

## 비유 생성 과정에서 속성과 관계에 대한 고려 여부에 따라 과학영재들이 생성한 비유의 특징

김유정 · 박원 · 노태희\*

서울대학교 화학교육과

(접수 2010. 6. 29; 수정 2010. 7. 21; 게재확정 2010. 7. 29)

### The Characteristics of Analogies Generated by Science-Gifted Students Depending on the Consideration of Attributes and Relationships in the Processes of Generating Analogies

Youjung Kim, Won Park, and Taehee Noh\*

Department of Chemistry Education, Seoul National University, Seoul 151-748, Korea. \*E-mail: noth@snu.ac.kr

(Received June 29, 2010; Revised July 21, 2010; Accepted July 29, 2010)

**요약.** 이 연구에서는 비유 생성 과정에서 속성과 관계 고려 여부에 따라 과학영재들이 생성한 비유의 특징을 분석하고, 과학영재 교육프로그램으로 비유 생성 활동의 적용 가능성을 조사하였다. 연구 결과, 과학영재의 비유 생성 과정은 목표 개념과 비유 소재의 속성 및 속성들 간의 관계에 대한 고려 여부에 따라 세 가지 패턴이 나타났으며, 각 패턴에 따라 생성한 비유와 좋은 비유로 선택한 비유 유형 및 적절한 대응의 개수에 차이가 있었다. 대부분의 과학영재들은 다른 목표 개념에 대해서도 비유 생성 활동을 활용하였으며, 비유 생성 활동이 유용하다고 인식하였다. 그러나 비유 생성 과정에서 비유의 소재를 선택하는데 어려움을 겪는 것으로 나타났다. 이 연구 결과는 과학영재의 창의성 계발에 효과적인 교육프로그램으로 비유 생성 활동의 활용 방안을 모색하는데 도움을 줄 수 있을 것이다.

**주제어:** 과학영재, 비유 생성, 대응

**ABSTRACT.** In this study, we examined the characteristics of analogies generated by science-gifted students depending on the consideration of attributes and relationships in the processes of generating analogies and investigated the applicability of analogy-generating activities in science-gifted education programs. The analyses of the results revealed that the analogy-generating processes of science-gifted students were categorized into three kinds of patterns depending on the consideration of attributes and relationships of the target concept and the source analog. There are also some differences in the types of analogies generated and selected to be good, and in the proper mapping numbers by the patterns depending on the consideration of attributes and relationships. Most science-gifted students used the analogy-generating activities to other target concept, and recognized them to be useful. However, they had difficulties in selecting source analogs at the processes of generating analogy. These obtained in this study will help to explore a potential use of the analogy-generating activities in an effective education program for fostering the creativity of science-gifted students.

**Keywords:** science-gifted, analogy-generating, mapping

### 서론

단순한 지식의 암기나 주입을 통해 주어진 문제를 해결하는 것보다 문제 발견과 관련된 창의적인 활동은 과학분야에서 강조된다.<sup>1</sup> 특히, 과학영재 교육에서는 새롭고 적절한 산출물을 생산하는 능력인 창의적 사고가 더욱 강조되고 있다.<sup>2</sup> 그러나 현재 과학영재 교육프로그램에는 학생들이 탐구나 실험 활동 등을 제시 순서대로 따라해 보도록 하는 수렴적 사고가 필요한 활동이 많고, 학습 내용도

해당 학년의 수준을 벗어나 새로운 개념을 학습하는 선행 학습 위주로 구성되어 있다.<sup>3</sup> 즉, 과학영재들의 발달 수준에 맞는 학습 내용에 기초하여 창의적 사고를 계발하기 위한 교수-학습 전략이나 모형, 구체적인 교수-학습 자료들이 매우 부족한 실정이다.<sup>4,5</sup>

한편, 창의적 사고의 여러 측면 중에서 기존의 지식으로부터 새로운 지식을 창안하는데 연관적 사고가 중요한 역할을 한다. 유사성에 기초한 연관적 사고를 활용하는 방법 중에 비유가 있는데, 실제로 과학자의 과학 활동에 대한

연구를 통해 과학자들이 많은 비유를 생성하여 사용하고 있음이 밝혀졌다.<sup>6</sup> 이는 과학자들이 예기치 못한 현상을 이해하고 설명하기 위해 새로운 설명을 제안할 때 주로 비유를 생성하여 사용하는 경향이 있기 때문으로 볼 수 있다.<sup>7</sup> 따라서 과학영재들의 교육프로그램으로 비유 생성 활동을 적용한다면, 과학영재들의 연관적 사고를 촉진할 수 있을 것이다. 뿐만 아니라, 과학영재들이 비유 생성 활동에서 학습한 개념에 대한 다양한 비유를 생성하고, 생성한 비유를 목표 개념과 대응시키면서 정교화하는 과정을 통해 발산적 사고와 수렴적 사고도 함께 촉진될 수 있을 것으로 기대된다.

이와 관련하여 여러 선행 연구<sup>8-11</sup>에서 비유 생성 활동이 개념 이해뿐만 아니라 창의성을 신장시키는데 효과적인 방법으로 제안되고 있다. 실제로, 과학영재를 대상으로 한 국내 연구에서 그 가능성을 보여주기도 하였다. 예를 들어, 김유정 등<sup>8</sup>이 중등 과학영재를 대상으로 비유 생성 활동을 도입한 연구에서는 대부분의 과학영재들이 구체적이고 일상적인 상황에 기초하여 글과 그림으로 비유를 표현하였고, 목표 개념의 기능적 속성과 인과 관계를 포함시켜 부연 설명하는 좋은 조건의 비유를 만들었으며, 비유 생성 활동에 대해 긍정적으로 인식하는 것으로 나타났다. 또한, 노태희 등<sup>9</sup>이 초등 과학영재와 일반 학생을 대상으로 비유 생성 활동을 적용한 결과, 과학영재들이 일반 학생들보다 적절한 비유를 더 많이 만들고, 대응 오류의 빈도도 상대적으로 낮았다. 이런 결과는 과학영재들에게 비유 생성 활동을 활용하는 것이 적절하다는 것을 보여준다. 따라서 과학영재 수업에서 비유 생성 활동을 체계적으로 구성한 교육프로그램을 지속적으로 활용한다면 과학영재들의 창의성을 신장시키는데 기여할 수 있을 것이다.

그러나 지금까지 개발된 비유 관련 수업 모델은 주로 교수 측면에 집중해서 교사 중심의 비유 제시 수업 형태로 구성되었다.<sup>12-13</sup> 학습자의 관점에서 구성된 비유 생성 수업 모델도 있다.<sup>14-16</sup> 그러나 이 수업 모델은 학생들이 자신의 비유를 창의적으로 생성하고, 생성한 비유를 평가, 수정하는 과정보다 주어진 과학적 현상에 대한 이해의 변화에 집중되었으므로,<sup>17</sup> 실제 과학영재의 창의성 계발을 위한 비유 생성 수업으로 적용하기에 한계가 있다.

한편, 비유를 사용한 학습에서는 비유물과 목표 개념의 속성 및 관계를 일대일로 연결하는 대응 과정이 매우 중요하므로,<sup>18</sup> 비유 생성 수업에서도 이 과정을 제대로 거치지 않고 생성한 비유는 작위적이거나 저체계적인 비유 등과 같이 수준이 낮은 비유일 가능성이 높다. 따라서 과학영재 교육프로그램으로 비유 생성 활동을 효과적으로 적용하기 위해서는 비유 생성 과정에서 목표 개념과 비유 소재의 속성과 관계에 대한 고려 여부에 따라 과학영재들이 생성한 비유의 특징과 비유 생성 활동의 유용성 및 활용 가능성

에 대한 구체적인 정보를 파악하여, 이에 기초한 체계적인 비유 생성 활동의 활용 방안을 마련해야 할 것이다. 또한, 과학영재라 할지라도 비유 생성 활동에서 어려움을 겪는 경우가 적지 않은 것으로 나타났으므로,<sup>8</sup> 비유 생성 과정에서 과학영재들이 겪는 어려움에 대해 구체적으로 조사하여 이를 해결할 수 있는 방안도 함께 마련할 필요가 있다.

이에 이 연구에서는 비유 생성 수업에서 목표 개념과 비유 소재의 속성과 관계에 대한 고려 여부에 따라 중학교 과학영재들이 생성한 비유 유형의 특징을 분석하고, 비유 생성 활동의 적용 가능성과 과학영재가 생각하는 비유 생성 활동의 유용성 및 어려움을 조사하여, 과학영재의 창의성 계발에 효과적인 교육프로그램으로 비유 생성 활동의 활용 방안을 모색하고자 한다.

## 연구 내용 및 방법

### 연구 대상

이 연구는 서울 소재 종합대학의 영재교육원 기초반에 소속된 중학교 1학년 과학영재 20명을 대상으로 하였다. 이들은 각 학교장으로부터 추천을 받거나 교육청 및 교육과학기술부 지정 초등 영재교육 기관에 재원 또는 수료한 학생들을 대상으로 서류 심사를 거쳐 해당 대학의 과학영재교육센터에서 주관하는 과학적 사고력 및 창의적 문제 해결력 검사와 심층 면접을 통한 학문적성·인성 등의 평가를 통해 선발되었으므로, 이들의 과학적 사고력, 창의성 등의 인지적 능력은 일반 학생들에 비해 높은 것으로 생각할 수 있다. 본 수업에서 비유를 생성하지 못한 학생(1명)과 사후 면담에 참여하지 않은 학생들(2명)을 제외한 17명의 과학영재를 최종 연구 대상으로 선정한 후, 분석을 위해 임의로 과학영재 A~Q로 명명하였다.

목표 개념에 대한 이해 정도가 비유 생성 과정에 영향을 줄 수 있으므로 사전 개념 검사를 통해 목표 개념 이해도를 조사하였고, 사후 면담에서 다시 한 번 목표 개념에 대한 이해 정도를 확인하였다. 다음은 이와 관련된 한 과학영재의 사전 검사 결과의 예시이다.

과학영재들의 목표 개념 이해도를 분석한 결과, Fig. 1과 같이 최종 연구 대상 모두 물질의 세 가지 상태에 따른 분자의 배열과 운동을 정확하게 이해하고 있는 것으로 나타났다. 이에 이 연구에서는 결과를 해석할 때, 과학영재들의 목표 개념 이해도가 비유 생성 과정과 생성한 비유의 유형에 미치는 영향을 고려하지 않았다.

### 연구 절차

우선 선행 연구들을 고찰하여 중학교 1학년 과학영재 수준에서 비유를 사용하기에 적합한 목표 개념을 선정하였다.<sup>8</sup> 대상 학년인 중학교 1학년 과학 교과서에는 물질의

고체 상태에서는 분자들 간의 인력이 매우 강하고 분자들이 매우 혼하므로, 분자들이 매우 규칙적으로 배열되어 있고, 분자들 사이의 거리가 매우 가깝다. 액체는 분자들 사이의 거리가 고체에 비해 멀고 배열이 다소 불규칙적이어서 용기에 따라 모양이 변한다. 기체는 분자들 사이의 거리가 매우 멀고 배열이 매우 불규칙적이다. 따라서, 모양이 용기에 따라 변한다. 또한, 분자간 인력이 거의 작용하지 않고 분자들 간의 거리가 매우 멀어 압력이 낮고 항상 용기를 가득 채운다.

Fig. 1. A sample of science-gifted students' responses in the pre-test on the understanding of the target concept.

상태에 따른 분자의 배열과 운동을 설명하기 위한 비유가 많이 제시되어 사용되고 있었다. 이에 물질의 상태에 따른 분자의 배열과 운동을 목표 개념으로 선정하고, 비유 생성 활동을 위한 교사용 수업 지도안과 학생용 학습 자료를 개발하였다. 개발한 교수·학습 자료는 과학교육 전문가 2인과 현직 교사 7인으로 구성된 소모임에서 여러 차례 논의를 거쳐 수정·보완한 후, 과학영재들이 물질의 세 가지 상태 단원에 대해 학교에서 학습한 이후에 이를 활용한 수업을 실시하였다.

본 수업은 45분씩, 총 3차시 동안 진행하였다. 1차시 수업에서는 학생들이 목표 개념에 대한 지식이 부족하여 비유를 생성하지 못하는 경우를 배제하기 위해 목표 개념에 대한 수업 및 비유 생성 활동에 대한 오리엔테이션을 실시하였다. 즉, 학교에서 이미 학습한 물질의 세 가지 상태에 대한 동영상 자료를 보여주고, 각 상태에 따른 분자의 배열과 운동에 대해 조별로 논의하고 발표하도록 한 후, 교사가 내용을 정리해 주었다. 이때, 교사는 과학영재들의 비유 생성 활동에 영향을 주는 요인들을 배제하기 위해 수업 과정에서 목표 개념과 관련된 비유는 사용하지 않았다. 비유 생성 활동에 대한 오리엔테이션 내용은 과학사적으로 중요한 비유적 추론과 비유의 정의를 설명한 후, 과학영재들이 이미 알고 있는 개념인 지구의 내부 구조에 대한 ‘계란 비유’를 사용하여 비유물과 목표 개념 간에는 유사점과 차이점이 존재한다는 것을 설명하고, 일상적인 생활에서 흔히 볼 수 있는 구체적 사물이나 현상을 그대로 사용한 일상적이고 구체적인 비유, 목표물의 인과 관계에 대응되는 구조를 포함하는 고체계 비유,<sup>9,19</sup> 다양하고 독창적이며 정교한 비유가 좋은 비유라고 설명하였다. 또한, 비유 생성 활동 방법을 설명한 후, 독창적인 비유를 가능한 많이 만들도록 안내하였고, 교사는 학생들이 비유 생성 활동에 대해 제대로 이해했는지 최종적으로 확인하였다. 2차시 수업에서는 교사가 과학영재들이 1차시 수업에서 정리한 목표 개념을 상기할 수 있도록 간단한 설명과 확인 질문을 하였다. 과학영재들은 목표 개념에 대한 비유를 생성하는 활동을 한 후, 자신이 만든 비유 중에서 가장 좋은 비

Table 1. Component processes of generating analogy

Component process	Definition
Encoding	constructing mental representations of the target concept and the source analog
Selection	selecting the source analog as a potentially relevant analog to the target concept
Mapping	mapping the attributes and the relationships of the source analog and target concept
Generation	extending the mapping to generate an appropriate analogy that can be applied to the target concept

유를 선택하여 목표 개념 속성과 대응시키는 대응 검사를 실시하였다. 교사는 순회하면서 학생들이 비유 생성 활동과 대응 검사를 제대로 수행하는지 확인하였다. 3차시 수업에서는 이전 시간에 자신이 생성한 비유를 발표하고, 동료들의 발표를 들으면서 가장 좋은 비유를 선정하는 활동을 진행하였다.

비유 생성 활동이 끝난 후, 연구에 참여한 모든 과학영재를 대상으로 20-30분 동안 개별 면담을 실시하였다. 선행 연구<sup>20,21</sup>에 따르면, 비유 생성 과정은 Table 1과 같이 부호화(encoding), 선택(selection), 대응(mapping), 생성(generation)의 4 단계로 구분되며, 학습에 적합하기 위해서는 이 과정이 학습자에 의해서 성공적으로 수행되어야 한다. 이를 바탕으로 과학영재의 비유 생성 과정을 목표 개념의 부호화, 비유 소재의 선택, 목표 개념과 비유 소재의 대응, 비유 생성의 4 단계로 설정하였다.

비유를 활용한 학습에서는 목표 개념과 비유의 공유되는 속성 및 관계를 분리하여 일대일로 연결하는 대응 과정이 매우 중요하므로,<sup>18</sup> 비유 생성 과정에서 과학영재들이 목표 개념과 비유 소재의 속성과 관계에 대해서 고려하는지 여부에 따라 생성한 비유의 특징이 달라질 수 있다. 비유 생성 과정의 하위 단계 중에서 목표 개념 부호화 단계에서는 목표 개념의 속성과 관계에 대해서 고려할 수 있고, 대응 단계에서는 이를 바탕으로 비유 소재와의 속성 및 관

Table 2. Interview scenario

Interview element		Major interview question
Process of generating analogy	Encoding the target concept	Did you think about the attributes of the target concept? Did you think about the relationships of the target concept?
	Mapping	Did you think about the attributes between the target concept and the source analog? Did you think about the relationships between the target concept and the source analog?
The applicability of generating analogy	The utilization	Can you explain the phase change of matters? Can you explain the target concept perfectly using generated analogy?
	The availability	What is the availability of analogy-generating activity? Which do you like analogy-suggesting activity or analogy-generating activity?
	The difficulty	What is the difficulty of analogy-generating activity?

계에 대해서 고려할 수 있다. 이에 사후 면담에서는 목표 개념 부호화 단계와 대응 단계에 초점을 맞추어 면담을 진행하였다. 면담 시나리오는 학생들이 자신의 사전 지식이나 경험 등을 바탕으로 비유를 생성하는 과정 중, 목표 개념의 부호화 단계와 대응 단계에서 목표 개념과 비유 소재의 속성 및 속성들 사이의 관계를 고려했는지 여부를 묻는 문항과 비유 생성 활동의 적용 가능성을 탐색하기 위한 비유 생성 활동의 활용도, 유용성 및 어려움을 묻는 문항으로 구성하였다. 면담 질문의 타당성과 면담 진행 과정을 점검하고 면담자들의 면담 기술을 훈련하기 위해 본 면담을 실시하기 전에 예비 면담을 실시하고, 그 결과를 바탕으로 모든 연구자와 과학교육 전문가 2인의 논의를 통해 시나리오를 수정·보완하여 최종 면담 시나리오를 확정하였다(Table 2).

본 면담은 총 2명의 면담자가 진행하였으며, 학생과의 신뢰감을 형성한 후 반구조화된 ‘공식 면담’<sup>22</sup>으로 실시하였다. 즉, 면담자는 학생이 자신이 만든 비유를 보면서 각 질문에 대한 자신의 생각을 아무 제약 없이 말하고 그렇게 말한 이유를 자세히 설명하도록 하였으며, 필요한 경우 학생들의 응답에 대해 재질문하는 방식으로 면담을 진행하였다. 면담자는 면담 과정을 모두 녹음했고 면담 과정에서 나타난 연구 외적인 상황이나 연구 참여자의 특이한 행동 및 특징 등을 관찰 노트에 작성하였다.

### 분석 방법

과학영재들이 생성한 비유는 선행 연구<sup>8</sup>에서 사용한 분석틀 중에서 표현 방식, 상황의 작위성, 비유물의 추상성, 체계성에 따라 분류하였다. 즉, 표현 방식에 따라 글 비유, 글과 그림 비유로 분류하였고, 비유를 일상생활에서 흔히 볼 수 있는 상황으로 구성한 일상적 비유와 목표 개념에 맞게 의도적으로 변형한 작위적 비유로 분류하였다. 또한, 비유 소재의 추상적인 수준에 따라 구체적 비유와 추상적 비유로, 목표 개념의 인과 관계에 대응되는 구조가 비유물에 포함되어 있는지에 따라 저체계 비유와 고체계 비유로

분류하였다. 또한, 대응 검사에서는 과학영재들이 자신이 생성한 비유 중에서 좋은 비유로 선택한 비유물과 목표 개념의 속성 및 관계의 유사점을 올바르게 대응시킨 개수를 조사하였다.

녹음된 자료 및 관찰 노트를 바탕으로 전사본을 작성했으며, 전사본을 반복적으로 분석하였다. 즉, 전사본을 바탕으로 목표 개념의 부호화 단계와 대응 단계에서 속성 및 관계의 고려 여부에 대해 분석하여 과학영재들의 비유 생성 패턴을 분류하고, 각 패턴에 따라 과학영재들이 생성한 비유의 개수 및 유형의 차이와 적절한 대응의 개수를 비교하였다. 또한, 비유 생성 활동을 다른 목표 개념을 설명할 때에도 활용하는지 여부와 과학영재들이 생각하는 비유 생성 활동의 유용성 및 비유 생성 과정에서 겪는 어려움에 대해 분석하였다.

연구 결과의 타당도와 신뢰도를 높이기 위해, 수집된 자료들은 연구자들이 공동으로 분석하고 해석하였으며, 과학교육 전문가 2인 및 과학교사 7인과 수차례 논의하여 수정·보완하였다. 분석 결과는 과학영재의 비유 생성 패턴을 분류한 후 패턴 별로 사후 면담 예시와 생성한 비유의 개수, 비유 유형별 개수 및 대응 개수의 1인당 빈도를 제시하면서 자세히 서술하였는데, 비유 생성 활동의 활용 가능성과 유용성 및 어려움의 경우에는 중복 응답을 포함한 응답 빈도를 제시하였다.

### 연구 결과 및 논의

#### 과학영재들의 비유 생성 패턴에 따른 생성한 비유의 특징 분석 결과

과학영재들이 실제로 거치는 비유 생성 과정을 분석한 결과, 목표 개념의 부호화 단계와 대응 단계에서 목표 개념과 비유 소재의 속성 및 속성들 사이의 관계에 대한 고려 여부에 따라 Table 3과 같이 세 가지 패턴이 나타났다.

#### 패턴 1: 두 단계에서 속성 및 관계를 모두 고려. 패턴 1

**Table 3.** The analogy-generating patterns for science-gifted students by the consideration of attributes and relationships of the target concept and the source analog

		Pattern		
		1 (n = 8)	2 (n = 5)	3(n = 4)
Encoding of the target concept	Consideration of attributes	O	O	X
	Consideration of relationships	O	X	X
Mapping	Consideration of attributes	O	O	O
	Consideration of relationships	O	X	O

집단의 과학영재들은 과학 개념의 기본적인 하위 속성이 나 관계에 대한 정신적 표상을 구상하는 부호화 과정을 거쳤다. 그리고 비유 소재와 목표 개념의 대응 과정에서 비유 소재의 속성뿐만 아니라 관계까지 고려하여 최종적으로 비유를 생성하였다. 가장 많은 과학영재들(8명; 47.1%)이 패턴 1 집단에 해당하였다. 이와 관련된 사후 면담의 예시는 다음과 같다.

(목표 개념 부호화 단계에 대한 사후 면담)

- 면담자 A 비유 만들기를 할 때 생각하면서 만든 것들은 어떤 거야?
- 과학영재 C 상태 변화할 때 중요한 게 온도잖아요. 그래서 온도와 관련지어서 설명하면 좋을 것 같아 온도를 고려하다 보니까 그 다음에 분자간의 거리나... 그러다 보니까 배열이 설명하기 힘들더라고요.
- 면담자 A 속성들 사이의 관계에 대해서는 생각해 봤니? 배열이나 운동이나...
- 과학영재 C 관계요? 생각해 봤어요. 운동이 활발해지면 거리가 멀어지구요, 배열이 불규칙해지고...
- 면담자 A 그런 거에 대해서 비유 만들기 할 때도 다 생각을 했어?
- 과학영재 C 네. 그걸 다 포함하는 비유를 만들어야 하나까요.
- 면담자 A 속성이나 관계에 대해 생각하는 게 비유 만들기에서 꼭 필요한 과정이야?
- 과학영재 C 그런 걸 고려하지 않고 만들면 나중에 만들어 놓고 보면은 모순된 경우도 생기고, 다른 걸 첨가해야 하는 경우도 생기기 때문에 먼저 그런 걸 고려하고 나면 더 하나를 만들어도 양보다 질이라는... 그런 게 만들어지죠.

(대응 단계에 대한 사후 면담)

- 면담자 A 중요하다고 생각한건 어떤 것들인데? 비유물에서?

- 과학영재 C 사물이나 사람간의 거리라 그래야 되나?
- 면담자 A 그것들 사이의 관계에 대해서도 생각을 해봤어?
- 과학영재 C 네
- 면담자 A 비유물 사이에서 관계를 생각해 보는 것도 꼭 필요한 과정이야?
- 과학영재 C 비유물에서의 관계가 맞아야지 실제로 분자에서의 관계가 이해가 되지 않을까요?

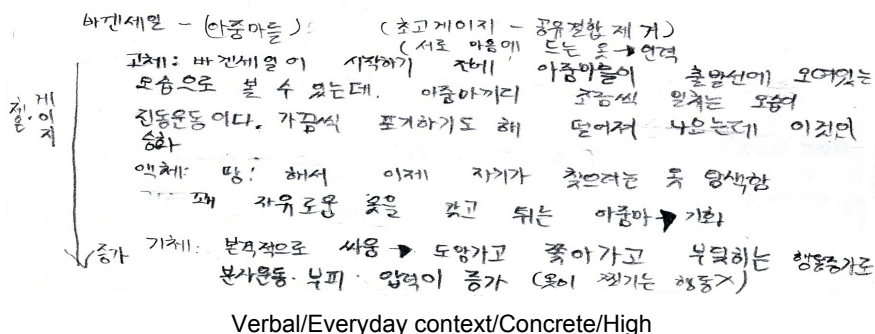
과학영재 C는 비유를 생성할 때 목표 개념의 부호화 단계에서 물질의 세 가지 상태라는 목표 개념의 여러 하위 속성 중에서 온도나 분자간의 거리, 배열과 같은 주요 하위 속성과 분자의 운동과 배열 사이의 관계에 대해 생각하였다고 응답하였다. 그 이유로 먼저 목표 개념의 하위 속성 및 관계를 고려하지 않으면 목표 개념과 모순된 비유를 생성하거나 목표 개념을 설명하기 위해 추가적인 내용을 첨가해야 하므로, 이를 예방하고, 좋은 비유를 생성하기 위해 속성 및 관계를 고려하는 것이 필요하다고 응답하였다. 또한, 비유 소재의 속성들 간의 관계가 올바르게 맞으면 목표 개념의 속성들 간의 관계도 이해되지 않기 때문에 대응 단계에서 사람 사이의 거리와 같은 하위 속성 및 관계들을 고려하였다고 응답하였다. 이와 같이 패턴 1 집단의 과학영재들은 일반적인 비유 생성 과정인 목표 개념의 부호화, 비유 소재 선택, 비유 소재와 목표 개념의 대응, 비유 생성의 4 단계<sup>20,21</sup>를 거치며, 목표 개념 부호화와 대응 단계에서 목표 개념과 비유 소재의 속성 및 관계를 고려함으로써 성공적으로 비유 생성 과정을 수행하고 있음을 알 수 있다.

패턴 1 집단의 과학영재들이 생성한 비유 개수 및 비유 유형별 분석 결과를 Table 4에 제시하였다.

이 패턴에 해당하는 과학영재들은 1인당 3.7개의 비유를 생성하였으며, Fig. 2와 같이 주로 구체적이고 일상적인 상황에 기초하고, 인과 관계에 대한 설명을 포함한 비유를 글로 표현하였으며, 그러한 비유를 좋은 비유로 선택한 경우가 많았다. 또한, 패턴 1 집단의 과학영재가 목표 개념과 비유물의 유사점으로 올바르게 대응시킨 개수는 1인당 6.8개로, 세 집단 중에 가장 많았다. 즉, 이 집단의 과

**Table 4.** The numbers of analogies generated by the students of pattern 1 by type of analogies

	Type of analogies								Total
	Representation		Artificiality		Abstraction		Systematicity		
	Verbal	Verbal-pictorial	Everyday Context	Artificial	Concrete	Abstract	High	Low	
Per student	3.1 (83.3) <sup>a</sup>	0.6 (16.7)	3.0 (80.0)	0.7 (20.0)	3.6 (96.7)	0.1 (3.3)	2.2 (60.0)	1.5 (40.0)	3.7 (100)
Selected analogies	7 (87.5)	1 (12.5)	6 (75.0)	2 (25.0)	7 (87.5)	1 (12.5)	7 (100)	-	8 (100)

<sup>a</sup>unit: %**Fig. 2.** A sample of analogy generated by a science-gifted student of pattern 1.

학생들은 부호화 단계에서 목표 개념의 속성 및 관계에 대해 고려함으로써 일상적이고 구체적인 소재를 선택하고, 대응 단계에서 머릿속에서 고려한 비유 소재와 목표 개념의 인과 관계의 유사성을 설명하기 위해 비유를 완성할 때에는 주로 이를 자세하게 정리한 글로 표현한 것으로 생각된다. 이것은 이후 선택한 비유물과 목표 개념의 대응 관계를 이해하는데 영향을 주어, 목표 개념과 비유물의 유사점을 쉽게 파악하여 대응시킨 것으로 해석할 수 있다.

일반적으로 비유는 일상적인 생활에서 흔히 볼 수 있는 구체적 사물이나 현상을 그대로 사용한 일상적이고 구체적인 비유, 목표물의 인과 관계에 대응되는 구조를 포함하는 고체계 비유가 좋은 비유라고 제안되고 있다.<sup>9,19</sup> 이로부터 볼 때, 과학영재들이 목표 개념과 비유 소재의 하위 속성 및 관계에 대해 고려하면서 비유 생성 하위 4 단계를 성공적으로 수행할 경우 좋은 조건의 다양한 비유를 생성하고, 그 중에서 목표 개념과 유사점이 많은 좋은 비유를 선택하여 정교화하는 것으로 볼 수 있다.

**패턴 2: 두 단계에서 속성만 고려.** 패턴 2 집단의 과학영재들(5명; 29.4%)은 목표 개념의 부호화 단계와 대응 단계에서 목표 개념이나 비유 소재의 하위 속성들만 고려하고 속성들 간의 관계에 대해서는 고려하지 않고 비유를 생성하였다. 다음은 이와 관련된 사후 면담의 예시이다.

(목표 개념 부호화 단계에 대한 사후 면담)

면담자 A 물질의 상태에서 중요한 개념으로 뽑았는데, 실제 만들기 할 때도 모두 다 생각하면서 만들기를 했어?

과학영재 I 네.

면담자 A 왜 이 각각에 대해서 속성을 먼저 생각하게 됐어?

과학영재 I 아... 온도는 분자의 운동 속력을 이루는 가장 근본적인 것이고, 정전기적 인력, 반발력은 음... 운동 상태를 결정짓는 것인데 사실 물질의 세 가지 상태에 공통적으로 영향을 크게 끼치는 것 같진 않지만, 어쨌든 이런 식으로 운동을 하는데 영향을 주기 때문에 생각을 해봤는데..

면담자 A 속성들 사이의 관계에 대해서는 생각을 안 해 봤니?

과학영재 I 생각을 별로 안 해 봤던 것 같아요.

면담자 A 어떤 의미가 있을 것 같아?

과학영재 I 모든 건 다 연결이 돼 있으니, 생각을 해보는 게 나았을 것 같아요.

면담자 A 왜 생각을 해보는 게 좋을 것 같아?

과학영재 I 왜냐면 화학에서는 어떤 한 가지 이유라도 결과가 크게 달라질 수 있기 때문에...

(대응 단계에 대한 사후 면담)

- 면담자 A 당구공 비유를 만들면서도 이 속성들 다 생각하면서 만들어?  
 과학영재 I 네. 제가 생각하면서 만들었던 거를 그대로 쓴 거예요.  
 면담자 A 비유물 속성들의 관계에 대해서는 생각을 했어?  
 과학영재 I 여섯 개가 다 운동에 대해서 뭔가를 작용을 한다는 건 생각을 했는데, 각각 서로의 관계에 대해서는 생각을 안 해봤어요.  
 면담자 A 그럼 이렇게 생각을 해보지 않아도 비유 만들기를 하는데 상관이 없을까?  
 과학영재 I 아니요 비유에서도 한 가지 원인이 다른 결과에다가 영향을 줄 수 있기 때문에 모든 곳에서 모든 것을 생각을 해봐야 되는 것 같아요.

과학영재 I는 목표 개념의 부호화 단계와 대응 단계에서 목표 개념과 비유 소재의 속성에 대해서는 고려했지만 속성들 사이의 관계에 대해서는 고려하지 않았다고 응답하였다. 그러나 한 가지 속성이나 관계가 잘못되면 그것이 원인이 되어 나중에 비유 소재와 목표 개념 사이의 속성이나 관계가 달라질 수 있기 때문에 목표 개념과 비유 소재의 속성뿐만 아니라 속성들 간의 관계에 대해서 생각해 보는 것이 필요하다고 응답하였다. 이와 같이 패턴 2 집단의 과학영재들은 목표 개념과 비유 소재의 관계에 대한 고려를 하지 않았으나, 그 과정이 필요하다고 인식하고 있었다.

패턴 2 집단의 과학영재들이 생성한 비유의 개수 및 비

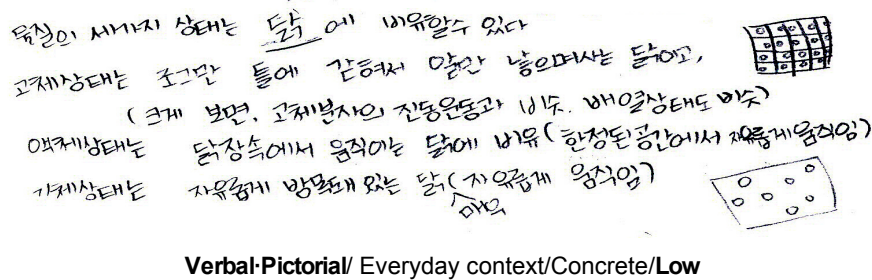
유 유형별 분석 결과를 Table 5에 제시하였다.

패턴 2 집단의 과학영재들이 생성한 비유의 개수는 1인당 3개로, 패턴 1 집단의 과학영재들이 생성한 1인당 비유 개수(3.7개)에 비해 약간 적었으며, Fig. 3과 같이 주로 구체적이고 일상적인 상황에 기초한 비유를 생성하였다. 그러나 인과 관계에 대한 설명 없이 글과 그림을 사용하여 표현하는 비유의 비율이 높았다. 또한, 패턴 2의 과학영재가 올바르게 대응시킨 목표 개념과 비유물의 유사점의 개수는 1인당 2.6개로, 다른 두 패턴의 과학영재들에 비해 매우 적었다.

이러한 결과는 목표 개념과 비유 소재의 속성들 사이의 관계를 고려하고 이를 대응시키는 것이 생성한 비유의 유형 및 대응 관계 이해에 영향을 준다는 것을 보여준다고 할 수 있다. 비유는 특정 대상 사이의 표면적 유사성뿐만 아니라, 추상적 관계의 유사성에 기초하여 형성되는 것이며,<sup>23</sup> 비유 생성 활동은 목표 개념을 선택한 비유 소재에 대응시키는 과정과 고차원적 조절 과정인 메타 인지적 과정이 제대로 수행되었을 때 효과적이라고 보고된다.<sup>24</sup> 따라서 이 과정을 제대로 수행하지 못한 패턴 2 집단의 과학영재들은 목표 개념의 부호화 단계와 대응 단계에서 목표 개념과 비유 소재의 속성들 사이의 인과 관계를 인식하지 못해 비유 완성 단계에서 주로 관계의 유사성이 아닌 표면적 유사성에 기초하여 머릿속에서 떠오른 생각을 글과 그림으로 바로 제시한 것으로 볼 수 있다. 또한, 이후 목표 개념과 생성한 비유물의 대응 관계를 이해하는 과정에서 파악한 적절한 대응 요소도 적었던 것으로 생각된다. 따라서 비유 생성 과정에서 목표 개념과 비유 소재의 유사점을 찾

Table 5. The numbers of analogies generated by the students of pattern 2 by type of analogies

	Type of analogies								Total (n = 5)
	Representation		Artificiality		Abstraction		Systematicity		
	Verbal	Verbal-pictorial	Everyday Context	Artificial	Concrete	Abstract	High	Low	
Per student	0.6 (20.0)	2.4 (80.0)	1.6 (53.3)	1.4 (46.7)	3.0 (100)	-	1.4 (46.7)	1.6 (53.3)	3.0 (100)
Selected analogies	1 (20.0)	4 (80.0)	3 (60.0)	2 (40.0)	4 (100)	-	2 (40.0)	3 (60.0)	5 (100)



Verbal-Pictorial/ Everyday context/Concrete/Low

Fig. 3. A sample of analogy generated by a science-gifted student in pattern 2.

아 서로 연결할 때, 속성뿐만 아니라 관계까지도 대응시킬 수 있도록 강화하여 안내할 필요가 있다.

**패턴 3: 부호화 과정 없이 대응 단계에서만 속성 및 관계 고려.** 패턴 3 집단의 과학영재들(4명; 23.5%)은 목표 개념의 기본적인 하위 속성이나 관계에 대한 정신적 표상을 구상하는 부호화 과정을 거치지 않고 비유 소재를 먼저 선택한 후, 속성 및 속성들 사이의 관계를 대응시키는 과정을 거쳐 비유를 완성하는 것으로 나타났다. 다음은 이와 관련된 사후 면담의 예시이다.

(목표 개념 부호화 단계에 대한 사후 면담)  
 면담자 B 비유를 만들 때 이 개념의 속성 중에서 어떤 것들을 생각하면서 만들었어요?  
 과학영재 N 저희 얼마 전에 축제가 있어가지고, 축제 생각하다 보니까...  
 면담자 B (목표 개념의 속성을 가리키며) 이런 걸 다 생각하면서 만들었나요?  
 과학영재 N 일단 비유를 만들고 비슷하다 싶으면 대충 맞춰가지고...

(대응 단계에 대한 사후 면담)  
 면담자 B 비유 소재 선택 후에는?  
 과학영재 N 일단 고체는 딱 보면 단결이고, 액체는 살짝 풀어진 거 기체는 많이 풀어진 건데, 이게 한꺼번에 나타날 수 있는 그런 상황 아니고 장소를 생각하면서 이렇게 확확 바뀌는 거는 학생이나 사람들같이 이런 경우 인데, 찾기 힘들어서 사람 생각하다 보니까 가장 가까이 있는 게 학교 근처니까 학교 생각하고...  
 면담자 B 이러한 속성이나 관계를 찾는 과정이 필요하다고 생각해요?  
 과학영재 N 기본적으로, 기본 몇 개만 정해놓고 나머지는 자기가 상황에 따라서 대충 써 내려갈 수 있을 거 같은데...

과학영재 N은 비유를 생성할 때 목표 개념에 대한 부호

화 과정을 거치지 않고 바로 최근에 경험한 축제를 비유 소재로 선택한 후, 물질의 세 가지 상태의 분자 배열과 운동에 대한 주요 속성 및 속성들 사이의 관계를 고려하여 대응시키면서 비유를 완성하였다고 응답하였다.

이 패턴에 해당하는 과학영재들이 생성한 비유의 개수 및 비유 유형별 분석 결과를 Table 6에 제시하였다.

패턴 3 집단의 과학영재들이 생성한 비유의 개수는 세 집단 중에 가장 적은 1인당 2개였다. 또한, 생성한 비유의 유형은 Fig. 4와 같이 주로 일상적이지 않은 상황을 자신의 의도에 맞게 변형하고, 인과 관계에 대한 설명이 없는 작위적이고 저체계적인 비유였으며, 그러한 비유를 좋은 비유로 선택하는 과학영재의 비율도 높았다.

이로 볼 때, 목표 개념의 부호화 과정이 적절한 비유 소재를 여러 개 고려하고 결정하는데 영향을 준 것으로 볼 수 있다.<sup>18</sup> 즉, 과학영재들이 목표 개념의 하위 속성 및 속성 간의 관계에 대한 정신적 표상 과정을 거치지 않으면 비유 소재를 선택할 때 중점을 뒤야 할 부분에 대한 고려가 부족하여 떠올릴 수 있는 비유의 소재가 제한적이기 때문에 다양한 비유를 생성하지 못하는 것으로 생각할 수 있다. 뿐만 아니라, 부호화 과정은 이후 대응 과정에서 비유 소재와 목표 개념에 포함되어 있는 인과 관계를 파악하는 것에도 영향을 주는 것으로 해석할 수 있다. 따라서 과학영재들이 비유를 쉽게 만들기 위해 비유 소재를 찾기 전에 먼저 목표 개념에 대해 생각해 볼 수 있도록 명시적으로 안내할 필요가 있다. 뿐만 아니라, 좋은 비유의 조건에 대해서 고려해 볼 수 있는 기회를 제공할 필요가 있다. 이것은 과학영재들이 친숙하고 이해하기 쉬운 일상적인 소재를 사용하여 체계적이고 다양한 비유를 생성하고, 생성한 비유의 타당성을 평가하여 그 중에서 좋은 비유를 선택하는데 도움을 줄 수 있을 것이다.

한편, 패턴 3 집단의 과학영재가 목표 개념과 비유 소재의 유사점으로 올바르게 대응시킨 개수는 1인당 6.0개로 패턴 1 집단의 과학영재들보다 약간 적었다. 이는 패턴 1의 과학영재들과 마찬가지로 이 패턴의 과학영재들이 일단 비유 소재를 선택한 후에는 목표 개념과 비유 소재에 대한 대응 과정을 거치지만, 목표 개념에 대한 부호화 과정을 제대로 수행하지 못해 대응 단계에서 고려할 수 있는 목

**Table 6.** The numbers of analogies generated by science-gifted students of pattern 3 by type of analogies

	Type of analogies								Total (n = 4)
	Representation		Artificiality		Abstraction		Systematicity		
	Verbal	Verbal-pictorial	Everyday Context	Artificial	Concrete	Abstract	High	Low	
Per student	1.3 (83.3)	0.7 (16.7)	1.0 (50.0)	1.0 (50.0)	2.0 (100)	-	0.7 (37.5)	1.3 (62.5)	2.0 (100)
Selected analogies	2 (50.0)	2 (50.0)	1 (25.0)	3 (75.0)	4 (100)	-	-	4 (100)	4 (100)



1) 기체: 정선변환을 할 수 있다 환과도 → 왜곡 영선이 없고 (운동은 활발하게 하고 시간이 지날수록 커지기 때문에 확산도 설명할 수도 있다.

액체: 정선변환에 갇혀있어 환과도 → 일정한 공간 내에서 움직이고 또 문을 열어서 문이 나오기 때문에 도를러 나오는 것도 볼 수 있다

고체: 투사보온 입고 있는 환과도 → 투사보온 입고 있어 움직일 수 없지만 환과서 땀공땀공을 땀이기 때문에 재차리 땀은 설명할 수 없다

Verbal/Artificial/Concrete/Low

Fig. 4. A sample of analogy generated by a science-gifted student of pattern 3.

표 개념의 속성 및 속성들 사이의 관계에 대한 정보가 충분하지 못했기 때문으로 볼 수 있다.

다른 비유가 더 적절하다는 말 이에요. 그래서 그 비유를 썼어요.

비유 생성 활동의 적용 가능성

과학영재의 교육프로그램으로 비유 생성 활동의 적용 가능성을 탐색하기 위해 비유 생성 활동의 활용도, 유용성 및 어려움에 대한 면담을 분석한 결과는 다음과 같다.

**비유 생성 활동의 활용도.** 비유 생성 활동을 다른 개념에 대해서도 활용하는지 조사하기 위해 목표 개념이 아닌 물질의 상태 변화에 대해 설명하도록 한 후, 그 이유를 질문하였다. 이에 대해 절반 이상의 과학영재들이 비유를 사용하여 물질의 상태 변화를 설명하였다(9명; 52.9%).

이로 볼 때, 비유 생성 과정은 장기 기억의 특정 스키마에서 비유를 추출해야 하므로 학생들에게 어렵지만, 한번 비유 생성 활동 경험을 한 후에는 다른 개념을 설명할 때에 보다 쉽게 활용하는 것으로 볼 수 있다. 이 때, 위의 과학영재 O와 같이 이전 시간에 사용한 비유가 아닌 새로운 비유를 사용한 경우가 대부분이었다(8명; 47.1%). 그 이유에 대해 이전 시간에 자신이 만든 비유로 설명하기 힘든 부분이 있기 때문에 새로운 비유를 생성하여 설명했다고 응답하였다.

면담자 B 물질의 세 가지 상태를 안 배운 친구들한테 상태변화를 설명해 줄 수 있어요?  
 과학영재 O 음...체육시간에 줄을 서잖아요. 처음에는 선생님이 오셨으니까 인사해야 되니까 멍쳐있단 말이에요. 멍쳐있을 때 잘 움직이지 않으니까 그게 고체 상태구요. 운동하기 전에 몸 풀어야 하니까 체조를 해야 되잖아요. 체조를 할 때 사이의 간격이 필요하니까 사이 간격이 넓어지긴 하는데, 그래도 체조를 하니까 마음껏 뛰어놀 수 없으니까 약간의 유동성을 확보한 거고...그리고 기체 상태는요. 우선 준비운동 끝났으니까. 이제 축구하거나 그래도 되니까요. 선생님이 운동하라 그러면 하는 거니까 범위가 넓고 활동량이 많아지니까 그게 기체 상태...

실제로, 과학영재들은 자신이 만든 여러 비유 중에서 좋은 비유로 선택한 비유를 정교화하여 최종적으로 완성한 비유물이 목표 개념을 완벽하게 설명할 수 있는지에 대해 다음과 같이 응답하였다.

면담자 B 이 비유를 쓰진 않고 체육시간 비유를 사용한 이유가 있어요?  
 과학영재 O 축구 비유는요, 이거에 알맞은 비유이기 때문에 그 비유에 대한 거는 그 문제는

문제점이라면 '만약에 바나나 같은 거 있으면 원숭이들이 거기서 쏠리지 않느냐?' 하고 동생이 물으면 속수무책이겠죠. 어느 정도는 쉽게 설명할 수 있어요. 심각하게 생각해 본 적은 없는데, 원숭이가 생명체니까... 쫘쫘 얼면 그 자리에 가기 전에 동사를 해서 다시 뜨겁게 해도 살아나지 못할 수도 있고, 원숭이가 새끼를 낳는데, 분자는 새끼를 낳지 않잖아요. 뭐 이런 부분은 설명할 수 없겠죠. 하지만 그건 비유를 하니까 생긴 어쩔 수 없는 문제점일 뿐이고... (과학영재 L)

과학영재들은 대부분 과학영재 L과 같이 다른 상황에 빗대어 설명하는 비유의 특성상 자신이 만든 비유가 제한점을 가지고 있기 때문에 목표 개념을 완벽하게 설명하기 힘들다고 평가하였다(12명; 70.6%). 따라서 비유 생성 과정에서 과학영재들이 자신이 생성한 비유의 제한점을 최소화하고, 비유를 더욱 정교화할 수 있는 구체적인 방안을

마련할 필요가 있다. 예를 들어, 비유 생성 활동에서 ‘생성-평가-수정’의 순환적 과정을 거치도록 하여, 자신이 만든 비유에 대해 평가하고 수정할 수 있는 기회를 제공할 수 있다.<sup>17</sup> 이때, 학생들 간의 사회적 상호작용이 학생들의 비유 생성에서 중요한 역할을 할 수 있으므로,<sup>25</sup> 과학영재들이 동료들과 자신이 만든 비유에 대해 의견을 교환하거나 다른 사람의 비유를 듣고 비교하는 상호작용이 필요하다. 이를 통해 스스로 또는 친구들의 질문에 답하는 과정에서 초기의 비유의 제한점을 수정·보완할 수 있는 피드백을 제공받아 더욱 발전된 비유를 생성할 수 있을 것이다.

**비유 생성 활동의 유용성.** 비유 생성 활동의 유용성으로 과학영재들은 비유 생성 방법을 이해하게 되어 다른 개념을 이해하거나 친구들에게 설명할 때 이용할 수 있어 설명력이 향상된 점을 가장 많이 응답하였다(과학영재 L, 9명; 52.9%). 또한, 창의력과 사고력이 향상되고(과학영재 N, 8명; 47.1%), 개념을 오래 기억할 수 있어서 좋았다(과학영재 P, 6명; 35.3%)고 응답하였다. 뿐만 아니라, 새로운 활동이라 재미있었다는 등의 정의적 영역 측면에서도 긍정적으로 응답하였다(과학영재 E, 5명; 29.4%).

비유를 만들면 자기가 무얼 잘못했는지 알게 되고, 그럼 다른 쉬운 비유를 만들 수 있겠죠. 이 비유를 가지고 자기가 이해 못하는 걸 가지고도 어떤 알고 있는 지식만 가지고 만들면, 약간 다른 거에 대해서도 이해를 할 수 있을 거 아녜요. 또, 동생이나 다른 사람을 가르쳐 줄 수도 있고, 비유를 이렇게 알면 더 좋은 비유를 만들 수 있고, 좋은 비유를 가지고 공부를 더 좋게 할 수 있죠(과학영재 L).

선생님이 비유를 하는 거는 물론 쉽게 이해가 되긴 하지만, 비유일 뿐이고, 자신이 그 개념을 익히고 나서 비유를 만들어 보면 물론 처음에 익혀야 되긴 하지만 자신의 창의력을 발휘할 수 있잖아요. 창의성을 할 수 있는 거죠. 다른 거를 할 때도 이해가 쉽게 갈 수 있고(과학영재 N).

잊어버리진 않게 해 줄 거고, 내가 스스로도 바빠서 그럴 수도 있지만, 잠깐 까먹었을 때 이거 생각하면 기억이 떠오를 수 있을 것 같기도 해요. 다른 것 보다 오래 가죠. 막 외우는 것보다...(과학영재 P)

새로운 걸 해보게 돼서 좋았구요, 어... 재미있었어요(과학영재 E).

이러한 장점에 근거하여 과학영재들은 비유 생성 활동을 경험한 후, 비유 제시 수업과 비유 생성 수업에 대한 선호도를 묻는 질문에 대해 교사가 비유를 제시하는 수업(4명; 23.5%)보다 직접 비유를 생성해보는 수업(13명;

76.5%)을 더 선호하는 것으로 나타났다. 다음은 이와 관련된 과학영재 C의 면담의 일부이다.

면담자 A      선생님이 비유를 설명해 주시는 수업하고, 선생님이 개념을 설명하고 직접 비유를 만들어보는 수업 중에 어떤 것이 더 좋을까?

과학영재 C    두 번째 것이 좋아요. 비유는 조금 주관적인 게 들어가잖아요. 근데 개념은 객관적이잖아요. 그러니까 주관적인 거 들으면 선생님은 이거를 전달하려고 그 말을 한 건데 저는 다르게 알아들어서 그게 그거 구나 해서... 비유 하나 가지고도 여러 가지 개념이 나올 수 있는데, 개념 하나를 잘 알아두면 그 개념에서 여러 가지 비유가 나올 수 있잖아요. 그러면 더 창의성도 있고, 개념도 잘 이해하고... 전 개념하고 비유 나오는 게 더 좋은 것 같아요.

즉, 교사가 제시하는 비유는 학생들이 비유를 잘못 이해한 경우 오개념이 생성될 수 있지만, 직접 비유를 만들어서 이해한 경우에는 개념 이해 및 파지와 창의성 향상에도움이 되기 때문이라고 응답하였다. 이는 비유 생성 수업이 비유 제시 수업보다 더 능동적이고, 상호작용적이며,<sup>26</sup> 개념 이해뿐만 아니라 창의력 등과 같은 사고력 신장에 효과적일 수 있다는 선행 연구<sup>10,11</sup>와 같은 맥락으로 볼 수 있다. 따라서 비유 생성 활동을 체계적으로 구성하여 지속적으로 진행한다면, 과학영재들의 개념 이해 및 파지와 사고력 향상에 도움을 줄 수 있을 것으로 기대된다.

**비유 생성 활동의 어려움.** 과학영재들은 비유 생성 활동 중에서 유사점이 많고 차이점이 적은 소재를 선택하는 과정(과학영재 L, 10명; 58.8%)이 어려웠다고 응답하였다. 이외에도 문제 파악(과학영재 J, 2명; 11.8%), 비유를 여러 개 만드는 것(과학영재 N, 2명; 11.8%)이 어려웠다고 응답하는 경우도 있었다.

어려웠던 점이라면 소재를 뭘로 할까 처음에는 아, 그냥 돌아다니는 게 필요하겠구나...분자가... 그럼 원송이가 좋겠구나 했는데, 두 번째부터는 약간 힘들었죠. 온갖 소리가 다 나오고 무엇을 소재로 해야 할 지가 힘들고 그거 빼고 특별히 힘든 건 없었던 것 같아요. 소재만 뭘지 알면 그 다음엔 관계를 이용해서...(과학영재 L)

어떤 쪽을 비유해야 할지...이 문제가 원하는 게 뭘지 알기가 힘들었어요(과학영재 J).

어려웠던 점이라면 비유를 만들 때 아이디어를 짜내는 게 중요한데 자꾸 맨 처음에 했던 것 밖에 생각이 안나가지고, 계속 비슷한 걸로 이어지고 그래서...(과학영재 N)

이는 교사가 비유를 제시하는 수업에서는 대응 과정에서 어려움을 겪는 반면, 학습자가 직접 비유를 생성하는 경우에는 목표 개념과 유사한 속성 및 관계를 공유하는 친숙한 지식 영역에 접근하여 비유 소재를 선택하는 것에 대해 어려움을 갖는다는 선행 연구 결과<sup>21</sup>에 부합하는 것으로 볼 수 있다. 즉, 비유 생성 활동은 문제를 파악하고 소재를 선택하는 등과 같은 복잡한 인지적 과정을 요구하기 때문에 학생들이 쉽게 관련된 소재를 기억으로부터 추출하여 목표 개념과 대응시킬 수 있을 때 더욱 효과적이다. 또한, 비유를 만드는 방법에 대해 제대로 이해해야만 목표 개념을 올바르게 설명할 수 있는 적절한 비유를 만들 수 있다. 특히, 과학영재들은 비유를 생성한 경험이 부족하여 비유 생성 활동에 대한 두려움 때문에 비동기화될 수 있다.<sup>17</sup> 따라서 비유 생성 활동에서 학생들이 비유를 생성하기 전에 교사가 비유를 생성하는 방법에 대해 구체적인 안내를 하는 것이 중요하다고 볼 수 있다.

### 결론 및 제언

이 연구에서는 과학영재의 비유 생성 과정의 패턴에 따른 생성한 비유의 특징을 분석하고, 과학영재의 창의성 개발에 효과적인 교육프로그램으로서 비유 생성 활동의 적용 가능성을 조사하였다.

연구 결과, 과학영재의 비유 생성 과정은 목표 개념의 부호화 단계와 대응 단계에서의 속성 및 속성들 간의 관계에 대한 고려 여부에 따라 세 가지 패턴이 나타났으며, 각 패턴에 따라 생성한 비유의 개수 및 유형, 좋은 비유로 선택한 비유의 유형 및 적절한 대응의 개수에 차이가 있었다. 즉, 목표 개념의 부호화 단계와 대응 단계에서 목표 개념과 비유 소재의 속성 및 관계들에 대해 모두 고려하여 비유를 생성한 경우에는 일상적이고 구체적인 소재를 선택하여 인과 관계를 체계적으로 포함한 비유를 글로 표현한 경우가 많았으며, 올바르게 연결한 대응의 개수가 가장 많았다. 관계들을 고려하지 않고 속성들만 고려한 경우에는 인과 관계에 대한 설명이 없이 글과 그림으로 표현한 경우가 많았으며, 대응의 개수가 가장 적었다. 목표 개념의 부호화 단계를 거치지 않고 비유를 생성한 경우에는 작위적인 상황에서 인과 관계를 포함한 비유를 글로 표현한 경우가 많았으며, 생성한 비유의 개수가 가장 적었다. 대부분의 과학영재들은 비유 생성 활동을 다른 목표 개념에도 활용하였으며, 비유 생성 활동이 유용하다고 인식하고 있었다. 또한, 자신이 생성한 비유가 목표 개념을 완벽하게 설

명하는데 제한점이 있음을 인식하고 있었으며, 비유 소재를 선택하는데 어려움을 겪는 것으로 나타났다.

이로 볼 때, 비유 생성 수업의 효과를 향상시키기 위해서는 목표 개념에 대해 충분히 이해했는지를 확인하는 것 뿐만 아니라, 비유 소재를 선택하기 전에 머릿속에서 목표 개념의 하위 속성이나 속성들 사이의 관계에 대해 부호화하는 과정을 거칠 수 있도록 함으로써, 과학영재들이 소재 선택 과정에서 겪는 어려움을 해소할 수 있을 것이다. 그리고 비유 소재를 선택하여 목표 개념과 대응시키는 단계에서는 속성뿐만 아니라 그들 사이의 관계를 명확하게 고려해볼 수 있도록 대응 과정에 대한 구체적이고 체계적인 안내가 필요하다고 볼 수 있다.

또한, 과학영재들이 자신이 생성한 비유의 제한점에 대해 인식하고, 자신이 생성한 비유를 수정하여 더욱 정교화할 수 있는 기회를 제공할 필요가 있다. 예를 들어, 그룹간의 사회적 상호작용이 학생들의 비유 생성 활동에서 중요한 역할을 하므로, 비유를 생성한 후에 만든 비유에 대해서 토의하는 활동을 추가함으로써, 과학영재들의 참여를 촉진시킬 수 있을 것으로 기대된다. 이때, 교사는 주의 깊게 학생들의 비유 생성 과정을 모니터해야 한다. 즉, 교사는 비유 소재 선택 과정과 대응 과정에서 과학영재들이 범하는 오류를 진단하고 교정해주기 위해 준비해야 한다.

한편, 이 연구에서는 과학영재의 개인적 변인들이 비유 생성 과정에 어떤 영향을 주는지에 대한 정보는 알 수 없다. 따라서 추후로 과학영재의 인지적·정의적 변인이 비유 생성 과정에 어떤 영향을 미치는지에 대해 조사하는 연구도 진행될 필요가 있다. 마지막으로 이러한 연구 결과를 반영하여 과학영재들을 위한 비유 생성 수업 전략을 개발하고 적용하여 그 효과를 조사할 필요가 있다.

“이 논문은 2009년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(2009-0073899).”

### REFERENCES

1. Na, D.; Kim, J. *The Korean Journal of Educational Psychology* **2004**, *18*, 115.
2. Han, K.; Bae, M.; Park, I. *J Korea Assoc. Sci. Educ.* **2003**, *23*, 21.
3. Park, J.; Lee, K.; Kim, S.; Kim, H. *Korean J. Biology Education* **2005**, *33*, 122.
4. Lee, B.; Son, J.; Choi, W.; Lee, I.; Jhun, Y.; Choi, J. *Journal of Korean Elementary Science Education* **2008**, *27*, 252.
5. Jung, H.; Han, K.; Kim, B.; Choe, S. *Jour. Korean Earth Science Society* **2002**, *23*, 334.
6. Dunbar, K. In *Creative Thought: an Investigation of Conceptual Structures and Processes*; Ward, T. B.; Smith, S. M.; Viad, J. Eds.; APA Press: Washington D.C. 1997; p 461.

7. Park, J. *J Korea Assoc. Sci. Educ.* **2004**, *24*, 375.
8. Kim, Y.; Moon, S.; Noh, T. *J Korea Assoc. Sci. Educ.* **2009**, *29*, 861.
9. Noh, T.; Yang, C.; Kang, H. *Journal of Korean Elementary Science Education* **2009**, *28*, 292.
10. BouJaoude, S.; Tamim, R. *School Science Review* **2000**, *82*, 57.
11. Middleton, J. L. *American Biology Teacher* **1991**, *53*, 42.
12. Glynn, S. M. In *Children's Comprehension of Narrative and Expository Text: Research into Practice*; Muth, K. D. Ed.; International Reading Association: Neward, DE: 1986; p 185.
13. Zeitoun, H. H. *Res. Sci. Tech. Educ.* **1984**, *2*, 107.
14. Clement, J. *Generation of spontaneous analogies by students solving science problems*; Paper presented at the International Conference on Thinking, 3rd, Honolulu, HI, 1987(ERIC Document Reproduction Service No. ED 286758).
15. Wong, E. D. *J. Res. Sci. Teach.* **1993**, *30*, 367.
16. Wong, E. D. *J. Res. Sci. Teach.* **1993**, *30*, 1259.
17. Salih, M. *Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia* **2008**, *31*, 164.
18. Paatz, R.; Ryder, J.; Schwedes, H. *International Journal of Science Education* **2004**, *26*, 1065.
19. English, L.; Halford, G. *Mathematics Education: Models and Processes*; Lawrence Erlbaum Associates: Mahwah, NJ, 1995; p 100.
20. Holland, J. H.; Holyoak, K. J.; Nisbett, R. E.; Thagard, P. R. *Induction: Processes of Inference, Learning, and Discovery*; MIT Press: Cambridge, MA, 1986; p 292.
21. Zook, K. B. *Educational Psychology Review* **1991**, *3*, 412.
22. Amos Hatch, J. *Doing Qualitative Research in Education Settings*; Jin, Y. Trans.; Hakjisa: Seoul, Korea, 2008 (Original work published 2002); p 158.
23. Holyoak, K. J., & Koh, K. *Memory & Cognition* **1987**, *15*, 332.
24. Yifat, H.; Shlomo, K.; Einat, B. *Learning and Instruction* **2006**, *16*, 583.
25. Sandifer, C. *AIP Conference Proceedings* **2003**, *720*, 93.
26. Mayo, J. A. *Journal of Constructivist Psychology* **2001**, *14*, 187.