Journal of the Korean Chemical Society
2018, *Vol. 62, No. 1*
Printed in the Republic of Korea
https://doi.org/10.5012/jkcs.2018.62.1.36

과학적 창의성, 장독립성·장의존성, 학습접근양식에 따른 중학생이 생성한 비유의 특징 비교

김민환 · 이동휘 · 노태희*
서울대학교 화학교육과
(접수 2017. 12. 8; 게재확정 2017. 12. 24)

A Comparison of the Characteristics of Analogies Generated by Middle School Students Depending on Their Scientific Creativity, Field Independence/dependence, and Learning Approach

Minhwan Kim, Donghwi Lee, and Taehee Noh*
*Department of Chemistry Education, Seoul National University, Seoul 08826, Korea. *E-mail: nohth@snu.ac.kr*
(Received December 8, 2017; Accepted December 24, 2017)

요 약. 이 연구에서는 중학교 학생들이 생성한 비유의 특징을 비유의 개수와 대응 관계 이해도, 소재의 다양성과 독창성의 측면에서 조사하고, 이 결과를 학생들의 과학적 창의성과 장독립성·장의존성, 학습접근양식에 따라 비교하였다. 서울특별시에 소재한 2개 중학교에 재학 중인 3학년 학생 250명이 연구에 참여하였다. 연구 결과, 과학적 창의성이 높은 학생이 많은 수의 비유를 생성하고, 대응 관계 이해도가 높았으며, 다양하고 독창적인 소재를 활용하였다. 장독립적인 학생이 대응 관계 이해도가 높은 것으로 나타났으나 나머지 특징은 장독립성·장의존성과 관련이 없는 것으로 나타났다. 유의미 학습접근양식은 모든 특징과 관련이 있었으나 기계적 학습접근양식은 모든 특징과 관련이 없었다. 연구 결과를 바탕으로 교육적 함의를 논의하였다.

주제어: 비유, 과학적 창의성, 장독립성, 장의존성, 학습접근양식

ABSTRACT. In this study, we investigated the characteristics of analogies generated by middle school students in the perspectives of the number of analogies, the mapping understanding, and the diversity and originality of analogs. We also compared the results by students' scientific creativity, field independence/dependence, and learning approach. Participants in this study were 250 9th graders in Seoul. The analyses of the results revealed that the students of higher scientific creativity generated more analogies, had a higher level of mapping understanding, and used more diverse and original sources. Field independent students had a higher level of mapping understanding. However, the other characteristics of analogies were not related to field independence/dependence. Meaningful understanding approach was related to all the characteristics of analogies, while rote learning approach was not related to any characteristics of analogies. Educational implications of these findings are discussed.

Key words: Analogy, Scientific creativity, Field independence, Field dependence, Learning approach

서 론

가르치고자 하는 과학 개념과 관련된 비유를 교사가 제시하기 보다는 학생이 직접 비유를 생성하고 교사는 학생의 비유 생성을 촉진하는 비유 생성 활동(self-generated analogy)은 과학 수업에서 비유를 효과적으로 활용할 수 있는 교수학습 방법 중 하나이다.[1–3] 학생들은 비유를 생성하는 과정에서 사전 지식이나 자신의 경험을 새로운 과학 개념과 밀접하게 관련지어 사고함으로써 능동적이고 자기 주도적인 학습을 할 수 있다. 따라서 비유 생성 활동은 과학 개념의 이해와 파지에 효과적인 것으로 보고되고 있다.[4,5] 뿐만 아니라 학생 개개인이 자신에게 친숙한 소재를 활용하여 직접 비유를 생성하고 수업에 참여한다는 점에서 비유 생성 활동은 과학 학습에 대한 태도나, 흥미 및 동기와 같은 정의적 영역에도 긍정적인 영향을 미칠 수 있다.[6–8]

비유 생성 활동은 학생들이 생성한 비유가 핵심이 되는 교수학습 활동이므로 학생들이 생성한 비유의 특징을 조사할 필요가 있다. 이에 비유의 개수나 소재, 유형, 생성한 비유에 대한 대응 관계 이해도, 대응 오류 등의 측면에서 학생들이 생성한 비유의 특징을 분석한 연구가 이루어졌다.[9–11] 또한, 학습자의 특성이 비유 생성 활동에 영향

을 미칠 수 있다는 점에서 목표 개념에 대한 이해도나 비유 추론 능력과 같은 기초적인 변인과 학생들이 생성한 비유의 관계를 조사한 연구도 이루어졌다.[12–15] 예를 들어, Kwon *et al.*은 중학교 1학년 학생들이 물질의 세 가지 상태에 대해 생성한 비유의 유형을 분석하고 이를 학업 성취 수준에 따라 비교하였다.[15]

한편, 비유를 생성하는 과정에서 분석적 사고나 비판적 사고와 같은 과학적 사고가 활용되므로 비유 생성 활동이 과학적 창의성이나 문제 해결력 등 다양한 사고력의 신장에도 효과적일 것이라는 주장이 제기되고 있다.[11,16–18] 특히, 과학적 창의성은 비유 생성 활동과 깊은 관련이 있을 것으로 제안되고 있다.[8,19,20] 이는 과학 개념에 대한 이해를 바탕으로 다양한 소재를 활용하여 참신한 비유를 여러 개 생성하는 것이 과학적 창의성의 정교성, 유창성, 융통성, 독창성 등과 관련이 될 수 있기 때문이다.[21,22] 그러나 과학적 창의성과 비유 생성 활동의 관련성을 실증적으로 조사한 연구는 거의 이루어지지 않았다. 비유를 생성할 때 과학적 창의성이 요구되므로 비유 생성 활동이 창의성 신장에 효과적일 것이라고 제안하거나,[17] 일반 학생과 과학 영재 학생이 생성한 비유의 특징을 비교하여 비유 생성 활동과 과학적 창의성의 관련성을 간접적으로 해석하고자 한 시도가 이루어졌을 뿐이다.[11] 따라서 과학적 창의성과 비유 생성 활동의 관련성을 조사할 필요가 있다.

개인이 관찰하고자 하는 사물과 그 배경 즉, 장(field)을 지각하고 해석함에 있어 분석적으로 혹은 전체적으로 접근하는 성향을 의미하는 장독립성·장의존성도[23] 비유 생성 활동과 관련될 수 있다. 장을 지각하고 해석하는 과정은 개인의 사고 과정이나 문제해결 과정 등에도 영향을 미치는데 장독립적인 학생들은 주어진 정보에서 불필요한 정보를 걸러내고 필요한 정보에 집중하는 데 능숙한 반면, 장의존적인 학생들은 불필요한 정보에 의해 혼란을 겪기 쉽다.[24] 학생들이 비유를 생성하기 위해서는 목표 개념과 비유물의 유사점에 주목하고 차이점은 걸러내어 각각을 공유 속성과 비공유 속성으로 올바르게 대응해야 한다. 따라서 장독립적 학생들이 장의존적인 학생들보다 비유 생성 활동에 능숙할 것으로 생각된다. 실제로, 비유가 사용된 교재를 이용해 학습 효과를 조사한 연구에서[25] 장독립적인 학생들은 제시된 비유의 비공유 속성에 얽매이지 않고 공유 속성을 더욱 잘 찾아내는 것으로 나타났다.

또한, 개인이 새로운 지식을 학습하는 나름의 방식을 의미하는 학습접근양식 또한 비유 생성 활동에 영향을 미칠 가능성이 크다. 학습접근양식은 크게 유의미 학습접근양식(meaningful learning approach)과 기계적 학습접근양식(rote learning approach)으로 분류할 수 있는데, 유의미 학습접근양식은 새로운 학습 내용을 사전 지식과 유기적으로 관련지어 학습하려는 성향을 말하고, 기계적 학습접근양식은 지식을 단편적으로 받아들이고 암기하려는 성향을 말한다.[26] 따라서 목표 개념과 비유물의 두 영역을 관련지어 새로운 관계를 형성하는 비유 생성 활동은 학습접근양식과도 관련이 있을 가능성이 크다.

이에 이 연구에서는 학생들의 과학적 창의성, 장독립성·장의존성, 학습접근양식을 조사하고 각 변인의 수준에 따라 학생들이 생성한 비유의 특징을 비교·분석하여 이상의 변인과 비유 생성 활동의 관련성을 조사하였다.

연구 방법

연구 참여자와 연구 절차

서울특별시에 소재한 2개 중학교에 재학중인 3학년 학생 250명이 연구에 참여하였다. 이 중 일부 문항에 불성실한 응답을 보인 학생을 제외하고 남은 247명을 분석 대상으로 하였다. 비유 생성 활동을 위한 목표 개념으로는 화학 반응을 선정하였는데, 화학 반응은 추상적인 성격이 강하여 블록이나 볼트와 너트 등을 활용한 비유가 자주 사용되기 때문이다.[27] 연구에 참여한 학생들은 과학3의 'II. 화학 반응에서의 규칙성'을 학습한 상태였다.

비유 생성 활동에 앞서 과학적 창의성(45분), 장독립성·장의존성(5분), 학습접근양식(10분)을 조사하기 위한 검사를 실시하였다. 이후 1차시(45분) 동안 비유 생성 활동을 실시하였는데, 비유 생성 활동에 대한 오리엔테이션을 10분 정도 간단히 실시한 후 나머지 시간 동안 대응 관계 이해도 검사를 포함한 비유 생성 활동을 실시하였다.

검사 도구

과학적 창의성을 조사하기 위한 도구로는 Hu & Adey가[28] 중등학생의 과학적 창의성을 측정하기 위해 개발한 검사지를 사용하였다. 이 검사지는 주어진 정보를 바탕으로 독특하고 유용한 가치를 갖는 산출물을 만드는 문항 7개로 구성되어있다. 장독립성·장의존성 검사는 복잡하게 그려진 퍼즐 모양의 그림에서 간단한 도형을 찾아내는 문항 20개로 구성된 FASP(Find a Shape Puzzle)를[29] 사용하였다. 학습접근양식 검사는 LAQ(Learning Approach Questionnaire)를[26,30] 사용하였다. 이 검사지는 유의미 학습접근양식에 관한 문항 13개와 기계적 학습접근양식에 관한 문항 11개로 구성되어있으며 모든 문항은 5단계 리커트 척도이다. 이 연구에서는 유의미 학습접근양식의 검사 점수와 기계적 학습접근양식의 검사 점수의 상관이 통계적으로 유의미하지 않았으므로(p=.102), 유의미 학습접근양식에 관한 문항과 기계적 학습접근양식에 관한 문항을 각각 독립된 검사지로서 사용하였다. 과학적 창의성, 장독립성·장의

존성, 유의미 학습접근양식, 기계적 학습접근양식 검사의 내적 신뢰도(Cronbach's α)는 각각 .615, .883, .736, .901이었다.

비유 생성 활동지는 총 3장으로 구성하였는데, 첫 번째 장에는 교과서의 화학 반응 관련 내용을 요약하여 제시하였다. 두 번째 장은 앞 장의 내용을 참고하여 학생들이 비유를 최대한 많이 생성하고 자세히 나타낼 수 있도록 구성하였고, 마지막 장은 대응 관계 이해도 검사지로 구성하였다. 대응 관계 이해도 검사지는 학생들이 생성한 여러 개의 비유 중에서 하나를 선택한 후, 검사지에 '보기'로 제시한 목표 개념의 속성을 선택한 비유의 속성과 대응하는 형태이다. '보기'로 제시한 목표 개념의 속성은 '반응물', '생성물', '질량 보존 법칙', '일정 성분비 법칙'의 4개로 이 속성들을 비유의 속성과 공유 속성(유사점) 혹은 비공유 속성(차이점)으로 대응하고 그 이유를 서술하도록 구성하였다. 비유 생성 활동지는 과학 교육 전문가 1인과 과학교사 2인으로부터 내용 타당도를 검증받았다.

분석 방법

과학적 창의성 검사는 선행 연구에서[28] 제시한 방법을 따라 분석하였다. 즉, 7개의 각 문항에 대한 학생들의 응답을 유창성, 융통성, 독창성의 세 가지 측면에서 채점하고, 각 문항의 점수를 모두 합하여 점수를 구하였다. 장독립성·장의존성 검사는 모든 문항에 옳은 답은 1점, 옳지 않은 답은 0점을 부여하여 총 20점으로 분석하였다. 학습접근양식 검사는 각 문항의 응답을 모두 합하여 유의미 학습접근양식은 65점, 기계적 학습접근양식은 55점을 만점으로 분석하였다. 이와 같이 네 가지 검사를 모두 분석한 후, 각 검사의 삼분위 점수를 기준으로 연구에 참여한 모든 학생을 상위, 중위, 하위의 세 집단으로 구분하였다 (*Table* 1).

학생들이 생성한 비유의 특징은 비유의 개수, 대응 관계 이해도, 비유의 소재 측면에서 분석하였다. 먼저, 비유의 개수는 학생 1명이 생성한 비유의 개수에 대한 빈도와 백분율(%)을 분석하였다. 또한, 각 변인의 수준에 따라 비유의 개수 차이를 조사하기 위하여 Kruskal-Wallis 검증을 실시하였다. 주효과가 있는 경우에는 집단 간 차이를 밝히기 위하여 Dunn-Bonferroni의 방법으로 사후 검증을 실시하였다.

대응 관계 이해도는 각 속성에 2점을 배점하여 공유 속성(4개)의 8점과 비공유 속성(2개)의 4점을 합해 12점을 만점으로 분석하였다.[14] 공유 속성의 경우 검사지에 '보기'로 제시한 각각의 속성을 비유가 포함하고 있으면 1점을 부여하고, 이 속성을 목표 개념의 속성에 올바르게 대응한 경우에 1점을 추가로 부여하였다. 비공유 속성의 경우에는 비유에 따라 비공유 속성이 다르므로, 연구에 참여한 학생들이 생성한 비유를 모두 예비 분석하여 반응물의 성질 변화, 일정 성분비 법칙과 관련된 2개의 비공유 속성을 선정하였다. 그리고 선정한 비공유 속성을 비유가 포함하지 않았을 경우 2점을 부여하였고, 비공유 속성을 포함하였더라도 이를 차이점으로 올바르게 인식하여 비공유 속성으로 대응한 경우에는 2점을 부여하였다. 대응 관계 이해도의 점수 또한 각 변인의 수준에 따른 집단을 독립 변인으로 하고 대응 관계 이해도 점수를 종속 변인으로 하는 Kruskal-Wallis 검증을 실시하였다. 주효과가 있는 경우에는 Dunn-Bonferroni의 방법을 사용하여 사후 검증을 실시하였다.

비유의 소재는 다양성 점수와 독창성 점수의 두 가지 측면에서 분석하였다. 먼저, 학생들이 생성한 모든 비유를 예비 분석하여 음식, 사물, 사람, 여가, 자연 환경, 식물, 동물, 교통수단, 문자, 기타의 10가지 소재를 분류하고, 각 소재를 활용한 비유의 개수에 대한 빈도와 백분율(%)을 분석하였다. 이후 Kim *et al.*의 연구를[14] 참고하여 비유가 해당하는 소재의 종류를 소재의 다양성 점수로 채점하였다. 이를테면, 각각 음식 소재와 사물 소재를 활용하여 비유를 2개 생성한 학생은 2점으로, 음식 소재만을 활용하여 비유를 2개 생성한 학생은 1점으로 분석하였다. 소재의 독창성 점수는 학생들이 비유를 생성할 때 참신한 소재를 활용하는 정도를 조사하기 위하여 과학적 창의성 검사에서[28] 산출물의 독창성을 채점하는 방식으로 분석하였다. 즉, 각 소재를 활용한 비유가 전체 비유에서 차지하는 백분율을 바탕으로, 백분율이 5% 미만인 소재를 활용한 비유는 2점, 5%~10%인 소재를 활용한 비유는 1점, 10% 이상인 소재를 활용한 비유는 0점을 부여하고, 학생이 생성한 모든 비유에 부여된 점수를 합하였다. 예를 들어, 백분율이 5% 미만인 소재를 활용한 비유 1개와 5%~10%인 소재를 활용한 비유를 1개 생성한 학생은 3점으로 분석하였다. 마지막으로 각 변인의 수준에 따라 소재의 다양성 점수와 소재의 독창성 점수가 유의미한 차이를 보이는지 조사하기 위하여 Kruskal-Wallis 검증을 실시하였

***Table* 1.** The numbers of subjects in this study

Variables	Scientific creativity			Field independence/dependence			Meaningful learning approach			Rote learning approach			Total
	High	Middle	Low	High	Middle	Low	High	Middle	Low	High	Middle	Low	
Frequency	85	81	81	84	84	79	84	79	84	86	73	88	247
(%)	(34.4)	(32.8)	(32.8)	(34.0)	(34.0)	(32.0)	(34.0)	(32.0)	(34.0)	(34.8)	(29.6)	(35.6)	(100)

고, 주효과가 있는 경우에는 Dunn-Bonferroni의 방법으로 사후 검증을 실시하였다.

비유의 개수, 대응 관계 이해도, 소재의 다양성과 독창성 점수 모두 모수 통계의 가정을 만족하지 못하였으므로 비모수 통계 방법인 Kruskal-Wallis 검증을 사용하였다.

연구 결과 및 논의

비유의 개수

연구에 참여한 학생들이 화학 반응에 대해 생성한 비유는 총 593개로 학생 1명이 약 2.41개의 비유를 생성하였다. 각 변인의 집단 별로 학생 1명이 생성한 비유의 평균 개수와 이 값의 집단 간 차이에 대한 Kruskal-Wallis 검증 결과를 *Table* 2에 정리하였다.

먼저 창의성의 경우 상위, 중위, 하위 집단의 순서로 비유의 개수가 많았고, 그 차이가 통계적으로 유의미하였다(p<.05). 사후 검증 결과, 상위와 중위(p=.004), 중위와 하위(p=.006), 상위와 하위(p=.000) 집단의 차이가 모두 통계적으로 유의미하였다. 즉, 과학적 창의성이 높은 학생이 비유를 많이 생성하는 것으로 나타났다. 이는 주어진 문제 상황에서 많은 아이디어를 산출하는 능력과 관련될 수 있는 발산적 사고나 유창성과 같은 과학적 창의성의 특성이[31] 학생들이 많은 수의 비유를 생성하는 데 영향을 미친 것으로 볼 수 있다.

장독립성·장의존성의 경우에는 중위, 상위, 하위 집단의 순서로 비유의 개수가 많았고 집단 간 차이가 통계적으로 유의미하지 않았다. 즉, 장독립성·장의존성은 비유를 여러 개 생성하는 것과 큰 관련이 없는 것으로 나타났다.

학습접근양식의 경우 유의미 학습접근양식은 상위, 중위, 하위 집단의 순서로, 기계적 학습접근양식은 중위, 상위, 하위 집단의 순서로 비유의 개수가 많았다. 그러나 유의미 학습접근양식은 집단 간 차이가 통계적으로 유의미하였고(p<.05), 사후 검증 결과 상위와 하위 집단의 차이가 통계적으로 유의미(p=.003)하였던 반면, 기계적 학습접근양식의 집단 간 차이는 유의미하지 않았다. 즉, 유의미 학습접근양식만이 비유의 개수와 관련이 있는 것으로 나타났다.

대응 관계 이해도

대응 관계 이해도의 평균 점수는 3.90으로, 높지 않은 편이었다. 각 변인의 집단별 대응 관계 이해도의 평균 점수와 이 값의 집단 간 차이에 대한 Kruskal-Wallis 검증 결과를 *Table* 3에 나타내었다.

집단 간 차이를 변인 별로 살펴보면, 창의성은 상위, 중위, 하위 집단의 순서로 대응 관계 이해도 점수가 높았고, 그 차이 또한 통계적으로 유의미하였다(p<.05). 사후 검증 결과, 상위와 중위(p=.021), 중위와 하위(p=.001), 상위와 하위(p=.000) 집단의 차이가 모두 통계적으로 유의미하였다. 즉, 창의성이 높은 학생의 대응 관계 이해도 점수가 높은 것으로 나타나 창의성은 대응 관계 이해도와도 관련이 있었다. 이는 비유물과 목표 개념의 여러 속성 중 공유 속성과 비공유 속성을 찾아 올바르게 대응하고 설명하는 과정이 별개로 보이는 두 사건을 관련짓는 연관적 사고나 산발적인 자료를 하나의 통합된 형태로 구조화하는 수렴적 사고 등의 창의적 사고와[31] 밀접하게 관련되어 있기 때문이라고 할 수 있다.

다음으로 장독립성·장의존성 또한 대응 관계 이해도와 관련이 있는 것으로 나타났는데, 상위, 중위, 하위 집단의 순서로 대응 관계 이해도 점수가 높았고, 그 차이가 통계적으로 유의미하였다(p<.05). 사후 검증 결과, 상위와 하위 집단의 차이만 통계적으로 유의미(p=.004)하였다. 즉, 장독립적인 학생이 공유 속성을 많이 포함하는 비유를

***Table* 2.** The results of the Kruskal-Wallis test in the numbers of student-generated analogies

Variables	Scientific creativity			Field independence/dependence			Meaningful learning approach			Rote learning approach			Total
	High	Middle	Low	High	Middle	Low	High	Middle	Low	High	Middle	Low	
M (SD)	3.36 (2.01)	2.32 (1.58)	1.57 (1.49)	2.52 (1.82)	2.62 (2.00)	2.08 (1.69)	2.87 (1.81)	2.27 (1.73)	2.10 (1.93)	2.40 (1.79)	2.47 (1.98)	2.39 (1.86)	2.41 (1.85)
χ^2		38.408			3.294			11.313			.092		
p		.000			.193			.003			.955		

***Table* 3.** The results of the Kruskal-Wallis test in the mapping understanding test scores

Variables	Scientific creativity			Field independence/dependence			Meaningful learning approach			Rote learning approach			Total
	High	Middle	Low	High	Middle	Low	High	Middle	Low	High	Middle	Low	
M (SD)	5.06 (2.28)	3.99 (2.50)	2.63 (2.31)	4.45 (2.47)	3.96 (2.41)	3.22 (2.67)	4.738 (2.79)	3.72 (2.38)	3.21 (2.26)	3.709 (2.41)	3.64 (2.31)	4.28 (2.86)	3.90 (2.56)
χ^2		39.479			10.484			11.810			10.484		
p		.000			.005			.003			.005		

생성할 뿐 아니라 비공유 속성 또한 명확하게 인식하였다고 할 수 있다.

이상의 결과를 비유의 개수 결과와 종합하여 볼 때 불필요한 정보를 걸러내고 필요한 정보만을 식별하는 장독립성·장의존성은 비유를 여러 개 생성하는 것에는 영향을 미치지 못하였고, 목표 개념과 비유물의 여러 속성 중 공유 속성과 비공유 속성을 식별하여 대응하는 것에만 영향을 미쳤다고 할 수 있다.

유의미 학습접근양식의 경우 상위, 중위, 하위 집단의 순서로 점수가 높았고 그 차이가 통계적으로 유의미하였으며(p<.05), 사후 검증 결과에서는 상위와 하위 집단의 차이만 통계적으로 유의미하였다(p=.003). 그러나 기계적 학습접근양식은 중위, 상위, 하위 집단의 순서로 점수가 높았고, 그 차이가 통계적으로 유의미하지 않았다. 즉, 비유의 개수에 대한 결과와 마찬가지로 유의미 학습접근양식은 대응 관계 이해도와 관련이 있었으나 기계적 학습접근양식은 관련이 없는 것으로 나타났는데, 이는 다음과 같은 맥락에서 주목할 만한 결과이다.

Kang & Cheon은[12] '알갱이의 크기에 따른 혼합물의 분리'에 대해 초등학생이 생성한 비유를 분석하였다. 그리고 학습접근양식 검사 점수의 높고 낮음에 따라 학생들을 유의미 혹은 기계적 학습접근양식으로 구분하고 학생들이 생성한 비유의 개수와 대응 관계 이해도를 비교하였다. 그 결과, 유의미 학습접근양식의 학생들이 기계적인 학습접근양식의 학생들 보다 많은 수의 비유를 생성하고, 대응 관계 이해도가 높은 것으로 나타났다. 그러나 유의미 학습접근양식과 기계적 학습접근양식을 독립적으로 보고 각각의 수준에 따라 비유의 개수와 대응 관계 이해도를 비교한 이 연구에서는 유의미 학습접근양식의 수준에 따른 결과만 유의미한 차이를 보였고, 기계적 학습접근양식의 수준에 따른 결과는 유의미한 차이를 보이지 않았다.

즉, 비유 생성 활동에 있어서 유의미 학습접근양식과 기계적 학습접근양식은 대조적이기 보단 독립된 성격을 갖고, 유의미 학습접근양식만이 비유 생성 활동과 관련된다고 할 수 있다. 이는 비유 생성 활동이 목표 개념과 비유물의 두 영역을 관련지어 새로운 관계를 형성하는 것이라는 점에서 새로운 학습 내용을 사전 지식과 유기적으로 관련지어 학습하려는 성향을 의미하는 유의미 학습접근양식과는 관련이 깊은 반면, 지식을 단편적으로 받아들이고 암기하려는 성향을 의미하는 기계적 학습접근양식과는 관련이 적은 것으로 해석할 수 있다.

비유의 소재

학생들이 생성한 비유의 소재별 빈도를 *Table* 4에 나타내었다. 학생들은 음식 소재를 활용한 비유(37.1%)를 가장 많이 생성하였고, 다음으로 사물 소재를 활용한 비유(22.4%), 사람 소재를 활용한 비유(23.3%)도 많이 생성하였다. 이외에 여가나 자연 환경 등의 소재를 활용한 비유도 있었다.

음식 소재를 활용한 비유로 학생들이 생성한 비유를 구체적으로 살펴보면, 학생들은 요리를 위한 재료를 반응물에, 완성된 음식을 생성물에 대응하여 화학 반응을 표현하였다. 일부 학생들은 음식이 최고의 맛을 내기 위해 재료를 특정한 비율로 섞어 요리해야 한다는 것으로 일정 성분비 법칙을 표현하거나 요리를 하기 전 재료의 질량을 모두 더한 것과 완성된 음식의 질량이 같다는 것으로 질량 보존 법칙을 표현하기도 하였다. 또한, 반응물은 반드시 정해진 비율로 반응해야 하지만 요리를 할 때는 재료의 비율을 달리하여도 된다는 것과 반응물은 화학 반응 후에 성질이 변하지만 요리에 쓰이는 재료는 요리 후에도 성질이 변하지 않는다는 것은 비공유 속성으로 표현하였다.

소재의 다양성 점수를 분석한 결과는 *Table* 5와 같다. 다양성 점수의 평균은 1.75로 학생들은 평균적으로 두 종류에 가까운 소재를 활용하여 비유를 만들었다고 할 수 있다. 각 변인에 따른 결과를 살펴보면 창의성의 경우 상위, 중위, 하위 집단의 순서로 다양성 점수가 높았고, 그 차이가 통계적으로 유의미하였다(p<.05). 사후 검증 결과,

***Table* 4.** The frequencies of the sources of student-generated analogies

Sources	Food	Objects	People	Leisure	Natural environment	Plants	Animals	Vehicles	Letters	Others	Total
Frequency	220	133	123	40	22	11	9	9	8	8	593
(%)	(37.1)	(22.4)	(20.7)	(6.7)	(3.7)	(1.9)	(1.5)	(1.5)	(1.3)	(1.3)	(100)

***Table* 5.** The results of the Kruskal-Wallis test in the diversity scores of analogs

Variables	Scientific creativity			Field independence/dependence			Meaningful learning approach			Rote learning approach			Total
	High	High	Low	High	Middle	Low	High	Middle	Low	High	Middle	Low	
M	2.31	2.31	1.58	1.88	1.79	1.58	2.19	1.597	1.49	1.79	1.77	1.74	1.75
(SD)	(1.29)	(1.29)	(1.38)	(1.17)	(1.88)	(1.38)	(1.29)	(1.10)	(1.20)	(1.30)	(1.20)	(1.23)	(1.24)
χ^2		29.754			4.152			16.719			.047		
p		.000			.125			.000			.977		

상위와 중위(p=.014), 중위와 하위(p=.022), 상위와 하위(p=.000) 집단의 차이가 모두 통계적으로 유의미하였다. 즉, 창의성이 높은 학생이 더욱 다양한 소재를 활용하여 비유를 생성하였다고 할 수 있다.

다음으로 장독립성·장의존성은 상위, 중위, 하위 집단의 순서로 다양성 점수가 높았다. 그러나 집단 간 점수의 차이가 통계적으로 유의미하지 않아, 비유를 생성할 때 다양한 소재를 활용하는 것과 장독립성·장의존성은 관련이 없는 것으로 나타났다.

유의미 학습접근양식은 상위, 중위, 하위 집단의 순서로 다양성 점수가 높았고, 집단 간 차이가 통계적으로 유의미하였다(p<.05). 사후 검증 결과, 상위와 중위(p=.004), 상위와 하위(p=.000) 집단의 차이만 통계적으로 유의미하였다. 기계적 학습접근양식은 상위, 하위, 중위 집단의 순서로 점수가 높았고, 집단 간의 점수 차이도 유의미하지 않았다. 즉, 유의미 학습접근양식만이 소재의 다양성 점수와 관련이 있었다.

소재의 독창성 점수와 각 변인의 집단 간 차이에 대한 Kruskal-Wallis 검증 결과는 *Table* 6과 같다. 우선, 과학적 창의성의 경우 상위, 중위, 하위 집단의 순서로 독창성 점수가 높았고 집단 간의 점수 차이가 통계적으로 유의미하였으며(p<.05), 상위와 하위 집단이 통계적으로 유의미한 차이를 보였다(p=.014). 따라서 창의성이 높은 학생이 더욱 독창적인 소재를 활용하여 비유를 생성하였다고 할 수 있다.

장독립성·장의존성은 다양성 점수의 분석 결과와 마찬가지로 상위, 중위, 하위 집단의 순서로 점수가 높았으나 그 차이가 통계적으로 유의미하지 않았다. 즉, 독창적인 소재를 활용하여 비유를 생성하는 것과 장독립성·장의존성의 관련성은 적었다.

유의미 학습접근양식은 상위, 하위, 중위 집단의 순서로 독창성 점수가 높았고, 세 집단의 점수 차이가 통계적으로 유의미하였다(p<.05). 사후 검증 결과, 상위와 중위(p=.028), 상위와 하위(p=.041) 집단의 점수 차이가 유의미한 것으로 나타나 상위 집단의 독창성 점수가 중위와 하위 집단의 점수보다 높았다. 기계적 학습접근양식은 하위, 상위, 중위 집단의 순서로 접수가 높았고, 집단 간의 점수 차이도 유의미하지 않았다. 즉, 소재의 독창성 점수 또한 유의미 학습접근양식만 관련이 있었다.

이상을 종합하여보면 소재의 다양성 점수와 독창성 점수 결과에서 각 변인의 결과가 일관된 경향을 보인 것을 알 수 있다. 즉, 과학적 창의성과 유의미 접근학습양식의 수준이 높은 학생이 다양하고 독창적인 소재를 활용하여 비유를 생성하였고, 장독립성·장의존성과 기계적 학습접근양식은 비유의 소재와 큰 관련이 없었다.

과학적 창의성이 소재의 다양성, 독창성과 관련이 큰 것으로 나타난 결과는 주어진 문제 상황을 여러 측면에서 접근하려는 융통성과 기존의 사고방식에서 벗어나 참신하고 독특한 아이디어를 산출하려는 독창성이 다양하고 독창적인 소재를 활용하여 비유를 생성하는 것에 영향을 미친 것이라고 해석할 수 있다.[28] 또한, 주어진 학습과제에 내재적인 동기와 흥미를 가지며 사전 지식을 서로 관련지으려는 유의미 학습접근양식의 학생들은 유사한 소재로 비유를 생성하여 반복적인 과제를 수행하기보다는 주어진 과제를 적극적으로 해결하기 위해 다양하고 독창적인 소재로 비유를 생성하였다고 할 수 있다.[26,32]

결론 및 제언

이 연구에서는 학생들이 생성한 비유의 특징을 비유의 개수, 대응 관계 이해도, 비유의 소재 측면에서 분석하고, 이 결과를 과학적 창의성, 장독립성·장의존성, 유의미 학습접근양식, 기계적 학습접근양식의 수준에 따라 비교하였다. 연구 결과, 비유의 개수 측면에서는 창의성과 유의미 학습접근양식의 수준에 따라 유의미한 차이가 있었다. 대응 관계 이해도는 기계적 학습접근양식을 제외한 모든 변인과 관련이 있었고, 비유의 소재 측면에서는 창의성과 유의미 학습접근양식의 수준이 높은 학생이 다양하고 독창적인 소재를 활용하는 것으로 나타났다.

학생들이 생성한 비유와의 관계를 통해 학습자의 특성이 비유 생성 활동에 미치는 영향을 조사한 이 연구의 결과를 바탕으로 교육 현장에서 비유 생성 활동을 효과적으로 활용하기 위한 방안을 제안할 수 있다.

먼저, 과학적 창의성과 유의미 학습접근양식의 수준이 높은 학생은 독창적인 소재를 활용하여 비유를 여러 개 생성하는 등 비유 생성 활동 전반을 능숙하게 수행하였다

***Table* 6.** The results of the Kruskal-Wallis test in the originality scores of analogs

Variables	Scientific creativity			Field independence/dependence			Meaningful learning approach			Rote learning approach			Total
	High	Middle	Low	High	Middle	Low	High	Middle	Low	High	Middle	Low	
M (SD)	1.21 (1.73)	.62 (1.10)	.56 (1.12)	.88 (1.30)	.77 (1.47)	.72 (1.35)	1.04 (1.40)	.65 (1.33)	.69 (1.36)	.80 (1.39)	.70 (1.30)	.86 (1.42)	.79 (1.37)
χ^2		8.966			2.444			8.966			.655		
p		.011			.295			.013			.721		

고 볼 수 있다. 따라서 이런 학생을 대상으로 한 수업은 비유 생성 활동의 다양한 장점을 최대한 활용할 수 있는 방향으로 진행할 필요가 있다. 예를 들어, 과학적 창의성이 높을 것으로 기대되는 과학 영재를 대상으로 한 수업의 경우, 다양하고 독창적인 소재를 활용하여 많은 비유를 생성하는 것을 강조하는 방향으로 수업을 진행한다면 목표 개념에 대한 이해를 높일 수 있을 뿐 아니라 과학적 창의성 등 다양한 사고력의 신장을 기대할 수 있을 것이다. 반면, 일반 학생에게 비유를 여러 개 생성하도록 하는 것은 오히려 부담으로 작용할 수 있으므로 하나의 비유를 생성하더라도 공유 속성과 비공유 속성을 명확히 대응할 수 있는 소재를 선택하고 이를 발전시키도록 독려할 필요가 있다.

또한, 장독립성·장의존성의 수준에 따라 대응 관계 이해도가 유의미한 차이를 보였는데, 이는 장의존적인 학생들이 공유 속성을 많이 포함하는 비유를 생성하고 이를 올바르게 대응하는 과정에 어려움을 겪은 것으로 볼 수 있다. 따라서 목표 개념의 속성과 속성 간의 관계를 명확히 제시하여 유사점과 차이점을 식별하는 것을 돕는 등 장의존적인 학생들의 대응 관계 이해도를 높이기 위한 지도도 필요할 것이다.

한편, 이 연구에서는 인지적 변인을 중심으로 학습자의 특성과 비유 생성 활동의 관계를 조사하였다. 따라서 인지 욕구와 같은 정의적 변인과 비유 생성 활동의 관계를 조사하는 연구가 필요하다. 또한, 학생들의 개념 이해와 직접적으로 관련되는 대응 오류 등 이 연구에서 다루지 않았던 비유의 특징과 다양한 변인의 관계를 추가적으로 조사하는 연구도 필요할 것이다. 마지막으로 이 연구에서는 다양한 변인과 비유 생성 활동의 관계를 정량적으로 조사하였으므로, 면담이나 관찰과 같은 정성적인 연구 방법으로 학습자의 특성이 비유 생성 활동에 미치는 영향을 심층적으로 조사할 필요가 있다.

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

REFERENCES

1. Haglund, J. *Studies in Science Education* **2013**, *49*, 35.
2. Wong, E. D. *Journal of Research in Science Teaching* **1993**, *30*, 367.
3. Wong, E. D. *Journal of Research in Science Teaching* **1993**, *30*, 1259.
4. Kim, K.; Choi, E.; Cha, J.; Noh, T. *Journal of the Korean Chemical Society* **2006**, *50*, 338.
5. Spier-Dance, L.; Mayer-Smith, J.; Dance, N.; Khan, S. *Research in Science & Technological Education* **2005**, *23*, 163.
6. Byun, C.; Kim, H. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2010**, *30*, 304.
7. Kim, D. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2008**, *28*, 424.
8. Yoon, J.; Kang, H. *Journal of the Korean Chemical Society* **2011**, *55*, 509.
9. Kang, H. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2011**, *30*, 305.
10. Kim, Y.; Moon, S.; Noh, T. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2009**, *29*, 861.
11. Noh, T.; Yang, C.; Kang, H. *Journal of the Korean Elementary Science Education* **2009**, *28*, 292.
12. Kang, H.; Cheon, J. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2010**, *30*, 668.
13. Kim, K.; Hwang, S.; Noh, T. *Journal of the Korean Chemical Society* **2008**, *52*, 412.
14. Kim, M.; Kwon, H.; Kim, Y.; Noh, T. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2017**, *37*, 39.
15. Kwon, H.; Choi, E.; Noh, T. *Journal of the Korean Chemical Society* **2003**, *47*, 265.
16. BouJaoude, S.; Tamin, R. *Science Educator* **2008**, *17*, 72.
17. Middleton, J. L. *American Biology teacher* **1991**, *53*, 42.
18. Nottis, K. E. K.; McFarland, J. *Electronic Journal of Science Education* **2001**, 5.
19. Kim, Y. Development and Application of a Teaching Strategy Using Analogy-generating for Science-gifted Students. Ph.D. Thesis, Seoul National University, Seoul, February 2011.
20. Noh, T.; Yang, C.; Kang, H. *Journal of the Korean Elementary Science Education* **2011**, *30*, 1.
21. Torrance, E. P. *Torrance Tests of Creative Thinking*; Scholastic Testing Services, Inc.: Beaconville, IL, 1990.
22. Hudson, L. *Contrary Imaginations: A Psychological Study of the Young Student*; Schocken Books: Oxford, U.K., 1966.
23. Witkin, H. A.; Moore, C. A.; Goodenough, D. R.; Cox, D. R. *Review of Educational Research* **1977**, *47*, 1.
24. Hsu, C. L.; Wedman, J. F. *Journal of Research & Development in Education* **1994**, *28*, 1.
25. Noh, T.; Kim, C.; Kwon, H. *Journal of the Korean Association for Science Education* **1999**, *19*, 107.
26. Entwistle, A.; Ramsden, P. *Understanding Student Learning*; Croom Helm: London, U. K., 1983.
27. Kim, K.; Ahn, I.; Choi, Y.; Noh, T. *Journal of the Korean Chemical Society* **2013**, *57*, 801.
28. Hu, W.; Adey, P. A. *International Journal of Science Education* **2002**, *24*, 389.
29. Linn, M. C.; Kyllonen, P. *Journal of Educational Psychology* **1981**, *73*, 261.
30. Cavallo, A. M. L.; Schafer, L. E. *Journal of Research in Science Teaching* **1994**, *31*, 393.
31. Park, J. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2004**, *24*, 375.
32. Biggs, J. B. *Student Approaches to Learning and Studying. Research Monograph*; Australian Council for Educational Research: Melbourne, AU, 1987.