Journal of the Korean Chemical Society
2001, *Vol. 45, No. 2*
Printed in the Republic of Korea

다중 비유를 사용한 수업이 개념 이해 및 학습 동기에 미치는 효과

權赫淳 · 盧泰熙*
서울대학교 사범대학 화학교육과
(2000. 9. 6 접수)

Instructional Effects of Multiple Analogies on Conceptual Understanding and Learning Motivation

Hycoksoon Kwon and Taehee Noh*
Department of Chemistry Education, Seoul National University, Seoul 151-742, Korea
(Received September 6, 2000)

요 약. 비유 추론의 도식 이론과 요소 과정 이론을 바탕으로 다중 비유를 요소 과정에 따라 사용한 MACP 수업 모형을 고안하였다. 이 모형은 다중 비유물 소개, 비유물의 공통 속성 추출, 목표 상황 제시, 비유물과 목표물의 대응, 목표 개념 도출, 다른 상황에의 적용 등 6단계로 구성되었다. 이 모형의 교수 효과를 학생들의 개념 이해와 학습 동기의 측면에서 TWA 모형에 의한 수업 및 비유를 사용하지 않는 수업과 비교하였다. 중학교 2학년 3개 반을 선정하여 MACP 집단, TWA 집단, 통제 집단으로 무선 배치한 후, 화학 변화와 화학 반응에 대한 수업을 10차시 동안 실시하였다. 공변량 분석 결과, MACP 집단의 과학 개념 검사 점수가 통제 집단에 비해 유의미하게 높았으나, 학습 동기 검사 점수는 집단간에 유의미한 차이가 나타나지 않았다.

ABSTRACT. An instructional model using multiple analogies according to component process (MACP) was designed on the basis of schema theory and component process theory in analogical reasoning. This model has six phases: introducing multiple analogs, extracting common attributes of analogs, introducing target context, mapping similarities between analogs and target, drawing target concept, and applying target concept to another context. The instructional effects of this model upon students' conceptual understanding and learning motivation were compared with those of the Teaching-With-Analogy (TWA) and non-analogy instructions. Three classes of 8th grade were randomly assigned to MACP, TWA, and control groups, respectively. Subjects were taught about chemical changes and reactions for 10 class hours. The ANCOVA results indicated that the scores of the conceptions test for the MACP group were significantly higher than for the control group. However, no significant differences were found among the three groups in the test scores of learning motivation.

서 론

친숙하지 않은 새로운 개념을 이미 알고 있는 친숙한 사물이나 개념과 연결시켜 이해를 촉진하는 비유는 일상 언어 생활 뿐 아니라 과학 수업에서도 자주 사용된다. 과학 수업에서 사용되는 비유는 관련 정착 사고를 활성화하고, 추상적인 개념을 구체적 형태로 만들어 주고, 학습 동기를 유발시키며, 교사로 하여금 학생들의 선행 지식을 고려하게 하는 등 과학 학습에서 중요한 역할을 담당할 것으로 기대된다. 그러나, 학습자가 비유에 친숙하지 않거나, 비공유 속성을 타당한 것으로 취급하는 상황에서 비유를 부의식적으로 사용할 경우 비유의 사용이 오히려 오개념을 유발할 수도 있으므로 과학 수업에서 사용 시 세심한 주의가 필요하다.[1]

인지 심리학의 도식 이론에 의하면 기존 도식에 근

거하여 새로운 지식이 부호화되고 정교화되는 과정을 통하여 학습이 일어난다.[2] 비유의 사용은 학습자에게 친숙한 기존 도식과 친숙하지 않은 새로운 도식의 구조 대응을 통하여 기존 도식의 속성을 전이하게 하므로 학습의 효율을 높일 수 있다. 특히 두 개의 비유를 사용하는 경우, 부분적인 도식을 시험, 기각, 수정하는 기회를 제공하기 때문에 보다 효과적인 학습이 일어날 수 있다.[3] 또한 학생마다 가지고 있는 선행 지식이나 경험이 다르기 때문에 수업 중에 제시된 하나의 비유물에 친숙하지 않은 학생들은 교사가 의도한 대로의 비유 추론이 불가능할 수 있다. 그러나 비유를 여러 개 사용한다면 친숙도의 개인차를 줄일 수 있을 뿐 아니라 학습자에게 필요한 정보가 누락되는 것을 방지하고 비유의 비공유 속성을 극복할 수 있다.[4,5] 이러한 맥락에서 Spiro, Feltovich, Coulson, Anderson은 다중 비유를 과학 수업에서 사용할 것을 제안하였다.[6]

다중 비유의 효과에 대한 기대와 달리, 최근 과학 교육 연구에서는 다중 비유의 사용이 학생들의 개념 이해도에 유의미한 향상을 가져오지 않았다는 결과가 많이 보고되었다.[7-9] 세 개의 비유를 사용한 과학 수업에서도 유의미한 효과가 나타나지 않은 결과를 고려한다면 단순히 비유물의 개수만 늘리는 것은 대안이 될 수 없다. 비유물의 개수가 늘어나더라도 학생들이 올바른 비유 추론 과정을 거치지 않는다면 오히려 오개념 유발의 기회가 증가하고 수업의 효율성이 감소할 수 있다. 비유 추론의 요소 과정 이론(component process theory)에 의하면 부호화, 추리, 대응, 적용 등의 요소들은 비유 문제의 해결 과정에 필수적이며 모든 학습자들이 일정한 과정을 거친다.[10] 따라서 과학 수업에서 다중 비유를 사용하는 경우에도 학습자들이 이러한 비유 추론의 요소와 과정을 거치게 한다면 개념 이해에 효과적일 것이다.

비유를 체계적으로 사용하기 위하여 과학 교육자들은 여러 가지 수업 모형을 개발하였다. Zeitoun은 비유 사용을 위한 9개의 실용적인 단계들로 구성된 GMAT(General Model of Analogy Teaching)[11]를, 김범수은 비유를 선행 조직자로 사용하는 AAAB 수업 모형[12]을 제안하였다. 그러나 이들 모형에는 수업 시간 중에 비유를 어떤 방식으로 사용하는지에 대한 구체적인 지침이 나타나 있지 않다. 한편, 갈등 상황을 유발한 후 이에 대한 해결책으로 비유를 제시하고 토론하게 하는 김영민의 수업 모형,[13] 학습자에게 일련의 비유물을 차례로 제시함으로써 목표 개념을 이해하게 하는 Clement의 연결 비유(bridging analogy) 모형,[14] 미국 과학 교과서의 비유 사용 방법에 대한 분석 결과를 토대로 Glynn, Britton, Semrud-Clikeman, Muth가 제안한 TWA(Teaching-With-Analogy) 모형[15]은 과학 수업에서 구체적인 비유 사용 방법을 잘 제시하고 있다. 그러나 지금까지 제안된 이들 모형들은 모두 다중 비유의 사용 방식이나 비유 추론의 요소 과정에 대한 고려가 부족하다.

따라서, 본 연구에서는 비유 추론에 관한 도식 이론과 요소 과정 이론을 바탕으로 다중 비유물을 적절한 비유 추론 과정을 거쳐 사용하도록 안내하는 MACP 수업 모형(instructional model using multiple analogy according to component process)을 고안하고, 이를 중학교 2학년 과학 수업에 적용하여 그 효과를 조사하였다. 본 연구의 구체적인 목표는 다음과 같다.

1. MACP 수업 모형이 학생들의 과학 개념 이해도에 미치는 효과를 조사하였다.

2. MACP 수업 모형이 학생들의 학습 동기에 미치는 효과를 조사하였다.

연구내용 및 방법

연구 대상 및 절차. 본 연구는 서울시에 위치한 중학교 2학년 3개 학급 109명을 대상으로 하였다. 각 학급을 MACP 집단, TWA 집단, 그리고 비유를 사용하지 않는 통제 집단으로 무선 배치하였다(*Table* 1). 1학년말 학업 성취도의 변량 분석 결과, 세 집단간에 유의미한 차이가 없었으므로(MS=29.40, F=.15, p=.86), 세 집단은 사전에 동질한 집단으로 가정할 수 있었다.

공변인으로 사용하기 위하여 사전에 논리적 사고력 검사와 학습 동기 검사를 실시하였다. 중학교 2학년 과학 교과서의 'I. 물질의 구성' 단원 중 '화학 변화', '혼합물과 화합물', '화합물의 분해', '질량 보존의 법칙',

Table 1. 연구 대상

집단	남	여	전체
MACP	18	19	37
TWA	17	19	36
Control	17	19	36
전체	52	57	109

Table 2. 수업에서 사용한 과학 개념 및 비유물

과학 개념(목표 개념)	실험 활동	비유물 1	비유물2	응용 상황
화학 변화	강철솜의 연소	곰에서 사람이 된 웅녀	독수리 5형제	알콜의 연소
혼합물과 화합물	철과 황의 반응	피자 만들기	고무 찰흙 공작	탄산수소나트륨과 설탕의 반응
화합물의 분해	탄산수소나트륨의 열분해	건물의 폭파 해체	컴퓨터의 분해	물의 전기 분해
질량 보존의 법칙	황산바륨 앙금 만들기	옷 색깔 변화에 따른 몸무게 변화	레고 블록으로 만들기	식초 속에서 달걀 껍질의 반응
일정 성분비의 법칙	요오드화납 앙금 만들기	손전등과 건전지	세발 자전거의 조립	수소와 산소의 반응

'일정 성분비의 법칙'에 대하여 교육 경력 10년의 교사가 세 집단의 수업을 각각 10차시 동안 모두 실시하였다. 교사가 수업 모형에 대하여 숙지할 수 있도록 연습 집단을 따로 두어 처치 이전에 수업을 연습하였고, 연구자와 협의를 통하여 미비점을 보완하였다. 수업 처치 후 사후 검사로 과학 개념 검사와 학습 동기 검사를 실시하였다.

수업 방법. 본 연구에 사용한 과학 개념과 비유물은 *Table* 2와 같다. 화학 변화에 대한 비유물로는 단군 신화에서 곰이 웅녀로 변하는 이야기와 독수리 오형제에서 각 주인공들이 결합하여 불새로 변신하는 상황을 사용하였으며, 혼합물과 화합물에 대한 비유물로는 여러가지 재료가 섞여서 새로운 피자가 만들어지는 상황과 여러 색상의 고무 찰흙을 섞어놓으면 처음의 고무 찰흙으로 분리해내기 어려운 새로운 것이 만들어지는 상황을 사용하였다. 화합물의 분해에 대해서는 건물을 폭파하면 원래의 모습을 잃고 콘크리트와 철근 덩어리만 남는 상황과 컴퓨터를 분해하면 제 기능을 하지 못하는 상황을, 질량 보존의 법칙에 대해서는 질량이 같은 옷의 경우 색상에 따라 다른 느낌을 준다는 상황과 블록으로 새로운 물체를 만들어도 질량은 변하지 않는 상황, 그리고 일정 성분비의 법칙에 대해서는 손전등마다 채울 수 있는 개수가 일정하다는 상황과 하나의 자전거를 조립할 때 필요한 큰 바퀴와 작은 바퀴의 개수가 일정하다는 상황을 사용하였다.

각 개념에 대하여 실험 활동과 교실 수업을 각각 1시간씩 진행하였는데, 실험 활동은 세 집단 모두 동일하게 진행하였으며, 교실 수업은 각 집단 별로 비유물과 응용 상황을 사용하는 방식을 달리하였다.

MACP 집단의 수업은 본 연구에서 고안한 수업 모형에 의거하여 진행되었다. 이 수업 모형은 다중 비유를 사용하여 도식을 유도하고, Sternberg의 요소 과정 이론[16]에서 제시한 비유 추론의 순서에 따르도록 *Table* 3과 같이 6단계로 되어 있다. 수업의 도입 단계에서 목표 개념과 관련된 두 가지 비유물을 소개하고, 두 비유물의 공통된 속성을 추출하여 관련 도식을 유도하도록 하였다. 이때 개별 속성보다는 관계적 속성에 주목하도록 함으로써 비유물의 개별 속성 대응으로 인한 오개념 유발을 예방하도록 하였다. 목표 상황 제시 단계에서는 각 차시의 목표 개념이 들어 있는 실험을 수행하였다. 비유물과 목표물의 대응 단계에서는 실험 결과를 요약하고 비유물과 대응 관계를 정리하도록 하

Table 3. 두 가지 수업 모형과 비유 추론의 요소 과정의 비교[a]

요소 과정[16]	MACP 모형	TWA 모형[15]
(1) 비유물 부호화	(1) 다중 비유물 소개	
		(2) 비유 상황의 소개
(2) 추리	(2) 비유물의 공통 속성 추출	
		(3) 비유물에서 관련 속성찾기
(3) 목표물 부호화	(3) 목표 상황 제시	(1) 목표 개념의 소개
(4) 대응	(4) 비유물과 목표물의 대응	(4) 유사성 대응
(5) 적용	(5) 목표 개념 도출	(5) 목표 개념에 대한 결론 도출
		(6) 비유가 성립되지 않는 곳 찾기
	(6) 다른 상황에의 적용	

[a]괄호 안의 숫자는 순서를 의미.

였다. 목표 개념 도출 단계에서는 공통된 비유물의 관계적 속성을 실험 결과에 적용함으로써 목표 개념을 이끌어 내도록 하였다. 마지막으로, 응용 단계에서는 도출한 목표 개념을 다른 실험 결과에 적용해 봄으로써 개념을 견고화하도록 하였다.

TWA 집단의 수업은 Glynn 등의 비유 사용 수업 모형[15]에 따라 이루어졌다. TWA 수업 모형은 *Table* 3의 오른쪽 난에 제시한 것과 같이 6단계로 이루어졌는데, 먼저 학습할 목표 개념을 소개하면서 정확하게 그 의미를 설명한 후, 학생들에게 친숙한 비유 상황을 제시하여 비유 상황의 특징을 찾도록 하였다. 그 후, 비유물과 목표 개념 사이의 유사점 대응을 통하여 목표 개념에 대한 결론을 이끌어 내고, 마지막으로 비유물과 목표 개념 사이의 차이점을 지적하여 비유가 적용되지 않는 곳이나 확대 해석되는 곳을 지적하였다. TWA 집단에서는 하나의 비유물(*Table* 2의 비유물 2)만 사용하였고, 응용 상황을 실험과 함께 나열하면서 목표 개념을 먼저 소개하였다.

통제 집단의 수업은 비유를 사용하지 않는 방식으로 이루어졌다. 교과서에 제시된 순서에 따라 실험 결과에 대한 교사의 개념적 설명이 이루어졌으며, 과학 개념이 적용되는 예로 *Table* 2의 응용 상황을 제시하였다.

검사 도구. 논리적 사고력 검사지는 12문항으로 구성된 Roadrangka, Yeany, Padilla[16]의 축소본 Group Assessment of Logical Thinking을 사용하였다. 본 연구에서 구한 내적 신뢰도 계수(Cronbach's alpha)는 .76이었다.

과학 개념 검사지는 수업 처치 기간 동안 학습한 화학 변화, 혼합물과 화합물, 화합물의 분해, 질량 보존의 법칙, 일정 성분비의 법칙에 대해 각각 2문항씩 총 10문항으로 구성하였다. 각 문항은 정답을 선택한 후 이유를 서술하도록 제작하였으며, 과학 교육 전문가 3인으로부터 타당도를 검증 받았다. 본 연구에서 구한 Cronbach α는 .84였다.

학습 동기 검사지는 Fraser의 Test of Science-Related Attitudes[17] 중에서 '과학 수업의 즐거움' 영역에 해당하는 10문항과 Keller의 Instructional Materials Motivation Scale18 중에서 4개의 하위 범주 별로 5문항씩 20문항을 사용하여 총 30문항으로 구성하였다. 본 연구에서 구한 Cronbach α는 사전 검사에서 .96, 사후 검사에서 .97이었다.

자료 분석. 과학 개념 검사에서 오답과 무응답은 0점, 객관식 답지만 맞고 이유 진술이 없거나 오개념이 포함된 경우 1점, 과학적 이해의 경우 2점으로 채점하여 총점을 과학 개념 이해도 점수로 사용하였다. 일부 학생의 응답을 2인의 연구자가 각각 채점한 후 일치도를 구하고 차이를 검토하는 과정을 반복하여 최종적으로 구한 연구자간 일치도는 .94였으며, 이후의 모든 채점을 연구자 1인이 실시하였다.

다중 비유를 체계적으로 사용한 수업이 과학 개념 이해와 학습 동기에 미치는 영향을 알아보기 위하여 수업 처치를 독립 변인으로 하는 공변량 분석(ANCOVA)을 실시하였다. 논리적 사고력 검사 점수를 개념 검사 점수의 공변인으로 사용하였으며, 학습 동기 검사는 사전 검사 점수를 공변인으로 사용하였다. 종속 변인과 공변인들 사이에 유의미한 상관이 있음을 확인하였고($p<.01$), 집단간의 동변량성과 회귀 계수의 동질성 검사를 실시하여 공변량 분석의 기본 가정이 만족됨을 확인하였다. 공변량 분석 결과 처치의 주효과가 유의미한 경우에는 Tukey 검증을 실시하였다.

결과 및 논의

수업 처치가 과학 개념 이해도에 미치는 효과. 처치 집단별 과학 개념 검사 점수의 평균 및 표준 편차와 논리적 사고력 점수를 공변인으로 한 교정 평균은 *Table* 4와 같다. 공변량 분석 결과(*Table* 5) 수업 처치에 따른 집단간 차이가 유의미하였으며($p<.05$), Tukey 검증 결과 MACP 집단과 통제 집단 사이에서만 유의미한 차이가 있었다($t=2.38$, $p<.05$). 즉, 다중 비유를 비유 추론의 요소 과정 이론에 따라 사용한 과학 수업은 비유를 사용하지 않을 때보다 학생들의 개념 이해에 효과적이라고 할 수 있다. 또한, 비유를 사용한 두 집단 모두 통제 집단보다 평균 점수가 높게 나타난 경향은 비유가 학생들의 기존 도식을 활성화시켜 새로운 개념에 대한 부호화를 촉진하므로 문제 해결 및 개념 이해에 도움이 된다는 주장[1]을 뒷받침한다.

Table 4. 개념 검사 점수의 평균 및 표준 편차

(만점 = 20)

집단	M	(SD)	Adj. M
MACP	11.78	(4.98)	11.99
TWA	10.82	(5.43)	11.09
Control	9.78	(5.00)	9.30

Table 5. 개념 검사 점수의 공변량 분석 결과

변량원	SS	df	MS	F	p
Covariance	816.76	1	816.76	44.35	.000
Treatment	134.29	2	67.15	3.65	.030
Residual	1896.67	103	18.41		
Total	2786.88	106	26.29		

Table 6. 학습 동기 검사 점수의 평균 및 표준 편차

(만점=150)

집단	사전 검사	사후 검사	
	M(SD)	M(SD)	Adj. M
MACP	85.76(19.64)	99.46(23.39)	99.86
TWA	84.97(22.63)	103.00(22.85)	103.84
Control	88.72(21.89)	109.75(16.28)	108.51

수업 처치가 학습 동기에 미치는 효과. 비유를 사용한 수업이 학생들의 학습 동기에 미치는 영향을 조사하기 위하여 사전 동기 검사 점수를 공변인으로 통제한 공변량 분석을 실시하였다. 수업 처치 집단별 학습 동기 검사 점수의 평균 및 교정 평균은 *Table* 6. 공변량 분석 결과는 *Table* 7과 같다. 통제 집단에 비하여 TWA 집단과 MACP 집단의 평균이 낮았으나 그 차이는 통계적으로 유의미하지 않았다.

비유는 학생들의 실생활 경험과 관련지어 개념을 설명할 수 있으므로 학생들의 학습 동기를 향상시킬 것으로 기대하였으나,[19] 실제 수업에 사용하였을 때 학습 동기 향상에 크게 기여하지 못하는 것으로 보고되었다.[20] 본 연구에서는 세 집단 모두 사전 검사에 비하여 사후 검사에서 유의미한 향상이 있었으나($p<.001$), 이전 연구와 마찬가지로 비유 사용이 학습 동기 향상에 기여하는 정도가 크지 않은 것으로 나타났다. 세 집단 모두 이전 수업 시간에 사용하지 않았던 실물 화상 기기와 컴퓨터를 이용하여 그림 자료를 제시하였는데, 이들 매체 사용에 의한 학습 동기의 향상이 이러한 결과에 영향을 주었을 수 있다.

Table 7. 학습 동기 검사 점수의 공변량 분석 결과

변량원	SS	df	MS	F	p
Covariance	15020.28	1	15020.28	48.93	.000
Treatment	6359.93	2	679.96	2.22	.114
Residual	32231.66	105	306.97		
Total	49240.92	108	455.93		

결론 및 제언

본 연구에서는 과학 수업에서 비유를 체계적으로 사용하기 위하여, Gick과 Holyoak의 다중 비유를 사용한 도식 유도[3]와 Sternberg가 제안한 비유 추론의 요소 과정 이론[11]을 고려하여, 다중 비유물 소개, 비유물의 공통 속성 추출, 목표 상황 제시, 비유물과 목표물의 대응, 목표 개념 도출, 다른 상황에의 적용 등 6단계의 MACP 수업 모형을 고안하고 그 효과를 조사하였다. 연구 결과, MACP 수업 모형은 비유를 사용하지 않은 수업에 비하여 학생들의 과학 개념 이해에 효과적이었으나, 학생들의 학습 동기 측면에서는 유의미한 효과가 없었다.

본 연구의 TWA 집단과 MACP 집단 사이에 개념 이해도 측면에서 유의미한 차이가 나타나지 않았으므로, 하나의 비유를 사용하는 수업에 비하여 두 개의 비유를 비유 추론의 요소 과정에 따라 사용하는 것이 과학 개념 이해에 효과적이라고 할 수는 없다. 그러나, 비유물의 개수만 증가시켰던 선행 연구에서는 전통적 집단과도 차이가 없었으나,[8] 본 연구에서는 전통적 집단과 유의미한 차이가 있었다. 이는 과학 수업 시간에 단순히 비유물만 여러 개 제시하는 것으로는 학생들의 개념 이해도 향상을 유도하기 어려우며, 학생들이 적절한 비유 추론의 과정을 거치도록 하는 교사의 안내가 필요함을 의미한다. 따라서 과학 교사가 다중비유를 사용할 때에는 먼저 학생들의 장기 기억에서 관련 도식을 이끌어낸 후, 학생들로 하여금 관계를 추리하고, 관련 속성을 대응시키며, 목표 개념을 찾는 적절한 비유 추론의 과정을 거치도록 세심한 주의를 기울여야 할 것이다.

한편, 비유의 사용이 학생들의 학습 동기를 향상시킬 것이라는 기대와는 달리, 본 연구에서는 유의미한 향상이 나타나지 않았다. 비유는 학생들의 일상 생활 경험과 관련지어 개념을 설명하고 추상적인 개념을 구체적인 형태로 가시화 함으로써 동기 유발의 유용한 도구로 사용될 수 있으므로,[19] 본 연구에서 효과가 나타나지 않은 원인에 대한 추가적인 연구가 필요하다. 즉, 본 연구에서 사용한 비유물에 대한 학생들의 이해 및 관심 정도와 학생들의 학습에 대한 흥미의 관련성을 연구하고, 가르치고자 하는 과학 개념과 적절히 대응되면서 학생들의 관심에 부합하는 비유물이 어떤 것인가를 연구하는 등 학생들의 과학에 대한 흥미를 증진시

킬 수 있는 비유 사용 방안에 대한 연구가 계속되어야 한다. 또한, 본 연구에서 고안한 수업 모형의 효과를 보다 정확히 파악하기 위해서는 좀 더 장기간에 걸쳐 학습자와 학습 개념 및 비유물의 특성을 달리하며 그 효과를 조사하는 연구와 함께, 실제 수업에서 학생이 비유를 통해 개념을 이해하는 과정에 대한 심층적인 연구도 필요하다.

인 용 문 헌

1. Duit, R. *Science Education* **1991**, *75*, 649.
2. Rumelhart, D. E.; Norman, D. A. In *Cognitive skills and their acquisition*; Anderson, J. R., Ed.; Erlbaum: Hillsdale, NJ, 1981; pp. 434-487.
3. Gick, M. L.; Holyoak, K. J. *Cognitive Psychology* **1983**, *15*, 1.
4. Dupin, J. J.; Joshua, S. *Science Education* **1989**, *73*, 207.
5. Harrison, A. G.; Treagust, D. F. *Journal of Research in Science Teaching* **1993**, *30*, 1291.
6. Spiro, R. J.; Feltovich, P. J.; Coulson, R. L.; Anderson, D. K. In *Similarity and analogical reasoning*; Vosniadou, S.; Ortony, A., Eds.; Cambridge University Press: Cambridge, 1989; pp. 498-531.
7. 노태희; 김칭민; 권혁순 *한국과학교육학회지* **1999**, *19*, 645.
8. Kurtz, M. J. *Using analogies to teach college chemistry: A multiple analogy approach*. Unpublished doctoral dissertation. Arizona State University, 1995.
9. Mathison, C.; Allen, B. S. *The effect of stories and diagrams on solution of an analogous problem*. Paper presented at the Annual Convention of the Association for Educational Communications and Technology. Atlanta, GA, 1987.
10. Stemberg, R. J. *Psychological Review* **1977**, *84*, 353.
11. Zeitoun, H. H. *Research in Science and Technological Education* **1984**, *2*, 107.
12. 김도욱 *물 개념의 학습에서 오개념을 감소시키기 위한 수업 모형의 효과*. 서울대학교 박사 학위 논문, 1991.
13. 김영민 *한국과학교육학회지* **1995**, *15*, 17.
14. Clement, J. In *Proceedings of the 2nd International Seminar: Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics*; Novak, J., Ed.; Cornell University Press: Ithaca, NY, 1987; pp. 84-97.
15. Glynn, S. M.; Britton, B. K.; Semrud-Clikeman, M.; Muth, K. D. In *A handbook of creativity: Assessment, research, and theory*; Glover, J. A.; Ronning, R. R.; Reynold, C. R., Eds.; Plenum: New York, 1989; pp. 383-398.
16. Roadrangka, V.; Yeany, R. H.; Padilla, M. J. *The construction and validation of Group Assessment of Logical Thinking (GALT)*. Paper presented at the annual meeting of the NARST, Dallas, TX, 1983.
17. Fraser, B. J. *Test of science-related attitudes: Handbook*. The Australian Council for Educational Research: Hawthorn, 1981.
18. Keller, J. M. *IMMS: Instructional materials motivation survey*. Florida State University, 1987.
19. Keller, J. M. In *Instructional design theories and models: An overview of their current status*. Reigeluth, C. M., Ed.; Erlbaum: Hillsdale, NJ, 1983; pp. 383-434.
20. Curtis, R. V.; Reigeluth, C. M. *The effects of analogies on student motivation and performance in an eighth grade science context: IDD&E Working Paper No. 9*. Syracuse Univ.: Syracuse, NY, 1983.