

초등 과학영재교육에서 포화용액 개념에 대한 소집단 비유 만들기의 효과

윤진아[†] · 강훈식*

[†]관설초등학교

춘천교육대학교 과학교육과

(접수 2011. 1. 26; 수정 2011. 3. 8; 게재확정 2011. 3. 26)

The Effects of Analogy-Generating in Small Group on Saturated Solution in Elementary Science-Gifted Education

Jin-A Yoon[†] and Hunsik Kang*

[†]Kwanseol Elementary School, Wonju 220-934, Korea

Department of Science Education, Chuncheon National University of Education, Chuncheon 200-703, Korea.

*E-mail: kanghs@cnue.ac.kr

(Received January 26, 2011; Revised March 8, 2011; Accepted March 26, 2011)

요 약. 이 연구에서는 초등 과학영재교육에서 소집단 비유 만들기의 효과를 학생들이 만든 비유의 유형과 대응 오류, 소집단 비유 만들기에 대한 인식 측면에서 조사했다. 2개 초등학교의 2개 과학영재학급에 소속된 5학년 학생 37명을 선정하여 각각 개별 비유 만들기(IA) 집단(n=19)과 2인 1조의 소집단 비유 만들기(PA) 집단(n=18)으로 배치했다. 두 집단 학생들에게 첫 번째 시간에 포화용액 개념에 대한 실험과 개념 학습을 실시한 후, 두 번째 시간에 그 개념에 대한 비유 만들기 검사를 실시했다. 또한 PA 집단 학생들에게는 소집단 비유 만들기에 대한 인식 검사를 실시했으며, 일부 학생들을 대상으로 이에 대한 심층 면담도 실시했다. 연구 결과, IA 집단보다 PA 집단의 학생들이 글/그림 비유, 구조적/기능적 비유, 부연 비유, 고체계성 비유를 더 많이 만드는 경향이 있었으나, 상황의 작위성(작위적, 일상적)과 추상도(추상적, 구체적) 항목에서는 두 집단 간에 차이가 거의 없었다. IA 집단보다 PA 집단의 학생들이 대응 오류를 더 적게 범했다. PA 집단의 많은 학생들이 소집단 비유 만들기에 대해 다양한 인지적·동기적 측면에서 긍정적으로 인식했으나, 몇 가지 단점을 지적하기도 했다. 이에 대한 교육적 함의를 논했다.

주제어: 소집단 비유 만들기, 비유의 유형, 대응 오류, 인식, 과학영재교육

ABSTRACT: In this study, we investigated the effects of analogy-generating in small group in elementary science-gifted education upon the types and the mapping errors of student-generated analogies, and the perceptions of the instruction. Fifth graders (N=37) at two science-gifted classes in two elementary schools were selected and assigned to individualistic analogy-generating (IA, n=19) and pair analogy-generating (PA, n=18) groups. After the students of each group performed the experiment and were taught about 'saturated solution' concept in the first class, they administered the test on the self-generating analogies on the concept in the second class. The students in the PA group also administered the test on perceptions of analogy-generating in small group and some of them were interviewed deeply. The results revealed that the students in the PA group made more verbal/pictorial, structural/functional, enriched, and higher systematic analogies than those in the IA group. However, there were little difference between the two groups in the subcategories of artificiality (artificial and everyday) and abstraction (abstract and concrete). The students in the PA group fewer mapping errors than those in the IA group. Many students in PA group perceived the analogy-generating in small group positively upon various cognitive and motivational aspects. However, they also pointed a few disadvantages of the activity. Educational implications of these findings are discussed.

Keywords: Analogy-generating in small group, Type of analogy, Mapping error, Perception, Science-gifted education

서 론

학생들이 과학 개념을 설명할 수 있는 비유물을 직접 만드는 비유 만들기 활동의 교육적 효과가 다양한 측면에서 보고되고 있다. 예를 들어, 학생들이 비유물을 직접

만드는 과정에서 자신의 사전 지식과 경험을 확인하고 이를 새로운 개념과 분석적으로 관련짓게 되므로, 학생들의 비유 자체에 대한 이해도가 높아질 뿐 아니라 대응 과정에서 오류가 감소하여 과학 개념 이해와 창의적·비판적·탐구적 사고력, 문제 해결력 및 학습 동기와 흥미 등을

신장시키는 것으로 보고되었다.¹⁻⁸ 이에 학생들의 과학 학습 촉진 전략으로서의 비유 만들기 활동에 대한 관심이 높아지고 있으며, 특히 최근에는 비유를 만드는 과정에서 창의적 사고와 과학적 탐구 기술, 과학 내용 등의 인지적 측면과 학습 동기와 흥미 등의 정의적 측면이 종합적으로 요구된다는 점에 주목하여 과학영재교육에서의 활용 가능성 및 유용성이 주장되고 있다.^{6,9-11}

그러나 과학영재 학생들이 일반 학생들보다 비유 만들기 활동에서 요구되는 다양한 능력들을 지니고 있지만, 그 능력들이 부족한 경우에는 과학영재 학생들조차도 비유 만들기 활동을 성공적으로 수행하지 못할 수 있다. 실제로, 상당수의 초, 중등 과학영재 학생들이 의미 있는 비유를 제대로 만들지 못하거나 수준이 낮은 비유를 만들었고, 비유를 만드는 과정에서 다양한 어려움을 겪었을 뿐만 아니라 목표 개념과 비유물 간의 대응 과정에서 다양한 대응 오류를 범했다.^{6,9-11} 따라서 과학영재 학생들이 개별적으로 비유를 만드는 활동(이하 ‘개별 비유 만들기’라 칭함)의 단점을 보완하여 그 효과를 높일 수 있는 방안을 모색할 필요가 있다.

이를 위한 방안으로 소집단 환경에서 구성원 간의 토의 활동을 통해 비유 만들기 활동을 진행하는 방법(이하 ‘소집단 비유 만들기’라 칭함)을 고려할 수 있다. 학생들은 자신이 만든 비유물을 소집단 구성원과 공유하고 이에 대해 논의함으로써 자신의 비유 만들기 과정과 결과물에 대해 반성적으로 사고할 수 있을 것이다. 또한 이를 통해 자신이 만든 비유물의 제한점과 대응 과정에서의 오류를 보다 쉽게 파악함으로써 비유의 양과 질을 향상시킬 수 있고, 목표 개념에 대한 의미를 적절히 구성해나갈 수 있다.¹²⁻¹⁴ 구성원들과의 논의 과정에서 소집단 비유 만들기의 장점에 대해 긍정적으로 인식하게 되고 이를 통해 긍정적인 학습 경험이 쌓임으로써 학습에 보다 능동적이고 적극적으로 참여할 수도 있다.¹² 특히 과학영재 학생들의 사고력, 지적 성취성, 탐구성, 성취욕, 개방성 측면에서의 상대적 우수성이, 적극적이고 긍정적인 상호작용을 중시하는 소집단 토론 활동에 긍정적인 영향을 줄 수 있으므로,^{15,16} 소집단 비유 만들기의 장점은 과학영재 학생들에게 더욱 부각될 수 있다. 반면, 영재 학생들은 일반 학생들보다 내향적이고 독립적이며, 자신의 주장이 강하고, 정서적으로 예민하여 협동심이 상대적으로 부족한 측면도 있는데,¹⁷ 이는 소집단 환경이 과학영재 학생들에게는 오히려 부정적으로 작용하거나 별 영향을 미치지 못할 가능성을 시사한다.

이처럼 과학영재교육에서 소집단 비유 만들기의 효과성에 대해서는 상반된 주장이 제기될 수 있으므로, 그 효과성을 실증적으로 검증하기 위한 체계적인 연구가 필요

하다. 그러나 지금까지 소집단 비유 만들기에 대한 연구는 매우 부족하며, 일부 진행된 연구들^{12,13,18,19}도 대부분 일반 학생들을 대상으로 하고 있다. 또한 개별 비유 만들기와 소집단 비유 만들기의 효과성을 체계적으로 조사하여 비교한 실험 연구는 극소수일 뿐만 아니라, 일부 연구¹⁹의 경우에도 중등 일반 학생들을 대상으로 개념 이해와 과학 학습 동기 등과 같은 특정 영역에 대한 결과적 측면에서의 정량적인 연구에 한정되어 진행되었다. 이로 인해 학생들이 만든 비유의 유형과 대응 오류 및 소집단 비유 만들기에 대한 인식 등과 같이 과정적이고 심층적인 측면에서 소집단 비유 만들기의 효과성, 특히 과학영재교육에서의 효과성에 대한 실증적인 정보는 거의 없다고 해도 과언이 아니다. 따라서 과학영재교육에서 소집단 비유 만들기의 활용 가능성을 확인하고 효과적인 적용 방법을 모색하기 위해서는 개별 비유 만들기와 소집단 비유 만들기의 효과를 다양한 측면에서 체계적이고 심층적으로 조사할 필요가 있다.

이에 이 연구에서는 초등 과학영재 학생들이 개별 또는 소집단 환경에서 만든 비유의 개수 및 유형과 대응 오류를 조사하여 비교했다. 또한 소집단 비유 만들기에 대한 초등 과학영재 학생들의 인식도 조사했다.

연구 방법

연구 대상 및 절차

수도권 지역 2개 초등학교의 2개 과학영재학급에 소속된 5학년 학생 37명을 선정하여 각각 개별 비유 만들기(Individualistic analogy-generating, IA) 집단(n=19)과 2인 1조의 소집단 비유 만들기(Pair analogy-generating, PA) 집단(n=18)으로 배치했다. 두 학교의 과학영재학급 학생들의 선발 과정은 모두 학교장 추천을 통해 1차 선발하고 한국교육개발원에서 개발한 영재성 검사를 통해 2차 선발한 후, 심층 면접을 통해 최종 교육 대상자를 선발한다.

검사 전에 연구 참여 교사들에게 비유 만들기 검사 방법 및 검사 진행 시 주의할 점 등에 대해 구체적인 안내를 제공했다. 또한 40분에 걸쳐 교사가 학생들에게 포화용액 개념에 대한 실험 활동을 수행하도록 한 후 용매와 용질, 포화용액과 불포화용액 등의 용어를 도입하여 목표 개념을 설명해 주었다. 실험은 학생들이 일정량의 용매에 녹을 수 있는 용질의 양이 일정하며, 용매의 양이 달라지면 녹을 수 있는 용질의 양이 달라진다는 개념을 직접 확인할 수 있도록 서로 다른 양의 물에 소금을 더 이상 녹지 않을 때까지 녹여보고 그 질량을 측정하여 비교해보는 실험으로 구성했다. 학생들이 비유를 만드는 데 익숙해지도록 하기 위해 비유 만들기 활동에 대한 오리엔테이션

을 10분 동안 실시했다. 먼저 학생들에게 비유의 정의에 대해 설명한 후, 그 예로 초등학교 과학 교과서에서 ‘지층이 쌓이는 순서’를 설명하기 위해 사용된 ‘샌드위치 비유’를 제시했다. 또한 샌드위치 비유 이외에 다양한 비유가 사용될 수 있음을 예를 통해 보여주었으며, 목표 개념과 비유물의 유사점과 차이점도 설명해 주었다. 그 후, 학생들에게 이전에 배운 포화용액 개념에 대해 10분 동안 다시 설명한 후, 이에 대한 비유 만들기 검사를 30분 동안 진행했다. 이때 IA 집단에는 개별적으로 비유 만들기 검사를 수행하도록 했고, PA 집단에는 2인 1조로 비유 만들기 검사를 수행하도록 했다. 즉, PA 집단에는 조별로 2명의 학생이 서로 토의하여 목표 개념을 설명할 수 있는 비유를 가능한 많이 만들고 그 중 하나를 선정하여 목표 개념과 대응시키는 활동을 수행하도록 했다. 이 과정에서 학생들에게 특별한 토의 전략에 대해서는 지도하지 않았으며, 단지 짝과 가능한 많은 이야기를 나누고 짝이 된 친구 외에 다른 친구와는 토의하지 않도록 지도했다. 또한 글이나 그림을 사용하여 비유를 가능한 자세하게 표현해야 한다는 점을 강조했다. 반면, IA 집단의 학생들에게는 이 활동을 다른 학생들과 상의하지 않고 개별적으로 수행하도록 했다. 비유 만들기 검사가 끝난 후, PA 집단의 학생들을 대상으로 소집단 비유 만들기에 대한 인식 검사를 실시했으며, 10명의 학생들을 선정하여 이에 대한 심층 면담도 실시했다. 면담 시 면담자는 학생이 각 질문에 대한 자신의 생각을 아무 제약 없이 말하고, 그렇게 말한 이유를 자세히 설명하도록 했으며, 모든 면담 과정은 디지털 캠코더로 촬영했다. 모든 검사지와 면담 자료를 수거한 후, 결과를 분석했다.

검사 도구

한국교육개발원에서는 학생들의 잠재된 영재성에 대한 객관적인 선별을 위해 매년 영재성 검사를 개발하여 전국의 각 시도교육청에 보급하고 있다. 이 영재성 검사는 영재성을 이루는 요소인 창의성과 언어, 수리, 공간지각에 대한 보통 이상의 지적 능력을 측정하는 문항들을 하나의 검사지에 포함시켜, 특정 영역의 지식이나 기능과 상관없이 고차원적인 사고 및 창의적 문제해결력과 행동을 만들어내는 학생의 능력을 측정하는 검사이다. 이 연구에서는 2010년도에 주관식 서술형 14문항으로 개발된 검사를 사용했다. 이 검사의 채점 요소로는 유창성, 융통성, 정교성, 독창성, 정서적 민감성 등을 고려하고 있으나 문항마다 고려하는 채점 요소가 다소 달랐고, 배점 또한 문항별로 4~10점으로 다양했다. 이 연구에서의 신뢰도 계수(Cronbach' α)는 .62였다.

비유 만들기 검사는 선행연구⁶의 검사를 그대로 사용했

다. 이 검사는 제시된 목표 개념을 친구들에게 쉽게 설명하기 위한 비유를 평소 경험이나 알고 있던 것들을 바탕으로 가능한 여러 개 만들도록 구성되어 있다. 또한 직접 만든 비유 중 가장 적절하다고 생각하는 비유 1개를 선택하여, 선택한 비유의 속성들과 검사지에 제시된 목표 개념의 속성들 중 서로 관련이 있는 비슷한 점(공유 속성)과 관련은 있지만 다른 점(비공유 속성)을 각각 찾아 대응시키고, 그 이유를 서술하도록 구성되어 있다.

소집단 비유 만들기에 대한 인식 검사는 학생들이 소집단 비유 만들기의 장단점에 대한 인식을 이유와 함께 자유롭게 서술하는 형태로 개발했다.

결과 분석 방법

영재성 검사를 채점 기준에 따라 채점한 후, 영재성 측면에서 두 집단의 사전 동질성을 확인하기 위해 영재성 검사 점수에 대한 독립표본 t-검증을 실시했다. 그 결과, IA 집단의 평균(54.5)이 PA 집단의 평균(33.4)보다 높았으며, 그 차이가 통계적으로 유의미했다($t=11.981$, $p=.000$). 즉, 사전에 PA 집단보다 IA 집단의 학생들이 영재성 측면에서 우수했으므로, 이를 고려하여 연구 결과를 이해해야 할 것이다.

학생들이 만든 비유의 개수는 항목별 빈도와 백분율(%)로 분석했는데, 이때 비유가 아닌 목표 개념과 관련된 과학적 현상의 또 다른 예를 제시하거나 해석이 불가능한 내용을 기술한 경우는 분석에서 제외했다. 또한 IA 집단은 개별적으로 비유 만들기 검사를 수행하고 PA 집단은 소집단별로 비유 만들기 검사를 수행했으므로, IA 집단은 그 집단 전체 학생 수에 대한 백분율을, PA 집단은 그 집단의 전체 소집단 수에 대한 백분율을 구했다.

학생들이 만든 비유의 유형은 표현 방식, 공유 속성, 상황의 작위성, 추상도, 대응 정도, 체계성 측면으로 구성된 선행연구⁶의 분석틀을 사용하여 분류했다. 즉, ‘표현 방식’ 측면은 글로 표현했는지, 그림으로 표현했는지, 글과 그림으로 표현했는지에 따라 글 비유, 그림 비유, 글/그림 비유로 분류했다. ‘공유 속성’ 측면은 비유와 목표 개념의 속성이 외적 또는 내적인 모양, 위치와 배열 등의 구조적인 측면을 공유하고 있는지, 기능이나 행동적인 성질 등의 기능적인 측면을 공유하고 있는지에 따라 구조적 비유, 기능적 비유, 구조적/기능적 비유로 분류했다. ‘상황의 작위성’ 측면은 일상적으로 흔히 볼 수 있는 사물이나 상황을 그대로 비유의 소재로 사용했는지, 목표 개념에 맞게 의도적으로 구성했는지에 따라 일상적 비유와 작위적 비유로 분류했다. ‘추상도’ 측면은 감각을 통해 직접 관찰할 수 있는 소재를 사용했는지에 따라 구체적 비유와 추상적 비유로 분류했다. ‘대응 정도’ 측면은 부연 설

명 없이 단순히 비유물이 목표 개념과 비슷하다고만 언급했는지, 공유 속성에 대한 부연 설명이나 비유의 제한점에 대해 설명했는지에 따라 단순 비유와 부연 비유로 분류했다. ‘체계성’ 측면에서는 비유물이 목표 개념의 인과 관계에 대응되는 구조를 체계적으로 포함하는지에 따라 저체계성 비유와 고체계성 비유로 분류했다.

자신이 만든 여러 개의 비유 중 가장 적절한 비유 1개를 선택하라는 항목에서 예가 아닌 비유를 선택한 학생들만을 대상으로, 이들이 목표 개념과 비유물을 대응시키는 과정에서 범한 대응 오류를 선행연구⁶의 분석틀에 기초하여 분류했다. 즉, 서로 대응되는 공유 속성들을 대응시키지 않는 ‘대응 불이행’, 비유물의 표면적인 비공유 속성을 목표 개념의 비공유 속성에 대응시키는 ‘과잉 대응’, 목표 개념과 비유물의 공유 속성의 관계를 학생 자신의 경험이나 편견에 의해 인위적으로 변형 및 해석하여 잘못 대응시키는 ‘인위적 대응’, 목표 개념과 비유물의 공유 속성들 중 대응되지 않는 속성들끼리 대응시키는 ‘부적절한 대응’, 목표 개념의 주요 속성이 비유물에 존재하지 않아 학생들이 나름대로 대응시키는 ‘불가능한 대응’, 비유물만의 비공유 속성을 목표 개념의 속성 중 아무 것에나 대응시키는 ‘무분별한 대응’, 목표 개념과 비유물의 공유 속성을 대응시켰으나 비유물의 속성을 그대로 사용하여 목표 개념을 설명하는 ‘비유물 속성 보유’로 분류했다.

소집단 비유 만들기에 대한 인식은 검사지와 면담 촬영 동영상 자료에 포함된 학생들의 응답을 분석하여 장단점별로 의미 있게 통합될 수 있는 내용끼리 묶어 항목화했다.

학생들이 만든 비유의 유형과 대응 오류, 소집단 비유 만들기에 대한 인식은 유형별 빈도 및 백분율(%)로 분석했다. 모든 분석의 신뢰도를 높이기 위해 일부 학생의 검사지를 무작위로 추출하고 이를 분석자 2인이 각각 독립적으로 분석하여 분석자 간 일치도가 90% 이상에 도달한 후, 2인의 분석자가 모든 답안지를 공동으로 분석했다.

연구 결과 및 논의

비유의 개수에 대한 결과

과학영재 학생들이 만든 비유의 개수에 대한 분석 결과는 Table 1과 같다. 학생들은 개별 또는 소집단별로 1개 이상의 비유를 만들었는데, 대체적으로는 3~5개의 비유를 만들었다. 학생들이 만든 전체 비유의 수는 IA 집단이 63개, PA 집단이 32개로 IA 집단의 수가 약 2배 정도 많았다. 두 집단의 전체 학생 수는 유사하나 PA 집단에서는 학생들이 2인 1조로 비유를 만들었으므로, 이런 결과는 학생들이 만든 비유의 전체 수에서는 두 집단이 유사했음을 의미한다고 할 수 있다. 이 연구에서는 학생들에게 비유

Table 1. Frequencies of the numbers of student-generated analogies (%)

Number of student-generated analogies	IA group (n=19 ^a)	PA group (n=9 ^b)
0	-	-
1	2(10.5)	1(11.1)
2	1(5.3)	1(11.1)
3	6(31.6)	2(22.2)
4	9(47.3)	2(22.2)
5	1(5.3)	3(33.4)

^aNumber of total students, ^bNumber of total small groups

를 가능한 많이 만들도록 했으나 빈 칸을 4개밖에 제시하지 않아 대부분의 학생들이 그 4개의 칸만을 거의 채우는 경향이 있었다. 따라서 이 결과를 통해 학생들이 만든 비유의 전체 수 측면에서 소집단 환경의 효과가 없다고 단정 짓기에는 무리가 있으므로, 이에 대한 개선된 연구가 필요하다. 또한, IA 집단뿐만 아니라 PA 집단에서 모두 40% 이상의 경우가 3개 이하의 비유를 만든 것으로 보아, 학생들이 개별뿐만 아니라 소집단별로 비유를 만드는 경우에도 비유가 아닌 예를 만드는 경우가 적지 않았음을 알 수 있다. 따라서 비유 만들기 활동을 하기 전에 학생들에게 비유와 예의 차이점에 대해 보다 명확하고 구체적으로 설명해줄 필요가 있다.

비유의 유형에 대한 결과

비유의 유형에 대한 분석 결과를 Table 2에 제시했다. ‘표현 방식’에 따라 분류한 결과, IA집단에서는 비유를 글만으로 표현(54.0%)한 학생이 글과 그림을 함께 사용하

Table 2. Frequencies of the types of student-generated analogies (%)

	IA group	PA group
Representation	Verbal	34(54.0)
	Pictorial	1(1.6)
	Verbal/Pictorial	28(44.4)
Shared attribute	Structural	-
	Functional	51(80.9)
	Structural/Functional	12(19.1)
Artificiality	Artificial	4(6.4)
	Everyday	59(93.6)
Abstraction	Abstract	7(11.1)
	Concrete	56(88.9)
Mapping	Simple	15(23.8)
	Enriched	48(76.2)
Systematicity	Low	30(47.6)
	High	33(52.4)

^aPercentages of total numbers of student-generated analogies in each group (IA=63, PA=32)

여 표현(44.4%)한 학생보다 약간 많았으며, 그림만으로 표현한 학생은 1명(1.6%)이었다. 반면 PA 집단에서는 비유를 글(28.1%)이나 그림(12.5%)만으로 표현한 경우보다 글과 그림을 함께 사용하여 표현(59.4%)한 경우가 훨씬 많았다. 선행연구에 의하면 글과 그림이 함께 제시될 때 학습의 효과가 크고,²⁰ 글 비유보다 글과 그림 비유를 제시할 때 학생들이 목표 개념과 비유물을 대응시키는 과정에서 범하는 오류가 줄어든다고 보고된다.²¹ 또한 포화용액과 같이 물질의 입자성이 내포된 개념의 경우에는 그림 비유에 내포된 물질의 입자성 관련 정보를 통해 학생들에게 그 속성에 대해 직간접적으로 생각해 보는 기회를 제공할 수도 있다. 따라서 이런 결과는 비유를 개별보다 소집단 환경에서 만드는 것이 표현 방식 측면에서는 더 바람직함을 보여준다고 할 수 있다. 이는 PA 집단의 학생들이 짝과 함께 적합한 비유를 만들기 위해 각자의 의견을 서로 제시하고 이에 대해 토의하는 과정에서, 글과 그림을 함께 사용하여 설명하는 것의 유용성이나 필요성을 비교적 잘 인지했기 때문일 수 있다. 그러나 PA 집단에서도 글이나 그림만으로 비유를 표현한 경우가 적지 않았으므로, 비유 만들기 활동 전에 학생들에게 글 비유나 그림 비유의 단점 및 글과 그림 비유의 장점에 대해 적극적으로 안내할 필요가 있다.

‘공유 속성’ 측면에서는 두 집단 모두에서 포화용액을 “크기가 일정한 컵에 물이 딱 차면 더 이상 물을 넣을 수 없다.”는 것과 같이 비유한 기능적 비유가 가장 많았으며, 특히 PA 집단(68.7%)보다 IA 집단(80.9%)에서의 비율이 더 높았다. 반면, 엘리베이터에 사람이 한두 명씩 타다가 가득 차는 상황을 포화용액 생성 과정의 비유 소재로 사용하고 사람을 용질 입자로 표현하는 것과 같이 구조적 속성과 기능적 속성을 모두 고려한 비유가 나타난 비율은 IA 집단(19.1%)보다 PA 집단(31.3%)에서 더 높았다. 즉 포화용액에 대한 비유를 개별보다 소집단 환경에서 만들 경우, 양이 한정되어 있어 더 이상 채울 수 없다는 기능적 측면뿐만 아니라 용매나 용질 입자의 분포 등과 같은 물질의 입자성을 내포하는 구조적 측면을 더 잘 고려했음을 알 수 있다. 이는 학생들이 소집단 환경에서 포화용액 개념에 적합한 비유의 소재를 떠올리고 정교화하는 과정을 통해, 개별적으로는 포화용액 개념에 내포된 물질의 입자성 개념을 미처 고려하지 못한 학생들에게도 이에 대해 고려해 보는 기회가 더 많아졌기 때문으로 해석된다. 물질의 입자성 개념을 고려하면 포화용액 개념의 이해에 도움이 될 수 있으므로, 이런 결과는 비교적 바람직하다고 할 수 있다. 그러나 PA 집단에서도 여전히 구조적/기능적 비유보다 기능적 비유의 발생 비율이 2배가량 높았으므로, 과학영재 수업에서 소집단 비유 만들기를 활

용할 경우 학생들이 구조적/기능적 비유를 적극적으로 고려하도록 유도할 필요가 있다.

‘상황의 작위성’에 따라 분류한 결과, 두 집단에서 모두 90% 이상의 학생들이 버스에 사람이 어느 정도 타면 더 이상 탈 수 없게 되는 상황 등과 같이 일상생활에서 흔히 접할 수 있는 소재나 상황에 비유하는 일상적 비유(IA 93.6%, PA 90.7%)를 만드는 것으로 나타났다. ‘추상도’ 측면에서도 두 집단에서 모두 교실, 버스, 엘리베이터, 풍선 등과 같은 구체적인 소재를 사용한 비유가 대부분이었고(IA 88.9%, PA 87.5%), 일부 학생(IA 11.1%, PA 12.5%)들은 컴퓨터 게임의 아이템 창, 핸드폰 용량, 배터리 충전, 시간 등과 같은 추상적인 소재를 사용하여 비유를 만들기도 했다. 이는 일반 및 과학영재 학생들이 포화용액 개념에 대해 개별적으로 비유를 만들었을 때 일상적 비유와 구체적 비유가 대부분이었던 노태희 등⁶의 결과와 유사한 것으로, 동일한 관점에서 논의할 수 있다. 즉 저학년 학생들이 추상적인 정보보다 구체적인 정보에 의존하여 상황이나 개념을 이해하려는 경향이 강하고, 오리엔테이션을 통해 과학 비유의 사용 목적 하나가 추상적인 과학 개념을 친숙한 상황에 구체화시켜 과학 개념 이해를 돕기 위함임을 과학영재 학생들이 개별적으로 인식하는 데에도 큰 어려움이 없었기 때문에 나타난 결과로 보인다.⁶

‘대응 정도’ 측면의 경우, 목표물과 비유물의 공유 속성을 연결시켜 보다 구체적으로 설명하는 부연 비유가 IA 집단(76.2%)보다 PA 집단(96.9%)에서 더 많이 나타났다. 예를 들어, 음식 먹는 상황에 비유하고, “배가 불러 더 이상 먹지 못할 때는 포화용액이고, 더 먹을 수 있을 때는 불포화용액이다.”는 식의 부연 설명을 하는 경우가 많았다. 이는 PA 집단의 학생들이 토의를 통해 스스로 만든 비유의 적합성을 판단하거나 비유에서 불분명하고 부족한 부분을 명확히 하는 과정에서, 비유를 구체화시키는 과정을 상대적으로 더 많이 거칠 수 있었기 때문으로 보인다.

‘체계성’에 따른 분류에서는 PA 집단(93.8%)의 경우 대부분이 한정된 공간에 벽돌을 넣는 상황에서 벽돌을 더 넣을 수 있는 경우를 불포화 용액에 비유하고 벽돌을 더 넣을 수 없는 경우를 포화용액에 비유하는 것과 같은 고체계성 비유를 만들었다. 반면, IA 집단의 학생들은 고체계성 비유(52.4%) 외에도 “포화용액은 속이 딱 찬 필통이다.”와 같은 저체계성 비유(47.6%)도 많이 만들었다. 심지어 포화용액은 사람이 딱 찬 엘리베이터에 비유하고 불포화용액은 음식을 더 먹을 수 있는 배고픈 사람에 비유하는 것과 같이 포화용액과 불포화용액을 서로 다른 상황에 적용하는 저체계성 비유를 만드는 경우(30.1%)도 많았다. 즉 학생들이 개별적보다 소집단 환경에서 비유를

만들 경우, 목표 개념과 비유물의 표면적인 유사성이나 각 공유 속성들에 대한 단편적인 기술보다는 비유물이 목표 개념의 인과 관계에 대응되는 구조를 체계적으로 포함하고 있는지에 더 많은 관심을 두었음을 알 수 있다. 이는 PA 집단의 학생들이 짝과 함께 비유를 만드는 과정에서 목표 개념과 비유물의 구조적이고 인과적인 관계에 대해 생각해보는 기회가 많아져 그 관계를 상대적으로 더 잘 이해할 수 있었기 때문으로 해석된다.

대응 오류에 대한 결과

직접 만든 여러 개의 비유 중 가장 적절한 비유 1개를 선택하라는 항목에서 비유가 아닌 것을 선택한 비율은 IA 집단(5.3%)보다 PA 집단(22.2%)에서 더 높았다. 즉, 개별보다 소집단 환경에서 비유를 만든 학생들이 목표 개념에 대한 예와 비유를 구별하지 못하는 경우가 약간 더 많았다. 따라서 소집단 비유 만들기가 의미 있게 진행될 수 있도록 활동 전에 학생들에게 비유와 예의 차이점에 대해 명확하게 설명해줄 필요가 있다.

적합한 비유를 선택한 경우에 한해, 대응 오류를 분석한 결과는 Table 3과 같다. 선행연구⁶에서와 마찬가지로 ‘대응 불이행’, ‘인위적 대응’, ‘부적절한 대응’, ‘불가능한 대응’, ‘무분별한 대응’의 5가지 대응 오류 유형이 나타났다.

적어도 한번 이상의 대응 오류를 범한 경우의 비율은 PA 집단(42.9%)보다 IA 집단(66.7%)에서 더 높았다. 즉, 학생들이 개별보다 소집단 환경에서 목표 개념과 비유물을 대응시킬 경우 대응 오류를 더 적게 범했다. 이는 PA 집단의 경우 학생들이 비유물과 목표물을 대응시키는 과정에서 자신의 부족하거나 잘못된 부분을 검토하여 수정할 수 있는 기회가 토론 활동을 통해 질적양적으로 증가했기 때문으로 해석된다. 그러나 PA 집단에서도 적지 않은 조가 한 번 이상의 대응 오류를 범한 것으로 보아, 소집단 환경에서 목표 개념과 비유물을 대응시키는 경우에

도 그 과정이 올바르게 이루어지기는 쉽지 않았음을 알 수 있다. 따라서 과학영재 수업에서 소집단 비유 만들기가 효과적으로 이루어지도록 하기 위해서는 목표 개념과 비유물 간의 올바른 대응 과정을 유도할 수 있는 토의 방법을 적극적으로 모색해야 할 것이다.

대응 오류 유형별로 분석한 결과, ‘대응 불이행’ 오류가 두 집단에서 가장 많이 나타났으며, 그 발생 비율은 PA 집단(42.9%)보다 IA 집단(50.0%)에서 약간 높았다. 특히 이 오류 유형을 보인 학생들의 대부분은 목표 개념의 공유 속성 중 ‘용매’와 ‘용질’ 등과 같이 관찰 가능한 속성들에 대해서는 대응을 시도했으나, 추상적이고 기능적인 특징을 지닌 ‘포화용액’과 ‘불포화용액’, ‘용해도’ 속성에 대해서는 대응을 시도하지 않았다. 즉, 이 학생들은 개별 또는 소집단별로 직접 비유를 만들었음에도 포화용액 개념의 속성들 중에서도 특히 중요한 추상적이고 기능적인 속성들에 대한 대응 과정에 어려움이 있었음을 알 수 있다. 이런 결과는 저학년 학생들이 추상적인 정보보다는 구체적인 정보에 의존하여 사고하는 경향이 강하고, 대응 시켜야 할 공유 속성의 수가 비교적 많았기 때문에 나타난 결과로 보인다.^{6,22} 또한, 이런 제한적인 측면을 소집단 환경에서의 토의 활동이 어느 정도 보완해줄 수는 있으나, 단순히 두 명의 학생이 토의하는 방법만으로는 의미 있는 개선을 보장할 수 없음을 의미한다. 따라서 소집단 토의 과정에서 학생들이 목표 개념의 다양한 속성, 특히 추상적이고 기능적인 속성에 대한 대응 과정의 중요성을 인지하도록 하거나 그것에 대해 생각해보는 기회를 제공할 수 있는 방안을 마련할 필요가 있다.

‘인위적 대응’ 오류는 IA 집단에서 더 많이 나타났다 (IA 38.9%, PA 14.2%). 배가 불러서 더 이상 음식을 먹지 못하는 상황에 비유하면서, 비유물의 ‘음식’을 목표 개념의 ‘용질’에 올바르게 대응시켰으나, 그 이유를 ‘음식을 먹을 수 있는 것처럼 소금도 먹을 수 있다.’고 설명한 경우가 그 예이다. 즉 이 오류 유형을 보인 학생들은, 대응되는 목표 개념의 공유 속성과는 관계없으나 직관적으로 이해하기 쉬운 피상적인 측면에서의 공통점에 초점을 두어 설명하는 경향이 있었다. 따라서 PA 집단에서 이 오류의 발생 비율이 감소한 결과는 학생들이 소집단 토의 활동을 통해 목표 개념과 비유물의 피상적인 측면에서의 공통점보다는 대응되는 공유 속성에 좀 더 주목할 수 있었기 때문에 나타났다고 해석할 수 있다.

‘부적절한 대응’ 오류가 나타난 비율도 IA 집단에서 약간 높았다(IA 22.2%, PA 14.2%). 한 예로, 사람이 엘리베이터에 탑승하는 상황에 비유한 후, 정원보다 사람이 적게 탄 엘리베이터를 포화용액에 대응시키고, 인원이 초과되어 경보음이 울리는 상황을 불포화용액에 대응시킨 경

Table 3. Frequencies of the types of students' mapping errors (probability^a)

	IA group (n=18 ^b)	PA group (n=7 ^c)
Failure to map	9(50.0)	3(42.9)
Artificial mapping	7(38.9)	1(14.2)
Mismapping	4(22.2)	1(14.2)
Impossible mapping	1(5.6)	-
Rash mapping	1(5.6)	-
계 ^d	12(66.7)	3(42.9)

^aProbability of the mapping errors per a student

^bNumber of the students who selected a suitable analogy

^cNumber of the small groups who selected a suitable analogy

^dFrequencies of the cases that made the mapping errors of one or more types (%)

우가 있었다. 즉, 이 학생은 포화용액과 불포화용액을 반대로 대응시키는 오류를 범했다. 이는 비록 토의 활동을 통한 오류 수정 기회의 증가로 인해 소집단 환경에서의 발생 비율이 약간 감소하긴 했지만, 여전히 적지 않은 학생들이 목표 개념과 비유물의 공유 속성들 중 대응되는 속성들을 잘 구분하지 못했기 때문에 나타난 결과라 해석된다.

‘불가능한 대응’ 오류와 ‘무분별한 대응’ 오류는 모두 IA 집단에서만 각각 1명(IA 5.6%, PA 0.0%)만이 범했다. 즉, 목표 개념의 주요 속성이 비유물에 존재하지 않아 학생들이 나름대로 대응시킨 경우와 비유물만의 비공유 속성을 목표물의 속성 중 아무것이나 대응시킨 경우는 거의 없었음을 알 수 있다. 이는 과학영재 학생들이 개별 또는 소집단 환경에서 자신이 직접 만든 비유물을 목표물에 대응시켜, 비유물에 존재하지 않은 목표 개념의 주요 속성이나 비유물만 지닌 비유물의 비공유 속성에 주목하여 무리하게 대응을 시도할 가능성이 적었기 때문으로 보인다.

소집단 비유 만들기에 대한 인식 조사 결과

PA 집단 학생들의 소집단 비유 만들기에 대한 인식을 조사한 결과는 Table 4와 같다. 많은 학생들이 짝과의 토의 과정을 통해 ‘더 많은 비유를 만들 수 있었다(83.3%)’, ‘쉽고 빠르게 과제를 해결할 수 있었다(44.4%)’, ‘더 좋은 비유를 만들 수 있었다(33.3%)’, ‘서로의 부족한 점을 보완할 수 있었다(33.3%)’는 점을 인지적 측면에서의 장점으로 생각했다. 또한, ‘생각을 정리하여 표현하는 능력이 발달할 수 있었다(22.2%)’, ‘목표 개념을 이해하거나 기억하는 데 도움이 되었다(16.7%)’는 응답도 있었다.

친구와 같이 하니까 좋은 생각을 많이 낼 수 있었다. 왜냐하면 내가 생각하지 못한 생각을 친구가 많이 냈기 때문이다.

적절한 비유 생각해 내는 데 가장 도움이 되었다. 나 혼자 하면 어려운데 친구와 같이 하니까 더 쉽고 빠르게 진행되었던 것 같다.

좀 더 확실한 것을 얻을 수 있었다. 친구와 함께 토의하면서 아닌 것과 맞는 것을 판단할 수 있기 때문에 더욱 좋은 아이디어가 나올 수 있다.

혼자 할 때는 모르는 것이 있을 때 해결하기 힘들어요. 이야기를 하다 보면 친구가 알고 있을 때는 내가 도움을 받고, 친구가 모르는 것은 내가 도움을 받을 수 있어요.

글을 쓰려면 우선 자기의 생각을 정리해서 말할 줄 알아야 한다고 생각해요. 토론할 때 어쨌든 말을 할 때 머릿속으로 한번 생각을 하고 해야 돼요.

적절한 비유를 생각해내 봄으로써 내가 배운 내용을 다시 한 번 생각해 볼 수 있었던 것 같다. 어떻게 배운 것을 적용해야 할까를 고민하면서 복습하는 계기가 되었다.

소집단 비유 만들기가 ‘재미있었다(50.0%)’, 소집단 비유 만들기를 통해 ‘친구와의 친근감이 강화되었다(22.2%)’, ‘학습 부담감이 줄어들었다(16.7%)’, ‘협동심을 기를 수

Table 4. Frequencies of students' perceptions of analogy-generating in small group (%)

		Response	N ^a (%) (n=18)
Positive	Cognitive	We could make more analogies.	15(83.3)
		We could solve the task more easily and quickly.	8(44.4)
		We could make better analogies.	6(33.3)
		We could complement each other's shortcomings.	6(33.3)
		We could develop the ability to express our thoughts after organizing them.	4(22.2)
		We could better understand and memorize the target concept.	3(16.7)
Motivational		It was interesting.	9(50.0)
		I could form stronger affinity with my partner.	4(22.2)
		It could reduce my burden of learning.	3(16.7)
		It could arouse my will to cooperate with a person.	2(11.1)
Negative		I had a difficulty in collaborative learning with my partner.	8(44.4)
		It was time-consuming.	2(11.1)
		It could reduce my thinking skills.	2(11.1)
		We had a difficulty in the mapping processes.	2(11.1)

^aThe number of answer is above or below the number of subjects who answered the questions because some participants responded above two or no response.

있었다(11.1%)'와 같은 동기적 측면에서의 장점을 언급한 경우도 적지 않았다.

처음 해 보는 거라서 재미있고 즐거웠어요.

혼자하면 조용히 생각만 해서 지루할 텐데 친구와 같이 이야기하면서 서로 친해질 수도 있을 것 같았어요.

친구와 같이 해서 일단 고민이 줄었어요. 비유를 찾는 것이 어려웠는데 친구가 하는 걸 보고 저도 찾을 수 있었어요.

친구와 같이 해서 협동할 수 있어서, 음... 협동심을 기를 수 있어서 좋았어요.

이상의 결과들은 이 연구에 참여한 많은 초등 과학영재 학생들이 소집단 비유 만들기에 대해 다양한 인지적·동기적 측면에서 긍정적으로 인식하고 있었음을 보여준다. 이는 개별보다 소집단 환경에서 비유를 만드는 활동이 자신이 만든 비유물과 목표 개념 간의 올바른 대응 과정을 유도함으로써 비유의 질을 향상시킬 수 있다는 이 연구의 주장을 뒷받침하는 결과라 할 수 있다. 또한 문제 해결력, 목표 개념 이해 및 파지 능력, 표현력 향상 등의 인지적 측면과 학습 동기 유발, 친근감 강화, 협동심 고취, 학습 부담감 감소 등의 동기적 측면에서의 긍정적인 인식은, 과학영재 학생들의 소집단 비유 만들기에 대한 능동적인 참여도를 높여 다양한 인지적·동기적 측면에서의 학습 효과를 향상시키는 데 긍정적으로 작용할 것으로 기대된다. 따라서 과학영재교육에서 비유 만들기의 효과를 높이기 위해서는 개별보다 소집단 환경에서 비유 만들기를 진행하는 방법을 적극적으로 활용할 필요가 있다.

한편, 소집단 비유 만들기의 단점에 대해 언급한 경우도 적지 않았는데, 그 중에서도 의견의 불일치, 협동 기술의 부족, 짝에 대한 불만 등으로 인해 '친구와 협동하는데 어려움이 있었다(44.4%)'는 응답이 가장 많았다.

친구와 의견이 안 맞았다. 나는 고치길 원했는데 친구는 고치지 않겠다고 의견을 내세웠기 때문이다.

짝이랑 잘 맞지 않았어요. 저도 물론 잘못은 했지만, '이렇게 하는 게 어때?'라고 말하지 않고 '너 먼저 해봐.'라고 좀 기분 나쁘게 말했거든요. 그래서 서로 협조를 안했어요.

저는 같이 토론하고 싶었는데요. 짝이 혼자 했어요. 그러고는 자기는 많이 했다고 저한테만 생각하라고 시켰어요.

다른 친구랑 했으면 더 잘했을 것 같아요.

일부 학생들은 '시간이 많이 걸렸다(11.1%)', '사고력이 줄어들었다(11.1%)', '대응 과정이 어려웠다(11.1%)'고 응답하기도 했다.

토의를 하게 되면 시간이 오래 걸려요. 혼자서 하면 생각하는 것을 바로 쓰면 되는데, 토의를 하면 친구에게 말하는 시간이 필요하기 때문이에요.

다른 친구들이 의견을 낼 때는 제가 생각을 할 수 없고 친구의 의견을 들어야 하잖아요. 그래서 혼자할 때보다 상상력이 줄어드는 것 같아요.

비유 만들기 하고 나서 비슷한 점이랑 다른 점 찾는 것이 어려웠어요.

이런 부정적인 인식은 영재 학생들이 내향적이고 독립적이며, 자신의 주장이 강하고, 정서적으로 예민하여 협동심이 상대적으로 부족한 측면이 있기 때문¹⁷에 나타난 결과라 해석된다. 토의 과정에서 이루어지는 학생들 간의 언어적 상호작용의 양과 질은 소집단 학습의 효과에 중요한 영향을 미치므로,^{23,24} 이런 결과는 이 연구에서 소집단 비유 만들기의 효과가 감소한 원인에 대한 간접적인 정보를 제공한다고 할 수 있다. 즉, 학생들 간의 의미 있는 언어적 상호작용이 잘 일어나지 않은 경우에 한해, 학생들이 소집단 비유 만들기를 통해서도 비유와 예를 구분하지 못하거나, 바람직하지 않은 비유를 만들거나, 다양한 대응 오류를 보였다고 할 수 있다. 따라서 소집단 비유 만들기의 효과를 높이기 위해서는 학생들 간의 의미 있는 언어적 상호작용을 유발할 수 있는 방안을 마련할 필요가 있다. 이를 위해, 학생들에게 협동의 중요성이나 비유 만들기 과정에서 소집단 토의의 유용성에 대한 인식 기회 및 협동 기술에 대한 습득 기회를 효과적으로 제공하는 방법을 모색할 필요가 있다. 또한 소집단 비유 만들기에 적합한 소집단 구성 원인과 방법 및 비유 만들기의 세부 단계를 규명하기 위한 노력도 필요하다.

결론 및 제언

이 연구는 초등 과학영재교육에서 소집단 비유 만들기의 효과를 다양한 측면에서 체계적이고 심층적으로 조사하는 것을 목적으로 하고 있다. 이를 위해 초등 과학영재 학생들이 개별 또는 소집단 환경에서 만든 비유의 개수 및 유형과 대응 오류를 조사하여 비교했다. 또한 소집단

비유 만들기에 대한 초등 과학영재 학생들의 인식도 조사했다.

연구 결과, 사전 영재성 측면에서 개별 비유 만들기 집단보다 소집단 비유 만들기 집단의 학생들이 부족했음에도, 학생들이 만든 전체 비유의 수에서는 두 집단 간에 차이가 별로 없었다. 비유 유형의 경우, 상황의 작위성(작위적, 일상적)과 추상도(추상적, 구체적) 항목에서는 두 집단 간에 차이가 매우 작았다. 그러나 개별보다 소집단 환경에서 비유를 만든 학생들이 글과 그림을 함께 사용한 글/그림 비유, 비유물과 목표 개념의 속성이 구조적 속성과 기능적 속성을 모두 공유하는 구조적/기능적 비유, 공유 속성에 대한 부연 설명이나 비유물의 제한점에 대한 설명을 제시하는 부연 비유, 목표 개념의 인과 관계에 대응되는 구조를 체계적으로 포함한 고체계성 비유를 더 많이 만드는 경향이 있었으며, 대응 오류를 범하는 경우도 더 적었다. 많은 학생들이 소집단 비유 만들기에 대해 비유의 양과 질 향상, 문제 해결력 향상, 상호보완 기회 증가, 표현력 향상, 목표 개념 이해 및 파지 능력 향상 등의 인지적 측면과 학습 동기 유발, 친근감 강화, 학습 부담감 감소, 협동심 고취 등의 동기적 측면에서 긍정적으로 인식하는 것으로 나타났다. 반면 협동 과정의 어려움, 많은 시간 소요, 사고력 감소, 대응 과정의 어려움 등의 단점을 지적한 경우도 적지 않았다.

이상의 결과들은 개별보다 소집단 환경에서 비유 만들기를 진행할 경우, 다양한 인지적·동기적 측면에서 그 학습 효과가 향상될 수 있음을 보여준다. 지금까지 과학영재교육에서 소집단 비유 만들기의 효과를 체계적이고 심층적으로 조사한 연구가 거의 없어 이 활동의 효과적인 활용 방법이나 이를 위한 실질적인 교수-학습 자료가 구체적으로 제시되지 못하고 있는 실정이었다. 따라서 이런 결과는 비록 사례수가 적어 다소의 제한점이 있더라도, 과학영재교육에서 비유 만들기를 효과적으로 활용하는 방법에 대한 시사점을 제공할 수 있다. 즉, 과학영재교육에서 비유 만들기 활동을 활용할 경우 개별보다 소집단 환경에서 진행된다면 학생들의 능동적인 참여를 유발하여 학습을 촉진하는 데 더욱 기여할 수 있을 것이다.

한편, 2인 1조의 소집단 환경에서도 비유와 예를 구분하지 못하거나, 바람직하지 않은 비유를 만들거나, 다양한 대응 오류를 보이는 경우가 적지 않았을 뿐만 아니라, 소집단 비유 만들기의 몇 가지 단점에 대한 지적도 있었다. 따라서 소집단 비유 만들기의 효과를 높이기 위해서는 이런 문제점들을 개선하기 위한 방안을 모색해야 할 것이다. 예를 들어, 비유에 대한 이해도를 높이기 위해 학생들에게 비유와 예의 차이점에 대해 보다 자세하게 설명하거나, 이에 대해 토의할 수 있는 기회를 제공할 필요

가 있다. 또한, 바람직한 비유를 만들도록 유도하기 위해 바람직한 비유 소재 및 상황에 대한 예를 제시하고 이들의 장단점에 대해 토의할 수 있는 기회를 제공한 후 활동을 진행하는 방법을 고려할 수도 있다. 대응 오류를 감소시키기 위해 목표 개념과 비유물의 속성들 간의 대응 관계를 명시화하는 단계를 추가하거나, 이 연구에서 나타난 대응 오류를 학생들에게 제시하여 분석 및 수정하도록 하는 방법도 유용할 수 있을 것이다. 학생들 간의 의미 있는 상호작용을 유발하기 위해 학생들에게 협동의 중요성과 소집단 토의 과정의 장점을 설명하거나, 소집단 활동 전에 칭취 기술, 도움주기, 번갈아하기, 칭찬하기 등과 같은 협동 기술에 대한 체계적인 훈련 기회를 제공할 필요도 있다. 또한, 이 연구에서 학생들이 개별 또는 소집단 환경에서 만든 비유의 특성과 대응 오류 유형의 항목별 발생 비율을 교사용 자료에 제시함으로써, 개별 또는 소집단 비유 만들기의 활용 시 유발될 수 있는 장점을 부각시키는 반면 문제점을 예방할 수도 있을 것이다.

이와 더불어, 소집단 비유 만들기의 효과적인 활용 방안에 대한 연구를 진행할 필요가 있다. 예를 들어, 이 연구에서는 특별한 전략 없이 단순히 2인 1조로 비유 만들기 활동을 진행하도록 하여 소집단 환경의 효과가 제한되었을 수 있으므로, 다양한 소집단 구성 인원 및 방법에 따른 연구를 진행하여 비유 만들기에 적합한 소집단 구성 인원 및 방법을 규명해야 할 것이다. 또한, 과학영재 학생들의 비유 만들기 과정에 기초하여 비유 만들기 단계를 세분화한 후 소집단 토의 과정을 효과적으로 적용하는 방법에 대한 연구도 필요하다. 이 연구에서는 학생들 간의 언어적 상호작용 중 구체적으로 어떤 상호작용이 소집단 비유 만들기의 효과에 긍정적인 영향을 미쳤는지에 대한 정보를 얻지 못했으므로, 이에 대한 연구를 진행하여 학생들 간의 의미 있는 상호작용을 유발할 수 있는 전략을 개발할 필요도 있다.

감사의 글

이 논문은 2010년도 춘천교육대학교 교내 연구비 지원에 의해 연구되었음.

REFERENCES

1. Choi, S.; Lee, E.; Kang, H. *J. Korea Assoc. Sci. Edu.* **2006**, *26*, 167.
2. Glynn, S. M. *Effects of instruction to generate analogies on students' recall of science text* (Reading Research Report No. 60); National Reading Research Center: Athens, GA, 1996 (ERIC Document Reproduction Service

- No. ED 396 259).
3. Kim, D. *J. Korea Assoc. Sci. Edu.* **2008**, 28, 424.
 4. Kim, K.; Choi, E.; Cha, J.; Noh, T. *J. Korea Chem. Soc.* **2006**, 50, 338.
 5. Middleton, J. L. *Am. Bio. Tea.* **1991**, 53, 42.
 6. Noh, T.; Yang, C.; Kang, H. *J. Korea Elem. Sci. Edu.* **2009**, 28, 292.
 7. Nottis, K. E. K.; McFarland, J. A. *Electro. J. Sci. Edu.* **2001**, 5.
 8. Spier-Dance, L.; Mayer-Smith, J.; Dance, N.; Khan, S. *Res. Sci. Tech. Edu.* **2005**, 23, 163.
 9. Kim, Y.; Moon, S.; Noh, T. *J. Korea Assoc. Sci. Edu.* **2009**, 29, 861.
 10. Kim, Y.; Park, W.; Noh, T. *J. Korea Chem. Soc.* **2010**, 54, 621.
 11. Noh, T.; Yang, C.; Kang, H. *J. Korea Elem. Sci. Edu.* **2010**, 29, 219.
 12. Byun, C.; Kim, H. *J. Korea Assoc. Sci. Edu.* **2010**, 30, 304.
 13. Mason, L. *Edu. Res. Eva.* **1996**, 2, 309.
 14. Sandifer, C. *AIP Conference Proceedings* **2003**, 720, 93.
 15. Kim, H. *Study on elementary gifted students' cognitive and emotional behavioral characteristics and teaching methods*; Korean Educational Development Institute: Seoul, Korea, 2003.
 16. Yeo, S.; Kim, Y. *Ewha J. Edu. Res.* **2005**, 36, 161.
 17. Park, S.; Cho, S.; Kim, H.; Lee, J.; Yoon, Y.; Jin, S.; Han, K. *Principles of gifted education*; Koyookbookkwahaksa Publishing Co.: Seoul, Korea, 2003.
 18. Ryu, S.; Chang, H.; Choi, K. *J. Res. Ins. Cur. Ins.* **2008**, 12, 83.
 19. Choi, E. Analysis of the analogies generated by middle school students and the effects of self-generated analogies. Master's Thesis, Seoul National University, Seoul, Korea, February 2004.
 20. Mayer, R. E. *Lea. Ins.* **2003**, 13, 125.
 21. Kim, K.; Byun, J.; Lee, S.; Kang, H.; Noh, T. *J. Korea Assoc. Sci. Edu.* **2008**, 28, 340.
 22. Kang, H.; Cheon, J. *J. Korea Assoc. Sci. Edu.* **2010**, 30, 668.
 23. Lim, S.; Yeo, S.; Lim, H. *J. Korea Elem. Sci. Edu.* **2005**, 24, 595.
 24. Lim, H. Cooperative learning in science classes: Instructional influences and small-group verbal interaction. Ph.D. Thesis, Seoul National University, Seoul, Korea, August 1998.
-