

< 觀察 >

유추에 의한 과학 개념의 학습: 그림 제시에 의한 명료한 사상과정*

이 영 애** · 정 현 옥

이화여자대학교 심리학과

유추에 의한 과학 개념의 학습효과를 사상과정을 중심으로 검토하였다. 본 연구는 유추문과 함께 그림자극을 제시할 때 관찰되는 학습 효과가 사상과정을 명료하게 하였기 때문이라는 가설을 유추문과 함께 그림자극을 제시하는 조건과 유추문과 사상과제를 함께 실시하는 조건의 수행을 비교하여 검토하였다. 이 두 조건은 내용의 구체적 기억을 측정하는 문제에서 다른 학습조건보다 떨어진 수행을 보인 반면, 추론 문제에서는 더 나은 수행을 보였다. 본 연구의 결과들을 유추문과 함께 제시되는 그림자극이 사상과정을 명료하게 한다고 해석하였다.

주제어 유추, 과학개념학습, 유추사상 명료화, 그림자극 제시

유추는 낯선 개념을 배우거나 새 문제를 풀 때 그와 비슷한 낯익은 개념이나 문제를 생각하고 이러한 기존 지식과의 관계로 해결하는 방법이다. 유추의 기능과 그 성질에 관해 최근의 정보처리 실험과 시뮬레이션 연구들이 주목할만한 성

과를 보이고 있다. 예를 들어, 약호화, 인출, 사상 등 유추의 주요 정보처리 단계의 성질과 각 단계에 미치는 변수의 효과들이 밝혀지고 있다(자세한 개관은 이영애, 1997을 참고).

Donnelly와 McDaniel(1993)은 대학생들이 '팽창하

* 본 논문은 1999학년도 이화여자대학교 교내연구비 지원에 의한 연구임.

** 교신저자: 이영애, 서울 서대문구 대현동 이화여자대학교 심리학과

E-mail: yalee@mm.ewha.ac.kr

는 은하,' 붕괴하는 별,' '필사'와 같은 과학 개념을 단순히 소개하는 문장을 읽거나 낯익은 사례로 그 개념을 설명하는 유추문장을 읽어 배우도록 하였다. 두 학습 방식의 효과는 해당 개념에 관한 사실들의 기억을 검사하는 기본문제와 인과관계의 이해를 검사하는 추론문제에 대한 반응으로 평가되었다. 유추학습조건인 경우, 낯익은 개념과 과학개념의 요소들간의 추상적인 공통 관계가 강조되므로 자세한 내용의 기억보다 인과관계의 이해가 그 바탕인 추론이 더 잘되어야 한다. Donnelly와 McDaniel(1993)의 연구에서 단순기술조건인 대학생들은 유추학습조건인 대학생들보다 기본 문제를 더 잘 풀었지만, 추론 문제에서는 유추학습조건인 대학생들이 단순기술조건인 대학생들보다 더 나은 수행을 보였다. 이러한 결과는 유추에 의한 개념학습의 효과가 없음을 보고한 Halpern(1987)이나 Spiro, Feltovich, Coulson & Anderson(1989)의 결과와 대조된다. 예를 들어, 어려운 의학 개념을 한 가지 유추로만 배운 학생들이 표적 개념을 단순화시키고, 잘못 이해하며, 개념의 한 부분에 편향되는 등의 문제가 있었다 (Spiro 등, 1989).

이현주와 이영애(2000)는 Donnelly와 McDaniel (1993)의 연구를 주목하고, 한국 대학생을 대상으로 그 결과를 검토하였다. 이들의 실험 1에서 유추학습조건은 추론문제의 해결에서 단순기술조건보다 더 나은 수행을 보이지 않았다. 즉 유추에 의한 개념학습의 효과가 없었다. 이현주와 이영애는 그 한 원인으로 유추문에 소개된 낯익은 근거 정보의 요소와 표적인 과학 개념의 요소들을 대응시키는 사상과정(mapping process)이 제대로 진행되지 않았을 가능성을 생각하였다. 이 과정을 촉진시키기 위한 한 방법으로 유추문과 함께 친숙한 근거 정보의 내용을 묘사하는 그림을 제시하였다. 이현주와 이영애의 실험 2에서 그림이

함께 제시된 유추학습조건이 단순기술조건보다 더 나은 추론 문제의 해결을 보였다. 조아정과 이영애(2000)는 사상과정에 관여할 것으로 가정되는 작업기억 용량의 차이에 따른 유추학습의 효과를 검토하였다. 이들의 두 실험에서 작업기억 용량이 큰 참가자들이 작은 참가자들보다 더 나은 유추학습의 효과를 보였다. 조아정과 이영애의 실험 3에서 작업기억의 용량이 작은 참가자들도 유추문과 함께 그림을 제시받을 때 유추학습의 효과를 보였다.

이 두 연구에서 주목할 점은 그림자극의 효과이다. Donnelly와 McDaniel (1993)은 그들의 실험 3에서 그림자극을 단순기술문과 함께 제시하였을 때 추론 문제의 해결에서 어떠한 향상도 관찰하지 못하였다. 이와 대조적으로 이현주와 이영애(2000), 조아정과 이영애(2000) 모두 유추문과 그림자극이 함께 제시될 때 추론문제의 해결에서 학습의 효과를 얻었다. 이처럼 대조적인 결과는 그림자극이 단순기술문이 유도하는 내용의 구체적인 기억보다 유추문이 시발시키는 처리 과정에 더 영향을 줄 가능성을 시사한다.

김새로나와 이영애(2001)는 한 유추조건인 참가자들에게 근거 영역 개념과 표적 영역 개념의 핵심적인 유사성을 기술하게 하였다. 이 사상과제는 근거 영역과 표적 영역 요소들간의 사상을 명료하게 하면서 두 영역이 공유하는 추상적 관계 구조에 관한 표상을 형성할 것으로 기대되었다. 김새로나와 이영애(2001)의 실험 1에서 유추사상조건이 유추문만 제시한 조건보다 훨씬 더 나은 유추학습 효과를 보였다.

유추문과 그림 자극을 함께 제시하면 근거 영역과 표적 영역의 요소들이 명료하게 사상 되어 유추학습의 효과가 관찰된 것일까? 아니면 그 구체적 내용이 잘 기억되어서 그런가? 내용의 기억과 추상적인 인과관계의 이해가 모두 잘 되어서

그런가? 김새로나와 이영애 (20001)의 실험으로 미루어 그림자극이 유추문과 함께 제시될 때 표적 개념의 약호화, 근거 영역 정보의 인출, 두 영역 요소의 사상, 인과도식의 학습 등의 정보처리 과정 중 사상과정이 촉진되어 효과를 얻었을 가능성이 크다. 유추문에서 표적 개념과 친숙한 근거 영역 정보가 함께 제시되므로 약호화와 인출 과정은 문제가 되지 않는다. 관심의 초점은 인과도식의 형성에 필요한 사상과정이다. 이영애와 그 동료들의 세 연구 그 어디에서도 유추문과 그림자극을 함께 제시하는 조건과 사상과제와 유추문을 함께 제시하는 조건의 효과가 직접 비교되지 않았다. 이 때문에 그림자극이 유추문과 함께 제시되었을 때 구체적 기억이 영향을 받아서 수행이 잘 되는지, 아니면 사상과정만 촉진되는지 평가되지 않았다. 요컨대, 유추문과 함께 제시된 그림자극이 어떤 정보처리 과정으로 유추학습에 효과를 내는지 현재 분명하지 않다.

본 연구는 유추문만 제시될 때에 비해, 유추문이 그림과 함께 제시되면 근거 영역 개념과 표적 영역 개념의 요소들간의 사상이 더 명료하게 되고, 이 때문에 유추학습효과가 관찰된다는 가설의 예언을 검증하고자 한다. 본 연구에서는 이 예언을 네 학습조건, 즉 단순기술, 유추, 유추그림 및 유추사상의 수행 차이로 검증하고자 한다. 단순기술조건을 제외한 세 유추조건은 모두 같은 유추문을 제시하지만, 유추문만 제시하거나, 그림이나 사상과제를 함께 제시하는 점에서 다르다. 따라서 세 유추조건은 같은 유추정보처리과정들을 유발시키되 실험 조작이 어느 한 처리과정을 특히 더 강조하는 점에서 다르다. 유추그림조건에서 그림자극이 내용의 구체적인 기억보다는 사상을 명료하게 하여 인과추론을 촉진시킨다면, 다음과 같은 상호작용효과가 관찰되어야 한다. 즉 기본문제의 해결에서 단순기술조건이 다른 유

추조건들, 특히 유추그림조건과 유추사상조건보다 더 나은 수행을 보이고, 추론문제의 해결에서 유추그림조건과 유추사상조건이 앞의 두 조건보다 더 나은 해결을 보여야 한다. 그림자극이 사상과정을 명료하게 한다면, 유추그림조건과 유추사상조건이 추론문제에서 비슷한 수행을 보여야 한다.

그림자극에 의한 사상과정명료설의 예언은 학습조건과 문제유형의 유의한 상호작용효과와 함께 문제 유형에 따른 네 학습조건간의 차이 패턴으로 평가된다. 김새로나와 이영애 (2001)의 두 실험의 유추사상조건은 그 학습효과가 명료한 사상과정에서 비롯됨을 보였다. 그 정보처리적 성질이 과제 절차로 밝혀진 유추사상조건과 그렇지 않은 유추그림조건의 수행을 비교하여 이 두 조건이 추론문제에서 비슷한 해결 수행과 함께 기본문제에서 질적으로 다른 수행을 또한 보인다면 그림자극의 효과는 기억과 같은 인지과정이 아닌, 사상 과정에서 비롯된 결과로 간주되어야 한다. 요컨대, 개념에 관한 구체적 사실의 기억을 측정하는 기본문제와 정확한 사상이 이루어져야만 인과 추리가 가능한 추론문제의 해결에서 네 학습조건이 문제 유형에 따라 보이는 유의한 상호작용효과와 수행의 차이가 본 연구의 예언을 검토할 수 있게 한다. 본 연구에서 예상되는 결과는 또한 Donnelly와 McDaniel(1993)이 단순기술문과 그림자극을 함께 제시하였을 때 추론문제의 해결이 향상되지 않은 이유도 다룰 수 있게 된다.

방법

실험 참가자 E대학교에서 교양과목으로 심리학을 수강하는 학생 160명이 실험에 참가하였다. 이들 대부분은 인문계 학생으로 자연계 학생들보

다 과학에 대한 배경 지식이 적을 것으로 판단되었다. 단순기술조건, 유추학습조건, 유추그림조건, 그리고 유추사상조건에 각각 40 명씩 무선 배정되었다. 실험은 8 - 13 명의 소집단으로 실시되었다.

학습자료 Donnelly와 McDaniel(1993)이 만든 12 개의 과학 개념들을 사용하였다. 과학 개념들을 6 개 씩 묶어 두 학습자료 세트를 만들었다. A 세트는 지구의 자전에 관한 개념으로 시작하고, B 세트는 블랙홀과 화이트홀 개념으로 시작된다. 주로 물리학, 천체물리학, 그리고 생물학 분야의 각 개념에 대해 세 문장의 짧은 진술문이 학습 자료였다. 순서효과를 없애기 위해 각 조건의 참여자의 반은 A 세트 B 세트 순서로, 나머지는 B 세트, A 세트 순서로 학습자료를 받았다. 단순기

술조건의 참여자들은 12 개의 각 과학 개념에 대한 단순한 기술문을 읽었고, 세 유추학습조건의 참여자들은 같은 과학 개념을 학생이 잘 아는 근거 영역의 정보와 관련시켜 설명하는 유추문을 읽었다. 다음의 예는 '붕괴하는 별'에 대한 단순 기술문장과 유추문장을 보여준다.

붕괴하는 별은 둘둘 말리면서 그 크기가 작아짐에 따라 점점 더 빠르게 회전한다. 별의 크기가 줄어들면서 빠르게 자전하는 현상은 '각운동량 보존(conservation of angular momentum)'이라는 원리 때문에 일어난다. (단순기술문)

붕괴하는 별은 크기가 줄어들며 따라 점점 빨리 회전한다. 따라서 별은 자기 팔을 끌어당김에 따라 점점 더 빨리 회전하게 되는 스케이트선수

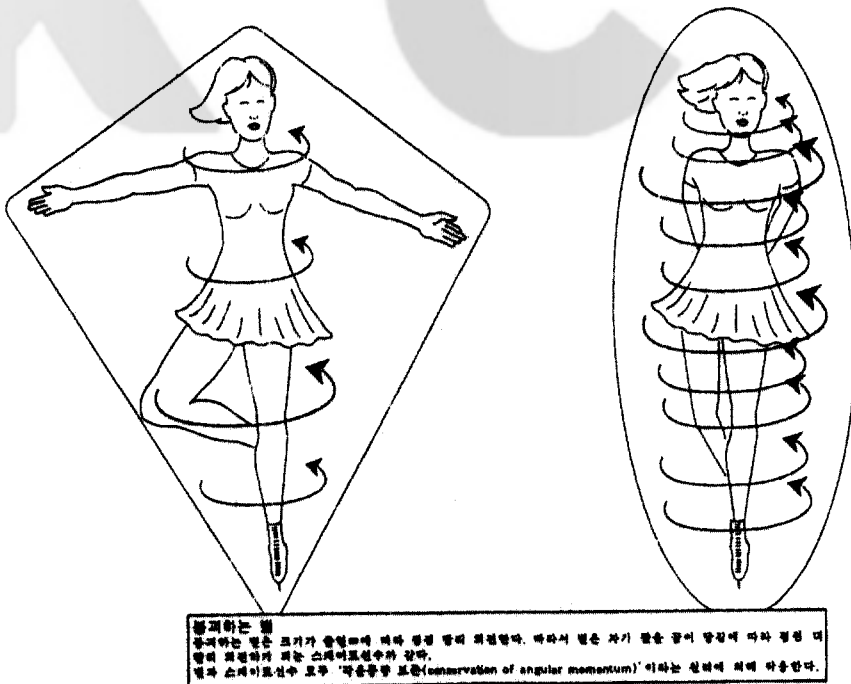


그림 1. "붕괴하는 별"의 그림 자극

와 같다. 별과 스케이트선수 모두 '각운동량 보존 (conservation of angular momentum)'이라는 원리에 의해 작용한다. (유추문)

그림자극 유추그림조건은 12 개의 과학 개념 각각에 관한 유추문과 함께 각 진술문의 내용을 나타내는 그림을 함께 제시하였다. 그 한 예로 그림 1은 유추문과 함께 제시된 “붕괴하는 별”의 근거 영역 내용을 묘사하였다. 이 그림을 보면, “팔을 벌림, 팔을 끌어당김, 느리게 회전함, 빠르게 회전함” 등 근거 영역 요소(즉 개념과 술부)들이 분명히 묘사되어, 각 요소와 대응하는 표적 영역 요소의 사상(예, 팔을 벌림 <-> 부피가 큰 별)이 명료하게 된다.

이 그림들은 Donnelly와 McDaniel(1993)과 이현주와 이영애(2000)가 사용하였던 그림들인데, 좀 더 선명하게 다시 그렸다. 다른 세 학습조건에서 그림은 제시되지 않았다.

사상과제 유추사상조건의 참가자들에게는 근거 영역과 표적 영역간에 초기 사상 및 명료사상을 요구하였다. 이 두 사상과제는 김새로나와 이영애(2001)가 사용하였던 과제들이다. 초기 사상과제는 참가자가 각 표적 영역의 개념을 이해하도록 하기 위해 어떤 근거 영역의 예가 주어졌는지 알아보게 하였다. 명료사상과제는 참가자가 두 영역의 핵심 유사성을 이해해야 가능한데, 두 영역에서 서로 연결되는 대상끼리 짝을 짓도록 하였다. 다음은 붕괴하는 별을 포함한 여섯 과학 개념에 관한 초기사상 과제이다.

각 개념의 예가 되었던 상대를 찾아 빈칸에 그 번호를 쓰십시오.

지구의 자전() 1) 변압기와 장난감 기차
지구의 궤도() 2) 풍선 표면의 작은 점들

행성의 궤도() 3) 장난감 팽이
붕괴하는 별() 4) 끈에 묶어 돌리는 돌
떨사() 5) 팔을 당겨 빨리 회전하는 스케이트선수
은하들() 6) 등대

다음은 붕괴하는 별에 관한 명료 사상과제이다. 참가자는 두 진술문의 핵심적인 공통점을 찾아 기술해야 하였다.

다음 두 진술문에 있는 핵심적인 공통점을 가진 대상들을 연결하십시오.

1) 영희는 피겨 스케이팅 선수이다. 대표로 선발된 영희는 요즘 맹연습 중이다. 영희의 친구 수진이는 영희가 연습하는 걸 구경하기 좋아하는 다. 구경하던 수진이는 재미있는 사실을 발견하였다. 팔을 옆으로 쭉 펴서 회전하던 영희가 팔을 안쪽으로 끌어당기자 회전 속도가 매우 빨라지는 것이었다. 수진이는 나중에야 이것이 각운동량 보존법칙에 의한 것임을 알게 되었다.

2) 붕괴하는 별은 크기가 줄어들에 따라 점점 빨리 회전한다. 따라서 별은 자기 팔을 끌어당김에 따라 점점 더 빨리 회전하게 되는 스케이트선수와 같다. 별과 스케이트선수 모두 '각운동량 보존'이라는 원리에 의해 작용한다.

검사과제 과학 개념학습의 효과는 구체적 사실의 기억과 인과관계 이해의 두 측면에서 측정되었다. 기본문제는 제시되었던 개념의 세부 내용의 기억을 측정하였고, 추론문제는 개념의 추상적 인과관계를 이해하여야 풀 수 있는 문제들이었다. 예를 들어, '붕괴하는 별'에 관한 기본문제와 추론문제는 각각 다음과 같았다.

붕괴하는 별에 대해 옳은 것은 어느 것인가?

1. 크기가 작아질수록 자전속도가 느려진다.
2. 크기가 작아질수록 궤도를 도는 속도가 느려진다.
3. 크기가 작아질수록 자전속도가 빨라진다.
4. 크기가 작아질수록 궤도를 도는 속도가 빨라진다.

만약 별이 붕괴하는 대신 팽창한다면 어떤 일이 일어나겠는가?

1. 자전속도가 증가할 것이다.
2. 자전속도가 감소할 것이다.
3. 궤도를 도는 속도가 증가할 것이다.
4. 궤도를 도는 속도가 감소할 것이다.

각 참가자는 한 개념 당 4 개씩, 학습한 12 개의 개념에 대해 총 48 문항으로 된 사지선다형 문제를 풀었다. 참가자들이 푼 문제의 반은 기본 문제, 나머지는 추론문제였다. 문제들의 제시 순서를 교대로 하였다.

절차 단순기술, 유추, 유추그림 및 유추사상의 네 실험 조건 중 하나에 무선적으로 배정된 참가자는 그 조건에 해당하는 소책자를 받았다. 이 소책자는 지시문, 학습자료세트, 질문지, 단서회상검사(또는 조건에 따라 사상과제), 그리고 검사문제를 포함하였다. 유추그림조건은 참가자에게 유추문 소책자와 함께 그림을 제시하였다.

지시문 학습 집단들에게 제시된 각각의 지시문에는 참가자가 학습하게 될 진술문의 예와 나중에 풀게 될 문제의 예가 실려 있었다. 모든 참가자들에게 실험의 목적은 과학개념의 기억과 이해에 대한 것이고, 각 단계마다 정해진 시간이 있으며 12 개의 개념에 대한 진술문을 6 개씩

두 번에 나누어 제시하며, 한 개념 당 네 문제를 풀게됨을 알려 주었다. 특히 유추, 유추그림, 그리고 유추사상조건의 참가자들에게 유추가 무엇이며 새 개념을 배울 때 유추를 어떤 식으로 사용해야 하는지 알려 주었다. 학습자료와 검사문제를 '그만'이라는 표시가 나올 때까지 자기 속도에 맞게 읽거나 풀도록 하였고, 앞 단계의 재료를 다시 넘겨볼 수 없도록 하였다.

네 학습조건의 참가자들은 모두 다음의 절차에 따라 실험에 참여하였다. (1) 먼저 지시문을 3분 동안 읽었다. 세 조건에 제시될 각각의 지시문에는 참가자가 배우게 될 진술문의 예와 나중에 풀게 될 문제의 예를 실었다. 모든 참가자들에게 실험의 목적은 과학개념의 기억과 이해에 관한 것이며 각 단계에 제한된 시간이 주어지며 12 개의 개념에 대한 진술문을 6 개씩 두 번에 나누어 제시하며, 한 개념 당 4 개의 문제를 풀게됨을 알려주었다. (2) 그 다음 6 개의 개념을 8 분 동안 학습하였다. 이 때 유추그림조건은 유추문과 그림을 함께 제시하였다. (3) 유추사상조건은 사상과제를 10 분 동안 풀도록 하였다. (4) 참여자들은 24 개의 검사문제들을 10 분 동안 풀었다. (5) 새로운 6 개의 개념을 학습하도록 하고, (6) 이 때 유추사상조건은 다시 사상과제를 10 분 동안 해내었다. 두 번째 개념 세트에 대한 사상과제는 참가자들이 이 과제에 익숙해졌으므로 8 분 동안 풀도록 하였다. 끝으로 (7) 다시 24 개의 검사문제를 10 분 동안 풀었다. 단순기술조건, 유추조건 및 유추그림조건에는 약 40 분, 유추사상조건에는 약 60 분이 걸렸다. 실험은 8 - 13 명의 소집단으로 실시되었다.

설계 본 실험은 4(학습조건) × 2(문제유형)의 혼합요인설계를 사용하였다. 학습조건은 참가자간, 문제유형은 참가자 내 요인들이었다.

표 1. 학습조건과 문제유형에 따른 평균 정답점수와 표준편차

문제	학습조건			
	단순기술	유추	유추그림	유추사상
기본	20.1(1.7)	18.3(3.3)	16.8(2.4)	16.9(2.2)
추론	12.9(2.6)	12.7(3.6)	21.3(1.9)	20.6(1.9)
평균	16.5	16.5	19.0	18.8

* 표 1의 각 칸에서 최대 가능한 점수는 24점이었다.

결과

각 조건의 참가자들이 기본문제와 추론문제를 푼 평균정답수가 표 1에 정리되어 있다. 표 1의 자료를 변량분석하였다. 학습조건의 주효과가 있었고, $F(3,156) = 26.01, MSe = 235.39, p < .001$, 기본문제가 추론문제보다 더 잘 풀렸으며, $F(1,156) = 26.93, MSe = 105.8, p < .001$, 학습조건과 문제유형간에 유의한 상호작용이 있었다, $F(3,156) = 188.81, MSe = 741.78, p < .001$. 이 상호작용 효과는 표 1에서 알 수 있듯이, 사실의 기억을 평가하는 기본문제에서는 단순기술조건이 다른 세 학습조건보다 훨씬 더 나은 수행을 보였으나, 인과관계의 추리를 요구하는 추론문제에서는 유추그림과 유추사상조건이 나머지 조건들보다 더 나은 수행을 보였기 때문이다.

이 상호작용의 성격은 문제유형에 따른 학습조건들간의 차이를 알아본 Tukey 검정으로 뒷받침된다. 기본문제에서 단순기술조건이 다른 학습조건들보다 1% 유의도 수준에서 더 나은 수행을 보였고, 세 유추조건은 차이를 보이지 않았다 ($d=2.10, MSe= 9.05, df = 156$). 이 결과는 단순기술조건이 기억중심의 개념 파악을 향상시켰음을 보여준다. 이와 대조적으로 추론문제에서 유추그림조건과 유추사상조건은 단순기술조건 및 유추조건보다 더 나은 수행을 보이면서 그들간의 차

이는 없었다($d=2.10, MSe = 9.05, df = 156$). 흥미롭게도 추론문제에서 유추조건이 단순기술조건과 비슷한 수행을 보였다.

본 연구의 유추조건, 유추그림조건 및 유추사상조건은 모두 같은 유추문들을 제시하지만 조건에 따라 유추문만 제시하거나, 그림을 함께 제시하거나, 유추문을 제시한 후 사상과제를 실시하는 점에서 달랐다. 사상과제의 수행으로 학습시간이 더 소요된 유추사상조건이 추론문제해결에서 유추그림조건과 비슷한 수행을 보였다. 이 결과는 다른 처리과정, 예를 들어, 정교화나 기억흔적의 공고화 등의 과정이 유추그림조건의 수행에 영향을 주었을 가능성을 또한 부정한다. 기본문제에서 유추그림조건이 단순기술조건보다 못한 수행을 보인 결과가 이러한 해석을 지지한다. 사상과정을 유발시켜 학습효과를 내었어야 할 유추조건이 추론문제에서 유추그림조건보다 빈약한 수행을 보였으나, 유추그림조건은 유추사상조건과 비슷한 좋은 수행을 보였다는 사실도 주목해야 한다. 유추그림조건에서 제시한 그림들(예, 그림 1)과 유추사상조건에서 참가자들에게 요구한 명료사상과제의 내용을 비교하면, 표면적으로 다른 두 조건 모두 사상과정을 명료하게 하고있음을 알 수 있다. 이러한 학습 조건의 특성과 위의 결과들을 종합하면 유추그림조건과 유추사상조건의 비슷한 수행이 결코 영가설의 기각 실패에서

비롯되지 않음을 알 수 있다. 그림자극의 효과는 표적 개념 내용의 기억보다 근거영역의 요소와 표적영역 요소간의 사상과정이 명료했기 때문이다.

논 의

주요 해석에 대한 비판 유추그림조건에서 그림자극의 효과가 유추과정 중 사상과정의 명료화에 기인한다는 결과 해석이 영가설의 기각실패 때문에 문제가 있다고 비판할 수 있다. 즉 추론 문제해결에서 유추그림조건과 유추사상조건의 수행 차이가 없었기 때문이다. 이 주장은 앞서 언급된 네 학습조건의 특징과 그 수행을 측정하는 두 문제의 특성을 고려하고, 더 나아가 결과의 해석에 큰 제약을 가한 학습조건과 문제유형의 상호작용효과 및 그 조건간의 수행 차이를 면밀히 검토하면 타당하지 않다. 그림자극의 사상과정명료설이 타당하려면, 먼저 학습조건과 문제유형간에 상호작용효과가 있어야 한다. 이 효과는 구체적이어야 한다. 즉 개념 내용의 기억을 측정하는 기본문제에서는 유추그림조건과 유추사상조건의 수행이 빈약하지만, 사상과정이 제대로 이루어져야 풀 수 있는 추론문제에서만 유추그림조건과 유추사상조건이 유추조건을 포함한 다른 학습조건보다 더 나은 수행을 보여야 한다. 그림에 의해 향상된 내용 기억의 가능성을 배제하면서 명료한 사상과정에 의한 추론의 용이성을 보여주려면 이처럼 수렴적이면서 제약적인 상호작용 결과가 관찰되어야 한다. 요컨대, 본 연구의 주요 결과를 단순히 영가설 기각의 실패로 간주하기 힘들다.

본 연구의 이러한 결과를 다르게 설명할 대안 가설이 없는가? 기억가설은 앞서 언급된 상호작

용효과와 패턴으로 기각되었다. 세 유추조건이 모두 같은 유추문을 제시하고, 근거 영역 정보도 함께 제시하므로 약호화 과정이나 인출과정이 그림자극의 효과를 초래했다는 대안 가설들도 배제된다. 그림 자극이 추상적 도식형성의 형성을 촉진한다는 가설이 고려될 수 있다. 그러나 이 도식은 먼저 명료한 사상과정이 있어야 가능하므로 그 효과가 독립적이지 못하다. 이러한 논의를 종합하면, 그림자극의 효과는 사상과정의 명료화에 국한되며, 이 효과를 달리 설명할 수 있는 대안 가설을 본 연구 및 개관된 이영애와 그 동료들의 선행연구의 결과들을 고려할 때 찾기 힘들다.

유추의 핵심과정 본 연구는 이현주와 이영애(2000), 그리고 조아정과 이영애(2000)의 실험에서 유추문으로만 학습하게 하였을 때 그 학습 효과를 보이지 않았던 참가자들이 그림과 함께 유추문을 제시받았을 때 보인 이유를 밝히고자 하였다. 그림자극의 효과가 사상과정의 명료화에 기인하였을 가능성을 이미 그 효과가 절차적으로 밝혀진 김새로나와 이영애(2001)의 유추사상조건과 비교해서 평가하였다. 그림자극 제시효과가 사상과정의 명료화 때문이라면 기본문제에서는 유추그림조건과 유추사상조건이 빈약한 수행을, 추론문제에서는 그 반대의 결과를 보여야 한다. 실험 결과는 이 예언과 일치하였다. 본 연구의 결과로 미루어, Donnelly와 McDaniel(1993)이 단순 기술문과 그림자극을 함께 제시하였을 때 추론문제 해결에서 향상이 없었던 까닭은 그림자극이 유추문과 함께 제시되더라도 그 효과는 추론문제에서만 관찰되기 때문이다.

이러한 결과는 유추에 의한 개념 학습이 효과를 보려면 근거와 표적 개념 요소들이 명료하게 사상되어야 함을 보여준다. 이 결과는 근거와 표적 개념 요소들간의 관계 및 각 개념의 고차 구

조에 대한 민감성과 명료한 사고가 새로운 개념 도식을 형성하는데 결정적인 역할을 하고 있음을 시사한 선행연구의 결과들과 일치한다(예, Catrambone & Holyoak, 1989; Gick & Holyoak, 1983; Holyoak, 1985; Spellman & Holyoak, 1992). 유추사상조건과 유추그림조건은 효과가 기본문제가 아니라, 추론문제에서만 관찰되었다는 결과는 개념 요소들의 관계를 사상하여 인과도식이 유도되면서 개별적인 내용은 덜 기억되었음을 시사한다. 근거와 표적 영역의 요소들을 비교하고 짝지을 때 참가자는 그 두 개념을 포괄하는 추상적인 새 도식을 형성하고, 개념에 관한 문제를 풀 때 그 도식을 사용하였을 것이다. 이 때 두 영역간의 유사점을 보존하고 그 차이를 제거하기 때문에 사실을 기억해야 풀 수 있는 기본문제에서는 유추그림과 유추사상조건의 참가자가 단순 기술조건의 참가자보다 더 낮은 수행을 보였으나, 사상과정에 의해 형성된 인과관계를 다루는 추론문제에서는 그 반대의 수행 패턴을 초래한 것이다(표 1).

본 연구의 결과들은 이현주와 이영애(2000)의 실험 결과의 과정적 원인을 분명히 밝히면서 조아정과 이영애(2000), 김새로나와 이영애(2001)의 연구 결과와 수렴한다. 작업기억 용량에 따라 유추에 의한 개념학습의 효과가 다르고, 작업기억 용량이 작은 참가자들의 경우 그림자극을 함께 제시하면 유추학습을 보인다는 결과(조아정과 이영애, 2000)는 작업기억이 유추 단계들 중 사상과정에 깊이 관여하고 있음을 시사한다. 최근 박진희와 이영애(2001)는 사상과정의 명료화를 추상적 도식설과 관련시켜 반복시행에서 검토하였다. 유추문만 제시할 경우, 유추문과 검사 문제를 반복해서 실시하면 유추학습조건이 다른 조건보다 더 나은 수행을 보였다. 이 연구에서도 유추문의 반복제시와 검사의 반복에 의해 근거 영역과 표적

영역 요소들의 짝짓기가 강화되고, 이 때문에 유추학습효과가 관찰된 것이다. 이현주와 이영애(2000), 조아정과 이영애(2000), 김새로나와 이영애(2001), 그리고 박진희와 이영애(2001)의 유추 연구들은 수렴적으로 유추에 의한 개념 학습에 있어 사상과정의 명료화가 핵심 과정이라는 결론을 내리게 한다.

사상과정 연구 결과의 함축 이영애와 그 동료들의 유추 연구는 유추 정보처리 단계 중 사상과정의 성질을 밝히는데 집중되었다. 이 처리과정에 저장과 처리의 두 기능을 가진 작업기억이 관여하며(조아정과 이영애, 2000), 이 과정이 명료하게 수행되어야 학습효과를 볼 수 있고(이현주와 이영애, 2000; 김새로나와 이영애, 2001), 이 과정을 명료하게 하려면 유추문과 그림자극을 함께 제시하거나(이현주와 이영애, 2000), 사상과제를 주어 근거 영역과 표적 영역을 분명하게 짝짓거나(김새로나와 이영애, 2001), 유추문과 검사 문제를 반복해서 제시해야 한다(박진희와 이영애, 2001). 이 결과들은 유추에 의한 개념의 학습이 일반적으로 기대되는 것과는 달리 상당히 능동적이고, 통제된 정보처리를 요구함을 시사한다.

수업시간에 유추로 과학개념을 설명할 때 근거 영역과 표적 영역 요소들간의 사상 관계를 분명히 하고 그 사상이 분명하게 되도록 설명과 문제를 반복해야 한다. 특히 유추문과 그림자극을 제시하여 요소들간의 사상을 분명히 하도록 도와야 할 것이다. 유추 설명에 대한 기존의 선입관에 따라 “표적 개념을 낫익은 예로 한번 간단히 소개하면 된다”는 인식을 바꾸어야 한다. 이영애와 그 동료들의 유추 연구는 유추에 관한 선입견을 바꾸고, 주도면밀한 절차를 밟아 유추에 의한 설명을 활용해야 함을 잘 보여준다.

참고 문헌

- 김새로나, 이영애 (2001). * 사상의 명료화가 유추에 의한 개념학습에 미치는 영향: 개념의 난이도와 의 관계. 한국심리학회지: 실험 및 인지, 13, 41-53.
- 박진희, 이영애 (2001). 유추에 의한 과학개념의 학습: 추상적 도식설의 검증. 한국심리학회지: 실험 및 인지, 13, 361-372.
- 이영애. (1997). 유비사고. 인지과학, 8, 19-36.
- 이현주, 이영애. (2000). 유추가 과학 개념의 학습에 미치는 영향. 한국심리학회지: 실험 및 인지, 12, 95-104.
- 조아정, 이영애. (2000). 작업기억의 용량이 유추에 의한 과학 개념의 학습에 미치는 영향. 한국심리학회지: 실험 및 인지, 12, 215-226.
- Catrambone, R., & Holyoak, K. J. (1989). Overcoming contextual limitations on problem-solving transfer. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 15, 1147-1156.
- Donnelly, C. M., & McDaniel, M. A. (1993). Use of analogy in learning scientific concepts. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 19, 975-987.
- Gentner, D. (1983). Structure-mapping: A theoretical framework for analogy. *Cognitive Science*, 7, 155-170.
- Gick, M. L., & Holyoak, K. J. (1983). Schema induction and analogical transfer. *Cognitive Psychology*, 15, 1-38.
- Halpern, D. F. (1987). Analogies as a critical thinking skill. In D. E. Berger, K. Pezdek, & W. P. Banks (Eds.), *Applications of cognitive psychology*. (pp. 75-86). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Holyoak, K. J. (1985). The pragmatics of analogical transfer. In G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation*. Vol. 19. (pp. 59-87). New York: Academic Press.
- Holyoak, K. J., & Thagard, P. (1995). *Mental leaps: Analogy in creative thought*. Cambridge, MA: MIT press.
- Novick, L. R. (1988). Analogical transfer, problem similarity, and expertise. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 14, 510-520.
- Reeves, L. M., & Weisberg, R. W. (1994). The role of content and abstract information in analogical transfer. *Psychological Bulletin*, 115, 381-400.
- Spellman, B. A., & Holyoak, K. J. (1992). If Saddam is Hitler then who is George Bush? Analogical mapping between systems of social roles. *Journal of Personality and Social Psychology*, 62, 913-933.
- Spiro, R. J., Feltovich, P. J., Coulson, R. L., & Anderson, D. K. (1989). Multiple analogies for complex concepts: Antidotes for analogy-oriented misconception in advanced knowledge acquisition. In S. Vosniadou & A. Ortony (Eds.), *Similarity and analogical reasoning*. (pp. 498-531). Cambridge, England: Cambridge University Press.

<OBSERVATION>

Analogical Learning of Scientific Concepts: Picture Presentations and Articulate Mapping

Young-Ai Lee · Hyun-Ok Chung

Department of Psychology, Ewha Women's University

Focusing on the analogical mapping processes, we tested a new hypothesis that an enhanced learning effect with picture presentation in analogical learning should arise from an articulated mapping process. A picture presentation and a mapping task condition were compared in our experiment, showing no difference in solving inference problems but much better performance than the simple description and the analogy conditions. A simple description condition showed the best performance in solving basic problems which require memory of details. These results were interpreted as indicating that picture presentation should articulate the mapping process in analogical learning of scientific concepts.

Key Words analogy, scientific concepts learning, articulate analogical mapping, picture presentation

1 차 원고접수 2002. 3. 21.

2 차 원고접수 2002. 5. 14.

3 차 원고접수 2002. 8. 31.

최종 게재결정 2002. 9. 16.