



협력적 비유 생성 활동에서 나타나는 비유의 변화 유형과 토론의 특징

권혁순¹, 김민환², 김수현², 노태희^{2*}

¹청주교육대학교, ²서울대학교

The Patterns of Analogy Change and the Characteristics of Discussions in Collaborative Activity of Self-Generated Analogy

Hyeoksoon Kwon¹, Minhwan Kim², Soohyun Kim², Taehee Noh^{2*}

¹Cheongju National University of Education, ²Seoul National University

ARTICLE INFO

Article history:

Received 14 March 2017

Received in revised form

9 May 2017

Accepted 16 May 2017

Keywords:

Analogy,
Self-generated analogy,
Collaborative activity,
Group discussion,
Classroom discussion

ABSTRACT

In this study, we investigated the processes of analogy change and the characteristics of discussions in collaborative activity of self-generated analogy. Twenty-four high school students in Seoul participated in this study. We implemented science instructions based on collaborative activity of self-generated analogy. We compared personal analogies, group analogies, and modified group analogies in order to analyze the processes of analogy change. We also analyzed the characteristics of group and classroom discussions in the science instructions. The analyses of the results indicated that the processes of analogy change were categorized into three patterns; adding shared attributes, recognizing unshared attributes, and revising mapping errors. They selected a group analogy from analogies of their group members by considering inclusiveness, originality, and familiarity. They perceived the activity of self-generated analogy as subjective and creative. Therefore, they felt little pressure of self-generated analogy and there were little conflicts in group discussions. On the other hand, various analogies were suggested in classroom discussions and the competitive atmosphere of classroom discussions led students to focus on unshared attributes. At the stage of modifying group analogies, they added unshared attributes as limitations of the group analogy and changed their group analogy not to have unshared attributes. There were no cases of generating a new analogy. Some suggestions to implement collaborative activity of self-generated analogy in science teaching effectively are discussed.

1. 서론

비유는 익숙한 일상의 사물이나 현상을 활용하여 추상적인 개념을 구체적인 형태로 시각화하므로 학생들이 새로운 정보와 기존의 지식을 쉽게 연결하도록 도울 수 있다(Dagher, 1995; Duit, 1991). 미시적이고 추상적인 개념이 많은 과학 교과에서는 학생들의 학습을 돕기 위해 추상적인 개념을 구체화하는 비유가 종종 활용된다(Noh & Kwon, 1999). 과학 수업에서 비유의 일반적인 활용 방식은 교사가 적절한 비유를 제시한 후 제시한 비유와의 유사점을 바탕으로 목표 개념을 설명하는 교사 중심의 비유 사용 수업이다. 그러나 교사 중심의 비유 사용 수업은 교사가 제시한 비유를 학생들이 이해하지 못할 경우 효과적이지 않을 수 있고, 비유에서 목표 개념으로 잘못된 전이가 일어나 오개념을 유발할 수도 있다(Duit, 1991; Thiele & Treagust, 1994; Zook, 1991). 또한, 교사가 제시한 비유를 학생들이 수동적으로 받아들여 학생 중심의 구성주의적 수업과도 거리가 있기 때문에 과학적 사고력이나 과학적 의사소통 능력의 향상과 같은 과학 교육의 다양한 목표를 달성하는 데도 한계가 있다(Blanchette & Dunbar, 2000). 따라서 과학 수업에서 비유의 활용 방식을 교사 중심에서 학생 중심으로 전환할 필요가 있으며, 이러한 맥락에서 비유 생성 활동

(self-generated analogy)이 주목받고 있다(Wong, 1993a, 1993b).

비유 생성 활동은 문제 해결 등의 상황에서 나타나는 자발적인 비유 생성(spontaneous analogy)과는 달리 목표 개념에 대한 학생들의 비유 생성을 교사가 직접적으로 촉진하는 교수 방법이다(Haglund, 2013). 비유 생성 과정에서 학생들은 자신의 경험과 사전 지식을 과학 개념의 새로운 상황과 연결하여 사고하는 데 적극적으로 참여함으로써 능동적이고 자기주도적인 학습을 할 수 있다. 이에 비유 생성 활동은 학생들의 과학 개념 이해에 효과적인 것으로 보고되고 있다(Byun & Kim, 2010; Kim, 2008; Kim *et al.*, 2006; Spier-Dance *et al.*, 2005). 또한 비유 생성 과정에서는 창의적, 비판적, 분석적 사고 등의 과학적 사고를 종합적으로 활용해야 하므로 비유 생성 활동이 창의적 사고력과 비판적 사고력, 문제 해결력의 신장에도 효과적일 것으로 제안되고 있다(BouJaoude & Tamim, 2008; Choi *et al.*, 2006; Noh *et al.*, 2009).

최근에는 비유 생성 활동이 과학적 모델링 능력이나 과학적 의사소통 능력의 향상과도 깊은 관련이 있는 것으로 제안되고 있다. 과학적 모델링 능력은 과학적 모델을 학습하는 것뿐만 아니라 모델을 적절히 사용하며, 새로운 모델을 생성하는 능력을 포함한다. 그런데 비유는 글이나 그림, 그래프 등과 같이 과학적 현상을 설명하기 위해 사용하

* 교신저자 : 노태희 (nohth@snu.ac.kr)

** 이 논문은 2015년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(NRF-2015R1D1A1A01058607).

http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2017.37.3.407

는 일종의 표상이기 때문에 학생들은 자신에게 친숙한 영역인 비유를 바탕으로 낯선 영역인 과학적 모델을 효과적으로 이해하고 다룰 수 있다(Harrison & Treagust, 2000). 이렇게 비유 생성이 과학적 모델에 대한 표상을 생성하는 방식이 될 수 있음을 고려할 때, 학생들이 생성한 비유는 과학적 모델을 바탕으로 한 과학적 의사소통을 촉진할 수 있는 유용한 도구가 될 수 있으며 실제로 학생들이 생성한 비유는 학생들 간의 논의를 촉발하는 것으로 알려져 있다(Haglund & Jeppsson, 2012; Lin *et al.*, 2012; May *et al.*, 2006). 또한 비유 생성 과정은 학생들에게 과학적 모델링과 과학적 의사소통의 기회를 제공할 수 있다. 예를 들어, 과학적 모델링 과정에서 과학적 모델의 유용성이나 한계를 인식하는 것과 비유 생성 과정에서 비유의 유용성이나 제한점을 평가하는 것의 대응은 과학적 모델링과 비유 생성 과정의 유사성을 암시하고(Justi & Gilbert, 2006), 학습한 모델을 언어화하기 위해 비유물과 목표 개념의 관계를 표현하는 것은 비유 생성 과정을 통해 학생들이 과학적 의사소통을 경험할 수 있음을 의미한다(Aragón *et al.*, 2014).

한편, 비유 생성 활동을 효과적으로 구현하기 위해서는 사회적 구성주의 측면에서의 접근이 필요하다. 즉, 학생들이 개별적으로 비유를 생성하는 것이 아니라 소집단 토론과 전체 학급 토론을 통해 협력적으로 비유를 생성하는 것이다. 이는 과학적 모델링과 과학적 의사소통의 과정이 동료나 교사와 함께 논의하여 비유를 생성하고 발전시키는 협력적 비유 생성 활동을 통해 비로소 실현될 수 있을 뿐 아니라(Fogwill, 2010; Lemke, 2001), 토론을 바탕으로 한 협력적 활동이 비유 생성 활동과 같은 과학적 모델에 기초한 학습을 촉진할 수 있기 때문이다(Coll *et al.*, 2005). 또한, 협력적 환경은 학생들로 하여금 다양한 비유의 소재를 고려하고, 비유를 반복적으로 검증할 기회를 제공하여(Haglund, 2013), 비유 생성에서 겪을 수 있는 어려움을 극복하고 보다 수준 높은 비유를 생성하도록 할 수 있다(Kim & Noh, 2015; Lin *et al.*, 2012; Yoon & Kang, 2011).

그러나 협력적 비유 생성 활동을 적용한 수업에서도 학생들이 특이한(idiosyncratic) 설명 체계를 발달시키거나 비유를 지나치게 일반화할 경우, 오개념이 발생하거나(Clark, 2006; Yerrick *et al.*, 2003) 학생들 간의 바람직하지 않은 상호작용이 야기될 수 있다(Haglund, 2013). 따라서 협력적 비유 생성 활동을 학교 현장에서 효과적으로 실행하기 위한 구체적인 방안과 관련된 정보가 필요하다. 그러나 토론을 통해 학생들이 협력적으로 비유를 생성하는 과정에 대한 연구는 부족한 실정이다. 특히, 협력적 비유 생성 활동과 관련된 국내 연구는 협력적 비유 생성 활동이 학생들의 성취도나 개념 이해 등에 미치는 효과를 조사한 연구가 대부분이었다(Byun & Kim, 2010; Choi, 2004; Kim, 2008; Ryu *et al.*, 2008; Yoon & Kang, 2011). 협력적 비유 생성 활동 과정에서의 언어적 상호작용과 비유 생성의 패턴을 중학교 과학영재를 대상으로 분석한 연구(Kim & Noh, 2015)가 이루어졌으나, 일반 학생을 대상으로 한 교육적 맥락에 적용하기에는 한계가 있을 뿐 아니라 비유 생성을 위한 토론의 역할과 토론의 구체적인 양상 등에 대한 정보는 거의 다루지 못하였다. 특히, 소집단 토론과 전체 학급 토론을 통해 비유가 어떻게 변화하는지에 대한 정보는 부족하였다.

이에 이 연구에서는 고등학생을 대상으로 협력적 비유 생성 활동을 적용한 수업을 실시하고 수업 과정을 심층적으로 분석하였다. 이를 통해 소집단 및 전체 학급 토론을 통한 비유의 변화 과정과 협력적

비유 생성 활동을 위한 소집단 및 전체 학급 토론의 구체적인 양상과 특징을 조사하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상 및 절차

서울특별시 소재한 고등학교 2학년 2개 학급을 대상으로 협력적 비유 생성 활동을 적용한 수업을 진행하였다. 연구자와 담당 교사가 연습 수업을 관찰한 후 토론이 비교적 활발하게 이루어진 소집단을 선정하여, 7개의 소집단에 속한 24명(각 소집단 당 3-4명)의 학생들을 연구 참여자로 선정하였다. 학생들은 고등학교 화학 I 을 교육과정의 순서에 따라 학습한 상태로, 연구 대상 단원인 ‘화학 결합의 종류’ 전까지 학습을 마친 상태였다. 학생들이 속한 반과 소집단의 명칭, 학생들의 이름은 임의로 제시하였다.

고등학교 화학 I 의 ‘화학 결합의 종류’ 단원에 대하여 협력적 비유 생성 활동을 적용한 수업과 이에 따른 교수학습 자료를 개발하고, 과학교육 전문가 3인과 현직교사 3인, 과학교육전공 대학원생들로 구성된 집단 세미나를 여러 차례 실시하여 수업 절차와 교수학습 자료의 적합성을 점검하였다. 그리고 수업을 진행할 담당 교사에게 협력적 비유 생성 활동을 적용한 수업에 대한 워크숍을 진행하였다. 먼저, 개발한 교수학습 자료를 담당 교사에게 제공하고 수업 구성과 자료 개발의 의도를 설명한 이후 연구자와 담당 교사가 함께 수업을 계획하였다. 구체적인 수업 진행 방식과 소요 시간 등을 점검하기 위하여 연구 대상이 아닌 학급에서 예비 수업을 진행한 후, 수업 결과를 바탕으로 연구자와 담당 교사가 다시 논의하여 수업 절차 및 교수학습 자료를 수정하고 수업 진행에 대해 최종적으로 점검하였다.

이온 결합과 공유 결합을 주제로 각각 두 차시씩, 총 네 차시에 걸쳐 협력적 비유 생성 활동을 적용한 수업을 진행하였다. 본 수업에 앞서 학생들이 협력적 비유 생성 활동에 익숙해질 수 있도록 오리엔테이션과 연습 수업을 2차시 동안 실시하였다. 연습 수업은 학생들이 이미 학습한 주제인 원자 구조를 주제로 실시하였다. 본 수업을 모두 마친 후 연구 참여자로 선정된 학생들을 대상으로 반구조화된 면담을 실시하였다. 면담 내용은 소집단 및 전체 학급 토론을 통한 비유의 변화 과정과 소집단 및 전체 학급 토론의 특징을 조사하기 위한 질문들로 구성하였다. 우선, 비유의 변화 과정을 파악하기 위하여 비유 생성 과정과 이 과정에서 고려한 요소에 대해 질문하였고, 비유가 변화했을 경우 변화에 영향을 미친 요인 등을 질문하였다. 또한, 소집단 토론과 전체 학급 토론의 특징을 조사하기 위하여, 소집단 토론과 전체 학급 토론에서 이루어진 의견 합의 과정, 갈등 상황의 해결 과정 등 학생들 간의 상호작용에 대해 질문하였고, 소집단 토론과 전체 학급 토론에 대한 인식과 장·단점에 대하여 구체적으로 질문하였다. 학생 1인당 면담 시간은 40~50분 정도 소요되었으며, 모든 면담 내용은 녹음하여 전사하였다. 소집단 토론과 전체 학급 토론을 포함한 수업의 전 과정을 녹화하였고, 학생들이 작성한 활동지를 수집하였다.

2. 협력적 비유 생성 활동을 적용한 수업

협력적 비유 생성 활동과 관련된 선행 연구(Byun & Kim, 2010;

Haglund & Jeppsson, 2012; Kim & Noh, 2015; Ryu *et al.*, 2008)를 참고하여 화학 결합을 주제로 협력적 비유 생성 활동을 적용한 수업을 개발하였다. 화학 결합은 화학의 주요 개념 중 하나로 추상적인 성격이 강하여 학생들이 학습에 어려움을 겪을 수 있으므로(Fensham, 1975), 비유 생성 활동의 주제로 활용된 바 있다(Mozzer & Justi, 2012, 2013). 수업은 두 차시를 하나의 모듈로 개발하였다(Table 1). 1차시는 목표 개념 도입 단계와 개인 비유 생성 단계로 구성하였다. 목표 개념 도입 단계에서는 교사가 강의식 수업을 진행하여 목표 개념을 가르쳤고, 개인 비유 생성 단계에서는 학습한 내용을 바탕으로 학생들이 개별적으로 목표 개념에 대한 비유를 생성하도록 하였다. 2차시는 소집단 비유 생성 단계와 소집단 비유 수정 단계로 구성하였다. 소집단 비유 생성 단계에서는 개인 비유를 공유하고 이에 대한 토론을 바탕으로 구성된 간의 합의를 통해 소집단을 대표할 수 있는 비유를 자율적으로 생성하도록 하였다. 소집단 비유 수정 단계에서는 각 소집단이 자신들의 소집단 비유를 발표하고 이에 대해 다른 학생들이 질의하고, 발표한 소집단이 응답하는 형태로 전체 학급 토론을 진행한 후 각 소집단별로 비유를 수정하도록 하였다. 학생들의 비유 생성을 촉진하기 위해 목표 개념을 간략하게 정리한 ‘개념 지도’를 학생들에게 제공하고 수업 전반에서 활용할 수 있도록 하였고, 개인 비유와 소집단 비유를 나타낼 수 있도록 한 활동지도 제공하였다. 교사의 개입 없이 협력적 비유 생성 활동을 적용한 수업에서 나타나는 특징을 조사하기 위하여, 교사는 수업이 계획된 절차에 따라 진행될 수 있도록 진행자의 역할만 수행하였고 학생들의 비유 생성 활동에 영향을 미칠 수 있는 상호작용은 최소화하였다.

Table 1. Instructional sequence of generating analogies

차시	단계	활동	산출물
1	목표 개념 도입	목표 개념에 대한 학습	
차시	개인 비유 생성	목표 개념에 대한 개인 비유 생성	개인 비유
2	소집단 비유 생성	소집단 내에서 개인 비유 공유 및 이에 대한 토론 구성원과 합의하여 소집단 비유 생성	소집단 비유
차시	소집단 비유 수정	전체 학급에서 소집단 비유 발표 및 질의·응답 구성원과 합의하여 소집단 비유 수정	수정된 소집단 비유

3. 결과 분석

소집단 토론과 전체 학급 토론을 통한 비유의 변화 과정을 분석하기 위하여, 학생들이 생성한 개인 비유와 소집단 비유, 수정된 소집단 비유를 비교하였다. 학생들이 작성한 활동지와 녹화한 수업 영상을 바탕으로 비유의 변화 과정을 일차적으로 분석하였고, 이를 바탕으로 면담 결과를 참고하여 비유의 변화 과정을 심층적으로 분석하였다. 이때, 비유 생성 과정에서 학생들이 고려한 요소나 비유의 변화에 영향을 미친 요인, 비유의 변화에 따른 목표 개념에 대한 이해 변화도 추가적으로 분석하였다. 비유 생성 활동을 위한 소집단 토론과 전체 학급 토론의 특징은 분석적 귀납법(analytic induction; Bogdan & Biklen, 2006)을 사용하여 분석하였다. 소집단 토론과 전체 학급 토론은 각각 소집단 비유 생성 단계와 소집단 비유 수정 단계에서 주로

이루어지므로, 소집단 비유 생성 단계와 소집단 비유 수정 단계를 구분하고 각 단계의 특징을 분석함으로써 소집단 토론과 전체 학급 토론의 특징을 조사하였다. 이를 위해 수집한 모든 자료를 반복적으로 분석하여 소집단 비유의 생성 및 수정 양상과 소집단 토론과 전체 학급 토론에 대한 학생들의 인식에서 나타나는 특징을 귀납적으로 도출하였다. 특히, 소집단 토론과 전체 학급 토론에서 비유 생성 활동에 따른 특징을 조사하기 위하여 물질의 입자성에 대한 모형 구성 과정에서 나타나는 소집단 토론과 전체 학급 토론의 특징을 조사한 Yang *et al.*(2016)의 연구 결과와 비교하였다.

연구자들 간의 논의를 통해 추출한 결과의 의미를 생성하고 합의된 결과를 도출하였고, 결과 분석 및 해석의 타당성을 높이기 위하여 도출한 결과를 모든 수집 자료들과 지속적으로 비교함으로써 정당화하는 과정을 거쳤다. 또한, 과학교육 전문가 3인, 현직 교사 3인, 과학교육전공 대학원생들로 구성된 집단 세미나를 여러 차례 실시하여 연구 결과와 해석의 타당성을 점검받았다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 비유의 변화 유형

협력적 비유 생성 활동을 통해 학생들이 생성한 비유의 변화 과정을 분석한 결과, 공유 속성이 추가되는 경우, 비공유 속성을 인식하는 경우, 대응 오류가 수정되는 경우의 세 가지 변화 유형이 나타났다. 각 유형에 해당하는 대표적인 사례를 제시하고 그 특징과 교육적 함의를 유형별로 논의하였다.

가. 공유 속성의 추가

비유란 목표 개념과 비유물의 두 영역을 비교하는 것으로 목표 개념과 비유물은 각각 하위 속성을 지니고 있다. 이때, 비유 관계를 통해 대응되는 속성을 공유 속성, 비유물 혹은 목표 개념만 갖는 속성으로 차이점에 해당하는 속성을 비공유 속성이라고 한다. 협력적 비유 생성 활동에서 공유 속성이 추가되는 유형은 소집단 토론과 전체 학급 토론에서 모두 나타났다.

1반 1조는 공유 결합에 대한 비유 생성 활동에서 소집단 토론을 통해 자신들의 소집단 비유에 공유 속성을 추가하였다. 1조의 학생들은 비금속 원자가 전자를 공유하는 것을 두 명의 학생이 각자에게 부족한 색의 색연필을 공유하는 상황으로 표현한 ‘색연필 비유’를 소집단 비유로 생성하였는데, 소집단 토론을 통해 비유의 상황을 구체화하여 옥텟 규칙에 해당하는 공유 속성을 추가하였다. 즉, 두 명의 학생이 각자 갖고 있는 색연필의 개수를 7개로 정하고 색연필 1개를 공유함으로써 8개로 구성된 색연필 세트가 완성되는 것으로 비유를 수정하였다. 이 과정에 대해 학생들은 ‘색연필 비유’를 발전시킬 방안을 논의하던 중 한 학생의 아이디어로 공유 속성을 추가하게 되었고 응답하였다(발체 1).

면담자: (소집단 토론을 통해) 어떤 점이 추가된 거야?

학생A: 이게 원래 8색이 아니었는데, 옥텟 규칙을 맞추겠다고 8색으로 늘렸어요.

면담자: 그건 누가 얘기 했어?

학생A: 학생C나 학생D였던 것 같아요.

(발췌 1 - 1반 1조 학생A 사후 면담)

1반 1조는 전체 학급 토론을 통해서도 비금속 원자와 원자 간의 인력에 해당하는 공유 속성을 추가하였는데, 전체 학급 토론에서는 다른 소집단의 비유에서 힌트를 얻어 공유 속성을 추가하였다. 즉, 목표 개념과 비유물의 대응 관계가 유사한 다른 소집단의 비유를 접하고, 그 비유에서는 포함하고 있지만 자신들의 비유에서는 포함하지 않은 공유 속성을 추가하였다. 전체 학급 토론에서는 두 사람이 과자를 공유하는 상황에서 두 사람을 비금속 원자에, 과자를 전자에, 과자를 먹고 싶은 마음을 원자 간의 인력에 대응한 ‘과자 비유’가 발표되었는데, 1조의 학생들은 ‘과자 비유’를 접한 뒤에 자신들의 비유에서 사람을 비금속 원자에 대응하고, 완성된 색연필 세트를 가지려는 마음을 원자 간의 인력에 대응하면 이 두 속성을 추가적으로 설명할 수 있다고 논의하였다(발췌 2). 이후 학생들은 비유를 수정하여 비금속 원자와 원자 간의 인력을 모두 설명할 수 있는 소집단 비유를 발표하였다.

학생C: 인력이 뭔가 이렇게 끌어당기는 거잖아. 약간 그런게 (우리 비유에서는) 없지 않나? 색연필에도 있나?

학생A: 자동으로 끌어당기는 힘인데, 이건 개인의 마음이나 설명이 안된다? 비금속 원자를 학생이라고 하면 (원자 간의 인력과 비금속 원자 모두) 설명이 되잖아.

학생D: 우리 (비유는 설명이) 안 되는 게 없네.

(발췌 2 - 전체 학급 토론 중에 이루어진 1조의 논의)

이와 같이 공유 속성을 추가함으로써 비유가 더 많은 하위 속성을 포함하도록 발전시키는 과정을 통해 학생들은 과학적 모델링의 과정을 직·간접적으로 경험하였다고 할 수 있다(Fogwill, 2010; Haglund & Jeppsson, 2012). 이는 학생들이 비유를 생성한 뒤에 다른 학생들과의 상호작용을 통해 비유를 평가하고, 이를 바탕으로 비유를 수정하는 일련의 과정이 생성-평가-수정의 사회적 과정을 거쳐 과학적 모형이 발달하는 과학적 모델링의 과정과 유사하기 때문이다.

한편, 다른 비유에서 힌트를 얻어 공유 속성을 추가하는 경우는 비유의 특징과 관련된다고 할 수 있다. 이 연구에 참여한 학생들은 다른 학생들이 생성한 비유에 대해 ‘내 비유와 설명하려는 개념이 다르다’거나, ‘다른 학생들이 건드리지 않은 개념을 건드렸다’고 인식하여, 학생 개인에 따라 주목하는 목표 개념의 하위 속성이 다르고, 많은 학생들이 주목하는 속성이 있는 반면 그렇지 않은 속성이 있는 것으로 나타났다(Haglund & Jeppsson, 2012; Kim *et al.*, 2017). 그런데, 다른 비유에서 힌트를 얻어 공유 속성을 추가하기 위해서는 유사한 대응 관계를 갖는 비유를 접할 수 있어야 한다. 따라서 학생들이 쉽게 주목하지 않는 속성을 포함한 독창적인 비유보다는 많은 학생들이 주목하는 속성을 포함하는 일반적인 비유가 유사한 대응 관계를 갖는 비유를 쉽게 접할 수 있으므로 다른 비유에서 힌트를 얻어 공유 속성이 추가될 가능성이 크다고 할 수 있다.

나. 비공유 속성의 인지

목표 개념과 비유물의 차이점에 해당하는 비공유 속성을 공유 속성

과 구분하지 못할 경우 오개념이 유발되는 등 비유의 활용이 오히려 학생들의 과학 학습을 방해할 수 있으므로 비공유 속성을 명확히 인식할 필요가 있다(Kim & Noh, 2015). 학생들은 소집단 토론과 전체 학급 토론을 통해 비공유 속성을 인식하고, 이를 비유가 설명할 수 없는 제한점으로 추가하였다. 비공유 속성을 인식하는 것은 비유물 자체가 변화한 것은 아니지만 비공유 속성을 비유가 갖는 제한점으로 명확히 인식하여 학생들의 정신적 모형이 변화한 것으로 볼 수 있으므로 이 또한 비유의 변화 유형으로 분석하였다. 비공유 속성을 인식하는 비유의 변화 유형도 소집단 토론과 전체 학급 토론에서 모두 나타났다.

2반 1조의 학생R은 이온 결합에 대한 비유 생성 활동에서 소집단 토론을 통해 자신이 생성한 개인 비유가 갖는 비공유 속성을 인식하였다. 학생R의 ‘마음 비유’는 추상적 소재인 마음을 활용하여 이온 결합을 표현하였는데, 이온 결합 물질의 결정 구조를 긍정적인 감정과 부정적인 감정이 연속적으로 존재하는 마음에 대응하고, 이온 결합 물질에 충격을 가했을 때 결정 구조가 쉽게 부서지는 성질을 상처를 받았을 때 마음이 무너지는 것에 대응하였다. 1조의 소집단 토론에서는 이온 결합 물질이 용해되어 규칙적인 결정 구조를 잃는 것을 ‘마음 비유’가 설명하기 어렵다는 점이 학생T에 의해 지적되었고, 학생R은 이를 비공유 속성으로 인식하여 제한점으로 추가하였다.

전체 학급 토론을 통해 비공유 속성을 인식한 사례로는 1반 3조의 이온 결합에 대한 비유 생성 활동을 들 수 있다. 3조는 이온 결합에서 금속 원자와 비금속 원자가 전자를 주고받아 양이온과 음이온이 형성되는 것을 사회자가 8명을 외치면 8명의 사람들이 모이는 놀이로 표현한 ‘놀이 비유’를 소집단 비유로 생성하였다. 전체 학급 토론에서는 ‘놀이 비유’의 사회자가 목표 개념에 대응되지 않는다는 점과 사회자가 정한 인원수가 8이 아닌 경우에는 옥텟 규칙을 설명할 수 없다는 점이 지적되었다. 이를 통해 3조의 학생들은 두 가지 비공유 속성을 인식하게 되었다(발췌 3).

면담자: 여기 제한점에 사회자 관련해서 쓴 게 뭐지?

학생: 질문 들어온 거요.

(발췌 3 - 1반 3조 학생 사후 면담)

비유물과 목표 개념을 비교하여 비공유 속성을 명확히 인식하는 과정은 목표 개념의 파지를 촉진할 수 있고, 비유가 목표 개념을 완벽히 설명할 수 없다는 점을 상기시킬 수 있다(Fogwill, 2010). 그런데, 다른 학생들의 다양한 의견을 접할 수 있는 소집단 토론과 전체 학급 토론이 학생들의 비공유 속성 인식을 촉진하는 것으로 보인다. 즉, 학생에 따라 주목하는 목표 개념의 하위 속성이 다른데(Haglund & Jeppsson, 2012; Kim *et al.*, 2017), 서로 다른 속성에 주목한 학생들 간의 상호작용이 각자의 비유물이 설명하지 못하는 속성에 주목하도록 한 것이다. 예를 들어, 학생R이 ‘마음 비유’가 갖는 비공유 속성을 인식한 것은 이온 결합 물질의 용해성에 주목한 학생T의 영향이 있었기 때문이다.

또한, 서로 다른 속성에 주목한 학생들 간의 상호작용으로 비공유 속성을 인식하는 비유의 변화는 대응 관계가 유사한 다른 비유에서 힌트를 얻어 공유 속성을 추가하는 비유의 변화와는 대조적이라고 할 수 있다. 즉, 두 비유가 유사한 속성을 표현하고 있을 경우에는 각각의 비유에서 힌트를 얻어 공유 속성을 추가할 수 있으나, 비유가

다른 속성을 표현하여 비유 간의 공통점을 찾기 어려운 경우에는 비유 간의 차이점에 주목하여 비공유 속성을 인식한 것이다. 이는 비유의 특징과도 관련되는데, 이 유형에서 제시한 ‘마음 비유’와 ‘놀이 비유’에 대해 학생들은 ‘누구도 생각할 수 없다’, ‘접치는 비유가 없을 것 같다’ 등으로 인식하여 이 비유들이 독창적이라고 생각하였다. 즉, 독창적인 비유는 학생들이 쉽게 주목하지 않는 속성을 포함하여 소집단 토론과 전체 학급 토론에서 더 많은 주목을 받고, 다른 비유들과 대비되어 더 많은 비공유 속성이 드러난 것으로 볼 수 있다.

다. 대응 오류의 수정

대응 오류는 비유물의 비공유 속성을 공유 속성으로 대응하는 것과 같이 비유물과 목표 개념의 공유 속성을 올바르게 대응하지 못하여 발생하는 오류로서 학생들의 학습을 방해하는 요소로 작용할 수 있다 (Duit, 1991; Thiele & Treagust, 1994; Zook, 1991). 협력적 비유 생성 활동에서는 개인 비유나 소집단 비유의 생성 과정에서 대응 오류가 발생하는 경우가 있었는데 대부분 소집단 토론이나 전체 학급 토론을 통해 수정되었다. 따라서 최종 비유물인 수정된 소집단 비유가 대응 오류를 포함하는 경우는 거의 없었다.

2반 2조의 이온 결합에 대한 비유 생성 활동에서는 소집단 비유 생성 과정에서 대응 오류가 발생하였고 전체 학급 토론을 통해 수정되었다. 2조는 사람들이 병원에 여러 가지 물품을 기부하는 상황을 통해 금속 원자와 비금속 원자가 전자를 주고받아 양이온과 음이온이 형성되는 것을 표현한 ‘병원 비유’를 소집단 비유로 생성하였다. 그런데 ‘병원 비유’를 발전시킬 방안을 논의하던 중 2조 학생들은 사람들이 물품을 병원에 일방적으로 주기만 하는 것이 아니라 ‘보람과 뿌듯함’을 받기도 한다고 하여 병원과 사람들의 관계를 쌍방향 화살표로 표현하였다. 즉, 비공유 속성에 해당하는 ‘보람과 뿌듯함’을 공유 속성으로 추가하여 대응 오류가 발생하였다. 전체 학급 토론에서 ‘병원 비유’가 갖는 대응 오류가 지적되어 2조 학생들은 대응 오류를 인식하게 되었고, 수업 당시에는 활동 시간이 부족하여 비유를 수정하지 못하였으나 학생들은 자신들의 소집단 비유에 대한 나름의 수정 방안을 생각하고 있었다(발췌 4).

면담자: 수업 시간에는 비유를 바꾸지 못했지만, 비유를 좀 더 좋게 하려고 추가하거나 빼거나 할 건 없을까?

학생X: 차라리 이거 병원을 없애고 이렇게 사람 한 명, 가난한 사람을 그려서, 이 사람이 다른 사람으로부터 뭘 받았다 이런 식으로 표현했으면 낫지 않을까...

(발췌 4 - 2반 2조 학생X 사후 면담)

또한, 학생들은 소집단 비유를 생성할 때 개념을 명확히 이해하지 못해 대응 오류가 발생하였고(발췌 5), 전체 학급 토론을 통해 대응 오류를 인식하였으며 이 과정에서 관련된 개념을 명확히 알게 되었다고 응답하였다(발췌 6).

학생V: 그니까 너무 심하게 생각하다보니까... (이렇게 된 것 같은데). 차라리 보람하고 뿌듯을 추가하지 않고 그냥 의약품과 옷과 뭐 그런 것들이 없는 병원이 받는다고 하고 끝냈으면 됐는데

괜히 이상하게 가서 너무 힘들었던 거 같아요. 그렇게 그냥 주고받는 관계가 있다 보니까 다시 줘야 된다는 생각을 했던 거 같아요.
면담자: 근데 그러면 왜 이걸 했어 그때는?

학생V: 그때는 맞는 줄 알았죠.

(발췌 5 - 2반 2조 학생V 사후 면담)

면담자: 비유를 발표하고 나서 무슨 질문을 받았어?

학생X: 양이온이랑 음이온이랑 뭐가 뭔지 확실히 모르겠다고 (질문을 받았어요).

면담자: 그럼 질문을 받고 양이온과 음이온의 관계에 대해서 알게 된 거야?

학생X: 네.

(발췌 6 - 2반 2조 학생X 사후 면담)

개인 비유 생성 과정에서 발생한 대응 오류가 소집단 토론을 통해 수정되는 사례는 1반 4조 학생O의 이온 결합에 대한 비유 생성 활동에서 볼 수 있다. 학생O는 타이어에 구멍이 나서 바람이 빠지는 상황을 통해 금속 원자가 옥텟 규칙을 만족하기 위해 전자를 잃고 양이온이 되는 것을 표현한 ‘타이어 비유’를 개인 비유로 생성하였다. 즉, 바람이 차있는 타이어가 안정한 상태라고 할 수 있으므로 바람이 빠진 타이어는 옥텟 규칙을 만족하는 것이 아님에도 양이온이 전자를 잃는 것에만 집중하여 바람이 빠진 타이어로 양이온을 표현하여 대응 오류가 발생하였다. 그러나 학생O는 소집단 토론을 통해 바람이 차있는 타이어가 옥텟 규칙을 만족한 상태에 대응된다는 것을 인식하게 되었고, 이후 비유를 수정하여 바람이 빠진 타이어에 바람을 넣는 상황을 통해 비금속 원자가 전자를 얻어 음이온이 되는 것을 표현하였다.

비유 생성 활동은 학생들의 특이한 설명 체계를 발달시키거나 오개념을 유발할 수 있다(Glynn, 1989; Zook, 1991). 개인 비유나 소집단 비유의 생성 과정에서 발생한 대응 오류가 소집단 토론과 전체 학급 토론을 통해 수정된 결과는 비유 생성 활동의 부정적 측면이 협력적 비유 생성 활동을 통해 극복될 수 있음을 보여준다(Haglund & Jeppsson, 2012; Heywood & Parker, 1997). 즉, 비유는 학생들이 갖고 있는 선개념을 표출하는 표상으로서 비유를 공유하는 과정은 학생들이 갖고 있는 선개념을 동료나 교사에게 가시적으로 만들 수 있다. 또한, 토론 과정에서 드러난 대응 오류는 소집단 토론이나 전체 학급 토론에서 유의미한 논의를 촉발하였고, 논의 과정을 통해 학생들은 대응 오류를 깨닫고 목표 개념을 명확히 할 수 있게 되었으며 이를 바탕으로 대응 오류를 수정하였다. 따라서 협력적 비유 생성 활동에서 학생들 간의 생산적인 담화를 통해 선개념을 바탕으로 새로운 개념을 구성하는 유의미한 과학 학습이 이루어졌다고 할 수 있다.

2. 소집단 비유의 생성 방식 및 소집단 토론에 대한 인식

소집단 비유 생성 단계는 소집단 토론을 중심으로 이루어졌다. 학생들은 개인 비유 생성 단계에서 개별적으로 생성한 개인 비유를 소집단 구성원들과 공유하였고, 이에 대한 논의를 바탕으로 소집단 비유를 생성하였다. 전체 학급 토론에서 다른 소집단의 발표를 듣고, 다른 비유에 대해 평가하거나 발표를 준비하는 과정에서 소집단 토론이 이루어지기도 하였다.

가. 소집단 비유의 생성 방식

소집단 비유 생성 단계에서는 구성원 간의 합의를 통해 소집단을 대표할 수 있는 비유를 자율적으로 생성하도록 하였는데, 학생들은 소집단 구성원들이 생성한 여러 개의 개인 비유 중 하나를 선택하고 이를 수정하는 방식으로 소집단 비유를 생성하였다. 개인 비유 사이의 유사점이나 개인 비유가 갖는 장점 등을 종합하여 새로운 비유를 생성하는 경우는 거의 없었다. 예를 들어, 2반 2조의 이은 결합에 대한 비유 생성 활동에서 소집단 비유로 생성된 ‘병원 비유’는 3명의 학생이 각자 생성한 3개의 비유 중에서 하나로 선택된 것이었다. 2조 학생들이 생성한 비유는 ‘병원 비유’ 이외에도 교사가 학생에게 가르침을 주는 상황을 표현한 ‘공부 비유’, 자동차 사고가 났을 때 가해자가 피해자에게 보험금을 지급하는 상황을 표현한 ‘보험금 비유’가 있었는데, 학생들은 소집단 토론을 통해 ‘병원 비유’를 선택하였고 이를 수정하여 소집단 비유로 생성하였다.

여러 비유 중 하나를 선택하는 생성 방식에 대해 학생들은 ‘각각의 비유가 표현하는 개념이 달라서 여러 비유를 종합하는 것은 어렵다’고 응답하였다(발췌 7, 8). 즉, 각자의 개인 비유가 표현하고 있는 목표 개념의 하위 속성이 서로 다르기 때문에 여러 비유의 특징을 종합하여 소집단 비유를 생성하는 것은 어렵다고 인식하였고, 이에 따라 여러 비유 중 하나를 선택하는 방식으로 소집단 비유를 생성한 것이다.

면담자: 지금 네 비유에서 여기에 반영된 건 없나?

학생N: 서로 비유가 달라서 반영하기가 어려운 것 같아요. 왜냐면 이 비유는 이걸 설명하려는데 저는 다른 걸 설명했었으니까요.

면담자: 애초에 다르니까?

학생N: 네.

(발췌 7 - 1반 4조 학생N 사후 면담)

학생: 사람들의 생각이 다 다르다보니까 그 비유를 합쳐서 내가 원하는 거 재가 원하는 거 또 다른 애가 원하는 것들을 전부 반영하기는 힘들었던 거 같아요.

면담자: 그제 비유의 소개가 달라서 그런 거야? 아니면 애초에 표현하는 개념이 달라서야?

학생: 표현하는 개념이 달랐던 것 같아요. 서로 설명하려는 틀이 달라서 그걸 한 번에 모으기가 어려웠던 거 같아요. 표현하는 개념이 달라서...

(발췌 8 - 1반 3조 학생N 사후 면담)

여러 비유 중 하나를 선택하는 방식으로 소집단 비유를 생성한 결과는 소집단 토론을 통해 과학적 모형을 구성할 때 여러 개인 모형의 공통점을 바탕으로 소집단 구성원들의 의견을 종합한 것(Yang *et al.*, 2016)과는 대조적인 결과로, 산출물의 성격에 따라 학생들이 산출물을 생성하는 방식과 산출물을 생성하기 위한 토론의 양상이 달라지는 것으로 나타났다. 이는 구체적인 교수학습 맥락에 따라 학생들 간의 토론 양상이 달라질 수 있음을 시사한다.

소집단 비유를 생성하기 위해 여러 비유 중 하나를 선택할 때, 학생들은 설명력과 친숙도, 독창성 등 여러 준거를 동시에 고려하였다. 먼저, 24명 중 20명의 학생들이 ‘비유가 목표 개념을 잘 설명하는가’,

‘비유가 공유 속성이 많은가’를 비유 선택의 준거로 고려하였다고 응답하여 대부분의 학생들이 비유가 갖는 설명력을 중요하게 고려하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 유사점이 많은 비유가 학생들 간의 논의를 촉진한다는 점(Haglund & Jeppsson, 2012; Heywood & Parker, 1997)에서 긍정적인 결과라고 할 수 있다. 다음으로 많은 빈도를 차지했던 응답은 ‘비유가 친숙하여 이해하기 쉬운가’(24명 중 10명)였는데, 이는 청자의 입장이 되는 동료 학생들의 비유에 대한 친숙도를 고려한 것으로 학생들이 비유를 생성함에 있어 사회적인 준거 또한 중요하게 고려하는 것을 의미한다. 학생들에게 친숙한 표상인 비유가 학생들 간의 논의를 촉진할 수 있다는 맥락(Byun & Kim, 2010)에서 학생들이 자신이 생성한 비유에 대한 동료 학생들의 친숙도나 이해도를 고려한 것은 긍정적인 결과라고 할 수 있다. ‘비유가 독창적인가’(24명 중 9명)를 선택의 준거로 삼았다고 응답하여 비유의 독창성을 고려한 학생들은 다른 비유에서 다루지 않은 목표 개념의 하위 속성을 표현한 비유를 독창적이라고 생각하였는데, 이러한 학생들 중 일부는 전체 학급 토론에서 다양한 비유를 제시하기 위한 목적으로 독창적인 비유를 선택하기도 하였다(발췌 9).

면담자: 토론을 하면서 비유 4개 중에 좋은 비유를 선택한 거잖아. 좋은 비유를 선택하는 가장 결정적인, 제일 중요한 요소가 뭐야?

학생F: 참신함.

면담자: 왜 참신한 걸 하고 싶어? 그런 걸 해주면 어떤 효과가 있는데?

학생F: 다른 조와는 다르니까 약간 자기만족 같은 것도 있고, 이렇게 다른 조하고 다른 비유를 하면 (전체 학급 토론에서) 비유가 좀 더 다양해질 수 있잖아요.

(발췌 9 - 1반 2조 학생F 사후 면담)

비유 생성 과정에서 독창성이나 친숙도와 같은 표면적 속성만을 고려할 경우, 목표 개념과의 대응 관계를 제대로 형성할 수 없다(Kim & Noh, 2015). 따라서 학생들이 비유를 선택할 때 독창성이나 친숙도만 고려하였다면 부정적인 결과라고 할 수 있으나, 대부분의 학생들이 비유가 갖는 설명력을 우선적으로 고려하였으며 일부 학생들이 친숙도나 독창성도 함께 고려한 것은 긍정적인 결과라고 할 수 있다. 또한, 독창성과 친숙도를 준거로 비유를 선택하는 경우도 긍정적으로 해석할 수 있었으므로 소집단 비유를 생성할 때 학생들이 설명력뿐만 아니라 친숙도나 독창성과 같은 준거들도 종합적으로 고려하도록 지도할 필요가 있다.

한편, 소집단 토론을 통해 물질의 입자성에 대한 모형을 구성하는 과정에서는 학생들이 모형의 정합성이나 설명력 등을 고려하기보다는 구성원들의 의견을 최대한 포괄할 수 있는 모형을 생성하는 것에 집중하여 개인 모형에 비해 소집단 모형의 설명력이 높지 않았다(Yang *et al.*, 2016). 반면, 소집단 토론을 통해 비유를 생성하는 경우에는 대부분의 학생들이 설명력을 포함한 여러 준거를 동시에 고려하여 소집단 비유가 개인 비유 보다 발전하는 경우가 많았다. 비유가 과학적 모형의 하나라는 점(Harrison & Treagust, 2000)에서 비유를 생성하고 수정 및 평가하는 비유 생성 활동을 일종의 과학적 모델링 활동으로 볼 수 있다(Aragón *et al.*, 2014). 따라서 물질의 입자성에 대한 모형 구성 과정에서와는 달리 소집단 토론을 통해 비유가 발전된 것은 학생들에게 친숙한 모형인 비유를 활용한 모델링 활동에서 학생들의 과학적 모델링 능력이 두드러졌음을 의미한다. 이는 학생들

이 과학의 언어나 기호와 같은 과학 문화에 익숙하지 않음으로 인해 나타나는 과학적 모델링과 과학적 의사소통에 대한 어려움을 극복하는 데 친숙한 영역인 비유가 긍정적으로 작용할 수 있다는 점 (Bellocchi & Ritchie, 2011)에서 의미 있는 결과라고 할 수 있다.

나. 소집단 토론에 대한 인식

학생들은 소집단 토론에 적극적으로 참여하였고, 소집단 비유를 생성함에 있어 보다 좋은 비유를 생성하기 위해 노력하는 모습을 보였다. 소집단 토론에 대해 학생들은 ‘조별 활동을 통해서 최적의 결과물을 만들어야하기 때문에 조원 모두가 한 마디씩은 억지로라도 참여하게 된 것 같다’, ‘조원들과 함께하는 활동이기 때문에 큰 도움이 되지 않더라도 참여하려고 노력했다’와 같이 응답하여 공동의 산출물인 소집단 비유를 생성해야한다는 책무성이 학생들의 적극적인 참여를 촉진한 것으로 나타났다. 또한, ‘조원과 협동하여 소집단을 대표할 비유를 생성하는 것이기 때문에 더 잘하고 싶었다’와 같은 응답을 통해 자신들이 생성한 비유에 대한 책임감을 갖고 최적의 결과물을 내기 위해 노력했음을 알 수 있었다.

학생들이 소집단 토론에 적극적으로 참여하고 좋은 비유를 생성하기 위해 노력하는 모습을 보인 결과는 협력적 비유 생성 활동에서 나타나는 학습에 대한 주인의식(ownership of learning)이 소집단 토론에 대한 학생들의 적극적인 참여와 자기주도적 학습을 촉진할 수 있다는 주장(Haglund & Jeppsson, 2012)과 유사한 맥락이라고 할 수 있다. 학습에 대한 주인의식은 과제에 대한 학생들의 자발적 참여와 자기주도적 학습을 촉진할 수 있는데, 소집단 활동에서의 주인의식은 구성원들과 함께 과제를 수행하고, 발표하는 등의 과정에서 학생들의 선택과 통제 행위를 통해 나타날 수 있다(Enghag *et al.*, 2009; Enghag & Niedderer, 2008). 즉, 구성원들과 논의하여 소집단을 대표할 수 있는 비유를 생성하고 이를 발표하는 등의 과정을 통해 비유 생성 활동에 대한 학생들의 주인의식이 강조되었고, 강조된 주인의식이 소집단 토론에 대한 적극적 참여와 좋은 비유를 생성하기 위해 노력하는 모습으로 이어진 것이다.

한편, 토론 과정에서 이루어지는 사회적 상호작용에는 정서적인 요소들도 많은 영향을 미칠 수 있는데(Do, 2005), 과학적 모형의 구성 과정에서 학생들은 소집단 모형을 구성함에 있어 옳은 답을 생성해야 한다는 부담감을 가지고 있었으며 상대방의 모형에 대해 논박하는 상황을 갈등 상황으로 인식하는 경향이 있었다(Yang *et al.*, 2016). 그러나 협력적 비유 생성 활동에서 학생들은 비유를 생성하는 것에 대해 큰 부담감을 갖지 않는 것으로 나타났고, 여러 개인 비유 중 하나를 선택할 때 자신의 비유가 선택되지 않더라도 감정적 손상을 느끼지 않는 것으로 나타나 소집단 토론 과정에서 갈등의 요소도 적었다(발췌 10).

면담자: 소집단 비유에 네 비유가 반영되지 않았을 때 기분이 어땠어?

학생: 그냥 별로 아무 기분도 (들지 않았어요).

면담자: 괜찮았어?

학생: 누구 것이 되는 거는 어쨌든 간에 좋은 비유가 된 거잖아요.

딱히 상관은 없었어요.

(발췌 10 - 1반 2조 학생 사후 면담)

이러한 결과는 비유 생성 활동에 대한 학생들의 인식과 관련하여 해석할 수 있다. 학생들은 ‘비유 자체가 목표 개념과 완전히 일치할 수는 없으므로 반드시 차이점이 존재한다’, ‘일반적인 과학 수업에서 이루어진 활동과 달리 비유는 정해진 답이 있는 것이 아니고 자신의 생각을 표현하는 것이다’와 같이 응답하여, 비유는 완벽할 수 없기 때문에 비유 생성 활동을 객관적인 정답이 있는 활동이 아닌 주관적이고 창의적인 활동으로 인식하였다. 즉, 학생들은 비유 생성 활동을 주관적이고 창의적인 활동으로 인식하여 비유를 생성하는 것에 대해 부담감을 갖지 않게 되었으며 자신의 비유가 선택되지 않더라도 감정적 손상을 느끼지 않은 것이다. 우리나라 학생들은 동료 학생들과의 사회적 상호작용 과정에서 의견 충돌을 피하기 위해 동료 학생들의 의견을 수용하려는 경향이 있음(Park *et al.*, 2014; Shim *et al.*, 2015)을 고려할 때, 학생들의 정서적인 부담감과 갈등의 요소가 적었던 것은 비유 생성 활동이 갖는 장점으로 볼 수 있다.

3. 소집단 비유의 수정 방식 및 전체 학급 토론에 대한 인식

소집단 비유 수정 단계는 소집단 비유에 대한 발표와 이에 대한 질의·응답으로 이루어지는 전체 학급 토론이 중심이 되었고, 이후 소집단 비유를 수정하는 과정에서는 전체 학급 토론에서 이루어진 논의를 바탕으로 소집단 토론이 이루어졌다.

가. 소집단 비유의 수정 방식

전체 학급 토론에서는 모든 소집단이 한 차례씩 돌아가며 자신들의 소집단 비유를 발표하였다. 그런데, 각 소집단은 목표 개념의 여러 하위 속성 중 서로 다른 속성에 주목하는 경향이 있어, 전체 학급 토론에서는 목표 개념을 여러 측면에서 접근한 다양한 비유가 제시되었다. 예를 들어, 2반의 이온 결합에 대한 비유 생성 활동에서 이루어진 전체 학급 토론에서는 이온 결합 물질의 결정 구조에 주목한 1조의 ‘마음 비유’와 금속 원자와 비금속 원자가 전자를 주고받아 이온이 형성되는 두 원자 간의 관계에 주목한 2조의 ‘병원 비유’가 제시되었다. 이는 여러 비유 중 하나를 선택할 때 일부 학생들이 전체 학급 토론에서 다양한 비유를 제시하기 위한 목적으로 독창적인 비유를 선택하였던 것과 관련 있다고 할 수 있다. 또한, 전체 학급 토론에서 다양한 비유가 제시된 것은 단일 비유가 갖는 한계점을 극복하기 위해 제안된 다중 비유(multiple analogy; Spiro *et al.*, 1989)의 측면에서 긍정적인 결과로 볼 수 있다. 다중 비유는 목표 개념을 다양한 측면에서 접근하는 여러 개의 비유를 제시하는 것으로, 특정한 비유에 대한 친숙도의 개인차를 줄일 수 있고 비유물 간의 유사성과 차이점을 비교함으로써 비유가 갖는 비공유 속성을 극복할 수 있다. 따라서 전체 학급 토론에서 제시된 다양한 비유가 다중 비유의 맥락에서 학생들에게 긍정적으로 작용하였다고 볼 수 있다. 실제로 학생들은 자신들의 비유에서 포함하지 못했던 속성을 포함하는 비유가 가장 기억에 남았다고 응답하였고 이는 목표 개념에 대한 이해도를 높일 수 있는 기회가 된 것으로 나타났다(발췌 11)

면담자: 비유 중에 기억나는 거 있어?

학생: ‘놀이 비유’요. 전혀 생각도 못했던 비유라서 들었을 때 너무

깜짝 놀랐어요.

면담자: 그 비유랑 비유가 표현했던 개념에 대해 생각나는 대로 설명해 줄래?

학생N: 학생들이 옥텟규칙처럼 8명이 모인다.

(발췌 11 - 1반 4조 학생N 사후 면담)

각 소집단이 비유를 발표한 이후에 이루어진 질의·응답은 비유물과 목표 개념의 차이점에 해당하는 비공유 속성에 대한 질문이 대부분을 차지했다. 예를 들어, 1반의 전체 학급 토론에서는 3조의 ‘놀이 비유’에 대해 ‘비유 상황 속의 사회자가 목표 개념에서 무엇에 대응되느냐’는 질문이 있었다(발췌 12). 이외에도 2반 2조의 ‘병원 비유’에 대해 ‘사람들과 병원 중 양이온과 음이온이 각각 어느 것에 해당하느냐’는 질문과 같이 비유가 포함하고 있는 대응 오류에 대한 질문이 있었고, 단순히 비유의 대응 관계에 대한 상세한 설명을 요구하는 질문도 있었다.

질문자: 사회자는 어디있나요?

발표자(학생): 음... 사회자는 (목표 개념에 대응되는 속성이) 없습니다.

(발췌 12 - 1반 전체 학급 토론 중 3조의 발표에 대한 질의·응답)

전체 학급 토론에서 학생들이 비유의 비공유 속성에 주목한 결과는 과학적 모형 구성 과정의 전체 학급 토론에서 학생들이 모형 간의 차이점이나 제한점에 주목한 것(Yang et al., 2016)과 유사한 결과라고 할 수 있다. 과학적 모형 구성 과정에서 학생들은 전체 학급 토론을 소집단이 한 팀을 이루어 팀끼리 공격과 방어를 주고받는 경쟁적인 분위기로 인식하였는데, 이는 학생들이 모형 간의 차이점이나 제한점에 집중하도록 하였고 질의·응답도 이러한 내용을 중심으로 이루어졌다. 즉, 모형 간의 차이점이나 제한점에 주목하도록 했던 전체 학급 토론의 경쟁적인 분위기가 비유 생성 활동에서는 학생들이 비공유 속성에 주목하는 결과로 나타난 것이다.

모든 소집단의 발표와 질의·응답이 이루어진 후 학생들은 전체 학급 토론에서 이루어진 논의를 바탕으로 소집단 비유를 수정하였다. 소집단 비유를 수정할 때는 전체 학급 토론에서 이루어진 논의의 대부분을 차지한 비공유 속성에 대한 내용을 반영하여 비유를 소극적으로 수정하였다. 즉, 질의·응답 과정에서 지적된 비공유 속성을 비유가 갖는 제한점으로 추가하거나 비공유 속성을 갖지 않도록 비유를 변형하였고(발췌 13), 새로운 비유를 생성하는 적극적인 수정은 거의 없었다.

면담자: 질문이 뭐였어?

학생: 사회자가 이 게임 안에서 존재하는데 그럼 그 사회자는 뭘로 설명할건가 있는데, 이걸 차이점으로 생각해서 설명할 수 없는 개념으로 했어요.

(발췌 13 - 1반 3조 학생N 사후 면담)

소집단 비유의 수정이 소극적으로 이루어진 것은 비유 생성 활동에 대한 학생들의 인식과 관련지어 생각할 수 있는데, 비유 생성 활동은 객관적인 정답이 있는 활동이 아닌 주관적인 활동이라는 인식이 새로운 비유를 생성하는 것에 대한 동기 부족으로 이어져 학생들이 비유를 소극적으로 수정했을 수 있다. 동시에 비유 생성 활동은 창의적인 활동이기 때문에 ‘다른 학생들의 의견을 반영하여 완전히 새로운 비

유를 생성하는 것은 다른 학생들의 의견을 모방하는 것’이라는 인식 또한 소집단 비유의 소극적 수정에 대한 하나의 원인으로 볼 수 있다.

나. 전체 학급 토론에 대한 인식

협력적 비유 생성 활동에서 이루어진 전체 학급 토론에 대해 학생들은 전반적으로 긍정적인 인식을 갖고 있는 것으로 나타났다. 우선, 전체 학급 토론에서 다양한 비유가 제시된 것에 대해 학생들은 ‘소집단 토론은 구성원이 4명이라 한정돼 있지만, 전체 학급 토론은 애들이 많아서 더 많은 아이디어를 볼 수 있다’, ‘생각하지 못 했던 비유들을 접할 수 있다’와 같이 응답하여 다양한 비유와 다양한 의견을 접할 수 있다는 점을 전체 학급 토론의 장점으로 인식하였다. 또한, 질의·응답 과정에 대해서도 학생들은 ‘미처 생각하지 못했던 것을 고려할 수 있게 한다’, ‘질문을 받고 더 오래 기억할 수 있다’와 같이 긍정적으로 인식하였다.

한편, 전체 학급 토론의 정서적인 측면에 대해 학생들은 ‘소집단 토론은 부담이 없는데, 전체 학급 토론은 뭔가 좀 더 잘해야 할 것 같다’, ‘발표를 해야하니깐 더 부담을 갖게 된다’와 같이 응답하였다. 즉, 소집단 토론이 친밀하고 편안한 분위기에서 이루어졌다고 인식하는 것과 달리 전체 학급 토론에 대한 부담감을 갖는 것으로 나타났다. 이는 과학적 모형 구성 과정에서 학생들이 전체 학급 토론에 대한 부담감을 갖는 것(Yang et al., 2016)과 유사한 결과로, 비유 생성 활동은 주관적이고 창의적인 활동이라는 인식이 비유 생성 활동에 대한 부담감을 덜어주었음에도 불구하고 전체 학급을 대상으로 하는 상호작용은 여전히 학생들에게 정서적인 부담감을 주는 것으로 나타났다. 협력적 비유 생성 활동에서 전체 학급 토론은 소집단 토론과는 구분되는 성격을 가질 뿐 아니라 비유를 발전시키는 데 중요하게 작용하였으므로 활발한 전체 학급 토론을 위해 학생들의 부담감을 감소시킬 수 있는 방안을 마련할 필요가 있다.

VI. 결론 및 제언

이 연구에서는 협력적 비유 생성 활동을 적용한 수업에서 비유의 변화 과정과 소집단 및 전체 학급 토론에서 나타나는 특징을 분석하였다. 학생들이 생성한 비유의 변화 과정은 공유 속성이 추가되는 경우, 비공유 속성을 인식하는 경우, 대응 오류가 수정되는 경우의 세 가지 변화 유형이 나타났다. 학생들은 개인 비유가 표현하고 있는 목표 개념의 하위 속성이 서로 다르다고 인식하여 여러 개인 비유 중 하나를 선택하고 이를 수정하는 방식으로 소집단 비유를 생성하였다. 비유를 선택할 때는 여러 준거를 동시에 고려하였는데, 대부분의 학생들이 비유의 설명력을 우선적으로 고려하였으며 친숙도나 독창성을 함께 고려하는 경우도 있었다. 학생들은 소집단 토론에 적극적으로 참여하였고, 좋은 비유를 생성하기 위해 노력하는 모습을 보였다. 또한 소집단 토론을 통해 비유를 생성하는 것에 대한 학생들의 부담감이 적었고, 소집단 토론 과정에서 갈등의 요소도 적은 것으로 나타났다. 전체 학급 토론에서는 목표 개념을 여러 측면에서 접근한 다양한 비유가 제시되었으며, 질의·응답은 비공유 속성에 대한 내용이 대부분을 차지하였다. 소집단 비유를 수정할 때는 비공유 속성을 제한점으로 추가하거나 비공유 속성을 갖지 않도록 비유를 변형하는

소극적 수정이 이루어졌다. 학생들은 전체 학급 토론을 긍정적으로 인식하였으나, 전체 학급을 대상으로 발표하고 질의·응답하는 과정에 대해서는 부담감을 갖고 있었다.

이상의 연구 결과를 종합하여 볼 때, 정서적인 측면에서 부담감과 갈등의 요소가 적었던 것이나 학생들의 모델링 능력이 두드러진 것과 같이 유사한 수업 절차로 이루어지는 과학적 모형 구성 활동에 비해 비유 생성 활동이 다양한 장점을 갖는 것으로 나타났다. 따라서 협력적 비유 생성 활동이 학생들의 과학적 모델링 능력이나 과학적 의사소통 능력의 향상을 위한 효과적인 교수학습 방법이 될 수 있으나, 협력적 비유 생성 활동을 적용한 수업의 과정을 심층적으로 분석한 연구는 거의 이루어지지 않았으므로 이 연구의 의미가 크다고 할 수 있다. 연구 결과를 바탕으로 협력적 비유 생성 활동을 적용한 수업을 효과적으로 진행하기 위한 구체적인 방안을 마련할 수 있고 이를 현직 및 예비 교사교육에서도 활용할 수 있다. 연구 결과를 바탕으로 협력적 비유 생성 활동을 적용한 수업을 효과적으로 진행하기 위한 구체적인 방안을 제안하면 다음과 같다.

우선, 조사한 비유의 변화 과정을 바탕으로 수업을 체계적으로 구성할 수 있다. 예를 들어, 개인 비유나 소집단 비유에서 발생한 대응 오류는 이후 과정에서 수정될 수 있으므로 목표 개념과 비유물의 대응 관계를 명료화할 수 있는 기회를 제공하는 것과 같이 다양한 방식으로 학생들이 비유를 점검하도록 수업을 구성할 수 있다. 또한 소집단 비유를 생성하기 위해 학생들은 여러 개인 비유 중 하나를 선택하였으므로, 학생들에게 독창적인 비유, 친숙한 비유 등이 갖는 장점을 안내하고 다양한 준거를 종합적으로 고려하여 비유를 선택하고 발전시킬 수 있도록 할 필요가 있다. 전체 학급 토론은 각 소집단의 비유가 다양한 측면에서 목표 개념을 다룬다는 점에서 의미가 컸으므로 이때 학생들이 단순히 자신들의 소집단 비유를 발표하고 이에 대한 피드백을 받는 것에 그치는 것이 아니라 다른 소집단의 비유에도 관심을 갖고 유사점이나 차이점을 적극적으로 비교하도록 할 필요가 있다. 또한, 비유 생성 활동에 대한 학생들의 인식이 정서적인 부담감과 갈등의 요소를 감소시킨 것은 긍정적인 측면이라고 할 수 있으나, 소집단 비유의 적극적인 수정을 저해하는 요소로 작용할 수도 있으므로 비유의 적극적인 수정을 촉진할 수 있는 적절한 보상 방안 등을 고려할 필요가 있다.

한편, 이 연구에서는 협력적 비유 생성 활동을 적용한 수업에서 나타나는 특징을 탐색하기 위하여 교사가 최소한의 역할만 수행하였으므로 교사의 적극적인 개입과 교사-학생 간의 상호작용이 학생들의 비유 생성 활동에 미치는 영향을 심층적으로 조사하지 못하였다. 따라서 협력적 비유 생성 활동에서 교사의 중재와 피드백 등에 대한 연구가 필요하며 이를 바탕으로 교사의 역할을 구체화해 나가야 할 것이다. 또한, 협력적 비유 생성 활동을 적용한 수업에 대한 구체적인 정보가 국내외적으로 매우 부족한 상황이므로 다양한 개념에 대해 협력적 비유 생성 활동을 적용한 수업을 실시하여 효과적인 교수 전략과 교수학습 자료를 개발하기 위한 실증적인 자료들을 축적할 필요가 있다. 마지막으로 과학적 모형의 구성 과정에서 나타난 토론의 양상이 이 연구의 결과와 대조적이었던 것과 같이 소집단 및 전체 학급 토론의 양상이 구체적인 교수학습 맥락에 따라 달라질 수 있으므로, 다양한 교수학습 맥락에서 토론의 양상이 어떻게 달라지는지 조사할 필요도 있다.

국문요약

이 연구에서는 협력적 비유 생성 활동에서 나타나는 비유의 변화 과정과 소집단 및 전체 학급 토론의 특징을 분석하였다. 서울특별시 소재 고등학교에 재학 중인 24명의 학생을 대상으로 협력적 비유 생성 활동을 적용한 수업을 진행하였다. 학생들이 생성한 개인 비유와 소집단 비유, 수정된 소집단 비유를 비교하여 비유의 변화 과정을 분석하였으며, 비유 생성 활동을 위한 소집단 토론과 전체 학급 토론의 특징을 분석하였다. 연구 결과, 비유의 변화 과정은 공유 속성이 추가되는 경우, 비공유 속성을 인식하는 경우, 대응 오류가 수정되는 경우의 세 가지 변화 유형이 나타났다. 학생들은 여러 개인 비유 중 하나를 선택하는 방식으로 소집단 비유를 생성하였고, 이때 비유의 설명력, 독창성, 친숙도 등을 고려하는 것으로 나타났다. 학생들은 비유 생성 활동을 주관적이고 창의적인 활동이라고 인식하여 비유 생성 활동에 대한 정서적 부담감이 적었고 소집단 토론에서 갈등의 요소도 적었다. 전체 학급 토론에서는 다양한 비유가 제시되었으며 전체 학급 토론의 경쟁적인 분위기는 학생들이 비유가 갖는 비공유 속성에 주목하게 하였다. 소집단 비유 수정 단계에서 학생들은 비공유 속성을 비유가 갖는 제한점으로 추가하거나 비공유 속성을 갖지 않도록 비유를 변형하는 방식으로 비유를 수정하였고, 새로운 비유를 생성하는 경우는 거의 없었다. 이상의 결과를 바탕으로 협력적 비유 생성 활동을 적용한 수업을 효과적으로 진행하기 위한 방안을 논의하였다.

주제어 : 비유, 비유 생성 활동, 협력적 활동, 소집단 토론, 전체 학급 토론

References

- Aragón, M. D. M., Oliva, J. M., & Navarrete, A. (2014). Contributions of learning through analogies to the construction of secondary education pupils' verbal discourse about chemical change. *International Journal of Science Education*, 36(12), 1960-1984.
- Bellocci, A., & Ritchie, S. M. (2011). Investigating and theorizing discourse during analogy writing in chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(7), 771-792.
- Blanchette, I., & Dunbar, K. (2000). How analogies are generated: The roles of structural and superficial similarity. *Memory & Cognition*, 28(1), 108-124.
- Bogdan, R. C., & Biklen, S. (2006). *Qualitative research for education: An introduction to theory and methods*. Needham Heights, MA: Allyn & Bacon.
- BouJaoude, S., & Tamim, R. (2008). Middle school students' perceptions of the instructional value of analogies, summaries and answering questions in life science. *Science Educator*, 17(1), 72-78.
- Byun C. S., & Kim, H. (2010). The effects of student-centered instruction using analogy for middle school students' learning of the photosynthesis concept. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 30(2), 304-322.
- Choi, K. (2004). The effects of students' self-created analogies on their understanding of electricity-related concepts. *Sae Mulli (The Korean Physical Society)*, 48(5), 401-410.
- Choi, S. Y., Lee, E. J., & Kang, H. K. (2006). The effects of the visual-analogical learning on student creativity and science achievement in elementary school science. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 26(2), 167-176.
- Clark, D. B. (2006). Longitudinal conceptual change in students' understanding of thermal equilibrium: An examination of the process of conceptual restructuring. *Cognition and Instruction*, 24(4), 467-563.
- Coll, R. K., France, B., & Taylor, I. (2005). The role of models and analogies in science education: Implications from research. *International Journal*

- of Science Education, 27(2), 183-198.
- Dagher, Z. R. (1995). Analysis of analogies used by science teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(3), 259-270.
- Do, S. L. (2005). Emotion and classroom talk: Toward a model of affect in students' experiences of classroom discussion. *The Korean Journal of Educational Psychology*, 19(1), 17-39.
- Duit, R. (1991). On the role of analogies and metaphors in learning science. *Science Education*, 75(6), 649-672.
- Enghag, M., Gustafsson, P., & Jonsson, G. (2009). Talking physics during small-group work with context-rich problems-analysed from an ownership perspective. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7(3), 455-472.
- Enghag, M., & Niedderer, H. (2008). Two dimensions of student ownership of learning during small-group work in physics. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 6(4), 629-653.
- Fensham, P. (1975). Concept formation. In D. J. Daniels (Ed.), *New movements in the study and teaching of chemistry* (pp. 199-217). London: Temple Smith.
- Fogwill, S. (2010). Student co-generated analogies and their influence on the development of science understanding. (Doctoral dissertation). University of Technology Sydney, Sydney, Australia.
- Glynn, S. M. (1989). The teaching with analogies model. In K. D. Muth (Ed.), *Children's comprehension of text: Research into practice* (pp. 185-204). Newark, DE: International Reading Association.
- Haglund, J. (2013). Collaborative and self-generated analogies in science education. *Studies in Science Education*, 49(1), 35-68.
- Haglund, J., & Jeppsson, F. (2012). Using self-generated analogies in teaching of thermodynamics. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(7), 898-921.
- Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (2000). A typology of school science models. *International Journal of Science Education*, 22(9), 1011-1026.
- Heywood, D., & Parker, J. (1997). Confronting the analogy: Primary teachers exploring the usefulness in the teaching and learning of electricity. *International Journal of Science Education*, 19(8), 869-885.
- Justi, R., & Gilbert, J. K. (2006). The role of analog models in the understanding of the nature of models in chemistry. In P. J. Aebischer, A. G. Harrison, & S. M. Ritchie (Eds.), *Metaphor and analogy in science education* (pp. 119-131). Dordrecht: Springer.
- Kim, D. (2008). The effects of applying instruction using high school students' self-generated analogies for concepts in genetics. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 28(5), 424-437.
- Kim, K., Choi, E., Cha, J., & Noh, T. (2006). The effect of an instruction using generating analogy on students' conceptual understanding in middle school science concept learning. *Journal of the Korean Chemical Society*, 50(4), 338-345.
- Kim, M., Kwon, H., Kim, Y., & Noh, T. (2017). An investigation of the characteristics of analogies generated by high school students on ionic bonding: A comparison of characteristics of analogies depending on their cognitive variables. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 37(1), 39-48.
- Kim, Y., & Noh, T. (2015). An analysis of verbal interaction and analogy-generating pattern of science-gifted students in learning using analogy-generating strategy. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 35(6), 1063-1076.
- Lemke, J. L. (2001). Articulating communities: Sociocultural perspectives on science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(3), 296-316.
- Lin, T. J., Anderson, R. C., Hummel, J. E., Jadallah, M., Miller, B. W., Nguyen-Jahiel, K., ... Dong, T. (2012). Children's use of analogy during collaborative reasoning. *Child Development*, 83(4), 1429-1443.
- May, D. B., Hammer, D., & Roy, P. (2006). Children's analogical reasoning in a third-grade science discussion. *Science Education*, 90(2), 316-330.
- Mozzer, N. B., & Justi, R. (2012). Students' pre- and post-teaching analogical reasoning when they draw their analogies. *International Journal of Science Education*, 34(3), 429-458.
- Mozzer, N. B., & Justi, R. (2013). Science teachers' analogical reasoning. *Research in Science Education*, 43(4), 1689-1713.
- Noh, T., & Kwon, H. (1999). A study on science teachers' practices and perceptions of using analogies. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 19(4), 665-673.
- Noh, T., Yang, C., & Kang, H. (2009). Characteristics of student-generated analogies, mapping understanding, and mapping errors on saturated solution of scientifically-gifted and general elementary students. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 28(3), 292-303.
- Park, H., Kim, H., Jang, S., Shim, Y., Kim, C.-J., Kim, H.-B., ... Park, K.-M. (2014). Characteristics of social interaction in scientific modeling instruction on combustion in middle school. *Journal of the Korean Chemical Society*, 58(4), 393-405.
- Ryu, S., Chang, H., & Choi, K. (2008). The effects of self-generated analogies on the concept of photoelectric effect in 'Modern Physics' unit of high school physics course. *Journal of Research in Curriculum Instruction*, 12(1), 83-96.
- Shim, Y., Kim, C.-J., Choe, S.-U., Kim, H.-B., Yoo, J., Park, H., ... Jang, S. (2015). Exploring small group features of the social-construction process of scientific model in a combustion class. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 35(2), 217-229.
- Spier-Dance, L., Mayer-Smith, J., Dance, N., & Khan, S. (2005). The role of student-generated analogies in promoting conceptual understanding for undergraduate chemistry students. *Research in Science & Technological Education*, 23(2), 163-178.
- Spiro, R. J., Feltovitch, P. J., Coulson, R. L., & Anderson, D. K. (1989). Multiple analogies for complex concepts: Antidotes for analogy-induced misconception in advanced knowledge acquisition. In S. Vosniadou & A. Ortony (Eds.), *Similarity and analogical reasoning* (pp. 498-531). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- 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.
- Wong, E. D. (1993a). Self-generated analogies as a tool for constructing and evaluating explanations of scientific phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(4), 367-380.
- Wong, E. D. (1993b). Understanding the generative capacity of analogies as a tool for explanation. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(10), 1259-1272.
- Yang, C., Kim, S., Jo, M., & Noh, T. (2016). The characteristics of group and classroom discussions in the scientific modeling of the particulate model of matter. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 36(3), 361-369.
- Yerrick, R. K., Doster, E., Nugent, J. S., Parke, H. M., & Crawley, F. E. (2003). Social interaction and the use of analogy: An analysis of preservice teachers' talk during physics inquiry lessons. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(5), 443-463.
- Yoon, J.-A., & Kang, H. (2011). The effects of analogy-generating in small group on saturated solution in elementary science-gifted education. *Journal of the Korean Chemical Society*, 55(3), 509-518.
- Zook, K. B. (1991). Effects of analogical processes on learning and misrepresentation. *Educational Psychology Review*, 3(1), 41-72.