

포화 용액 개념에 대해 초등학교 교사와 일반 학생 및 과학영재 학생들이 만든 비유의 특성 비교

강훈식
(춘천교육대학교)

Comparison of Characteristics of Analogies on Saturated Solution Generated by Elementary School Teachers, General and Science-Gifted Students

Kang, Hunsik

(Chuncheon National University of Education)

ABSTRACT

In this study, the analogies on saturated solution generated by elementary school teachers were analyzed in their numbers, materials, and types aspects. The results were also compared with those of general and science-gifted elementary students. A test on the self-generating analogies on the target concept was administered to 111 elementary school teachers, 60 fifth graders at four science-gifted education institutes and 91 fifth graders at three elementary schools. The results revealed that the teachers made more analogies than the general and science-gifted students. In general, both the teachers and the students tended to make the analogies using the materials in family, riding, digestive, and school situations. However, there were a little difference between the teachers and the students in the cases of the analogies using other situations including body/physical activity. Similarly to the cases of the students, the teachers made more functional analogies than structural or structural/functional ones and did more concrete ones than abstract ones. However, they made more verbal, artificial, and enriched analogies than the students. They also made more highly systematic analogies than the general students, and did less ones than the science-gifted students. Educational implications of these findings are discussed.

Key words : self-generated analogy, saturated solution

I. 서 론

학생들의 과학 학습을 촉진하기 위한 전략으로 초, 중등학교 현장에서는 추상적인 과학 개념을 친숙한 상황에 비교하여 설명하는 비유가 많이 활용되고 있다(안명환과 김경완, 2003; 차정호 등, 2004; 최경희 등, 2003; 최선영, 2006). 그러나 많은 교사들이 비유를 학생들에게 일방적으로 제시하는 경향이 있는데, 이러한 교사 중심의 비유 사용 수업은 목표 개념에

근접한 비유물을 사용하여 교육 효과를 높일 것이라는 기대와는 달리 그 효과에 다양한 제한점이 있는 것으로 보고되고 있다. 예를 들어, 많은 학생들이 교사가 제시한 비유물 자체를 이해하지 못하거나(권혁순 등, 2004; 김영민과 박희숙, 2000; Rule & Furletti, 2004), 목표 개념과 비유물의 공유 속성과 비공유 속성 중 관련되는 속성들을 일대일로 대응하는 과정을 어려워하여 다양한 오류를 범함으로써, 과학 개념을 이해하는 데 어려움을 겪는 것으로 나타

났다(김경순 등, 2006a; 김경순 등, 2008; Else *et al.*, 2003). 따라서 교사 중심의 비유 사용 수업에서 발생하는 제한점들을 보완하기 위한 방안을 모색할 필요가 있다.

이를 위해서는 이러한 제한점들이 생기는 원인을 파악할 필요가 있는데, 그 원인은 다양하다. 예를 들어, 교사 스스로 어떤 유형의 비유가 학생들의 과학 개념 이해에 효과적인지와 특정 유형의 비유를 사용할 때 생기는 장단점이 무엇인지 등과 같이 효과적인 비유나 비유 사용 방법에 대한 이해와 인식이 부족했기 때문일 수 있다. 또한 교사들이 자신이 제시한 비유물에 대한 학생들의 친숙도나 이해 수준을 충분히 고려하지 않았기 때문일 수도 있다. 즉, 교사가 효과적인 비유를 사용했다고 하더라도 학생들이 자신의 경험이나 지식에 기초하여 충분히 이해할 수 없다면, 이는 학생들에게 정작 배워야 하는 목표 개념보다는 비유물 자체를 자신들이 학습해야 하는 것으로 인식하게 만드는 것과 같이 주객이 전도되는 상황을 초래할 수 있다. 교사와 학생들이 생각하는 효과적인 비유에 대한 인식이 다를 가능성도 한 가지 원인일 수 있다. 실제로, 적지 않은 교사들이 사전 계획 없이 즉흥적으로 비유를 사용하거나, 학생보다는 자신의 관점이나 경험, 전문적인 지식 등에서 도출된 비유를 학생들에게 친숙하지 않은 언어로 사용하는 것으로 보고된 바 있다(고성자 등, 2007; 권혁순과 노태희, 1999). 이 경우, 교사가 제시한 비유가 학생들이 충분히 이해할 수 있는 수준이고, 목표 개념에 대한 이해를 효과적으로 도울 수 있다면 별 문제가 되지 않겠지만 그렇지 않을 가능성도 있다. 따라서 교사 중심의 비유 사용 수업이 효과적이기 위해 교사들은 효과적이라고 제안되고 있는 비유의 유형 중에서 학생들의 사전 경험이나 지식 및 인지 수준을 충분히 고려한 비유를 사용할 필요가 있다. 이를 위해서는 우선 교사들의 비유에 대한 이해도 및 교사와 학생들이 특정 개념에 대해 고려하는 비유의 일치성을 조사하는 연구를 진행할 필요가 있으며, 특정 개념에 대해 교사와 학생들이 만든 비유의 특징을 분석하여 비교하는 연구가 그 좋은 예라 할 수 있다.

그러나 지금까지 비유 만들기와 관련된 선행 연구들은 주로 비유 만들기 활동의 교수 효과를 조사하거나(김경순 등, 2006b; 김동렬, 2008; 변춘수와 김희백, 2010; 최선영 등, 2006), 일반 학생 또는 과학영재

학생들이 만든 비유의 유형 및 대응 오류, 인식 등을 분석하거나(강훈식과 천지현, 2010; 권혁순 등, 2003; 김경순 등, 2008; 김유정 등, 2009; 2010; 노태희 등, 2009; BouJaoude & Tamim, 2000), 과학영재 학생들의 비유 만들기 과정(노태희 등, 2010)을 조사하는 연구에 치중되어 있었다. 즉, 교사들이 만든 비유의 특징을 분석하여 학생들이 만든 비유의 특징과 비교한 연구는 없었으므로, 이에 대한 연구를 진행할 필요가 있다. 이때, 초등학교 교사의 경우 현재는 과학영재수업을 담당하지 않더라도 추후에 과학영재수업을 담당할 가능성이 높은 편이므로, 일반 학생뿐만 아니라 과학영재 학생들을 연구 대상에 포함시킬 필요가 있다.

이에 이 연구에서는 포화 용액 개념에 대해 초등학교 교사와 일반 학생 및 과학영재 학생들이 만든 비유를 비유의 개수, 소재, 유형 측면에서 분석하여 비교했다. 이를 통해 초등학교 일반 과학 수업뿐만 아니라 과학영재수업에서 교사들의 효과적인 비유나 비유 사용 방법에 대한 이해와 인식 등에 대한 정보를 얻을 수 있을 것이다. 이런 정보들은 교사들에게, 비유 사용 시 학생들의 관점을 고려하거나 효과적인 비유의 유형 및 활용 방법에 대해 생각해보는 기회를 제공하는 데 유용하게 활용될 수 있을 것이다. 나아가, 최근 주목받고 있는 학생들의 비유 만들기 활동을 교사들이 활용할 경우 어떤 측면을 고려하여 지도해야 하는지에 대한 시사점도 제공할 수 있을 것이다.

II. 연구 내용 및 방법

1. 연구 대상 및 절차

초등 과학영재교육 담당 교원 직무 연수나 과학 교사 직무 연수에 참여한 교사와 초등영재교육 대학원이나 초등과학교육 대학원에 재학 중인 교사 111명, 수도권 3개 지역교육청과 1개 종합대학의 과학영재교육원에 소속된 5학년 학생 60명, 수도권 소재 3개 초등학교의 5학년 학생 91명을 대상으로 비유 만들기 활동에 대한 오리엔테이션을 각각 10분 동안 실시했다. 즉, 교사와 학생들이 비유를 만드는 데 익숙해지도록 하기 위해, 이들에게 초등학교 과학 교과서에서 ‘지층이 쌓이는 순서’를 설명하기 위해 사용된 ‘샌드위치 비유’를 활용하여 과학에서 사용되는 비유의 정의에 대해 설명했다. 또한 하나

의 개념을 설명하기 위해 여러 개의 비유가 사용될 수 있음과 목표물과 비유물에는 유사점과 차이점이 모두 있음을 예를 들어 설명했다. 그 후 포화 용액 개념에 대한 비유 만들기 활동을 25분 동안 실시했다. 교사와 학생들은 포화 용액과 불포화 용액 개념에 대한 간단한 설명을 5분 동안 들은 후, 이 개념을 효과적으로 설명할 수 있는 비유를 가능한 많이 만드는 활동을 20분 동안 수행했다. 이때, 비유 상황을 글이나 그림을 사용하여 가능한 자세하게 표현해야 한다는 점을 강조했다.

비유 만들기 활동이 끝난 후, 교사들이 만든 비유와 비유를 만드는 과정에서의 어려움 등에 대한 보다 구체적인 설명을 듣기 위해 초등 과학영재교육 담당교원 직무 연수, 과학교사 직무 연수, 초등영재교육 대학원, 초등과학교육 대학원의 각 수업에서 수강 인원 전원을 대상으로 집단 면담을 10~15분 동안 실시했다. 즉, 강의를 진행한 연구자가 일부 수강 교사들에게 자신이 만든 비유나 비유를 만드는 과정에서의 어려움 등에 대해 자세히 설명하도록 했으며, 필요한 경우 교사들의 응답에 대해 재질문하는 방식으로 집단 면담을 진행했다. 면담 과정은 모두 디지털 캠코더를 이용하여 녹음·녹화했다. 학생들의 경우 노태희 등(2010)의 연구에 이와 관련된 정보가 이미 제시되어 있어 학생들을 대상으로는 면담을 실시하지 않았다. 모든 검사지와 면담 자료를 수거한 후, 결과를 분석했다.

2. 검사 도구

교사와 학생들이 만든 비유의 개수와 소재 및 유형을 조사하기 위해 학생들의 경우에는 선행 연구(노태희 등, 2009)의 비유 만들기 검사지를 그대로 사용했고, 교사들의 경우에는 그 검사지를 일부 변형하여 사용했다. 즉, 학생용 검사지는 “어떤 온도에서 일정량의 용매에 용질을 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.”는 목표 개념을 친구들에게 쉽게 설명하기 위한 비유를 평소 경험이나 알고 있던 것들을 바탕으로 가능한 여러 개 만들도록 구성했고, 교사용 검사지는 그 목표 개념을 초등학교생들에게 쉽게 설명하기 위한 비유를 만드는 상황으로 수정하여 구성했다.

3. 분석 방법

비유의 개수는 0개, 1개, 2개, 3개, 4개 이상으로 분류했으며, 이때 비유가 아닌 목표 개념과 관련된 과학적 현상의 또 다른 예를 제시하거나 해석이 불가능한 내용을 기술한 경우는 분석에서 제외했다.

비유의 소재는 응답자들이 만든 모든 비유들을 분석하여 크게 가정 상황, 학교 상황, 탑승 상황, 소화 상황, 여가 상황, 신체/신체 활동 상황, 스포츠 상황, 과학기술 상황, 기타 상황의 9가지로 분류했다. ‘가정 상황’은 가족, 가사 활동, 아파트, 방, 욕조, 가전제품, 가구류, 생활용품 등과 같이 가정 상황에서 접할 수 있는 소재를 사용하는 경우이다. 목욕탕의 욕조에 물을 받는 상황이나 장난감 정리함에 장난감을 넣는 상황을 소재로 한 경우가 그 예이다. 교사, 학생, 교실, 수업, 운동장, 게시판, 문구류, 소풍, 학예회, 성적, 공부 양, 회장단 선출, 입학 학생 선발, 등교 등과 같이 학교 상황에서 접할 수 있는 소재를 사용하는 경우는 ‘학교 상황’에 해당된다. 그 예로는 교실 의자에 앉을 수 있는 학생들의 수, 입학 지원 학생 수, 필통에 필기류를 넣는 상황 등이 있다. ‘탑승 상황’은 자동차, 버스, 지하철, 배, 비행기, 엘리베이터, 자전거 등과 같이 탑승 인원이 정해져 있는 이동 수단에 사람들이 탑승하는 상황, ‘소화 상황’은 음식이나 음료 등을 소화시키는 상황을 소재로 사용하는 경우이다. ‘여가 상황’은 쇼핑, 영화, 콘서트, 컴퓨터 게임, 휴가, 여행, 바둑 등과 같이 여가 활동 상황을 소재로 사용하는 경우이다. 영화나 콘서트 표를 예매하는 상황이나 스타크래프트 배틀넷에 게임방을 만드는 상황 등이 이에 해당된다. ‘신체/신체 활동 상황’은 다리, 뼈, 살, 얼굴, 머리카락 등과 같은 신체의 특정 부위를 소재로 사용하거나, 짝짓기, 손잡기, 껌안기, 주먹 쥐기, 붙어 다니기, 역할놀이 등과 같이 신체를 활용하는 놀이 상황을 소재로 사용하는 경우이다. 그 예로, 동일 면적에 가능한 많은 사람 들어가기 놀이나 의자 뺏기 놀이 등이 있다. 수영, 육상, 야구, 축구, 양궁, 올림픽 등과 같은 스포츠 경기와 관련된 상황을 소재로 사용하는 경우는 ‘스포츠 상황’, 컴퓨터 하드디스크나 USB의 메모리 용량, 핸드폰 문자 메시지, 충전, 과부하, 에너지양, 자격루의 원리 등과 같이 과학이나 기술을 내포하는 상황은 ‘과학 기술 상황’으로 분류했다. 각각의 예로는 수영 경기에서 선수가 최대 속도로 수영할 수 있는

거리나 양궁 경기에서 과녁에 쏠 수 있는 화살의 수 등을 소재로 사용하는 경우, 컴퓨터 하드디스크나 USB에 저장할 수 있는 메모리 용량 또는 핸드폰 문자 메시지로 전송할 수 있는 용량 등을 소재로 사용하는 경우가 있다. 이외의 소재를 사용하는 경우는 ‘기타 상황’으로 분류했다.

비유의 유형은 선행 연구(노태희 등, 2009)의 분석들에 따라 표현 방식, 공유 속성, 상황의 작위성, 추상도, 대응 정도, 체계성 측면에서 분류했다. 즉, ‘표현 방식’ 측면은 글로 표현했는지, 그림으로 표현했는지, 글과 그림으로 표현했는지에 따라 각각 글 비유, 그림 비유, 글/그림 비유로 분류했다. ‘공유 속성’ 측면은 비유와 목표 개념의 속성이 외적 또는 내적인 모양, 크기, 색깔 등의 구조적인 측면을 공유하고 있는지, 기능이나 행동적인 성질 등의 기능적 측면을 공유하고 있는지에 따라 구조적 비유, 기능적 비유, 구조적/기능적 비유로 분류했다. 예를 들어, “크기가 일정한 컵에 물이 꽉 차면 더 이상 물을 넣을 수 없다.”는 것과 같이 양이 한정되어 있어 더 이상 채울 수가 없다는 기능적 측면만을 포함한 경우는 기능적 비유, 자동차에 사람이 한두 명씩 타다가 5명이 타면 더 이상 사람이 탈 수 없는 상황을 소재로 사용하고 사람들을 독립된 개체로 표현하는 것과 같이 용질의 입자적 속성에 해당되는 구조적 측면과 양이 한정되어 있어 더 이상 채울 수 없다는 기능적 측면을 모두 포함한 경우는 구조적/기능적 비유에 해당된다. ‘상황의 작위성’ 측면은 탈 수 있는 사람의 수가 정해져 있는 놀이 기구에 사람들이 어느 정도 타면 더 이상 탈 수 없게 되는 상황 등과 같이 일상적으로 흔히 볼 수 있는 사물이나 상황을 그대로 비유의 소재로 사용했는지, 전교 어린이 회장단 7명을 선출하려고 지원자를 받았을 때 1~6명, 7명, 8명 이상이 각각 지원한 상황 등과 같이 상황을 목표 개념에 맞게 작위적으로 구성했는지에 따라 각각 일상적 비유와 작위적 비유로 분류했다. ‘추상도’ 측면은 자동차, 지하철, 엘리베이터, 문구류, 동식물 등과 같이 감각 기관을 통해 직접 관찰할 수 있는 소재를 사용한 경우는 구체적 비유, 컴퓨터 하드디스크나 USB의 메모리 용량, 공부량, 과부하, 에너지양, 기억 용량 등과 같이 감각 기관을 통해 직접 관찰하기 어려운 소재를 사용한 경우는 추상적 비유로 분류했다. ‘대응 정도’ 측면은 “버스의 좌석으로 비유할 수 있다.”와 같이 부연 설명 없

이 단순히 비유물이 목표 개념과 비슷하다고만 언급했는지, “10 L 쓰레기봉투에 쓰레기를 담으면 어느 순간에 꼭 찬다. 용매를 쓰레기봉투, 용질을 쓰레기, 꼭 차지 않은 쓰레기봉투는 불포화 용액, 꼭 찬 쓰레기봉투는 포화 용액에 비유할 수 있다.”는 것과 같이 공유 속성에 대한 부연 설명이나 비유의 제한점에 대해 설명했는지에 따라 각각 단순 비유와 부연 비유로 분류했다. ‘체계성’ 측면에서는 비유물이 목표 개념의 인과 관계에 대응되는 구조를 체계적으로 포함하는지에 따라 저체계성 비유와 고체계성 비유로 분류했다. 예를 들어, “영화관에는 앉을 수 있는 자리의 수가 정해져 있으므로, 사람들이 모든 자리에 앉으면 더 이상 들어와 앉을 수 없다.”는 것과 같이 자리의 수와 사람이 앉는 상황의 인과적 관계를 체계적으로 포함한 경우는 고체계성 비유, “수업 시간을 꽉 채우면 포화, 수업 시간을 1초라도 채우지 않으면 불포화”와 같이 그런 인과적 관계를 체계적으로 포함하지 않는 경우는 저체계성 비유에 해당된다.

모든 분석의 신뢰도를 높이기 위해 일부 검사지를 무작위로 추출하고 이를 분석자 2인이 각자 독립적으로 분석하여 분석자 간 일치도가 90% 이상에 도달한 후, 분석자 중 1인이 모든 답안지를 2회에 걸쳐 반복적으로 분석했으며, 모든 결과는 항목별 빈도와 백분율(%)로 제시했다. 면담 과정에 대한 녹음 자료를 바탕으로 전사본을 작성했으며, 이를 토대로 교사들이 비유를 만드는 과정에서 겪는 어려움 등을 분석했다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 비유의 개수에 대한 결과

초등학교 교사와 일반 학생 및 과학영재 학생들이 만든 비유의 개수에 대한 분석 결과를 표 1에 제시했다. 대부분(92.8%)의 교사들이 2개 이상의 비유를 만들었으며, 4개 이상의 비유를 만든 교사들의 비율도 28.8%나 되었다. 특히 11.7%의 교사들은 6개 이상의 비유를 만들었으며, 심지어 3명(2.7%)의 교사들은 10개 이상의 비유를 만들기도 했다. 학생들의 경우에는 절반 정도의 일반 학생들(52.8%)과 대부분의 과학영재 학생들(93.3%)이 1개 이상의 비유를 만들었으며, 일반 학생의 20.9%와 과학영재 학생의 61.6%는 3개 이상의 비유를 만들었다. 즉,

초등학교 5학년 일반 학생 및 과학영재 학생들보다 교사들이 비유를 비교적 많이 만들었음을 알 수 있다. 이는 초등학교 일반 학생 및 과학영재 학생들보다 교사들이 목표 개념에 대한 이해, 관련 배경 경험이나 지식, 목표 개념과 비유 상황을 올바르게 대응시키는 능력, 고차원적 사고력 등과 같이 비유 만들기 과정에서 요구되는 다양한 능력(노태희 등, 2009; 2010; Hsu, 1993)을 더 많이 지니고 있기 때문으로 보인다.

이런 결과는 어찌 보면 당연한 결과라 할 수 있으나, 70.0% 이상의 교사들이 비유를 4개 이상 만들지 못했고, 일부 교사(7.2%)들은 2개 이상의 비유를 만드는 데에도 어려움을 겪는 것으로 나타났다. 이는 비유의 수준을 고려하지 않더라도 교사에게도 다양한 비유를 직접 만드는 것이 쉽지 않을 수 있음을 의미한다고 할 수 있으며, 실제 면담 결과에서도 이러한 어려움과 관련된 응답이 있었다. 교사가 비유 만들기 활동을 효과적으로 활용하기 위해서는 스스로 다양한 비유를 만들 수 있는 능력을 갖추고 있어야 하므로, 다양한 비유를 만드는 것을 어려워하는 교사들을 위해 그런 능력을 함양시킬 수 있는 방안을 모색하여 안내할 필요가 있다.

일단은 제가요, 지금은 모르겠는데, 포화/불포화라는 정확한 과학적 개념을 이런 걸 제가 잘 모르니까 제가 만들면서 끊임없이 이 개념이 맞는지를.... 제가 만든 거랑 선생님이 말씀하신 거랑 틀린 거잖아요 지금도... 제가 잘 개념을 모르니까 상대적으로 못 만든 것 같아요. (...중략...) 일단은 확신이 없으니까 잘 못 만드는 거 보니까 잘 알면... 그리고 제가 또 주변이 경험이 많고 그러면... (잘 만들 수 있을 것 같아요).

개념과 과학적 사고력을 잘 이용해서 개념하고 뭐 비슷한 원리에 맞는 것을 잘 생각하면 되는데 그게 잘 생각이 안 나더라고요.

표 1. 교사와 학생들이 만든 비유의 개수별 빈도(%)

만든 비유 개수	교사 집단 (n=111)	일반 학생 집단 (n=91)	과학영재 학생 집단(n=60)
0개	3(2.7)	43(47.2)	4(6.7)
1개	5(4.5)	15(16.5)	9(15.0)
2개	14(12.6)	14(15.4)	10(16.7)
3개	57(51.4)	12(13.2)	20(33.3)
4개 이상	32(28.8)	7(7.7)	17(28.3)

2. 비유의 소재에 대한 결과

비유의 소재에 대한 분석 결과(표 2), 비율에 있어서는 약간의 차이가 있지만 전반적으로 교사와 일반 학생 및 과학영재 학생들 모두 가장 상황 소재가 가장 많았으며, 탐승 상황, 소화 상황, 학교 상황 소재도 비교적 많은 편이었다. 즉, 교사와 일반 학생 및 과학영재 학생들 모두 자신들이 주로 생활하는 장소에서 흔히 접하거나 직관적으로 이해 가능한 경험을 소재로 하여 비유를 만들었음을 알 수 있다. 그림 1에 각 상황의 예를 제시했다.

이러한 유사점과 달리 교사와 일반 학생 및 과학영재 학생들이 만든 비유 소재에 있어서의 차이점 또한 발견되었다. 즉, 일반 학생 및 과학영재 학생들과 달리 교사의 경우에는 비율은 낮지만 신체/신체 활동 상황을 소재로 하는 경우가 있었다(4.5%). 예를 들어, 그림 2a는 크기가 다른 두 개의 원을 그려 놓고 5명의 학생들이 원 안에 들어가는 놀이 상황을 나타낸 것이고, 그림 2b는 16칸의 공간에 사람들이 들어가는 놀이 상황을 나타낸 것이다. 이러한 형태의 비유는 최근 비유 사용 수업에서 학생들의 능동적이고 적극적인 참여 유발을 통해 비유 사용 수업의 효과를 높이기 위한 방안으로 제안되고 있는 역할놀이 비유(김경순 등, 2009; 김동렬, 2009; 변순화, 2008; 정여진 등, 2006; Aubusson, & Fogwill, 2006)에 해당된다. 따라서 일부 교사들이 학생들의 역할을 강조하는 역할놀이 비유를 고려하고 있다는

표 2. 교사와 학생들이 만든 비유의 소재 유형별 빈도(%)

	교사 집단	일반 학생 집단	과학영재 학생 집단
가정 상황	117(29.3)	39(36.4)	42(26.6)
탐승 상황	86(21.6)	9(8.4)	32(20.3)
소화 상황	66(16.5)	25(23.4)	25(15.8)
학교 상황	49(12.3)	15(14.0)	19(12.0)
신체/신체 활동 상황	18(4.5)	—	—
여가 상황	16(4.0)	3(2.8)	11(7.0)
과학기술 상황	15(3.8)	3(2.8)	11(7.0)
스포츠 상황	15(3.8)	—	1(0.6)
기타 상황	17(4.3)	13(12.1)	17(10.8)
계 ¹	399(100.0)	107(100.0)	158(100.0)

¹각 집단에서 만든 총 비유 수(%)

생각하지 못했던 소재를 활용하여 비유를 만들었을 경우 교사가 그 비유와 목표 개념의 유사점과 차이점을 명확하게 언급하지 못하면 학생들에게 잘못된 대응 과정과 오개념을 유발할 수도 있으므로, 교사는 학생들이 만든 비유의 소재에 대해서도 관심을 가져야 할 것이다.

3. 비유의 유형에 대한 결과

비유의 유형에 대한 분석 결과를 표 3에 제시했다. ‘표현 방식’ 측면에 따라 분류한 결과, 학생들이 그림(일반 학생 27.1%, 과학영재 학생 15.2%) 또는 글과 그림을 함께 사용(일반 학생 42.1%, 과학영재 학생 57.6%)하여 비유를 표현한 경우가 많았던 반면, 82.5%의 교사들은 이보다는 글만을 사용하여 비유를 표현하는 경향이 있었다. 즉, 표현 방식에 있어서는 교사와 학생들의 차이가 명확하게 나타났는데, 이는 성인과 아동의 사고 특성의 차이에 기인한 것으로 해석된다. 즉, 아동의 경우에는 자신의 생각을 글로 표현하는 능력이 부족하여 그림과 같은 시

각적 형태의 방법을 함께 활용하여 표현하는 것을 선호할 뿐 아니라 더 풍부하게 표현하는 경향이 있는 반면, 성인의 경우에는 자신의 생각을 그림보다는 글로 표현하는 능력이 상대적으로 우수하고 이를 선호하기 때문일 수 있다(강훈식, 2006; 노태희 등, 2009; 심영옥과 유시덕, 2008). 글과 그림이 함께 제시될 때 학습이나 정보 전달의 효과가 크다고 주장될 뿐만 아니라(Mayer, 2003), 포화 용액 개념의 경우 그림 비유에 포함된 물질의 입자적 속성 관련 정보를 통해 학생들에게 물질의 입자적 속성에 대해 직간접적으로 생각해 보는 기회를 제공할 수 있다. 따라서 교사는 글과 그림을 함께 사용한 비유를 적극 활용하여 과학 수업을 진행할 필요가 있으며, 학생 중심의 비유 만들기 활동을 활용할 경우에도 학생들에게 이를 충분히 고려하도록 지도할 필요가 있다.

‘공유 속성’ 측면에서는 교사의 경우 일반 학생(85.0%) 및 과학영재 학생(61.4%)들의 경우와 유사하게 기능적 비유가 가장 많았고(72.2%), 구조적/기능적 비유는 이보다 훨씬 적게 나타났으며(27.6%) 이 비율은 일반 학생들의 경우(15.0%)보다는 높고 과학영재 학생들의 경우(38.6%)보다는 낮다. 즉, 일반 학생 및 과학영재 학생뿐만 아니라 교사들이 포화 용액 개념에 대해 만든 비유에도 양이 한정되어 있어 더 이상 채울 수 없다는 기능적 측면만이 포함된 경우가 많았던 반면, 용매나 용질 입자의 분포 등과 같은 입자적 속성을 내포하는 구조적 측면이 함께 포함된 경우는 적었음을 알 수 있다. 이는 초등학교에서 물질의 입자적 속성 개념을 직접적으로 가르치지 않기 때문에 나타난 결과라 생각된다. 그러나 이 개념에 대한 이해가 수반되면 포화 용액 개념의 이해에 도움이 될 뿐만 아니라 5학년 학생들은 2년 이내에 물질의 입자적 속성 개념에 대해 학습하게 되므로, 교사가 이 개념을 초등학생들에게 직접적으로 가르치지 않는 것이라도 그 속성에 대해 생각해볼 수 있는 경험과 기회를 제공한다면 그들의 향후 학습에 도움을 줄 수 있을 것이다. 따라서 교사는 과학 수업에서 학생들에게 비유를 직접 제시하거나 학생 스스로 비유를 만드는 활동을 활용할 경우 구조적/기능적 비유의 활용을 적극적으로 고려할 필요가 있다.

‘상황의 작위성’ 측면에 따라 분류한 결과, 학생들이 작위적 비유(일반 학생 12.1%, 과학영재 학생

표 3. 교사와 학생들이 만든 비유의 유형별 빈도(%)¹

		교사 집단	일반 학생 집단	과학영재 학생 집단
표현 방식	글	329(82.5)	33(30.8)	43(27.2)
	그림	14(3.5)	29(27.1)	24(15.2)
	글/그림	56(14.0)	45(42.1)	91(57.6)
공유 속성	구조적	1(0.3)	—	—
	기능적	288(72.2)	91(85.0)	97(61.4)
	구조적/ 기능적	110(27.6)	16(15.0)	61(38.6)
상황의 작위성	작위적	173(43.4)	13(12.1)	26(16.5)
	일상적	226(56.6)	94(87.9)	132(83.5)
추상도	추상적	40(10.0)	16(15.0)	14(8.9)
	구체적	359(90.0)	91(85.0)	144(91.1)
대응 정도	단순	99(24.8)	64(59.8)	62(39.2)
	부연	300(75.2)	43(40.2)	96(60.8)
체계성	저체계성	179(44.9)	71(66.4)	56(35.4)
	고체계성	220(55.1)	36(33.6)	102(64.6)

¹각 집단에서 만든 총 비유 수(교사 399개, 일반 학생 107개, 과학영재 학생 158개)에 대한 비율임.

16.5%)보다는 일상적 비유(일반 학생 87.9%, 과학영재 학생 83.5%)를 많이 만드는 경향이 있었던 것과 달리, 교사들은 일상적 비유(56.6%)뿐만 아니라 작위적 비유(43.4%)도 많이 만드는 경향이 있었다. 즉, 일반 학생 및 과학영재 학생들보다 교사들이 사물이나 상황을 작위적으로 가공하여 비유를 만드는 경향이 강함을 알 수 있었다. 이는 교사들이 학생들의 목표 개념에 대한 이해를 향상시키기 위해 비유 상황을 가능한 목표 개념과 유사하게 작위적으로 가공하려 했기 때문으로 해석된다. 만일 학생들의 사전 경험이나 지식, 능력 및 과학 개념과의 유사성 등과 같은 여러 상황을 충분히 고려하여 만든 작위적 비유의 경우에는 학생들이 충분히 이해 가능하므로 바람직하다고 할 수 있으나, 그렇지 않은 경우에는 오히려 학생들에게 혼란을 초래할 우려가 있다. 과학 수업에서 비유를 즉흥적으로 활용하는 교사들이 적지 않다는 점에서 볼 때(고성자 등, 2007; 권혁순과 노태희, 1999) 교사들이 학생들이 이해하기 어려운 작위적 비유를 사용할 가능성이 낮지 않으므로, 교사는 작위적 비유 사용 시 이런 점을 충분히 고려할 필요가 있다.

‘추상도’ 측면에서는 교사와 일반 학생 및 과학영재 학생 모두 85.0% 이상이 추상적 비유보다 구체적인 비유를 만들었다. 이는 초등학생들이 추상적인 정보보다 구체적인 정보에 의존하여 상황이나 개념을 이해하려는 경향이 강한 특성이 있고(정대균 등, 2007), 교사들이 초등학생들의 이런 특성을 고려하여 비유를 만들었기 때문일 수 있다. 추상적 비유보다 구체적인 비유가 저학년 학생들에게 상대적으로 유용하다고 제안된다는 점(강훈식과 천지현, 2010; 김유정 등, 2009; 노태희 등, 2009)에서 이런 결과는 바람직하다고 할 수 있다. 그러나 컴퓨터 하드디스크나 USB에 저장할 수 있는 메모리 용량 또는 핸드폰 문자 메시지로 전송할 수 있는 용량, 공부량 등과 같이 추상적 비유가 목표 개념의 속성을 포함하고 있으면서 학생들이 쉽게 이해할 수 있는 수준이면 학습에 충분히 유용할 수 있다. 또한 추상적 비유는 학생들에게 구체적 측면에 제한되지 않고 추상적 측면까지 고려하여 학습하도록 유도하는 것과 같이 다양한 관점에서의 사고를 유도할 수 있다는 점에서 또 다른 활용 가치가 있다. 따라서 다양한 관점에서의 사고를 유발하는 것을 목적으로 하는 과학 수업, 특히 일반 학생보다는 과학영재 학생들을 위한

과학 수업의 경우에는 추상적 비유의 도입을 긍정적으로 고려할 필요도 있을 것이다.

‘대응 정도’ 측면의 경우 교사들은 일반 학생(단순 59.8%, 부연 40.2%) 및 과학영재 학생(단순 39.2%, 부연 60.8%)들에 비해 단순 비유(24.8%)를 적게 만들고 부연 비유(75.2%)를 많이 만드는 경향이 있었다. 즉, 비유를 만드는 과정에서 자신이 만든 비유물의 특성을 목표 개념의 특성과 관련지어 자세히 설명하려는 경향이 일반 학생 및 과학영재 학생들보다 교사들이 상대적으로 강했음을 알 수 있다. 이는 교사들이 이 학생들보다 목표 개념에 대한 이해가 깊고 목표 개념과 비유물의 공유 속성과 비공유 속성을 잘 파악하고 있을 뿐만 아니라, 이 학생들에게 그 공유 속성에 기초하여 목표 개념을 설명하려는 경향이 있기 때문으로 보인다. 그러나 단순 비유를 만든 교사도 24.8%나 되므로, 교사에게 부연 비유를 활용할 수 있도록 부연 비유의 장점과 필요성에 대해 안내할 필요가 있다.

‘체계성’ 측면에 따른 분류에서는 고체계성 비유를 만든 교사의 비율이 55.1%로 일반 학생(33.6%)보다는 높으나, 과학영재 학생(64.6%)들보다는 낮게 나타났다. 즉, 목표 개념과 비유물의 표면적인 유사성보다는 비유물이 목표 개념의 인과 관계에 대응되는 구조를 체계적으로 포함하고 있는지에 대해, 교사들은 일반 학생들보다는 더 많은 관심을, 과학영재 학생들보다는 더 적은 관심을 두었음을 알 수 있다. 고체계성 비유는 목표 개념에 대한 이해와 고차원적 사고력을 요구하므로(김유정 등, 2009; 노태희 등, 2009; Goswami, 1992), 이런 결과에 대해 교사 스스로 신중히 생각해볼 필요가 있다. 물론 교사가 과학영재 학생들보다 비유를 더 많이 만들어서(표 1) 모든 비유에 대해 일일이 자세하게 설명하지 않아 상대적으로 저체계성 비유의 발생 비율이 높게 나타났을 가능성도 무시할 수 없다. 하지만 그렇다고 하더라도 저체계성 비유를 만든 교사들이 적지 않다고 생각할 수 있으므로, 과학 비유 사용 시 교사 스스로 이런 인과적 관계에 대해 적극적으로 관심을 가질 필요가 있다.

IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 포화 용액 개념에 대해 초등학교 교사들이 만든 비유를 비유의 개수, 소재, 유형 측

면에서 분석했다. 또한, 그 결과를 초등학교 일반 학생 및 과학영재 학생들의 결과와 비교했다.

연구 결과, 일반 학생 및 과학영재 학생들보다 교사들이 더 많은 수의 비유를 만들었으나, 일부 교사들은 여러 개의 비유를 만드는 데 어려움이 있는 것으로 나타났다. 비유 소재의 경우, 전반적으로 교사와 일반 학생 및 과학영재 학생들 모두 가정 상황 소재가 가장 많았으며, 탑승 상황, 소화 상황, 학교 상황 소재도 많은 편이었다. 그러나 신체/신체 활동 상황을 포함한 이외의 소재 상황에서는 교사와 학생들 사이에 다소 차이가 있었다. 비유 유형의 경우, 교사와 일반 학생 및 과학영재 학생들 모두에게서 구조적 또는 구조적/기능적 비유보다는 기능적 비유가, 추상적 비유보다는 구체적 비유가 많이 나타났다. 반면, 교사들은 일반 학생 및 과학영재 학생들보다 글만을 이용하여 만든 글 비유, 상황을 목표 개념에 맞게 작위적으로 재구성한 작위적 비유, 공유 속성에 대한 부연 설명이나 비유물의 제한점에 대한 설명을 제시하는 부연 비유를 더 많이 만들었다. 목표 개념의 인과 관계에 대응되는 구조를 체계적으로 포함한 고체계성 비유의 경우에는 교사들이 일반 학생들보다는 많이, 과학영재 학생들보다는 적게 만들었다.

이상의 결과들은 일반 과학 수업 또는 과학영재 수업에서 비유 사용 시, 학생들의 관점을 고려하여 효과적으로 사용하는 방법에 대해 의미 있는 시사점을 제공할 수 있다. 즉 교사와 일반 학생 및 과학영재 학생들이 만든 비유의 소재 상황이 유사한 측면도 있었지만 상이한 측면도 있었으므로, 비유 사용의 효과를 높이기 위해서는 교사가 학생들의 사전 경험과 지식을 고려한 비유를 적극적으로 사용할 필요가 있다. 예를 들어, 교사와 일반 학생 및 과학영재 학생들 모두 자신들이 주로 생활하는 가정이나 학교 등의 장소에서 흔히 접하거나 직관적으로 이해 가능한 경험을 소재로 하여 비유를 만드는 경향이 있었으므로, 교사는 일반 과학 수업과 과학영재수업에서 이러한 비유 소재를 적극적으로 활용할 필요가 있다. 또한 여러 선행 연구에서 효과성이 검증된 역할놀이 비유 상황의 경우에는 교사에게만 나타났으므로, 교사가 역할놀이 비유를 활용할 경우 학생들이 자신의 사전 지식과 경험으로 쉽게 이해할 수 있는 상황을 사용해야 할 뿐만 아니라 수업 진행 과정에서 학생들의 이해 과정을 점검하여 적절한 피드백을 제공할 필요가 있다. 이외에 학생들의 관

점과 다른 관점의 소재를 활용하는 경우에도 학생들의 이해 가능성을 염두에 두고 비유를 사용할 필요가 있으며, 학생들에게서만 두드러지게 나타난 비유 소재의 활용 가능성도 적극 고려할 필요가 있다. 이를 위해 특정 개념에 대해 교사와 학생들에게서 공통적으로 많이 나타나거나 학생들에게만 특징적으로 나타나는 비유의 소재를 교사용 자료에 제시할 수 있을 것이다.

비유의 유형에 대한 분석 결과, 일반 학생 또는 과학영재 학생들에 비해 교사들은 대응 정도 측면에서는 대체적으로 선행 연구(권혁순 등, 2003; 노태희 등, 2009)에서 좋은 비유의 조건으로 제안되고 있는 비유를 많이 만드는 경향이 있었던 반면 표현 방식, 공유 속성, 상황의 작위성, 체계성 측면에서는 그렇지 못한 것으로 나타났다. 교사들이 만든 비유는 교사들이 평소 일반 과학 수업 및 과학영재수업에서 실제로 사용될 가능성이 크므로, 비유 사용의 효과를 높이기 위해서는 교사들이 좋은 비유의 조건으로 제안되고 있는 유형의 비유를 활용할 수 있도록 교사들에게 그런 비유의 장점과 활용 방법에 대해 적극적으로 안내할 필요가 있다. 이를 위한 구체적인 방법의 예로, 교사와 학생들이 만든 비유의 유형별 예와 빈도 및 좋은 비유의 조건에 대한 정보를 교사용 자료에 제시하거나 교사 연수 및 대학 강의 등을 통해 현직 및 예비 교사들에게 안내하는 방법을 고려할 수 있을 것이다.

한편, 이 연구는 포화 용액 개념에 한정되어 진행되었는데, 목표 개념에 따라 교사와 일반 학생 및 과학영재 학생들이 만든 비유의 특성이 달라질 수 있으므로 보다 다양한 과학 개념들을 대상으로 지속적인 연구를 진행할 필요가 있다. 이를 통해 얻은 정보는 교사와 일반 학생 또는 과학영재 학생들이 특정 과학 개념들에 대해 만든 비유의 특성과 관련된 자료집을 개발하기 위한 기초 자료로 유용하게 활용될 수 있을 것이다.

참고문헌

- 강훈식(2006). 중학교 화학 수업에서 외적 표상의 유형 변환을 촉진하는 그리기와 쓰기의 효과 및 활용 방안. 서울대학교 대학원 박사학위논문.
- 강훈식, 천지현(2010). 초등학교의 학습접근양식에 따른 비유 만들기 특성, 대응 관계 이해도, 대응 오류, 비유 만들기에 대한 인식. 한국과학교육학회지, 30(5), 668-680.

- 고성자, 최선영, 여상인(2007). 과학 수업에서 초등 교사가 사용하는 비유 유형에 대한 사례 연구. *초등과학교육*, 26(3), 276-285.
- 권혁순, 노태희(1999). 과학 교사들의 비유 사용 실태 및 인식 조사. *한국과학교육학회지*, 19(4), 665-673.
- 권혁순, 최은규, 노태희(2003). 물질의 세 가지 상태에 대하여 중학생들이 만든 비유의 분석. *대한화학회지*, 47(3), 265-272.
- 권혁순, 최은규, 노태희(2004). 화학 교육에서 사용되는 비유에 대한 학생들의 이해도 및 비유 사용의 제한점. *한국과학교육학회지*, 24(2), 287-297.
- 김경순, 신은주, 한재영, 노태희(2006a). 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.
- 김경순, 최은규, 차정호, 노태희(2006b). 중학교 과학 개념 학습에서 비유 만들기를 이용한 수업이 학생들의 개념 이해에 미치는 효과. *대한화학회지*, 50(4), 338-345.
- 김경순, 황선영, 노태희(2008). 비유 만들기를 활용한 반응 속도 개념 학습에서 학생들이 만든 비유의 유형과 대응 관계 이해도 및 대응 오류 조사. *대한화학회지*, 52(4), 412-422.
- 김동렬(2008). 유전 관련 개념에 대한 고등학생들의 비유 만들기 수업의 적용 효과. *한국과학교육학회지*, 28(5), 424-437.
- 김동렬(2009). 생물Ⅱ ‘세포호흡’ 단원에서 역할놀이 비유 수업의 효과. *한국과학교육학회지*, 29(4), 463-476.
- 김영민, 박희숙(2000). 중학교 과학 교과서의 물리 개념 설명에 사용된 비유에 대한 학생들의 이해도 조사. *한국과학교육학회지*, 20(3), 411-420.
- 김유정, 문세정, 노태희(2009). 크로마토그래피 개념에 대해 중학교 과학영재가 만든 비유의 유형과 대응 오류 및 비유 만들기 활동에 대한 인식 조사. *한국과학교육학회지*, 29(8), 861-873.
- 김유정, 박원, 노태희(2010). 비유 생성 과정에서 속성과 관계에 대한 고려 여부에 따라 과학영재들이 생성한 비유의 특징. *대한화학회지*, 54(5), 621-632.
- 노태희, 양찬호, 강훈식(2009). 포화용액 개념에 대해 초등 과학영재와 일반 학생들이 만든 비유의 특성과 대응 관계 이해도 및 대응 오류. *초등과학교육*, 28(3), 292-303.
- 노태희, 양찬호, 강훈식(2010). 초등학교 5학년 과학영재와 일반 학생들의 포화 용액 개념에 대한 비유 만들기 과정의 유형과 비유 만들기기에 대한 인식. *초등과학교육*, 29(2), 219-232.
- 변순화(2008). 물질의 입자성 학습에서 체험 중심 비유를 사용한 과학 수업의 효과 및 학습 과정 조사. 서울대학교 대학원 박사학위논문.
- 변춘수, 김희백(2010). 학생 중심 비유 활용 수업이 중학생의 광합성 개념 이해에 미치는 영향. *한국과학교육학회지*, 30(2), 304-322.
- 심영옥, 유시덕(2008). 아동미술활동의 길라잡이 미술교육과정의 이해. 서울: 창지사.
- 안명환, 김경완(2003). 중학교 과학교과서 물리영역의 비유분석. *새물리*, 47(2), 67-74.
- 정대균, 이혜정, 정선희, 오창호, 박국태(2007). 기체에 대한 초등학생들의 개념 조사 및 대안 개념 유형 분석. *초등과학교육*, 26(4), 359-371.
- 정영진, 김승현, 우규환(2006). 놀이를 통한 비유 수업의 효과: 중학교 3학년 과학 ‘물질 변화에서의 규칙성’ 단원을 중심으로. *교육과정평가연구*, 9(1), 363-380.
- 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.
- 최선영, 이은정, 강호감(2006). 초등과학 학습에서의 창의력 향상을 위한 시각적비유학습의 효과. *한국과학교육학회지*, 26(2), 167-176.
- Aubusson, P. J. & Fogwill, S. (2006). Roleplay as analogical modelling in science. In P. Aubusson, A. Harrison & S. Ritchie (Eds.), *Metaphor and analogy in science education*, (pp. 91-102). Dordrecht: Springer.
- BouJaoude, S. & Tamim, R. (2000). Analogies generated by middle-school science students-types and usefulness. *School Science Review*, 82(299), 57-63.
- 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.
- Goswami, U. (1992). *Analogical reasoning in children*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Hsu, C. L. (1993). *Content emphasis, practice, and cognitive style in analogical problem solving of college students*. Unpublished doctoral dissertation, The University of Missouri-Columbia.
- 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.
- Rule, A. C. & Furllett, C. (2004). Using form and function analogy object boxes to teach human body systems. *School Science and Mathematics*, 104(4), 155-169.