

포화 용액 개념 학습에서 비유 표현 방식과 언어적 학습 양식에 따른 비유 사용 수업의 효과

강훈식* · 서지혜

춘천교육대학교

The Effects of Instructions Using Analogies in Learning the Concept of Saturated Solution by Analogy Presentation Types and Verbal Learning Styles

Kang, Hunsik* · Seo, Jihye

Chuncheon National University of Education

Abstract: This study investigated the effects of the instructions using analogies in learning the concept of saturated solution by the analogy presentation types and the verbal learning styles upon the mapping understanding, the mapping errors, and the perceptions of the instruction. Fifth graders (N=123) at an elementary school were selected and assigned to VA (n=63) and VPA (n=60) groups. As a pretest, a test on the verbal learning style was administered. The students in the VA group learned the target concept with a verbal analogy, while those in the VPA group learned it with a verbal/pictorial analogy. After the students learned it, a mapping understanding test was administered. The students in the VPA group also administered the test on the perceptions of the instruction and some of them were interviewed in depth. The results revealed that the scores of the students with strong verbal learning preference in the VPA group were significantly lower than those in the VA group in the mapping understanding test. However, the scores of the students with weak verbal learning preference were not significantly different between the two groups. Five types of mapping errors were identified: failure to map, mismapping, rash mapping, impossible mapping, and mapping of a surficial feature. According to students' verbal learning styles, there were some differences in the frequencies of mapping errors in the two groups. Many students in the VPA group, regardless of their verbal learning styles, had positive perceptions of the instruction in various cognitive and motivational aspects. However, some of them also pointed out a few difficulties of the instruction. Educational implications of these findings are discussed.

Key words: analogy, mapping understanding, mapping error, perception, presentation type, learning style

I. 서 론

비유는 친숙하지 않은 새로운 개념을 친숙한 상황에 빗대어 설명하는 교수 전략으로, 초, 중등 과학교육 현장에서 널리 활용되고 있다(차정호 등, 2004; 최경희 등, 2003; 최선영, 2006). 비유 사용 수업의 효과는 학생들이 비유물 자체를 이해하는 과정과 비유물과 목표 개념의 공유 속성을 찾아내어 일대일로 대응시키는 과정의 성공 여부에 의해 결정된다(Taber, 2001). 즉, 학생들이 교사가 제시한 비유물을 잘 이해하여 목표 개념과 성공적으로 대응시킨다면 목표 개념을 올바르게 이해할 수 있지만, 비유물 자체를 이해

하지 못하거나 그 대응 과정을 어려워하여 다양한 오류를 범한다면 목표 개념을 올바르게 이해하지 못할 수 있다(권혁순 등, 2004; 김경순 등, 2006b; 김영민, 박희숙, 2000; Else *et al.*, 2003). 따라서 비유물 자체의 이해 과정 및 비유물과 목표 개념 간의 대응 과정을 올바르게 유도할 수 있는 방안을 모색할 필요가 있다.

이 과정들은 비유의 표현 방식에 의해 영향을 받는 것으로 알려져 있다. 예를 들어, 학생들은 비유가 글로만 표현될 경우 비유 상황 자체를 제대로 이해하지 못할 수 있고, 그림으로만 표현될 경우 그림에 내포된 속성들을 잘못 이해하여 대응 과정에서 오류를 범할

*교신저자: 강훈식(kanghs@cnu.ac.kr)

**2012.03.02(접수) 2012.03.23(1심통과) 2012.03.27(2심통과) 2012.03.29(최종통과)

수 있다(차정호 등, 2004; Thiele & Treagust, 1994). 이러한 제한점을 보완하기 위해 비유를 글과 그림으로 함께 표현하는 방법이 제안되었으나, 그 효과에 대해서는 다양한 주장들이 제기되고 있다. 즉 학생들은 자신의 선호도에 따라 글과 그림에 포함된 정보를 선택적으로 또는 상호 보완하여 수용함으로써 비유에 대한 해석의 오류가 감소할 수 있으므로, 비유 사용의 효과가 높아질 수 있다(김경순 등, 2008; 김영민, 박희숙, 2000; Huann-shyang *et al.*, 1996). 반면, 글과 그림에 포함된 정보를 연계 및 통합하여 해석하는 과정이 부가되어 대응 과정에서 더 많은 어려움을 겪을 수 있으므로, 개념 학습에 오히려 혼란을 초래할 수도 있다(강훈식 등, 2008b, 2008c; Donnelly & McDaniel, 1993; Sparks, 1996). 비유 표현 방식과 목표 개념 속성에 따라 학생들이 범하는 대응 오류 유형과 발생 빈도가 다른 양상을 보일 수도 있다(김경순 등, 2008). 따라서 비유 표현 방식에 따른 비유 사용 수업의 효과를 보다 명확하게 이해하기 위해서는 다양한 상황에서의 체계적인 실험 연구가 필요하다. 특히 비유 사용 수업에서 대응 과정의 중요성을 고려하여, 그 효과를 학생들의 대응 과정 측면에서 체계적으로 조사할 필요가 있다. 교과서에서 글과 그림으로 표현된 비유의 비중이 높으므로(차정호 등, 2004; 최경희 등, 2003; 최선영, 2006), 그 필요성은 더욱 크다고 할 수 있다.

그러나 지금까지 이에 관해서는 고등학생과 반응 속도 개념을 대상으로 대응 오류 관점에서 접근한 김경순 등(2008)의 연구만이 보고되었을 뿐, 다른 학년과 개념에서의 효과에 대한 정보는 거의 없는 실정이다. 초등학생들은 고등학생에 비해 언어 능력, 사고력, 인지 용량, 정보 처리 능력 등이 부족하므로(문선모, 2010; 박아청, 1999), 비유 표현 방식에 따른 효과는 초등학생과 고등학생의 경우에 다르게 나타날 수 있다. 즉, 고등학생보다 초등학생들은 글과 그림으로 표현된 비유를 통해 목표 개념을 이해하는 데 더 많은 도움을 받을 수도 있지만 반대로 더 혼란스러워 할 수도 있다. 따라서 비유 표현 방식에 따라 초등학생들이 거치는 대응 과정 및 이에 대한 인식을 실험 연구를 통해 체계적으로 조사할 필요가 있다.

한편, 비유 사용 수업은 학생들의 다양한 개별적 특성에 의해 영향을 받을 수 있는데, 그 특성 중 하나로

학습 양식을 고려해볼 수 있다. 학습 양식이란 학습 과정에서 나타나는 행동 양식으로서, 학습 자세 또는 선호하는 학습 환경, 학습 습관, 학습 방법, 학습 요령 등을 총괄하는 복합적인 학습자의 특성이다. 이러한 학습 양식은 정보를 선택하여 처리하는 능력과 학습 결과에 영향을 준다(임창재, 1996; Dunn & Dunn, 1999). 예를 들어, 언어적 정보를 통한 학습의 효과는 언어적 학습 양식의 영향을 받는 것으로 알려져 있다. 즉, 언어적 정보나 활동을 통해 학습하는 것을 선호하는 학생들이 선호하지 않는 학생들보다 언어적 정보나 활동이 중요시되는 교수-학습 전략을 통해 인지적·정서적 측면에서 더 긍정적인 효과를 나타내고 있다(강훈식, 2006; 조정자, 한광희, 2002; Dunn *et al.*, 1995; Lovelace, 2005). 따라서 언어적 정보를 통해 비유를 제시하는 수업에서도 학생들의 언어적 학습 양식에 따라 그 효과가 다를 수 있으나, 지금까지 이에 관한 연구는 보고된 바 없다.

이에 이 연구에서는 초등학생을 대상으로 포화 용액 개념 학습에서 비유 표현 방식과 언어적 학습 양식에 따른 비유 사용 수업의 효과를 대응 관계 이해도, 대응 오류, 수업에 대한 인식 측면에서 조사했다.

II. 연구 내용 및 방법

1. 연구 대상

강원도 소재 1개 초등학교에서 포화 용액 개념을 학습하지 않은 5학년 6학급의 학생 123명을 선정했다. 이 학생들을 글로만 표현된 비유를 제공하는 VA(verbal analogy) 집단과 글과 그림으로 표현된 비유를 제공하는 VPA(verbal/pictorial analogy) 집단으로 배치했다. 언어적 학습 양식 검사 점수의 중앙값에 기초하여 학생들을 상대적으로 언어적 학습 선호 학생과 비선호 학생으로 구분했으며, 이에 따른 집단별 사례 수는 표 1과 같다.

표 1
언어적 학습 양식에 따른 집단별 사례수

	VA 집단	VPA 집단	계
언어적 학습 선호	28	29	57
언어적 학습 비선호	35	31	66
계	63	60	123


2. 연구 절차

초등학교 교사들이 포화 용액 개념을 초등학생들에게 설명하기 위해 직접 만든 비유 중 발생 빈도가 높은 엘리베이터 탑승 상황 비유(강훈식, 2011)를 선정했다. 이 비유는 탑승 인원이 정해져 있는 엘리베이터에 사람들이 탑승하는 상황을 소재로 한 것이다. 이 비유를 바탕으로 비유 학습지와 대응 관계 이해도 검사지를 개발했다. 이때, VA 집단의 학습지는 글로만 표현된 비유를 사용하여 구성했고, VPA 집단의 학습지(그림 1)는 글과 함께 그림을 추가한 비유를 사용하여 구성했다. 연구 대상과 유사한 학생들을 선정하여 두 차례의 예비 연구를 실시한 후, 그 결과를 분석 및

반영하여 최종 교수-학습 자료와 검사지를 완성했다.


수업 시작 전에 참여 교사에게 수업 방법과 자료 및 수업 진행 시 주의할 점 등에 대해 안내했다. 사전 검사로 언어적 학습 양식 검사를 실시한 후, 비유 사용 수업을 실시했다. 즉, 학생들은 각 집단에 해당하는 학습지를 혼자서 15분 동안 스스로 학습했다. 그 후 대응 관계 이해도 검사를 약 25분 동안 실시했는데, 거의 모든 학생들이 주어진 시간 이내에 검사지를 작성했다. VPA 집단의 학생들에게는 수업에 대한 인식 검사도 실시했으며, 언어적 학습 선호 학생과 비선호 학생을 각각 4명씩 선정하여 학생들의 응답을 자세히 이해하기 위한 심층 면담도 실시했다. 면담은 학생에게 자신의 응답 내용을 다시 보고 이에 대해 자세히

포화 용액과 불포화 용액의 원리는 무엇일까?

 다음은 포화 용액과 불포화 용액 원리를 사람들이 엘리베이터를 타는 상황에 비유한 것입니다.

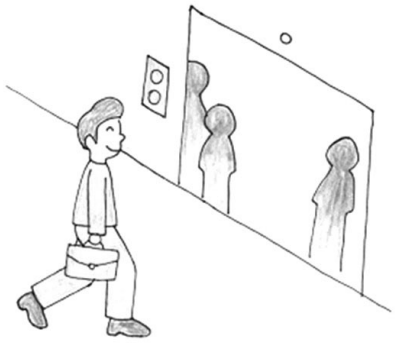
소금을 한 숟가락 넣고 유리막대로 저었을 때에는 물에 소금이 모두 녹지만, 소금을 계속 넣으면서 유리막대로 저으면 어느 순간부터는 소금이 물에 더 이상 녹지 않고 비커 바닥에 가라앉는다. 왜 이런 일이 생길까? 그 이유는 바로 물에 녹을 수 있는 소금의 양이 정해져 있기 때문이다. 이와 같이, 어떤 온도에서 일정량의 용매(예: 물)에 용질(예: 소금, 설탕)을 녹일 때, 용질이 최대한 녹아 있어서 더 이상 녹지 않는 용액을 포화 용액이라고 한다. 그리고 용질이 최대한 녹을 수 있는 양보다 적게 녹아 있어서 용질을 더 녹일 수 있는 용액을 불포화 용액이라고 한다.

이 원리는 10인승 엘리베이터에 사람들이 타는 상황에 비유하여 설명할 수 있다. 즉 10인승 엘리베이터에는 사람이 최대 10명까지 탈 수 있으므로 이미 10명이 모두 탔다면 더 이상 사람이 탈 수 없지만, 10명보다 적게 탄 엘리베이터에는 10명까지 사람이 더 탈 수 있다. 이와 같이 엘리베이터에 최대로 탈 수 있는 사람의 수가 정해져 있는 것처럼 ‘포화 용액과 불포화 용액’ 원리도 어떤 온도에서 일정량의 용매에 녹을 수 있는 용질의 양이 정해져 있다는 것에 기초한 것이다.



빠~익

<엘리베이터 정원만큼 사람이 탔을 때>



<엘리베이터 정원보다 사람이 적게 탔을 때>

그림 1 VPA 집단의 학습지

설명하도록 요구한 후, 답변이 이해가 안 될 경우에는 재차 질문하여 명확한 답변을 듣는 형태로 진행되었다.

2. 검사 도구

언어적 학습 양식 검사지는 Learning Preferences Questionnaire(Kirby *et al.*, 1988) 중에서 ‘언어적 학습 양식’ 범주에 해당하는 10문항을 번안하여 사용했다. 이 검사지는 ‘나는 어떤 일을 배울 때, 다른 사람이 하는 것을 보고 배우는 것보다 내가 직접 설명서를 읽고 배우는 것을 더 좋아한다.’, ‘나는 새로운 단어나 말을 배우는 것을 좋아한다.’ 등과 같이 언어적 정보나 활동을 통한 학습을 선호하는 정도를 측정하는 문항으로 구성되어 있다. 따라서 이 검사의 점수가 높을수록 언어적 학습을 선호함을 의미한다. 이 연구에서는 교사가 학생들에게 각 문항을 읽어준 후 응답하도록 했다. 모든 문항은 5단계 리커트 척도로 구성했으며, 이 연구에서의 내적 신뢰도(Cronbach's α)는 .60이었다.

대응 관계 이해도 검사지는 선행연구(김경순 등, 2008)의 검사지를 이 연구 상황에 맞게 수정하여 사용했다. 즉, 이 검사지는 비유물과 목표 개념의 유사점에 해당하는 공유 속성과 차이점에 해당하는 비공유 속성, 어디에도 해당되지 않는 관련 없는 속성을 비유물과 목표 개념의 속성들이 제시된 보기에서 각각 골라 대응시키고, 그 이유를 자세히 설명하는 형식의 3문항으로 구성했다(부록 1).

수업에 대한 인식 검사지는 학생들이 글과 그림으로 표현된 비유 학습지를 통해 혼자서 스스로 학습하는 수업의 장단점에 대한 인식을 자유롭게 서술하는 형태로 개발했다.

이렇게 수정 및 개발한 검사지는 연구 대상과 유사한 학생들을 대상으로 실시한 예비 연구와 과학교육 전문가 3인과 현직 초등학교 교사 3인의 검토를 통해 수정, 보완한 후 사용했다. 또한 학생들에게 각 검사에 답하는 방법에 대해 자세히 안내한 후 본 검사를 실시했으며, 검사 시간 동안 교사가 순회하면서 이에 대해 지속적으로 지도했다.

3. 분석 방법

대응 관계 이해도는 선행연구(노태희 등, 2009)를

바탕으로 비유물과 목표 개념의 공유 속성과 비공유 속성을 모두 고려하여 채점했다. 즉 공유 속성의 경우, 검사지에 제시된 목표 개념의 공유 속성(용매, 용질, 포화 용액, 불포화 용액, 용질이 용매에 최대로 녹을 수 있는 양)과 비유물의 공유 속성(엘리베이터, 사람, 10명이 탄 엘리베이터, 3명이 탄 엘리베이터, 엘리베이터 최대 탑승 인원)을 올바르게 연결하면 속성 1개당 1점을 부여하고, 연결 이유에 대해 올바르게 설명한 경우에는 1점을 추가하여 각 속성 당 2점 만점으로 채점했다. 비공유 속성의 경우에는 ‘온도’를 비유물과 목표 개념의 차이점으로 인식한 경우는 1점, 그 이유에 대해 올바르게 설명한 경우에는 1점을 추가하여 2점으로 채점했다. 결과적으로, 공유 속성(5개)에 대한 10점과 비공유 속성(1개)에 대한 2점을 합해 총 12점 만점으로 채점했다.

대응 오류 유형은 선행연구(김경순 등, 2008; 노태희 등, 2009)에서 사용한 분석틀에 기초하여 분류했다. 즉, 비유물의 표면적인 비공유 속성을 목표 개념에 대응시키는 ‘과잉 대응’, 서로 대응되는 공유 속성들을 대응시키지 않는 ‘대응 불이행’, 목표 개념과 비유물의 공유 속성들 중 대응되지 않는 속성들끼리 대응시키는 ‘부적절한 대응’, 목표 개념과 비유물의 공유 속성을 대응시켰으나 비유물의 속성을 그대로 사용하여 목표 개념을 설명하는 ‘비유물 속성 보유’, 목표 개념의 주요 속성이 비유물에 존재하지 않아 학생들이 나름대로 대응시키는 ‘불가능한 대응’, 비유물만의 비공유 속성을 목표 개념의 속성 중 아무 것이나 대응시키는 ‘무분별한 대응’, 목표 개념과 비유물의 공유 속성의 관계를 학생 자신의 경험이나 편견에 의해 인위적으로 변형 및 해석하여 잘못 대응시키는 ‘인위적 대응’, 목표 개념과 비유물의 속성에 제시된 단어의 표면적인 유사성에 의해 비유물과 목표 개념을 대응시키는 ‘표면적 속성 대응’으로 분류했다.

수업에 대한 인식은 학생들의 응답을 분석하여 의미 있게 통합될 수 있는 내용끼리 묶어 항목화했다. 즉, 글과 그림으로 표현된 비유 사용 수업의 장점은 내용 이해 향상, 대응 과정 촉진, 파지 능력 향상, 사고력 향상 등의 인지적 측면과 학습 동기 유발의 동기적 측면으로 항목화했다. 단점의 경우에는 많은 자료로 인한 내용 파악의 어려움, 집중력 저하, 많은 사고요구로 인한 어려움으로 항목화했다.

모든 분석의 신뢰도를 높이기 위해 일부 학생의 검사지를 무작위로 추출하고 이를 분석자 2인이 각자 독립적으로 분석하여 분석자 간 일치도가 90% 이상에 도달한 후, 분석자 중 1인이 모든 답안지를 분석했다. 애매모호한 응답의 경우에는 분석자 2인이 함께 논의하여 분석했다. 대응 관계 이해도 검사의 경우에는 수업처치를 독립변인, 언어적 학습 양식을 구획변인, 대응 관계 이해도 검사 점수를 종속변인으로 하는 이원변량분석을 실시했다. 이때 이원변량분석을 위한 기본 가정인 동변량성 가정은 만족했다. 대응 오류 유형과 수업에 대한 인식은 유형별 빈도 및 백분율(%)을 구했으며, 그 결과를 집단과 언어적 학습 양식에 따라 제시했다.

Ⅲ. 연구 결과 및 논의

1. 대응 관계 이해도에 대한 결과

대응 관계 이해도 검사 점수에 대한 평균과 표준편차를 표 2, 이원변량분석 결과를 표 3에 제시했다. 수업처치 및 언어적 학습 양식에 따른 주효과는 모두 통계적으로 유의미하지 않았다($p>.05$). 상호작용 효과는 통계적으로 유의미하지는 않았으나 경향성은 있었다($p=.072$). 이에 단순효과를 검증하기 위해 언어적 학습 선호 학생과 비선호 학생별로 독립표집 t -검증을 실시했다. 그 결과, 언어적 학습 선호 학생들의 경우 VA 집단의 평균(7.39)이 VPA 집단의 평균(5.45)보다 높았으며, 그 차이가 통계적으로 유의미했다($t=2.026, p=.048$). 반면, 언어적 학습 비선호 학생들의 경우에는 VA 집단의 평균(3.80)보다 VPA 집단의 평균(4.03)보다 높았으나, 그 차이가 통계적으로 유의미하지 않았다($t=.311, p=.757$). 이는 비유를 글로만 표현한 것보다 그림과 함께 표현한 것이 언어적 학습 선호 학생들의 비유물과 목표 개념 간의 대응 과

정에는 부정적인 영향을 미치는 반면, 비선호 학생들의 경우에는 의미 있는 영향을 미치지 못했음을 의미한다.

이런 결과는 학생들의 정보 처리 능력 관점에서 이해할 수 있다. 즉 글과 그림이 함께 제시될 경우 학생들은 글과 그림에서 대응되는 요소를 선택하여 연계 및 통합하는 과정을 거치게 되는데, 이 과정에서 여러 정보를 동시에 처리할 수 있는 사고력이 요구된다(강훈식 등, 2008b, 2008c; Ainsworth, 2006; Mayer, 2003). 따라서 글과 그림으로 표현된 비유가 제시될 경우 학생들은 비유물과 목표 개념 간의 대응 과정뿐만 아니라 글과 그림 간의 연계 및 통합 과정을 성공적으로 수행할 수 있는 능력을 지니고 있어야 한다. 이런 관점에서 볼 때, 언어적 정보를 통한 학습 능력이 상대적으로 뛰어난 언어적 학습 선호 학생들(조경자, 한광희, 2002; Dunn *et al.*, 1995; Lovelace, 2005)이 글만으로 표현된 비유를 통해서도 올바른 대응 과정을 거치는 데 어려움이 더 적었을 수 있다. 그러나 글과 그림이 함께 제시된 경우에는 정보량의 증가뿐만 아니라 글과 그림 간의 연계 및 통합 과정의 부가로 인지적 부담이 증가하여, 대응 과정에서 오히려 혼란과 어려움이 증가했을 수 있다. 반면, 언어적 학습 비선호 학생들의 경우에는 언어적 정보를 통한 학습 능력이 상대적으로 부족하여, 글만으로 표현된 비유를 통해 올바른 대응 과정을 거치는 데 더 많은 어려움을 겪었을 수 있다. 그림이 함께 제시된 경우 그림을 참고함으로써 그 어려움이 감소했을 수는 있지만, 그림 자체를 이해하는 데 있어서의 어려움, 글과 그림 간의 연계 및 통합 과정뿐만 아니라 비유물과 목표 개념 간의 대응 과정에서 유발되는 인지적 부담 등으로 인해 그 감소의 폭이 작았기 때문에 이런 결과가 나타난 것으로 보인다.

표 2

대응 관계 이해도 검사 점수에 대한 평균과 표준편차

	VA 집단(n=63)		VPA 집단(n=60)	
	M	SD	M	SD
언어적 학습 선호	7.39	3.70	5.45	3.55
언어적 학습 비선호	3.80	2.92	4.03	3.16
계	5.40	3.72	4.72	3.40

표 3

대응 관계 이해도 검사 점수에 대한 이원변량분석 결과

	제공합	자유도	평균제곱합	F	유의확률
수업처치	22,378	1	22,378	.619	.576
언어적 학습 양식	191,479	1	191,479	5.295	.261
수업처치×언어적 학습 양식	36,165	1	36,165	3.284	.072

2. 대응 오류 유형에 대한 결과

대응 관계 이해도에 대한 결과를 체계적이고 심층적으로 이해하기 위해 학생들의 대응 오류를 분석했으며, 그 결과는 표 4와 같다. 고등학생과 반응 속도 개념을 대상으로 한 선행연구(김경순 등, 2008)에서와는 달리 ‘과잉 대응’, ‘비유물 속성 보유’, ‘인위적 대응’ 유형은 나타나지 않았고, ‘대응 불이행’, ‘부적절한 대응’, ‘무분별한 대응’, ‘불가능한 대응’, ‘표면적 속성 대응’의 다섯 가지 유형만이 나타났다. ‘과잉 대응’, ‘비유물 속성 보유’, ‘인위적 대응’ 유형은 물질의 입자성에 대한 이해 부족으로 발생하기 쉽다(김경순 등, 2008; 김경순 등, 2006a). 따라서 이 연구에서는 선행연구(김경순 등, 2008)에 비해 목표 개념에서 물질의 입자성이 명시적으로 강조되지 않은 반면, 학생들의 정보 처리 능력과 사고력은 더 부족했기 때문에 이런 결과가 나타난 것으로 보인다.

비유 표현 방식에 관계없이 대부분의 학생들이 적어도 한 가지 이상의 대응 오류를 범했다(VA 집단 88.9%; VPA 집단 95.0%). 특히 언어적 학습 선호 학생들의 경우 VA 집단(75.0%)보다 VPA 집단(89.7%)

의 발생 비율이 약간 높았으나, 비선호 학생들의 경우에는 두 집단의 모든 학생들이 한 가지 이상의 대응 오류를 범했다. 이는 대응 관계 이해도에서의 결과를 지지하는 결과로, 같은 맥락에서 이해할 수 있을 것이다. 한편, 두 집단에서 모두 언어적 학습 선호 학생들보다 비선호 학생들의 발생 비율이 약간 높았는데, 이는 언어적 학습 선호 학생들이 언어적 정보를 통한 학습 능력이 상대적으로 더 뛰어나기 때문일 수 있다(조경자, 한광희, 2002; Dunn *et al.*, 1995; Lovelace, 2005). 대응 오류는 과학 개념 이해에 방해 요소로 작용하므로(김경순 등, 2006b), 비유 표현 방식과 언어적 학습 양식에 관계없이 학생들의 올바른 대응 과정을 유도하는 방법을 모색할 필요가 있다.

대응 오류 유형별로 살펴보면, ‘대응 불이행’ 유형이 두 집단에서 모두 가장 많이 나타났으며, 그 발생 비율은 VA 집단(76.2%)보다 VPA 집단(83.3%)에서 약간 높았다. 이 유형을 보인 학생들의 대부분은 ‘용매’나 ‘용질’과 같이 관찰 가능한 속성에 대해서는 대응을 시도했으나, ‘포화 용액’, ‘불포화 용액’, ‘용해도’와 같이 추상적이고 기능적인 속성에 대해서는 대응을 시도하지 않았다. 즉, 이 학생들은 목표 개념의

표 4

대응 오류 유형별 발생 빈도(%)

	VA 집단			VPA 집단		
	언어적 학습 선호 (n=28)	언어적 학습 비선호 (n=35)	계 (n=63)	언어적 학습 선호 (n=29)	언어적 학습 비선호 (n=31)	계 (n=60)
대응 불이행	16(57.1)	32(91.4)	48(76.2)	21(72.4)	29(93.5)	50(83.3)
부적절한 대응	7(25.0)	17(48.6)	24(38.1)	14(48.3)	12(38.7)	26(43.3)
무분별한 대응	6(21.4)	13(37.1)	19(30.2)	12(41.4)	11(35.5)	23(38.3)
불가능한 대응	8(28.6)	11(31.4)	19(30.2)	9(31.0)	4(12.9)	13(21.7)
표면적 속성 대응	2(7.1)	2(5.7)	4(6.3)	2(6.9)	-	2(3.3)
계	21(75.0)	35(100.0)	56(88.9)	26(89.7)	31(100.0)	57(95.0)

한 가지 이상의 대응 오류를 보인 학생들의 빈도(%)

주요 공유 속성들을 찾아내어 비유물과 대응시키는 과정에서 어려움을 겪었음을 알 수 있다. 이는 초등학교 학생들이 추상적 정보보다 구체적 정보에 의존하여 생각하는 경향이 강하고, 그들의 정보 처리 능력에 비해 공유 속성의 수가 많았기 때문으로 해석된다(김경순 등, 2008; 노태희 등, 2009). 한편, 언어적 학습 비선호 학생들의 경우 두 집단의 발생 비율이 매우 높은 수준에서 유사했으나(VA 집단 91.4%, VPA 집단 93.5%), 선호 학생들의 경우에는 VA 집단(57.1%)보다 VPA 집단(72.4%)에서 더 높았다. 이는 언어적 학습 양식에 따른 언어적 정보 처리 능력의 차이 및 추상적이고 기능적인 속성이 명시적으로 표현되지 않은 시각적 정보의 제공에 기인한 결과로 보인다. 즉, 언어적 정보를 통한 학습 능력이 상대적으로 뛰어난 언어적 학습 선호 학생들의 경우에는 제시된 글에서 목표 개념의 추상적이고 기능적인 속성을 비교적 잘 파악했을 수 있다. 그러나 이런 속성이 명시적으로 포함되지 않은 그림이 추가적으로 제시된 경우에는 오히려 인지적 부담과 혼란이 부가됨으로써 그 속성 파악에 더 많은 어려움을 겪게 된 것으로 생각된다. 반면 언어적 학습 비선호 학생들의 경우에는 제시된 글에서 그런 속성을 파악하는 데 상대적으로 어려움이 많았고, 제시된 그림을 통해 이 어려움이 충분히 해소되지 않았다고 해석할 수 있다.

‘부적절한 대응’ 유형의 전체 발생 비율은 두 집단 간에 별 차이가 없었으나(VA 집단 38.1%; VPA 집단 43.3%), 언어적 학습 양식에 따라서는 다른 양상이 나타났다. 즉, 언어적 학습 선호 학생들의 경우 VA 집단(25.0%)보다 VPA 집단(48.3%)의 발생 비율이 더 높았으나, 비선호 학생들의 경우에는 그 반대였다(VA 집단 48.6%; VPA 집단 38.7%). 이 유형의 예로는 비유물의 ‘엘리베이터’를 목표 개념의 대응 속성인 ‘용매’ 대신 ‘용질’에 잘못 대응시키고, 그 이유를 ‘용질은 녹는 물질이므로, 엘리베이터와 비슷하다.’고 설명한 경우가 있었다. 이 유형은 비유물과 목표 개념의 공유 속성은 잘 파악했으나 그 속성들 중 대응되는 속성들을 잘 구분하지 못해 발생하는 것으로, 목표 개념에 포함된 속성의 수가 많을수록 발생 확률이 높다(김경순 등, 2008; 노태희 등, 2009). 이런 점에서 볼 때, 언어적 학습 선호 학생들에 대한 결과는 언어적 정보와 시각적 정보가 함께 제시되면 학생들의 시각적 주의가 분산되어 인지적 부담이 증가된다는 시각

적 주의 분리 원리(박성익, 손지영, 2003; Ginns, 2005)로 설명할 수 있다. 즉, 이 학생들은 공유 속성이 많이 포함되어 있는 글을 통해서도 관찰 가능한 속성들에 대해서는 비교적 올바른 대응 과정을 거칠 수 있었다. 그러나 그림이 함께 제시된 후에는 시각적 주의가 분산되고 인지적 부담이 부가됨으로써 대응되는 공유 속성들을 제대로 파악하지 못한 것으로 보인다. 반면 언어적 학습 비선호 학생들은 글과 그림이 함께 제시된 경우, 자신이 선호하지 않은 글에 집중하거나 두 정보를 연계 및 통합하려고 노력하기보다는 그림에 좀 더 집중함으로써 이 대응 오류를 덜 범했을 수 있다.

‘무분별한 대응’ 유형은 VA 집단(30.2%)보다 VPA 집단(38.3%)에서 약간 더 많이 발생했는데, 이는 언어적 학습 비선호 학생보다 선호 학생들의 영향이었다. 즉 언어적 학습 비선호 학생들의 발생 빈도는 두 집단 간에 유사했으나(VA 집단 37.1%, VPA 집단 35.5%), 선호 학생들의 경우에는 VPA 집단에서 2배 가량 높았다(VA 집단 21.4%, VPA 집단 41.4%). 이 유형은 비유물의 속성 중 목표 개념과 대응되는 공유 속성과 대응되지 않은 비공유 속성을 제대로 구별하지 못할 경우 발생된다(김경순 2008; 노태희 등, 2009). 비유물만의 비공유 속성인 ‘경보음’을 목표 개념의 ‘불포화 용액’에 대응시키고, ‘용매에 용질이 더 이상 녹지 않는 불포화 용액처럼, 사람이 다 차서 경보음이 울리는 것은 비슷하다.’라고 응답한 경우가 그 예이다. 이 또한 비유가 글로만 제시된 경우보다 그림과 함께 제시된 경우, 언어적 학습 비선호 학생들에 비해 선호 학생들이 정보 처리 과정에서 더 많은 인지적 부담과 혼란을 느껴 비유물만의 비공유 속성을 제대로 구별하지 못했기 때문에 나타난 결과라 할 수 있다.

‘불가능한 대응’ 유형 또한 두 집단에서 비교적 많이 나타났다(VA 집단 30.2%, VPA 집단 21.7%). 예를 들어, 제시된 비유에는 목표 개념의 ‘온도’에 해당하는 속성이 포함되어 있지 않음에도 ‘온도’를 비유물의 ‘엘리베이터 크기’에 대응시키고, ‘엘리베이터의 크기가 클수록 사람이 더 많이 타는 것처럼, 온도가 높을수록 용질을 더 많이 녹일 수 있다.’고 응답한 경우가 있었다. 이런 결과는 이 유형이 거의 나타나지 않았던 선행연구(김경순 등, 2008)의 결과와는 다르다. 그 선행연구와 달리 이 연구에서는 대응 관계 이

해도 검사지에 목표 개념에만 해당하는 속성을 제시했기 때문에 해석된다. 즉 이 유형을 보인 학생들은 목표 개념만의 속성을 구분하지 못한 채 검사지에 제시된 목표 개념의 모든 속성을 무리하게 비유물의 속성과 대응시키려 했다고 볼 수 있다. 한편, 언어적 학습 선호 학생들의 경우 두 집단의 발생 비율이 유사했으나(VA 집단 28.6%, VPA 집단 31.0%), 비선호 학생들의 경우에는 VPA 집단(12.9%)보다 VPA 집단(31.4%)에서 이 유형이 더 많이 나타났다. 이는 언어적 학습 양식에 따라 글과 그림에 주의 집중하는 정도가 달랐기 때문일 수 있다. 즉 언어적 학습 비선호 학생들은 비유가 글만으로 제시된 경우보다 그림과 함께 제시된 경우, 그림에 보다 집중하여 목표 개념의 '온도'에 해당하는 속성이 비유물에 없음을 더 잘 인지했을 수 있다. 반면 언어적 학습 선호 학생들의 경우에는 그림을 통해 일부 도움을 받았을 지라도, 시각적 주의 분산 및 부가된 인지적 부담으로 인해 그 영향이 상쇄되었을 수 있다.

'표면적 속성 대응' 유형은 두 집단에서 모두 일부 학생들에게서만 나타났다. 한 예로, 비유물의 '엘리베이터 최대 탑승 인원'을 목표 개념의 '용질이 용매에 최대 녹을 수 있는 양'에 올바르게 대응시켰지만, 그 이유를 '둘 다 최대라는 단어가 들어갔으므로 비슷하다.'라고 응답한 경우가 있었다. 이처럼 이 유형은 '최대'와 같이 비유물과 목표 개념의 속성에 제시된 단어의 표면적인 유사성에 의존하기 때문에 발생하는 오류이다(김경순 등, 2008). 따라서 이런 결과는 비유 표현 방식이나 언어적 학습 양식에 관계없이 초등학교 학생들이 단어의 표면적인 유사성을 바탕으로 비유물과 목표 개념의 속성을 무리하게 대응시킬 가능성은 크지 않음을 시사한다.

3. 수업에 대한 인식 분석 결과

글과 그림으로 표현된 비유 사용 수업에 대한 VPA 집단 학생들의 인식 분석 결과는 표 5와 같다. 언어적 학습 양식에 관계없이 모든 학생들이 '내용을 더 잘 이해할 수 있었다'를 그 수업의 가장 큰 장점으로 생각하고 있었다.

글과 그림이 함께 있으면 글에서 모르는 것은 그림을 보고 그림에서 잘 모르는 것이 있으면 글 속에서

찾으면 되기 때문에 포화 용액, 불포화 용액을 이해하기 더 쉬운 것 같아요.

글 속에는 포화 용액, 불포화 용액 같은 어려운 단어가 있어서 이해가 잘 안 갔는데 그림을 보고나서 그 단어가 더 잘 이해됐어요.

그림이 함께 있으니까 더 쉽게 알아볼 수 있고 이해도 잘 가는 것 같아요.

'대응 과정이 더 쉬웠다(선호 13.8%, 비선호 12.9%)', '기억을 더 잘할 수 있을 것 같다(선호 10.3%, 비선호 6.5%)'는 응답도 있었다. 17.2%의 언어적 학습 선호 학생들은 '사고력을 길러주는 것 같다'고 응답하기도 했다.

글과 그림이 함께 있으니까 관련 있는 것끼리 연결 짓는 활동을 할 때 도움이 됐다. 글로만 설명하면 이해가 잘 안 될 수도 있는데 그림으로 한 번 더 잡아 주었다.

그림이 있어서 기억에 잘 남고 이해하기 쉬웠다. 기억에 잘 남아서 관련 있는 것끼리 연결 짓는 활동에도 도움이 되었다.

글과 그림이 함께 있으면 (...중략...) 머리를 많이 써서 상상력이 자극된 것 같아 도움이 된 것 같다.

'재미있고 흥미로웠다(선호 24.1%, 비선호 16.1%)'와 같은 동기적 측면에서의 장점을 언급한 경우도 적지 않았다.

포화 용액, 불포화 용액을 엘리베이터 그림으로 설명하니까 더 재미있고 글에서 설명할 때보다 이해도 더 잘 갔어요.

글과 그림이 함께 있으면 저처럼 잘 모르는 사람들이 더 실감나게 공부할 수 있는 것 같아요.

이상의 결과들은 이 연구에 참여한 많은 초등학교 학생들이 언어적 학습 양식에 관계없이 글과 그림으로 표현된 비유 사용 수업에 대해 인지적·동기적, 특히 인

지적 측면에서 긍정적으로 인식하고 있음을 보여준다. 이는 비유를 글만으로 표현한 경우보다 그림과 함께 표현한 경우 언어적 학습 비선호 학생들의 대응 관계 이해도 점수가 약간 증가하고 대응 오류가 다소 감소했던 결과를 뒷받침하는 결과라 할 수 있다. 반면 언어적 학습 선호 학생들의 경우에는 대응 관계 이해도와 대응 오류에서의 결과와는 상반되는 결과로, 이 학생들의 인식과 실제 대응 능력이 일치하지 않았음을 의미한다. 따라서 이 학생들의 긍정적인 인식을 실제 대응 과정에까지 연계시킬 수 있는 방안을 모색할 필요가 있다.

한편, 그 수업의 단점으로 일부 학생들이 '자료의 양이 많아 내용을 파악하기 힘들었다(선호 6.9%, 비선호 9.7%)', '그림 때문에 글에 집중하기 어려웠다(선호 3.4%, 비선호 3.2%)', '생각을 많이 해야 해서 힘들었다(비선호 6.5%)' 를 지적하기도 했다. 이는 글과 그림으로 표현된 비유를 통해 학습하는 과정에서 요구되는 능력과 노력이 이 학생들에게는 다소 부족했기 때문으로 보인다. 따라서 글과 그림으로 표현된 비유 사용 수업이 보다 효과적이기 위해서는 초등학생들의 이러한 부정적인 인식을 개선할 수 있는 방안 마련이 필요하다.

그림이 있어서 뭐가 포화인지 불포화인지 헷갈렸다.

그림이 있어서 공부할 때 안 좋았다. 그림이 공간 차

지를 해서 글 설명을 제대로 못 읽었기 때문이다.

그림이 눈에 띄어 글에 집중이 안 됐다. 그림은 많은 선들로 이루어져 있어서 글보다 더 눈에 띄기 때문이다.

머리를 써야 해서 머리가 아프고 복잡하였다.

IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 초등학생을 대상으로 포화 용액 개념 학습에서 비유 표현 방식과 언어적 학습 양식에 따른 비유 사용 수업의 효과를 대응 관계 이해도, 대응 오류, 수업에 대한 인식 측면에서 조사했다.

연구 결과, 비유를 글만으로 표현한 것보다 그림과 함께 표현한 것이 언어적 학습 선호 학생들의 대응 관계 이해도를 감소시키는 반면, 비선호 학생들의 대응 관계 이해도에는 의미 있는 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다. 대응 오류의 경우, 언어적 학습 선호 학생들의 대응 불이행, 부적절한 대응, 무분별한 대응 유형의 발생 빈도를 약간 증가시켰으나, 불가능한 대응 유형의 발생 빈도에는 별 영향을 미치지 못했다. 언어적 학습 비선호 학생들의 경우에는 부적절한 대응과 불가능한 대응 유형의 발생 빈도를 약간 감소시켰으나, 대응 불이행과 무분별한 대응 유형의 발생 빈

표 5
수업에 대한 인식 분석 결과

	응답	빈도 ¹ (%)		
		언어적 학습 선호 (n=29)	언어적 학습 비선호 (n=31)	계 (n=60)
장점	내용을 더 잘 이해할 수 있었다.	29(100.0)	31(100.0)	60(100.0)
	대응 과정이 더 쉬웠다.	4(13.8)	4(12.9)	8(13.3)
	기억을 더 잘할 수 있을 것 같다.	3(10.3)	2(6.5)	5(8.3)
	사고력을 길러주는 것 같다.	5(17.2)	-	5(8.3)
	재미있고 흥미로웠다.	7(24.1)	5(16.1)	12(20.0)
단점	자료의 양이 많아 내용을 파악하기 힘들었다.	2(6.9)	3(9.7)	5(8.3)
	그림 때문에 글에 집중하기 어려웠다.	1(3.4)	1(3.2)	2(3.3)
	생각을 많이 해야 해서 힘들었다.	-	2(6.5)	2(3.3)

¹중복 응답과 무응답이 있으므로, 전체 응답 수가 학생 수와 다른 경우가 있음.

도에는 별 영향을 미치지 못했다. 언어적 학습 선호 및 비선호 학생들 모두에게서 표면적 속성 대응 유형의 발생 빈도는 낮게 나타났다. VPA 집단의 많은 학생들이 글과 그림으로 표현된 비유 사용 수업에 대해 내용 이해 향상, 대응 과정 촉진, 파지 능력 향상, 사고력 향상 등의 인지적 측면과 학습 동기 유발의 동기적 측면에서 긍정적으로 인식하는 것으로 나타났다. 반면 일부 학생들은 많은 자료로 인한 내용 파악의 어려움, 집중력 저하, 많은 사고 요구로 인한 어려움 등의 단점을 지적하기도 했다.

이상의 결과들은 초등학생들의 언어적 학습 양식이 비유 표현 방식에 따른 비유 사용 수업의 효과에 영향을 미칠 가능성을 보여준다. 따라서 초등과학교육에서 비유를 보다 효과적으로 활용하기 위해서는 비유 표현 양식과 학생들의 언어적 학습 양식을 총체적으로 고려할 필요가 있다. 이를 위해, 학생들의 언어적 학습 양식을 미리 조사한 후, 이를 고려하여 비유 사용 수업을 준비 및 진행해야 할 것이다. 가령, 언어적 학습 비선호 학생들이 많은 집단의 경우에는 글과 그림으로 표현된 비유 사용 수업이 이 학생들에게 미치는 긍정적인 효과를 고려하여, 그 비유를 적극적으로 활용하는 것이 바람직할 것이다. 또한 이 학생들이 글을 통해 학습하는 것을 선호하지 않고 어려워하는 경향이 있으므로, 글의 내용을 가능한 줄여서 제시하는 것도 필요하다. 언어적 학습 선호 학생들이 많은 집단의 경우에도 이 학생들의 긍정적인 인식을 고려하여 글과 그림으로 표현된 비유를 활용하는 것이 바람직할 수 있다. 그러나 그 비유를 단순히 제공만 할 경우에는 글과 그림 간의 연계와 통합 과정 및 비유물과 목표 개념의 대응 과정에 오히려 혼란을 줄 수 있으므로, 그 개선 방안을 강구하여 적용할 필요가 있다. 예를 들어, 비유물과 목표 개념 간의 대응 과정을 명시화하는 단계를 도입하거나, 이 연구에서 나타난 대응 오류를 학생들이 스스로 분석하여 수정하는 기회를 제공하는 방법(강훈식 등, 2008a; 김경순 등, 2007)을 고려할 수 있을 것이다. 언어적 학습 양식에 따라 학생들이 범한 대응 오류 및 대처 방안을 교사용 지도서에 제공하는 것과 같이, 교사에게 보다 구체적인 지도 방법을 안내할 필요도 있다. 그림 안에 글의 요소를 삽입하여 글과 그림의 요소를 연결시키는 방법(Mayer, 2003)도 유용할 수 있을 것이다.

한편, 이 연구에서 비유 표현 방식이 초등학생들의

대응 과정에 미치는 영향은 고등학생과 반응 속도 개념을 대상으로 진행된 선행연구(김경순 등, 2008)의 결과와 다소 다른 양상이 있었다. 이는 비유 표현 방식이 비유 사용 수업의 효과에 미치는 영향이 목표 개념과 학생의 특성에 따라 다를 수 있음을 시사한다. 따라서 그 영향에 대해 보다 일반화되고 명확한 결론을 내리기 위해서는 다양한 과학 개념과 학생들을 대상으로 한 반복 연구가 필요하다. 또한 이 연구에서는 두 집단에서 모두 글만으로 표현된 비유가 공통적으로 사용되어 언어적 학습 양식에 따른 영향만을 조사했고, 그 영향이 학생들의 언어적 학습 양식에 따라 다를 수 있음을 확인할 수 있었다. 따라서 이후에는 시각적 학습 양식에 따른 영향에 대해서도 체계적으로 조사할 필요가 있다. 이 연구만으로 언어적 학습 양식이 비유 표현 방식에 따른 대응 과정에 구체적으로 어떤 과정을 통해 어떤 영향을 미치는 지에 대해 심층적으로 밝히기에는 한계가 있었으므로, 보다 심층적인 질적 연구를 통해 이에 대해 탐색할 필요도 있다.

국문 요약

이 연구에서는 포화 용액 개념 학습에서 비유 표현 방식과 언어적 학습 양식에 따른 비유 사용 수업의 효과를 대응 관계 이해도, 대응 오류, 수업에 대한 인식 측면에서 조사했다. 1개 초등학교 5학년 학생 123명을 선정하여 VA 집단(n=63)과 VPA 집단(n=60)으로 배치했다. 사전 검사로 언어적 학습 양식 검사를 실시했다. VA 집단의 학생들은 글로만 표현된 비유로 목표 개념을 학습했고, VPA 집단의 학생들은 글과 그림으로 표현된 비유로 목표 개념을 학습했다. 목표 개념 학습 후, 대응 관계 이해도 검사를 실시했다. VPA 집단 학생들에게는 수업에 대한 인식 검사도 실시했으며, 일부 학생들을 대상으로 심층 면담도 실시했다. 연구 결과, 언어적 학습 선호 학생들의 경우 VPA 집단의 점수가 VA 집단의 점수보다 낮았으며, 그 차이가 통계적으로 유의미했다. 반면, 언어적 학습 비선호 학생들의 경우에는 두 집단 간 점수 차이가 통계적으로 유의미하지 않았다. 대응 불이행, 부적절한 대응, 무분별한 대응, 불가능한 대응, 표면적 속성 대응의 다섯 가지 대응 오류 유형이 나타났다. 언어적 학습 양식에 따라 두 집단의 대응 오류 유형별 발생 빈도가

다른 양상을 보였다. 언어적 학습 양식에 관계없이 VPA 집단의 많은 학생들이 글과 그림으로 표현된 비유를 통해 학습하는 것에 대해 다양한 인지적·동기적 측면에서 긍정적으로 인식했으나, 일부 학생들은 몇 가지 어려움을 지적하기도 했다. 이에 대한 교육학적 함의를 논의했다.

참고 문헌

- 강훈식 (2006). 중학교 화학 수업에서 외적 표상의 유형 변환을 촉진하는 그리기와 쓰기의 효과 및 활용 방안. 서울대학교 대학원 박사학위논문.
- 강훈식 (2011). 포화 용액 개념에 대해 초등학교 교사와 일반 학생 및 과학영재 학생들이 만든 비유의 특성 비교. *초등과학교육*, 30(3), 305-314.
- 강훈식, 김유정, 노태희 (2008a). 다중 표상을 활용한 화학 개념 학습에서 학생들의 연계 오류 감소를 위한 처방적인 교수 전략의 효과. *한국과학교육학회지*, 28(6), 675-684.
- 강훈식, 신석진, 노태희 (2008b). 다중 표상을 활용한 보일과 샤를의 법칙 개념 학습에서 유발되는 학생들의 연계 오류의 원인 탐색. *대한화학회지*, 52(5), 550-560.
- 강훈식, 이종현, 노태희 (2008c). 다중 표상을 활용한 화학 개념 학습에서 학생들의 장독립성-장의존성에 따른 연계 오류 분석. *한국과학교육학회지*, 28(5), 471-481.
- 권혁순, 최은규, 노태희 (2004). 화학 교육에서 사용되는 비유에 대한 학생들의 이해도 및 비유 사용의 제한점. *한국과학교육학회지*, 24(2), 287-297.
- 김경순, 변지선, 신은주, 노태희 (2007). 비유를 사용한 물질의 세 가지 상태 개념 학습에서 대응 오류 분석 활동의 효과. *한국과학교육학회지*, 27(9), 778-786.
- 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, 변순화, 노태희 (2006a). 비유를 사용한 화학 개념 학습에서 유발되는 학생들의 대응 오류 분석. *한국과학교육학회지*, 26(4), 592-600.
- 김경순, 신은주, 한재영, 노태희 (2006b). 비유를 사용한 화학 개념 학습에서 유발되는 대응 오류와 개념 이해도의 관계. *대한화학회지*, 50(6), 486-493.
- 김영민, 박희숙 (2000). 중학교 과학 교과서의 물리 개념 설명에 사용된 비유에 대한 학생들의 이해도 조사. *한국과학교육학회지*, 20(3), 411-420.
- 노태희, 양찬호, 강훈식 (2009). 포화 용액 개념에 대해 초등 과학 영재와 일반 학생들이 만든 비유의 특성과 대응 관계 이해도 및 대응 오류. *초등과학교육*, 28(3), 292-303.
- 문선모 (2010). *교육심리학의 이해*. 서울: 양서원.
- 박성익, 손지영 (2003). 멀티미디어 활용 학습에서 시각·청각 정보의 제시원리 탐색. *서울대학교 사대논총*, 67, 105-120.
- 박아청 (1999). *교육심리학의 이해*. 서울: 교육과학사.
- 임창재 (1996). *학습양식*. 서울: 형설출판사.
- 조경자, 한광희 (2002). 멀티미디어 환경에서 인지양식이 학습수행에 미치는 영향. *한국심리학회지: 실험 및 인지*, 14(3), 165-185.
- 차정호, 변순화, 노태희 (2004). 제7차 중등 과학 교과서의 화학 영역에 사용된 비유 분석. *대한화학회지*, 48(6), 629-637.
- 최경희, 이영애, 류수경 (2003). 고등학교 과학 교과서에 제시된 비유 분석 및 비교. *한국과학교육학회지*, 23(2), 165-175.
- 최선영 (2006). 제6차와 7차 초등학교 과학 교과서에 제시된 비유 비교분석. *초등과학교육*, 25(2), 149-158.
- Ainsworth, S. (2006). DeFT: A conceptual framework for considering learning with multiple representations. *Learning and Instruction*, 16(3), 183-198.
- Dunn, R., & Dunn, K. (1999). *The complete guide to the learning styles inservice system*. Boston, MA: Allyn & Bacon.
- Dunn, R., Griggs, S. A., Olson, J., Beasley, M., & Gorman, B. S. (1995). A meta-analytic validation of the Dunn and Dunn model of learning-style preferences. *The Journal of Educational Research*, 88(6), 353-362.
- 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.

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.

Ginns, P. (2005). Meta-analysis of the modality effect. *Learning and Instruction*, 15(4), 313-331.

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.

Kirby, J. R., Moore, P. J., & Schofield, N. J. (1988). Verbal and visual learning styles. *Contemporary Educational Psychology*, 13(2), 169-184.

Lovelace, M. K. (2005). Meta-analysis of experimental research based on the Dunn and

Dunn model. *The Journal of Educational Research*, 98(3), 176-183.


Mayer, R. E. (2003). The promise of multimedia learning: Using the same instructional design methods across different media. *Learning and Instruction*, 13(2), 125-139.

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. (1994). An interpretive examination of high school chemistry teachers' analogical explanations. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(3), 227-242.

부록 1. 대응 관계 이해도 검사지

 앞에서 포화 용액과 불포화 용액 원리를 사람들이 엘리베이터를 타는 상황에 비유하여 학습한 것을 생각하면서 다음 물음에 답해보자.

< 엘리베이터를 타는 상황 >


< 보 기 >

- ① 사람
- ② 엘리베이터
- ③ 엘리베이터 크기
- ④ 엘리베이터 버튼
- ⑤ 엘리베이터 경보음(삐~익)
- ⑥ 엘리베이터 최대 탑승 인원
- ⑦ 엘리베이터가 위치한 층수(예: 3층)
- ⑧ 3명이 탄 엘리베이터
- ⑨ 10명이 탄 엘리베이터

< 포화 용액과 불포화 용액 >


< 보 기 >

- ㉠ 용매(물)
- ㉡ 용질(예: 소금, 설탕)
- ㉢ 온도
- ㉣ 유리막대
- ㉤ 포화 용액
- ㉥ 불포화 용액
- ㉦ 용질이 용매에 최대로 녹을 수 있는 양

 위의 왼쪽 <보기>와 오른쪽 <보기>에서 관련이 있는 **비슷한 것끼리 연결**하고, 어떤 점에서 비슷한지 자세히 설명해보자. (필요하면 <보기>에 없는 것을 기타에 넣어 연결하고 설명해도 좋음)


(엘리베이터)	(포화/불포화 용액)	자세히 설명해 보기
예 시 (①) - (㉠)		“①이 ~~(것)처럼, ㉠도 ~~(하)므로 서로 비슷하다.”
() - ()		
() - ()		
() - ()		
() - ()		
() - ()		

기 타 :

 위의 왼쪽 <보기>와 오른쪽 <보기>에서 **관련은 있지만 서로 다른 점이 있는 것을 연결**하고, 어떤 점에서 다른지 자세히 설명해보자. (필요하면 <보기>에 없는 것을 기타에 넣고 설명해도 좋음)

(엘리베이터)	(포화/불포화 용액)	자세히 설명해 보기
예 시 (①) - (㉠)		“①은 ~~(하)지만, ㉠은 ~~(하)므로 서로 다르다.”
() - ()		
() - ()		
() - ()		
() - ()		

기 타 :

 위의 <보기>에서 **비슷한 점과 다른 점 어디에도 쓰지 않은 것이** 있다면, 아래에 적고 쓰지 않은 이유에 대해 자세히 설명해보자.

(엘리베이터)	자세히 설명해 보기
예 시 (②)	“②는 ~~(하)이기 때문에 포화/불포화 용액과 관련이 없다.”
()	
()	
()	
(포화/불포화 용액)	자세히 설명해 보기
예 시 (㉡)	“㉡은 ~~(하)이기 때문에 사람들이 엘리베이터를 타는 상황과 관련이 없다.”
()	
()	
()	