

중학교 과학 개념 학습에서 비유 만들기를 이용한 수업이 학생들의 개념 이해에 미치는 효과

김경순 · 최은규 · 차정호[†] · 노태희*

서울대학교 화학교육과

[†]대구대학교 과학교육학부

(2006. 3. 4 접수)

The Effect of an Instruction Using Generating Analogy on Students' Conceptual Understanding in Middle School Science Concept Learning

Kyungsun Kim, Eunkyu Choi, Jeongho Cha[†], and Taehee Noh*

Department of Chemistry Education, Seoul National University, Seoul 151-748, Korea

[†]Division of Science Education, Daegu University, Gyeongbuk 712-714, Korea

(Received March 4, 2006)

요 약. 이 연구에서는 비유 만들기를 이용한 수업이 과학 개념 이해, 과학 학습 동기, 과학 수업에 대한 태도에 미치는 영향과 비유 만들기에 대한 인식을 조사하였다. 중학교 1학년 2학급을 대상으로 처치 집단과 통제 집단을 선정 한 후, '분자의 운동' 단원에 대해 5차시 동안 수업을 진행하였다. 처치 집단의 비유 만들기를 이용한 수업은 Glynn의 Teaching-With-Analogy 모델에 기초하여 개발되었다. 이원 공변량 분석 결과, 개념 이해도에서 처치 집단이 통제 집단보다 유의미하게 높은 점수를 보였다. 그러나 과학 학습 동기와 과학 수업에 대한 태도에서는 집단 간 유의미한 차이가 없었다. 새로운 수업에 대한 인식 조사 결과, 과반수의 학생들이 비유 만들기를 어려워하였으며, 수업 단계 중 적절한 비유를 찾기를 가장 어려워하였다. 이에 대한 교육학적 함의를 논의하였다.

주제어: 비유 만들기, TWA 모델, 개념 학습

ABSTRACT. This study investigated the effect of an instruction using generating analogy on scientific conceptual understanding, science learning motivation, attitude toward science instruction, and perception of instruction. Two classes of seventh graders at a middle school in Seoul were randomly assigned to the treatment group and the control group, and they were taught about 'the motion of molecules' for 5 class hours. The instruction for treatment group was developed based on the Glynn's Teaching-With-Analogy model. Two-way ANCOVA results revealed that the scores of the treatment group were significantly higher than those of the control group in the conception test. However, there was no significant difference between two groups in the science learning motivation test and the test on the attitude toward science instruction. Survey results on the students' perception of instruction showed that generating analogy was hard for the greater part of students, and finding appropriate analog was the most difficult work. Educational implications are discussed.

Keywords: Generating Analogy, TWA Model, Concept Learning

서 론

과학 수업에서 제시되는 비유는 추상적인 정보를 구체적인 형태로 표상하고, 새로운 정보가 기존의 인지 구조에 능동적으로 동화되도록 자극함으로써 학습의 효율을 높인다고 알려져 있다.^{1,2} 이에 비유는 오래 전부터 과학 수업에서 사용되어 왔으며, 과학 교과서에도 다양하게 제시되어 있다.³ 그러나 실제 수업에서는 교사가 비유를 제시하면 학생들이 수동적으로 받아들이는 방식으로 진행되고 있어서⁴ 비유의 효과가 크지 않을 가능성이 제기되고 있다.⁵ 또한, 비유는 주로 교사의 경험이나 지식에서 유도되기 때문에 학생들에게 비유물이 친숙하지 않을 수 있다. 이처럼 생소한 비유물을 사용할 경우 비공유 속성들을 공유 속성으로 잘못 파악하여 오개념이 생길 수 있으므로 오히려 비유가 후속 개념의 발달을 방해하기도 한다.⁶

이러한 비유 사용의 제한점을 극복할 수 있는 방안의 하나로 학생 자신의 경험에서 비유물을 선택하여 선지식과 새로운 개념의 관계를 이끌어내는 비유 만들기 활동이 제안되었다.⁶ 비유를 만드는 동안 학생들은 자신의 선지식을 확인하고 이를 새로운 상황과 연결함으로써 수업 과정에 적극적으로 참여하게 된다. 이러한 과정을 통해 비유 만들기 활동이 학생들의 인지 능력 향상과 개념 변화에 유용하다^{7,8}고 보고되고 있다. 그러나 지금까지의 비유 만들기에 대한 연구들은 학생들이 비유를 만들고 수정·보완하는 활동에서 개념을 획득해 가는 과정을 기술한 정성 연구가 대부분이며,^{9,10} 이를 실제 수업에 적용하고 그 효과를 검증한 실험 연구는 거의 이루어지지 않았다.

비유 만들기를 활용한 수업의 과정은 일반적으로 '교사에 의한 목표 개념 소개와 설명', '학생 스스로 목표 개념에 대한 비유 만들기', '목표 개념과 비유물 사이의 유사점과 차이점을 확인하여 비유를 현상에 적용하기', '비유물의 적절성 토론하기'의 네 단계로 이루어진다.⁶ 이 중 세 번째 단계인 목표 개념과 비유물 사이의 유사점과 차이점을 확인하는 단계는 대응 과정과 제한점 찾기가 진행되는 과정으로써, 효과적인 비유 사용을 위해 가장 중요한 부분이다. 대응 과정은 여러 가지 측면에서 비유물에 명확히 드러나 있지 않은 일련의 일대일 관계를 찾는 것으로 지식의 전이를 돕는 비유적 사고를 촉진시키며,¹¹ 제한점 찾

기는 비유물과 목표 개념 사이의 비공유 속성을 공유 속성과 혼동하지 않도록 비유가 성립되지 않는 부분도 함께 언급하는 것이다.¹² 즉, 비유를 사용할 때에는 비유물과 목표 개념 간의 공유 속성을 명확히 부각시키고 제한점을 인식시키는 것이 중요하므로³ 비유 만들기 활동에서도 이 두 과정을 체계적으로 적용시킬 필요가 있다.

비유의 전달을 체계적으로 안내하기 위한 수업 모델로 TWA(Teaching-With-Analogy)를 들 수 있다. TWA 모델¹³은 목표 개념 소개, 비유물 소개, 비유물의 특징 열거, 유사성 대응, 결론 도출, 비유물의 한계 논의 등 Wong⁶이 제안했던 학생들이 비유를 만들고 과학 현상에 적용·변형해보는 수업 단계보다 좀 더 세분화된 과정을 포함하고 있다. 학생들은 유사성 대응 단계에서 자신이 만든 비유를 체계적으로 점검하고, 비유물의 한계 논의 단계에서 비공유 속성에 대해 검토하게 되므로, 비유가 목표 개념과 완전히 일치하지 않음으로써 파생되는 비유 학습의 부정적인 영향을 줄여줄 수 있다.^{12,15} 따라서 TWA 모델에서 제시된 각 수업 단계를 비유 만들기에 적합하게 수정·보완한 수업은 학생들이 각 목표 개념을 이해하는데 도움을 줄 것으로 기대된다.

한편, 수업에서의 비유 사용¹¹의 효과나 비유 만들기^{14,15} 활동은 학생들의 인지 수준에 따라 달라질 수 있다고 보고되었다. 이는 학생들의 비유물에 대한 친숙도, 사전 지식, 경험 또는 사고력의 수준에 따라 학생들이 비유물과 목표 개념과의 관계를 이해하는 정도가 다른 데서 그 원인을 찾아볼 수 있다. 비유 만들기를 이용한 수업은 기존 교사 중심의 비유 수업이나 단순히 학생들이 비유를 만들어 수정·변형해보는 수업과는 달리, 학생 스스로 비유를 만들고, 자신이 만든 비유와 목표 개념과의 유사점/차이점 분석 및 자신이 만든 비유에 대한 적절성 등을 생각해볼 수 있는 구체적인 단계를 제공하므로, 학습 수준이 낮은 학생들에게도 효과적일 것으로 기대된다. 따라서 비유 만들기를 이용한 수업이 사전 성취 수준에 따라 어떤 영향을 미치는지 알아볼 필요가 있다.

이에 이 연구에서는 비유 만들기를 이용한 수업의 효과를 조사하기 위해 인지적, 정의적 측면에서 전통적인 수업과 비유 만들기를 이용한 수업을 비교하고, 학생들이 만든 비유의 특징을 살펴보았다. 이를 위해 개념 이해도, 과학 학습 동기, 과학 수업에 대한 태도

빛 비유 만들기를 이용한 수업에 대한 학생들의 인식을 조사하였으며, 수업 처치와 사전 성취 수준에 따른 상호 작용 효과를 조사하였다.

연구 방법 및 절차

연구 대상

이 연구는 서울시에 소재한 남녀 공학 중학교의 1학년 학생 62명을 대상으로 하였다. 중간고사 과학 성적과 학급 분위기가 유사한 2개 학급을 선정하여, 비유 만들기를 이용한 수업 집단(처치 집단)과 통제 집단으로 배치하였다. 학생들의 사전 성취 수준은 중간고사 과학 성적에 기초하여 상위와 하위로 구분하였으며, 각 집단의 성취 수준별 학생 수는 Table 1과 같다.

연구 절차

사전 검사로 과학 학습 동기 검사와 과학 수업에 대한 태도 검사를 실시하였다. 처치 전 수업 담당 교사와의 면담 및 워크숍을 통하여 교사에게 교수 방법에 대하여 숙지시킨 후, 수업 처치 이전에 연구 대상이 아닌 학급에서 새로운 방식의 수업을 연습하였다. 처치 집단 학생들에게 새로운 수업 방법에 대한 오리엔테이션 및 연습을 1차시 동안 진행하였으며, 중학교 1학년의 '분자의 운동' 단원 5차시 동안 수업 처치를 진행하였다. 연구자가 각 집단의 수업을 2-3회 참관하여 수업 처치가 연구 계획대로 진행되는지 확인하였다. 수업 처치가 끝난 후, 개념 이해도 검사, 과학 학습 동기 검사, 과학 수업에 대한 태도 검사, 비유 만들기를 이용한 수업에 대한 인식 검사를 실시하였다.

수업 내용 및 방법

통제 집단에서는 교사의 강의 및 문제 풀이 위주의 수업을 진행하였다. 처치 집단에서는 TWA 모델의 일부 단계를 수정한 비유 만들기 수업 모형에 따라 수

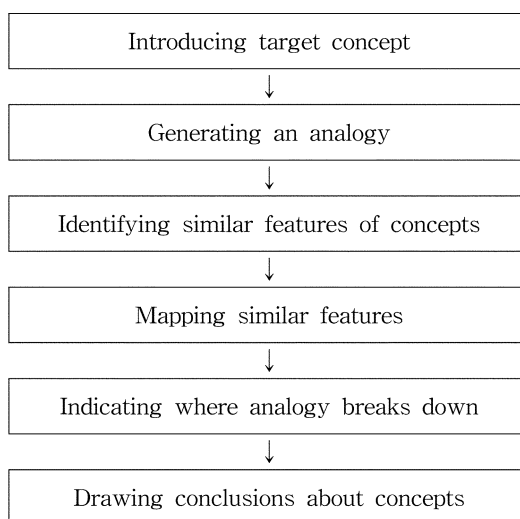


Fig. 1. Process of an instruction model generating student analogy.

업을 전개하였다. 비유 만들기를 이용한 수업의 절차는 Fig. 1과 같다.

1단계인 목표 개념에 대한 소개는 학습할 목표 개념을 학생들에게 소개하는 단계로 시범 실험을 통해 진행하였다. 본 연구에서 학생들이 만든 비유의 목표 개념은 '아세톤 분자의 증발', '잉크 분자의 확산', '풍선 속 기체 분자의 수와 압력의 관계', '피스톤 속 공기의 부피와 압력의 관계', '가열한 풍선의 부피와 온도의 관계' 등이었다. 2단계인 비유 만들기에서는 학생들이 직접 목표 개념을 설명할 수 있는 비유를 그림이나 글로 만들어봄으로써 그 비유물이 학생들에게 친숙해지도록 하였다. 3단계에서는 비유 선정 이유를 서술하여 비유물이 갖는 특징을 생각해보게 하였고, 4단계에서는 빈칸 채우기 형식으로 비유물과 목표 개념의 유사성을 일대일로 대응시키는 과정을 통하여 비유를 목표 개념과 관련짓도록 하였다. 그 후 비유 사용으로 인해 유발되는 오개념에 주의하도록 TWA 모델 5, 6단계의 순서를 바꾸어 진행하였는데,¹⁶ 우선 학생들이 만든 비유와 목표 개념과의 차이점을 서술하도록 하여 비유물이 갖는 제한점을 생각해볼 수 있게 한 후, 마지막으로 학급 내 발표를 통해 만든 비유를 공유하고, 학습 내용을 정리하도록 하였다. 학습 과정이 진행되는 동안 교사는 순회하면서 학습 상황을 점검하였다.

Table 1. Numbers of the subjects by the prior achievement level

	Control Group	Treatment Group
High	16	16
Low	15	15
Total	31	31

검사 도구

개념 이해도 검사는 ‘분자의 운동’, ‘확산’, ‘기체의 압력’, ‘기체의 압력과 부피의 관계’, ‘기체의 온도와 부피의 관계’와 관련된 분자 수준의 개념 이해 정도를 알아보기 위해, 선행 연구¹⁷를 참고로 5개의 문항으로 개발하였다. 각 문항은 문제 상황에 대해 분자 수준의 그림을 그리고, 그에 대한 설명을 적도록 구성하였다. 개념 검사지는 과학 교육 전문가 3인과 현직 교사 2인으로부터 안면 타당도를 검증받았으며, 본 연구에서의 내적 신뢰도(Cronbach’s α)는 .66이었다. 과학 학습 동기 검사는 과학 학습에 대한 주의 집중(attention), 관련성(relevance), 자신감(confidence), 만족감(satisfaction)을 측정하기 위해 사전, 사후 검사 모두 Simplified Instructional Materials Motivation Scale¹⁸ 16문항을 사용하였다. 검사지는 모두 5단계 리커트 척도로 구성하였으며, 본 연구에서의 내적 신뢰도(Cronbach’s α)는 사전, 사후 검사에서 각각 .84, .85였다. 과학 수업에 대한 태도 검사지는 Test of Science-Related Attitudes¹⁹ 중에서 ‘과학 수업의 즐거움’ 범주에 해당하는 5단계 리커트 형식의 10문항을 사용하였다. 검사지의 내적 신뢰도(Cronbach’s α)는 사전, 사후 검사에서 각각 .87, .86이었다. 비유 만들기를 이용한 수업에 대한 인식 검사는 수업에 대한 장단점을 서술형으로 기록하고, 비유 만들기 활동 중 가장 어려웠던 단계와 비유 만들기가 어려웠던 개념을 선택한 후 그 이유를 서술하도록 하였다.

분석 방법

개념 이해도 검사는 Noh와 Schermann¹⁷의 기준을 이용하여 총 13점 만점으로 채점하였다. 각 문항의 목표 개념을 설정하고, 1번과 3번 문항은 2점 만점으로, ‘비과학적인 이해’는 0점, ‘오개념이 포함된 부분적 이해’ 및 ‘오개념이 없는 최소한의 이해’는 1점, ‘과학적 이해’는 2점으로 채점하였다. 그리고 2, 4, 5번 문항은 3점 만점으로, ‘비과학적인 이해’는 0점, ‘오개념이 포함된 부분적 이해’ 및 ‘오개념이 없는 최소한의 이

해’는 1점, ‘오개념이 하나 포함된 충분한 이해’ 및 ‘부분적 이해’는 2점, ‘과학적 이해’는 3점으로 채점하였다. 채점의 신뢰도를 높이기 위해 일부 학생의 검사지를 무작위로 추출하여 2인의 연구자가 분석한 결과를 비교하는 과정을 반복하였다. 최종적으로 분석자간 일치도가 .95임을 확인한 후, 연구자 중 1인이 모든 검사지를 채점하였다. 통계 분석은 수업 처치를 독립 변인으로, 1학기 중간고사 과학 성적을 구획 변인으로 하는 2x2 요인 방안에 의한 이원 공변량 분석(two-way ANCOVA)을 실시하였다. 개념 이해도 검사는 1학기 중간고사 전체 성적을, 과학 학습 동기 검사와 과학 수업에 대한 태도 검사는 각각의 사전 검사 점수를 공변인으로 사용하였다.

연구 결과 및 논의

개념 이해도에 미치는 효과

개념 이해도 검사의 집단별 평균, 표준 편차 및 교정 평균을 Table 2에 제시하였다. 분석 결과, 처치 집단(7.53)과 통제 집단(6.31)간 교정 평균의 차이는 통계적으로 유의미하게 나타났으며($MS=24.70$, $F=9.87$, $p=.003$), 수업 처치와 사전 성취 수준 사이의 상호작용 효과는 나타나지 않았다($MS=4.81$, $F=1.92$, $p=.171$). 즉, 사전 성취 수준에 상관없이 새로운 수업 방법이 강의식 수업 방법보다 분자 수준의 개념 이해에 효과적이었다.

‘분자의 운동’ 단원은 물질의 입자성이 강조되며, 거시적인 현상에 대한 미시적인 개념을 이해해야 하므로 학생들이 어려워하는 내용 중 하나이다.²⁰ 그러므로, 분자 운동 개념을 설명하기에 적합한 비유를 선정하는 것 또한 쉽지 않다. 한 예로, 증발을 설명하는 비유를 만들기 위해서는 우선 끊임없이 스스로 움직이는 비유물을 찾아야 한다. 또한, 증발 과정에서 분자가 보존되듯이 비유물은 크기와 모양, 수 등이 보존되어야 하며, 빈 공간에 골고루 분포하여야 한다. 그러나 위에 언급된 속성들을 모두 만족하는 비유물

Table 2. Means, standard deviations, and adjusted means of the conception test scores

Achievement level	Control Group		Treatment Group	
	M (SD)	Adj. M	M (SD)	Adj. M
High	7.44 (2.03)	6.81	8.31 (1.66)	7.52
Low	4.93 (1.53)	5.67	6.80 (1.90)	7.49
Total	6.23 (2.19)	6.31	7.58 (1.91)	7.53

을 찾기란 매우 어려운 일이다. 반면 비유 만들기를 이용한 수업에서는 비유물이 지닌 공유 속성을 고려하여 비유로 만든 후, 제한점 찾기 단계에서 증발과 일치하지 않는 비공유 속성을 언급함으로써 오히려 목표 개념에 대한 이해의 폭을 넓힐 수 있다. 또한, 학생들은 '분자'에 대응되는 비유물을 자신의 경험에서 선택하기 때문에 새로운 개념을 친숙하게 받아들일 수 있고, 비유물의 적절성을 검토하는 과정에서 끊임없이 목표 개념에 대해 생각하게 된다. 즉, 이 연구에서의 비유 만들기를 이용한 수업은 학생 스스로 자신의 선지식을 확인하여 새로운 개념과 비교하는 학생 주도적인 학습 환경을 조성하여 줌으로써 개념 이해도를 향상시킨 것으로 보인다.^{6,7,10}

학생들에게 친숙한 소재들인 '펭귄'과 '모기'를 비유물로 선정하여 제시했을 때, 학생들이 만든 비유의 예는 다음과 같다. 지수(본 논문에 사용된 이름은 모두 가명임)는 '아세톤 분자의 증발'을 설명하기 위해 '펭귄'을 이용하였는데, '아세톤 액체의 표면'은 '물과 육지의 경계면'에, '아세톤 액체의 표면에서 분자가 증발하는 현상'은 '펭귄이 물로 뛰어 들어가는 것'에 대응된다. '풍선 속 기체 분자의 수와 압력의 관계'를 '모기'를 이용하여 설명한 경호의 비유에서는 '공기 분자가 풍선의 안쪽 벽에 부딪쳐 압력이 나타나는 것'이 '모기가 사람을 무는 것'에, '풍선에 공기를 불어 넣을 때 풍선 속 공기 분자의 수가 증가하여 풍선이 팽팽해지는 현상'은 '모기의 수가 증가하여 더 많이 물리게 되는 현상'에 대응된다. 지수는 자신의 비유에서 분자가 모두 동일하며, 물리적 변화시 분자는 보존되지만 비유에 사용된 펭귄의 겉모습은 모두 다른 것을 비유의 제한점으로 들었고, 경호는 모기가 생물이기 때문에 무는 행위가 우연에 기인함을 제한점으로 언급하였다.

지수: (1차시) 아세톤 분자를 펭귄이라고 하면, 증발 현상은 물 밖에 모여 있는 펭귄들이 물 가까이 있는 펭귄부터 물로 뛰어 들어가는 것에 비유할 수 있다. 그러나 펭귄은 각각 모양과 크기, 그리고 종류가 다를 수 있으므로 실제 아세톤 분자와는 차이가 있다.

경호: (1차시) 기체 분자를 모기라 하면, 공기 분자가 풍선의 안쪽 면에 부딪쳐 압력을 나타내는

것은 모기가 사람을 무는 것으로 비유할 수 있다. 그리고 풍선에 공기를 불어넣었을 때 풍선 속 공기 분자의 수가 증가하여 풍선이 팽팽해지는 것은 모기가 많을수록 모기에 물릴 확률이 높은 것으로 비유할 수 있다. 그러나 모기는 지능이 있어서 물 수도 있고 물지 않을 수도 있기 때문에 기체의 압력과는 약간 차이가 있다.

한편, 비유 만들기가 어려운 목표 개념의 경우에는 학생들이 만든 비유들이 유사한 형태가 많았다. 승훈이의 비유는 '가열한 풍선의 부피와 온도의 관계'를 설명하는 것으로, 사람을 기체 분자로 선정하여 장소나 날씨에 따라 사람들의 움직임이 달라짐을 표현한 것이다. 즉, 따뜻한 곳에서는 사람들의 움직임이 활발해지고, 추운 곳에서는 둔해진다는 비유였는데, 이와 유사한 형태로 만들어진 비유가 전체의 69%나 되었다. 이는 학생들이 만들어내는 비유의 종류나 질은 목표 개념의 특성이나 난이도에 의해 영향을 받을 수 있음을 의미한다.

승훈: (5차시) 플라스크 속의 기체 분자를 사람이라 하면, 화창한 날 사람들이 밖으로 나와 활발히 움직여 부딪치는 횟수가 많아지고 거리를 늘려야 할 때는 플라스크를 뜨거운 물에 넣어 풍선의 부피가 증가하는 현상에 비유할 수 있다. 반면, 날씨가 추워 사람들이 움츠러들면 공간을 적게 차지하므로 거리가 좁아져도 된다. 하지만 내가 만든 비유에서는 사람들이 각기 다른 모습이고, 실제로 사람들의 움직임에 따라 거리가 넓어지거나 줄어들지 않으며, 더울 때 더 움직이지 않으려고 하는 사람들도 있으므로 실제 사물의 법칙과는 약간 차이가 있다.

과학 학습 동기와 과학 수업에 대한 태도에 미치는 효과

과학 학습 동기 검사와 과학 수업에 대한 태도 검사의 평균, 표준 편차 및 교정 평균을 Table 3에 제시하였다. 과학 학습 동기 검사의 경우, 처치 집단의 교정 평균(3.37)이 통제 집단의 교정 평균(3.25)에 비해 높았으나, 수업 처치에 따른 주효과($MS=0.1$, $F=0.5$, $p=.829$)나 상호작용 효과($MS=0.7$, $F=3.3$, $p=.566$)는 나타나지 않았다. 과학 수업에 대한 태도 검사에서도 처

Table 3. Means, standard deviations, and adjusted means of the test scores of the learning motivation and the attitude toward science instruction

	Control Group		Treatment Group	
	M(SD)	Adj. M	M(SD)	Adj. M
Motivation				
High	3.22 (.53)	3.18	3.31 (.68)	3.12
Low	3.25 (.65)	3.45	3.61 (.54)	3.64
Total	3.23 (.58)	3.25	3.45 (.63)	3.37
Attitude				
High	3.60 (.56)	3.60	3.63 (.46)	3.56
Low	3.41 (.58)	3.46	3.55 (.62)	3.55
Total	3.51 (.57)	3.50	3.59 (.53)	3.54

치 집단의 교정 평균(3.54)이 통제 집단의 교정 평균(3.50)과 유사하여 수업 처치에 따른 주효과($MS=.01, F=.05, p=.829$)가 없었으며, 상호작용 효과도 나타나지 않았다($MS=.07, F=.33, p=.566$). 즉, 비유 만들기를 이용한 수업은 학생들의 과학 학습 동기와 과학 수업에 대한 태도에 영향을 미치지 못하였다.

이러한 결과는 연구가 진행된 5차시 동안 유사한 목표 개념에 대해 매 차시 비유를 만드는 활동이 학생들의 과학 학습 동기와 과학 수업에 대한 태도 향상에는 효과적이지 않았을 가능성을 시사한다. 다음에 제시된 것과 같이 중현이의 경우 분자를 물고기에 비유하여 '잉크 분자의 확산'과 '피스톤 속 공기의 부피와 압력의 관계'를 설명하였다. 이와 유사하게 혜연이는 '풍선 속 기체 분자의 수와 압력의 관계'와 '피스톤 속 공기의 부피와 압력의 관계'를 설명할 때 공기 분자를 햄스터에 비유하였다.

중현: (2차시) 잉크 분자를 연어 새끼라 하고, 물 분자를 바닷물이라 하면 부화한 연어 새끼들이 강에서 바다로 나가는 것이 잉크 분자들이 스스로 운동하여 퍼져 나가는 현상과 비슷한 것 같다. 그러나 연어 새끼들은 걸모습이 약간씩 다르기 때문에 실제 확산과는 조금 차이가 있다.

중현: (4차시) 물고기가 바다에 있을 때에는 피스톤을 당겼을 때처럼 공간이 넓어 덜 부딪치지만, 어항 속에 넣으면 피스톤을 눌렀을 때처럼 공간이 좁아져 벽면에 많이 부딪친다. 하지만 내가 만든 비유는 공기 분자에 해당하는 물고기가 모두 다른 모습이고, 물고기는 어항에 별

로 부딪치지 않아서 약간 차이가 있다.

혜연: (3차시) 공기 분자를 햄스터라 하면, 공기 분자가 풍선의 안쪽 벽에 부딪쳐 압력이 나타나는 것은 햄스터가 케이지 벽에 부딪치는 것에 비유할 수 있다. 공기 분자 수가 증가하여 풍선이 팽팽해지는 것은 햄스터가 여러 마리로 늘 때 벽에 부딪치는 횟수가 증가하는 것으로 생각할 수 있다. 그러나 햄스터는 많이 움직이지 않기 때문에 공기 분자와는 약간 차이가 있다.

혜연: (4차시) 피스톤을 누를 때는 햄스터 세 마리가 작은 케이지에서 움직일 때로, 피스톤을 당겼을 때 부피가 증가하는 것은 햄스터들이 큰 케이지에서 별로 안 부딪치며 움직이는 것으로 생각해볼 수 있다. 그러나 햄스터는 똑같이 생기지 않았고, 암수의 구별도 있어 보일의 법칙과는 조금 다르다.

이상의 예에서 보듯이 각 차시별 목표 개념에 따라 비유물의 운동 상태와 배열이 달라지는 비유를 만들고 검토하는 과정에서 유사한 비유물이 반복적으로 사용됨으로써 학생들의 수업에 대한 관심과 흥미가 떨어졌을 가능성이 있다.

비유 만들기를 이용한 수업에 대한 인식 조사

처치 집단을 대상으로 실시한 비유 만들기를 이용한 수업에 대한 인식 조사 결과를 유형별로 분류하였다. 학생들은 비유 만들기 수업이 흥미를 유발하고(10명), 배운 내용을 더 쉽게 이해할 수 있게 한다(10명)

는 것을 가장 큰 장점으로 여겼다. 또한, 비유를 만들어 자신의 생각을 표현할 수 있으며(5명), 일상생활 속에서 비유의 소재를 찾기 때문에 생활과 연관지어 생각할 수 있다(4명)고 응답하였다. 일부 학생들은 비유 만들기를 통해 상상력과 창의력을 키울 수 있고, 배운 내용을 오래 기억하게 해준다고 응답하기도 하였다.

비유 만들기를 이용한 수업의 단점에 대해서는 많은 학생들이 비유를 생각해내기 어렵거나(17명), 만들 시간이 부족하다(5명)고 응답하였다. 교사의 설명이 줄어든다는 점(3명)과 잘못된 개념을 가지게 된다(2명)는 의견도 있었다. 학생들은 이러한 단점을 개선하기 위해 교사가 몇 가지 비유 예시를 들어주고 학생들이 이를 변형하여 비유를 만들거나, 제시된 비유 중 가장 적절하다고 생각하는 비유를 선택하는 활동을 병행할 것을 제안하기도 하였다.

비유 만들기 활동이 어려웠는지에 대한 질문에서 15명의 학생이 어려웠다고 응답한 반면에 14명의 학생들은 쉬웠다고 응답하였고, 2명의 학생들은 개념에 따라 난이도가 다르다고 응답했다. 어려웠다고 응답한 이유로는 '적절한 비유물이 생각나지 않아서', '유사한 비유 만들기가 많아서 헷갈려서' 등이 있었으며, 쉬웠다고 응답한 이유로는 '일상생활에서 소재를 찾을 수 있어서', '그림으로도 표현할 수 있어서' 등이 있었다. 어려웠던 비유 활동 단계로는 적절한 비유 생각해내기(19명)가 가장 많았고, 제한점 찾기(9명), 대응 관계 찾기(2명)의 순으로 응답하였다. 비유 만들기가 어려웠던 목표 개념으로는 기체의 온도와 부피(12명), 기체의 압력과 부피(11명), 기체의 압력(7명), 확산(2명), 증발(2명) 순으로 조사되었다. 이처럼 적절한 비유 찾기나 제한점 및 대응 관계 찾기 등의 요소로 인하여 비유 만들기 활동이 학생들에게 어렵게 느껴질 수 있으며, 이 점이 과학 학습 동기나 과학 수업에 대한 태도에도 간접적인 영향을 미친 것으로 볼 수 있다.

결론 및 제언

새로운 개념을 학습하는 과정에서 보다 친숙하게 접근할 수 있는 소재를 활용하여 개념 구조를 효과적으로 파악하게 하는 비유의 교육적 활용이 강조되고 있다.²¹ 그러나 교사가 제시한 비유가 학생들에게 친숙하지 않거나 비유물과 목표 개념 사이의 전이가 어

려우면 비유의 효과가 감소된다. 이를 극복할 수 있는 방안의 하나로 이 연구에서는 비유 만들기 활동이 체계적으로 이루어지도록 고안한 수업의 효과를 조사하였다.

연구 결과, 비유 만들기에 대한 선행 연구들^{14,15}에서는 학생들의 사전 지식이 학습의 성공 여부를 결정하는데 중요 요인이라고 하였으나, 본 연구의 비유 만들기를 이용한 수업은 상위 학생들뿐만 아니라 하위 학생들의 개념 이해에도 효과적인 것으로 나타났다. 이는 학생들이 비유를 만드는 동안 새로운 개념에 친숙해지고, 생각을 주도적으로 갖는 데 적극 참여함으로써 자신의 지식을 확인하고 개발하며, 개념에 대한 이해도가 향상된 것으로 보인다.²² 또한, 대응 과정을 통해 공유 속성을 정리하고, 제한점 찾기를 통해 비유가 지닌 비공유 속성에 대해 생각해볼게 하는 등의 체계적인 활동 과정이 개념 이해를 돕고, 비유 사용으로 인한 부정적 효과를 줄인 것으로 생각된다. 비유 만들기를 이용한 수업의 효과는 처치 집단 학생들의 인식 조사 결과에서도 나타났다. 비유 만들기 활동을 경험한 학생들은 비유 만들기를 통해 배운 내용을 쉽게 이해할 수 있었고, 자신의 생각을 표현할 수 있어서 좋았다고 응답하였다.

반면 비유 만들기를 이용한 수업은 사전 성취 수준에 관계없이 학생들의 과학 학습 동기나 과학 수업에 대한 태도 측면에서는 효과적이지 못했다. 수업에 대한 인식 조사에서 비유 만들기가 어렵고 적절한 비유물을 생각해내기가 힘들다는 학생이 적지 않았던 점을 고려한다면, 비유 만들기 활동의 어려움이 학습 부담으로 작용했을 가능성이 있다. 또한, 짧은 기간에 유사 목표 개념에 대해 반복적으로 비유를 만드는 과정이 학생들의 관심과 흥미를 저하시킬 수 있다는 점도 간과할 수는 없다. 따라서 창의성과 인지적인 능력을 요구하는 비유 만들기 과정이 학생들에게 주는 학습 부담을 줄이기 위한 방안이 마련될 필요가 있다. 즉, 몇 가지 비유를 예로 제시하고 이를 활용하게 함으로써 학생들이 비유를 생각해 낼 때 겪는 어려움을 줄여준다거나 목표 개념이 갖는 속성과 비유 만들기에서 고려해야 할 제한점들을 정리한 체크리스트를 제공하는 등 안내된 비유 만들기 활동이 이에 대한 방안이 될 수 있을 것이다.

한편, 학생들이 만든 비유는 학생의 개념 이해를 도와주는 좋은 도구일 뿐만 아니라 학생들의 개념 이해

정도를 파악하는 도구로 사용될 수 있다. 그러나 보다 효과적인 비유 사용을 위해서는 대상 목표 개념에 대해 학생들이 쉽고 다양한 형태의 비유를 만들 수 있는지, 목표 개념에 대한 이해보다 비유 만들기가 더 어려운 것은 아닌지 사전에 충분히 고려할 필요가 있으며, 학생들의 창의적인 사고를 유도하기 위한 방안 마련이 필요하다. 또한, 학생들이 만든 비유에 대하여 적절한 피드백을 제공해 주면 학생들의 개념 변화를 유도할 수도 있으므로 학생들이 만든 비유와 개념 이해도의 관계는 향후에도 연구되어야 할 것으로 생각된다.

인용문헌

1. Duit, R. *Science Education* 1991, 75, 649.
2. Thiele, R. B.; Treagust, D. F. *Using analogies in secondary chemistry teaching*; Science and Mathematics Education Centre, Curtin University of Technology: Perth, Australia, 1991.
3. Thiele, R. B.; Treagust, D. F. *Journal of Research in Science Teaching* 1994, 31, 227.
4. Tsai, C-C. *Journal of Science Education and Technology* 1999, 8, 83.
5. 노태희; 변순화; 전경문; 권혁순 *한국과학교육학회지* 2003, 23, 246.
6. Wong, E. D. *Journal of Research in Science Teaching* 1993, 30, 367.
7. Cosgrove, M. *International Journal of Science Education* 1995, 17, 295.
8. Pittman, K. M.; Beth-Halachmy, S. *The role of prior knowledge in analogy use*; Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, Chicago, U. S. A., 1997.
9. Clement, J. *International Journal of Science Education* 1998, 20, 1271.
10. Mason, L. *Collaborative reasoning on self-generated analogies: Conceptual growth in understanding scientific phenomena*; Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, San Francisco, U. S. A., 1995.
11. 노태희; 김창민; 권혁순 *한국과학교육학회지* 1999, 19, 107.
12. Glynn, S. M. In *The Psychology of Learning Science*; Glynn, S.; Yeany, R.; Britton, B., Eds.; Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, U. S. A., 1991; p 219-240.
13. Glynn, S. M. In *Children's comprehension of narrative and expository text: Research into practice*; Muth, K. D., Ed.; International Reading Association, Neward, U. S. A., 1989; p. 185-204
14. Sutala, V.; Krajcik, J. S. *The effective use of analogies for solving mole problems in high school chemistry*; Paper presented to the sixty-first annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Lake Ozark, U. S. A., 1988.
15. Zook, K. B.; Maier, J. M. *Journal of Educational Psychology* 1994, 86, 589.
16. Harrison, A. G.; Treagust, D. F. *Journal of Research in Science Teaching* 1993, 30, 1291.
17. Noh, T.; Scharmann, L. C. *Journal of Research in Science Teaching* 1997, 34, 199.
18. Song, S. H. *The effects of motivationally adaptive computer-assisted instruction developed through the ARCS model*. Unpublished doctoral dissertation, Florida State University, U. S. A., 1998.
19. Fraser, B. J.; Fisher, D. L. *Journal of Research in Science Teaching* 1986, 23, 387.
20. Abraham, M. R.; Williamson, V. M.; Westbrook, S. L. *Journal of Research in Science Teaching* 1994, 31, 147.
21. Dagher, Z. R. *Science Education* 1995, 79, 295.