.
- Duit, R. (1991). On the role of analogies and metaphors in learning science. *Science Education*, 75(6), 649-672.
- Else, M. J., Clement, J., & Ramirez, M. A. (2003). Should different types of analogies be treated differently in instruction? Observations from a middle-school life science curriculum. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Philadelphia, PA.
- Harrison, A. G. (2001). How to teachers and textbook writers model scientific ideas for students? *Research in Science Education*, 31(3), 401-435.
- Huann-shyang, L., Bih-ruh, S., & Frances, L. (1996). The effectiveness of teaching science with pictorial analogies. *Research in Science Education*, 26(4), 495-511.
- Mani, R. K. (1993). A comparative study of three modes of presenting analogies in chemistry (presentation mode). *Dissertation Abstracts International*, 54(8), 2974A. (University Microfilms No. AAC94-02370)
- Nashon, S. M. (2004). The nature of analogical explanations: High school physics teachers use in Kenya. *Research in Science Education*, 34(4), 475-502.
- Sparks, P. R. (1996). Improving problem solving with illustrations and analogies: Novice mental models of the internet (verbal analogies). *Dissertation Abstracts International*, 57(07), 2861A. (University Microfilms No. AAG96-36753)
- Taber, K. S. (2001). When the analogy breaks down: Modelling the atom on the solar system. *Physics Education*, 36(3), 222-226.
- Thiele, R. B., & Treagust, D. F. (1991). Using analogies in secondary chemistry teaching. Perth, Western Australia: Science and Mathematics Education Centre, Curtin University of Technology. ERIC Document Reproduction Service No. ED 356137.
- 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.
- Zook, K. B., & Di Vesta, F. J. (1991). Instructional analogies and conceptual misrepresentations. *Journal of Educational Psychology*, 83(2), 246-252.

부록 1. 대응 관계 이해도 검사지 예시

 앞에서 **농도가 반응 속도에 미치는 영향을 스케이트장에** 비유하여 학습한 것을 생각하면서 다음 물음에 답해보자.

| < 스케이트장 > | < 농도에 따른 반응 속도 > |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| < 보 기 > | < 보 기 > |
| <ol style="list-style-type: none"> ① 사람의 수 ② 사람들이 부딪치는 횟수 ③ 부딪쳐서 넘어지는 사람의 수 ④ 사람들의 덩치 ⑤ 얼음판의 크기 ⑥ 사람들의 나이 ⑦ 스케이트 타는 실력 | <ol style="list-style-type: none"> ㉠ 입자들의 충돌 횟수 ㉡ 입자의 수 ㉢ 반응 물질이 들어 있는 용액의 부피 ㉣ 충돌하여 반응을 일으키는 입자의 수 ㉤ 입자들의 크기 |

♣ 위의 <보기>중 어떤 것은 농도가 반응 속도에 미치는 영향을 스케이트장에 비유할 때 **비슷한 점**이고, 어떤 것은 **다른 점**이다. 그리고 이 중 어디에도 속하지 않는 **관련 없는 것**들도 포함되어 있다.

♣ 아래 문제들에서 반응 속도에 영향을 미치는 다른 요인들(온도, 촉매 등)은 고려하지 않아도 된다.

 위의 <보기>에서 **비슷한 점**에 해당하는 것만을 찾아 적어보자. 또 서로 어떻게 비슷한지 자세히 설명해 보자.

◆ 필요하면 위의 <보기>에 없는 것을 기타 란에 추가하고 설명해도 좋음

| (스케이트장)-(반응 속도) | 자세히 설명해 보기 |
|-----------------|--------------------------------|
| 예 시 | “A는 ~(하)고, a도 ~(하)므로 서로 비슷하다.” |
| (A) - (a) | |
| () - () | |
| () - () | |
| () - () | |
| () - () | |
| () - () | |
| 기 타 : | |

 위의 <보기>에서 **다른 점**에 해당하는 것을 찾아 적어보자. 또 서로 어떻게 다른지 자세히 설명해 보자.

◆ 필요하면 위의 <보기>에 없는 것을 기타 란에 추가하고 설명해도 좋음

| (스케이트장)-(반응 속도) | 자세히 설명해 보기 |
|-----------------|--------------------------------|
| 예 시 | “A는 ~(하)지만, a는 ~(하)므로 서로 다르다.” |
| (A) - (a) | |
| () - () | |
| () - () | |
| 기 타 : | |

 위의 <보기>에서 **비슷한 점과 다른 점 어디에도 쓰지 않은 것**이 있다면, 아래에 적고 그것에 대해 자세히 설명해 보자.

| (스케이트장) | 자세히 설명해 보기 |
|---------|-------------|
| 예 시 | “A는 ~(하)다.” |
| (A) | |
| () | |
| () | |
| (반응 속도) | 자세히 설명해 보기 |
| (a) | “a는 ~(하)다.” |
| () | |
| () | |