

초등학교 5학년 과학영재와 일반 학생들의 포화 용액 개념에 대한 비유 만들기 과정의 유형과 비유 만들기에 대한 인식

노태희 · 양찬호 · 강훈식[†]
(서울대학교) · (춘천교육대학교)[†]

The Types of Analogy Generation Processes and the Perceptions of Analogy Generation on Saturated Solution of Fifth Grade Scientifically-gifted and General Elementary Students

Noh, Taehee · Yang, Chanho · Kang, Hunsik[†]

(Seoul National University) · (Chuncheon National University of Education)[†]

ABSTRACT

In this study, we investigated and compared the types of analogy generation processes and the perceptions of analogy generation on saturated solution of fifth grade scientifically-gifted and general elementary students. After the instruction of self-generating analogies on 'saturated solution' concept for two classes, 12 scientifically-gifted and 8 general elementary students were interviewed to explore their analogy generation processes and the perceptions of the abilities required in the processes, the conditions of good analogies, and the advantages/disadvantages of analogy generation. The results revealed that their analogy generation processes were classified into three types. The scientifically-gifted students generated the analogies in more systematic and efficient ways and had better understanding of the important parts in the processes than the general elementary students. They also suggested more concrete and various ideas about the conditions of good analogies. Many scientifically-gifted and general elementary students thought that analogy generation would have positive influences on the developments of the cognitive aspects such as various higher-level thinking abilities and understanding of science concepts as well as the affective aspects such as science learning motivation and interest. Educational implications of these findings are discussed.

Key words : analogy generation, scientifically-gifted, elementary science education, perception

I. 서론

과학영재 학생들은 또래 일반 학생들보다 논리적 사고력이나 과학 창의적 문제 해결력 등과 같은 인지적 능력이 우수하고, 호기심, 모험심, 독립성이 강하며, 보다 개방적이고 상상력이 풍부한 것으로 알려져 있다(김홍원 등, 2003; 박민정과 전동렬, 2008). 따라서 과학영재 학생들을 대상으로 하는 교육 프

로그램은 일반 학생들을 대상으로 하는 교육 프로그램과는 차별화될 필요가 있다(박경희와 서혜애, 2005). 그러나 현재까지 과학영재 학생들의 특성에 적합한 교육 프로그램이나 교수-학습 전략 및 자료들과 과학영재 담당 교사의 과학영재 교육과 관련된 전문적인 지식은 부족한 실정이다(신미영 등, 2005; 이봉우 등, 2008).

이 논문은 2008년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임(KRF-2008-332-B00383)

2010.4.1(접수), 2010.5.5(1심 통과), 2010.5.26(2심 통과), 2010.5.28(최종 통과)

E-mail: kanghs@cnue.ac.kr(강훈식)

이로 인해 현재의 많은 과학영재 수업이 과학영재 학생들의 다양한 인지적·정의적 특성을 고려하는 것보다는 선행 학습의 측면에 치우쳐서 운영되는 경향이 있다. 또한, 일반적인 학교 과학 수업에서 쉽게 접하거나 활용하기 어려운 새로운 기구나 소재 등을 활용한 실험이나 흥미 위주의 실험이 활용되는 경우도 많다(박지영 등, 2005; 서혜애와 이운호, 2003). 이러한 수업들도 과학영재 교육에서 충분히 의미 있고 고려해야 하나, 이런 수업에 지나치게 편중되어 있는 것은 개선될 필요가 있다. 한편, 과학영재 학생들의 다양한 특성을 고려한 수업을 진행하는 경우에도 관련 전문성이 부족한 교사들이 학생들의 다양한 요구에 적합한 피드백을 제공하지 못하는 경우도 많다(이봉우 등, 2008). 이는 과학영재 교육의 질뿐만 아니라 담당 교사들의 과학영재 교육에 대한 실행 의지를 감소시키는 결과를 초래할 수 있으므로, 이를 개선하기 위한 노력이 필요하다. 특히 교사들의 전문적인 지식은 단기간에 향상될 수 있는 것이 아니라 꾸준한 교육을 통해 향상될 수 있으므로, 기초적인 지식만을 지닌 교사들도 효과적으로 활용할 수 있는 교수-학습 전략과 이에 기초한 교수-학습 자료들을 개발하여 보급하는 일은 매우 중요하다고 할 수 있다.

이를 위한 교수-학습 전략 중 하나로 학생들 스스로 목표 개념을 설명할 수 있는 비유물을 직접 만들어보는 비유 만들기 활동이 제안되었다(노태희 등, 2009). 학생들은 스스로 비유물을 만들어 목표 개념과의 유사점과 차이점을 대응시키는 과정을 통해 자신의 사전 경험이나 지식을 새로운 목표 개념과 관련지어 생각할 수 있다(Pittman, 1999; Wong, 1993). 또한 이를 통해 자신의 기존 지식과 경험을 확인할 뿐만 아니라 새로 학습한 내용을 기존의 인지 구조에 통합시켜 새로운 인지 구조를 구성하는데 많은 도움을 받을 수 있다(Finke *et al.*, 1992). 실제로, 비유 만들기 활동은 학생들의 개념 이해와 파지에 도움이 되는 것으로 보고되고 있다(김동렬, 2008; Spier-Dance *et al.*, 2005). 비유 만들기 활동은 창의적 사고와 과학적 탐구 기술, 과학 내용 등의 측면을 종합적으로 포함하고 있으므로(권혁순, 2000; Lin *et al.*, 1996), 학생들의 창의력, 비판적 사고력, 문제 해결력 및 학습 동기나 흥미 등을 신장시키는데 효과적일 가능성도 주장되고 있다(김경순 등, 2008; 최선영 등, 2006; Glynn, 1996; Middleton, 1991; Nottis &

McFarland, 2001).

이런 장점에도 불구하고 비유 만들기와 관련된 일부 선행 연구들은 주로 특정 개념에 대해 중등 학생들이 만든 비유의 유형을 분류(권혁순 등, 2003; 김경순 등, 2008; BouJaoude & Tamim, 2000)하거나 비유 만들기 활동을 적용한 수업의 효과를 조사(김경순 등, 2006; 김동렬, 2008; Glynn, 1996)하는 연구에 한정되어 있다. 특히 초, 중등 과학영재 교육이나 초등 과학교육에 적용한 경우는 매우 부족하다(노태희 등, 2009; 최선영 등, 2006). 이로 인해, 학생들이 만든 비유의 특성이나 비유 만들기 활동의 효과 측면에서의 정보는 얻을 수 있었지만, 학생들이 비유를 만드는 과정과 이 과정에서 겪는 어려움이나 필요한 능력 및 장단점에 대한 인식 등과 관련된 구체적이고 실증적인 정보는 매우 부족한 실정이다. 이와 관련된 선행 연구가 일부 이루어졌으나(김유정 등, 2009; Mason, 1995; Wong, 1993), 이 연구들에서는 단지 일반 학생들이 비유를 만드는 과정에서 초점을 둔 측면과 이를 통해 개념을 구성하는 과정(Mason, 1995; Wong, 1993)이나 리커트 척도의 설문 방법을 통해 비유 만들기 과정에서의 어려움이나 장점에 대한 인식을 단편적으로 조사하여 제시(김유정 등, 2009)하는 수준에 머물렀다.

학생들이 비유를 만드는 과정의 구체적인 유형과 비유 만들기 과정에서 겪는 어려움이나 필요한 능력 및 장단점에 대한 인식 등과 관련된 구체적이고 심층적인 정보들은 초, 중등 과학교육이나 과학영재 교육에서 비유 만들기 활동을 효과적으로 활용하는 방법을 모색하는데 매우 유용할 수 있다. 예를 들어, 일반 학생들을 대상으로 개발된 비유 만들기 활용 수업 모형을 과학영재 학생들을 대상으로 하는 수업에서 활용할 때, 모형의 각 단계에서 어떤 단계를 수정하고 보완해야 하는지 또는 어떤 단계를 강조, 추가, 삭제해야 하는지 등과 같이 과학영재의 특성에 적합한 비유 만들기 활용 전략을 개발하는데 실질적이고 구체적인 시사점을 제공할 수 있을 것이다. 따라서 초등 과학영재 교육에서 비유 만들기 활동의 효과적인 활용 방안을 모색하기 위해서는 초등 과학영재 및 일반 학생들이 비유를 만드는 과정과 이에 대한 인식을 체계적이고 심층적으로 분석할 필요가 있다.

이에 이 연구에서는 초등학교 5학년 과학영재와 일반 학생들의 비유 만들기 과정의 유형과 비유 만

들기에 대한 인식(좋은 비유의 조건, 비유 만들기 과정에서 겪는 어려움과 필요한 능력, 비유 만들기 활동의 장단점에 대한 인식 등)을 면담 방법을 활용하여 조사, 비교했다.

II. 연구 내용 및 방법

1. 연구 대상

서울특별시 지역교육청의 3개 과학영재 교육원과 경기도 소재 1개 종합대학의 과학영재 교육원에 소속된 5학년 학생들과 서울특별시 소재 3개 초등학교의 5학년 3개 학급 학생들을 대상으로 ‘포화 용액’ 개념에 대한 비유 만들기 수업을 진행했다. 그 후, 학생들의 비유 만들기 활동지를 분석하여 하나 이상의 비유를 글이나 그림을 사용하여 만들고, 이에 대해 구체적으로 설명한 학생들을 선별했다. 이 학생들 중에서 면담에 동의한 과학영재¹⁾ 12명(A~L), 일반 학생²⁾ 8명(a~h)을 최종 연구 대상으로 선정했다.

과학영재 학생들의 선발 과정을 자세히 살펴보면, 서울특별시 지역교육청의 과학영재 교육원의 경우 1차 선발은 학교장 추천, 2차 선발은 한국교육개발원에서 개발한 영재성 검사, 최종 선발은 과학 창의적 문제 해결 검사를 통해 이루어진다. 경기도 소재 종합대학의 과학영재 교육원의 경우에는 1차 선발은 전국규모시험 출제 경험이 있는 교사가 출제한 시험, 2차 선발은 자체적으로 개발한 과학 창의성 검사, 최종 선발은 과학 창의성 검사 성적과 학교생활기록부, 자기소개서, 교사 추천서 등을 심사하여 이루어진다. 연구 대상 일반 학생들은 담임 교사에게 과학영재 교육원에 속해 있지 않는 학생들 중에서 과학 성적과 태도를 고려하여 골고루 추천해 줄 것을 요구하여 추천받은 학생들이었다.

2. 자료 수집 방법

선행 연구(노태희 등, 2009)를 참고하여 과학영재 및 일반 학생들에게 포화 용액 개념에 대한 비유 만들기 수업을 총 2차시 동안 실시했다. 1차시에는 포화 용액 개념에 대한 실험을 30분 동안 실시한 후,

비유 만들기 활동에 대한 오리엔테이션을 10분 동안 실시했다. 이때 포화 용액 개념은 “특정 온도에서 일정한 양의 물에 소금을 계속 넣으면서 저으면 어느 순간부터는 소금이 물에 더 이상 녹지 않고 바닥에 가라앉는데, 그 이유는 물에 녹을 수 있는 소금의 양이 정해져 있기 때문이다.”와 같이 초등학교 5학년 학생들이 이해할 수 있는 수준으로 제시했다. 실험은 서로 다른 양의 물에 소금을 최대한 녹인 후 그 질량을 측정하여 물의 양에 따라 소금이 녹는 양을 조사하도록 함으로써, 일정량의 용매에 녹을 수 있는 용질의 양이 일정하다는 포화 용액의 개념을 직접 경험하도록 했다. 오리엔테이션에서는 초등학교 과학 교과서에서 ‘지층이 쌓이는 순서’를 설명하기 위해 사용된 ‘샌드위치 비유’를 활용하여 학생들에게 과학에서 사용되는 비유의 정의에 대해 설명했다. 또한 하나의 개념을 설명하기 위해 여러 개의 비유가 사용될 수 있음과 목표물과 비유물에는 유사점(공유 속성)과 차이점(비공유 속성)이 모두 있음을 예를 들어 설명했다. 2차시에는 비유 만들기 활동을 실시했다. 즉, 1차시에서 학생들이 찾아낸 규칙성에 대해 교사가 용매와 용질, 포화 용액과 불포화 용액 등의 용어를 도입하여 설명한 후(10분), 학생들은 목표 개념을 설명할 수 있는 비유를 가능한 많이 만들고, 그 중 가장 좋은 비유라고 생각하는 비유를 한 가지 선택하여 비유물과 목표물의 속성들을 대응시키는 활동(40분)을 수행했다. 이때, 학생들에게는 비유 상황을 글이나 그림을 사용하여 가능한 자세하게 표현해야 한다는 점을 강조했고, 다른 학생들과 상의하지 않도록 지도했다.

비유 만들기 활동이 끝난 후, 선정된 학생들을 대상으로 학생당 20~30분 동안 개별 면담을 실시했다. 면담 시나리오는 학생들이 자신의 사전 지식이나 경험 등을 바탕으로 비유를 만드는 과정과 이 과정에서 필요한 능력 및 좋은 비유의 조건, 비유 만들기 활동의 장단점 등에 기초하여 작성했다. 면담 질문의 타당성과 면담 진행 과정을 점검하고 면담자들의 면담 기술을 훈련하기 위해 본 면담을 실시하기 전에 서울특별시 지역교육청 과학영재 교육원 중 한 곳에 소속된 학생들을 대상으로 예비 면담을 실시했다. 예비 면담 과정을 녹음하고 그 내용을 전

1) 과학영재 교육원에 소속된 학생들이 실제로 과학영재인지에 대해서는 단언할 수 없으나, 적어도 여러 단계의 선발 과정을 거쳐 선발된 과학영재 교육 대상자이므로, 이 연구에서는 이 학생들을 ‘과학영재’로 칭한다.
2) 이 연구에서는 과학영재 교육 기관에 소속되지 않은 학생들을 ‘일반 학생’으로 칭한다.

표 1. 최종 면담 시나리오

질문 항목	질문 내용
비유 만들기 과정	어떤 과정을 통해 비유를 만들었는가?
	어떤 과정이 가장 중요하다고 생각하는가?
	어떤 점에 초점을 두고 비유를 만들었는가?
만든 비유에 대한 평가	여러 개의 비유 중 그 비유를 선택한 이유는 무엇인가?
	좋은 비유를 만들었다고 생각하는가?
비유 만들기에서 필요한 능력	직접 비유를 만드는 활동이 어려웠는가?
	좋은 비유를 만들기 위해서는 어떤 능력이 필요하다고 생각하는가?
비유 만들기 활동의 장단점	직접 비유를 만드는 활동의 좋은 점이 무엇이라고 생각하는가?
	직접 비유를 만드는 활동의 좋지 않은 점이 무엇이라고 생각하는가?

사하여 결과를 분석한 후, 모든 연구자와 과학교육 전문가 2인의 논의를 통해 예비 면담 시나리오를 수정·보완하여 최종 면담 시나리오를 확정했다(표 1). 학생들의 생각을 심층적으로 조사하고 체계적으로 유형화하기 위해, 본 면담은 체계성 없이 제시된 초기 답변에 대해 더 알고 싶은 내용에 대한 질문들을 구성하여 자료를 보충해 나가는 방식으로 면담 대상자의 견해를 통합적으로 유형화시키는 원인 연쇄 분석법을 참고하여 반구조화된 면담(이용숙, 김영천, 1998)으로 실시했다. 즉, 면담자는 학생들에게 면담 시나리오의 각 질문에 대해 개방형 질문을 한 후, 학생들이 자신이 만든 비유를 보면서 각 질문에 대한 본인의 생각을 자유롭게 말하고, 그렇게 말한 이유를 면담자가 명확히 이해할 때까지 자세히 설명하도록 했다. 또한 학생들의 응답이 구체적이지 않은 경우 연속적으로 재질문하는 방식으로 면담을 진행했다. 면담자는 면담 과정을 모두 녹음했고, 면담 과정에서 나타난 연구 외적인 상황이나 연구 참여자의 특이한 행동 및 특징 등을 관찰 노트에 작성했다.

3. 자료 분석 방법

녹음된 자료 및 관찰 노트를 바탕으로 전사본을 작성했으며, 전사본을 반복적으로 분석하여 과학영재 학생들과 일반 학생들의 응답 유형을 범주화한 후, 이를 비교했다. 즉, 전사본을 바탕으로 초등 과

학영재 학생들과 일반 학생들의 비유 만들기 과정의 유형을 분류하고, 그 특징을 비교했다. 또한 좋은 비유의 조건과 좋은 비유를 만들기 위해 필요한 능력 및 비유 만들기 활동의 장단점에 대한 인식을 비교했다. 연구 결과의 타당도와 신뢰도를 높이기 위해, 수집된 자료들은 연구자들이 공동으로 분석하고 해석했으며, 이에 대해 과학교육 전문가 3인 및 과학교사 2인과 수차례 논의하여 수정·보완했다. 분석 결과는 의미 있는 특징들을 분류한 후 특징별로 사례와 응답 빈도를 제시하면서 자세히 서술했는데, 비유 만들기 활동에 대한 인식의 경우에는 중복 응답을 포함한 응답 빈도를 제시했다.

III. 연구 결과 및 논의

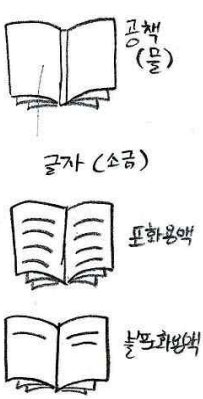
1. 비유 만들기 과정의 유형

초등 과학영재와 일반 학생들이 거치는 비유 만들기 과정은 크게 3가지의 유형으로 분류할 수 있었다. 첫 번째 유형은 목표 개념에 대해 먼저 생각하고 그에 맞는 비유 소재를 떠올린 후, 목표 개념과 비유 소재 간의 유사점을 찾아 대응시킨 뒤에 글이나 그림으로 비유를 표현하는 경우이다. 면담 학생들 중 많은 학생들(과학영재 6명, 일반 6명)이 이런 과정을 거치는 것으로 나타났으며, 일반 학생들의 경우에는 목표 개념을 생각하는 과정과 비유 소재를 떠올리는 과정의 순서가 바뀌는 경우(2명)도 있었다. 이는 첫 번째 유형을 보인 학생들이 목표물과 비유물의 유사성에 기초하는 비유의 근본적인 특성(Duit et al., 2001; Orgill & Bodner, 2006)을 고려하여 비유를 만든 것으로 보인다. 즉, 목표 개념과 유사한 비유 상황을 찾아 그 유사성을 대응시키는 과정에 중점을 두고 비유를 만들었다고 해석할 수 있다.

(과학영재 학생 A와의 면담 중에서)

면담자 : 비유 만드는 과정 한번 정리해 줄래요?

학생 A : 우선 처음에는요, 포화 용액과 불포화 용액이 어떤 특징을 가지고 있나 생각해서 그거와 비슷한 특징을 가지고 있는 걸 생각해 보았고, 그것에서 비슷한 점을 찾아보니깐, ... (중략) ... 환경요인에 따라 변하기도 하고, 그러니까 그 내용을 담을 수 있는 책을 생각하다 보니까 공책을 생각했는데, 공책은 어느 정도 딱 다 쓰면 더 이상 찰 수 없으니까 내용이 가득 찬 공



안약액이 물보다 글자가 조금 더가면 포화용액은 내용(글자)은 가득찬채라하고 불포화용액은 내용이 가득 차지 않은 채가 같다. 포화용액은 내용이 가득 차서기 때문에 더 많은 내용을 담을수 없고 불포화 용액은 내용이 가득 차지 않았기 때문에 더 많은 내용을 담을수 있다

그림 1. 과학영재 학생 A가 만든 비유의 예(공책 비유)

책은 포화 용액이 비유했고, 아직 다 쓰지 않은 공책, 텅 비어 있을 수도 있는 공책은 불포화 용액에 비유했어요.

면담자 : 개념 생각했었고 왜 책으로 비유히까 생각했었고, 이걸로 비유를 만들겠다고 생각한 다음은요?

학생 A : 그 다음에는 4개를 다 그림으로 설명했었으니까 그림을 우선 그리고 설명했죠.

(일반 학생 a와의 면담 중에서)

학생 a : 그냥 거름종이가, 실험을 하다 보면 거름종이를 많이 쓰잖아요. 그림 거기에서 볼 수 있는 게 물을 흡수하는 거니까 그래서 그걸 했어요.

면담자 : 거름종이가 물을 흡수하는 것 같다는 생각을 하고 난 다음에는?

학생 a : 거름종이가 언제나 물을 다 흡수할 수는 없잖아요. 그걸로 봐서 다 흡수할 수 없으니까 거름종이도 어느 곳에서 한계가 있다고 생각해서 그걸 포화 용액이랑 불포화 용액에 비유히 봤어요.

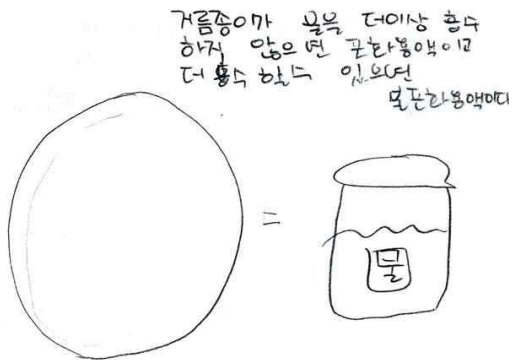


그림 2. 일반 학생 a가 만든 비유의 예(거름종이 비유)

면담자 : 그 다음에 그림 글 쓰고, 그림 그리고 한 거예요? 학생 a : 네.

면담자 : 비유를 만들 때 포화 용액 개념은 떠올리지 않았어요?

학생 a : 아니, 떠올렸어요. 이 거름종이에 대해서 할 때 뭐가 용매고 용질인지 생각하면서 어떤 경우가 포화 용액인지, 어떤 경우가 불포화 용액인지 생각했어요.

면담자 : 그림 거름종이를 먼저 떠올린 거예요. 아님 포화 용액을 먼저 떠올린 거예요?

학생 a : 거름종이의 특징을 생각하고 난 다음에 포화 용액과 불포화 용액이란 어떤 비슷한 점이 있는 지를 봤어요. 거름종이가 물을 스며들어서 한계가 있는 것처럼.

두 번째 유형은 첫 번째 유형의 과정뿐만 아니라 목표 개념과 비유물의 차이점을 비교하는 과정을 추가로 거치는 경우이다. 이 유형에는 4명의 과학영재 학생과 2명의 일반 학생이 속하는 것으로 나타났다. 이 유형을 보인 학생들은 목표물과 비유물의 유사점을 대응시키고 차이점을 대응시킨 후에 글 또는 그림으로 표현하거나, 유사점을 대응시켜 글 또는 그림으로 표현한 후에 차이점을 대응시키는 경향이 있었다. 또한 두 경우 모두 자신이 만든 비유의 적절성을 검토하기 위한 방법으로써 목표 개념과 비유물의 차이점을 비교함을 알 수 있었다.

(과학영재 학생 B와의 면담 중에서)

학생 B : 포화 용액에 대해서 공부를 했으니까 포화 용액에 대해서 개념을 잡은 다음에 소재들을 생각했습니다. 비슷한 점을 찾는 과정은 포화 용액과 불포화 용액의 특징을 생각한 다음에 이 특징과 비슷한 두 가지 물체(백혈구와 세균)를

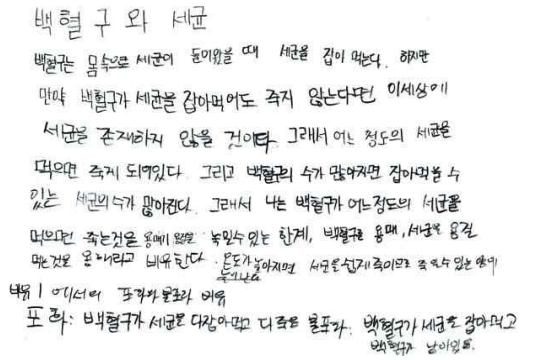


그림 3. 과학영재 학생 B가 만든 비유의 예(백혈구 비유)

글라서 채택했습니다.
 면담자 : 비슷한 점을 비교하고 그 다음에 거친 과정이 있었나요?
 학생 B : 비유를 만들면서 더 많은 생각을 했습니다. 차이점도 생각해 보았고 이것이 안 될 수도 있을 까, 될 수도 있을까 이런 생각도 여러 가지 해 봤습니다.
 면담자 : 차이점을 생각해 보는 건 다 만들고 나서한 건가요? 아니면 만들면서 한 건가요?
 학생 B : 순서상으로는 다 만들고 나서가 아니고 다 만들기 바로 직전에 해서 하면 될 것 같아요.
 면담자 : 비유를 검토하기 위해서 한 건가요?
 학생 B : 네.

(일반 학생 b와의 면담 중에서)
 학생 b : 제일 먼저 생각했죠. 어떻게 만들어야 될까, 많이 생각해 봤는데 핸드폰이랑 부자집이랑 그렇게 많이 생각했어요.
 면담자 : 비유 만들 때 포화 용액의 개념에 대해서 생각해 보지 않았어요? 포화 용액의 내용에 대해서.
 학생 b : 포화 용액 생각했던 거, 개념은 생각은 했는데 도중에 생각한 것이 아니고 제일 처음에. 머릿속에 남아 있어서 설명을 할 수 있었어요.
 면담자 : 포화 용액 개념이랑 핸드폰 비유랑 비슷한 점을 비교하면서 만들었나요?
 학생 b : 네. 아무리 유리막대를 저어도 그걸 녹이려고 해도 녹지 않는 것처럼 이것도 핸드폰 배터리를 없애지게 하려는 데도 없어지지 않는 것 그런 거를 생각했어요.
 면담자 : 비유 만들 때 애당 애가 다른 점도 있겠다 생각 하며 만들었나요?
 학생 b : 만들 때는 이거에만 집중했었는데 그 다음에는 이것도 생각해 봤어요.
 면담자 : 그 다음이라면 다 만들고 나신가요?
 학생 b : 네.

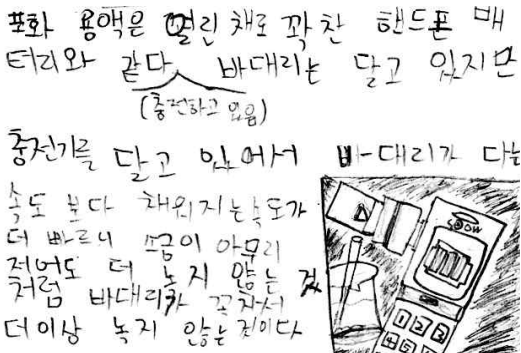


그림 4. 일반 학생 b가 만든 비유의 예(배터리 비유)

면담자 : 그랬더니 어떤 생각이 들었어요?
 학생 b : 재질이랑 다른 것도 있을 수 있으니까 다른 거 쓰는 것은 없나 생각도 했어요.

세 번째 유형은 목표 개념과 관련된 비유 소재를 여러 가지 떠올리고, 떠올린 비유 소재들과 목표 개념의 차이점을 먼저 비교하여 소재의 적절성을 평가함으로써 가장 적합한 비유 소재를 확정된 후, 이것과 목표 개념과의 유사점을 구체적으로 대응시켜 글이나 그림으로 비유를 표현하는 경우이다. 즉, 비유를 통해 목표 개념을 이해하는 과정의 저해 요소로 작용할 수 있는 차이점에 먼저 주목한 경우라 할 수 있다. 2명의 과학영재 학생들이 이 유형을 보였으며, 일반 학생들 중에는 이 유형을 보인 경우가 없었다.

(과학영재 학생 C와의 면담 중에서)
 학생 C : 첫 번째는 비유할 대상을 나열해 놓고 그 다음에 그 중에 실생활에 적용된 거를 몇 개를 고르고 그것이 진짜 우리가 원하는 그거에 대한 설명에 벗어나지 않고 틀에 있는지 그거를 생각하고
 면담자 : 틀에 벗어나지 않는가? 이게 차이점인가요?
 학생 C : 네, 이 사이에서 적당한가 아닌가를 판별할 때 여기에서 차이점을 찾는 거예요.
 면담자 : 그 다음엔?
 학생 C : 그 다음에 공통점을 찾고 그거에 대해서 머릿속에 정리를 해요. 그 다음에 머릿속에 정리를 한 것을 비교하고 적당하다 싶으면 그 다음에 종이에 정리를 하고 다시 읽은 다음에 코멘트 하고 수정하고.
 면담자 : 왜 차이점을 먼저 생각을 했을까?
 학생 C : 먼저 차이점을 생각하지 않고 공통점부터 생각하게 된다면 나중에는 수정하기가 어려워지잖아요.

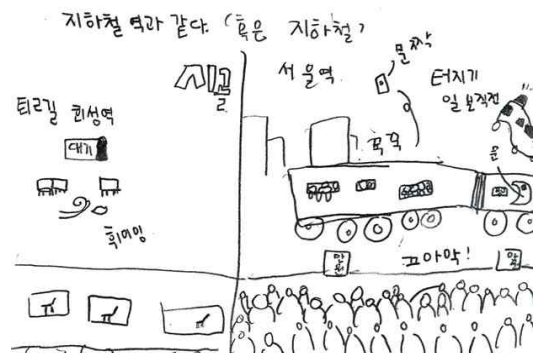


그림 5. 과학영재 학생 C가 만든 비유의 예(지하철 비유)

이 유형을 보인 과학영재 학생들은 목표 개념과 비유물의 유사점보다 차이점을 먼저 생각해 보는 것이 더 도움이 된다고 생각함을 알 수 있다. 그러나 목표 개념과 비유물의 유사점과 차이점 중 어떤 점을 우선적으로 고려하는 것이 비유 만들기의 효과를 향상시키는 지에 대해서는 아직 알려진 바 없으므로, 그 효과성에 대해 판단하기가 어렵다. 그럼에도 이 점은 추후 학생들의 사고 과정에 기초한 비유 만들기 활용 수업 전략을 개발하는데 유용한 정보가 될 수 있으므로, 이에 대해 연구할 필요가 있다.

한편, 비유 만들기 과정 중에서 가장 중요하다고 생각하는 과정에 대한 과학영재와 일반 학생들의 응답에도 차이가 있었다. 즉, 과학영재 학생들은 비유를 만드는 과정에서 자신이 만든 비유를 검토하는 과정(2명)이나 비유 소재를 정하는 과정(2명)이 중요하다고 응답하는 경우가 있었던 반면, 일반 학생들은 대체로 비유를 만들 때 중요한 과정에 대해 제대로 응답하지 못했다.

(과학영재 학생 D와의 면담 중에서)

학생 D : 만약에 검토를 하지 않고 그냥 쓰게 된다면, 문맥도 이어지지 않고, 또, 그 글에 중요한 내용이 들어갈 수 있는데, 그런 글을 연결해 주는.

면담자 : 그렇다면 검토하는 내용이 왜 중요한가요?

학생 D : 일단은 그 문맥에, 예를 들면 관련이 있을 수도 있고, 또 중요한 게 들어갔나, 안 들어갔나, 핵심내용이 들어갔는지, 쓸모없는 것들이 들어갔나 안 들어갔나 하는 것들을 다시 한 번 보기 위해서요. 아무래도 나만 읽는 게 아니고 상대방이 읽는 거니까. 나만을 위한 공부가 아니고, 어떻게 보면 상대를 위한 공부가 될 수도 있으니까요.

(과학영재 학생 E와의 면담 중에서)

면담자 : 왜 소재를 정하는 게 중요하죠?

학생 E : 소재가 지루하면 다른 사람들도 이해하기가 힘들어서요.

면담자 : 다른 사람에게 설명하기 쉬운 소재를 정해야 하는 건가요?

학생 E : 네.

(일반 학생 c와의 면담 중에서)

면담자 : 그 과정 중에 중요한 과정이 있다고 생각해요?

학생 c : 중요한 과정은 없고 생각대로 표현했어요.

면담자 : 달리기 소재를 떠올리던가, 개념을 다시 생각해 본다든가, 비슷한 점을 비교한다든가,

그런 것 중에는 중요하다고 생각되는 과정이 없어요?

학생 c : 만드는 거? 잘 모르겠어요.

이는 일반 학생들보다 과학영재 학생들이 자신이 산출한 아이디어의 질과 적절성을 평가할 수 있는 능력이 더 뛰어나 검토 과정을 더 많이 거치는 경향이 있으므로(Sternberg, 2003), 자신이 만든 비유물을 검토함으로써 비유물을 보다 정교화하려고 한 것으로 생각된다. 또한 자신이 만든 비유를 통해 다른 사람이 목표 개념을 제대로 이해할 수 있는지를 중요하게 생각했기 때문으로 보인다. 반면, 일반 학생들은 과학영재 학생들에 비해 반성적 사고력이 부족하여 자신의 비유 만들기 과정에 대해 반성적으로 사고하는데 어려움을 겪었거나, 그러한 사고과정의 필요성에 대한 인식 자체가 부족했기 때문일 가능성이 있다.

또한 과학영재 학생들은 목표 개념과 비유물의 차이점을 비교하는 과정의 중요성이나 필요성에 대해 잘 인식하고 있었던 반면(9명), 일반 학생들은 그러한 과정 자체를 인식하지 못하거나 중요성이나 필요성을 느끼지 못하는 것으로 나타났다.

(과학영재 학생 A와의 면담 중에서)

학생 A : 이것(차이점을 지적하는 과정)도 필요할 것 같아요. 왜냐하면 너무 비슷한 점에만 신경쓰다 보면 아무래도 생각하는 게 한정적일 수 있고, 그리고 다른 점이 너무 없다면 거의 비유한 주로 비슷한 것만 만들게 되니까 다른 것도 있어야 생각도 더 크고 넓게 하고 창의적인 부분도 더 커질 것 같아요.

면담자 : 비유에 다른 점이 어느 정도는 있어야 되는 건가요?

학생 A : 어느 정도는요. 왜냐하면 다른 사람한테 설명할 때 포화 용액을 설명해야 하잖아요. 너무 포화 용액과 같게 설명을 하다 보면 그냥 포화 용액은 가득 차 있는 거고 불포화 용액은 가득 차 있지 않은 거다, 그거만 설명하게 되니까 우선 자기가 비유한 걸 쉽게 설명해 주고 어느 정도 상대방이 개념을 이해하면 거기에서 차이점을 말해 줘서 더 깊게 이해하게 하는 것도 괜찮을 것 같아요.

(일반 학생 d와의 면담 중에서)

면담자 : 차이점을 생각하는 게 비유 만들기를 할 때 필요한 과정일까요?

학생 d : 조금이요. 비유는 공통된 점을 찾는 건데 차이 점이 그렇게 많이 필요하진 않을 것 같아요.
 면답자 : 꼭 필요하지는 않은 건가요?
 학생 d : 해도 나쁘지는 않고 안 해도 나쁘지 않은 것 같아요.

목표 개념과 학생들이 만든 비유물은 본질적으로 서로 다른 비공유 속성들을 지니고 있으므로, 이런 비공유 속성들을 공유 속성과 구분하여 인식하지 못할 경우, 목표 개념과 비유물을 대응시키는 과정에서 많은 오류를 범함으로써 새로운 오개념이 유발될 수 있다(노태희 등, 2009; Zook & Maier, 1994). 반면, 목표 개념과 비유물의 비공유 속성을 올바르게 인식할 경우, 목표 개념에 대한 이해가 보다 심화될 뿐만 아니라, 비공유 속성들을 찾아내는 과정에서 목표 개념과 비유물 및 자신의 사전 지식들의 다양한 측면들을 고려하게 되므로 창의적, 비판적, 반성적 사고력 등의 고차원적 사고력으로 발달시킬 가능성이 있다(최선영 등, 2006; Nottis & McFarland, 2001). 따라서 비유 만들기 과정에서 목표 개념과 비유물의 차이점을 대응하는 과정은 보다 바람직한 비유를 만들 뿐만 아니라, 이를 통해 목표 개념에 대한 이해를 향상시키고 고차원적 사고력을 발달시키는 데 매우 중요하다고 할 수 있다. 이런 점에서 볼 때, 일반 학생들보다 과학영재 학생들이 이런 차이점 대응 과정을 더 잘 거치고, 그 중요성을 더 잘 인식하는 것으로 나타난 결과는, 비유 만들기 활동이 과학영재 학생들의 특성에 적합함은 물론 과학영재의 특성 발달에 유용할 가능성을 시사한다.

2. 비유 만들기예 대한 학생들의 인식

1) 좋은 비유의 조건에 대한 인식

자신이 만든 여러 개의 비유 중에서 가장 적합하다고 생각하는 특정 비유를 선택한 이유에 대한 응답과 자신이 만든 비유에 대한 평가를 통해 학생들의 좋은 비유의 조건에 대한 인식을 살펴볼 수 있었으며, 그 결과를 표 2에 요약하여 제시했다.

과학영재 학생들은 일반 학생들보다 좋은 비유의 조건에 대해 더 구체적이고 다양한 응답을 하는 것으로 나타났다. 다음은 이와 관련된 과학영재 학생들의 응답 예들이다. 우선 3명의 과학영재 학생들은 비유 소재에 대한 경험이 많거나, 재미있고 흥미로워서 쉽게 이해될 수 있는 비유를 좋은 비유라고

표 2. 좋은 비유의 조건에 대한 인식 분석 결과

응답 내용	빈도(%)	
	일반 (n=8)	과학 영재 (n=12)
소재에 대한 경험이 많은 비유	-	3(25.0)
재미있고 흥미로워서 쉽게 이해될 수 있는 비유	-	3(25.0)
목표 개념과의 유사점이 많은 비유	-	3(25.0)
목표 개념과의 차이점이 적은 비유	-	1(8.3)

생각했다.

(과학영재 학생 F와의 면담 중에서)

면답자 : 비유를 여러 개 잘 만들어 줬는데 2번을 선택한 이유는 뭐예요?

학생 F : 친구들한테 읽어보라고 했더니 자신이 제일 이해하기 쉬운 게 2번이래요.

면답자 : 친구들이 어떤 점에서 이해하기 쉽다고 했나요?

학생 F : 제 생각에는 그런 경험을 자기가 많이 해봐서 그런 것 같아요.

...(중략)...

면답자 : 어떤 점이? 스스로 평가 한번 해볼래요?

학생 F : 우선은요, 친구들이 웃기다고 그랬는데. 맨 처음에 했을 때는 이해가 잘 됐지 웃기진 않았거든요. 근데 친구들이 웃겨서 이해가 더 잘 된다고 했거든요.

또한 목표 개념의 원리나 구조를 잘 담고 있어 유사점이 많은 비유가 좋은 비유라고 생각하는 경우도 있었다(3명).

(과학영재 학생 D와의 면담 중에서)

면답자 : 이 롤러코스터 비유 스스로 생각하기에 잘 만든 것 같아요?

학생 D : 네, 저는 괜찮다고 생각합니다. 롤러코스터는 딱 정해진 한계가 있기 때문에 그 외에는 더 이상 사람들이 탈 수가 없습니다. 그러니까 그 사람만큼의 수가 들어갈 수 있으니 정확하게 될 수가 있다고 생각하구요. 포화 용액의 경우에는 사람들이 모두 들어가서 꽉 차 있을 때는 사람들이 더 못 들어가잖아요. 그러니까 포화 용액과 비교할 수 있고 불포화 용액일 경우에는 사람들이 몇 명 빠져 있을 때 남은 자리에 사람들이 탈 수 있듯이 그 원리를 생각해서.

목표 개념과의 비공유 속성, 즉 차이점이 적은 비유를 좋은 비유로 생각하는 경우도 있었다(1명). 예를 들어, 아래 예시는 ‘자동차 비유’의 경우 상황에 따라 자동차의 양에 차이가 생기는 것과 같은 비유물만의 비공유 속성 때문에 목표 개념을 비유하기에 적절치 않지만, ‘지하철 비유’에서는 이런 차이점이 없기 때문에 더 좋은 비유라고 인식한 경우이다.

(과학영재 학생 C와의 면담 중에서)

면담자 : 만든 비유를 지금 다시 봐도 지하철 비유가 잘 만든 것 같아요?

학생 C : 제가 봤을 때는 지하철 비유하고 자동차 양하고 약간 비슷한 것 같아요. 그런데 자동차의 양은요, 너무 상황에 따라 달라질 수도 있잖아요. 예를 들어 퇴근길의 도시라면 어떤 도시인가에 따라 달라지고, 시골에도 도시 같은 데도 있을 거고 그런 경우에 있어서 좀 그랬고, 이거는 서울역, 시골역 이런 게 있잖아요. 그런 것들을 종합적으로 보면 딱딱 맞아 떨어지기 때문에 생각해 보면은 시골역보다는 서울역이 항상 붐비게 되잖아요. 그것도 그렇고.

반면, 일반 학생들은 과학영재 학생들과는 달리 여러 비유 중에서 가장 적합하다고 생각하는 특정 비유를 선택한 이유에 대해 제대로 설명하지 못하거나 자신이 만든 비유에 대해 적절한 평가를 하지 못하는 경우가 많았으며, 일부 응답한 경우에도 그 수준이 낮았다.

(일반 학생 e와의 면담 중에서)

면담자 : 스스로 평가하기에 비유를 잘 만든 것 같아요?

학생 e : 그렇게 잘 만든 건 아니나 만족해요. 애들 것 보다는 나은 것 같아요. 애들 것을 많이 본 건 아니지만 보통보다는 나은 것 같아서요.

면담자 : 어떤 부분이?

학생 e : 애들은 거의 장난 형식으로 썼는데 저는 그래도 열심히 잘 쓴 거 같아요.

일반적으로 좋은 비유의 조건으로는 학생들에게 친숙하고, 쉽게 가시화시킬 수 있으며, 비유물과 목표 개념 간의 대응 관계가 명확하게 드러나고, 대응된 관계가 고차원적 구조를 형성해야 한다는 점이 제안된다(노태희 등, 2009). 이런 조건을 명확하게 인식하여 좋은 비유를 만들기 위해서는 비유의 정의나 목적, 과학 개념 및 공유 속성 간의 관계 등에

대한 이해도가 높아야 한다. 또한, 자신이 만든 비유를 분석하여 비유물과 목표 개념의 공유 속성과 비공유 속성을 인식 및 구분하거나 만든 비유의 적절성을 평가하는데 필요한 논리적, 비판적, 분석적, 반성적 사고력 등과 같은 고차원적 사고력을 지니고 있어야 한다. 따라서 이런 결과는 일반적으로 일반 학생들보다 과학영재 학생들이 이런 능력들이 더 뛰어나기 때문(김홍원 등, 2003; 노태희 등, 2009; 박민정과 전동렬, 2008)에 나타난 것으로 보인다.

2) 비유 만들기 과정에서 겪는 어려움과 필요한 능력에 대한 인식

비유 만들기 과정에서 겪은 어려움과 필요한 능력에 대한 학생들의 응답을 분석한 결과는 표 3과 같다.

과학영재와 일반 학생들이 비유 만들기 과정에서 겪는 어려움의 항목에서는 큰 차이가 없었다. 즉, 과학영재와 일반 학생들이 겪은 어려움으로는 적절한 비유 소재를 선택하는 것(과학영재 6명, 일반 5명), 목표 개념과 비유물의 차이점을 찾아내는 것(과학영재 5명, 일반 2명), 여러 개의 비유를 만드는 것(과학영재 1명, 일반 2명), 자신의 생각을 효과적으로 표현하는 것(과학영재 2명, 일반 3명) 등이 있었다.

표 3. 비유 만들기 과정에서 겪는 어려움과 필요한 능력에 대한 인식 분석 결과

응답 내용	빈도(%)	
	일반 (n=8)	과학영재 (n=12)
적절한 비유 소재를 선택하는 것	5(62.5)	6(50.0)
목표 개념과 비유물의 차이점을 찾아내는 것	2(25.0)	5(41.7)
여러 개의 비유를 만드는 것	2(25.0)	1(8.3)
자신의 생각을 효과적으로 표현하는 것	3(37.5)	2(16.7)
창의적 사고력	6(75.0)	10(83.3)
필요한 능력		
목표 개념에 대한 이해	5(62.5)	5(41.7)
과학적 탐구력	1(12.5)	3(25.0)
풍부한 사전 지식과 경험	4(50.0)	4(33.3)
생활 속에서 사물들에 대한 관찰력	1(12.5)	1(8.3)
자신의 생각을 표현할 수 있는 표현력	2(25.0)	4(33.3)

(과학영재 학생 B와의 면담 중에서)

면담자 : 비유 만들 때 어려운 점이 있었다면?

학생 B : 소재를 생각할 때 많은 생각을 했어요. 소재를 만들고 찾는 게 힘들었어요. 이것 말고는 차이점 발견하는데도 힘이 들었어요. 제가 고정된 개념이 있어서 만약에 비슷한 점이 있다고 하면 차이점은 거의 없는 것처럼 느껴지거든요.

(과학영재 학생 G와의 면담 중에서)

학생 G : 처음에 이 문제를 보고 약간 당황스러웠어요.

면담자 : 어떤 점이요?

학생 G : 제가 생각하기에 usb랑 포화 용액이랑 비슷한 점이 많은데 다른 점이 그다지 없는 것 같은데, 여기 나와 있는 요소 말고는 특별히 다른 점이 없는 것 같아서 다른 점을 떠올리느라 시간이 좀 걸렸어요.

(일반 학생 d와의 면담 중에서)

학생 d : 하나를 쓰고 나서 계속 똑같은 생각만 나서 (여러 개 만드는 것이) 어려웠어요. ... (중략) ... 처음에 어떻게 표현할지가... 풍선을 생각하고 풍선을 어떻게 그려야 할지.

면담자 : 그림을 어떻게 그려야 할지?

학생 d : 그것도 그렇고 글도 어떻게 써야 할지.

이런 어려움을 겪는 이유에서는 과학영재와 일반 학생들 사이에 약간의 차이가 있었다. 예를 들어, 일반 학생들의 경우 단순히 많은 수의 비유를 만드는 것 자체가 어렵다고 응답한 경우가 있었으나, 과학영재 학생들의 경우에는 이보다는 독창적이고 창의적인 비유를 여러 개 만드는 것이 어렵다고 응답한 경우가 있었다.

(과학영재 학생 A와의 면담 중에서)

면담자 : 비유를 만들 때 어떤 어려운 점이 있었는지?

학생 A : 저는 꼭 차고 안 차고에만 집중하다 보니 너무 4개가 똑같이 된다고 생각했거든요. 그래서 맨 마지막 것을 자석으로 한 것 같기도 한데 자석은 자석을 이용해서 클립을 더 많이 끌어당기고 더 이상 끌어당길 수 없고, 그거에 따라서 한 거잖아요. 그래서 창의적인 생각을 하는 게 어려웠던 것 같구요.

면담자 : 그럼 이런 소재를 생각해내는 게 어려웠다는 뜻인가요?

학생 A : 우선 특징을 생각하는 게 저희가 특징을 안게 포화 용액은 더 이상 찰 수 없고 불포화 용액은 아직 더 무언가를 더 담을 수 있다는 거잖

아요. 그래서 그 특징을 우선 찾아냈으면 비슷한 것을 해야 되었는데 비슷한 소재가 너무 많이 떠올랐어요. 그래서 그거는 소재만 다르지 똑같은 내용을 담고 있는 것 같았어요. 처음 2개만 봐도 방과 책이라는 것만 다를 뿐이지 그 무엇을 담고 있고 못 담고 있는 것 같으니까요. 그래서 소재는 많이 떠올랐고 그것을 다 담을 수 없었으므로 거기에서 골라내는 게 창의적인 거라고 할 수 있겠죠? 그거를 찾아내는 게 어려웠던 것 같아요.

또한 일반 학생들이 비유를 표현하기 위해 글을 쓰거나 그림을 그리는 것 자체에 어려움이 있었다고 응답한 반면, 과학영재 학생들은 이보다는 머릿속의 생각을 정리하면서 표현하는 것이 어려웠다고 응답하는 경향이 있었다.

(과학영재 학생 C와의 면담 중에서)

면담자 : 그 중에서 어려웠던 점은 없었어요?

학생 C : 어려웠던 점은 코멘트할 때 머릿속에 정리한 걸 종이로 옮겨야 하는데 그걸 그대로 기억을 하고 거기에서도, 약간 머릿속에서도 약간 수정 과정을 거쳐야 되니까 머릿속이 더 복잡하고 차례가 길기 때문에 압축할 수 있는 방법을 찾아야 되는데, 안 그러면 다른 쪽으로 새버릴 것 같아서 어려웠어요.

(일반 학생 c와의 면담 중에서)

면담자 : 비유 만들 때 어려웠던 점은?

학생 c : 그림을 그릴 때 제가 생각했던 건 다른 건데.

면담자 : 아, 표현을 하는 게 좀 어려웠어요?

학생 c : 네. 제가 생각했던 거랑 다르게.

이런 어려움들은 좋은 비유를 만들기 위해 필요한 능력과 관련이 있는데, 이 능력에 대한 과학영재와 일반 학생들의 응답은 거의 유사했다. 즉, 다양한 비유 소재를 더 빠르게 생각해내고 목표 개념과 비유물의 유사점과 차이점을 찾아내기 위해서는 창의적 사고력이 중요하다고 생각하는 경우가 가장 많았다(과학영재 10명, 일반 6명). 또한 목표 개념에 대한 이해(과학영재 5명, 일반 5명), 과학적 탐구력(과학영재 3명, 일반 1명), 풍부한 사전 지식과 경험(과학영재 4명, 일반 4명), 생활 속에서 사물들을 자세히 관찰하여 특성을 발견할 수 있는 관찰력(과학영재 1명, 일반 1명), 자신의 생각을 표현할 수 있는 표현력(과학영재 4명, 일반 2명) 등의 능력도 필요

하다고 생각하는 것으로 나타났다.

창의성도 필요할 것 같습니다. 왜냐하면 비유라는 것은 이 것 자체를 하는 것이 아니고 다르게 변화를 시켜서 하는 거기 때문에 어떤 물질에 대해서 어떤 걸로 하면 좋을 지 이런 것도 창의성으로 결정되기 때문에 전 그렇게 생각합니다. 창의성이 완전히 다른 것이라고 생각되는데 그것에 대해 공통점, 차이점, 그리고 주제를 뽑아 낼 수 있는 능력이 창의력이잖아요. (과학영재 학생 A)

포화 용액 개념을 잘 이해하고 있는 것도 중요하겠죠. 왜냐하면 아예 이 개념을 잘못 이해하면 아무리 창의적이고 그 사람이 알고 있는 것과 비슷한 점을 잡아냈다고 하더라도 전혀 다른 개념이면 전혀 다른 설명이 될 수 있으니까요. (과학영재 학생 D)

탐구를 한다는 게 조사를 하고 그것에 대해 알고 싶은 마음을 더 크게 해서 그걸 알아내는 거니까 (과학적 탐구력) 필요하겠죠. 그 주제에 대해서 탐구를 하면 그것에 대해서 더 자세하게 알게 되고, 그걸 이용해서 비유를 만들게 될 테니까 중요하다고 볼 수 있겠죠. (과학영재 학생 H)

우리가 일상생활에서 많은 경험을 하고 많은 곳을 왔다 갔다하고 그래야 비유를 잘 할 수 있다고 생각해요. 또, 기초 상식이나 배경 지식 같은 게 좋아야 된다고 생각했어요. (일반 학생 e)

사물에 대한 관찰을 잘 해야 하고, 평소에 그냥 지나가는 게 아니라 관련된 원리를 이해하면, 관련된 것들이 더 많이 떠올리려면 보고 듣고, 생각한 것이 많아야 하잖아요. 갈 때도 유심히 살펴보거나 그런 거... (과학영재 학생 I)

설명하는 능력도 많이 좋아야 될 것 같아요. 여기에서 그림이나 글로 썼을 때 길게 하면 사람들이 잘 질리기도 하고 그러잖아요. 짧게 그림으로도 자세하게 나타내면 이해도 잘 되고 다른 사람이 보기에 다른 사람한테 설명할 때도 더 좋게 설명할 수 있을 것 같아요. (일반 학생 f)

이상의 결과들은 과학영재와 일반 학생들 모두가 비유 만들기 과정에서 자신이 겪는 어려움과 그 어려움을 해결하기 위해 필요한 능력에 대해 잘 인식하고 있음을 보여준다. 이는 학생들에게 비유 만들기 활동을 통해 이런 능력들을 기를 수 있다고 생각하도록 함으로써, 비유 만들기 활동에 보다 능동적이고 적극적으로 임하게 할 가능성을 시사한다.

또한 이미 목표 개념에 대해 비교적 잘 이해하고 있는 과학영재 학생들에게 비유 만들기 활동이 다소 쉬운 활동이라고 생각할 수도 있으나, 실제로는 과학영재 학생들도 여러 어려움을 겪음을 보여주는 이 결과는 의미가 있다. 즉, 비유 만들기 활동은 과학영재 학생들에게 도전적인 과제일 수 있으므로, 이들을 위한 교수-학습 전략으로 활용할 가치가 있다고 생각된다.

3) 비유 만들기 활동의 장단점에 대한 인식

비유 만들기 활동의 장단점에 대한 인식 분석 결과(표 4), 대부분의 과학영재 학생들과 일반 학생들은 비유 만들기 활동에 대해 인지적, 정서적인 측면에서 모두 긍정적으로 인식하고 있는 것으로 나타났다.

인지적 측면의 장점으로는 비유 만들기 활동이 과학 개념 이해나 창의적 사고력 향상에 도움이 된다는 응답이 많았다(과학영재 10명, 일반 8명). 예를 들어, 비유 만들기 활동이 과학 개념을 자신만의 비유로 구체화시켜 생각해보는 기회를 제공하므로 과학 개념 학습에 도움이 된다고 응답하였다(과학영재 7명, 일반 8명).

(일반 학생 f와의 면담 중에서)

면담자 : 과학 공부할 때 비유 만들기가 도움이 될까요?

면담자 : 된다면 어떤 점에서 도움이 되었다고 생각해요?

학생 f : 이걸 제가 어렵게 공부했는데 꼭 여기에 있는 것처럼 문제가 출제되는 게 아니고 자기 자신만이 비유해서 바꾼다면 더 쉽게 이해할 수 있으니까 과학 공습게 알아들을 수 있는 개념으로 부에 도움이 되는 것 같아요.

표 4. 비유 만들기 활동의 장단점에 대한 인식 분석 결과

응답 내용	빈도(%)	
	일반 (n=8)	과학영재 (n=12)
과학 개념 이해에 도움이 된다.	8(100.0)	10(83.3)
창의적 사고력 향상에 도움이 된다.	8(100.0)	10(83.3)
과학적 탐구 능력에 도움이 된다.	2(25.0)	3(25.0)
과학 학습에 대한 동기와 흥미를 유발하는데 도움이 된다.	7(87.5)	9(75.0)
실험 활동보다 과학 개념 이해에 도움이 되지 않는다.	1(12.5)	-
실험 활동보다 과학 학습에 대한 동기나 흥미 유발에 도움이 되지 않는다.	1(12.5)	-

면담자 : 내용을 이해하는데 도움이 된다는 건가요?

학생 f : 네, 내용을 이해하는데도 도움이 되구요. 또 이게 아니더라도 다른 거라도 자기가 쉽게 비유해서 바꿔보면, 이게 이렇게 하면 이 원리가 더 중요하구나, 이런 걸 더 잘 알 수 있을 것 같아요.

또한 관찰한 현상들을 활용하여 목표 개념을 설명할 수 있는 창의적인 비유물을 만들려고 노력하게 되므로 과학적 창의성에 도움이 되며(과학영재 5명, 일반 6명), 비유 만들기도 일종의 탐구로 볼 수 있으므로 과학적 탐구 능력에 도움이 될 것이라는 응답도 있었다(과학영재 3명, 일반 2명).

다른 수업에서보다 더 창의적인 생각을 많이 할 것 같고 자연에서 아이디어를 받아서 발명품을 만든다고 하니가 만들기 같은 수업에서도 이런 걸 해 보면 주위의 현상을 보고 더 많은 창의적인 물건들을 생각해낼 수 있을 것 같아요. (과학영재 학생 D)

비유를 해봤으니까, 그것도 어떻게 보면 하나의 탐구능력이 될 수도 있고, 생각을 해봤으니까, 그런 걸 꼭 비유만이 아니라 다른 분야 쪽으로 나가봐도 좀 도움이 될 것 같아요. (과학영재 학생 J)

정의적인 측면에서는 대부분의 학생들(과학영재 9명, 일반 7명)이 비유 만들기 활동이 과학 학습에 대한 동기와 흥미를 유발한다고 응답했다. 예를 들어, 비유를 직접 만들고 설명하는 것 자체가 흥미로우며, 독특한 비유 소재를 찾는 과정에서 과학 개념의 여러 측면에 대해 생각을 많이 하게 되어 재미있다고 응답했다(과학영재 5명, 일반 3명). 또한 목표 개념과는 완전히 다른 것으로 보이는 소재를 찾아 비유를 만들고, 이를 다른 사람들이 쉽게 이해할 수 있도록 글과 그림으로 표현하는 것이 흥미롭다는 응답도 있었다(과학영재 2명, 일반 3명). 일부 학생들은 처음에는 비유 만들기 활동이 실험 활동보다 흥미롭지 않을 것으로 생각했으나, 활동 후에는 매우 흥미로웠다고 응답하기도 했다.

(과학영재 학생 D와의 면담 중에서)

면담자 : 어떤 점이 흥미로웠나요?

학생 D : 아무래도 비유를 하려면 여러 가지 재미있는 표현들을 채울 수 있기 때문에 표현에서 재미있는 비유법들이 있어서요.

면담자 : 좀 더 자세히, 재미있는 표현이 있었다는 게 무

슨 얘기에요?

학생 D : 그러니까 과학 자체를 이론만 배우게 되면 좀 지루하고 따분해질 수 있지만, 이렇게 비유를 하면서 하다 보면 다른 것과 비유하는데 그 비유하는 법이 재밌을 수 있고 더욱 더 쉽게 표현할 수 있다는 점에서 그렇습니다.

면담자 : 과학수업에서 비유 만들기 활동을 하면 과학에 대한 호기심이라든지 과학수업에 대한 흥미라든지 이런 걸 높이는데 도움이 될까요?

학생 D : 네. 아무래도 다른 사람들이 쉽게 알아들을 수 있으면 더욱더 집중을 하게 되고, 더욱 재미있을수록 집중을 하기 때문에 저는 그렇게 생각합니다.

한편, 비유 만들기 활동의 단점에 대한 응답은 과학영재 학생들에게서는 없었으나, 일반 학생들 중에는 비유 만들기 활동이 실험 활동보다 과학 개념 이해(1명), 과학 학습에 대한 동기나 흥미 유발(1명)에 도움이 되지 않는다고 응답한 경우도 있었다.

이상의 결과들은 비유 만들기 활동이 학생들의 과학 개념 이해와 다양한 고차원적 사고력의 향상뿐만 아니라 학생들의 과학 학습에 대한 동기와 흥미를 높일 수 있는 교수-학습 방법으로 활용할 가치가 있음을 보여준다. 그러나 일부 학생들은 비유 만들기 활동에 대해 부정적인 견해를 가지고 있으므로, 이 학생들에게는 비유 만들기 활동의 장점을 보다 부각시킬 수 있는 교수-학습 경험을 마련하여 제공할 필요가 있다.

IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 포화 용액 개념을 대상으로 초등 학교 5학년 과학영재 및 일반 학생들의 비유 만들기 과정의 유형을 분류하고, 좋은 비유의 조건과 비유 만들기 과정에서 겪는 어려움 및 좋은 비유를 만들기 위해 필요한 능력, 비유 만들기 활동의 장단점에 대한 인식을 조사하여 비교했다.

연구 결과, 학생들의 비유 만들기 과정은 크게 3가지의 유형으로 분류할 수 있었다. 첫 번째 유형은 목표 개념을 생각하고 비유 소재를 떠올린 후, 목표 개념과 비유 소재 간의 유사점을 대응시켜 글이나 그림으로 표현하는 경우로, 다수의 과학영재와 일반 학생들이 이 유형에 속했다. 두 번째 유형은 첫 번째 유형에서 거치는 과정 이외에 목표 개념과 비

유 소재의 차이점을 대응시키는 과정을 추가로 거치는 경우이며, 일반 학생들보다 과학영재 학생들 중 이 유형에 속하는 경우가 더 많았다. 세 번째 유형은 비유 소재들을 여러 개 떠올린 후, 이들과 목표 개념의 차이점을 먼저 비교하여 가장 적합한 비유 소재를 확인한 후, 목표 개념과의 유사점을 대응시켜 글이나 그림으로 표현하는 경우로, 과학영재 학생들만 이런 유형을 보였다. 과학영재 학생들은 자신이 만든 비유를 검토하는 과정이나 비유 소재를 정하는 과정이 중요하다고 생각했고, 좋은 비유의 조건에 대해서도 보다 구체적이고 다양한 응답을 했던 반면, 일반 학생들은 이에 대해 제대로 응답하지 못했다. 많은 과학영재 학생들과 일반 학생들은 비유 만들기 활동이 창의적 사고력이나 과학적 탐구력, 과학 개념에 대한 이해, 표현력 등의 다양한 인지적 능력을 요구하는 활동이므로, 이런 인지적 능력뿐만 아니라 과학 학습에 대한 동기와 흥미 등의 정의적 측면을 향상시키는데 도움이 된다고 인식하는 경향이 있었다.

이상의 결과들은 과학영재 학생들이 일반 학생들보다 더 체계적이고 효과적으로 비유를 만드는 경향이 있으며, 비유 만들기 활동이 과학영재의 특성을 요구하는 활동임을 시사한다고 할 수 있다. 따라서 비유 만들기 활동을 과학영재 학생들에게 적용할 경우에는 일반 학생들에게 적용할 경우와는 다소 차별화된 요소를 포함시킬 필요가 있으며, 이때 이 연구의 과정과 결과들을 활용할 수 있을 것이다. 예를 들어, 과학영재 학생들의 다양한 인지적, 정의적 능력을 활성화시키기 위해서는 비유를 한 개가 아니라 여러 개 만들도록 할 필요가 있다. 또한 좋은 비유를 만드는 과학영재 학생들은 비유를 만드는 과정에서 목표 개념과 비유 소재의 차이점을 대응시키는 경우가 많고, 그러한 과정의 중요성에 대해서도 잘 인식하고 있었으므로, 많은 학생들이 보다 좋은 비유를 만들도록 유도하기 위해서는 차이점 대응의 과정을 효과적으로 강조할 수 있는 방법을 마련할 필요가 있다. 뿐만 아니라, 좋은 비유를 만드는 과학영재 학생들은 자신이 만든 비유를 검토하고 평가하는 과정을 중요하게 생각하는 경향이 있었으므로, 학생들에게 이 과정을 유도할 수 있는 적극적인 기회를 제공하기 위한 방안도 필요하다. 이때, 비유 만들기 단계가 지나치게 세분화될 경우, 오히려 과학영재 학생들의 창의적 사고를

제한할 수 있으므로, 관련 연구를 진행하여 적정 수준의 단계를 마련하기 위해 노력해야 할 것이다.

과학영재 학생들도 비유 만들기 활동을 어려워한다는 것은 이 활동이 과학영재 학생들의 도전감을 유발하고 과제 집착력을 향상시킬 수 있다는 점에서 의미가 있는 반면, 학습 동기 등에 부정적인 영향을 미칠 수도 있다. 따라서 학생들이 창의적인 비유를 보다 쉽게 만들 수 있도록 하기 위해서는 이들이 어려워하는 과정을 개선하기 위한 방법을 모색할 필요도 있다. 가령, 학생들에게 목표 개념을 다양한 측면에서 생각하고 자신의 생각을 정리하면서 표현할 수 있는 기회를 효과적이고 체계적으로 제공하는 방법을 모색해야 할 것이다. 이런 정보들은 주로 선행 학습이나 심화 학습에 치우친 기존의 많은 과학영재 프로그램과 달리, 교육과정 상의 내용을 다루면서도 과학영재 학생들의 특성에 적합한 차별화된 과학영재 프로그램을 개발하는데 유용하게 활용될 수 있을 것이다.

한편, 이 연구의 결과만으로는 비유 만들기 과정의 유형 중 어떤 유형이 비유 만들기의 효과를 높이는지, 특히 어떤 단계가 어떤 능력을 향상시키는지에 대한 정보를 구체적으로 얻지 못했다. 이런 정보들은 과학영재 학생들에게 적합한 비유 만들기 수업 전략을 고안하는데 중요하므로, 추후에는 이에 대해 심층적으로 조사할 필요가 있다. 또한, 이 연구는 과학영재 및 일반 학생들의 비유 만들기 과정의 유형과 비유 만들기에 대한 인식 등에 대한 기초 연구이므로, 소수 학생과 특정 개념만을 대상으로 면담 방법을 통해 심층적이고 실질적인 정보를 얻는데 중점을 두고 연구를 진행했다. 따라서 이 연구 결과를 모든 개념과 학생들에게 일반화하는 데 한계가 있으므로, 이 연구 결과에 기초하여 보다 많은 학생들과 개념을 대상으로 하는 연구를 진행할 필요가 있다.

참고문헌

- 교육인적자원부(2007). 제2차 영재 교육진흥종합계획('08-'12).
- 권혁순(2000). 화학 교육에서 비유의 사용 현황과 비유를 사용할 때 개념 이해에 영향을 미치는 요인. 서울대학교 대학원 박사학위 논문.
- 권혁순, 최은규, 노태희(2003). 물질의 세 가지 상태에 대

- 하여 중학생들이 만든 비유의 분석. *대한화학회지*, 47(3), 265-272.
- 김경순, 최은규, 차정호, 노태희(2006). 중학교 과학 개념 학습에서 비유 만들기를 이용한 수업이 학생들의 개념 이해에 미치는 효과. *대한화학회지*, 50(4), 338-345.
- 김경순, 황선영, 노태희(2008). 비유 만들기를 활용한 반응 속도 개념 학습에서 학생들이 만든 비유의 유형과 대응 관계 이해도 및 대응 오류 조사. *대한화학회지*, 52(4), 412-422.
- 김동렬(2008). 유전 관련 개념에 대한 고등학생들의 비유 만들기 수업의 적용 효과. *한국과학교육학회지*, 28(5), 424-437.
- 김홍원, 윤초희, 윤여홍, 김현철(2003). 초등 영재학생의 지적 및 정서적 행동특성과 지도방안에 관한 연구. 한국교육개발원 수탁연구, CR 2003-25.
- 노태희, 양찬호, 강훈식(2009). 포화 용액 개념에 대해 초등 과학영재와 일반 학생들이 만든 비유의 특성과 대응 관계 이해도 및 대응 오류. *초등과학교육*, 28(3), 292-303.
- 박경희, 서혜애(2005). 과학영재학교 교육프로그램에 대한 학생 및 교사의 인식 분석. *교육과정연구*, 23(3), 159-185.
- 박민정, 전동렬(2008). 과학 영재 교육 대상자 선발방법으로써 교사 추천제 분석: 학생의 과학적 태도, 탐구력, 사고력, 문제 해결력, 창의성을 중심으로. *한국과학교육학회지*, 28(2), 111-119.
- 박지영, 이길재, 김성하, 김희백(2005). 과학영재 교육 프로그램 분석 모형의 고안과 국내의 과학영재를 위한 생물프로그램의 실태 분석. *한국생물교육학회지*, 33(1), 122-131.
- 서혜애, 이윤호(2003). 영재 교육기관의 교수·학습실태 분석. *중등교육연구*, 51(2), 69-86.
- 신미영, 전미란, 최승언(2005). 서울대학교 과학 영재 프로그램의 학습 목표, 과학적 모형, 과학탐구의 인지 과정 분석. *한국지구과학회지*, 26(5), 387-395.
- 이봉우, 손정우, 최원호, 이인호, 전영석, 최정훈(2008). 과학영재 교육에서 교사들이 겪는 어려움. *초등과학교육*, 27(3), 252-260.
- 이용숙, 김영천(1998). 교육에서의 질적 연구: 방법과 적용. 서울: 교육과학사.
- 최선영, 이은정, 강호갑(2006). 초등과학 학습에서의 창의력 향상을 위한 시각적 비유학습의 효과. *한국과학교육학회지*, 26(2), 167-176.
- BouJaoude, S. & Tamim, R. (2000). Analogies generated by middle-school science students-types and usefulness. *School Science Review*, 82(299), 57-63.
- Duit, R., Roth, W., Komorek, M. & Wilbers, J. (2001). Fostering conceptual change by analogies: Between Scylla and Charybdis. *Learning and Instruction*, 11(4), 283-303.
- Finke, R. A., Ward, T. B. & Smith, S. M. (1992). *Creative cognition*. Boston: MIT Press.
- Glynn, S. M. (1996). Effects of instruction to generate analogies on students' recall of science text. (Reading Research Report No. 60). Athens, GA: National Reading Research Center. (ERIC Document Reproduction Service No.ED 396259). Retrieved April 10, 2007, from <http://www.eric.ed.gov/>
- Lin, H., Shiau, B. & Lawrenz, F. (1996). The effectiveness of teaching science with pictorial analogies. *Research in Science Education*, 26(4), 495-511.
- Mason, L. (1995, April). *Collaborative reasoning on self-generated analogies: Conceptual growth in understanding scientific phenomena*. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, San Francisco, CA. (ERIC Document Reproduction Service No.ED392643). Retrieved May 6, 2010, from <http://www.eric.ed.gov/>
- Middleton, J. L. (1991). Student-generated analogies in biology. *American Biology Teacher*, 53(1), 42-46.
- 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). [URL] <http://unr.edu/homepage/crowther/ejse/knottisetal.html>
- Orgill, M. & Bodner, G. M. (2006). An analysis of the effectiveness of analogy use in college-level biochemistry textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(10), 1040-1060.
- Pittman, K. M. (1999). Student-generated analogies: Another way of knowing? *Journal of Research in Science Teaching*, 36(1), 1-22.
- Spier-Dance, L., Mayer-Smith, J., Dance, N. & Khan, S. (2005). The role of student-generated analogies in promoting conceptual understanding for undergraduate chemistry students. *Research in Science and Technological Education*, 23(2), 163-178.
- Sternberg, R. J. (2003). Giftedness according to the theory of successful intelligence. In N. Colangelo & G. A. Davis. (Eds.), *Handbook of gifted education* (3rd ed.), (pp. 88-99). Boston: Allyn & Bacon.
- Wong, E. D. (1993). Self-generated analogies as a tool for constructing and evaluating explanations of scientific phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(4), 367-380.
- Zook, K. B. & Maier, J. M. (1994). Systematic analysis of variables that contribute to the formation of analogical misconceptions. *Journal of Educational Psychology*, 86(4), 589-600.