



## 예비과학교사가 수업을 위한 비유를 생성하는 과정에서 나타나는 특징

김민환, 김혜리, 노태희\*  
서울대학교

### The Characteristics in the Processes of Generating Analogy for Lessons by Pre-Service Science Teachers

Minhwan Kim, Hyeree Kim, Taehee Noh\*  
Seoul National University

#### ARTICLE INFO

##### Article history:

Received 27 April 2018

Received in revised form

19 May 2018

15 June 2018

Accepted 19 June 2018

##### Keywords:

analogy,  
lessons using analogies,  
pre-service science teachers

#### ABSTRACT

In this study, we investigated the characteristics in the processes of generating analogy for lessons by pre-service science teachers. Eight pre-service teachers at a college of education in Seoul participated in this study. After the workshop of analogy in science education, they generated analogies for lessons. In order to investigate thought processes deeply, we used the think-aloud method and also conducted semi-structured interviews after their activities. Worksheets written by the pre-service teachers were collected. Their activities and interviews were recorded and videotaped. The characteristics in the processes of generating analogy were analyzed in the perspectives of student, analog, and concept. The analyses of the results revealed that they generated analogies to correct students' misconceptions and also considered misconceptions that could be caused by their analogies. They generated analogies using sources with which students are familiar. They also generated concrete and everyday analogies rather than abstract and artificial analogies. There were some cases where they did not clearly grasp the target concepts and expressed the concepts which were not covered in the unit. On the bases of the results, we suggest some educational implications for pre-service science teacher education.

## 1. 서론

비유는 구조적 유사성을 갖는 두 영역을 비교하는 것으로서 친숙한 영역을 바탕으로 새로운 개념을 인지 구조에 능동적으로 동기화하는 것을 돕고, 추상적인 개념을 구체적이고 상상 가능한 형태로 시각화할 수 있다(Duit, 1991). 따라서 추상적이고 형식적인 개념을 많이 다루는 과학 교과에서는 교과서에서 비유가 빈번하게 사용될 뿐 아니라 교사들 또한 수업에서 비유를 자주 사용하고 있다(Dagher, 1995; Noh & Kwon, 1999). 특히 우리나라의 과학 교사들은 국외의 과학 교사들에 비해 비유를 더욱 자주 사용하고, 과학 수업에서 비유의 효과도 매우 긍정적으로 인식하는 것으로 알려져 있다(Noh & Kwon, 1999). 과학 수업에서의 비유 사용은 학생들의 과학 개념 이해와 파지를 돕고 학습 동기를 유발하는 등 다양한 측면에서 긍정적인 효과를 갖는다(Orgill & Bodner, 2004). 최근에는 교사들이 학생들의 선개념을 더욱 적극적으로 고려하게 하거나 수업 중 교사와 학생의 의미 있는 상호작용을 촉진하는 등 과학 수업에서 비유의 사용이 학습적 측면만이 아니라 교수적 측면에서도 긍정적인 영향을 미칠 수 있다고 보고되고 있다(James & Scharmann, 2007).

그러나 학생들이 비유물에 친숙하지 않아 비유를 이해하지 못하거나 교사의 의도와는 다르게 비유를 이해하여 오개념이 유발되는 등 비유의 사용이 효과적이지 않은 경우도 적지 않다(Harrison &

Treagust, 1993; Kwon *et al.*, 2004). 따라서 교사는 사전에 신중하게 계획된 비유를 체계적인 방법으로 사용해야 한다(Harrison & De Jong, 2005; Treagust *et al.*, 1998). 이에 GMAT(General Model of Analogy Teaching; Zeitoun, 1984)이나 TWA(Teaching-With-Analogy; Glynn, 1991), 체계적 비유 사용 수업 모형(Noh *et al.*, 1997), 갈등 상황을 유발한 후 학생의 선개념을 고려한 비유물을 제시하는 교수 전략(Kim, 1991) 등 과학 수업에서 비유를 효과적으로 사용하기 위한 다양한 전략이 개발되었다. 그럼에도 불구하고 이와 관련된 과학교사의 전문성은 여전히 높지 않은 상황이다. 예를 들어, 적지 않은 교사가 수업에서 즉흥적으로 비유를 사용하였고, 과학 수업에 대해 전통적인 인식을 갖고 있는 교사들은 효과적인 비유 사용 방식에 대한 이해가 낮았다(Noh & Kwon, 1999; Oliva *et al.*, 2007; Thiele & Treagust, 1994). 따라서 비유 사용 수업과 관련된 과학교사의 전문성 제고를 위한 노력이 필요하다.

한편, 과학교사들이 수업에서 사용하는 비유의 출처는 교과서보다 교사 자신의 일상 경험이나 학생들을 지도할 때 관찰한 학생들의 경험인 경우가 많은 것으로 알려져 있다(Noh & Kwon, 1999). 즉, 교사들은 교과서에 제시된 비유를 그대로 사용하기보다는 교사 자신이 접했던 비유를 수업 상황에 맞게 적절히 변형하여 사용하거나 교사 자신 혹은 학생들의 경험에서 유래한 소재를 바탕으로 비유를 직접 생성하여 사용하는 것이다. 따라서 수업에서 사용하기 위한 비유를

\* 교신저자 : 노태희 (noth@snu.ac.kr)

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

<http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2018.38.3.369>

생성할 때 과학교사들이 비유물에 대한 학생들의 친숙도나 오개념 등을 고려하는지를 조사하는 기초 연구가 수행될 필요가 있다. 그러나 Mozzer & Justi (2013)의 연구 이외에 과학교사의 비유 생성 과정과 관련된 연구는 거의 이루어지지 않았다.

Mozzer & Justi (2013)는 과학교사의 비유 생성 과정과 비유에 대한 인식을 조사함으로써, 비유가 정교하지 못한 교수 도구라는 인식이 비유 생성 과정에서 교사들의 불명확한 대응으로 이어짐을 밝히는 등 비유를 생성하는 과정에서 비유 사용 수업과 관련된 교사의 전문성이 드러날 수 있다는 것을 탐색하였다. 그러나 과학교사의 비유 생성 과정을 구체적으로 밝히지는 못하여, 학생들의 오개념이나 비유에 대한 학생들의 친숙도와 같이 수업을 위한 비유를 생성하는 과정에서 고려되어야 하는 교육학적 요소를 교사들이 고려하는지 등에 대한 정보는 부족한 상황이다.

또한, 교사의 전문성은 단기간에 향상되기 어려우므로 교사의 전문성 제고를 위해서는 예비교사교육 단계에서부터 체계적인 교육이 이루어져야 한다는 필요성을 바탕으로 최근에 이루어지고 있는 교사교육과 관련된 연구는 현직교사뿐 아니라 예비교사를 대상으로도 이루어지고 있다. 그러나 예비과학교사의 비유 생성 과정을 조사한 연구는 거의 이루어지지 않았다. 따라서 예비과학교사의 비유 생성 과정에서 나타나는 특징을 조사하고 이를 바탕으로 구체적인 예비교사교육 방안을 마련한다면, 비유 사용 수업과 관련된 교사의 전문성을 제고하고 학교 현장에 바람직한 비유 사용 수업을 정착시키는 데 기여할 수 있을 것이다.

예비교사들의 비유 생성 과정을 심층적으로 조사하기 위한 방법으로는 발성사고법(think-aloud method)을 활용할 수 있다. 발성사고법은 주어진 과제를 수행할 때 자신의 머릿속에 떠오르는 생각을 말로 표현하는 방법으로서, 과제를 수행하는 주체의 사고 과정에 대해 많은 정보를 제공한다(Ferguson *et al.*, 2012; Schellings & Broekkamp, 2011). 따라서 발성사고법은 예비교사들이 비유를 생성할 때 고려하는 교육학적 요소 등에 대해서도 심층적인 정보를 제공할 수 있다. 이에 이 연구에서는 예비과학교사가 수업에서 사용하기 위한 비유를 생성하는 과정에서 나타나는 특징을 발성사고법을 활용하여 조사하였다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 참여자 및 연구 절차

서울특별시 소재한 사범대학의 화학교육과에 재학중인 예비과학교사 8명(예비교사 A~H)이 연구에 참여하였다. 모든 예비교사들은 이전 학기에 과학 교수학습 이론을 다루는 화학교육론을 수강하였고, 이 연구에 참여하였을 당시에는 과학 교수 설계와 관련된 강좌인 화학교재연구 및 지도법을 수강 중이었다.

연구 참여에 자발적으로 동의한 예비교사들을 대상으로 과학 수업에서 비유에 대한 워크숍을 약 1차시 동안 실시하였다. 워크숍은 관련 단행본(Aubusson *et al.*, 2006; Harrison & Coll, 2007; Kim, 2012)을 참고하여 구성하였고, 현직교사를 대상으로 한 연수에서 비유와 관련된 강의를 여러 번 수행한 화학교육 전문가의 자문을 받아 수정·보완하였다. 워크숍은 다음과 같이 진행하였다.

먼저, 과학 교수학습 상황에서 사용하는 비유는 학생들에게 친숙한 비유물과 새로 학습하려는 목표 개념 사이의 유사성을 비교하는 것으로 두 영역의 유사점을 바탕으로 비유물에서 목표 개념으로 사고의 전이가 일어나도록 하는 것임을 설명하였다. 그리고 과학 수업이나 교과서에서 자주 사용되는 비유의 대표적인 사례를 몇 가지 소개하였는데, 전기회로에 대한 물회로 비유를 소개할 때는 예비교사들이 직접 유사점과 차이점을 찾아보는 활동을 하였다. 이후에는 목표 개념과 비유물의 유사점, 차이점에 해당하는 공유 속성과 비공유 속성의 용어를 도입하였다. 또한, 비유물과 목표 개념의 속성을 잘못 대응하는 대응 오류의 의미를 설명한 후 앞서 제시한 물회로 비유에서 발생할 수 있는 대응 오류를 찾고, 대응 오류와 관련될 수 있는 오개념을 생각해보는 활동을 실시하였다. 그리고 추상도, 작위성, 체계성 등에 따른 비유의 유형을 각 유형의 구체적인 예시와 함께 설명하였다. 마지막으로 과학 수업에서 비유를 사용할 때의 장단점을 정리하였다. 장점으로는 과학 개념을 쉽게 이해할 수 있고, 학습 동기를 유발할 수 있다는 점 등을 설명하였고, 단점으로는 비유물이 생소할 경우 학생들이 이해하기 어렵고, 대응 오류로 인해 오개념이 발생할 수 있다는 점 등을 설명하였다. 단점을 정리할 때는 이를 극복할 수 있는 방안도 함께 논의하였다. 예를 들어, 비유물에 대한 생소함을 해소하기 위해서는 학생들에게 친숙한 비유물을 이해하기 쉬운 방법으로 제시해야 함을 설명하였다.

워크숍을 실시한 후에는 수업에서 사용하기 위한 비유를 생성하도록 하였다. 예비교사들이 공통된 개념에 대해 비유를 생성하도록 하고자 2009 개정 교육과정에 따른 중학교 과학 1의 ‘분자 운동과 상태 변화’ 중 물질의 상태에 따른 분자 배열을 다루는 차시의 수업에서 사용할 비유를 생성하도록 하였다. ‘분자 운동과 상태 변화’는 스타이로폼 공이나 사람 등을 분자에 대응한 비유가 자주 사용되는 단원이므로(Kim *et al.*, 2013), 이 연구의 대상 단원으로 선정하였다. 예비교사들이 비유를 생성할 때 참고할 수 있도록 교과서와 교사용 지도서, 상태 변화와 관련된 오개념 자료를 제공하였다. 비유를 생성할 때 교과서에 제시된 비유의 영향을 받지 않도록 교과서는 비유가 제시되어 있지 않은 것을 제공하였다.

비유를 생성하기에 앞서 발성사고의 개념과 방법을 설명하였고, 예비교사들이 발성사고에 익숙해질 수 있도록 비유 생성과 무관한 문제해결 과제를 제공하고 발성사고를 하며 해결해보도록 하였다. 예비교사들이 발성사고를 활용하여 비유를 생성할 때, 연구자는 예비교사들의 비유 생성 과정을 관찰하면서 비유 생성 과정에서 나타나는 특징과 사고 과정이 구체적으로 드러나지 않은 부분을 관찰 기록지에 기록하였다. 비유를 생성한 후에는 관찰 기록지와 사전에 구성한 면담 시나리오를 바탕으로 반구조화된 면담을 실시하였다. 즉, 관찰 기록지에 기록한 비유 생성 과정의 특징이나 사고 과정이 드러나지 않은 부분들에 대하여 구체적으로 질문하였고, 예비교사들이 생성한 비유에 대해 구체적인 설명을 들었다. 또한, 과학 수업에서 비유의 사용에 대한 인식과 비유의 유형에 대한 인식을 질문하였고, 이와 관련하여 자신이 생성한 비유가 수업에 적절할 것 같은지 등을 질문하였다.

워크숍을 제외한 모든 연구 절차는 예비교사 1인당 약 1시간 정도가 소요되었다. 예비교사들이 비유를 생성한 활동지를 수집하였고, 비유 생성 과정과 면담은 녹음 및 녹화하였다. 녹음은 모두 전사하였

으며 녹화된 영상을 보면서 비유 생성 과정에서 나타나는 예비교사들의 특징적인 행동도 전사본에 추가하였다.

## 2. 분석 방법

FAR(focus-action-reflection) 전략(Treagust, 1993) 중 준비 단계(focus)에 해당하는 학생(student), 비유물(analog), 개념(concept)의 세 가지 측면을 주요 분석 관점으로 삼았다. Treagust (1993)는 교사들이 과학 수업에서 비유를 효과적으로 사용하도록 돕기 위해 다년간에 걸친 문헌 연구와 과학교사들의 수업 사례 분석 등을 통해 FAR 전략을 개발하였다. FAR 전략은 시간 순서에 따라 각각 수업의 전, 중, 후에 해당하는 준비 단계, 실행 단계(action), 반성 단계(reflection)의 세 단계로 구성되어 각 단계에서 교사가 고려해야 할 점검 내용이 정리되어있다. 준비 단계는 학생, 비유물, 개념의 세 가지 측면으로 구성되어 있는데(Table 1), 예비교사들이 비유를 생성하는 과정은 수업을 준비하는 단계에 해당한다고 할 수 있다. 따라서 준비 단계의 학생, 비유물, 개념을 각각 하나의 범주로 하여 각 범주에서 나타나는 비유 생성 과정의 특징을 분석하였다.

Table 1. The focus phase of the FAR guide

	범주	점검 내용
준비 (focus)	학생(student)	학생들은 이 개념에 대해 어떤 생각을 가지고 있는가?
	비유물(analog)	이 비유물은 학생들에게 친숙한 것인가?
	개념(concept)	이 개념은 어려운가, 친숙하지 않은가, 추상적인가?

자료 분석을 위해서는 분석적 귀납법(analytic induction; Bogdan & Biklen, 2006)을 사용하였다. 즉, 이 연구의 주요 분석 자료인 발생 사고법을 활용한 비유 생성 과정에 대한 녹음 및 녹화 자료, 비유 생성 과정에서 예비교사들의 발생사고를 기록한 전사본, 관찰 기록지를 반복적으로 검토하여 예비교사들의 비유 생성 과정에서 나타나는 특징을 귀납적으로 도출하였다. 이때, 각 범주의 점검 내용을 바탕으로 이와 관련된 특징이 예비교사들의 비유 생성 과정에서 나타나는지에 초점을 두고 분석하였다. 예를 들어, 학생 범주에서 ‘학생들은 이 개념에 대해 어떤 생각을 가지고 있는가?’와 관련하여서는 학생들의 선개념이나 오개념 등과 관련된 내용이 예비교사들의 발생사고에서 나타나는지 분석하였다. 점검 내용과 직접적인 관련이 있지 않더라도 각 범주와 관련된 특징이 유의미한 시사점을 제공할 수 있는 것으로 판단된 경우에는 각 범주에서 나타난 특징으로 함께 분석하였다. 예컨대 일부 예비교사들이 차시에서 다루는 목표 개념을 명확히 파악하지 못한 경우가 나타나 해당 차시에서 다루는 목표 개념을 명확히 파악했는지를 개념 범주에서 나타난 특징으로 분석하였다. 이렇게 분석한 특징은 면담 전사본을 분석한 결과, 활동지를 통해 예비교사들이 생성한 비유를 분석한 결과 등 수집한 모든 자료에 대한 분석 결과를 종합적으로 검토하는 삼각측정의 과정을 거쳐 결과의 타당성을 확보하였다.

자료 분석 및 해석의 타당성을 높이기 위하여 모든 연구자가 수집된 자료를 함께 분석하였고, 논의를 반복하여 합의된 결론을 도출하였다. 그리고 과학교육 전문가 1인, 현직교사 2인 및 과학교육 전공

대학원생들로 구성된 집단 세미나를 여러 차례 실시하여 자료 분석과 해석의 타당성을 점검받았다.

## III. 결과 및 논의

### 1. ‘학생’ 측면에서 나타난 비유 생성 과정의 특징

준비 단계에서 교사는 목표 개념에 대한 학생들의 이해 정도와 오개념 등을 파악해야 할 뿐 아니라 비유가 학생들의 이해를 어떻게 돕고, 오개념을 다루기 위해 비유를 어떻게 활용할 수 있는지에 대한 고민도 필요하다(Harrison & Coll, 2007). 예비교사들은 주어진 오개념 자료를 참고하여 학생들이 물질의 세 가지 상태에 대해 자주 갖는 오개념을 파악하려 하였다. 이때, A와 B는 ‘비유를 사용하면 학생들의 오개념을 바로잡는 데 도움이 될 것 같다’고 응답하였고, 비유 생성 과정에서도 학생들의 오개념을 바로잡을 수 있는 비유를 생성하려고 하였다.

먼저, A는 공연장을 배경으로 한 비유를 생성하였는데, 공연이 진행 중일 때는 사람들이 지정된 좌석에 규칙적으로 앉아 있는 반면, 휴식시간에는 사람들이 흩어지는 모습을 비유로 표현하였다. 이때, 사람들이 흩어지더라도 사람들의 위치만 달라졌다는 점을 이용하여 분자의 보존과 관련 오개념을 다루려고 하였다. 또한, 대부분의 교과서에서 고체에서 액체, 액체에서 기체로의 열에너지를 흡수하는 상태 변화를 설명하고 있어 학생들이 열에너지를 방출하는 상태 변화는 낮설어 할 수 있다고 생각하였다. 이에 학생들이 열에너지를 방출하는 상태 변화에도 익숙해질 수 있도록 휴식시간에 흩어진 사람들이 공연이 시작되면 다시 지정된 좌석에 앉는 모습을 설명할 것이라고 하였다.

학생들의 오개념을 잡을 때도 비유를 써서 하려고 했었거든요. ... (전략)... 또 ‘배열만 달라졌지 여기 구석원, 사람들이 바뀐 건 아니지 않냐?’고 설명하면서 ‘상태 변화는 가역반응이다. 한 번 액체에서 기체로 되면 액체로 다시 못 돌아온다고 생각하는데, 그게 아니라 공연이 다시 시작 돼서 사람들을 다시 앉으면 돌릴 수 있으니까 이걸 가역반응이다.’ 이런 식으로 설명할 수 있을 거라고 생각했어요.

(A의 면담 중에서)

B는 주어진 오개념 자료를 적극적으로 활용하는 모습을 보였는데, 오개념 자료에 제시된 학생들의 오개념 유형별로 각각의 오개념을 바로잡을 수 있는 비유를 생성하려고 하였다.

면담자: 지금 비유를 여러 개 만들었는데, 각각 비유가 초점을 둔 게 다른 건가요?

B: 오개념 자료를 보다가 ‘이 오개념에 초점을 맞추면 이 오개념, 저 오개념이면 저 오개념을 보완할 수 있는 비유를 만들 수 있지 않을까?’라고 생각해서 그렇게 각각 오개념별로 비유를 만들었어요.

(B의 면담 중에서)

B가 생성하였던 비유 중 하나로는 물질의 상태가 변할 때 분자의 개수가 달라진다는 오개념을 다루기 위해서 분자가 운동하는 공간은 매우 크게 표현한 비유가 있었다. 즉, 물질의 상태가 고체에서 액체로

액체에서 기체로 변화할 때 학생들이 분자의 개수가 줄어든다고 생각하는 이유가 교과서 등에서 전체 분자의 개수가 아니라 단위 부피당 분자의 개수를 표현하였기 때문이라고 생각하였고, 이러한 오개념을 바로잡기 위해 사람을 분자에 대응하여 국내에 있던 사람들이 세계 곳곳으로 여행을 떠나 서로 거리가 멀어지는 모습을 표현한 비유를 생성하였다.

오개념 자료를 보면 ‘같은 공간에 존재하는 분자의 수가 적어진다.’는 오개념이 있는데 그림을 봤을 때는 애들이 충분히 그렇게 생각을 할 수 있잖아요. 그러니까 원래는 단위 부피당 분자 수는 변하고, 전체 부피의 분자 수는 변하는 게 아니니까 그래서 이제 분자가 운동하는 활동 범위를 크게 해야겠다고 생각한 거예요. 한국에서 사람들이 있다가 먼 나라로 여행을 가면서 점점 활동범위가 넓어지는 거예요.

(B의 면담 중에서)

이와 같이 B는 학생들이 자주 갖는 오개념을 고려하여 이를 바로잡을 수 있는 비유를 생성하였는데, 이 과정에서 자신이 생성한 비유물의 비공유 속성이 학생들에게 오개념을 유발할 수 있다는 한계점을 고려하기도 하였다. 예를 들어, B는 사람을 분자에 대응하여 온도가 낮을 때는 사람들이 가깝게 모여 있고, 온도가 높을 때는 서로 멀리 떨어져 있는 모습을 표현한 비유를 생성하였다. 그리고 사람들이 추울 때 가만히 있지 않고 떨면서 있다는 것을 설명하면서 고체 상태의 분자들이 운동하지 않고 가만히 있다는 오개념을 다루고자 하였다. 이때, B는 대응 관계에 있는 사람과 분자가 운동하는 이유가 다르고 사람은 온도가 높을 때 빠르게 운동하지 않기 때문에 자신이 생성한 비유가 분자의 운동 상태나 운동 속도와 관련된 오개념을 유발할 가능성이 있다고 하였다.

어릴 때 배웠던 비유 중에서 가장 기억에 남는 비유가 사람이 추우면 서로 모이는 거. 더우면 더우니까 서로 떨어지는 거. 근데 생각해보니까 오개념이라고 생각할 수 있는 게 좀 많아서. 사실 뭐 분자들이 추워서 무슨 사람처럼 열손실을 막으려고 모이는 것도 아니고 분자는 더우면 더워서 짜증나서 떨어지는 것도 아니고. 더웠을 때 기체 분자들이 빠르게 움직이는 것도 설명하기가 힘들고.

(B의 발생사고 중에서)

자신이 생성한 비유의 한계점을 고려하는 경우는 D의 사례에서도 나타났다. D는 학생을 분자에 대응하고 공간에 따라 학생들 사이의 거리가 달라지는 모습을 비유로 표현하였다. 즉, 교실에서는 학생들이 정해진 자리에 규칙적으로 앉아있고, 교실보다 크기가 큰 식당에서는 학생들이 비교적 자유롭게 앉아있으며 운동장에서는 학생들이 자유롭게 불규칙하게 움직이는 모습으로 각각 고체, 액체, 기체 상태를 표현하였다. 이때, D는 기체 분자와 달리 학생들은 개개인이 모두 다르고, 학교 상황에 따라 식당이 교실보다 작을 수 있다는 점을 비유의 한계점으로 인식하였다. 그리고 이러한 점이 학생들에게 분자의 성질 및 상태 변화에 따른 부피 변화와 관련된 오개념을 유발할 수 있다고 생각하여 이를 극복할 수 있는 또 다른 비유를 생성하려고 하였다.

운동장은 거리가 멀고 공간도 매우 넓고 매우 자유롭게 이동이 가능하고, 그니까 분자가 변하지 않고 그렇긴 한데, 음... 모든 걸 다 설명할

수 있을지 잘 모르겠네. 분자가 다 똑같아야 되는데 내가 만든 비유는 분자가 다 똑같진 않으니까 약점이 하나 있을 수도 있고 식당이 교실보다 작을 수도 있는데 실제로는. 그래서 학생들이 받아들일 때 오개념이 발생할 수도 있으니까 다른 걸 하나 더 찾아보자.

(D의 발생사고 중에서)

이상과 같이 자신이 생성한 비유의 한계점을 고려한 이유에 대해 B와 D는 ‘비유가 학생들의 이해를 도울 수 있다는 장점이 있지만 비유물과 목표 개념의 차이점이 학생들의 오개념을 유발할 수도 있다’고 응답하여 비공유 속성 등으로 인해 오개념이 발생할 수 있는 비유 사용의 제한점을 바르게 인식하고 있었다.

면담자: 근데 오개념에 집중하는 모습이 있었는데 왜 그런 거예요?

B: 비유가 애들을 이해시킬 때는 좋긴 한데, 제가 생각하는 비유의 맹점은 비유가 개념이랑 차이점도 있잖아요. 근데 이런 차이점이 오개념을 일으킬 수 있으면 안 좋을 것 같아서 되도록이면 차이점이 덜한 비유를 만드는 게 맞는 것 같아서...

(B의 면담 중에서)

예비교사들이 학생들의 오개념을 고려하고 이를 바로잡을 수 있는 비유를 생성한 것은 바람직한 결과라고 할 수 있다. 또한 자신이 생성한 비유물의 비공유 속성이 오개념을 유발할 수 있다는 한계점을 극복하려는 모습을 보인 점도 긍정적인 결과라고 할 수 있다. 그러나 이러한 예비교사들이 일부에 그쳤으므로, 비유를 준비할 때부터 학생들의 오개념과 비유의 한계점을 고려할 수 있도록 하는 교육이 필요할 것이다. 특히, 예비교사들은 수업 중에 비유를 사용할 때에도 비공유 속성을 다루지 않는 것으로 알려져 있는데(Kim *et al.*, 2018), 수업을 준비하는 과정에서 비공유 속성을 고려하지 않는 것이 수업 중에 비공유 속성을 다루지 않는 것으로 이어질 수 있다(Nottis & McFarland, 2001). 따라서 향후 예비교사 교육과정에서는 수업에서 비공유 속성을 효과적으로 다룰 수 있도록 하는 것뿐 아니라 비유를 준비하는 과정에서도 비공유 속성을 고려할 수 있도록 하는 등 비공유 속성에 대한 예비교사들의 이해를 높이기 위한 노력이 필요할 것이다.

## 2. ‘비유물’ 측면에서 나타난 비유 생성 과정의 특징

교사는 수업에서 사용할 비유물이 학생들에게 친숙한지 고민해야 하고, 예시를 사용하거나 묘사를 통해 비유물에 대한 학생들의 이해와 친숙도를 향상시킬 수 있는 방안을 계획해야 한다(Treagust *et al.*, 1998). 예비교사들은 학생들에게 친숙한 소재를 활용하여 비유를 생성하려는 모습을 보였다. 이를 테면, C는 군인을 소재로 한 비유를 떠올렸으나 이는 자신에게만 익숙한 비유이므로 학생들에게 설명하기는 어려울 것이라고 생각하였고, 학생들에게 친숙한 비유를 만들고자 고민하였다. 그 결과 학생을 분자에 대응하여 학기 중의 수업 시간에 학생들이 빠곡히 모여 있는 모습을 고체로, 방학 중에 보충 수업을 듣기 위해 일부 학생들이 모여 있는 모습을 액체로, 방학 중의 학교에 학생들이 거의 없는 모습을 기체로 표현하였다.

규칙적에서 불규칙적으로... 내가 겪은 규칙적인 생활이 뭐가 있을까. 너무 내 얘기 같은데, 고체는 군인이고 액체는 휴가 나와서 반쯤 풀린

것? 중학생들한테 설명할 수 없는 비유만 떠오르네. 음... 방학을 생각해 보면 학기 중, 수업은 모두 들어가 되니까 학생들 다 나오고, 액체는 방학 중 수업. 다 들진 않으니까. 기체는 방학.

(C의 발생사고 중에서)

비유를 생성하는 과정에서 학생들에게 친숙한 소재를 활용하려고 한 이유에 대해 C는 다음과 같이 응답하여 학생들이 쉽게 이해할 수 있는 비유를 생성하는 것을 비유 생성 과정에서 가장 중요한 요소로 고려했음을 알 수 있었다.

면담자: 일단 비유 만들라고 했을 때 어떤 생각을 했어요?

C: 학생들에게 잘 와 닿는 비유여야 된다는 생각이 제일 먼저 들었어요. 그래서 (학생들이) 비유 상황 자체를 이해하기 쉬운 비유를 만드는 게 우선이라고 생각했고...

(C의 면담 중에서)

D의 경우에도 학생들에게 친숙하게 다가갈 수 있는 비유를 생성하기 위해 교실을 떠올리며 비유를 생성하려고 하였고, 교과서를 넘겨 보며 학생들이 이전에 학습한 내용 중에서 비유의 소재를 찾으려는 모습도 보였다. 또한, 비유를 완성하지는 못하였으나 학생들에게 친숙한 소재인 공놀이나 균것질 거리 등을 떠올리기도 하였다. 친숙한 소재를 활용하여 비유를 생성하려고 한 이유에 대해 D는 ‘친숙할수록 비유의 효과가 좋을 것 같고, 이해하기 어렵거나 친숙하지 않은 경우는 오히려 역효과가 있을 것 같다’고 응답하였다.

좀 더 쉽게 다가갈 수 있는 게 없을까? 학생들에게 좀 더 친숙하게 교실을 생각을 해볼까? (교과서를 살펴봄) 이 친구들이 전에 배운 게... 보일, 사를 법칙을 배웠고, 이 친구들 결정(結晶)도 배웠으니까 꼭 화학에서만 찾지 않아도 될 것 같은데. 일단 애들이 친숙하게 받아들여야 되니까 애들이 좋아하는 것 중에 찾아볼까? 애들이 공놀이를 좋아하니까 공으로 뭘 할 순 없을까? 근데 공은 개수가 너무 적어서 공놀이로는 뭘 할 수 없을 것 같고. 음... 먹을 거? 애들이 좋아하는 먹을 게 좋을 것 같긴 한데. 뭐있지?

(D의 발생사고 중에서)

C, D와 마찬가지로 학생들의 친숙도를 고려하였으나 학교나 교실과 같이 학생들이 일반적으로 관심 있어 하는 소재를 활용하는 것이 아니라 학생들의 관심사에 따라 서로 다른 소재를 활용함으로써 학생 개개인의 특성을 고려하는 경우도 있었다. E가 문과적 성향을 가진 학생들을 위해 경제 현상을 소재로 활용하거나 손으로 조작하는 활동을 좋아하는 학생들을 위해 레고 장난감을 소재로 활용한 것을 그 예로 들 수 있다.

예를 들어서 이거를 좀 경제? 사회적인 현상이라고 생각을 해보면, 이런 것에 더 익숙한 문과 성향을 가진 아이들도 있을 수 있으니까, 이제 열에너지 이런 게 일종의 화폐? 이런 식으로 생각을 해보고...

(E의 발생사고 중에서)

이어진 면담에서 E는 전기회로에 대한 물회로 비유가 자신에게는 친숙하지 않아 이해가 되지 않았던 경험을 예로 들며, ‘비유가 친숙하지 않을 경우 학생들에게 와 닿지 않아서 효과가 적을 것이기 때문에 학생에 따라 비유를 달리할 필요가 있다’고 응답하였다.

학생들이 공감할 수 없는 거 면은 아예 학생들의 머릿속에 들어오지 않을 것 같기도 해요. 전지에 대한 비유 있잖아요. 거기서 무슨 옛날부터 펌프가 이렇게 됐다가 내려오고 이렇게 됐다라고 하는데 저는 그런 걸 애초에 접한 적이 없었거든요. 그래서 잘 안 와 닿았던 거 같아요. ... (중략)... 그래서 예를 들어서 문과 애들을 대상으로 할 때는 경제 비유를 하고, 어린 집단을 대상으로 한다고 하면 이기 동물 같은 걸 쓰고, 손으로 하고 이런 거 좋아하는 애들한테는 레고 비유를 쓰고, 대상에 따라서 쓰는 비유가 달라질 거 같다고 생각해요.

(E의 면담 중에서)

이상과 같이 학생들에게 친숙한 소재를 활용하여 비유를 생성한 예비교사들이 있었던 반면, 학생들의 관점을 고려하지 않고 교사 자신의 입장에서 친숙한 소재를 떠올리는 경우도 있었다. 예를 들어, F와 G는 모두 지하철을 소재로 한 비유를 떠올렸는데 두 예비교사 모두 자신이 지하철을 자주 이용하여 익숙하기 때문에 지하철을 소재로 활용하게 되었다고 하였다.

면담자: 처음에 비유는 어떻게 떠올랐어요?

F: 음... 어떻게 떠올랐지? 그냥 뭐 제가 지하철을 타고 와서, 항상 뭔가 제가 ‘ 많다.’라는 생각을 하면 떠오르는 게 사람이기도 하고. 저한테 가장 친숙한 소재니까 가장 먼저 떠오르지 않았을까요?

(F의 면담 중에서)

학생들이 비유물에 친숙하지 않을 경우 비유를 올바르게 이해하지 못하여 비유 사용의 효과가 줄어들 수 있고, 오개념이 유발될 수 있다 (Harrison & Treagust, 1993; Kwon et al., 2004). 따라서 예비교사들이 이러한 배경을 바르게 이해하여 학생들의 친숙도를 고려한 소재를 활용한 결과는 긍정적으로 볼 수 있다. 특히, E와 같이 학생 개개인의 특성을 고려한 모습은 고무적인 결과라고 할 수 있다. 그러나 일부 예비교사의 경우, 학생들의 관점을 고려하지 않고 자신에게 친숙한 소재로 비유를 생성하는 경우도 있었다. 따라서 비유를 준비하는 과정에서 예비교사들이 학생들의 친숙도를 적극적으로 고려하도록 지도할 필요가 있을 것이다. 나아가 비유물이 학생들에게 친숙하더라도 교사는 영상이나 그림 등을 사용하여 학생들의 이해와 친숙도를 향상시킬 수 있는 방안을 계획해야 하므로, 이와 관련된 교육도 필요하다고 할 수 있다.

한편, 일부 예비교사들은 비유 생성 과정에서 비유물의 윤리적인 측면을 고려하는 모습도 보였다. 예를 들어 B는 조직의 협동심을 소재로 비유를 생성하였는데, 고체가 열에너지를 흡수하여 불규칙적인 액체로 상태 변화하는 것을 사람들이 협력하여 구조적인 조직을 이루고 있다가 외압으로 인해 조직이 산산조각 나는 모습으로 표현하였다. B는 이 비유가 수업에서 사용하기에는 건전하지 않다고 평가하였고, 당구공을 분자에 대응한 비유에 대해서도 마찬가지로 이유로 부적절하다고 평가하였다.

면담자: 협동심 비유는 어떤 것 같아요?

B: 중학생들한테 수업을 한다고 했을 때 외압 같은 게 좋은 소재인지 모르겠어요. 어른들은 재밌게 듣고 사회에서 경험했던 거랑 연결지어 생각할 수도 있을 거 같은데 중학생 애들이 생각하기에는 부적절한 면이 있지 않을까...? 그니까 물론 중학생들을 과소평가 하는 건 아니지만 외압이나 돈도 그렇고 약간 어른들의 얘기 느낌? 그런 게

있어서 우리가 막 어른들의 세계라고 하는 그런 것들이 있고, 막 암투? 이런 건 애들한테 잘못된, 왜곡된 인식을 심어줄 수 있는 도의 적이지 못한 점이 있는 것 같아요. 당구도 마찬가지로요.

(B의 면담 중에서)

C는 학생들을 분자에 대응하고 조희 시간의 초반에 규칙적이었던 학생들의 배열이 시간이 지남에 따라 불규칙적으로 변하는 모습을 비유로 표현하였는데, 다음과 같은 이유로 이 비유가 윤리적이지 못하다고 평가하였다.

면담자: 조희 시간 비유는 수업에 적절하지 않다고 했는데, 뭐가 적절하지 않다는 거야?

C: 교장 선생님의 훈화에 대한 뒷담화 같은 걸 하는 거니까 애들이 재미 있어 할 것 같은 한데, 수업 시간에 다루기에는 윤리적이지 못한 것 같아요.

(C의 면담 중에서)

비유를 사용한 학습은 비유물에서 목표 개념으로 사고의 전이가 일어나는 것이므로 비유물은 목표 개념과 함께 파지된다. 따라서 학습자의 사고방식이나 정서 등에 영향을 미칠 수 있는 비유물의 윤리적인 측면에 대한 고려도 필요할 것이다. 이때, 예비교사들이 학습자의 친숙도나 흥미 등에만 집중하여 비유를 생성할 경우 비유물의 윤리적인 측면을 간과하기 쉬우므로 예비교사들이 비유물의 윤리적인 측면을 고려했다는 점은 긍정적인 결과로 볼 수 있으며 예비교사 교육과정에서 비유물의 윤리적인 측면도 함께 고려하도록 안내할 필요가 있다.

과학 수업에서 사용되는 비유의 유형은 대응정도, 추상도, 작위성 등 다양한 측면에서 분류된다. 이때, 비유는 익숙한 일상의 사물이나 현상을 활용하여 복잡하고 추상적인 과학 개념을 구체화한다는 점에서 일반적으로 추상도 측면에서는 추상적인 비유보다는 구체적인 비유가, 작위성 측면에서는 작위적인 비유보다는 일상적인 비유가 학습에 효과적인 것으로 알려져 있다(Blake, 2004; Kim et al., 2009; Kwon et al., 2003; Thiele & Treagust, 1994). 예비교사들은 비유 생성 과정에서 구체적이고 일상적인 비유를 생성하려는 모습을 보였는데, 이는 수업에서 학생들에게 비유를 설명하는 것과 같이 특정한 교수학습 상황을 고려하였기 때문이라기보다는 다음과 같이 자신이 일상에서 경험했던 구체적인 상황에서 비유를 떠올리려고 하였기 때문이었다.

(분자의 배열이) 규칙적인 상태에서 불규칙적으로 변하는 것. 내가 겪은 규칙적인 생활. 주변에서 규칙적인 것. 음... 거리가 멀어져 부피가 증가한다. 거리가 멀어지는 거. 내 주변에 거리가 멀어지는 걸 본적이 언제 있지? 집에 갈 때. 헤어질 때.

(C의 발생사고 중에서)

면담자: 만든 비유가 모두 구체적인 비유인 것 같다고 했는데, 일부러 구체적인 비유를 만들려고 했던 건가요?

A: 일부러 구체적인 걸 만들려고 했다기보다는, 제가 소재를 막 그림이나 그런 것들에서 찾아가지고 뭔가 자연스럽게 구체적인 비유가 생각난 것 같아요. 추상적인 걸로 할 생각은 못했어요.

(A의 면담 중에서)

실제로 이 연구에 참여한 8명의 예비교사가 생성한 비유는 모두

30개였는데, 이중 구체적인 비유가 28개, 일상적인 비유가 22개를 차지하여 예비교사들은 구체적인 비유와 일상적인 비유를 많이 생성하였다. 구체적인 비유의 예로는 학생이나 군인과 같이 사람을 분자에 대응하고 온도나 날씨, 장소 등에 따라 사람들의 배열과 운동 상태가 달라지는 모습을 표현한 비유가 가장 많았다. 이외에도 벽돌이나 레고, 지폐, 공, 풍선 등의 다양한 물체를 분자에 대응하고 이러한 물체의 배열과 운동 상태를 표현한 비유가 있었다. 일상적인 비유의 예로는 좁은 공간의 교실에 있던 학생들이 체육 시간에 더 넓은 공간인 운동장에서 체육 활동을 하거나 추운 겨울에는 체온을 유지하기 위해 사람들이 모여 있지만, 더운 여름에는 서로 모여 있지 않으려는 모습과 같이 자연스러운 상황을 표현한 비유가 있었다.

교수학습 상황을 고려하는 것과 같이 뚜렷한 목적을 갖고 구체적 혹은 일상적인 비유를 생성하려는 모습이 비유 생성 과정에서 드러나지는 않았으나, 예비교사들은 구체적이고 일상적인 비유가 학습에 효과적이라는 점과 그 이유를 대체로 잘 인식하고 있었다. 따라서 예비교사들의 이러한 인식이 구체적이고 일상적인 비유를 생성하는 과정에 암묵적으로 영향을 미쳤을 수도 있을 것이다. 예를 들어, ‘복잡하고 이해하기 어려운 과학 개념을 쉽게 이해하기 위하여 비유를 사용하는 것이기 때문에 구체적인 비유를 사용하는 것이 좋고, 따라서 추상적인 비유를 생성하려고 하지 않았던 것 같다’는 E의 응답에서도 이와 같은 내용을 살펴볼 수 있다.

면담자: ‘구체적인 비유를 만들어야겠다.’라고 생각하면서 만든 거예요?

아니면 만들어 놓고 보니까 구체적인 비유였던 거예요?

E: 처음부터 ‘일부러 이걸 만들어야겠다.’ 이런 생각은 없었는데 되도록이면 저는 추상적인 거를 쓰지 않으려고 생각했던 것 같아요. 비유가 추상적이면 이해를 잘 못하니까 비유를 사용하는 이유가 없어질 것 같아요. 추상적인 거보다는 구체적으로 설명을 해야 이해가 잘된다고 해야 되니까? 그니까 이해하기 어려운 대상이기 때문에 비유를 하잖아요. 근데 비유를 사용하는데 비유가 또 추상적이면 오히려 혼란만 가중될 수 있을 거 같기 때문에.

(E의 면담 중에서)

G 또한 과학 학습에서 구체적인 경험의 중요성을 강조하며 구체적인 비유가 학습에 효과적일 것 같다고 응답하였으며, ‘작위적인 비유는 특정 상황에만 적용될 수 있고 학생들이 비유물이 표현하고 있는 상황에 익숙하지 않을 경우 거부감을 느끼거나 비유를 이해하지 못할 수 있다’고 응답하여 일상적인 비유에 대해서도 긍정적인 인식을 갖고 있었다.

면담자: 왜 구체적 비유가 효과적이라고 생각하는 거예요?

G: 애들은 항상 눈으로 확인을 해야 납득하잖아요. 실험을 하고, 관찰을 하고 항상 직접적으로 경험할 수 있는 결과를 주니까. 비유도 추상적인 것보다 ‘이건 실생활에서 본 적 있지 않느냐 같은 맥락이다.’ 이런 식으로 구체적인 사례를 줘야 애들이 생각하기가 더 좋을 거 같아요.

면담자: 그럼 작위적인 비유는요?

G: 애들은 작위적인 거에 대한 거부감을 느끼는 거 같아서. ‘그건(작위적인 건) 그럴 때만 그런 거 아니냐?’ 이런 식으로 생각을 할 것 같아요. 그래서 항상 되게 자연스러운 상황에서 그걸 본 기억이 있어야 약간 납득을 하는 성향이 있더라고요. 그래서 제 생각에는 일상적인 게 좀 더 효과적이고 좋을 것 같아요.

(G의 면담 중에서)

한편, 일반적으로 구체적이고 일상적인 비유가 학습에 효과적인 것으로 알려져 있으나 사전 지식이나 경험과 같이 학생들의 친숙도가 충분히 고려되었다면 추상적이고 작위적인 비유도 유용할 수 있다 (Kang, 2011; Thiele & Treagust, 1994). 따라서 예비교사들이 생성한 비유 중 추상적이고 작위적인 비유와 이러한 비유가 생성된 과정도 살펴볼 필요가 있다.

먼저, 조직과 협동심을 소재로 활용하여 추상적이고 작위적인 비유를 생성한 B는 ‘비유를 여러 개 만들다 보니 적절한 소재가 떠오르지 않아서 추상적이고 작위적인 비유를 생성하게 되었고, 학생들이 이해하기 어려울 수 있으므로 이러한 비유를 수업에서 사용하는 것은 적절하지 않다’고 응답하였다. 즉, 구체적이고 일상적인 비유를 생성하기 위해 적절한 소재가 떠오르지 않을 때 추상적이거나 작위적인 비유를 생성하는 모습을 볼 수 있었다.

반면, 친숙도와 흥미 같은 학생들의 특성을 고려함으로써 추상적이거나 작위적인 비유가 생성되는 경우도 있었다. 2개의 추상적인 비유 중 B가 생성한 비유를 제외한 나머지 1개의 추상적인 비유는 E가 생성한 경제 현상을 소재로 한 비유였는데, 이 비유는 학생들의 친숙도를 고려함으로써 생성되었다. 즉, E는 문과적 성향을 가진 학생들을 위한 비유를 생성하기 위해 고민하던 중 이러한 학생들에게 익숙한 경제 현상을 소재로 떠올렸고 이를 활용하여 비유를 생성함으로써 추상적인 비유를 생성하게 되었다. 또한, E가 생성한 비유 중 레고 장난감을 밀집되거나 듬성듬성하게 쌓는 작위적인 상황을 표현한 비유는 손으로 조작하는 활동을 좋아하는 학생들을 위해 생성한 비유였다.

면담자: 경제 비유는 어떻게 생각한 거예요?

E: 이 비유는 약간 문과나 경제 이런 쪽에 관심 있는 애들이 있을 거 아니에요. 그런 애들을 위한 비유로 일부러 찾으려고 했어요. 왜냐하면 제가 맨날 생각하는 게 문과 쪽 애들이 약간 비유를 들 때도 뭔가 관심사에 맞춰서 잘 알고 있는 것을 해야지 잘 따라오는 경향이 있거든요. 그래서 그런 애들을 생각하다보니 경제 비유를 만들게 되었어요.

(E의 면담 중에서)

E의 사례를 살펴보면 알 수 있듯, 예비교사들 중 일부는 구체적이고 일상적인 비유의 장점뿐 아니라 추상적이고 작위적인 비유의 필요성과 유용성에 대해서도 바르게 인식하여 비유의 유형에 대한 이해도가 높았다. 이를 보면 D는 무조건 구체적인 비유가 효과적이라는 단편적인 인식을 갖기보다는 ‘비공유 속성이 적고, 학생들에게 충분히 친숙한 소재를 활용하였다면 추상적인 비유도 효과적일 수 있다’고 응답하여 추상도 측면에서 비유의 유형에 대한 입체적인 인식을 갖고 있었다.

면담자: 구체적인 비유랑 추상적인 비유에 대해서는 어떻게 생각해요?

D: 뭐가 더 좋다 나쁘다는 판단을 할 수가 없을 것 같아요. 좋은 비유는 소재가 친숙하고 비공유 속성이 최소화되고 그런 게 저는 좋은 비유라고 생각을 하는데, 꼭 구체적 비유라고 해서 장점들을 다 가질 수 있는 게 아니고 추상적인 비유라도 친숙하고 그런 게 있으니까.

(D의 면담 중에서)

작위성 측면에 따른 비유의 유형에 대해서도 마찬가지로었는데, H는 게임을 소재로 흥미로운 상황을 표현한 비유를 남학생들을 위한 비유

의 예로 들며 ‘친숙도나 흥미와 같은 학생들의 개인적 특성이 고려되었다면 작위적인 비유라도 쉽게 이해할 수 있고 기억에도 오래 남아 효과적일 것’이라고 응답하였다.

면담자: 작위적인 비유에 대해서는 어떻게 생각해요?

H: 작위적인 거는 학생들이 비유물이 어떤지 충분히 알아야 된다고 생각해요. 작위적인 비유도 재밌어야 한다고 해야 되냐? 학생들의 관심이나 흥미를 끌어야 할 것 같아서. 모든 남학생은 아니지만 그래도 남학생들은 게임을 좋아하니까 그런 친구들에게는 오히려 게임 세상 안에서 설명을 해주면 더 이해가 잘되고 기억에도 더 잘 남을 것 같아요. 내가 좋아하는 것으로 비유를 하는 거니까.

(H의 면담 중에서)

마지막으로 일상적인 상황으로 비유를 생성하기 시작하더라도 유사점을 추가하는 과정에서 여러 상황을 가정하여 비유의 작위적인 성격이 강해지는 경우도 있었다. 예컨대 C는 조회 시간에 학생들이 규칙적으로 줄을 맞추고 있는 일상적인 상황을 떠올렸다. 이때, 시간을 열에너지에 대응하여 시간이 지남에 따라 학생들의 배열이 점점 불규칙적으로 변하는 모습을 표현하기 위하여, 학생들이 액체나 기체 분자처럼 무작위로 퍼질 것이고, 다시 줄을 맞추기 위한 선생님들의 지도가 없다는 등의 가정을 하였고, C는 이러한 점에서 이 비유가 작위적이라고 하였다.

면담자: 조회시간 비유가 작위적이라고 했는데 왜 그렇게 생각한 건가요?

C: 다른 비유는 부가 설명을 추가하지 않아도 (학생들이) 쉽게 이해할 수 있는 일반적인 상황인데, 조회시간 비유는 전제 조건에 아이들이 흐트러질 때 선생님이 건들지 않고 뭐 이런 추가적인 설정이 들어가야하고, 아이들이 무한정 랜덤하게 퍼지는 것도 아니라 작위적인 것 같아요.

(C의 면담 중에서)

이와 관련하여 C는 ‘일상적인 비유가 직관적으로 이해할 수 있다는 장점이 있지만, 일상적인 상황만으로는 목표 개념을 표현하기 어렵다’고 응답하였고, F도 이와 유사한 응답을 보여 두 예비교사 모두 일상적인 비유의 한계와 작위적인 비유의 필요성을 명확히 인식하고 있었다.

일단 일상적인 비유는 학생들이 직관적으로 이해할 수 있어요. 그런데 단점은 이 비유를 완벽하게 적용하기가 힘들 거 같아요. 조금 설정을 넣어줘야 (목표 개념에) 맞는 비유가 나오지 딱 정말 일상생활에서 찾는 건 좀 힘들 거 같고. 그래서 일상적인 베이스에 살짝 작위가 들어가는 게 좋을 것 같아요.

(C의 면담 중에서)

추상도와 작위성 측면에서 비유의 유형에 대한 이상의 결과를 정리하면 예비교사들은 구체적이고 일상적인 비유를 많이 생성하였고, 이는 비유의 유형에 대한 예비교사들의 인식과 관련이 있었다. 이러한 결과는 구체적인 비유가 과학 개념의 추상성을 줄일 수 있다고 생각하여 과학교사들이 구체적인 비유를 생성하는 경향이 있다고 밝힌 Mozzer & Justi (2013)의 연구 결과와 유사하다. 그런데, 이 연구에서는 구체적이고 일상적인 비유뿐 아니라 추상적이고 작위적인 비유의 생성 과정 또한 조사하였고, 그 결과 학생들의 친숙도나 흥미를

고려하고, 유사점을 여럿 추가하는 등 추상적이고 작위적인 비유를 생성하더라도 긍정적인 사례로 볼 수 있는 경우가 있는 것으로 나타났다.

### 3. '개념' 측면에서 나타난 비유 생성 과정의 특징

비유 사용 수업의 준비 단계에서 교사는 목표 개념의 교수학습 과정에서 교사 자신이나 학생이 겪을 수 있는 어려움과 목표 개념에 대한 학생의 이해 정도나 친숙도, 선개념 등을 고려해야 한다 (Harrison & Coll, 2007; Treagust *et al.*, 1998). 이를 위해 교사는 목표 개념을 올바르게 이해하고 있어야 할 뿐 아니라 해당 차시에서 다루는 핵심적인 개념을 파악해야 하고 이와 관련된 교육과정을 수직적·수평적으로 고려할 필요가 있다. 예비교사들은 비유를 생성하기에 앞서 교과서나 교사용 지도서를 살펴봄에 해당 차시에서 다루는 목표 개념을 파악하였다. 이때, 목표 개념을 명확히 파악한 예비교사들도 있었으나 그렇지 못한 예비교사들도 있었다.

먼저 A, D, F는 제시된 교과서와 교사용 지도서를 참고하여 해당 차시의 핵심 개념에 해당하는 물질의 상태에 따른 분자의 배열을 명확히 파악하고 이에 대한 비유를 생성하였다. 특히 D는 교과서의 학습 목표, 들어가기, 탐구 활동 등을 소리 내어 정독하는 데 적지 않은 시간을 할애하여 목표 개념을 명확히 파악하였고, 이러한 과정을 거침으로써 분자의 배열 상태만을 표현하는 비유를 생성하였다.

물질의 상태와 분자배열, 학습목표, 물질의 상태가 변할 때 구조나 배열이 달라지는 것을 설명할 수 있다. 음... 일단 들어가기에 보니까 기체에서는 분자 사이의 공간이 많다. 이것에 대해서 비유를 하나 만들어야 하는데 어떻게 만들 수가 있을까? 일단 조금 더 생각을 해보기로 하고 실험을 읽어볼까? ... (중략)... 탐구 8에서 '분자가 변하지 않아야 된다.', '변하지 않아야 되고 배열 상태만 바뀌면서 상태 변화가 일어난다.' 이게 핵심인 것 같은데.

(D의 발생사고 중에서)

나머지 예비교사들 또한 교과서나 교사용 지도서를 참고하였으나 자료를 훑어보고 해당 차시에서 다루는 내용을 대략적으로 파악하는 정도에 그쳐, 목표 개념을 명확히 파악하지 못하고 해당 차시에서 다루지 않는 개념까지 비유로 표현하려는 모습을 보였다. 예를 들어, B는 당구공을 분자에 대응한 비유에서 당구공의 속도를 분자 운동의 활발한 정도로 설명하여, 후속 차시에서 다루는 분자의 운동을 포함하는 비유를 생성하였다.

음... 당구? 일단은 당구 같은 것도 공들이 모여 있는데, (당구공을 치는) 힘을 온도랑 비슷하다고 치고, 작은 힘을 받으면 온도 변화가 작으니까, 온도 변화가 적으면 끼리끼리 붙어있고, 거리가 적당히 되기도 하고 온도 변화가 크면, 큰 힘을 받으면 지들끼리 막 충돌하면서 거리도 멀어지고 빠르게 움직인다는 점을 설명할 수 있네.

(B의 발생사고 중에서)

E와 G는 교과서나 교사용 지도서를 살펴볼 때 해당 차시의 내용만이 아니라 앞선 차시의 내용을 함께 살펴봄으로써 목표 개념과 관련된 교육과정을 고려하려는 모습을 보였으나 이에 능숙하지 못하였고

따라서 해당 차시에서 다루는 목표 개념을 명확히 파악하지 못하였다. 먼저 E의 경우, 해당 차시에서는 열에너지의 흡수와 방출을 직접적으로 다루지 않는 것 같다고 발화하였음에도 이 개념을 포함하는 비유를 생성하였다.

(교과서를 넘겨보며) 아 이게 이때는 안 배우는 개념 같긴 한데, 열에너지가 많이 들어오게 되면 (분자 운동이) 더 활발해지기 때문에 (아기동물들이) 이제 조금 규칙적인 배열에서 벗어나서 조금 따로따로 노는, 9마리가 따로따로 놀면서 활동 범위가 더 늘어난다는 식으로 생각해 볼 수 있을 것 같고.

(E의 발생사고 중에서)

열에너지와 관련된 개념을 포함한 이유에 대해 E는 '교과서에서는 열에너지와 관련된 개념을 직접적으로 다루지는 않았지만 분자 배열의 변화를 연속적으로 표현하려면 열에너지와 관련된 개념이 필요하기 때문에 이를 포함할 수밖에 없었다'고 답했다. 이와 관련하여 열에너지와 관련된 개념은 후속 차시에서 다룬다고 알려주자 이를 미처 파악하지 못했다고 답하여 목표 개념과 관련된 교육과정을 명확히 파악하지 못하고 혼란스러워하는 모습을 보였다.

면담자: 비유를 만들다가 중간에 "이건 아직 배우지 않은 것 같은데"라는 말을 했던 것 같은데, 어떤 의미였나요?

E: 네, 그니까 분자의 운동이 열에너지에 따라서 달라진다는 것에서 배우지 않는 것 같아서 그런 말을 했거든요? 왜냐면 앞의 소단원들을 보니까 정말 기초적인 것만 배우더라고요. ... (중략) ... 제 비유는 상태 변화에 초점을 맞춘 것인데, 상태가 변화하려면 열을 공급해주어야 하잖아요. 그런데, 열에너지를 배우지 않는 것 같아서 이거를 어떻게 보여줄까를 좀 고민하다가 (열에너지의 출입을) 암시하는 그런 수준으로, 은연중에 열에너지가 전달이 된 것처럼 설명을 했어요.

면담자: 사실은 그 열에너지의 개념이 뒤에 나오거든요. 뒤에 나오는 소단원에서.

E: 아, 뒤에 나와요? 진짜요?

(E의 면담 중에서)

G는 다음과 같이 앞선 차시의 학습 개념을 파악하고 해당 차시의 목표 개념까지 파악하였다. 그러나, 후속 차시의 내용을 파악하지 않아 열에너지와 관련된 개념을 포함한 비유를 생성하였다.

분자 모형에 대해서 비유를 생각해볼까. 음... 이제 애들이 고체, 액체, 기체가 된지는 지난 시간에 다 배웠고, 이제는 물질의 상태에 따른 분자 개념을 도입을 해줘야 되는데 분자 개념을 이제 배열에 대해서 설명을 해줘야 될 것 같아.

(G의 발생사고 중에서)

또한, 면담에서는 '어떤 개념을 비유로 표현해야 하는지를 가장 많이 고민했다'고 응답하여, 차시에서 다루어야 하는 목표 개념을 명확히 파악하는 데 어려움을 겪었음을 알 수 있었다.

면담자: 비유가 열에너지의 출입까지 포함했는데 어떻게 그렇게 된 거예요?

G: '처음에는 거리가 멀어지는 걸 생각해보자. 그니까 에너지를 받으면 거리가 멀어지는 걸 강조해보자.'라고 했다가 '운동 에너지가 커져서 분자 사이의 거리가 멀어지는 것까지 설명했으면 좋겠다.'고 생각이



바뀌어서 포함하게 된 것 같아요. 그니까 어떤 개념을 비유로 표현해야 하는지를 가장 많이 고민했던 것 같아요.

(G의 면담 중에서)

이상의 결과를 종합하여 볼 때, 일부 예비교사들은 해당 차시에서 다루는 목표 개념을 명확히 파악하였으나 나머지 예비교사들은 목표 개념을 명확히 파악하지 못하고 해당 차시에서 다루지 않는 개념까지 비유로 표현하였다. 또한, 앞선 차시를 살펴보는 등 교육과정을 고려한 예비교사들이 있었으나 E와 G뿐이었고, 이들 또한 교육과정을 부분적으로 고려하거나 교육과정 고려에 어려움을 겪었다. 이와 같이 비유를 생성하는 과정에서 교육과정에 대한 고려가 부족했던 예비교사들의 모습은 예비교사의 교수 설계 과정을 조사한 연구들(Kim *et al.*, 2011; Yang *et al.*, 2016)에서 예비교사들이 교육과정에 대한 고려가 부족한 모습을 보인 결과와 유사하다. 즉, 교육과정에 대한 고려가 부족한 예비교사들의 특성이 비유 생성 과정에서는 해당 차시에서 다루지 않는 개념까지 비유로 표현하는 결과로 나타났다고 할 수 있다. 따라서 수업에서 사용하기 위한 비유를 준비할 때에도 교육과정을 고려하는 것의 중요성을 강조하여 예비교사들이 목표 개념을 명확히 파악할 수 있도록 도울 필요가 있다.

#### IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 비유 사용 수업에 대한 예비과학교사의 전문성을 탐색하기 위해, 예비교사들이 수업에서 사용하기 위한 비유를 생성하는 과정을 심층적으로 조사하였다. 연구 결과, 예비교사들은 비유가 학생들의 오개념을 바로잡는 데 효과적인 것이라고 생각하고, 오개념을 바로잡을 수 있는 비유를 생성하였다. 나아가 자신이 생성한 비유물의 비공유 속성이 학생들에게 오개념을 유발할 수 있다는 한계점까지 고려하는 경우도 있었다. 비유물의 측면에서는 학생들에게 친숙한 소재를 활용하여 비유를 생성하는 예비교사들이 있었으나, 교사 자신에게 친숙한 소재를 활용함으로써 바람직하지 못한 모습을 보인 예비교사들도 있었다. 또한, 예비교사들은 추상적이고 작위적인 비유보다는 구체적이고 일상적인 비유를 많이 생성하였고, 구체적이고 일상적인 비유가 학습에 효과적이라는 점과 그 이유를 바르게 인식하고 있었다. 추상적이거나 작위적인 비유를 생성한 경우에도 학생들의 친숙도나 흥미를 고려하는 등 긍정적인 모습을 보인 경우가 있었다. 마지막으로, 예비교사들은 교과서나 교사용 지도서를 참고하여 목표 개념을 파악하였는데, 이 과정에서 교육과정에 대한 고려 부족으로 목표 개념을 명확히 파악하지 못하고 해당 차시에서 다루지 않는 개념까지 비유로 표현하는 경우가 있었다.

이 연구의 결과를 바탕으로 비유 사용 수업에 대한 예비과학교사의 전문성을 향상시키기 위한 구체적인 교육 방안을 논의할 수 있다. 첫째, 학생의 측면에서는 비유를 준비할 때부터 학생들의 오개념과 비유의 한계점을 고려할 수 있도록 하는 교육이 필요하다. 특히, 비공유 속성을 적극적으로 고려하도록 하기 위해 비공유 속성을 다루는 것이 구성주의적 관점에서 어떤 의미를 갖는지 설명하고 비공유 속성으로부터 이어지는 대응 오류의 구체적인 사례를 소개하는 등의 방안을 고려할 수 있을 것이다. 비유물의 측면에서는 비유를 준비하는 과정에서 학생들의 친숙도를 고려해야 하는 이유를 예비교사들에게

설명하는 등 비유물에 대한 학생들의 친숙도와 흥미 등을 적극적으로 고려하도록 지도할 필요가 있다. 마지막으로 개념의 측면에서는 비유를 준비하는 과정에서 교육과정에 대한 수직적·수평적 고려를 통해 목표 개념을 명확히 파악하도록 도울 필요가 있다. 이때, 앞뒤 차시나 교사용 지도서의 차시 계획을 살펴보는 등 교과서나 교사용 지도서를 활용하여 교육과정을 파악할 수 있는 효과적이고 실질적인 방법 또한 함께 안내할 필요가 있을 것이다.

이외에 향후 예비교사 교육의 방향 설정을 위한 시사점을 제안하면 다음과 같다. 먼저, 이 연구와 같이 실증적인 연구의 결과를 바탕으로 계열성을 갖춘 체계적인 예비교사 교육 방안을 마련할 필요가 있다. 학생들의 오개념을 바로잡을 수 있는 비유를 생성하거나 비유의 한계점을 고려한 예비교사들이 있었으나 일부에 그쳐 예비교사별로 비유 생성 수업에 대한 이해도 차이가 컸던 점이나 일부 예비교사들이 비공유 속성에 대한 근본적인 이해가 부족한 모습을 보인 점 등은 비유 사용 수업에 대한 예비교사들의 전문성이 파편화되어 체계적으로 발달하지 못하고 있음을 보여준다고 할 수 있다. 따라서 비유 사용 수업에 대한 잘못된 이해나 인식 등 예비교사들의 이해도와 전문성의 수준 및 실태를 면밀히 파악하여 이를 효과적으로 해결할 수 있는 교육 방안을 마련할 필요가 있다. 특히, 과학수업에서 교사들의 비유 사용이 보편적이므로 예비교사들도 학습자로서 비유와 관련된 다양한 경험을 갖고 있고, 이에 따라 비유 사용 수업에 대한 인식과 견해 등이 견고할 수 있다는 점은 예비교사 교육 단계에서부터 체계적인 교육의 필요성을 더한다고 할 수 있다.

또한, 과학의 주요 개념에 대해 학생들이 생성한 비유를 체계적으로 분석하고 추적하여 비유 사용 수업을 위한 데이터베이스를 구축할 필요가 있다. 이때, 구체적인 비유를 생성하려고 하였으나 마땅한 소재가 떠오르지 않아 추상적인 소재로 비유를 생성한 경우와 같이 특정 유형의 비유를 수업에서 활용하려는 경향을 보인 사례도 있었으므로 추상도나 작위성 등의 측면에서 유형별로 비유를 제시하는 등 데이터베이스의 활용성을 높일 필요가 있다. 이러한 데이터베이스는 예비교사뿐 아니라 현직교사들에게도 유용하게 활용되어 학교 현장에서 효과적인 비유 사용 수업을 정착시키는 데에도 기여할 수 있을 것이다.

마지막으로 비유를 생성하는 과정에서 학생의 친숙도나 흥미, 교육과정 등을 고려해야 한다는 점은 비유 사용 수업에 대한 전문성이 구성주의적 교수학습관과 밀접한 관련이 있음을 의미한다. 따라서 비유 사용 수업에 대한 전문성과 함께 예비과학교사의 구성주의적 교수학습관을 함양하기 위한 꾸준한 노력도 계속될 필요가 있다.

한편, 이 연구에서는 예비교사들이 공통된 개념에 대해 비유를 생성하도록 하기 위해 비유 사용 수업을 위한 주제를 제한하였다. 그러나 비유 사용 수업을 위한 준비 단계에서는 목표 개념이 비유 사용 수업에 적절한지에 대한 고민이 필요하다(Harrison & Coll, 2007). 따라서 예비교사들에게 비유 사용 수업을 실시할 주제를 결정할 기회를 제공하여 예비교사들이 비유 사용 수업에 어떤 주제가 적절하다고 생각하는지와 그 이유 등을 조사하는 후속 연구가 필요할 것이다. 또한, 이 연구에서는 비유 사용 수업을 위한 준비 단계에 초점을 두었으므로, 예비교사들이 수업에서 비유를 사용하는 방식을 구체적으로 조사할 필요도 있을 것이다.

## 국문요약

이 연구에서는 예비과학교사가 수업에서 사용하기 위한 비유를 생성하는 과정에서 나타나는 특징을 조사하였다. 서울특별시 소재 한 사범대학에 재학 중인 예비과학교사 8명이 연구에 참여하였다. 예비교사들을 대상으로 과학 수업에서 비유에 대한 워크숍을 실시한 후 수업에서 사용하기 위한 비유를 생성하도록 하였다. 예비교사들이 비유를 생성할 때 거치는 사고 과정을 심층적으로 조사하기 위하여 발상사고법을 활용하였으며, 비유를 생성한 후에는 반구조화된 면담을 실시하였다. 예비교사들이 비유를 생성한 활동지를 수집하였고, 비유 생성 과정과 면담은 녹음 및 녹화하였다. 예비교사들의 비유 생성 과정에서 나타나는 특징을 학생, 비유물, 개념의 세 가지 측면에서 분석하였다. 분석 결과, 예비교사들은 학생들의 오개념을 바로잡기 위한 비유를 생성하였고, 자신이 생성한 비유가 유발할 수 있는 오개념을 고려하였다. 또한, 예비교사들은 학생들에게 친숙한 소재로 비유를 생성하였고, 추상적이고 작위적인 비유보다는 구체적이고 일상적인 비유를 많이 생성하였다. 마지막으로, 목표 개념을 명확히 파악하지 못하고 해당 차시에서 다루지 않는 개념까지 비유로 표현하는 경우가 있었다. 이상의 결과를 바탕으로 예비과학교사 교육과정과 관련된 교육적 함의를 논의하였다.

**주제어 :** 비유, 비유 사용 수업, 예비과학교사

## References

- Aubusson, P. J., Harrison, A. G., & Ritchie, S. M. (2006). *Metaphor and analogy in science education*. Dordrecht, NL: Springer.
- Blake, A. (2004). Helping young children to see what is relevant and why: Supporting cognitive change in earth science using analogy. *International Journal of Science Education*, 26(15), 1855-1873.
- Bogdan, R. C., & Biklen, S. (2006). *Qualitative research for education: An introduction to theory and methods*. Needham Heights, MA: Allyn & Bacon.
- Dagher, Z. R. (1995). Analysis of analogies used by science teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(3), 259-270.
- Duit, R. (1991). On the role of analogies and metaphors in learning science. *Science Education*, 75(6), 649-672.
- Ferguson, L. E., Braten, I., & Stromso, H. I. (2012). Epistemic cognition when students read multiple documents containing conflicting scientific evidence: A think-aloud study. *Learning and Instruction*, 22(2), 103-120.
- Glynn, S. M. (1991). Explaining science concepts: A teaching-with-analogies model. In S. M. Glynn, B. K. Britton, & R. H. Yeany (Eds.), *The psychology of learning science* (pp. 219-240). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Harrison, A. G., & Coll, R. K. (2007). Using analogies in middle and secondary science classrooms: The far guide-an interesting way to teach with analogies. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- Harrison, A. G., & De Jong, O. (2005). Exploring the use of multiple analogical models when teaching and learning chemical equilibrium. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(10), 1135-1159.
- Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (1993). Teaching with analogies: A case study in grade-10 optics. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(10), 1291-1307.
- James, M. C., & Scharmann, L. C. (2007). Using analogies to improve the teaching performance of preservice teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(4), 565-585.
- Kang, H. (2011). Comparison of characteristics of analogies on saturated solution generated by elementary school teachers, general and science-gifted students. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 30(3), 305-314.
- Kim, K., Ahn, I., Choi, Y., & Noh, T. (2013). An analysis of analogies in chemistry content of middle school science textbooks and high school chemistry textbooks developed under the 2009 revised national curriculum. *Journal of the Korean Chemical Society*, 57(6), 801-812.
- Kim, K., Yoon, J., Park, J., & Noh, T. (2011). The components of pedagogical content knowledge considered by secondary pre-service teachers in planning and implementing teaching demonstrations. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 31(1), 99-114.
- Kim, M., Kim, H., & Noh, T. (2018). The characteristics of lessons using analogies planned by pre-service science teachers. *Journal of the Korean Chemical Society*, 62(2), 148-158.
- Kim, Y. (1991). Effects of instruction using systematic analogies on change of middle school students' conceptions of electric current. (Doctoral dissertation). Seoul National University, Korea.
- Kim, Y. (2012). *Analogy and metaphor in science education and creativity*. Seoul: Bookshill.
- Kim, Y., Moon, S., & Noh, T. (2009). An investigation of the types of analogies generated by science-gifted student, mapping errors on the chromatography, and the perceptions on generating analogy. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 29(8), 861-873.
- Kwon, H., Choi, E., & Noh, T. (2003). Analysis of the analogies on three states of matter generated by middle school students. *Journal of the Korean Chemical Society*, 47(3), 265-272.
- Kwon, H., Choi, E., & Noh, T. (2004). Students' understanding of the analogies used in chemistry education and the limitations of using analogies. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 24(2), 287-297.
- 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., Kwon, H., & Lee, S. (1997). The effect of an instruction using analog systematically in middle school science class. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 17(3), 323-332.
- Nottis, K. E. K., & McFarland, J. (2001). A comparative analysis of pre-service teacher analogies generated for process and structure concepts. *Electronic Journal of Science Education*, 5(4).
- Oliva, J. M., Azcárate, P., & Navarrete, A. (2007). Teaching models in the use of analogies as a resource in the science classroom. *International Journal of Science Education*, 29(1), 45-66.
- Orgill, M., & Bodner, G. (2004). What research tells us about using analogies to teach chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 5(1), 15-32.
- Schellings, G. L. M., & Broekkamp, H. (2011). Signaling task awareness in think-aloud protocols from students selecting relevant information from text. *Metacognition and Learning*, 6(1), 65-82.
- 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.
- Treagust, D. F. (1993). The evolution of an approach for using analogies in teaching and learning science. *Research in Science Education*, 23(1), 293-301.
- Treagust, D. F., Harrison, A. G., & Venville, G. J. (1998). Teaching science effectively with analogies: An approach for preservice and inservice teacher education. *Journal of Science Teacher Education*, 9(2), 85-101.
- Yang, C., Song, N., Kim, M., & Noh, T. (2016). Analysis of pre-service secondary chemistry teachers' uses of teacher's guide in planning lessons. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 36(4), 681-691.
- Zeitoun, H. H. (1984). Teaching scientific analogies: A proposed model. *Research in Science & Technological Education*, 2(2), 107-125.