

과학 수업에서 비유의 사용 방식이 학생들의 개념학습에 미치는 영향

양찬호 · 김경순 · 노태희*

서울대학교

Influence of Method Using Analogy on Students' Concept Learning

Yang, Chanho · Kim, Kyungsun · Noh, Taehee*

Seoul National University

Abstract: In this study, we investigated the influences of the method of using analogy on concept understanding, mapping understanding, and mapping error by analogical reasoning ability level. We also investigated students' perception of a role-playing analogy activity. Seventh graders (N=152) at a middle school were assigned to the comparison and the experimental groups. The students of the experimental group were taught about 'the relation between pressure and volume of gas' with experience-based role-playing analogy, while those of the comparison group were taught with explanation-centered analogy. Analyses of the results revealed that the instruction using role-playing analogy was more effective in concept understanding and retention of mapping understanding than explanation-centered analogy instruction, regardless of analogical reasoning ability level. It was also found that the students of the experimental group had fewer mapping errors than those of the comparison group. However, there was little difference in types of mapping errors by the method of using analogy. The students of the experimental group answered that they did not have difficulties in performing the role-playing analogy activity and they actively engaged in the activity. They perceived that the role-playing analogy activity was interesting. Educational implication of these findings are discussed.

Key words: experience-based analogy, role-playing analogy, concept understanding, mapping understanding, mapping error

I. 서 론

친숙하고 잘 이해된 영역을 바탕으로 친숙하지 않은 새로운 영역을 이해하는데 도움이 되는 비유는 추상성이 높아 이해하기 어려운 과학 개념을 학습자에게 친숙한 상황을 사용하여 설명함으로써 개념 이해를 향상시킬 수 있는 것으로 보고되고 있다(Kovačević & Djordjevich, 2006; Mayo, 2001; Yilmazoğlu, 2004). 그러나 비유의 효과가 항상 긍정적이지만은 않으며(Friedel *et al.*, 1990; Rule & Furletti, 2004), 학습에 사용된 비유물의 특성이나 수업에서 비유가 사용되는 방식에 의해서도 그 효과가 달라질 수 있는 것으로 보고되고 있다(Oliva *et al.*, 2007; Orgill & Bodner, 2004). 이와 관련하여 수업에서 사용되는 비유의 유형을 분석하고 그 효과를 조사한

연구들이 다수 이루어졌으나(김경순 등, 2008; 김영민, 박희숙, 2000; 김유정 등, 2010), 대부분 교사의 설명으로 비유를 학습하는 경우에 한정되어 있다. 학생들이 교사가 도입한 비유물을 생소하게 여기거나 이해하지 못하는 경우, 목표 개념과 비유물 사이의 대응 관계를 이끌어내지 못해 개념학습에 오히려 부정적인 영향을 미칠 수 있으므로(Clarke, 2005), 비유물의 특성뿐만 아니라 사용 방식에 대한 고려도 필요하다.

교사 설명 중심의 비유 수업에서는 학생들이 교사가 제시하는 정보를 수동적으로 수용하게 되는 경우가 많아 자신의 학습에 적극적으로 참여하는 데 한계가 있을 수 있다. 특히, 분자의 운동과 같은 추상적인 개념을 학습할 때 학생들은 학습 내용을 자신의 기존 지식에 연결시켜 생각하는데 어려움을 겪는 경우가 많으므로, 추상적인 개념을 다양한 방식의 체형 활동

*교신저자: 노태희(nohth@snu.ac.kr)

**2010.07.14(접수) 2010.09.20(1심통과) 2010.10.14(2심통과) 2010.10.14(최종통과)

***이 논문은 2009년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(2010-0016228).

을 통해 구체화함으로써 학생들의 능동적인 학습을 이끌어낼 필요가 있다(Deeter, 2003). 이는 학생들에게 학습 내용을 직접 경험하고 이해할 수 있는 기회를 제공하는 것이 중요하다는 구성주의적 관점과도 부합된다(Klahr *et al.*, 2007). 활동 중심의 과학 학습은 구체적인 것로부터 추상적인 것을 학습해나가는 인지 발달의 본질적 측면과도 일관될 뿐만 아니라, 운동감각적인 활동을 통해 학생들의 학습 동기과 참여를 증가시켜 학습을 촉진하는 데 도움을 줄 수 있다(Flick, 1993; Haury & Rillero, 1994). 이에 과학 수업에서 비유를 사용할 때에도 학생 활동 중심의 비유를 활용하여 학생들의 능동적이고 반성적인 참여를 이끌어낼 수 있는 체험 중심 비유가 효과적인 비유 사용 방식으로 제안되고 있다(변순화, 2008; Fadali *et al.*, 2000).

체험 중심 비유 중 신체·감각적인 체험 활동을 활용한 비유 사용 방식인 역할놀이 비유(role-playing analogy)는 학생들이 비유물을 구성하는 주요 요소가 되어 과학적 현상을 구성하고 있는 요소들의 특성 및 변화 과정 등을 체험할 수 있는 기회를 제공함으로써, 학생들의 개념학습을 향상시키는 것으로 보고되고 있다(김동렬, 2009; 노태희 등, 2003; Aubusson *et al.*, 1997; Ragsdale & Pedretti, 2004). 역할놀이 비유에 대한 선행연구에서는 역할놀이 비유 활동을 개발하여 제시하는데 중점을 두거나(이국행, 박경희, 1998; Fadali *et al.*, 2000; McSharry & Jones, 2000), 역할놀이 비유 수업과 비유를 사용하지 않은 전통적인 강의식 수업의 효과를 정량적으로 비교하는 경우가 대부분이었다(김경순 등, 2009; 김명숙, 2002; 노태희 등, 2003; Tsai, 1999). 또한, 역할놀이 비유 활동의 효과를 정성적인 방법으로 조사한 연구도 일부 이루어졌으나(Aubusson *et al.*, 1997; Ross *et al.*, 2005), 비유의 사용 방식에 따른 차이를 고려하지 않고 역할놀이 비유의 한 측면에서만 조사하여, 비유 사용 수업에서 효과적인 비유 사용 방식에 대한 구체적이고 실증적인 정보는 얻기 어렵다. 따라서 과학 수업에서 비유 사용 방식의 영향을 보다 구체적으로 조사하기 위해서는 역할놀이 비유 활동과 교사 설명 중심 비유가 학생들의 개념 이해나 대응 관계 이해에 미치는 영향이 어떻게 다른지, 학생들이 범하는 대응 오류의 양상에 차이가 있는지 조사할 필요가 있다.

한편, 비유물과 목표물이 공유하는 속성들을 추출

하고 속성들 간의 대응 관계를 추론해내는 능력은 학습 결과에 영향을 미칠 수 있다(Newton, 2000). 학생들이 활동을 통해 비유물을 직접 체험하는 경우, 이들의 비유 추론 능력에 따른 영향이 교사의 설명을 통해 비유를 학습한 경우와는 다르게 나타날 가능성이 있다. 따라서 비유 추론 능력에 따른 비유 사용 방식의 영향을 조사하여 효과적인 비유 사용 방식에 대한 추가적인 정보를 얻을 필요가 있다.

이에 본 연구에서는 과학 수업에서 동일한 비유물을 역할놀이 비유 활동과 교사의 설명으로 학습할 때 학생들의 개념 이해와 대응 관계 이해의 측면에서 그 효과에 차이가 있는지 조사하였다. 또한, 역할놀이 비유 활동에 대한 학생들의 인식을 조사하여 역할놀이 비유 활동의 효과적인 활용 방안 마련을 위한 정보를 얻고자 하였다.

II. 연구 내용 및 방법

1. 연구 대상

수도권의 한 중학교 1학년 학생들 중 이전 중간고사 과학 성취 수준이 유사한($MS=169.61$, $F=.433$, $p=.730$) 4학년 152명을 대상으로 하였으며, 이 학생들은 연구 전에 목표 개념인 '기체의 압력과 부피의 관계'에 대해 학습하지 않았다. 두 명의 교사가 2학년씩 나누어 담당하고 있었으므로, 각 교사의 담당 학급 중 한 학급씩을 비교 집단(73명)과 처치 집단(79명)에 임의로 배치하였다. 또한, 학생들의 비유 추론 능력에 따른 차이를 조사하기 위해 학생들의 비유 추론 능력 검사 점수의 중앙값을 기준으로 상위와 하위로 나누었다. 학생들의 비유 추론 능력에 따른 집단별 사례 수를 표 1에 제시하였다.

표 1
비유 추론 능력에 따른 집단별 사례수

	비교 집단	처치 집단
상위	45	50
하위	28	29
전체	73	79

2. 연구 절차

선행연구(김경순 등, 2009)에서 개발한 '일 안에서

걷기' 역할놀이 비유를 검토하여 초안을 구성한 후, 실제 학교 교실을 방문하여 활동 공간 및 활동 과정 구성에 대해 수정·보완하는 과정을 거쳤으며, 그 타당도를 높이기 위해 수차례의 과학교육 전문가, 현직 중등교사 및 과학교육 전공 대학원생으로 구성된 소그룹 세미나를 통해 역할놀이 비유 활동의 최종 시나리오를 구성하였다.

연구자들이 학교를 방문하여 각 집단의 수업 진행 방식에 대해 교사들에게 자세히 안내하였고, 논의를 통해 수업 일정 및 수업 진행 방식, 교수-학습 자료 등을 학교 상황에 맞게 수정·보완하여 본 수업에 사용하였다. 두 집단에서 사전 검사로 비유 추론 능력 검사를 실시하였다. 처치 집단 학생들에게는 본 수업 전 차시에 역할놀이 비유 수업에 대한 오리엔테이션을 실시하였다. 오리엔테이션에서는 지층을 설명하기 위해 교과서에 제시된 '샌드위치 비유'로 비유에 대해 설명한 후, '종파 및 횡파' 개념에 대해 기존 교과서에 제시되어 있는 역할놀이 비유를 사용하여 역할놀이 비유 활동을 소개하였다. 이 때, 비유물과 목표 개념의 속성들 중 유사점이나 차이점으로 대응되는 속성들 간을 대응시키고 그 관계를 자세히 설명하였다. 그 후, 본 수업의 역할놀이 비유 활동을 위한 모둠을 편성하고 역할을 분담하였으며, 각 역할의 활동 방법과 규칙에 대해 구체적으로 안내하였다. 비교 집단에서도 역할놀이 비유 활동에 대한 설명을 제외한 동일한 오리엔테이션을 실시하여 과학에서 사용되는 비유에 대해 학생들이 잘 이해할 수 있도록 하였다. 본 수업은 2명의 교사가 연구자들이 제공한 수업 지도안과 교수-학습 자료에 따라 1차시 동안 진행하였다.

두 집단 모두 본 수업의 활동이 끝난 직후, 목표 개념인 '기체의 압력과 부피의 관계'에 대한 개념 이해도 검사를 실시하였다(15분). 그리고 학생들에게 '원

안에서 달리기' 비유를 상기시킨 후, 대응 관계 이해도 검사를 실시하였다(20분). 처치 집단에서는 역할놀이 비유 활동을 이용한 과학 수업에 대한 학생들의 인식을 조사하기 위해 인식 검사를 추가로 실시하였다. 4주 후에는 동일한 검사지를 사용하여 개념 이해도와 대응 관계 이해도에 대한 파지 검사를 실시하였다. 또한, 학생들의 검사지를 예비 분석한 결과를 기초로 학생들의 비유물에 대한 이해도 및 대응 관계 이해도, 역할놀이 비유를 사용한 수업에 대한 인식 등을 보다 구체적으로 조사하기 위해 총 22명(처치 집단 10명, 비교 집단 12명)의 학생들을 대상으로 사후 면담을 실시하였다.

면담 전 관련 선행연구(김경순 등, 2009; 김동렬, 2009; 변순화, 2008; Aubusson et al., 1997; Ross et al., 2005)를 검토한 결과를 바탕으로 예비 면담 시나리오를 작성하였고, 두 명의 면담자가 각각 처치 집단 학생 1명을 대상으로 예비 면담을 실시하였다. 예비 면담 결과를 모든 연구자들이 함께 분석한 후, 그 결과에 대해 과학교육 전문가 2인과의 논의를 거쳐 최종 면담 시나리오를 확정하였다(표 2). 최종 면담 시나리오에는 역할놀이 비유 활동의 적용 가능성을 검토하기 위해 비유에 대한 친숙도와 이해도에 관련된 질문을 포함시켰고, 비유의 장단점에 대한 질문을 통해 역할놀이 비유 활동의 효과 측면에 대한 정보를 얻고자 하였다. 또한, 학생들이 범하는 대응 오류에 대해 보다 구체적으로 조사하기 위해 대응 관계에 대한 이해도와 관련된 질문을 포함시켰고, 비교 집단에서도 이에 대해 질문하여 역할놀이 비유에서 특징적으로 나타나는 대응 오류가 있는지 조사하고자 하였다. 2명의 연구자가 최종 면담 시나리오를 바탕으로 반구조화된 면담을 실시하였으며, 면담에는 학생 1명당 20~30분 정도가 소요되었다.

표 2
면담 시나리오의 질문 구성 및 내용

질문 항목	내용
비유에 대한 친숙도	· 역할놀이 비유 활동을 해본 경험이 이번 활동에 도움이 되었는가? · 역할놀이 비유 활동을 해본 경험이 없어서 어려운 점이 있었는가?
비유에 대한 이해도	· 역할놀이 비유 활동의 방법과 규칙에 대해 설명할 수 있는가? · 각 역할에 이런 활동 방법과 규칙이 필요한 이유는 무엇인가?
대응 관계에 대한 이해도	· 비유물과 목표 개념의 유사점과 차이점은 무엇인가? · 비유물과 목표 개념의 속성들을 대응시킨 이유는 무엇인가?
비유의 장단점에 대한 인식	· 역할놀이 비유 활동이 학습에 어떤 도움이 되었는가? · 역할놀이 비유 활동이 도움이 되지 않은 점이 있었는가?

3. 집단별 수업 과정 및 내용

(1) 교사 설명 중심 비유 수업(비교 집단)

비교 집단에서는 주사기 끝을 손으로 막고 피스톤을 눌러 보는 간단한 시범실험을 통해 목표 개념을 도입하고 처치 집단과 동일한 비유 학습지(부록 1)를 사용한 교사의 설명 위주로 비유 수업을 진행하였다. 먼저, 학습지의 개념 도입 부분의 내용을 사용하여 목표 개념인 ‘기체의 압력과 부피의 관계’ 개념에 대해 설명하고 학습지에 제시된 ‘원 안에서 달리기’ 비유를 설명하였으며, 목표 개념과 비유물의 유사점을 대응시켜 구체적으로 설명하였다. 교육 현장에서 비유를 사용하여 수업하는 경우 대체로 비유의 제한점에 대해서는 설명하지 않는 것으로 보고되고 있으므로(권혁순, 2000), 그에 따라 비유의 제한점에 대한 설명은 이루어지지 않았다.

(2) 역할놀이 비유 활동을 사용한 수업(처치 집단)

처치 집단에서는 비교 집단과 동일한 비유 학습지를 사용하여 목표 개념을 도입한 후, 학생들이 역할놀이 비유 활동을 수행하였고, 교사가 학습지를 사용하여 목표 개념과 역할놀이 비유의 유사점을 간단히 정리하였다. ‘원 안에서 걷기’ 역할놀이 비유는 기체의 부피를 원의 크기에, 기체 분자를 학생들에, 기체 분자의 운동을 학생들이 직선으로 걷는 활동에, 기체 분자가 용기 벽에 충돌하는 것을 학생들이 원의 경계선을 밟는 것에 비유하였다(그림 1). 활동을 구성하는 역할은 기체 분자 역할과 기록자 역할이 있는데, 기체 분자 역할은 원 안에서 교사의 신호에 따라 일정한 속도로 직선 방향으로 걷다가 원의 경계선을 밟으면 방향을 바꿔 걷고, 기록자 역할은 기체 분자 학생들이 경계선을 밟는 횟수를 기록하도록 하였다. 먼저, 학생들을 네 조로 나누고 두 조씩 차례로 역할놀이 비유 활동을 수행하도록 하였고, 학생들이 자신의 역할을 나타내는 역할 조끼를 착용하도록 하였다. 활동을 수행하지 않는 나머지 두 조의 학생들은 분자 학생들이 박자에 맞춰 걸어 다닐 수 있도록 짧은 노래를 부르도록 하였다. 1조의 학생들이 먼저 큰 원과 작은 원에서 교대로 활동을 수행하였고 2조의 학생들은 원 밖에서 기록자 역할을 수행하였다. 활동이 끝나면 기록자 학생들은 자신이 센 횟수를 교사에게 알리고, 교사는 칠판의 기록표에 기록하였다. 1조의 학생들의 활동이 끝

나면 2조의 학생들과 교대하여 동일한 활동을 실시하였고, 3, 4조의 학생들도 동일한 방식으로 활동을 수행하였다. 교사는 학생들이 활동하는 동안 칠판에 기록된 횟수를 합산하여 큰 원과 작은 원에서 학생들이 선을 밟은 횟수를 평균을 내어 학생들에게 제시하고, 두 결과를 비교하였다.

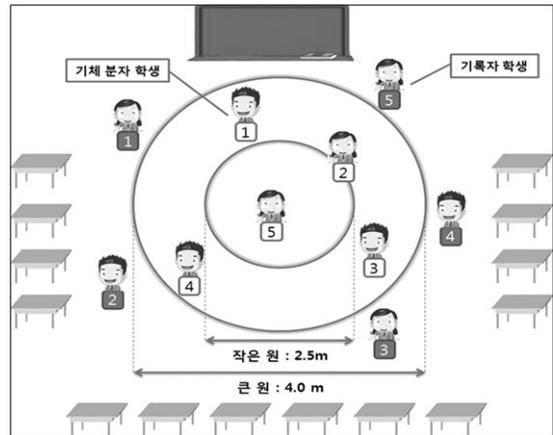


그림 1 ‘원 안에서 걷기’ 역할놀이 비유 활동

4. 검사 도구

비유 추론 능력 검사는 선행 연구(김경순 등, 2009)의 비유 추론 능력 검사지를 사용하였다. 검사지는 비유 추론 과제인 언어 비유, 숫자 비유, 그림 비유 영역에 해당되는 문항(총 12문항)들로 구성되어 있으며, 문항은 $A : B = C : D$ 의 비유 추론 형식에서 $A : B$ 의 관계를 바탕으로 $C : D$ 의 관계를 유추하여 적절한 D 를 선택하는 형식으로 제시되어 있다. 본 연구에서 구한 비유 추론 능력 검사지의 내적 신뢰도 계수(Cronbach's alpha)는 .62였다.

개념 이해도 검사는 선행 연구(노태희 등, 2003)에서 사용한 개념 이해도 검사지의 ‘기체의 압력과 부피’에 해당하는 문항을 참조하여 총 4문항으로 제작하였다. 이 검사는 피스톤을 누르기 전후의 주사기 속 기체 분자의 개수와 배열을 그림으로 나타내고, 그 때의 분자의 크기와 모양, 분자의 움직임, 주사기 속 기체의 압력의 변화에 대해 자세히 서술하도록 하는 형식으로 구성하였다. 본 연구에서 구한 개념 이해도 검사지의 내적 신뢰도 계수(Cronbach's alpha)는 .52였다.

대응 관계 이해도 검사는 선행 연구(김경순 등, 2009; Else et al., 2003)에 사용된 검사지를 수정 ·

보완하여 사용하였다. 이 검사지는 비유 학습 과정에서 학생들이 목표 개념과 비유물의 속성들을 대응시키는 과정과 이 과정에서 유발될 수 있는 대응 오류를 구체적으로 조사하기 위한 것이다. 이를 위해 목표 개념과 비유물에 포함된 속성들을 제시하고, 유사점이거나 차이점에 해당하는 속성을 찾아 대응시킨 후 그 이유를 서술하도록 하는 형식으로 구성하였다. 본 연구에서 구한 대응 관계 이해도 검사지의 내적 신뢰도 계수(Cronbach's alpha)는 .63이었다.

역할놀이 비유 활동에 대한 학생들의 인식을 조사하기 위한 인식 검사를 개발하여 사용하였다. 역할놀이 비유 활동의 사전 경험 여부를 묻는 문항은 '예', '아니오'로 응답하고 사전 경험이 있는 경우 언제 어떤 활동을 했었는지 구체적으로 서술하도록 하였다. 나머지 6문항은 5단계 리커트 척도로 구성하고 응답 이유를 서술할 수 있도록 하였다. 본 연구에서 구한 역할놀이 비유 활동에 대한 인식 검사지의 내적 신뢰도 계수(Cronbach's alpha)는 .36이었다. 인식 검사지의 신뢰도가 낮게 나타난 것은 검사지의 문항 구성이 개념적으로 일관성 있는 내용을 묻는 형태가 아닐 뿐만 아니라, 측정문항의 수가 비교적 작았기 때문으로 볼 수 있다. 그러나 인식 검사지의 신뢰도가 낮으므로, 학생들이 인식 검사지에 서술한 내용과 사후 면담에서 나타난 인식 관련 내용을 종합적으로 고려하여 해석의 타당성을 높이고자 하였다. 개발한 모든 검사지는 과학교육 전문가 3인과 중학교 과학 교사 2인으로부터 안면 타당도를 검증받았다.

5. 분석 방법

개념 이해도 검사에서는 목표개념으로 기체의 압력을 변화시키는 상황에서 1) 기체 분자의 분포, 2) 기체 분자의 수, 3) 기체 분자의 크기와 모양, 4) 기체 분자의 운동 속도, 5) 기체 분자의 충돌 횟수와 압력을 하위 개념으로 설정하였다. 각 하위 개념에 대해 비과학적인 이해 및 무응답은 0점, 오개념이 포함된 부분적인 이해는 1점, 과학적 이해의 경우는 2점으로 분류하였다(Noh & Sharmann, 1997). 이에 따라, 피스톤을 누르기 전후에 동일한 수의 분자(2점)를 일정한 크기와 모양으로 나타내고(2점), 분자의 배열을 균일하게 그리고 올바르게 설명하였으며(2점), 분자의 일정한 운동 속도와 주사기 속 압력의 증가를 올바르게 설

명하고 그 이유까지 맞은 경우(각 2점)를 만점(10점)으로 채점하였다.

대응 관계 이해도 검사는 목표물과 비유물에 포함된 속성들을 적절히 대응시키고 올바르게 설명한 경우를 2점, 대응만 올바른 경우는 1점으로 채점하였다. 검사지에 제시된 공유 속성은 기체 분자의 개수(학생의 수), 기체 분자의 운동 속도(학생이 일정하게 달리는 속도), 기체 분자의 운동 방향(학생이 달리는 방향), 기체의 부피(원의 크기), 기체 분자가 용기 벽에 충돌하는 횟수(선 밝는 횟수) 등 5개이다. 또한, 목표물과 비유물의 차이점으로 대응될 수 있는 비공유 속성은 기체 분자의 크기(학생의 덩치) 1개이다. 따라서 목표 개념과 비유물 간의 공유 속성들을 유사점으로 모두 올바르게 대응시키고(10점), 비공유 속성을 차이점으로 대응시킨 경우(2점)를 만점(12점)으로 채점하였다. 학생들이 범한 대응 오류 유형은 선행 연구(김경순 등, 2009; Else *et al.*, 2003)의 분류틀(표 3)을 바탕으로 대응 관계 이해도 검사에서 나타난 학생들의 응답을 분석하여 분류하였다.

개념 이해도 및 대응 관계 이해도 검사와 대응 오류 분석의 신뢰도를 높이기 위해 무작위로 추출한 학생의 답안지를 연구자 2인이 각자 채점하고 비교하여 일치도가 90% 이상에 도달할 때까지 반복한 뒤, 연구자 1인이 모든 답안지를 분석하였다. 또한, 역할놀이 비유 활동에 대한 인식 검사는 리커트 유형의 문항에 대한 학생들의 응답을 백분율로 분석하였고, 응답한 이유 및 서술형 문항의 경우 학생들이 서술한 응답을 범주화하고 백분율로 분석하여 결과 해석에 사용하였다.

통계 분석은 수업 처치를 독립 변인, 개념 이해도 직후 및 파지 검사 점수, 대응 관계 이해도 직후 및 파지 검사 점수를 종속 변인으로 하고, 구획 변인으로 비유 추론 능력, 공변인으로 중간고사 과학 성적을 사용한 이원 공변량 분석(two-way ANCOVA)을 실시하였다. 대응 관계 이해도 직후 및 파지 검사 각각에서 나타난 학생들의 대응 오류는 유형별 빈도를 분석하였다. 대응 오류 분석의 종속변수인 대응 오류 빈도는 대응 오류를 범했는지의 여부가 아니라 대응 오류를 얼마나 범했는지를 나타내는 연속변수이고, t 검증이 요구하는 정규성 가정을 충족시키지 못하는 것으로 나타나 집단 간의 대응 오류 빈도의 차이를 Mann-Whitney U 검증을 통해 분석하였다.

사후 면담 결과는 녹음 자료를 바탕으로 전사본을

표 3
대응 관계 이해도 검사에서 나타난 학생들의 대응 오류 유형

대응 오류 유형	설명
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	비유물과 목표물의 속성에 제시된 단어의 표면적인 유사성에 의해 비유물의 공유 속성을 목표물의 비공유 속성에 대응시키는 오류
공유 속성 거부	비유물과 목표물에서 유사점으로 대응되는 공유 속성들을 비유물과 목표물의 차이점으로 파악하여 대응시키는 오류

작성하고 학생들의 응답을 범주화하는 방식으로 분석하였다. 이때, 연구자 2인이 각각 분석한 결과를 비교하고 함께 논의하는 과정을 반복함으로써 분석의 타당도와 신뢰도를 높이고자 하였다. 또한, 분석한 결과에 대해 과학교육 전문가 2인과 수차례에 걸쳐 논의하여 공통적으로 동의한 분석 결과를 해석에 사용하였고, 필요한 경우에는 일부 학생들의 면담 내용을 발췌하여 제시하였다.

모든 분석 결과는 과학교육 전문가 2인, 현직 중등 교사 8인, 과학교육 전공 대학원생 3인으로 구성된 연구진과의 두 차례의 세미나를 거쳐 최종적으로 도출되었으며, 이를 결과 해석에 사용하였다.

Ⅲ. 연구 결과 및 논의

표 4
개념 이해도 및 대응 관계 이해도 직후 검사 점수의 평균, 표준 편차, 교정 평균

직후 검사	비유 추론 능력	비교 집단			처치 집단		
		상위 (n=45)	하위 (n=28)	전체 (n=73)	상위 (n=50)	하위 (n=29)	전체 (n=79)
개념 이해도 검사 ¹⁾	M (SD)	4.64 (1.80)	3.71 (1.88)	4.29 (1.87)	4.78 (1.95)	4.52 (2.05)	4.68 (1.98)
	Adj. M	4.39	3.84	4.23	4.61	4.82	4.74
대응 관계 이해도 검사 ²⁾	M (SD)	5.11 (2.61)	4.29 (2.40)	4.80 (2.55)	5.34 (2.70)	5.00 (2.52)	5.22 (2.63)
	Adj. M	4.79	4.44	4.72	5.13	5.38	5.29

¹⁾10점 만점, ²⁾12점 만점

1. 개념 이해도 및 대응 관계 이해도에 미치는 효과

학생들의 비유 추론 능력에 따른 개념 이해도 및 대응 관계 이해도 직후 검사에 대한 평균, 표준 편차, 교정 평균을 표 4에, 공변량 분석 결과를 표 5에 제시하였다.

개념 이해도 직후 검사에서 처치 집단의 교정 평균이 비교 집단보다 높았고, 그 차이가 통계적으로 유의미하였다($MS=12.24, F=4.06, p=.046$). 수업 처치와 학생들의 비유 추론 능력 사이의 상호작용은 나타나지 않았다. 이러한 결과는 학생들의 비유 추론 능력에 관계없이 역할놀이 비유 활동을 사용한 수업이 교사 설명 중심의 비유 수업보다 학생들의 개념 이해에 효과적임을 나타내며, 역할놀이 비유 활동이 원자나 분자(이국행과 박경희, 1998), 분자의 운동(Tsai, 1999)

표 5
개념 이해도 및 대응 관계 이해도 직후 검사 점수의 이원 공변량 분석 결과

		자유도	평균 자승화	F	p
개념 이해도 검사	처치	1	12.94	4.06	.046*
	처치 × 비유 추론 능력	1	5.17	1.62	.205
대응 관계 이해도 검사	처치	1	14.60	2.45	.120
	처치 × 비유 추론 능력	1	3.26	.55	.461

* p<.05, ** p<.01

개념의 학습에 효과적인 것으로 보고된 선행연구의 결과와 일관된다. 이는 아래의 학생A의 응답과 같이 역할놀이 비유 활동이 분자의 운동과 같은 눈에 보이지 않는 현상들을 학생들이 직접 체험하는 기회를 제공함으로써, 시각적으로 표현된 비유를 사용할 때보다 목표 개념의 속성들 간의 관계를 추론하여 이해하는데 도움을 주었기 때문으로 해석할 수 있다 (Aubusson *et al.*, 1997; Fadali *et al.*, 2000).

(처치집단 학생A)

면담자 분자는 눈으로 볼 수 없는데, 만약에 책이나 선생님의 설명으로 들었다면 어떨 것 같아요?

학생A 분자가 이렇게 움직이는 줄 모르고 더 힘들게 배웠을 것 같아요. 직접 해보니까 몸에 더 익숙해져서 분자가 이렇게 움직이고, 어디 넓은 부피에서는 더 잘 움직이고 부딪치는 횟수가 적고, 그런 걸 몸으로 체험하니깐 더 잘 알았던 것 같아요.

대응 관계 이해도 직후 검사에서는 처치 집단의 교정 평균이 비교 집단보다 높았으나 그 차이가 통계적으로 유의미하지 않았고, 수업 처치와 학생들의 비유 추론 능력 사이의 상호작용도 나타나지 않았다. 이는

역할놀이 비유 활동을 사용한 수업이 비유를 사용하지 않은 전통적인 강의식 수업보다 목표 개념이 지닌 주요 속성에 대한 대응 관계 이해도를 향상시키는데 효과적인 것으로 나타난 선행연구의 결과(김경순 등, 2009)와는 차이가 있다. 즉, 수업에서 비유를 사용하는 경우에는 비유의 사용 방식에 관계없이 대응 과정을 경험하게 되므로 수업 직후의 대응 관계 이해도에 별다른 차이가 없는 것으로 생각된다.

‘원 안에서 달리기’ 비유에 대해 교사 설명과 역할놀이 비유 활동으로 수업 방식을 달리했을 때, 역할놀이 비유 활동 수업 방식이 학생들의 개념 이해를 보다 향상시키는 것으로 나타난 본 연구의 결과는 수업에서 비유를 사용하는 방식이 학생들의 개념학습에 영향을 미치는 중요한 요인일 가능성이 있음을 시사한다.

2. 개념 이해도 및 대응 관계 이해도 파지에 미치는 효과

학생들의 비유 추론 능력에 따른 개념 이해도 및 대응 관계 이해도 파지 검사에 대한 평균, 표준 편차, 교정 평균을 표 6에, 공변량 분석 결과를 표 7에 제시하였다.

개념 이해도 파지 검사에서 수업 처치와 학생들의 비유 추론 능력 사이에 상호작용이 나타났다(MS=8.53, F=5.73, p=.018). 단순 검증 결과, 비유 추론 능력 하위에서 처치 집단의 점수가 비교 집단의 점수

표 6
개념 이해도 및 대응 관계 이해도 파지 검사 점수의 평균, 표준 편차, 교정 평균

파지 검사	비유 추론 능력	비교 집단			처치 집단		
		상위 (n=45)	하위 (n=28)	전체 (n=73)	상위 (n=50)	하위 (n=29)	전체 (n=79)
개념 이해도 검사	M (SD)	5.18 (1.28)	3.89 (1.71)	4.69 (1.58)	4.90 (1.15)	4.52 (1.35)	4.76 (1.23)
	Adj. M	4.97	3.99	4.63	4.76	4.76	4.81
대응 관계 이해도 검사	M (SD)	5.07 (1.78)	4.54 (1.80)	4.86 (1.79)	6.12 (2.39)	5.31 (2.27)	5.82 (2.36)
	Adj. M	4.80	4.66	4.80	5.95	5.62	5.89

표 7
개념 이해도 및 대응 관계 이해도 파지 검사 점수의 이원 공변량 분석 결과

		자유도	평균 자승화	F	p
개념 이해도 검사	처치	1	2.84	1.91	.169
	처치 × 비유 추론 능력	1	8.53	5.73	.018*
대응 관계 이해도 검사	처치	1	39.17	10.06	.002**
	처치 × 비유 추론 능력	1	.29	.07	.785

* p<.05, ** p<.01

보다 통계적으로 유의미하게 높았다(MS=9.01, F=5.36, p=.024). 이는 비유 추론 능력이 낮은 학생들이 배운 개념을 더 오래 기억하도록 하는데 역할놀이 비유 활동이 교사 설명 중심의 비유 수업보다 효과적이라는 것을 의미한다. 비유 추론 능력이 낮은 학생들의 경우 비유물과 목표 개념을 연결하여 생각하는 것에 어려움을 겪을 수 있는데, 역할놀이 비유 활동을 통해 비유물과 목표 개념의 대응관계를 자신의 활동 경험을 바탕으로 구체적으로 시각화함으로써 비유물과 목표 개념을 더 잘 연결시켜 생각할 수 있었기 때문으로 해석된다. 이에 대한 응답 예는 다음과 같다.

(처치집단 학생B)

면담자 시험에 이런 문제가 나왔을 때 역할놀이 한 것을 떠올릴 수 있었나요?
 학생B 네. 떠올렸었어요. 선 밟았던 거랑, 선 밟았던 거는 작은 원이 더 많았으니까, (피스톤을) 누르는 모습이 기억에 남았어요.
 면담자 역할놀이를 한 것이 기억에 오래 남는데 도움이 되었나요?
 학생B 네. 몸으로 몸소 체험하니까 기억에 오래남고, 자기가 했던 경험이 떠올라서 문제도 잘 풀리는 것 같아요.

이러한 응답은 선행연구(Ross et al., 2008)에서도 다수의 연구 대상 학생들이 역할놀이 비유 활동이 학습한 개념을 더 오래 기억하고 회상할 수 있는 능력을 향상시키는데 도움이 된다고 응답하는 것으로 나타난 것과 유사하다.

또한, 학생C의 응답과 같이 역할놀이 비유 활동이 인상 깊고 흥미롭기 때문에 교사 설명 중심의 비유 수업보다 개념을 더 오래 기억하는데 도움이 된다고 생각하는 경우도 있었다. 이는 역할놀이 비유 활동이 학

생들의 과학 학습 동기 측면에 매우 효과적인 비유 사용 방식이므로 학생들의 흥미와 관심에 맞는 비유 도입 방법 중의 하나가 될 수 있다는 선행연구의 결과(정여진 등, 2006; Aubusson & Fogwill, 2006)와 같은 맥락으로 볼 수 있다.

(처치집단 학생C)

면담자 (역할놀이 비유 활동이) 기체의 부피와 압력의 관계를 기억에 잘 남게 하는데 도움이 될까요?
 학생D 네, 좀 도움이 될 것 같아요. 역할놀이를 하니까 더 인상 깊어서요, 재미있고.

집단 별로 비유 추론 능력에 따른 점수 차이를 조사한 결과, 비교 집단에서만 비유 추론 능력 상위와 하위 학생들의 차이가 통계적으로 유의미한 것으로 나타났다(t=3.657, df=71, p=.000). 즉, 역할놀이 비유 활동이 학생들의 개념 이해의 파지에 미치는 효과는 학생들의 비유 추론 능력에 따라 차이가 없었다. 이러한 결과는 교사 설명 중심의 비유 수업은 학생들의 비유 추론 능력에 따라 그 효과가 달라질 수 있는데, 역할놀이 비유 활동과 같은 체험 중심의 비유의 효과는 학생들의 비유 추론 능력에 큰 영향을 받지 않을 가능성이 있음을 보여준다.

대응 관계 이해도 파지 검사에서는 처치 집단의 교정 평균이 비교 집단보다 높았고, 그 차이가 통계적으로 유의미하였다(MS=39.17, F=10.06, p=.002). 수업 처치와 학생들의 비유 추론 능력 사이의 상호작용은 나타나지 않았다. 이러한 결과는 역할놀이 비유 활동을 사용한 수업이 학습한 대응 관계를 오래 기억하는데 효과적인 것으로 나타난 선행연구의 결과(김경순 등, 2009)와 일관된다. 이는 학생들이 역할놀이 비유 활동을 수행하는 과정에서 자신이 맡은 역할의 활

동 방법이나 규칙으로부터 비유물의 속성들을 추출하여 목표 개념의 속성들에 대응시켜보는 구체적이고 생생한 경험이 속성들 간의 대응 관계를 오래 기억하는데 도움을 준 것으로 해석할 수 있다. 실제로 학생들은 역할놀이 비유 활동 과정에서 목표 개념과 역할놀이 비유의 유사점을 생각할 수 있었다고 응답하는 경우가 많았으며, 이를 바탕으로 아래의 학생B의 응답에서와 같이 역할놀이 비유와 목표 개념을 잘 연결시켜 목표 개념에 포함된 관계들을 설명하는 경향이 있었다.

(처치집단 학생B)

면담자 역할놀이를 해 보았는데 기체의 부피와 압력의 관계가 무엇인지 설명해 주세요.

학생B 보일의 법칙이지요. 기체부피가 작아질수록 압력이 커진다. 반비례인데 저희가 원 안을 걸을 때 기체 부피는 작은 원에서 걸을 때는 원의 선을 밟는 횟수가 많았고 그거를 용기안의 분자라고 치면 작은 피스톤에 누를 때 그 안에 분자들이 공간이 작아지므로 분자들이 벽에 부딪치는 것이 횟수가 같다.

3. 대응 관계 이해도 직후 및 파지 검사에서 나타난 학생들의 대응 오류

대응 관계 이해도 직후 검사에서 두 집단 학생들의 비유 추론 능력에 따른 대응 오류의 유형별 빈도를 표 8에, Mann-Whitney U 검증 결과를 표 9에 제시하였다. 대응 관계 이해도 직후 검사에서 나타난 학생 1

인당 대응 오류의 전체 빈도는 비교 집단이 처치 집단보다 약간 높았으나, 통계적으로 유의미한 차이는 없었다. 또한, 각 대응 오류 유형별 빈도는 집단 간에 통계적으로 유의미한 차이가 없었으며 비유 추론 능력 수준에 따른 차이도 나타나지 않았다. 이는 수업 직후에는 두 집단 모두 목표 개념과 비유물의 유사점과 차이점을 명시적으로 대응시키는 과정을 거쳤기 때문에 비유 사용 방식에 따른 차이가 크게 작용하지 않은 것으로 해석된다.

대응 관계 이해도 파지 검사에서 두 집단 학생들의 비유 추론 능력에 따른 대응 오류의 유형별 빈도를 표 10에, Mann-Whitney U 검증 결과를 표 11에 제시하였다. 비교 집단에서는 대응 오류의 빈도가 검사 때보다 약간 증가한 반면, 처치 집단에서는 약간 줄어든 것으로 나타났다. 대응 관계 이해도 파지 검사에서 나타난 학생 1인당 대응 오류의 전체 빈도는 비교 집단이 처치 집단보다 높았으며 그 차이가 통계적으로 유의미하였다($Z=-2.861, p=.004$). 이는 선행연구(김경순 등, 2009)에서도 역할놀이 비유 활동을 사용한 수업을 받은 학생들이 파지 검사에서 대응 오류를 더 적게 범하는 것으로 나타난 결과와 유사하다. 이러한 결과는 역할놀이 비유 활동이 교사 설명 중심 비유에 비해 학생들이 학습한 대응 관계를 더 오래 기억하는데 도움을 주어 대응 오류를 감소시키는데 효과적일 가능성이 있는 것으로 해석할 수 있다.

대응 불이행 오류는 처치 집단에서는 직후 검사보다 파지 검사에서 빈도가 약간 감소하였고, 비교 집단보다 빈도가 낮았으며 그 차이가 통계적으로 유의미

표 8 대응 관계 이해도의 직후 검사에서 나타난 대응 오류 유형별 빈도

대응 오류 유형	비교 집단			처치 집단		
	상위 (n=45)	하위 (n=28)	전체 (n=73)	상위 (n=50)	하위 (n=29)	전체 (n=79)
대응 불이행	57(1.27) ¹	39(1.39)	96(1.32)	61(1.22)	35(1.25)	96(1.22)
표면적 속성 대응	27(0.60)	12(0.43)	39(0.53)	11(0.22)	13(0.45)	24(0.30)
무분별한 대응	11(0.24)	14(0.50)	25(0.34)	20(0.40)	15(0.54)	35(0.44)
과잉 대응	26(0.58)	14(0.50)	40(0.55)	22(0.44)	18(0.64)	40(0.51)
공유 속성 거부	3(0.07)	1(0.04)	4(0.06)	6(0.12)	5(0.18)	11(0.14)
부적절한 대응	2(0.04)	2(0.07)	4(0.06)	5(0.10)	2(0.07)	7(0.09)
불가능한 대응	3(0.07)	4(0.14)	7(0.10)	3(0.06)	1(0.04)	4(0.05)
전체	129(2.87)	86(3.07)	215(2.95)	128(2.56)	89(3.07)	217(2.75)

¹학생 1인당 범한 대응 오류의 빈도

표 9

대응 관계 이해도의 직후 검사에서 나타난 대응 오류 유형별 빈도의 Mann-Whitney U 검증 결과

대응 오류 유형	평균 순위		U	Z	p
	비교집단 (n=73)	처치집단 (n=79)			
대응 불이행	76.37	76.62	2874.000	-.038	.969
표면적 속성 대응	78.33	74.81	2750.000	-.684	.494
무분별한 대응	72.61	80.09	2599.500	-1.251	.211
과잉 대응	78.14	74.98	2763.500	-.512	.609
공유 속성 거부	73.64	79.15	2674.500	-1.538	.124
부적절한 대응	76.60	76.41	2876.500	-.077	.939
불가능한 대응	78.29	74.85	2753.000	-1.072	.284
전체	79.38	73.84	2673.500	-.796	.426

* p<.05, ** p<.01

표 10

대응 관계 이해도의 파지 검사에서 나타난 대응 오류 유형별 빈도

대응 오류 유형	비교 집단			처치 집단		
	상위 (n=45)	하위 (n=28)	전체 (n=73)	상위 (n=50)	하위 (n=29)	전체 (n=79)
대응 불이행	56(1.24)	36(1.29)	92(1.26)	52(1.04)	28(1.00)	80(1.01)
표면적 속성 대응	34(0.76)	17(0.61)	51(0.70)	19(0.38)	15(0.52)	34(0.43)
무분별한 대응	13(0.29)	14(0.50)	27(0.37)	11(0.22)	8(0.29)	19(0.24)
과잉 대응	24(0.53)	15(0.54)	39(0.53)	28(0.56)	18(0.64)	46(0.58)
공유 속성 거부	15(0.33)	4(0.14)	19(0.26)	11(0.22)	4(0.14)	15(0.19)
부적절한 대응	1(0.02)	-	1(0.01)	-	2(0.07)	2(0.03)
불가능한 대응	-	1(0.04)	1(0.01)	-	2(0.07)	2(0.03)
전체	143(3.18)	87(3.11)	230(3.15)	121(2.42)	77(2.66)	198(2.51)

표 11

대응 관계 이해도의 파지 검사에서 나타난 대응 오류 유형별 빈도의 Mann-Whitney U 검증 결과

대응 오류 유형	평균 순위		U	Z	p
	비교집단 (n=73)	처치집단 (n=79)			
대응 불이행	83.38	70.15	2381.500	-1.966	.049*
표면적 속성 대응	81.47	71.91	2521.000	-1.729	.084
무분별한 대응	81.83	71.58	2494.500	-1.832	.067
과잉 대응	74.60	78.25	2745.000	-.594	.553
공유 속성 거부	79.21	73.99	2685.500	-1.032	.302
부적절한 대응	76.04	76.92	2850.000	-.513	.608
불가능한 대응	76.04	76.92	2850.000	-.513	.608
전체	86.70	67.08	2139.000	-2.861	.004**

* p<.05, ** p<.01

하였다($Z=-1.966$, $p=.049$). 이는 처치 집단의 학생들이 목표 개념과 비유물의 대응 관계를 신체·감각적인 역할놀이 활동을 통해 직접 체험해본 경험이 대응 관계를 더 오래 기억하는데 도움을 주었기 때문에, 파지 검사에서도 속성들의 대응 관계를 놓치지 않고 적절히 대응시키는 경우가 더 많았음을 의미한다.

표면적 속성 대응은 직후 검사에서 비교 집단의 학생들이 처치 집단의 학생들보다 더 많이 범하는 것으로 나타났으나, 파지 검사에서는 처치 집단에서의 빈도가 비교 집단에서보다 낮은 경향이 있었다($Z=-1.729$, $p=.084$). 학생a의 응답과 같이 학생들은 '크기'와 같은 언어적 표현의 유사성에만 주목하여 속성들 간의 대응 관계를 잘못 파악할 수 있는데, 활동을 통해 직접 비유를 체험하는 것이 단순히 언어적 표현을 오해함으로써 범할 수 있는 대응 오류를 감소시키는데 도움을 줄 수 있는 것으로 해석할 수 있다.

(비교집단 학생a)

면담자 5번(원의 크기)하고 \square (기체 분자의 크기)를 연결했는데 설명해줄 수 있나요?

학생a 원의 크기가 클수록, 분자들도 기체 분자들도 똑같이 클수록 똑같이 막 충돌하고 적을수록 적게 충돌할거 같아서요.

무분별한 대응은 직후 검사에서는 처치 집단에서 오히려 더 높은 빈도로 나타났으나, 파지 검사에서는 비교 집단의 빈도보다 낮은 통계적인 경향이 있었다($Z=-1.832$, $p=.067$). 이러한 대응 오류를 범한 학생들은 원 안의 학생들끼리의 충돌과 기체 분자가 용기 벽에 충돌하는 횟수를 대응시키는 경우가 많았다. 이는 학생들이 활동 과정에서 다른 분자 역할 학생들과의 충돌을 직접 경험했기 때문에, 활동 직후에는 비공유 속성인 원 안의 학생들끼리의 충돌을 대응시켜야 할 속성으로 잘못 인식하는 경우가 증가한 것으로 해석할 수 있다. 즉, 학생들은 역할놀이 비유 활동을 통해 공유 속성들뿐만 아니라 비공유 속성들까지 더 잘 추출하여 목표 개념의 속성에 잘못 대응시키는 오류를 범할 가능성이 있다. 그러나 파지 검사에서 오류의 빈도에 거의 변화가 없는 비교 집단과는 달리 처치 집단에서는 오류가 상당히 감소한 것으로 볼 때, 학생들이 활동으로부터 강한 인상을 받아 대응 오류가 유발될 수 있으나 지속되지는 않는 경향이 있

는 것으로 해석된다.

한편, 과잉 대응은 두 집단 모두 직후 및 파지 검사에서 그 빈도가 유사하게 나타났으며, 다음의 예와 같이 학생들은 비유물의 속성인 학생의 덩치와 목표 개념의 속성인 분자의 크기를 대응시키는 것으로 나타났다.

(비교집단 학생b)

면담자 학생들의 덩치와 분자의 크기가 비슷하다고 한 것을 말해줄래요?

학생b 분자도 힘이 가해지면 뚱뚱해지기 때문이에요.

면담자 분자가 힘이 가해지면 뚱뚱해져요?

학생b 뚱뚱해지는 것이 아니고 놀리면 놀릴수록 아래쪽으로 더 쏠리기 때문에 기체 분자도 용기 벽에 충돌하면 조금 납작해졌다가 다시 튕겨 나가서 원래 모양으로 돌아가려고 해서.

(처치집단 학생B)

면담자 학생의 덩치와 기체의 분자의 크기를 비슷한 점으로 연결하고 '학생의 덩치 같은 경우에는 학생들이 분자를 따라하는 것이기 때문에' 라고 설명했는데 이에 대해 설명해 줄래요?

학생B 기체분자의 크기랑 학생의 덩치랑 같다고 생각해요. 학생의 덩치랑 기체 분자의 크기랑 같아야지 만약에 학생의 덩치는 작는데 기체 분자의 크기가 크면 부딪치는 것이 많을 것 같아요.

학생들은 비유물과 목표 개념의 요소를 잘못 대응시켜 기체 분자가 용기 벽에 충돌하는 순간 모양이 변하는 것으로 생각하거나, 비유물과 목표 개념의 근본적인 차이점을 인식하지 못하고 기체 분자의 크기와 학생의 덩치가 실제로 같아야 한다고 생각하는 경우가 있었다. 학생들이 범하는 대응 오류 중에는 이처럼 비유 사용 방식에 관계없이 많이 나타날 뿐 아니라 쉽게 바뀌지 않고 지속되는 경우가 있음을 알 수 있다. 지속되는 대응 오류는 학생들의 오개념을 강화시킬 가능성이 있으므로(김경순 등, 2006), 비유 사용 방식에 따라 학생들이 범하는 대응 오류 양상의 차이를 조사한 본 연구의 결과를 바탕으로 학생들의 대응 오류를 감소시킬 수 있는 방안을 마련할 필요가 있다.

4. 역할놀이 비유 활동에 대한 학생들의 인식

역할놀이 비유 활동에 대한 학생들의 인식을 조사한 결과를 표 12에 제시하였다.

대부분의 학생들은 역할놀이 비유 활동을 경험해 본 적이 없었으나(86.8%) 학생들은 활동 방법에 대한 설명을 비교적 잘 이해했으며(61.7%), 활동을 수행하는데 별다른 어려움이 없는 것으로 나타났다(63.2%). 실제로, 면담에 참여한 처치 집단의 학생들 대부분은 아래의 응답에서와 같이 역할놀이 비유 활동의 방법이나 규칙 등에 대한 이해도가 높은 것으로 나타났다(9명).

(처치집단 학생A)

면담자 전에 역할놀이 했던 거 방법을 떠올려 볼래요?

학생A 기록자와 분자로 나눠가지고 팀을 1조 2조 그렇게 나눠가지고 1조하고 2조는 큰 원에 서하고 3조하고 4조는 작은 원에서. 분자들은 그 안에서 벽이나 다른 분자들과 충돌하면 다른 방향으로 튀어나가고 기록자들은 그 선을 밝은 횡수를 기록하는 것이요.

면담자 그러면 분자역할 하면서 주의해야할 점들이 있었잖아요? 어떤 점들이 있었죠?

학생A 같은 속도로 다니는 것이요.

면담자 왜 같은 속도로 걸어야 될까요?

학생A 분자 역할을 하니까, 분자들도 똑같이 같은 속도로 튕기고 그렇게.

반면에, 비교 집단에서는 학생c의 응답에서 볼 수

있듯이 자신이 학습했던 비유를 떠올리는 것에도 어려움을 겪는 학생들이 많았다(6명).

(비교집단 학생c)

면담자 학생들의 덩치와 기체의 부피가 비슷한 점이 있는 거 같다고 했는데 어떤 점이 비슷하다고 생각했나요?

학생c 분자? 분자 크기? 잘 모르겠어요.

면담자 “원 안에 학생들이 부딪치는 거와 기체 분자가 용기 벽에 충돌하는 것과 비슷하는데, 벽에 부딪치는 횡수를 말하는 것이므로 비슷하다.”라고 했는데 왜 이렇게 썼는지 설명해 줄 수 있나요?

학생c 잘 모르겠어요.

즉, 학생 체험 중심의 비유 사용 방식인 역할놀이 비유 활동은 교사 설명 중심의 비유 수업보다 학생들이 자신이 학습한 비유물을 기억하는데 도움이 될 수 있으며, 이는 대응 관계 이해도 파지 검사에서 처치 집단의 점수가 비교 집단보다 높았던 결과로 이어졌을 가능성이 있다.

역할놀이 비유 활동에 대한 참여도와 활동이 잘 진행된 정도를 평가하도록 한 질문에 대해서는 긍정적인 응답이 비교적 많았으나(각각 39.7%), 활동이 제대로 이루어지지 않았다고 생각하는 학생들도 적지 않았다(14.7%). 이러한 응답을 한 학생들의 대부분은 역할놀이 비유 활동 과정에서 수업이 소란스럽거나, 활동 방법과 규칙을 제대로 지키지 않는 경우가 있었

표 12

역할놀이 비유 활동에 대한 인식 검사 결과

문항	응답률(%)	
	있다	없다
1. 지난 과학 시간에 했던 역할놀이 비유 활동과 비슷한 활동을 초등학교 때나 다른 과목 시간에 경험해 본 적이 있습니까?	13.2	86.8
2. 역할놀이 비유 활동을 하기 전에 활동 방법에 대한 설명을 모두 잘 이해했습니까?	SD ¹	D 5.9 N 32.4 A 42.6 SA 19.1
3. 역할놀이 비유 활동을 수행하는데 어려운 점이 있었습니까?	26.5	36.7 29.4 5.9 1.5
4. 역할놀이 비유 활동에 적극적으로 참여했습니까?	2.9	5.9 51.5 30.9 8.8
5. 역할놀이 비유 활동이 재미있었습니까?	2.9	7.4 41.2 35.3 13.2
6. 역할놀이 비유 활동을 과학 수업에서 다른 내용을 배울 때도 활용했다면 좋겠습니까?	1.5	4.4 32.4 38.2 23.5
7. 지난 과학 시간에 했던 역할놀이 비유 활동이 잘 진행되었다고 생각합니까?	1.5	13.2 45.6 36.8 2.9

¹SD: 매우 그렇지 않다, D: 그렇지 않다, N: 보통이다, A: 그렇다, SA: 매우 그렇다.

기 때문이라고 생각하는 것으로 나타났다.

다수의 학생들은 역할놀이 비유 활동을 재미있는 활동으로 생각하는 것으로 나타났으며(48.5%), 과학 수업에서 다른 내용을 배울 때 활용하는 것에 대해서도 긍정적으로 응답하는 경우가 많았다(61.7%). 그 이유는 직접 활동하는 것을 통해 더 쉽게 이해할 수 있고 교과서가 아닌 놀이로 수업하면 지루하지 않기 때문(25.0%)이거나, 친구들과 함께 활동하며 친구들의 활동을 보는 과정에서 비유를 통해 비슷한 점을 찾는 것 등이 흥미롭기 때문(18.8%)이라고 응답하였다. 이와 같은 결과는 역할놀이 비유 수업이 과학 학습동기의 요소 중 하나인 학습 환경의 측면을 향상시키는 것으로 나타난 선행연구(김동렬, 2009)의 결과와 유사한 맥락으로 볼 수 있다. 즉, 역할놀이 비유 활동은 학생들에게 새롭고 참신한 수업 방식으로 학습 내용에 대한 흥미를 높일 뿐 아니라, 학생들의 수업 참여와 상호작용을 촉진하여 과학 학습동기 향상에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 해석할 수 있다.

IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 중학교 1학년 과학 개념학습에서 비유의 사용 방식이 학생들의 비유 추론 능력에 따라 개념 이해와 대응 관계의 이해 및 파지에 미치는 영향을 조사하고, 학생들이 학습 과정에서 범한 대응 오류의 양상에 차이가 있는지 조사하였다. 또한, 역할놀이 비유 활동에 대한 학생들의 인식을 조사하였다.

연구 결과, 학생들의 비유 추론 능력에 관계없이 역할놀이 비유 활동을 사용한 수업이 교사 설명 중심의 비유 수업보다 학생들의 개념 이해에 효과적이었으며, 목표 개념과 비유물의 대응 관계를 오래 기억하도록 하는데 효과적이었다. 또한, 비유 사용 방식에 따라 학생들이 범하는 대응 오류의 양상에는 큰 차이가 없었으나 역할놀이 비유 수업을 받은 학생들은 대응 관계 이해도 파지 검사에서 대응 오류를 더 적게 범하는 것으로 나타났다. 이는 역할놀이 비유 활동이 학생들이 직접 경험한 역할의 활동 방법이나 규칙으로부터 비유물의 속성들을 추출하여 목표 개념의 속성들에 대응시키는 것을 도움으로써, 학생들이 비유물과 목표 개념을 연결시켜 생각하도록 하는데 효과적인 활동임을 시사한다. 뿐만 아니라 실제 과학 수업에서 비유를 사용할 때 학생들의 비유 추론 능력의 차이를

고려하는 것이 쉽지 않다는 점을 고려할 때, 역할놀이 비유가 비유 추론 능력이 낮은 학생들에게도 효과적인 비유 사용 방식으로 나타난 것은 매우 의미 있는 결과로 볼 수 있다.

대부분의 학생들은 과학 수업에서 역할놀이 비유 활동을 경험해 본 적이 없었으나, 활동의 방법과 규칙을 잘 이해하여 활동을 수행하는데 어려움이 없었다고 응답하였다. 이와 같이 역할놀이 비유 활동은 활동에 대한 사전 경험이 없어도 간단한 오리엔테이션과 교사의 도움을 통해 비교적 쉽게 수행할 수 있는 활동이므로, 보다 다양한 역할놀이 비유 활동을 개발하여 제공한다면 실제 교육 현장에서 유용하게 사용될 수 있을 것이다. 또한, 역할놀이 비유 활동에 대한 흥미도가 높고 활동에 적극적으로 참여했다는 응답이 많았던 결과는, 역할놀이 비유 활동이 학생들의 적극적이고 능동적인 수업 참여를 이끌어내는데 효과적인 비유 사용 방식임을 의미하는 것으로 볼 수 있다. 그러나 일부 학생들은 역할놀이 비유 활동에 대해 부정적으로 인식하고 있는 경우도 있었는데, 이는 주로 활동 과정에서 나타난 활동 공간의 문제, 활동 시의 소음, 역할 분배의 문제 등에 의한 것이었다. 따라서 학교 현장의 상황에 맞게 활동을 준비하고 수행할 수 있는 방법이나, 활동 과정에서 발생할 수 있는 문제점들에 대해 대처할 수 있는 방안을 마련하여 교사 연수나 교사용 지도서 등을 통해 제공한다면 역할놀이 비유 활동을 보다 효과적으로 활용하는데 도움을 줄 수 있을 것이다.

한편, 역할놀이 비유 수업은 동일한 비유물을 사용한 교사 설명 중심의 비유 수업보다 특정한 대응 오류를 감소시키는데 효과적인 것으로 나타났으며, 이는 비유 사용 방식이 학생들의 대응 과정에 영향을 줄 수 있는 요인일 가능성을 시사하는 것으로 볼 수 있다. 그럼에도 불구하고 역할놀이 비유 활동을 사용한 경우에도 목표 개념과 비유물의 속성들을 연결하여 생각하는 데 어려움을 겪을 수 있으며, 활동의 요소들에 대한 잘못된 이해가 대응 오류로 이어질 수 있는 것으로 나타났다. 따라서 본 연구의 결과를 바탕으로 역할놀이 비유 수업에서 나타날 수 있는 대응 오류를 감소시킬 수 있는 구체적인 방안을 마련한다면 역할놀이 비유 수업의 효과를 향상시키는데 도움이 될 것으로 기대된다.

국문 요약

이 연구에서는 과학 개념학습에서 비유의 사용 방식이 학생들의 비유 추론 능력에 따라 개념 이해와 대응 관계의 이해 및 파지에 미치는 영향을 조사하고, 비유 사용 방식에 따른 대응 오류의 양상을 비교하였다. 또한, 역할놀이 비유 활동에 대한 인식을 조사하였다. 중학교 1학년 152명을 두 집단에 배치하여 처치 집단에서는 '기체의 압력과 부피의 관계'에 대한 체험 중심의 역할놀이 비유 수업을, 비교 집단에서는 교사 설명 중심의 비유 수업을 진행하여 그 효과를 비교하였다. 연구 결과, 학생들의 비유 추론 능력에 관계없이 역할놀이 비유 활동을 사용한 수업이 교사 설명 중심의 비유 수업보다 학생들의 개념 이해에 효과적이었으며, 목표 개념과 비유물의 대응 관계를 오래 기억하도록 하는데 효과적인 것으로 나타났다. 또한, 비유 사용 방식에 따라 학생들이 범하는 대응 오류의 양상에는 큰 차이가 없었으나, 역할놀이 비유 수업을 받은 학생들은 대응 관계 이해도 파지 검사에서 대응 오류의 빈도가 더 낮았다. 학생들은 역할놀이 비유 활동을 수행하는데 어려움이 없었고 활동에 적극적으로 참여했다고 응답하는 경우가 많았으며, 활동에 대한 흥미도가 높았다. 이에 대한 교육학적 함의를 논의하였다.

참고 문헌

권혁순 (2000). 화학 교육에서 비유의 사용 현황과 비유를 사용할 때 개념 이해에 영향을 미치는 요인. 서울대학교 박사학위논문.

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, 신은주, 한재영, 노태희 (2006). 비유를 사용한 화학 개념 학습에서 유발되는 대응 오류와 개념 이해도의 관계. 대한화학회지, 50(6), 486-493.

김경순, 양찬호, 노태희 (2009). 화학 개념학습에서 역할놀이 비유가 대응 관계 이해도 및 대응 오류에 미치는 영향. 한국과학교육학회지, 29(8), 898-909.

김동렬 (2009). 생물 II '세포호흡' 단원에서 역할놀이 비유 수업의 효과. 한국과학교육학회지, 29(4), 463-476.

김명숙 (2002). 역할놀이 학습을 통한 세포분열의 이해도에 관한 연구. 건국대학교 석사학위논문.

김영민, 박희숙 (2000). 중학교 과학 교과서의 물리 개념 설명에 사용된 비유에 대한 학생들의 이해도 조사. 한국과학교육학회지, 20(3), 411-420.

김유정, 김정순, 노태희 (2010). 보일의 법칙에 대한 개념 학습에서 비유의 부연 수준이 학생들의 대응 관계 이해 및 개념 이해에 미치는 영향. 대한화학회지, 54(2), 248-256.

노태희, 변순화, 전경문, 권혁순 (2003). 화학 개념 학습에서 역할놀이 비유 활동의 효과. 한국과학교육학회지, 23(3), 246-253.

변순화 (2008). 물질의 입자성 학습에서 체험 중심 비유를 사용한 과학 수업의 효과 및 학습 과정 조사. 서울대학교 박사학위논문.

이국행, 박경희 (1998). 원자와 분자의 개념을 이해하기 위한 '학생-모형 역할놀이' 수업안 개발. 전북대학교 과학교육논총, 23, 29-35.

정영진, 김승현, 우규환 (2006). 놀이를 통한 비유 수업의 효과. 교육과정평가연구, 9(1), 363-380.

Aubusson, P., & Fogwill, S. (2006). Role play as analogical modelling in science. In P. J. Aubusson, A. G. Harrison, & S. M. Ritchie (Eds.), *Metaphor and analogy in science education* (pp. 93-104). Dordrecht: Springer.

Aubusson, P., Fogwill, S., Barr, R., & Perkovic, L. (1997). What happens when students do simulation-role-play in science? *Research in Science Education*, 27(4), 565-579.

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.

Deeter, L. (2003). Incorporating student centered learning techniques into an introductory plant identification course. *NACTA Journal*, 47(2), 47-52.

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.

Fadali, M. S., Robinson, M., & McNichols, K. (2000). Teaching engineering to K-12 students using role playing games. ASEE Conference, Saint Louis, MO.

Flick, L. B. (1993). The meanings of hands-on science. *Journal of Science Teacher Education*, 4(1), 1-8.

Friedel, A. W., Gabel, D. L., & Samuel, J. (1990). Using analogs for chemistry problem solving: Does it increase understanding? *School Science and Mathematics*, 90(8), 674-682.

Haury, D. L., & Rillero, P. (1994). Perspectives of hands-on science teaching. Columbus, OH: ERIC Clearinghouse for Science, Mathematics, and Environmental Education.

Klahr, D., Triona, L. M., & Williams, C. (2007). Hands on what? The relative effectiveness of physical vs. virtual materials in an engineering design project by middle school children. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(1), 183-203.

Kovačević, M. S., & Djordjevich, A. (2006). A mechanical analogy for the photoelectric effect. *Physics Education*, 40(1), 551-555.

Mayo, J. A. (2001). Using analogies to teach conceptual applications of developmental theories. *Journal of Constructivist Psychology*, 14(3), 187-213.

McSharry, G., & Jones, S. (2000). Role-play in science teaching and learning. *School Science Review*, 82(298), 73-82.

Newton, D. P. (2000). *Teaching for understanding: What it is and how to do it*. London: Routledge-Falmer.

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.

Oliva, J. M., Azcárate, P., & Navarrete, A. (2007). Teaching models in the use of analogies as a resource in the science classroom. *International Journal of Science Education*, 29(1), 45-66.

Orgill, M., & Bodner, G. M. (2004). What research tells us about using analogies to teach chemistry. *Chemistry Education: Research and Practice*, 5(1), 15-32.

Ragsdale, F. R., & Pedretti, K. M. (2004). Making the rate: Enzyme dynamics using Pop-It Beads. *The American Biology Teacher*, 66(9), 621-626.

Ross, P., Tronson, D., & Ritchie, R. J. (2005). Modelling photosynthesis to increase conceptual understanding. *Journal of Biological Education*, 40(2), 84-88.

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.

Tsai, C. C. (1999). Overcoming junior high school students' misconceptions about microscopic views of phase change: A study of an analogy activity. *Journal of Science Education and Technology*, 8(1), 83-91.

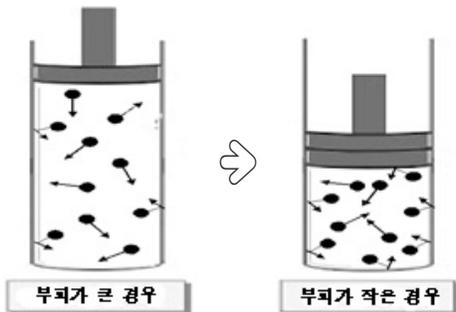
Yilmazoğlu, C. (2004). Effect of analogy-enhanced instruction accompanied with concept maps on understanding of acid-base concept. Msc Thesis, Middle East Technical University.

〈부록 1〉 비유 학습지

기체의 부피를 변화시키면 압력은 어떻게 될까?

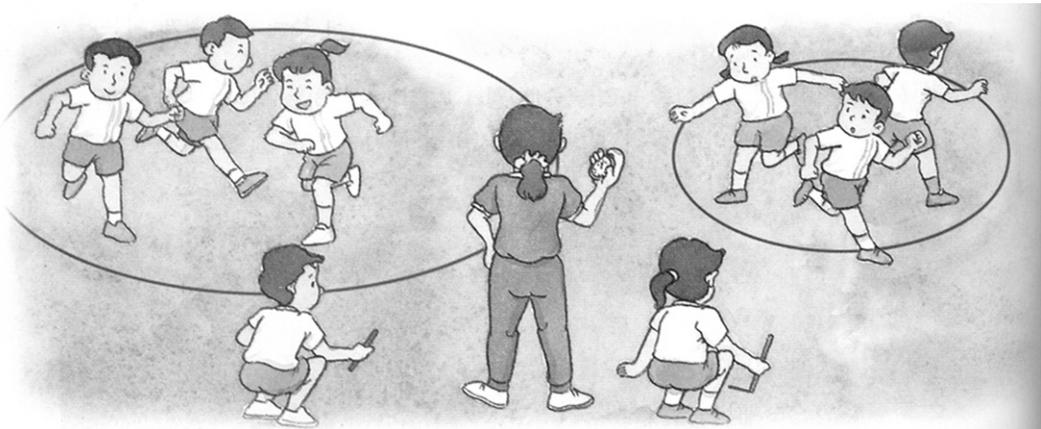


'기체의 압력과 부피의 관계'를 '원 안에서 달리기' 비유와 연결 지어 생각해 보자.



기체의 압력은 기체 분자가 용기 벽에 충돌하는 횟수에 비례한다. 왼쪽 그림과 같이 일정한 온도에서 용기의 부피가 줄어들면, 기체 분자의 운동 속도는 변하지 않지만 기체 분자가 용기 벽에 충돌하는 횟수가 증가하여 기체 압력이 증가한다.

이와 같은 기체의 압력과 부피의 관계는 원 안에서 달리기를 할 때, 원의 크기와 선을 밟는 횟수의 관계에 비유할 수 있다. 같은 수의 학생들이 원 안에서 일정한 속도로 달릴 때, 작은 원 안에서 달리는 학생이 선을 밟는 횟수는 큰 원 안에서 달리는 학생이 선을 밟는 횟수보다 많다. 즉, 원의 크기가 작을수록 선을 밟는 횟수가 증가하는 것처럼 기체의 부피가 줄어들면, 기체의 압력은 증가한다.



['원 안에서 달리기' 비유]