

## 학생 중심 비유를 사용한 예비과학교사의 수업에서 나타나는 특징 분석

김민환 · 김성훈 · 노태희\*

서울대학교 화학교육과

(접수 2019. 12. 13; 게재확정 2020. 2. 3)

### The Characteristics of Lessons Using Student-centered Analogies by Pre-service Science Teachers

Minhwan Kim, Sunghoon Kim, and Taehee Noh\*

Department of Chemistry Education, Seoul National University, Seoul 08826, Korea.

\*E-mail: noth@snu.ac.kr

(Received December 13, 2019; Accepted February 3, 2020)

**요약.** 이 연구에서는 예비과학교사들이 학생 중심 비유를 사용한 수업에서 나타나는 특징을 분석하였다. 서울특별시 소재 사범대학에 재학중인 6명의 예비과학교사가 이 연구에 참여하였다. 예비교사들에게 교육 실습에서 학생 중심 비유를 사용하도록 한 후, 수업 계획 과정과 수업을 관찰하고 수업 전후에 면담을 실시하였다. 수집한 자료를 지속적 비교 방법으로 분석하였다. 분석 결과, 물리적 비유와 역할놀이 비유를 사용할 때 예비교사들은 비유 활동의 방법과 규칙을 명확히 안내하지 않는 경우가 있었고, 일부 예비교사들은 학생들에게 비유 활동의 결과를 예측해보도록 하였다. 역할놀이 비유를 사용한 수업에서 예비교사들은 학생들 중 일부에게만 역할을 부여하였고, 목표 개념을 설명할 때 어려움을 겪었다. 비유 생성을 사용한 수업에서는 학생들이 생성한 예상치 못한 비유를 다루는 데 어려움을 겪었고, 학생들의 비유 생성을 돕기 위해 비유의 예시를 제시하였다. 이상의 결과를 바탕으로 교육적 함의를 논의하였다.

**주제어:** 비유, 예비과학교사, 교육 실습

**ABSTRACT.** In this study, we investigated the characteristics of lessons using student-centered analogies by pre-service science teachers. Six pre-service science teachers at a college of education in Seoul participated in this study. They practiced lessons using student-centered analogies in teaching practices. We observed their planning lessons and the lessons. Also we interviewed them before and after their lessons. All the data collected were analyzed by using the constant comparative method. There were some cases where they did not clearly guide methods and rules of analogy activities when using physical analogy and role-playing analogy. Also, some of them invited students to predict the outcome of analogy activities. In lessons using role-playing analogy, they gave roles to only a few of students and had a trouble dealing with target concepts. In lessons using self-generated analogy, they had a hard time dealing with unexpected analogies that students generated and provided examples of analogies in order to help students to generate analogies. Educational implications of these findings are discussed.

**Key words:** Analogy, Pre-service science teacher, Teaching practicum

## 서론

과학교사는 학생들에게 과학 개념을 효과적으로 설명하기 위한 도구로 비유를 자주 사용한다.<sup>1,2</sup> 비유는 과학 교과서에도 자주 등장하는데, 이는 비유가 과학 교과에서 다루는 낯설고 추상적인 개념을 친숙하고 구체적으로 이해하도록 돕기 때문이다.<sup>3</sup> 이때, 비유를 사용한 과학 수업은 교사가 교과서나 자신의 경험 등에서 유래한 비유를 제시하고 설명하면 학생들이 이를 수동적으로 받아들이는 전통적인 방식으로 진행되는 것이 일반적이다.<sup>4</sup>

그러나 이와 같이 교사의 일방적인 설명을 중심으로 한 비유 사용 방식은 학습자가 학습 과정에 능동적으로 참여하여 지식을 구성하는 구성주의적 관점과는 거리가 멀기 때문에 그 효과가 기대한 것과 다를 수 있다. 즉, 제시한 비유가 학생들에게 친숙할 것이라는 교사들의 기대와 달리 학생들은 주어진 비유 자체를 이해하지 못하는 경우가 적지 않다.<sup>5</sup> 또한, 비유를 사용한 학습에서는 목표 개념과 비유물의 대응 관계를 발견하고 이를 바르게 이해하는 것이 중요한데, 교사의 설명이 중심이 될 경우 학생들이 대응 관계를 명확히 이해하는 데에도 한계가 있다.<sup>6</sup> 실제로

같은 비유를 사용하더라도 교사 중심으로 설명할 때 보다 학생 중심으로 사용할 때 학생들의 개념 이해도와 대응 관계에 대한 이해도가 더욱 높게 나타났다.<sup>7,8</sup> 따라서 학생들이 능동적으로 참여할 수 있는 학생 중심의 비유 사용 방식을 수업에서 적극적으로 활용할 필요가 있다.

학생 중심 비유의 대표적인 사례로는 물리적 비유(physical analogy), 역할놀이 비유(role-playing analogy), 비유 생성(self-generated analogy)을 들 수 있다.<sup>9</sup> 먼저, 물리적 비유는 학생들이 구체적인 사물을 직접 조작할 때 나타나는 현상을 목표 개념에 빗대는 것을 말하며,<sup>10</sup> 역할놀이 비유는 학생들이 자신의 신체나 감각을 이용해 비유물의 일부를 구성하고 이때 나타나는 현상을 목표 개념에 빗대는 것을 말한다.<sup>11</sup> 즉, 두 비유 모두 비유물에 대한 직접적인 체험을 제공하여 비유물에 대한 학생들의 이해와 친숙도를 높이고, 학생들의 능동적인 참여를 유도하여 동기와 흥미를 유발할 수 있다.<sup>10</sup> 이에 물리적 비유와 역할놀이 비유는 개념 이해나 성취도 등의 인지적 영역만이 아니라 학습 동기나 과학 수업 환경에 대한 인식과 같은 정의적 영역에서도 긍정적인 효과를 갖는 것으로 보고되고 있다.<sup>7,12,13</sup>

비유 생성은 문자 그대로, 학습하고자 하는 목표 개념에 대한 비유를 학생들이 직접 생성하는 것을 말한다.<sup>14</sup> 학생들은 비유를 생성하는 과정에서 목표 개념에 자신의 선경험이나 선지식을 연결하여 사고함으로써 자기주도적인 학습을 할 수 있다. 따라서 비유 생성은 개념 이해에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 보고되고 있으며,<sup>15,16</sup> 비유를 생성할 때 학생들이 학습 과정에 적극적이고 능동적으로 참여하게 된다는 점에서 과학 학습에 대한 태도나 학습 동기와 같은 정의적 영역에도 긍정적인 영향을 미치는 것으로 알려져 있다.<sup>17,18</sup> 그리고 비유를 생성할 때 활용되는 비판적 사고, 창의적 사고 등과 같이 다양한 과학적 사고력의 향상에도 도움이 될 것으로 제안되고 있으며,<sup>19,20</sup> 최근에는 과학적 모델링 능력이나 과학적 의사소통 능력과도 깊은 관련이 있는 것으로 연구되고 있다.<sup>21,22</sup> 물리적 비유와 역할놀이 비유가 활동의 형태를 지칭하는 것인 반면 비유 생성은 비유의 출처가 학생임을 의미하는 것으로, 학생들에게 역할놀이 비유를 직접 고안해보도록 하는 것과 같이 물리적 비유나 역할놀이 비유를 생성해보도록 함으로써 이들을 함께 사용할 수도 있다.<sup>23</sup>

한편, 학생 중심 비유가 갖는 다양한 장점에도 불구하고 교과서에 제시되는 비유는 교사 중심 비유가 대부분인 것으로 나타났다.<sup>9,24</sup> 학생 중심 비유가 일부 제시되더라도 상당수가 물리적 비유이며 역할놀이 비유나 비유 생성은 드물었다. 교과서의 이러한 경향을 반영하듯 학교 현장의 과학 수업에서도 학생 중심 비유는 거의 사용되고 있지

않다.<sup>24</sup> 따라서 학교 현장에서 학생 중심 비유가 더욱 적극적으로 사용될 수 있도록 학생 중심 비유에 대한 과학 교사의 인식을 개선하고 관련 전문성을 높일 필요가 있다.

이를 위해서는 현직교사를 대상으로 한 재교육도 중요하지만, 과학교사로서의 전문성을 갖추기 위한 교육을 받기 시작하는 예비교사 교육과정에서부터 체계적인 교육을 제공하는 것이 중요하다. 따라서 학생 중심 비유에 대한 예비교사들의 인식을 조사하거나 학생 중심 비유를 사용한 예비교사들의 수업을 분석하는 등의 연구를 실시하고 이를 바탕으로 구체적인 예비교사 교육과정을 마련할 필요가 있다.

그러나 학생 중심 비유와 관련된 연구는 이것의 효과를 정량적으로 조사하는 연구가 대부분이고,<sup>7-10,12,13,15-19,25</sup> 수업에서 학생들이 겪는 어려움을 분석하는 등 학생들의 학습 과정을 조사한 연구가 일부 이루어진 정도이다.<sup>23,26</sup> 즉, 학생 중심 비유를 사용한 교사들의 수업을 분석한 연구는 현직교사를 대상으로는 물론이고 예비교사를 대상으로도 거의 이루어지지 않았다. 예비교사들이 비유 생성을 사용한 수업을 계획하고 시연할 때 나타나는 특징을 조사한 Kim *et al.*의 연구가<sup>27</sup> 있었으나 이 연구는 비유 생성에만 초점을 두었을 뿐 아니라 모의 수업을 위한 수업 계획과 시연만 분석하였기 때문에 수업 상황에 따른 실제 학생들의 반응이나 예비교사들과 학생들 사이의 상호작용 등은 분석하기 어려웠다.

이에 이 연구에서는 예비교사들이 실제 수업을 담당하게 되는 교육 실습에서 학생 중심 비유인 물리적 비유와 역할놀이 비유, 비유 생성을 사용하도록 하고, 이 수업에서 나타나는 특징을 분석하였다. 이 연구의 결과는 예비교사 교육과정을 마련하는 데에 구체적인 시사점을 제공할 수 있을 뿐 아니라 학생 중심 비유를 효과적으로 사용하기 위한 전략 개발에도 유의미한 정보를 제공할 수 있을 것이다.

## 연구 방법

### 연구 참여자

서울특별시 소재한 사범대학 화학교육과에 재학하고 있는 예비과학교사 6명(예비교사 A, B, C, D, E, F)이 연구에 참여하였다. 6명 모두 서울특별시에 소재한 한 중학교에서 교육 실습을 4주에 걸쳐 수행하였다. 예비교사들은 전년도에 ‘화학교육론’과 ‘화학교재연구 및 지도법’을 수강하였으며, 해당 학기에는 ‘화학교육연구’를 수강하고 있었다. ‘화학교육론’에서는 기본적인 과학 교수학습 이론을 다루며, ‘화학교재연구 및 지도법’에서는 과학 수업 기법과 과학 수업 모형을 학습하고, 과학 수업 모형을 적용

한 수업을 시연한다. ‘화학교육연구’에서는 화학교육과 관련된 연구 논문을 활용하여 화학 교수학습의 이론과 방법을 학습한다. 예비교사들은 ‘화학교재연구 및 지도법’에서 과학 수업 모형을 적용한 수업을 한 차례씩 시연한 경험이 있었고, 학생 중심 비유를 사용한 수업을 포함해 이외의 과학 수업 경험은 거의 없었다.

**연구 절차**

교육 실습 전에 ‘화학교육연구’ 수업에서 수강생들을 대상으로 학생 중심 비유에 대한 워크숍을 약 1.5차시 동안 진행하였다. 워크숍은 비유와 관련된 단행본을<sup>28-30</sup> 중심으로 학생 중심 비유와 관련된 연구를<sup>7-23</sup> 참고하여 구성하였다. 워크숍의 구체적인 내용은 다음과 같다.

먼저, 학생 중심 비유와 관련된 내용에 앞서 과학교육에서 비유와 관련된 일반적인 내용을 소개하였다. 과학 수업에서 사용하는 비유의 의미와 예시를 설명하였고, 비유를 사용할 때의 장점과 한계점 또한 다루었다. 한계점 중 비유의 잘못된 사용이 오개념을 유발할 수 있다는 점을 강조하였고, 대응 오류의 개념을 도입하면서 오개념이 대응 오류와 관련이 깊다는 점을 소개하였다. 그리고 비유의 다양한 유형과 각각의 특징을 설명하였으며, TWA 모형과<sup>31</sup> 같이 비유를 효과적으로 사용하기 위한 수업 모형도 소개하였다.

이후 학생들의 능동적인 참여를 유도할 수 있는 학생 중심 비유의 필요성을 설명하고 이를 위한 방법으로 물리적 비유와 역할놀이 비유, 비유 생성을 각각의 특징과 함께 구체적으로 소개하였다. 이때, 역할놀이 비유의 경우 보어의 원자 모형에 대한 역할놀이 비유를 사용한 수업 영상을 함께 보여주었다. 또한, 예비교사들이 비유 생성을 직접 경험해볼 수 있도록 화학 반응을 목표 개념으로 하는 비유를 생성한 후 이를 동료들에게 발표하고 발표한 비유의 장단점 등을 토론했도록 하는 시간도 가졌다.

교육 실습이 시작된 후에는 예비교사들에게 자신이 담당하는 수업에서 비유의 종류와 차시 등 구체적인 수업 형태를 자유롭게 정하여 학생 중심 비유를 사용하도록 하

였다. 연구자는 교육 실습 전반에 참관하며 예비교사들이 학생 중심 비유를 사용한 수업을 중심으로 자료를 수집하였다. 즉, 예비교사들이 학생 중심 비유를 사용한 수업을 계획하는 경우, 수업 계획 과정을 관찰하였고 수업 계획을 마친 후에는 예비교사들이 제작한 PPT와 활동지, 지도안 등 모든 교수학습 자료를 수집하였다. 수집한 자료를 예비분석하고 이 결과를 바탕으로 사전 면담을 진행하였다. 사전 면담에서는 학생 중심 비유를 사용한 의도와 구체적인 수업 계획, 수업을 준비하는 과정에서의 어려움, 예상하는 학생들의 반응 등을 질문하였다. 수업 중에는 계획에 따라 수업이 진행되는지, 학생과의 상호작용은 어떻게 이루어지는지, 학생들의 반응은 어떠한지 등을 집중적으로 관찰하여 관찰 노트를 작성하였고 수업의 모든 과정을 녹화하였다. 같은 차시의 수업을 여러 학급에서 할 경우, 마찬가지로 방법으로 모든 수업을 관찰하고 녹화하였다. 수업이 끝난 후 예비교사들의 수업을 더욱 구체적으로 파악하기 위해 수업을 마친 후 이루어지는 평가회도 관찰하며 관찰 노트를 작성하였다. 평가회는 매 수업이 끝난 후 수업을 진행한 예비교사의 자평, 동료 예비교사의 평가, 지도교사의 평가 순으로 진행되었으며, 매 수업에 대해 약 20분 정도 소요되었다. 모든 수업을 마친 후에는 사후 면담을 진행하였다. 사후 면담에서는 수업에서 개선할 점, 사용한 학생 중심 비유에 대한 평가, 수업 중 학생들의 반응이나 태도에 대한 예비교사의 의견 등을 구체적인 수업 상황과 함께 질문하였다. 예비교사들의 모든 면담은 개별로 진행되었으며, 각 면담은 45-60분 정도 소요되었다. 모든 면담은 녹음 후 전사하였고 전사본은 분석에 활용하였다.

**학생 중심 비유를 사용한 수업**

6명의 예비교사 중 A, B, C는 1학년의 수업 중 기체의 성질에 대한 수업을 세 차시 동안 담당하였고, D, E, F는 3학년의 수업 중 화학 반응에서의 규칙성에 대한 수업을 세 차시 동안 담당하였다(Table 1).

1학년 수업을 담당한 세 명은 1차시 수업에서 확산과 증발을, 2, 3차시 수업에서 보일 법칙을 다루었다. A, B, C

**Table 1.** The student-centered analogies used in the lessons

예비교사	수업 단원	학생 중심 비유		
		1 차시	2 차시	3 차시
A	기체의 성질			역할놀이 비유
B	기체의 성질			역할놀이 비유
C	기체의 성질			비유 생성
D	화학반응의 규칙성	비유 생성		비유 생성
E	화학반응의 규칙성	물리적 비유	비유 생성	역할놀이 비유
F	화학반응의 규칙성	비유 생성	비유 생성	

모두 2차시 수업에서는 보일 법칙을 정량적으로 설명하는 것을 목표로 하였고, 3차시 수업에서는 보일 법칙을 입자적 관점에서 설명하는 것을 목표로 하였다. C는 3차시 수업에서 보일 법칙을 입자적 관점에서 다룬 후 나머지 시간에는 1-3차시의 수업을 정리하였다. A, B, C는 모두 3차시 수업에서만 학생 중심 비유를 사용하였는데, A와 B는 역할놀이 비유를, C는 비유 생성을 사용하였다. A와 B의 역할놀이 비유는 기체의 부피 변화에 따라 기체 입자의 충돌 횟수가 달라지는 것을 표현하는 것이었다. 즉, 벽 역할을 맡은 학생들이 원 모양으로 서고, 입자 역할을 맡은 학생들이 원 안에 들어가 자유롭게 움직이면서 벽 역할을 맡은 학생들과 하이파이브를 하면 그 횟수를 모두 더해 기체 입자의 충돌 횟수를 구하는 것이었다. 이때, 원의 크기가 큰 경우와 작은 경우에 각각 한 번씩, 총 두 번에 걸쳐 활동을 실시하고 하이파이브 횟수를 비교함으로써 작은 원에서의 하이파이브 횟수가 많음을 나타내는 것이다. C의 비유 생성은 기체의 성질 단원에서 학습한 개념 전반을 복습하기 위한 것이었다. 즉, 해당 차시까지 학습한 확산, 증발, 기체의 압력, 보일 법칙의 네 가지 개념을 각 조별로 하나씩 맡고 이를 표현할 수 있는 비유를 생성하고 발표하도록 하였다.

3학년 수업을 담당한 예비교사들은 1차시 수업에서 질량 보존 법칙을, 2, 3차시 수업에서 일정 성분비 법칙을 다루었다. 먼저 D의 경우, 1차시와 3차시 수업에서 비유 생성을 사용하였다. 1차시 수업에서는 질량 보존 법칙을 학습한 후 질량 보존 법칙을 표현할 수 있는 비유를 조별로 생성하고 한 조씩 나와서 발표하도록 하였다. 3차시 수업에서는 2차시 수업에서 학습한 일정 성분비 법칙을 되돌아보는 여러 활동 중 하나로 비유 생성을 사용하였다. 이때는 학생들이 자신의 경험을 살려 더욱 친근하게 비유를 생성하도록 스토리텔링과 접목시켜 비유를 이야기 형식으로 만들어 보도록 하였다. 다음으로 E는 1차시 수업에서 질량 보존 법칙을 학습한 후 카드링을 활용한 물리적 비유를 사용하였다. 즉, 수소 원자에 대응하는 붉은색 플라스틱 카드링과 질소 원자에 대응하는 은색 금속 카드링을 조작하여 수소 기체와 질소 기체의 암모니아 생성 반응을 표현하도록 하였다. 2차시 수업에서는 비유 생성을 사용했는데, 물질을 이루는 성분 비율이 일정하다는 것에 초점을 두고 일정 성분비 법칙을 표현할 수 있는 비유를 생성하도록 하였다. 또한, 3차시 수업에서는 역할놀이 비유를 사용하였는데, 학생들이 각자 아이오딘화 이온(I<sup>-</sup>)과 납 이온(Pb<sup>2+</sup>)의 역할을 맡고 자유롭게 돌아다니다가 서로 만나면 손을 잡으면서 자리에 앉아 아이오딘화 납 앙금(PbI<sub>2</sub>)의 생성 반응을 표현하는 것이었다. 마지막으로 F는 1차시 수업에서 질량 보존 법칙, 2차시 수업에서 일정 성

분비 법칙에 대한 비유 생성을 사용하였다. 두 차시 수업 모두 목표 개념을 학습한 후 비유를 생성하도록 하였고, 조별로 비유를 생성하고 전체 학급에 발표해보도록 하였다.

## 분석 방법

예비과학교사가 학생 중심 비유를 사용한 수업에서 나타나는 특징을 분석하기 위해 지속적 비교 방법(constant comparative method)을 사용하였다.<sup>32</sup> 우선, 면담 전사본과 수업을 녹화한 영상, 예비교사들이 제작한 PPT와 활동지, 관찰노트 등 모든 자료를 연구자 2인이 각각 반복적으로 검토하여 학생 중심 비유를 사용한 수업에서 나타나는 특징을 추출하였다. 이후 각자가 추출한 특징에 대한 논의를 거쳐 합의된 특징을 도출하고 학생 중심 비유와 관련된 연구들<sup>7-23,25-27</sup> 참고하여 이러한 특징이 갖는 의미와 해석을 추가하였다. 이렇게 분석한 연구 결과는 나머지 자료와 비교하고 재분석하는 삼각 측정(triangulation)의 과정을 거침으로써 타당화하였다. 예를 들어, 예비교사들의 수업 계획 과정을 관찰하면서 예비교사들이 비유 생성을 사용하고자 할 때, 학생들에게 예시를 제공하려는 것을 발견하고 사전 면담에서 예시를 제공하려는 의도를 질문하였다. 그리고 실제 수업에서 준비한 예시를 제공하는 모습과 이에 대한 학생들의 반응을 관찰하였다. 이후 평가회와 사후 면담에서는 예시를 제공한 것과 학생들의 반응에 대한 예비교사들의 의견을 파악하였다. 또한 연구 결과의 신뢰성과 타당성을 높이기 위하여 과학교육 전문가 1인, 현직 과학교사 3인, 과학교육 전공 대학원생들로 구성된 세미나를 여러 차례 실시하여 도출한 특징과 이에 대한 해석을 점검하였다.

## 연구 결과 및 논의

### 물리적 비유와 역할놀이 비유에서 나타난 특징

**비유 활동의 방법과 규칙에 대한 안내.** 학생들이 비유를 바르게 이해하지 못할 경우, 비유의 사용이 기대한 만큼 효과적이지 않을 수 있을 뿐 아니라 학생들이 자신만의 방식으로 비유를 이해하여 오개념이 발생할 수도 있다.<sup>6,33</sup> 특히 학생들에게 더욱 많은 주도권이 주어지는 학생 중심 비유의 경우 이러한 우려가 더욱 커질 수 있다. 이때, 물리적 비유와 역할놀이 비유는 비유 활동의 방법과 규칙의 결과로 나타나는 현상이 비유물 자체가 되므로 교사는 물리적 비유나 역할놀이 비유 활동에 앞서 학생들에게 활동 방법과 규칙을 자세하고 명확하게 안내할 필요가 있다.<sup>8,25</sup>

먼저, 3차시 수업에서 역할놀이 비유를 사용한 A와 B는 활동 방법과 규칙 등을 PPT를 이용하여 학생들에게 자세히 안내하였다. 이 과정에서 자신이 직접 시범을 보이거나 PPT의 애니메이션 기능을 이용하여 움직임을 자세히

### 입자가 되는 선서

▶ 입자는 입자다운 행동을 약속합니다.

<p>❖ ‘아이오딘화 이온’의 선서!</p> <p>1. 일정한 속도로 <b>활기차게</b> 움직이겠습니다.</p> <p>2. <b>한 손만</b> 쓸 수 있으며, 다른 아이오딘화 이온과는 손을 잡지 <b>않</b>겠습니다.</p> <p>3. <b>남 이온 한 명과</b> 아이오딘화 이온 두 명과 만나면 ‘<b>알균</b>’을 <b>헛</b>껏 <b>외치</b>며 <b>다</b>같이 앉습니다.</p>	<p>❖ ‘<b>남 이온</b>’의 선서!</p> <p>1. 일정한 속도로 <b>활기차게</b> 움직이겠습니다.</p> <p>2. <b>앞손에는</b> 아이오딘화 이온과만 반응할 수 있습니다.</p> <p>3. 아이오딘화 이온 두 명과 만나면 ‘<b>알균</b>’을 <b>헛</b>껏 <b>외치</b>며 <b>다</b>같이 앉습니다.</p>
--	--

Figure 1. A presentation slide of pre-service teacher E.

설명하기도 하였다. 그리고 ‘최대한 비슷한 속도로 움직여야 한다’거나 ‘손뼉을 마주치기 전까지는 직선으로 움직여야 한다’는 것과 같이 활동에서의 유의사항까지도 추가로 설명하였다. 모든 설명을 마친 후에는 사전에 동료 예비교사들과 함께 활동하는 모습을 촬영한 시범 영상도 보여주었다.

E도 알균 생성 반응에 대한 역할놀이 비유를 사용한 3차시 수업에서 A, B와 유사한 모습을 보였다. 마찬가지로 PPT를 이용하여 활동 전반에 대한 방법과 규칙을 자세히 설명하였고, 설명을 마친 후에는 시범 영상을 보여주었다. 또한 ‘입자가 되는 선서’라는 명칭으로 비유 활동에서 학생들이 맡게 될 역할을 정리하여 제시하고 학생들이 직접 소리 내어 읽어보도록 함으로써 각자 자신의 역할을 명확히 파악할 수 있도록 하였다(Fig. 1).

그러나 3차시 수업과 달리 1차시 수업에서는 물리적 비유 활동을 실시하기 전에 활동 방법과 규칙을 충분히 안내하지 않았다. 우선, E는 학생들이 카드링을 친숙하게 여기도록 ‘영어 단어 카드를 만들 때 사용했던 카드링’이라고 언급하는 등 카드링 자체에 대해서 설명하였다. 그러나 비유 활동에서 카드링을 어떻게 열고 닫는지와 같은 카드링의 조작 방법이나 주어진 카드링 중 어떤 카드링을 분해해서 어떤 카드링을 만들어야 하는지와 같은 규칙은 안내하지 않았다. 또한 활동에서의 유의사항을 별도로 제시하였으나 ‘카드링을 가지고 장난치지 않는다’거나 ‘활동을 마친 후에는 제자리에 둔다’와 같이 활동 방법과 규칙에 대한 안내는 아니었다. 이와 같이 활동 방법과 규칙을 충분히 안내하지 않았던 이유에 대해 E는 이 부분에서 어려움을 겪을 줄 몰랐기 때문이라고 하였다.

E: 학생들이 카드링 조작을 못할 것이라고 생각하지는 못했어요. 그런데 실제로 학생들이 활동하는 걸 보니까 카드링을 빼고 끼우고 하는 걸 잘 못하고, 어떤 카드링을 끼워야 하는지 같은 걸 잘 모르더라고요.

(예비교사 E의 사후 면담 중)

이와 같은 안내 부족은 실제로 활동 중 학생들의 혼란과 어려움으로 이어졌다. 활동에 대한 소개가 끝나고 학생들이 본격적으로 활동을 시작하였을 때, 많은 학생들이 카드링을 조작하는 방법이나 활동에서 지켜야 하는 규칙 등을 알지 못하였고, 순회지도를 하는 E에게 이와 관련된 질문을 하는 경우가 많았다. 이에 E는 학생들의 질문에 일일이 답해주었으며, 학생들이 자주 혼동하는 것은 학급의 전체 학생들에게 큰 소리로 설명해주시기도 하였다.

학생: 선생님, 이거 카드링이 안 열려요. 어떻게 해요?

E: 카드링을 쉽게 만들려면 이렇게 카드링을 벌여서 다른 카드링에 꽂아 넣으면 돼요. 할 수 있겠나요?

(예비교사 E의 1차시 수업 중)

학생들은 역할놀이 비유 활동을 경험해보지 않더라도 활동 방법이나 규칙에 대한 안내가 명확히 이루어진다면 큰 어려움 없이 활동을 수행할 가능성이 크다.<sup>8</sup> 그러나 예비교사들은 활동 방법과 규칙을 명확히 안내하지 않는 경우가 있었고, 이는 학생들이 활동 중에 겪는 혼란과 어려움으로 이어졌다. 따라서 예비교사들이 물리적 비유나 역할놀이 비유를 사용할 때, 활동 방법과 규칙을 자세하고 명확히 안내하도록 교육할 필요가 있을 것이다. 이때 활동 방법과 규칙을 더욱 효과적으로 안내하기 위한 방법으로 예비교사들이 사용했던 ‘선서’나 시범 영상 등도 함께 안내할 수 있을 것이다. 그리고 역할놀이 비유를 사용할 때는 세 명의 예비교사 모두 활동 방법과 규칙을 안내했으나 물리적 비유를 사용할 때는 이에 대한 안내가 부족했으므로 물리적 비유와 역할놀이 비유 중 어느 것을 사용하는지에 따라 교사의 안내 정도가 달라지는 지를 조사하는 후속 연구도 필요할 것이다.

**비유 활동에서 결과 예측이 갖는 의미.** A와 E는 3차시 수업의 역할놀이 비유 활동에서 학생들에게 활동의 결과를 예측해보도록 하였다. 먼저, A는 3차시 수업에서 역할놀이 비유 활동을 본격적으로 시작하기에 앞서 학생들에게 큰 원과 작은 원에서의 하이파이브 횟수가 어떻게 다를지 질문함으로써 학생들이 활동의 결과를 예측해보도록 하였다. A는 결과를 예측해보도록 한 이유를 다음과 같이 밝혔다.

A: 학생들의 선개념을 한번 상기시켜 주려고 예측해보기 활동을 넣었어요. 예측한 결과와 실제 결과를 비교해서 (학생들이) 자신의 선개념이 맞았는지 틀렸는지를 직접 확인하기를 바랐어요.

(예비교사 A의 사전 면담 중)

그러나 A는 전체 학생을 대상으로 질문을 던지고 일부 학생의 대답만을 들은 후 바로 활동을 시작하는 정도에 그쳤다.

반면, E는 역할놀이 비유를 사용한 3차시 수업에서 A보다 적극적으로 활동의 결과를 예측해보도록 하였다. 즉, E는 활동을 시작하기 전에 역할놀이 비유로 표현하고자 하는 아이오딘화 납 양금 생성 반응에 대한 실험 과정을 영상으로 보여주고 실험 결과를 예측해보도록 하였는데, 이때 활동지에 예측한 결과와 이유를 함께 적도록 하고 학생들이 결과를 충분히 고민해 볼 수 있도록 일정한 시간도 제공하였다.

E: 생성되는 양금의 양이 어떻게 될지 예측해 봅시다. 질산 납 수용액을 더 많이 첨가할수록 생성되는 양금의 양이 감소할지, 일정할지, 증가할지를 활동지의 '예측하기' 칸에 이유와 함께 적어봅시다. 선생님이 2분 정도 시간을 줄게요.

(예비교사 E의 3차시 수업 중)

이후에는 학생들에게 예측한 결과에 따라 손을 들어보게 하고, 그 이유를 발표해보도록 하였으며 “실제 실험의 결과가 어떻게 될지 알아봅시다”라고 하며 역할놀이 비유 활동을 시작하였다. 또한 역할놀이 비유 활동 중에도 납 이온 역할을 하는 학생들이 과량으로 있는 상황에서 “이렇게 납은 납 이온을 양금으로 만들려면 얼마만큼의 아이오딘화 칼륨 수용액을 넣어야 할까요?”라고 질문하며 지속적으로 학생들에게 결과를 예측해보도록 하였다. 학생들에게 활동의 결과를 예측해보도록 한 것과 관련해 E는 ‘결과를 예측한 후에 비유 활동으로 결과를 관찰하고 설명해 보는 수업의 흐름으로, 실험을 비유 활동으로 대체한 일종의 POE 모형을 의도한 것’이라고 하였다.

학생들은 물리적 비유 활동이나 역할놀이 비유 활동에 참여하면서 학습하고자 하는 목표 개념과 관련된 속성보다는 비유물의 외적인 표현에 집중하거나,<sup>23</sup> 자신의 선경험과 편견에 기초해 대응 관계를 잘못 해석하기도 한다.<sup>25</sup> 따라서 교사가 이를 사전에 점검하고 예방하기 위한 방안이 필요하다. 이러한 점에서 학생들에게 활동의 결과를 예측하고 표현해보도록 하는 것은 유용한 방안이 될 수 있다. 이때, E가 의도했던 것처럼 POE 모형의 원리를 적용하여, 단순히 결과를 예측해보도록 하는 수준을 넘어 예상한 결과와 이유를 직접 기록해 보도록 한다면, 학생들이 자신의 사전 지식을 스스로 되돌아보고 예측한 결과와 비교하며 실제 활동의 결과를 더욱 유심히 관찰하는 등의 과정을 통해 비유의 교육적 효과 또한 높일 수 있을 것이다.<sup>34</sup> 따라서 이러한 점을 고려한 학생 중심 비유의 사

용 전략을 개발하고 이를 정교화 하는 연구가 필요하며, 나아가서는 이러한 전략을 예비교사 교육과정에도 소개할 필요가 있을 것이다.

#### 역할놀이 비유 활동에서 학생들의 역할에 대한 고려.

역할놀이 비유와 관련된 연구에서는 학급의 모든 학생이 역할놀이 활동에 참여하였다. 즉, 모든 학생에게 역할을 부여하거나,<sup>12,13</sup> 한 번에 활동에 참여할 수 있는 학생의 수에 맞게 조를 구성하고 조별로 활동하도록 하였다.<sup>8,25</sup>

그러나 이 연구에서 역할놀이 비유를 사용한 A, B, E 세 명의 예비교사 모두 일부 학생들만 참여하는 형태로 활동을 구성하였다. A와 B의 경우 벽 역할은 10명, 기체 입자 역할은 4명의 학생들이 맡도록 하여 학급의 나머지 학생들에게는 활동을 관찰하는 것 이외에 별도의 역할을 맡기지 않았다. E도 마찬가지로 3차시 수업에서 학생들 중 일부에게만 아이오딘화 이온과 납 이온의 역할을 맡도록 하였다.

그러나 수업을 마친 후 이루어진 면담에서 A는 ‘더욱 많은 학생들이 활동에 참여해 볼 수 있도록 활동에 참여한 학생들과 그렇지 않은 학생들의 역할을 바꾸어 활동을 한 번 더 실시했다면 좋았을 것 같다’고 아쉬움을 나타내었다.

A: 입자를 체험한 사람이 더 많을수록 좋을 것 같다는 생각을 했어요. 가만히 앉아있는 것보다 입자를 체험하게 훨씬 재미있으니까요. 그래서 (활동을) 보고있던 학생들과 활동에 참여한 학생들을 바꾸도록 해서 활동을 한 번 더 했으면 좋았을 것 같다는 생각을 하게 됐어요.

(예비교사 A의 사후 면담 중)

E도 유사한 의견을 보였는데, 단순히 똑같은 활동을 반복하기보다는 아이오딘화 납 양금이 아닌 다른 양금을 표현하는 활동 즉, 유사한 원리를 담고 있지만 새로운 소재를 이용한 활동을 해보는 것도 좋을 것 같다고 하였다.

역할놀이 비유 활동은 학생들이 자신의 신체나 감각을 이용한 능동적인 활동 참여로 학습 효과를 높인다는 점에서 학생들 중 일부만 활동에 참여할 경우, 나머지 학생들에게는 기대한 만큼의 학습 효과가 나타나지 않을 수 있다. 따라서 역할 놀이 비유와 관련된 선행 연구에서<sup>8,12,13,25</sup> 모든 학생들이 활동에 참여했던 것과 같이, 예비교사들이 가능한 많은 학생들이 참여하는 형태로 활동을 구성하도록 교육할 필요가 있다. 이때, 단순히 역할을 맡는 학생의 수를 늘려 활동의 규모를 키우는 것만이 아니라 A와 E가 응답했던 것처럼 학생들이 번갈아가면서 활동에 참여하도록 하는 방법 등을 다양하게 안내할 수 있다. 또한, 활동을 변형하여 추가적인 역할을 만드는 방법도 생각할 수 있는데, E의 활동을 예로 들면 납 이온과 아이오딘화 이온에 대응

하는 역할만이 아니라 구경꾼 이온에 대응하는 역할을 만들고 나머지 학생들에게 이 역할을 맡도록 함으로써 더욱 많은 학생들이 활동에 참여하도록 할 수 있을 것이다.

한편, 활동을 번갈아가면서 하는 경우처럼 활동에 직접 참여하지 않는 학생들이 있을 경우, 이 학생들은 활동에 참여하는 학생들의 모습을 관찰하게 된다. B는 이런 학생들에 주목하여 학생들이 활동을 관찰해보는 것도 중요하다는 의견을 보였다. 즉, 수업을 계획할 때부터 이런 학생들을 고려하여 일부 학생들만 활동에 참여하도록 한 것은 아니었으나 수업에서 학생들의 모습을 지켜본 후, 학생들이 활동에 참여할 때는 자신이 행동하는 것에만 집중하여 다른 학생들의 행동이나 활동의 구체적인 양상을 제대로 관찰하지 못하기 때문에 활동에 참여하는 것과는 별개로 활동을 관찰하는 것도 필요하다고 생각하였다.

B: 역할을 한 친구들은 자기 역할을 하는 것에만 집중해서 총돌 수가 많아졌다는 것을 잘 느끼지 못했을 것 같아요. 그래서 밖에서 관찰해 보는 역할을 한 번씩 해봤으면 좋겠다는 생각도 들었어요.

(예비교사 B의 사후 면담 중)

역할놀이 비유 활동에서 활동을 관찰하는 것도 중요하다고 생각한 B의 의견은 다음과 같은 연구 결과에 의해서도 뒷받침된다. Kim *et al.*의 연구에서 학생들은 다른 학생들이 활동에 참여하여 행동하는 모습을 보고 규칙을 발견하고 과학 개념을 학습하는 경우가 있었다.<sup>25</sup> 또한, Yang *et al.*의 연구에서는 적지 않은 학생들이 역할놀이 비유를 사용하는 것을 긍정적으로 생각하는 이유 중 하나로 친구들의 활동을 관찰하는 과정에서 유사점을 찾는 것이 흥미롭기 때문이라고 응답하였다.<sup>8</sup>

즉, 역할놀이 비유 활동을 관찰하는 것의 중요성에 주목한 예비교사가 있었고, 관련 선행 연구의 결과에서도 이것의 중요성을 찾아볼 수 있었다. 그러나 역할놀이 비유와 관련된 연구에서 활동을 관찰하는 하는 것에 초점을 둔 연구는 거의 이루어지지 않았다. 따라서 역할놀이 비유 활동에 직접 참여한 학생과 이를 관찰한 학생이 갖는 인식이나 학습 경험, 학습 효과를 조사하는 등의 후속 연구를 실시할 필요가 있다. 또한, 이러한 연구의 결과를 바탕으로 구체적인 전략을 개발하고 이를 예비교사 교육과정에도 반영할 필요가 있을 것이다.

**역할놀이 비유를 사용한 수업에서 목표 개념을 다루는 방식.** 역할놀이 비유를 사용한 세 명의 예비교사 모두 역할놀이 비유를 사용한 수업에서 목표 개념을 다룰 때 어려움을 겪었다.

보일 법칙은 외부 압력이 증가하거나 감소함에 따라 기체의 부피가 변하고, 기체의 내부 압력이 변하는 과정으로 설명할 수 있다. A와 B는 2차시 수업에서 보일 법칙을 다룰 때 외부 압력의 변화에 따른 기체의 부피 변화를 설명하였다. 반면 이들이 3차시 수업에서 사용한 역할놀이 비유는 원의 넓이가 다를 때 하이파이브 횟수가 달라짐을 보여주는 것으로, 기체의 부피가 변할 때 내부 압력이 달라지는 것을 표현하는 것이었다. 이에 두 명의 예비교사 모두 3차시 수업에서 외부 압력의 변화는 다루지 않았다. 그리고 이에 대해서는 ‘역할놀이 비유에서 목표 개념을 표현하는 방식 때문에 기체의 부피 변화에 따른 내부 압력의 변화만으로 보일 법칙을 설명하였고, 이는 2차시 수업의 흐름과 이어지지 않는다’고 생각하였다.

A: 비유에 맞춰서 설명을 하려다 보니까 부피 변화에 따른 압력의 변화로 설명을 하게 됐어요.

(예비교사 A의 사후 면담 중)

B: 수업을 준비하면서 좀 우려가 되었던 건 제가 조작해주는 변인이 계속 압력이었는데, 이번 수업에서 설명하고 있는 보일 법칙은 부피 변화에 따른 압력 변화거든요. 비유가 부피 변화에 따른 압력 변화를 설명하는 거라서 그런 부분이 조금 걸려요.

(예비교사 B의 사전 면담 중)

A와 B의 역할놀이 비유가 외부 압력의 변화를 표현하기 어려운 것은 비유의 한계점이라고 볼 수 있으나 큰 원과 작은 원의 차이를 외부 압력의 변화로 기체의 부피가 달라진 것에 대응하고 활동을 도입했다면 예비교사들이 우려했던 것과 달리 2차시에 설명한 보일 법칙의 흐름을 3차시에도 이어갈 수 있었을 것이다. 실제로 B의 경우 면담에서 ‘원의 넓이가 변화한 것을 외부 압력의 변화로 설명할 수 있을 것 같다’고 언급하기도 하였다. 그러나 실제 수업에서 이를 설명하지는 않았다.

B: 아! 근데 지금 방금 생각이 들었는데, 공간이 작아지는 것 자체를 압력을 높였다고 말하면 되지 않나? 지난 시간에 활동했던 것과 연결해서 주사기를 밀면 압력이 세진 것처럼 이번에 원의 크기가 작아지는 걸 압력이 세진 걸로 설명을 하면 괜찮을 것 같은데요?

(예비교사 B의 사전 면담 중)

역할놀이 비유를 사용한 수업에서 목표 개념을 다룰 때 어려움을 겪는 모습은 E에게서도 나타났다. 일정 성분비 법칙은 반응물의 입자 수의 비가 일정하고 각 입자가 고



유한 질량을 갖기 때문에 반응물의 질량비가 일정한 것으로 설명할 수 있다. 그러나 E는 양금 생성 반응을 표현하는 역할놀이 비유를 사용한 3차시 수업에서 질량비를 언급하지 않고 입자 수의 비로만 일정 성분비 법칙을 설명하였다. 이에 대해 E는 ‘활동에서 학생들이 입자 역할을 맡았기 때문에 질량비를 다루기가 어려워 입자 수의 비로 일정 성분비 법칙을 설명하였다’고 하였다. E는 이러한 점을 보충하기 위해 ‘수업의 마지막 부분에 각 입자의 질량을 언급하며 입자 수의 비를 질량비와 연결해서 설명할 것’이라고 응답하였으나 실제 수업에서는 이런 모습이 나타나지는 않았다.

E: 여기 활동에서 질량비도 언급하려고 했는데, 학생들이 입자 역할을 맡고 있어서 (질량비를 언급하기가) 조금 복잡해서... 각 원자의 질량을 언급하면서 질량비도 일정하다는 걸 마지막에 설명하려고요. PPT에는 넣지 않았는데 나중에 정리할 때 설명하려고요.

(예비교사 E의 사전 면담 중)

일정 성분비 법칙의 원리를 설명하기 위해 입자 수의 비를 설명하고 이를 각 입자의 고유한 질량과 연결지어 질량비를 설명하는 과정은 비유를 사용하지 않고 원자 모형 등을 사용할 때에도 동일하게 거쳐야 하는 과정이다. 따라서 일정 성분비를 입자 수의 비로만 설명한 것이 E가 생각한 것처럼 역할놀이 비유를 사용했기 때문이라고 보기는 어렵다.

이상의 내용을 정리하면 예비교사들은 역할놀이 비유를 사용한 수업에서 목표 개념을 다룰 때 어려움을 겪었고, 이러한 어려움을 역할놀이 비유가 갖는 필연적인 한계점으로 생각하였다. 그러나 이러한 어려움은 A, B의 사례와 같이 역할놀이 비유를 사용하더라도 충분히 극복할 수 있거나 E의 사례처럼 역할놀이 비유로 인한 것이라고 보기는 어려웠다.

따라서 예비교사들이 역할놀이 비유를 사용한 수업에서 이러한 어려움을 극복하고 목표 개념을 충실하게 설명할 수 있도록 교육할 필요가 있다. 예를 들어, A와 B가 겪은 어려움은 역할놀이 비유가 외부 압력의 변화를 표현하기 어렵다는 비유의 한계점과 관련이 있었으므로 수업에서 비유를 사용하기 전에 비유와 목표 개념의 차이점에 해당하는 비공유 속성을 점검하고 이를 극복하여 목표 개념을 설명할 수 있는 방안을 생각해 보도록 할 수 있다. 또한, 일부 예비교사들은 이러한 어려움을 극복할 수 있는 방법을 생각하기도 하였으나 이것이 실제 수업으로 이어지지 못하였으므로 이를 실제 수업에서 실천할 수 있도록 연습의 기회를 제공할 필요도 있을 것이다.

## 비유 생성에서 나타난 특징

### 학생들이 생성한 비유에 대한 이해와 피드백의 어려움.

비유 생성 활동에서 학생들은 각자의 흥미나 관심사 등에 따라 다양한 비유를 생성하였고, 이에 따라 예비교사들은 수업 중에 학생들이 생성한 다양한 비유를 접할 수 있었다. 이때 예비교사들은 자신이 생각하지 못했던 학생들의 비유를 접했을 때 이를 이해하고 피드백 하는 데 어려움을 겪었다.

예비교사들은 대부분 조별로 비유를 생성하도록 하였고 학생들이 비유 생성을 마친 후에는 조별로 결과를 발표하도록 한 후, 학생들끼리 질의응답하고 교사가 피드백을 하는 시간을 가졌다. 이때, E는 의미 있는 피드백을 위해 학생들이 비유를 생성할 때 적극적으로 순회지도를 하면서 학생들의 비유를 미리 파악하였다. 그러나 순회지도에서 보지 못했던 비유를 학생들이 발표하는 경우, E는 이를 쉽게 이해하지 못하고 적절한 피드백을 하지 못한 채 넘어가는 모습을 보였다.

E: 자, 그럼 이제 다음 조가 발표해볼까요?

학생: 한 학급에 선생님이 한 명씩만 들어가요.

E: 그게 일정 성분비 법칙과 어떤 관련이 있죠? 아, 한 학급에 정해진 숫자의 선생님이 들어간다. 자, 모두 박수! 잘했죠?

(예비교사 E의 수업 중)

일부 예비교사들은 학생들이 생성한 비유를 예상하고 이에 맞는 힌트와 피드백을 준비하였으나 학생들이 예상과 다른 비유를 생성하여 어려움을 겪기도 하였다. 먼저, C는 여러 비유를 예상하고 각 조별로 자신이 예상한 비유를 연상할 수 있는 힌트를 키워드 형식으로 제공하였다. 예를 들어, 보일 법칙을 표현하는 비유 중 하나로 범퍼카가 움직일 수 있는 공간의 크기에 따라 범퍼카가 벽에 부딪힌 횟수가 달라진다는 것을 생각하였고, ‘범퍼카가 벽에 부딪힌 횟수’와 ‘공간의 크기’를 힌트로 제공하였다. 그러나 이 힌트를 받은 조의 학생들은 같은 수의 사람이 타더라도 작은 엘리베이터는 공간이 부족하다는 비유를 생성하였다. 즉, C의 의도와 달리 충돌과 관련된 내용을 표현하지 않았고 엘리베이터를 소재로 비유를 생성하여 교사가 힌트로 제공한 소재를 사용하지 않았다. 이에 따라 C는 학생들에게 원활한 피드백을 하지 못하였다.

C: 애들이 범퍼카를 대충 이해한 다음, ‘그럼 엘리베이터로 만들어도 되겠다’고 하고 엘리베이터로 비유를 만들더라고요. 범퍼카 비유 같은 경우는 직선 운동이 아니라라는 점을 피드백을 줘야겠다고 미리 생각했어서(학



생들이) 이거랑 비슷한 비유를 만들면 준비했던 피드백을 주려고 했는데, 아예 다른 걸 만들어버리니까 준비했던 피드백을 못 썼죠.

(예비교사 C의 사후 면담 중)

F도 C와 마찬가지로 방식으로 자신이 예상했던 비유를 힌트로 제공하였다. F는 그림의 형태로 힌트를 제공하였는데, 마찬가지로 학생들은 F가 의도했던 것과 다른 비유를 생성하는 경우가 있었고 이에 F는 예상치 못한 비유가 나왔을 때 피드백을 하기 어렵다는 점을 다음과 같이 밝혔다.

F: 학생들이 비유를 발표하면 코멘트와 피드백을 해줘야 하는데, 학생들이 예상치 못한 비유를 발표하는 경우가 많아서 피드백을 잘 못한 것 같아요.

(예비교사 F의 평가회 중)

이와 같이 예비교사들이 예상치 못한 비유를 접했을 때 겪는 어려움은 비유 생성에 대한 부정적인 인식으로 이어지기도 하였다. C는 수업을 모두 마친 후 이루어진 평가회에서 비유를 사용하지 않는 일반적인 과학 수업과 비교하며 자신이 생각하는 비유 생성의 특징과 이에 따른 한계점을 이야기 하였다.

C: 예를 들어, POE를 적용해서 학생들에게 실험 결과를 예측해보게 한다고 하더라도 학생들의 대답은 질량 같은 게 '감소한다', '증가한다', '일정하다', 뭐 이렇게, 질문이 주관식 답을 요구해도 학생들의 답은 뻔한 반면, 비유 생성은 과학 수업이지만 과학의 영역을 벗어난 변수들이 많은 것 같아요. 그니까 비유가, 자신의 개인적인 흥미, 경험, 배경 지식 이런 것에 영향을 많이 받잖아요. 그래서 교사가 학생들의 비유를 이해 못할 수도 있을 것 같다는 생각이 들어요. ... (중략) ... 학생들의 비유를 예측, 이해하지 못한다는 건 비유의 대응 관계를 파악하지 못한다는 것이기 때문에 교사가 적절한 피드백을 주지 못해서 학생들이 오개념을 가지게 될 가능성이 있는 것 같아요.

(예비교사 C의 평가회 중)

즉, C는 일반적인 과학 수업에서 나타나는 학생들의 반응은 어느 정도 예상 가능하지만 비유는 개개인의 사전 경험이나 배경 지식 등에 따라 매우 다양하므로 학생들의 비유를 교사가 예상하고 이해하는 것이 어렵다고 생각하였고 이는 교사가 적절한 피드백을 주지 못하는 것으로 이어져 학생들이 오개념을 가지게 될 수 있다고 생각한 것이다. 이와 관련해서는 E 또한 '일반적인 과학 수업에

서 학생들의 반응은 과학의 영역 안에 국한되지만 비유 생성은 일상의 영역으로 범위가 넓어져서 예측이 어렵다'고 유사한 의견을 보였다.

이상의 내용을 정리하면 예비교사들은 학생들이 생성한 비유를 이해하고 다루는 데 어려움을 겪었고 이러한 어려움은 C와 같이 비유 생성에 대한 부정적 인식으로 이어지기도 하였다. 따라서 이와 관련된 예비교사들의 전문성을 함양하고 인식을 개선할 필요가 있다. 우선, 일반적인 과학 수업에서 학생들의 반응은 어느 정도 예상 가능하다고 생각하였으나 비유는 예상하기 어렵다고 생각한 것은 예비교사들이 학생들이 생성한 비유를 접해본 경험이 부족하여 이를 낯설게 여겼기 때문이라고 볼 수 있다. 따라서 학생들이 생성한 비유를 데이터 베이스의 형태로 제공하는 등 예비교사들이 다양한 경로로 학생들의 비유를 접해볼 수 있도록 하고 이를 바탕으로 학생들이 생성할 비유를 구체적으로 예상해보도록 한다면, 예비교사들의 어려움을 해소하는 데 도움을 줄 수 있을 것이다.<sup>27</sup> 또한, 학생들이 수업에 적극적으로 참여하여 자신의 배경 지식 등을 드러내는 것은 학생들에게 익숙한 경험을 이용하는 비유의 장점을 극대화할 수 있고 구성주의적 관점에서 볼 때도 바람직하다고 볼 수 있다. 따라서 이러한 점을 어려움으로 인식하는 것이 아니라 긍정적으로 인식하여 학습 자원으로 활용할 수 있도록 안내하고 이것의 구체적인 방법 또한 교육할 필요가 있다.

**비유 생성 활동에서 예시 비유의 제시.** 예비교사들이 비유 생성을 사용한 수업을 계획하고 시연할 때 나타나는 특징을 조사한 Kim *et al.*의 연구에서 예비교사들은 학생들에게 비유를 생성하도록 하기에 앞서 비유의 예시를 제시하였다.<sup>27</sup> 이 연구에서도 비유 생성을 사용한 예비교사들은 모두 비유의 예시를 제시함으로써 학생들의 비유 생성을 돕고자 하였다. 이때 E와 같이 비유를 여러 개 제시하는 경우도 있었다.

D: 비유의 예시를 제시해줘서 학생들이 혼란스럽지 않도록, 그러니까 (비유를) 어떻게 만들면 되는지 감을 잡을 수 있도록 하려고 했어요.

(예비교사 D의 사전 면담 중)

E: 비유를 한 개만 제시해도 되지만 굳이 두 개를 제시했는데, 지금 생각해보니 비유를 더 제시해도 좋을 것 같다는 생각도 들어요.

(예비교사 E의 사후 면담 중)

그런데 학생들은 예비교사가 예시로 제시한 비유를 모

방하여 비유를 생성하는 모습을 보여 예비교사가 예시를 제시할 경우 비유의 다양성이 떨어지는 경향이 있었다. 예를 들어, D는 1차시 수업에서 질량 보존 법칙을 표현하는 비유의 예시로 책과 가방의 무게를 합친 것은 책을 넣은 가방의 무게와 같다는 비유를 제시하였다. 이때, 화학 반응과는 달리 책과 가방은 성질이 변하지 않는다는 비공유 속성도 설명하였다. 그런데 이 수업에서 학생들이 생성한 비유를 살펴보면 학용품의 무게와 필통의 무게를 합친 것은 학용품을 넣은 필통의 무게와 같거나 우유와 우유갑의 무게를 합친 것은 우유가 들어있는 우유갑의 무게와 같다는 것과 같이 대부분 D가 예시로 제시한 비유와 유사하였다. D는 학생들에게 비공유 속성 또한 발표하도록 하였는데, 학생들이 제시한 비공유 속성 또한 연필과 필통의 성질이 변하지 않는다 것 등으로 D가 제시한 것과 유사하였다.

D는 같은 내용의 수업을 다른 학급에서 할 때 책가방 비유가 아닌 다른 비유를 예시로 제시하였고, 이에 따라 학생들이 생성한 비유도 이전 학급과 달랐다. 즉, 이 수업에서 D는 치킨의 무게와 치킨을 먹기 전 사람의 몸무게를 합친 것이 치킨을 먹은 사람의 몸무게와 같다는 비유를 제시하였고, 이 비유를 접한 학생들은 마찬가지로 D가 제시한 것과 유사한 비유를 생성하였다. 예를 들어, 보아뱀과 코끼리를 소재로, 보아뱀을 먹기 전 코끼리의 무게와 보아뱀의 무게를 합치면 보아뱀을 먹은 코끼리의 무게와 같다고 설명하였다.

한편, 이와 같이 학생들이 교사가 제시한 것을 모방하여 비유를 생성할 것을 우려하여, 학습할 개념이 아닌 다른 개념을 표현하는 비유를 예시로 제시한 예비교사도 있었다. C는 기체의 성질 단원 전반을 정리하기 위해 확산, 증발, 기체의 압력, 보일 법칙의 네 가지 개념에 대해 비유를 생성하도록 했던 3차시 수업에서 기체의 성질 단원 전에 학습했던 마찰력을 표현하는 비유를 예시로 제시하였다.

C: 학생들이 비유 만드는 걸 막연해 하고 어려워할 것 같아서 예시를 주려고 했는데 예시를 주면 또 그걸 너무 따라할 것 같아서, 그니까 예를 들어 탁구장에 대한 비유를 제시하면 탁구장이 수영장으로 바뀌고, 운동장으로 바뀌고 이런 식으로 학생들이 비유를 만들 것 같아서 고민하다가 학생들이 비유를 만들 개념 밖에서 예시를 제시하려고 했고, 가장 최근에 배운 개념이 마찰력이어서 마찰력에 대한 비유를 제시했어요.

(예비교사 C의 사전 면담 중)

그러나 이 수업에서 학생들은 비유와 예시의 차이를 질문하거나 자신들이 생성한 비유가 목표 개념을 표현하는 것이 맞는지 질문하는 등 상대적으로 비유 생성에 더욱

많은 어려움을 겪는 경향이 있었다. 이에 C는 같은 내용의 수업을 다른 학급에서 할 때는 보일 법칙에 대한 비유를 예시로 제시하였고, 두 수업을 모두 마친 후 느낀 차이점을 다음과 같이 밝혔다.

C: (학습할 개념에 대한) 예시를 제시하고 제시하지 않을 때 확실히 차이가 있는 것 같아요. (예시를 제시했을 때는) 그래도 간단한 거라도 만드는데 예시를 안주면 진짜 막연해 하는 것 같아요. (예시를 주지 않으면) 학생들이 좀 더 만들기 힘들어하는 것 같아요.

(예비교사 C의 사후 면담 중)

즉, 예비교사들은 학생들의 비유 생성을 촉진하기 위해 비유의 예시를 제시하였으나 학생들은 이러한 비유를 모방하여 비유를 생성함으로써 다양성이 떨어졌다. 반면, 예시를 제시하지 않을 때에는 예시를 제시할 때보다 학생들이 비유 생성에 더욱 많은 어려움을 겪는 경향이 있었다.

비유 생성을 사용한 수업에서는 학생들이 생성한 비유를 전체 학급에 발표할 때 다양한 비유가 제시된다.<sup>26</sup> 다양한 비유가 제시되는 것은 특정 비유에 대한 친숙도와 의존도를 줄여 학생들의 이해도를 높이고 여러 비유를 비교함으로써 특정 비유가 갖는 한계를 극복할 수 있는 다중 비유(multiple analogy)의 측면에서 중요하다고 할 수 있다.<sup>35</sup> 즉, 예시를 제시할 때 비유의 다양성이 떨어진 것은 아쉬운 점이라고 할 수 있으므로 예비교사들이 비유의 예시를 제시할 때 신중하도록 교육할 필요가 있을 것이다. 그러나 이와 동시에 예시를 제시하지 않을 경우 학생들이 더욱 많은 어려움을 겪을 수 있다는 점도 고려할 필요가 있다. 따라서 학생들에게 비유의 예시를 어떤 방식으로 제시하는 것이 효과적인지나 예시를 제시하는 경우와 그렇지 않은 경우의 차이를 구체적으로 조사하는 등 예시 사용과 관련된 후속 연구를 실시하고 이를 예비교사 교육과정에 반영하려는 노력이 필요하다.

## 결론 및 제언

이 연구에서는 예비과학교사들에게 교육 실습 중 담당하는 수업에서 학생 중심 비유를 사용하도록 하고 이 수업에서 나타나는 특징을 분석하였다. 그 결과 다음과 같은 여섯 가지의 특징이 나타났다. 먼저, 물리적 비유와 역할 놀이 비유 활동에서 예비교사들이 비유 활동의 방법과 규칙을 명확히 안내하지 않는 경우가 있었고 이는 학생들의 어려움으로 이어졌다. 또한, 비유 활동에서 결과를 예측해보도록 하는 경우도 있었는데 이는 교수적 측면에서 긍정적으로 해석할 수 있었다. 역할놀이 비유를 사용할 때

예비교사들은 학생들 중 일부에게만 역할을 부여하였고, 활동에 직접 참여하는 것만이 아니라 활동을 관찰하는 것도 중요하게 생각하였다. 역할놀이 비유를 사용한 수업에서 목표 개념을 다룰 때 어려움을 겪었는데, 이러한 어려움을 역할놀이 비유의 한계점으로 생각하였다. 비유 생성을 사용한 수업에서 예비교사들은 자신이 예상하지 못했던 비유를 학생들이 생성했을 때 이를 수업에서 다루는 데 어려움을 겪었다. 마지막으로 예비교사들은 학생들의 비유 생성을 돕기 위해 비유의 예시를 제시하였는데, 학생들이 예시로 제시된 비유를 모방하여 유사한 비유를 생성함으로써 비유의 다양성이 떨어졌다. 이상의 연구 결과와 함께 구체적인 시사점을 논의하였고, 이를 바탕으로 예비교사 교육과 후속 연구의 방향을 제안하면 다음과 같다.

먼저 예비교사들이 학생 중심 비유에 익숙해지도록 할 필요가 있다. 역할놀이 비유를 사용한 수업에서 목표 개념을 다룰 때 겪은 어려움을 역할놀이 비유의 한계점으로 생각한 것이나 학생들이 생성한 비유를 일반적인 과학 수업에서 학생들의 반응과 구분하여 생각한 것과 같은 인식은 학생 중심 비유에 대한 예비교사들의 낮은 수준으로부터 비롯된 것이라고 볼 수 있기 때문이다. 따라서 예비교사 교육과정에 학생 중심 비유를 보다 적극적으로 도입하여 학생 중심 비유에 대한 직간접적인 경험을 제공할 필요가 있다. 구체적인 방법으로는 수업 시연이 주로 이루어지는 ‘화학교재연구 및 지도법’ 등에서 예비교사들에게 학생 중심 비유를 사용한 수업을 시연해보게 하거나, 교육 실습에서 학생 중심 비유를 사용하여 수업을 실행하도록 할 수 있다. 또한 ‘화학교육론’ 등의 교과교육론 수업에서도 다양한 물리적 비유와 역할놀이 비유의 사례 그리고 학생들이 생성한 비유를 소개할 수도 있을 것이다.

또한 본 연구와 같이 예비교사들의 수업 계획이나 실행 등을 실증적으로 분석하고 이를 바탕으로 예비교사들에게 실제적인 도움을 줄 수 있는 정보를 추출하는 처방적인 접근으로 더욱 효과적이고 효율적인 예비교사 교육과정을 마련할 필요도 있다. 예를 들어, 이 연구에서는 예비교사들이 역할놀이 비유를 사용한 수업에서 일부 학생들만 참여하는 형태로 활동을 구성하거나 목표 개념을 다룰 때 어려움을 겪는 것으로 나타났다. 따라서 앞서 논의한 바와 같이 예비교사들이 가능한 많은 학생들이 참여하는 형태로 활동을 구성하도록 하는 방법과 목표 개념을 충실하게 설명할 수 있도록 하는 방법을 예비교사 교육과정에 포함할 필요가 있다. 나아가 예비교사들의 수업을 분석하는 것은 비유 활동에서 결과를 예측해보도록 한 것을 긍정적으로 해석할 수 있었던 것처럼 새로운 교수 전략의 개발로도 이어질 수 있다.

한편, 이상과 같이 예비교사 교육에서 학생 중심 비유를

강조하는 것은 예비교사들의 구성주의적 교수학습관을 함양하는 데에도 도움이 될 수 있을 것이다. 교사의 설명을 중심으로 한 비유 사용 방식과 달리 학생 중심 비유는 구성주의적 교수학습관과 밀접한 관련이 있다. 실제로 이 연구에서 예비교사들이 비유 활동의 결과를 예측해보도록 한 것이나 역할놀이 비유에서 학생들의 역할을 고려한 것 등은 예비교사들이 학생 중심 비유를 사용한 수업에서 구성주의에 가까운 모습이 자연스럽게 나타난 것이라고 할 수 있다. 따라서 학생 중심 비유를 예비교사들에게 소개하고 교육하는 것은 예비교사들에게 구성주의적인 수업을 쉽게 접하고 경험하도록 하는 방법이 될 수 있을 것이다.

마지막으로 학생 중심 비유를 사용한 수업의 구체적인 교수 전략을 개발하기 위한 풍부한 기초 연구도 필요하다. 학생 중심 비유와 관련된 연구는 교육적 효과를 정량적으로 조사하는 것이 대부분으로, 이를 효과적이고 체계적으로 사용하기 위한 다양한 연구가 이루어지지 못했기 때문이다. 예를 들어, 예비교사들이 비유 활동 전에 결과를 예측해보도록 한 것은 긍정적으로 해석할 수 있었으므로 이를 고려하여 비유 사용 전략을 개발하고 정교화 할 수 있을 것이다. 나아가 역할놀이 비유에서 활동을 관찰하는 학생들에 초점을 둔 연구나 비유 생성에서 비유의 예시 제시 방식과 관련된 연구 등 이 연구에서 그 필요성이 제기된 연구뿐 아니라 더욱 다양한 교수학습 상황에 학생 중심 비유를 적용하고 이러한 수업 상황에 적합한 전략을 개발하기 위한 연구가 필요하다. 이때, 본 연구는 예비교사를 면담하고 이들의 수업을 관찰하는 데 그쳤으므로, 학생들을 대상으로 학생 중심 비유에 대한 인식과 학생 중심 비유를 사용한 수업에서 겪는 어려움, 학습 과정, 상호작용 등을 분석할 필요가 있을 것이다.

**Acknowledgments.** The publication cost of this paper was supported by the Korean Chemical Society.

## REFERENCES

1. Dagher, Z. R. *Journal of Research in Science Teaching* **1995**, *32*, 259.
2. Noh, T.; Kwon, H. *Journal of the Korean Association for Science Education* **1999**, *19*, 665.
3. Duit, R. *Science Education* **1991**, *75*, 649.
4. Oliva, J. M.; Azcárate, P.; Navarrete, A. *International Journal of Science Education* **2007**, *29*, 45.
5. Rule, A. C.; Furlletti, C. *School Science and Mathematics* **2004**, *104*, 155.
6. Thiele, R. B.; Treagust, D. F. *Journal of Research in Science Teaching* **1994**, *31*, 227.
7. Byun, S.; Kim, K.; Choi, S.; Noh, T.; Cha, J. *Journal of*

- the Korean Association for Science Education* **2007**, 27, 631.
8. Yang, C.; Kim, K.; Noh, T. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2010**, 30, 1044.
  9. Kim, K.; Ahn, I.; Choi, Y.; Noh, T. *Journal of the Korean Chemical Society* **2013**, 57, 801.
  10. Lawson, A. E.; Baker, W. P.; DiDonato, L.; Verdi, M. P.; Johnson, M. A. *Journal of Research in Science Teaching* **1993**, 30, 1073.
  11. Aubusson, P.; Fogwill, S.; Barr, R.; Perkovic, L. *Research in Science Education* **1997**, 27, 565.
  12. Kim, D. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2009**, 29, 463.
  13. Noh, T.; Byun, S.; Jeon, K.; Kwon, H. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2003**, 23, 246.
  14. Haglund, J. *Studies in Science Education* **2013**, 49, 35.
  15. Kim, K.; Choi, E.; Cha, J.; Noh, T. *Journal of the Korean Chemical Society* **2006**, 50, 338.
  16. Spier-Dance, L.; Mayer-Smith, J.; Dance, N.; Khan, S. *Research in Science & Technological Education* **2005**, 23, 163.
  17. Byun, C. S.; Kim, H. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2010**, 30, 304.
  18. Kim, D. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2008**, 28, 424.
  19. Choi, S. Y.; Lee, E. J.; Kang, H. K. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2006**, 26, 167.
  20. Noh, T.; Yang, C.; Kang, H. *Journal of Korean Elementary Science Education* **2009**, 28, 292.
  21. Aragón, M. D. M.; Oliva, J. M.; Navarrete, A. *International Journal of Science Education* **2014**, 36, 1960.
  22. Haglund, J.; Jeppsson, F. *Journal of Research in Science Teaching* **2012**, 49, 898.
  23. Chang, J.; Na, J. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2017**, 37, 1063.
  24. Noh, T.; Ahn, I.; Kang, S. *Journal of the Korean Chemical Society* **2013**, 57, 398.
  25. Kim, K.; Yang, C.; Noh, T. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2009**, 29, 898.
  26. Kwon, H.; Kim, M.; Kim, S.; Noh, T. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2017**, 37, 407.
  27. Kim, M.; Song, N.; Noh, T. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2018**, 38, 587.
  28. Aubusson, P. J.; Harrison, A. G.; Ritchie, S. M. *Metaphor and Analogy in Science Education*; Springer: Dordrecht, NL, 2006.
  29. Harrison, A. G.; Coll, R. K. *Using Analogies in Middle and Secondary Science Classrooms: The Far Guide-An Interesting Way to Teach with Analogies*; Corwin Press: Thousand Oaks, CA, 2007.
  30. Kim, Y. *Analogy and Metaphor in Science Education and Creativity*; Bookshill: Seoul, 2012.
  31. Glynn, S. M. In *The Psychology of Learning Science*; Glynn, S. M., Britton, B. K., Yeany, R. H., Eds.; Lawrence Erlbaum: Hillsdale, NJ, 1991; p 219.
  32. Strauss, A.; Corbin, J. In *Basics of Qualitative Research: Grounded Theory Procedures and Techniques*; Strauss, A., Corbin, J., Eds.; Sage Publications: Thousand Oaks, CA, 1990; p 101.
  33. Zook, K. B.; Maier, J. M. *Journal of Educational Psychology* **1994**, 86, 589.
  34. White, R. T.; Gunstone, R. F. *Probing Understanding*. Falmer Press: London, UK, 1992.
  35. Chiu, M. H.; Lin, J. W. *Journal of Research in Science Teaching* **2005**, 42, 429.
-