Journal of the Korean Chemical Society
2018, *Vol. 62, No. 2*
Printed in the Republic of Korea
https://doi.org/10.5012/jkcs.2018.62.2.148

예비과학교사가 계획한 비유 사용 수업의 특징

김민환 · 김혜리 · 노태희*
서울대학교 화학교육과
(접수 2017. 12. 6; 게재확정 2018. 1. 17)

The Characteristics of Lessons Using Analogies Planned by Pre-service Science Teachers

Minhwan Kim, Hyeree Kim, and Taehee Noh*
*Department of Chemistry Education, Seoul National University, Seoul 08826, Korea. *E-mail: nohth@snu.ac.kr*
(Received December 6, 2017; Accepted January 17, 2018)

요 약. 이 연구에서는 예비과학교사의 비유 사용 수업 계획에서 나타나는 특징을 분석하였다. 서울 소재 사범대학에서 교수 설계와 관련된 강의를 수강 중인 8명의 예비과학교사가 연구에 참여하였다. 비유를 사용한 과학 수업에 대한 워크숍을 실시한 후 비유 사용 수업을 계획하도록 하였고, 반구조화된 면담을 실시하였다. 비유를 사용한 과학 수업의 맥락을 정리한 선행 연구의 분석틀을 이 연구의 맥락에 맞게 수정·보완하여 사용하였다. 분석 결과, 대부분의 예비교사는 수업의 도입 단계나 전개 단계에서 비유를 사용하고, 목표 개념을 도입하기에 앞서 비유물을 제시할 것으로 계획하였다. 학생의 활동도에 대한 고려 수준이 높지 않았고, 많은 예비교사들이 비유 사용 수업에서 평가의 필요성을 인식하지 못하고 수업 계획에 평가 과정을 포함하지 않았다. 학생들이 대응 관계를 잘못 이해하거나 비공유 속성이 학생들에게 혼란을 가져올 수 있다는 이유로 예비교사들은 대응 명료화 전략을 교사 중심으로 진행하고 비공유 속성을 다루지 않으며 다중 비유를 활용하지 않겠다고 계획하였다. 마지막으로 대부분의 예비교사가 그림이나 사진, 영상 등을 활용하여 자신이 제시한 비유에 대한 학생들의 이해를 도울 것이라고 하였다. 이상의 결과를 바탕으로 교육적 함의를 논의하였다.

주제어: 비유, 예비과학교사, 수업 계획

ABSTRACT. In this study, we investigated the characteristics of planning lessons using analogies by pre-service science teachers. Eight pre-service teachers at a college of education in Seoul participated in this study. After the workshop of instructional analogies in science education, they planned lessons using analogies. We also conducted semi-structured interviews. For the analyses, we used a revised framework from a previous work which characterized the dimensions of teaching through analogies. The analyses of the results revealed that most pre-service teachers planned to use analogies in beginning or developing lesson and to present analogs before target concepts. The degree of activity allowed for students was not high. Many did not recognize the necessity of assessment and did not include assessment in planning lessons. They planned clarified mapping strategies which are teacher-centered and also not to cover unshared attributes and multiple analogies, because they thought that students could misunderstand mapping and unshared attributes could make students confused. Most planned to use figures, pictures, and videos to help students understand analogies that they presented. Educational implications of these findings are discussed.

Key words: Analogy, Pre-service science teacher, Planning lessons

서 론

비유는 일상의 익숙한 사물이나 현상을 이용하여 추상적인 과학 개념을 구체화하고, 학생들이 기존의 지식이나 경험을 바탕으로 새로운 정보를 학습하도록 돕는다.[1] 과학 수업에서의 비유 사용은 학생들의 과학 개념 이해와 파지를 돕고 학습 동기를 유발하는 등 다양한 측면에서 긍정적인 효과를 갖는 것으로 보고되고 있다.[2] 따라서 많은 과학교사가 수업에서의 비유 사용을 긍정적으로 인식할 뿐 아니라 실제 수업에서도 비유를 자주 사용하는 것으로 알려져 있다.[3,4] 가장 일반적인 비유 사용 수업은 교과서 등에서 유래한 비유를 교사가 제시하고 비유와의 유사점을 바탕으로 학습할 목표 개념을 도입하는 형태로 진행된다. 이때, 물리적 비유나[5] 역할놀이 비유[6] 등의 다양한 학생 중심 비유 사용 방법을 활용할 수도 있다.

하지만 학생들이 수업에 사용된 비유 자체를 이해하지

못하거나 잘못 이해하는 경우, 비논리적인 결론을 내리거나 오개념이 발생하는 등 학생들의 학습에 부정적인 영향을 미치기도 한다. 따라서 교사는 사전에 신중하게 계획된 비유를 체계적인 방법으로 사용해야 한다.[7,8] 이에 TWA 모형,[9] FAR 가이드,[10] 비유물을 체계적으로 사용한 수업[11] 등 과학 수업에서 비유를 효과적으로 사용하기 위한 전략들이 개발되었다. 그러나 적지 않은 교사가 사전에 계획하지 않고 즉흥적으로 비유를 사용하거나 교사 자신의 경험에서 유래한 비유를 사용하면서 이에 대한 학생들의 친숙도를 고려하지 않는 등 비유 사용 수업에 대한 교사들의 전문성은 여전히 부족한 상태이다.[4,12] 따라서 비유 사용 수업에 대한 전문성을 향상시키기 위한 체계적인 교사 교육이 필요하다.

체계적인 교사 교육 방안을 마련하기 위해서는 교사들이 실제 과학 수업에서 비유를 사용하는 방식을 조사하는 기초연구가 선행될 필요가 있다. 그러나 과학 수업에서 교사들의 비유 사용 방식을 구체적으로 조사한 연구는 거의 이루어지지 않았다. 국외에서는 비교적 오래전에 현직 및 예비교사의 비유 사용 방식을 조사한 연구가 일부 이루어졌으나[3,12–15] 교사들이 사용하는 비유의 출처, 소재, 유형을 분석하는 등 비유 자체에만 주목하거나 비유 사용 수업의 사례를 관찰하고 단순 기술하는 정도에 그쳐 교육 방안을 마련하기 위한 구체적인 정보는 제공하지 못하였다. 국내 연구의 경우, 과학 교사들의 비유 사용 실태와 인식을 조사한 연구가[4] 이루어졌으나, 리커트 문항과 객관식 문항으로 구성된 설문을 사용하여 교사의 비유 사용 방식을 구체적으로 파악하기에는 한계가 있다. 또한, Ko *et al*.은[16] 초등 교사의 과학 수업을 관찰하였으나 교사들이 수업에서 사용한 비유의 유형을 분류하고, 이에 따른 특징을 조사하는 데 그쳤다.

교사들의 구체적인 비유 사용 방식을 조사하기 위하여 수업 계획을 분석할 수 있다. 수업 계획은 주어진 교육과정을 교실에서 이루어지는 구체적인 수업으로 변환하는 교사의 사고 과정으로,[17,18] 수업 계획 과정에서는 학생들의 이해 수준과 흥미에 대한 고려를 바탕으로 학습 목표와 내용뿐 아니라 교수학습 활동 등에 대한 교사의 종합적인 의사결정이 이루어진다. 실제로 과학교육 분야 전반에서 예비 및 현직 교사들의 수업 계획을 분석하여 교사의 수업 전문성을 분석하거나,[19–21] 교사용 지도서의 활용 방식 등을 분석하는 시도가[22] 폭넓게 이루어지고 있다. 따라서 교사가 계획한 비유 사용 수업을 조사하면 비유의 제시 방법과 제시된 비유의 역할, 비유의 의미를 해석하는 과정에서 학생 활동의 수준 등 구체적인 비유 사용 방식을 파악할 수 있다.

한편, 비유 사용 수업에 대한 전문성을 향상시키기 위한 교사 교육은 사범대학의 예비교사 교육과정에서부터 시작될 필요가 있다. 한 번 형성된 교사의 교수 레퍼토리는 쉽게 변화되지 않으므로,[23] 바람직하게 않게 형성된 교수 레퍼토리를 변화시키는 것은 더욱 어렵기 때문이다. 특히, 예비교사들의 교수 설계에는 학습자로서의 경험이 적지 않은 영향을 미치는데,[21] 과학 수업에서 비유 사용이 보편적인 만큼 예비교사들도 학습자로서 다양한 형태의 비유 사용 수업을 경험했을 가능성이 크고 이에 따라 비유 사용 수업에 대한 인식과 견해는 더욱 견고할 수 있다. 또한 현직교사의 전문성 향상을 위해 실시되는 연수 프로그램은 제한된 시간에 일회성으로 그치는 경우가 많아 교사의 신념을 변화시키고 어렵고, 수업 전문성을 체계적으로 향상시키기도 어렵다. 반면, 예비교사 교육과정에서는 체계적인 프로그램을 통해 집중적이고 지속적인 교육이 가능하다.

이에 이 연구에서는 예비과학교사가 계획한 비유 사용 수업에서 나타나는 특징을 조사하여 예비교사들이 과학 수업에서 비유를 사용하는 방식을 구체적으로 분석하였다.

연구 방법

연구 참여자와 연구 절차

서울특별시에 소재한 사범대학에서 교수 설계와 관련된 과목인 화학교재연구 및 지도법을 수강 중인 예비과학교사 8명이 연구에 참여하였다. 이 강의는 강의법, 질문법, 토론법 등의 일반적인 수업 기법뿐 아니라 개념도나 V-도형과 같은 과학 수업 기법에 대해서도 다루고 있다. 수강생들은 POE 모형이나 순환학습 모형과 같은 과학 수업 모형을 적용한 수업을 계획 및 시연한다. 모든 예비교사들은 이전 학기에 과학 교수학습 이론과 과학 수업 모형을 다루는 화학교육론을 수강하였고, 수업을 계획하거나 시연하는 교수 설계의 경험은 거의 없었다.

이 강의에서 수업의 계획 및 시연은 수업 모형에 대한 워크숍을 1-2차시 정도 진행하고, 예비교사들이 수업 모형을 적용한 수업을 계획하거나 시연하는 방식으로 이루어진다. 이 연구에서도 이러한 절차를 따라 과학 수업에서 비유와 비유 사용 수업에 대한 워크숍을 약 1.5차시 동안 실시한 후 예비교사들로 하여금 비유 사용 수업을 계획하도록 하였다. 워크숍은 관련 단행본을[10,24] 중심으로 문헌연구를 통해 연구자들이 구성하였고, 현직교사 연수에서 다년간 비유 관련 강의를 수행한 과학교육 전문가의 자문을 받아 수정·보완하였다. 워크숍의 구체적인 내용은 다음과 같다.

먼저, 과학 학습 상황에서 자신이 접했던 비유를 자유롭게 발표하는 도입 활동을 하였다. 이후 과학 수업에서 다루는 비유는 비유물과 목표 개념의 유사성을 바탕으로 친숙한 영역에서 친숙하지 않은 목표 개념으로 사고의 전이가 일어나도록 하는 것임을 설명하였다. 그리고 과학 수업

에서 자주 사용되는 비유의 예시들을 소개하였다. 그중 전기회로에 대한 물회로 비유에 대해서는 예비교사들이 유사점과 차이점을 찾고 대응 관계를 분석해보는 활동을 실시하였다. 활동을 마친 후에는 활동 경험을 바탕으로 목표 개념과 비유물, 목표 개념과 비유물의 유사점, 차이점을 의미하는 공유 속성과 비공유 속성, 속성 사이의 대응 관계를 잘못 파악하는 대응 오류 등의 용어를 도입하고 각각의 의미를 설명하였다. 대응 오류를 설명한 후에는 앞서 제시한 물회로 비유에서 발생할 수 있는 대응 오류, 대응 오류와 관련될 수 있는 오개념을 찾아보는 활동을 하였다. 이후 비유의 다양한 유형과 각 유형이 갖는 특징, 그리고 이에 대한 구체적 예시를 설명하였다. 비유 사용의 장단점을 정리하였고, 단점을 극복할 수 있는 방안을 예비교사들과 함께 논의하였다. 예를 들어, 대응 오류로 인한 잘못된 전이를 막기 위해 대응 관계를 명확히 해야 한다는 점과 학생들이 비유물을 이해하지 못할 수 있으므로 학생들에게 친숙한 비유를 이해하기 쉬운 방법으로 제시해야 함을 강조하였다. 또한 정리한 장단점을 바탕으로 과학 수업에서 비유를 효과적으로 사용하기 위한 TWA 모형과 이에 따른 구체적인 수업 절차를 소개하였다. 마지막으로 과학 수업에서 비유를 사용할 수 있는 다양한 형태로 물리적 비유와[5] 역할놀이 비유,[6] 학생들이 직접 비유를 만드는 비유 생성 활동[25] 등을 소개하였다.

워크숍을 마친 후에는 2009 개정 교육과정에 따른 중학교 과학 1의 '분자운동과 상태변화' 단원을 대상으로 1차시의 비유 사용 수업을 계획하고, 수업 지도안과 학생용 활동지를 작성하도록 하였다. '분자운동과 상태변화' 단원은 물질의 기본 단위인 입자 개념이 강조되어 많은 학생들이 학습에 어려움을 겪는 것으로 알려져 있고, 스타이로폼 공이나 사람 등을 입자에 대응한 비유가 자주 사용되는 단원이므로 비유 사용 수업에 적합하다고 판단하여 이 연구의 대상 단원으로 선정하였다. 수업 계획에 활용할 수 있도록 교과서와 지도서, 대상 단원과 관련된 오개념 자료를 제공하였다. 수업에서 사용할 비유는 예비교사들이 자유롭게 선정하도록 하였다.

예비교사들의 수업 계획에는 약 30분 정도가 소요되었고, 수업 계획을 마친 후에는 약 30분 동안 반구조화된 면담을 실시하였다. 면담에서는 예비교사가 작성한 수업 지도안과 학생용 활동지를 함께 살펴보면서 수업 계획 과정과 수업 계획의 의도, 비유 사용 수업에 대한 의견 등을 질문하였다. 예비교사들이 작성한 수업 지도안과 학생용 활동지를 수집하였고, 면담 내용은 모두 녹음하여 전사본을 작성하였다.

분석 방법

예비교사들이 계획한 비유 사용 수업에서 나타나는 특징을 분석하기 위해 Oliva *et al.*의[26] 분석틀을 이 연구의 맥락에 맞게 수정·보완하여 사용하였다. 수집한 모든 자료를 2인의 연구자가 반복적으로 분석하여 분석틀의 항목별 결과를 구체화하였으며 모든 연구자들 사이의 논의를 통해 결과의 의미를 해석하였다. 또한, 결과의 타당성을 확보하기 위하여 수업 지도안과 학생용 활동지, 면담 전사본을 통해 분석한 결과를 종합적으로 점검하는 삼각측정법을 활용하였고, 분석틀의 수정·보완과 결과 해석 과정에서 과학교육 전문가, 현직 과학교사 및 과학교육전공 대학원생이 참여한 세미나를 여러 차례 실시하였다.

분석틀

Oliva *et al.*은[26] 비유의 본성(the nature of analogy)과 비유가 계획되고 발전되는 맥락(the educational context in which analogy is planned and developed)의 두 가지 범주에 속하는 아홉 가지 항목으로 비유를 사용한 과학 수업의 맥락을 정리하였다. 이 연구에서는 수업에 사용되는 비유보다는 비유를 사용하는 방식에 초점을 맞추었으므로, 비유의 본성에 해당하는 세 가지 항목을 제외하였다. 또한, 비유가 사전에 계획된 것인지, 즉흥적인지와 관련된 항목도 제외하여 '수업 과정에서 비유와 비유물의 위치(the location of the analogy and the analog in didactic sequence)', '학생의 활동도(the degree of activity allowed for students)', '교사의 추수지도(the teacher's management of follow-up and regulation)', '명백함의 정도와

***Table* 1.** The dimensions that characterize teaching through analogies

Category	Indicator
The location of the analogy and the analog in didactic sequence	The location of analogy in teaching processes
	The location of analog with respect to target concept
The degree of activity allowed for students	Student activities or teacher explanations
The teacher's management of follow-up and regulation	Evaluation of students' understanding of analogy and target concept
The degree of explicitness and development of the analogy	Clarifying mapping
	Using unshared attributes
	Using multiple analogies
Support resources	Using drawings, pictures, videos, etc.

비유의 발전(the degree of explicitness and development of the analogy)', '지원 자원(support resources)'의 다섯 가지 측면에서 자료를 분석하였다(*Table* 1).

수업 과정에서 비유와 비유물의 위치: 수업 과정에서 비유와 비유물의 위치는 거시적 관점과 미시적 관점으로 나누어 볼 수 있다. 거시적 관점에서는 비유가 제시되는 시기에 따라 도입 단계, 전개 단계, 정리 단계에 제시되는 비유로 분류할 수 있다. 도입 단계나 전개 단계에 제시되는 비유는 학생들에게 친숙하지 않은 과학 개념을 친숙하게 하기 위한 배경정보로 활용되어 학생 친화적인 기능을 한다. 그리고 정리 단계에 제시되는 비유는 학습한 과학 개념을 정리하고 후속 개념과의 연결을 돕는다.[27]

미시적 관점에서는 목표 개념에 대한 비유물의 위치에 따라 선행 조직자(advance organizer)로서 목표 개념의 도입 이전에 제시되는 비유, 사후 통합자(post synthesizer)로서 목표 개념의 도입 이후에 제시되는 비유로 분류할 수 있다.[27,28] 과학 수업에서 효과적인 비유 사용 수업 전략으로 제안된 TWA 모형이나[9] WWA 모형[14] 등에서는 일반적으로 목표 개념을 먼저 도입한 후 비유물을 제시하고 목표 개념과 비유물의 대응 관계를 통해 학습한 목표 개념을 효과적으로 이해하고 파지하도록 돕는다.[9,11,29] 그러나 목표 개념의 도입에 앞서 제시된 비유물은 선행 조직자의 역할을 하여 학습자를 동기화시킴으로써 새로운 과학 개념의 학습을 도울 수 있다.[28,30]

학생의 활동도: 비유가 교사에 의해 주어지더라도 비유물이 표현하고 있는 상황을 이해하고, 대응 관계를 분석하는 등 비유의 의미를 해석하는 과정에서 학생들이 적극적인 역할을 수행하는 것은 매우 중요하다. 특히, 비유 사용 수업은 학생들이 기존에 갖고 있던 비유물에 대한 이해를 바탕으로 목표 개념에 대한 학습을 도모하는 것이므로 비유의 의미를 교사가 일방적으로 전달하기보다는 학생 스스로 이해하도록 하는 데 더욱 많은 시간과 노력을 기울일 필요가 있다.[31,32]

교사의 추수지도: 과학 수업에서 비유의 사용은 학생들의 오개념을 유발하는 등 부정적인 측면도 갖는다. 따라서 비유 사용 수업에서는 목표 개념에 대한 이해뿐 아니라 학생들이 비유를 어떻게 이해하고 해석하는지 파악하고 적절한 피드백을 제공하는 평가 과정이 필요하다.[1,3,31,33,34]

명백함의 정도와 비유의 발전: 많은 교사들은 학생들이 비유물과 목표 개념 사이의 대응 관계를 올바르게 이해할 것으로 기대하고 있으나, 실제로는 학생들이 대응 관계를 이해하지 못하는 경우가 많다.[27,35–37] 따라서 비유 사용 수업에서 교사는 비유물을 단순히 제시하는 것에 그치지 않고 공유 속성의 대응 관계를 명확히 하고 공유 속성이 갖는 유사성의 근거를 구체적으로 다룸으로써 대응 관계를 명료화해야 한다. 뿐만 아니라 비유의 한계인 비공유 속성을 명시적으로 다룰 필요가 있다. 또한, 비유는 다중 비유를 통해 확장될 수 있다. 다중 비유는 목표 개념의 일부를 설명하는 비유를 여러 개 제시하는 것으로,[38] 특정한 하나의 비유에 대한 친숙도의 개인차를 줄일 수 있고 여러 비유를 비교함으로써 비유가 갖는 비공유 속성을 극복할 수 있다.[39]

지원 자원: 과학 수업에서 사용되는 비유는 주로 교사의 경험이나 교과서에서 유래하므로 학생들은 비유물이 표현하고 있는 상황을 이해하지 못하는 등 비유 자체를 이해하는 데 어려움을 겪을 수 있다. 따라서 교사는 그림이나 사진, 영상 등 다양한 자원을 활용하여 비유에 대한 학생들의 이해를 도울 필요가 있다.

연구 결과 및 논의

수업 과정에서 비유와 비유물의 위치

수업 과정에서 비유의 사용 시기: 이 연구에 참여한 예비교사 8명 중 2명(예비교사A, F)은 도입 단계에서, 6명(B, C, D, E, G, H)은 전개 단계에서 비유를 사용하겠다고 계획하였다. 도입 단계에서 비유 사용을 계획한 예비교사들은 도입 단계에서 비유를 소개하고 전개 단계에서 목표 개념을 도입할 때까지 비유를 사용할 것이라고 하였다. 전개 단계에서 비유를 사용하겠다고 계획한 예비교사들은 도입 단계에서 전시 학습 내용을 되짚어 보고 일상의 예로 흥미를 유발한 후 전개 단계에서 비유를 사용하겠다고 하였다.

한편, 간단한 비유 생성 활동으로 수업을 마무리하겠다고 하여 정리 단계에서도 비유를 사용하겠다고 한 A를 제외한 나머지 7명은 정리 단계에서는 비유를 사용하지 않겠다고 응답하였는데, 그 이유에 대해서는 과학 개념을 심도 있게 다룰수록 비유가 설명하지 못하는 부분이 많아지기 때문이라고 응답하였다.

면 담 자: 근데 정리 단계에서는 목표 개념을 비유랑 관련 짓지 않는다고 했잖아요. 특별한 이유가 있나요?
예비교사F: 비유가 설명 못하는 부분이 있으니까 도입에서 (비유물과 목표 개념의) 연관된 부분만 꺼내서 흥미를 유발해서 조금 진입 문턱을 낮춰놓고 수업을 진행할 건데, 수업을 하다 보면 깊이 설명할수록 비유가 설명 못하는 부분이 많으니까 거기선 되도록이면 언급을 덜 하고.

즉, 예비교사들은 비유의 여러 기능 중 도입 단계나 전개 단계에 사용되는 비유가 갖는 역할인 학생들의 흥미 유발이나 인지적 부담 감소 등에만 주목하였고, 정리 단계에서 비유를 사용할 수 있는 방법에 대한 예비교사들의 인식은

부족했다. 그러나 수업의 정리 단계에서 비유에 대해 요약하고 정리하는 것은 비유 사용의 효과를 높일 수 있다.[7] 뿐만 아니라 정리 단계에서도 비유를 다양한 방법으로 사용할 수 있는데, A의 사례와 같이 학습한 내용을 바탕으로 학생들이 직접 비유를 생성해보는 비유 생성 활동이나 수업에 사용한 비유가 갖는 한계점을 찾고 이에 대해 토의해보는 활동 등을 간단하게 진행할 수 있다. 따라서 정리 단계에 사용되는 비유가 갖는 의미와 역할뿐 아니라 정리 단계에서 비유를 사용할 수 있는 구체적인 방법도 예비교사들에게 안내할 필요가 있다.

목표 개념에 대한 비유물의 위치: B와 G는 목표 개념을 먼저 도입하는 수업을 계획한 반면 나머지 6명(A, C, D, E, F, H)은 비유물을 먼저 제시하는 수업을 계획하였다. B와 G는 목표 개념을 먼저 도입하는 이유에 대해 '목표 개념을 먼저 이해한 후 비유물을 제시해야 학생들이 대응 관계를 이해할 수 있기 때문에 비유를 사용하여 목표 개념을 효과적으로 설명할 수 있다'고 응답하였다. 또한, G는 '비유물을 먼저 제시하는 수업이 학생들의 흥미와 집중도를 높일 수 있지만 목표 개념을 배우지 않은 상태에서는 학생들이 대응 관계를 이해하지 못할 수 있으므로 목표 개념을 먼저 도입하는 수업을 계획하였다'고 응답하여 비유물을 먼저 제시할 때의 장단점 또한 잘 인식하고 있었다.

비유물을 먼저 제시하는 수업을 계획한 6명은 '학생들에게 익숙한 비유물을 먼저 제시함으로써 목표 개념을 더욱 쉽게 도입할 수 있다'거나 '비유물을 먼저 소개한 후 대응 관계를 통해 학생들이 스스로 목표 개념을 이끌어 내도록 한다'고 응답하여 비유물을 먼저 제시할 때 비유물이 갖는 역할과 의미를 대체적으로 잘 인식하고 있었다.

예비교사E: 고체, 액체, 기체에서 입자의 배열이 어떻게 되는지를 학생들이 스스로 이끌어 내게 좀 하고 싶었거든요. 근데 그러려면 비유물을 먼저 소개해주고 비유적 상황을 인식하게 해준 다음에 그 대응 관계를 설명해주면 이제 좀 스스로 (목표 개념을) 이끌어 내는 게 쉽지 않을까 해서요.

비유물을 먼저 제시하는 수업을 계획한 예비교사들 중 일부는 목표 개념을 먼저 도입할 때의 장단점도 잘 이해하고 있었다. 예를 들어, C와 D는 목표 개념을 먼저 도입하는 수업의 장점으로 '학생들이 대응 관계를 파악하기 쉽고, 비유물을 먼저 제시할 때 오개념이 발생할 수 있다는 문제점을 해결해 줄 수 있다'는 점을 들었고, '비유물을 먼저 제시하는 경우에 비해 흥미나 집중도가 떨어질 수 있다'거나 '학생들이 스스로 생각할 수 있는 과정이 적어서 파지 효과가 낮을 것 같다'는 점을 단점으로 인식하였다.

비유물의 제시 시기가 학생들의 개념 이해 및 파지에 미치는 효과를 조사한 Noh *et al.*의[40] 연구에서 목표 개념에 대한 비유물의 위치에 따른 주효과는 나타나지 않았고, 학생들의 사전 성취 수준이나 대응 명료화 전략의 유무 등과의 상호작용 효과만 나타났다. 즉, 비유물을 먼저 제시하는 수업과 목표 개념을 먼저 도입하는 수업 중 어느 것이 더욱 효과적인지는 일반적인 결론을 내리기 힘든 상황이다. 그러나 대부분의 예비교사가 비유물을 먼저 제시하는 수업을 계획한 것은 주목할 만한 결과이므로 추후 예비교사 교육과정에서도 예비교사들의 이러한 인식과 실태를 고려한 접근이 필요할 것이다. 또한, 두 가지 중 한 형태의 수업을 계획하였더라도 다른 형태의 수업이 갖는 장단점을 고르게 인식한 예비교사들이 있었던 것은 긍정적인 결과이지만 일부에 그쳤으므로 두 형태의 수업이 갖는 각각의 장단점을 고르게 교육할 필요가 있다.

학생의 활동도

비유의 의미를 해석하는 과정에서 학생의 활동도에 대한 예비교사들의 고려 수준은 비교적 다양하게 나타났다. 먼저, 3명(D, F, H)은 교사가 일방적으로 비유의 의미를 해석해줄 것이라고 하여 학생의 활동도에 대한 고려 수준이 낮았다. 특히, D와 F는 '목표 개념을 학습하기 전에는 학생들이 모를 것이기 때문에 교사가 알려주어야 한다'거나 '학생들에게 비유의 의미를 심어주어야 한다'고 응답하여 계획한 수업이 매우 교사 중심적이었다.

면 담 자: 학생들이 비유의 특징이나 공통점 등을 찾아보거나 하는 활동은 없는 건가요?

예비교사D: 배우기 전에는 모를 것 같아서 그냥 제가 알려주는 걸로 계획했어요. 분자 모형을 실제로 보여주고 지금 제시한 비유랑 유사하다고 하면서 설명하려고 했어요.

H의 경우, 제작한 활동지에 비유물과 목표 개념의 공유 속성을 대응하는 활동을 포함하고 이 활동을 수업에서 활용할 것이라고 하였다. 그러나 학생들이 활동을 한 후에는 교사가 대응 관계를 설명하고, 교사의 설명으로 '학생들을 납득시키겠다'고 하여 대응 관계를 교사가 일방적으로 설명하려고 한다는 점에서는 D, F와 크게 다르지 않았다.

다른 3명(A, B, E)은 비유의 의미를 해석하는 과정에서의 학생 활동을 부분적으로 수업 계획에 포함하였다. A와 B는 비유물이 표현하고 있는 상황이나 대응 관계를 분석하는 과정에 교사-학생 간 질의·응답을 포함하였으나, 학생들이 의도에서 벗어난 응답을 하거나 오개념을 포함한 잘못된 응답을 하는 등 다양한 반응을 할 수 있음에도 이를 고려하지 않고 교사의 의도에 따라 대응 관계와 목표 개념을 설명할 것이라고 하였다.

예비교사A: '여름에 (버스 정류장) 줄은 어떨지?' 라고 물으면, 애들이 말하고, '겨울에 줄은 어때?' 이렇게 물어서 애들이 말한 후 얘네 둘(여름과 겨울)이 어떤 식으로 차이를 보이는지 물어보면, 애들이 '한쪽은 더 밀착해서 있고' 이런 식으로 얘기해요. 그러면 '왜 그럴까?' 하고 물으면 애들이 또 '겨울에는 추우니까 그냥 밀착해서 사람들 사이사이에 붙어 있을 것 같다' 고 얘기를 하고 그럼 '여름에는?' 이런 식으로 물으면 '여름에는 덥고 서로 붙어있기 싫으니까 떨어져 있을 것 같아요' 이런 식으로 얘기를 해요. 이런 식으로(질의 · 응답을)한 후 교과서의 개념을 설명하는 부분으로 넘어갈 것 같아요.

E는 개별 활동지 작성을 바탕으로 한 학생들의 발표를 계획하였으나 A, B와 마찬가지로 '학생들의 발표 내용을 통일시켜 교사가 의도했던 방향대로 대응 관계를 해석하고 목표 개념을 설명할 것'이라고 응답하였다.

반면, C와 G는 비유의 의미를 해석하는 과정에서 조별 토의의 형태로 학생 간 상호작용을 계획하여 학생의 활동도에 대한 고려 수준이 가장 높았다. 이와 관련하여 C와 G는 각각 '학생 스스로 생각해봄으로써 수동적 학습 자세를 벗어날 수 있고 집중, 파지, 오개념 확인 등의 효과가 있을 것이다', '학생들이 원리에 대해 한 번 더 생각할 수 있는 기회를 가질 수 있다'고 응답하여 학생 활동의 필요성에 대한 이해도가 높았다.

이상의 결과를 종합해 보면, 비유의 의미를 해석하는 과정에서 학생 활동의 필요성을 인식한 예비교사들이 일부 있었으나 대부분의 예비교사가 학생 활동을 고려하지 않거나 부분적으로만 고려하여 전반적으로 학생의 활동도에 대한 고려 수준이 높지 않았다. 이는 예비교사 교육과정에서 비유의 사용이 학생들의 이해를 돕는다거나 오개념을 유발할 수도 있다는 등 비유의 학습적 측면만을 강조하고, 수업에서 비유를 효과적으로 사용하기 위한 방법 즉, 비유의 교수적 측면에 대한 교육은 부족했기 때문이라고 할 수 있다. 따라서 향후 예비교사 교육과정에서는 비유의 교수적 측면을 강조하여 비유 사용 수업에서 학생 활동의 필요성에 대한 예비교사들의 이해도를 높이기 위한 노력이 필요하다. 뿐만 아니라 실제 수업의 계획 및 실행에 있어 학생의 활동도에 대한 고려 수준을 높이기 위해서 비유 사용 수업에서 학생 활동의 구체적인 사례를 안내하고 이를 적용해보는 기회를 제공할 필요가 있다.

교사의 추수지도

예비교사 8명 중 5명(B, C, D, E, F)은 수업 지도안에 평가 과정을 포함하지 않았고, 면담에서도 별도의 평가를 계획하지 않았다고 응답하여 수업 계획에서 비유와 목표 개념에 대한 학생들의 이해도 평가를 고려하지 않은 것으로 나타났다. 이들은 비유와 목표 개념에 대한 학생들의 이해도를 파악할 수 있는 방법을 묻는 질문에 전체 학생을 대상으로 한 질의·응답이나 문제풀이와 같은 일반적인 평가 방법을 즉흥적으로 답하는 모습을 보여 비유 사용 수업에서 평가의 필요성이나 비유 사용 수업에 적합한 평가 방법에 대한 이해도가 매우 낮았다.

면 담 자: 학생들이 수업을 잘 따라오고 있는지, 비유를 잘 이해하고 있는지 등을 파악하기 위한 과정은 없는 건가요?
예비교사E: 평가요? 평가는 없는데….
면 담 자: 그럼 어떤 방법을 통해 할 수 있을까요?
예비교사E: 그나마 정리 단계에서 처음에 보여주었던 영상을 보여주고 물음을 던지고 답을 내게 하면서 조금 확인할 수는 있을 것 같아요.

나머지 3명(A, G, H)은 수업 계획에서 평가를 고려하였는데 A와 G는 정리 단계에서 문제풀이 활동을 통해 목표 개념에 대한 학생들의 이해도를 파악하겠다고 계획하였다. 그러나 비유에 대한 학생들의 이해도를 파악하거나 수업에서 사용한 비유를 평가에 활용하려는 모습은 보이지 않았다.

면 담 자: 그럼 정리 단계에 대해서 한 번 설명해주세요.
예비교사G: 네, 그럼 이제 이해를 했는지 확인을 해야 되는데, 이건 빈칸 채우기 정도로 정리를 하거나 물(의 상태변화)같은 직접적인 걸 보여주면서 상황에 대입시키는? 물, 얼음, 수증기를 이렇게 대응하는 그런 적용을 하면 될 것 같아요.

반면, H는 비유물과 목표 개념의 속성을 대응하는 표의 빈칸을 학생 개인별로 채워보는 활동을 계획하였는데, 이 활동으로 '목표 개념뿐 아니라 비유에 대한 학생들의 이해도를 파악할 수 있고 적절한 피드백까지 제공할 수 있다'고 응답하였다.

많은 예비교사가 비유와 목표 개념에 대한 이해도 평가의 필요성을 인식하지 못하고 수업 계획에 평가 과정을 포함하지 않았던 것은 평가에 대한 고려가 부족한 예비교사들의 특징이[19,21] 예비교사들이 비유 사용 수업을 계획할 때에도 영향을 미친 것이라고 해석할 수 있다. 또한, 평가를 계획한 일부 예비교사도 단순 문제풀이 활동으로 학생들의 목표 개념에 대한 이해도만을 파악하는 데 그쳤고, 이를 바탕으로 적절한 피드백을 제공하기 위한 노력은 부족하였다. 그런데 비유 사용 수업의 경우, 학생들이 교사의 의도와 다른 방향으로 비유를 이해할 수 있으므로 H의 사

례와 같이 교사가 제시한 비유를 학생들이 올바르게 이해했는지 파악하고 적절한 피드백을 제공하여 비유에 대한 잘못된 이해나 오개념의 발생을 방지할 필요가 있다. 이때, 비유로 학습한 개념을 학생들이 직접 그림이나 도표 등으로 표현해보도록 하는 것은 비유 사용 수업에서 경제적이고 효과적인 평가 방법이 될 수 있다.[41] 따라서 비유 사용 수업에 적합한 평가의 필요성과 구체적인 평가 방법을 예비교사 교육과정에서 안내할 필요가 있다.

명백함의 정도와 비유의 발전

대응 관계의 명료화: 대응 명료화 전략은 목표 개념과 비유물이 갖는 공유 속성을 명확히 정리하여 대응 관계를 명료화할 수 있는 유용한 방법이다.[40] A를 제외한 7명은 대응 명료화 전략을 계획하여 목표 개념과 비유물의 대응 관계를 명료화하려고 하였으나 그 수준에 있어서는 차이가 있었다.

B는 질의·응답을 통해 비유물의 속성이 목표 개념의 어떤 속성에 대응되는지를 다룰 것이라고 하여 공유 속성의 대응 관계를 명확히 하려고 하였다. 그러나 대응 관계가 성립하는 이유는 '학생들이 직관적으로 이해할 수 있을 것이므로 다루지 않을 것'이라고 응답하여 명료화의 수준이 높지 않았다.

면 담 자: 비유를 설명할 때 대응 활동도 이루어지는 건가요?

예비교사B: 제가 앞에서 비유를 제시하면서 계속 질문을 할 예정이거든요. '이게 뭘까?' 라고 질문했을 때, '액체요' 라고 대답하면 액체 상태에 대응되는 속성을 어느 정도 알고 있는 것이기 때문에…. 입자 하나가 어느 속성에 대응되는지에 대한 얘기가 없긴 한데, 이 얘기는 없더라도 학생들이 암묵적으로 이해할 수 있을 것 같아요.

대응 명료화 전략을 계획한 7명 중 B를 제외한 6명(C, D, E, F, G, H)은 공유 속성의 대응 관계를 명확히 하는 과정뿐만 아니라 대응 관계가 성립하는 이유를 분석하는 과정을 수업 계획에 포함하여 명료화의 수준이 비교적 높았다. 이중 D와 F는 공유 속성의 대응 관계와 대응 관계가 성립하는 이유를 교사가 일방적으로 설명할 것이라고 하여 대응 명료화 전략을 교사 중심으로 계획하였다.

반면, 나머지 4명은 교사의 설명에 앞서 개별 활동지 작성(E, H)이나 조별토의(C, G)를 계획하여 학생들이 직접 대응 관계를 분석하는 활동을 계획하였다. 그러나 4명 모두 학생들의 활동 결과를 수업에 반영하지 않고 교사가 다시 대응 관계를 설명할 것이라고 하였다. 즉, 학생 중심의 대응 명료화 전략을 계획하였음에도 교사의 의도대로 대응 관계를 설명하려고 한다는 점에서는 교사가 일방적으로 대응 관계를 설명하는 D, F와 크게 다르지 않았다.

예비교사C: 대응 관계에 대해 학생들이 서로 얘기해보도록 한 다음에 '얘(학생들이 창고에 밀집되어 있는 모습)는 고체에 대응되고, 얘(학생들이 교실에 있는 모습)는 액체고, 얘(학생들이 운동장에 자유롭게 뛰어다니는 모습)는 기체야' 라고 동영상을 보여주면서 제가 직접 설명을 해줄 거예요.

교사가 일방적으로 대응 관계를 설명하는 이유에 대해 예비교사들은 '대응 명료화 활동을 학생 중심으로 진행할 경우 대응 오류가 발생하거나 비공유 속성과 같은 비유가 갖는 한계를 깨닫게 되어 오히려 학생들이 혼란스러워할 수 있다'고 응답하였다.

면 담 자: 대응 명료화 활동을 학생들이 주도적으로 하도록 하지 않은 이유가 있나요?

예비교사E: 일단 이 비유 자체의 약점이 존재하는데, 그걸 굳이 말해줄 필요는 없을 것 같고요. 그리고 대응 관계에 대해서 딱 명확하게 교사가 말을 해주면 그 이상 학생들이 생각을 하지 않기 때문에 괜찮은데, 학생들이 (대응 명료화 활동을 주도적으로) 해보게 하면 저는 오히려 역효과가 더 클 것 같아요. 더 혼란스러워질 것 같아요. 잘못된 대응을 찾게 되면 더 헷갈리고 그럴 것 같아요.

대응 명료화 전략을 학생 중심으로 진행하는 것이 학생들에게 혼란을 가져올 수 있다는 의견은 대응 명료화 전략을 계획하지 않은 A의 경우에도 유사하였다. 즉, A는 대응 명료화 전략을 활용하지 않는 이유에 대해 '대응 관계를 명료화하는 과정에서 비공유 속성을 찾아내면 학생들이 오히려 혼란스러워할 수 있다'고 응답하였다.

대부분의 예비교사가 대응 명료화 전략을 계획하였으나 학생 중심의 대응 명료화 전략이 오히려 학생들에게 혼란을 가져올 수 있다고 인식하여 이를 교사가 주도할 것이라고 하였다. 따라서 예비교사 교육을 통해 비유 사용 수업에서 대응 명료화 전략이 갖는 의미뿐만 아니라 학생 중심으로 대응 명료화 전략을 진행할 수 있는 구체적인 방법을 안내할 필요가 있다. 또한, 학생 중심의 대응 명료화 전략이 학생들에게 혼란을 가져올 수 있다는 예비교사들의 인식은 학습 과정에서 학습자가 겪는 시행착오를 부정적 요소로 인식하여 사고 과정을 통제하려는 전통적 교수학습관에서 기인한 것이라고 볼 수 있으므로, 예비교사들의 구성주의적 교수학습관을 함양하기 위한 꾸준한 노력도 필요할 것이다.

비공유 속성의 활용: 예비교사 8명 중 5명(A, E, F, G, H)은

수업에서 비공유 속성을 다루지 않을 것이라고 하였고, 이 중 일부는 비공유 속성에 대해서 질문하는 학생이 있을 때만 따로 답을 해줄 것이라고 하였다. 비공유 속성을 다루지 않는 이유에 대해 예비교사들은 '목표 개념을 명확히 이해한 학생들에게는 비공유 속성을 다루는 것이 도움이 될 수 있으나 그렇지 않은 학생들에게는 인지적 부담이 가중되고, 오히려 혼란을 주거나 오개념이 발생할 수 있기 때문'이라고 응답하였다.

예비교사H: (비공유 속성은) 굳이 다루지 않고, 넘어갈 것 같아요. 너무 비유를 깊게 다루는 것도 그런 차이점 때문에 오개념 생기는 애들도 있을 것 같고, 그래서 그냥 개념을 확실하게 설명하기 위해서만 비유를 활용할 것 같아요. 차이점을 다루지는 않고….

나머지 3명(B, C, D)은 비공유 속성을 다룰 것이라고 하였는데, 구체적인 방법에 있어서는 차이를 보였다. B는 수업에서 사용한 비유의 한계를 구체적으로 언급하는 것은 학습자에게 부정적인 감정을 심어줄 수 있으므로, 비유가 비공유 속성을 갖는다는 사실만 언급하고, 비공유 속성을 찾아보는 활동은 수업을 마치고 개별적으로 실시해보도록 할 것이라고 하여 비공유 속성을 제한적으로 다루려는 모습을 보였다.

반면, C와 D는 수업에서 비공유 속성을 구체적으로 다룰 것이라고 하였는데, C는 학생들 스스로 비유물과 목표 개념의 비공유 속성을 찾아보는 활동을 계획하였다. D는 수업에서 사용한 비유가 갖는 비공유 속성을 예로 들며 비유물과 목표 개념이 완벽히 일치하지는 않는다는 점을 설명할 것이라고 하였다. 또한, '학생들이 스스로 비공유 속성을 찾아보는 활동이 효과적이지만, 학생들의 수준에 따라 비공유 속성을 다루는 구체적인 방법은 달라질 수 있다'고 응답하였다.

예비교사D: 비유로 모든 것을 설명할 수 없을 수도 있다는 걸 언급을 해주고 '그 예로 이런 속성들이 있는데, 개념은 이런데 비유로는 설명이 되지 않는다'라고 말할 거예요.
면 담 자: 교사가 생각해 본 차이점들을 설명해준다는 건가요?
예비교사D: 네, 그래서 이게(비유가) 완벽한 게 아니라는 걸 언급을 하는 거죠. 그리고 차이점을 직접 찾아보게 하는 것도 좋을 것 같기는 한데, 너무 어린 친구들이면 '아! 얘는 사람이고, 얘는 분자에요.' 이런 식으로 단편적인 걸로 말할까 봐. 그건 애들 수준에 따라 다르게 고려해야 될 것 같아요.

비공유 속성을 공유 속성과 구분하여 명확히 인식하지 못할 경우, 비유물과 목표 개념을 동일시하여 오개념이 유발되는 등 비유의 사용이 오히려 과학 학습을 방해할 수 있다.[42] 반면, 비공유 속성을 올바르게 인식하는 것은 목표 개념에 대한 심화된 이해와 다양한 사고력의 신장으로 이어질 수도 있다.[43,44] 따라서 비유 사용 수업에서는 비공유 속성을 명확히 다루어 목표 개념에 대한 심화된 이해와 파지를 촉진하고, 비유물이 목표 개념을 완벽히 설명할 수 없다는 점을 이해시킬 필요가 있다. 그러나 많은 예비교사가 학습자의 혼란과 인지적 부담, 과학 학습에 대한 부정적인 반응 등을 우려하여 비공유 속성을 다루지 않겠다고 하였는데 이는 비유 사용 수업에서 비공유 속성을 간과했을 때 발생할 수 있는 부정적 측면에 대한 이해가 부족함을 의미한다고 할 수 있다. 따라서 비유 사용 수업에서 비공유 속성을 다루어야 하는 필요성을 강조하여 이에 대한 예비교사들의 이해도를 높일 필요가 있다.

다중 비유의 활용: 이 연구에 참여한 예비교사들 중 5명(D, E, F, G, H)은 다중 비유를 활용하지 않겠다고 계획하였는데, 이들 모두 다중 비유를 활용하는 것에 부정적인 견해를 갖고 있었다. 먼저 D, E, F는 '여러 비유를 사용하면 설명 체계가 많아져서 학생들이 혼란스러워할 것 같다'거나 '비유마다 비공유 속성이 다양하기 때문에 학생들에게 혼란을 줄 수 있다'고 응답하여 다중 비유의 사용이 학생들에게 혼란을 가져와 학습을 방해할 수 있다는 견해를 갖고 있었다.

또한 G와 H는 '한 개의 비유를 제대로 이해시키는 데도 많은 시간이 소요되는데 다중 비유를 활용하려면 시간이 너무 오래 걸린다'거나 '학생들의 이해를 돕기 위해 다른 비유를 제시하려고 해도 학생의 수가 많기 때문에 학생 개인에 맞게 적절한 비유를 제시하기 곤란할 것 같다'고 응답하는 등 교사의 부담이 가중될 것을 우려하여 다중 비유의 활용에 대해 부정적인 견해를 갖고 있었다.

면 담 자: 다중 비유를 사용하지 않을 것이라고 했는데, 그 이유가 무엇인가요?
예비교사G: 학생 수가 적으면, 어떤 부분을 어떻게 이해하고 있는지가 잘 보이잖아요. 소수일 때 비유를 여러 개 쓰면 '이 사람이 이해 못한 부분이 이 부분이니까 이 부분을 잘 설명해주는 비유를 쓰면 되겠다' 이런 느낌이 드는데, 실제 수업은 20명, 30명 이렇게 되잖아요. 30명이 비유를 듣는데 10명이 이해를 못했을 때, 그때 10명에게 각자 다른 비유를 써야 할 수도 있으니까 어려운 것 같아요.

나머지 3명(A, B, C)은 다중 비유를 활용한 수업을 계획하였다. 그런데, A와 B의 경우 단순히 수업의 정리 단계나 수업 종료 후에 수업에서 사용한 비유의 한계를 극복할 수 있는 비유를 학생들이 자발적으로 생성해보도록 할 것이

라고 하여 다중 비유를 활용하기 위한 계획의 구체성과 체계성이 부족하였다.

그러나 C의 경우, 다중 비유를 제시한 후 각각의 비유가 갖는 한계점을 찾아보도록 하고 여러 비유의 장단점을 비교하는 활동을 계획하여 다중 비유의 활용 방식이 체계적이었다. 뿐만 아니라 '다중 비유를 사용함으로써 목표 개념을 완벽히 설명할 수 없다는 비유 자체의 본성을 학생들이 이해할 수 있고, 하나의 비유가 설명하지 못하는 점들도 설명할 수 있다'고 응답하여 다중 비유 자체에 대한 이해도도 높았다.

예비교사C: 만약에 이 비유로 설명할 수 없는 걸 다른 비유로 설명할 수 있는 것처럼 여러 개의 비유가 있을 수 있다는 걸 얘기를 해주면, 비유 각각의 성질이 다르니까. 비유 하나를 맹신하지 않게 될 수도 있고.

면 담 자: 다중 비유는 구체적으로 어떻게 사용하는 건가요?

예비교사C: 비유 하나에 대해서 생각을 해보게 한 다음에 '그럼 이 비유로 생각해보면 어떨 것 같아?' 라고 말하고 …. 그리고 비유가 여러 개 되니까 '이 비유와 이 비유의 차이점이 뭘까?' 이렇게도 얘기해주고, '그럼 비유랑 목표 개념이랑도 차이가 있지 않을까?' 이렇게 얘기해주고….

과학 수업에서 다중 비유의 활용은 여러 장점이 있지만 예비교사들이 우려한 바와 같이 일부 학생들에게는 인지적 부담이나 혼란을 가져올 수도 있다.[45] 그러나 예비교사들이 다중 비유의 긍정적 측면과 부정적 측면을 고르게 인식하지 못하고 부정적인 측면만을 인식하여 다중 비유를 활용하지 않을 것이라고 한 것은 바람직한 결과라고 보기 어렵다. 또한, 다중 비유를 활용하려 했던 예비교사들도 구체적인 방법 측면에서는 체계성이 부족하였다. 따라서 예비교사 교육을 통해 다중 비유의 필요성과 다중 비유가 갖는 장점을 안내할 필요가 있다. 또한 다중 비유를 실제 수업에 적용해보는 수업 시연이나 수업 사례 분석 등을 통해 다중 비유를 효과적으로 활용할 수 있는 구체적인 방법을 교육할 필요도 있다.

지원 자원

비유를 단순히 구두로 설명할 것이라고 한 G를 제외한 7명은 비유물이 표현하고 있는 상황을 설명하기 위해 그림이나 사진, 영상을 활용할 뿐만 아니라 상황을 직접 시연하려는 모습도 보였다. 즉, 대부분의 예비교사가 자신이 제시한 비유에 대한 학생들의 이해를 돕기 위해 다양한 자원을 활용하여 지원 자원의 측면에서 긍정적인 모습을 보였다.

물질의 세 가지 상태를 표현하기 위해 각각 나무 블록 쌓기 장난감(젠가)과 꽃가루를 입자에 대응한 비유를 선정한 B와 F는 비유물이 표현하고 있는 상황을 직접 시연할 것이라고 하였고, 이 방법이 '비유물의 상황에 대한 학생들의 이해를 높일 수 있다'고 응답하였다. 특히, B는 나무 블록 쌓기 장난감에 대한 학생들의 경험을 이끌어 내기 위한 방법을 고민하였고, '학생들이 직접 나무 블록 쌓기 장난감을 조작하도록 하면 가장 좋을 것 같다'는 의견을 제시하여 물리적 비유를 수업에서 활용하려는 모습도 보였다.

예비교사B: 앞에서 제가 젠가를 해보면서 '얘들아, 이거 해본 적 있니?' 라고 질문을 하고, 이제 하나씩 빼는 거죠. '하나씩 빼면 이게 액체로 바뀐다!' 이렇게 하면서 설명을 하는 거죠. …(중략)… 애들은 장난감의 이름보다는 모양에 더 익숙하니까 '젠가' 라는 이름은 몰라도 한 번씩은 다 본 적은 있어서 (장난감의 이름은 몰라도 이해를) 할 수 있을 것 같아요. 아이들이 다 직접 해보면서 수업을 하면 가장 좋을 것 같긴 해요.

공연장의 객석에 앉아 있는 사람들을 입자에 대응한 비유를 선정한 D는 객석을 비추는 공연장의 영상을 보여줄 것이라고 하였는데, D는 '영상을 통해 학생들의 몰입과 흥미를 높일 수 있을 뿐 아니라 학생들의 경험 유무나 각자가 가진 경험의 차이로 인해 나타나는 개인차를 줄일 수 있다'고 응답하였다.

또한 A, C, E, H는 그림이나 사진을 활용할 것이라고 하였는데, C는 '학생들이 각자 비유물에 대해 갖는 생각이 다를 수 있으므로, 의도한 상황을 명확히 전달하기 위해 그림을 활용할 것'이라고 응답하였다. 즉, D와 마찬가지로 학생들이 비유물의 상황을 각자 다르게 이해하는 것을 방지하기 위하여 그림을 활용하고자 하였다.

예비교사C: 사람들이 창고 안에 빽빽하게 서있는 모습을 그림으로 보여줄 거예요. 똑같은 창고의 모습이라도 애들이 다르게 생각할 수 있잖아요. 창고에 20명이 빽빽하게 이렇게 서있다고 생각할 수도 있고, 사람들끼리 뭉개져 가지고 서있다고 생각할 수도 있고…. 각자가 생각하는 게 다를 수 있으니까 그걸 그림으로 그렇게 보여주는 거죠. '이런 상황이다.' 라고 이해할 수 있게….

일반적으로 일상의 경험에서 유래한 구체적인 비유가 학습에 효과적인 것으로 알려져 있다.[27] 그러나 비유물이 일상의 구체적인 경험에서 유래한 것이라도 교사와 학생이 혹은 학생 개인에 따라 서로 다른 경험을 떠올릴 수 있기 때문에 학생들이 교사의 의도대로 상황을 이해하지 못할 수 있다. 따라서 비유를 사용할 때 교사는 학생들의 체화된(embodied) 경험에 초점을 맞출 필요가 있다.[46] 즉, C

와 D가 영상이나 그림과 같은 구체적인 표상을 활용하여 학생들의 간접 경험을 유도하고 자신의 의도와 다르게 상황을 이해하는 것을 방지하려고 한 것이나 B가 시연을 통해 학생들의 구체적인 경험을 이끌어내려고 한 것은 교사가 학생들의 체화된 경험에 초점을 맞추어야 한다는 맥락에서 긍정적인 결과라고 할 수 있다.

한편 C, E와 같이 그림을 활용할 것이라고 한 H는 온도에 따라 사람들 사이의 거리가 달라지는 모습으로 물질의 세 가지 상태를 표현할 것이라고 하였는데, '학생들이 그림을 통해서도 상황을 이해하지 못할 경우 일부 학생들이 직접 상황을 재연해 보도록 하겠다'고 응답하여 학생들의 수준에 따라 다양한 지원 자원을 활용하려는 모습을 보였다. 즉, H는 상황에 따라서 학생들의 적극적인 참여를 유발하여 비유 사용 수업의 효과를 높일 수 있는 역할놀이 비유도[6,47] 활용할 수 있다고 하여 학생들의 이해를 돕기 위해 활용할 수 있는 다양한 지원 자원에 대한 이해도가 높았다.

예비교사H: 학생들이 잘 이해를 못하는 것 같으면 몇 명을 앞으로 나오라고 해서 직접 해보라고 해요. 세 명 꼭 붙어있게 하고 히터 틀어놓고 '너희 계속 붙어있을 거야 아니면 흩어질 거야?' 이렇게.

면 담 자: 원래는 그냥 그림을 보여주는 건데 학생들에게 시켜본다는 건가요?

예비교사H: 네, 그림을 보여줬다가 애들이 어려워하면 나오라고 해서 시키려고요. 아무래도 직접 느끼는 게 효과적이니까.

결론 및 제언

이 연구에서는 예비과학교사가 계획한 비유 사용 수업을 분석하였다. 분석 결과, 대부분의 예비교사가 비유를 수업의 도입 단계나 전개 단계에서 사용하겠다고 계획하였고, 비유물을 목표 개념보다 먼저 제시할 것이라고 하였다. 또한, 대부분의 예비교사가 수업 계획에 학생 활동을 포함하지 않거나 제한적으로 포함하여 학생의 활동도에 대한 고려 수준이 높지 않았다. 많은 예비교사가 비유 사용 수업에서 평가의 필요성을 인식하지 못하는 것으로 나타났고, 평가를 계획한 예비교사들도 목표 개념에 대한 이해도만을 평가하는 데 그쳤다. 대부분의 예비교사가 대응 명료화 전략을 계획하였으나, 이를 교사 중심으로 진행할 것이라고 하였다. 또한, 예비교사들은 학생들에게 혼란을 줄 수 있다는 이유로 비공유 속성과 다중 비유를 활용하는 것에 대해 부정적인 견해를 갖고 있었다. 대부분의 예비교사가 자신이 제시한 비유물에 대한 학생들의 이해를 돕기 위해 그림, 사진, 영상 등 다양한 자원을 활용하였다.

이 연구에서 밝힌 비유 사용 수업에 대한 예비교사들의 잘못된 인식과 예비교사들이 계획한 비유 사용 수업의 문제점 등은 예비과학교사의 전문성 향상을 위한 구체적인 교육 방안을 마련하는 기초 자료로 활용될 수 있다. 연구 결과를 토대로 향후 예비교사 교육의 방향 설정을 위한 시사점을 몇 가지 제안할 수 있다.

우선, 학습한 교수 전략을 수업 계획이나 시연 등을 통해 직접 실천해볼 수 있는 기회를 충분히 제공할 필요가 있다. 대부분의 예비교사가 대응 명료화 활동을 계획하였으나 이를 교사 중심으로 계획하였고, 부연의 수준이 높지 않았던 것과 같은 결과는 비유 사용 수업의 구체적인 전략을 예비교사들이 피상적으로 이해하고 있었음을 의미한다. 따라서 교수 설계의 실천적 기회를 제공하여 비유 사용 수업에 대한 심층적 이해를 도모할 필요가 있다. 또한, 예비교사들의 교수 설계에는 학습자로서의 경험이 적지 않은 영향을 미치는데, 많은 예비교사들이 체계적이지 않은 교사 중심의 비유 사용 수업만을 경험하여 학생 중심의 비유 사용 수업을 구현하기 어려웠을 수 있다. 따라서 체계적인 전략이 구현된 비유 사용 수업의 사례를 분석하는 활동과 같이 학생 중심의 비유 사용 수업에 대한 직간접적인 경험을 제공할 필요도 있다. 마지막으로 학생들의 목표 개념에 대한 이해도를 파악하려고 하였으나 이를 바탕으로 한 피드백을 고려하지 않은 점, 비공유 속성이나 다중 비유가 학생들에게 혼란을 가져올 것을 우려하고 학생들의 사고 과정을 통제하려고 한 점 등은 예비교사들이 계획한 비유 사용 수업에서 드러난 문제점들이 구성주의적 교수학습관에 대한 예비교사들의 이해 부족과 깊은 관련이 있음을 시사한다. 따라서 비유 사용 수업에 대한 전문성을 향상시키기 위한 노력과 함께 구성주의적 교수학습관을 함양하기 위한 꾸준한 노력도 필요하다.

한편, 이 연구는 예비교사들의 비유 사용 수업 계획에서 나타나는 특징을 조사한 기초 연구로 비유 사용 수업에 대한 예비교사들의 전문성을 더욱 심층적으로 조사하고 이를 향상시키기 위한 다양한 후속 연구가 필요하다. 먼저, 이 연구에서는 비유 사용 수업의 전반에서 나타나는 특징을 조사하였으나 비공유 속성이나 다중 비유의 활용과 같이 비유 사용 수업의 구체적인 맥락들은 독립적인 하나의 연구 주제로 발전할 수 있으므로, 각각에 대한 교사들의 인식과 전문성 또한 심층적으로 조사할 필요가 있다. 또한 비유 사용 수업의 구체적인 전략 개발을 위한 연구도 꾸준히 이루어질 필요가 있다. 예를 들어, 목표 개념을 먼저 도입하는 것과 비유물을 먼저 제시하는 것 중 어느 것이 더욱 효과적인지는 논의하기 어려운 상황이므로, 비유 사용 수업에서 학생들의 학습 과정에 대한 심층적인 연구를 바탕으로 구체적인 수업 전략을 개발할 필요가 있다.

Acknowledgments. This work was supported by the National Research Foundation of Korea Grant funded by the Korean Government (NRF-2015R1D1A1A01058607).

REFERENCES

1. Duit, R. *Science Education* **1991**, *75*, 649.
2. Orgill, M.; Bodner, G. *Chemistry Education Research and Practice* **2004**, *5*, 15.
3. Dagher, Z. R. *Journal of Research in Science Teaching* **1995**, *32*, 259.
4. Noh, T.; Kwon, H. *Journal of the Korean Association for Science Education* **1999**, *19*, 665.
5. Lawson, A. E.; Baker, W. P.; Didonato, L.; Verdi, M. P.; Johnson, M. A. *Journal of Research in Science Teaching* **1993**, *30*, 1073.
6. Aubusson, P. J.; Fogwill, S. In *Metaphor and analogy in science education*; Aubusson, P. J.; Harrison, A. G.; Ritchie, S. M., Eds.; Springer: Dordrecht, NL, 2006; p 93.
7. Harrison, A. G.; de Jong, O. *Journal of Research in Science Teaching* **2005**, *42*, 1135.
8. Treagust, D. F.; Harrison, A. G.; Venville, G. J. *Journal of Science Teacher Education* **1998**, *9*, 85.
9. 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.
10. 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.
11. Noh, T.; Kwon, H.; Lee, S. *Journal of the Korean Association for Science Education* **1997**, *17*, 323.
12. Thiele, R. B.; Treagust, D. F. *Journal of Research in Science Teaching* **1994**, *31*, 227.
13. Jarman, R. *International Journal of Science Education* **1996**, *18*, 869.
14. Nashon, S. M. *Research in Science Education* **2004**, *34*, 475.
15. Treagust, D. F.; Duit, R.; Joslin, P.; Lindauer, I. *International Journal of Science Education* **1992**, *14*, 413.
16. Ko, S.; Choi, S.; Yeo, S. *Journal of Korean Elementary Science Education* **2007**, *26*, 276.
17. Choi, J. *The Journal of Elementary Education* **2006**, *19*, 477.
18. Kil, Y. *Journal of Research in Curriculum Instruction* **2008**, *12*, 493.
19. Jang, M. *Journal of Korean Elementary Science Education* **2006**, *25*, 191.
20. Park, K. *The Journal of Korean Teacher Education* **2008**, *25*, 379.
21. Yang, C.; Lee, J.; Noh, T. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2014**, *34*, 187.
22. Yang, C.; Song, N.; Kim, M.; Noh, T. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2016**, *36*, 681.
23. van Driel, J. H.; Beijaard, D.; Verloop, N. *Journal of Research in Science Teaching* **2001**, *38*, 137.
24. Aubusson, P. J.; Harrison, A. G.; Ritchie, S. M. *Metaphor and Analogy in Science Education*; Springer: Dordrecht, NL, 2006.
25. Wong, E. D. *Journal of Research in Science Teaching* **1993**, *30*, 367.
26. Oliva, J. M.; Azcárate, P.; Navarrete, A. *International Journal of Science Education* **2007**, *29*, 45.
27. Thiele, R. B.; Treagust, D. F. *Instructional Science* **1994**, *22*, 61.
28. Curtis, R. V.; Reigeluth, C. M. *Instructional Science* **1984**, *13*, 99.
29. Kim, Y. *Journal of the Korean Association for Science Education* **1991**, *11*, 1.
30. Brown, D. E.; Clement, J. *Instructional Science* **1989**, *18*, 237.
31. Clement, J. *Journal of Research in Science Teaching* **1993**, *30*, 1241.
32. Coll, R. K.; France, B.; Taylor, I. *International Journal of Science Education* **2005**, *27*, 183.
33. Dagher, Z. R. *Science Education* **1995**, *79*, 295.
34. Zook, K. B.; Maier, J. M. *Journal of Educational Psychology* **1994**, *86*, 589.
35. Friede, A. W.; Gabel, D. L.; Samuel, J. *School Science and Mathematics* **1990**, *90*, 674.
36. Rule, A. C.; Furletti, C. *School Science and Mathematics* **2004**, *104*, 155.
37. Zook, K. B. *Educational Psychology Review* **1991**, *3*, 41.
38. Spiro, R. J.; Feltovitch, P. J.; Coulson, R. L.; Anderson, D. K. In *Similarity and Analogical Reasoning*; Vosniadou, S.; Ortony, A., Eds.; Cambridge University Press: Cambridge, UK, 1989; p 498.
39. Chiu, M. H.; Lin, J. W. *Journal of Research in Science Teaching* **2005**, *42*, 429.
40. Noh, T.; Kim, C.; Kwon, H. *Journal of the Korean Association for* Science Education **1999**, *19*, 107.
41. Else, M. J.; Clement, J.; Rea-Ramirez, M. A. In *Model Based Learning and Instruction in Science*; Clement, J. J.; Rea-Ramirez, M. A., Eds.; Springer: Dordrecht, NL, 2008; p 215.
42. Kim, Y.; Noh, T. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2015**, *35*, 1063.
43. Choi, S. Y.; Lee, E. J.; Kang, H. K. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2006**, *26*, 167.
44. Nottis, K. E. K.; McFarland, J. *Electronic Journal of Science Education* **2001**, 5.
45. Harrison, A. G.; Treagust, D. In *Metaphor and Analogy in Science Education*; Aubusson, P. J.; Harrison, A. G.; Ritchie, S. M., Eds.; Springer: Dordrecht, NL, 2006; p 11.
46. Niebert, K.; Marsch, S.; Treagust, D. F. *Science Education* **2012**, *96*, 849.
47. Kim, K.; Yang, C.; Noh, T. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2009**, *29*, 898.