

중학교 과학 수업에서 비유물을 체계적으로 사용한 수업의 효과

노태희 · 권혁순 · 이선욱

(서울대학교)

(1997년 6월 27일 받음)

I. 서 론

설명하려는 내용을 상대방이 잘 이해하지 못하는 경우 사람들은 흔히 설명하려는 내용을 상대방이 이미 알고 있는 사실과 연결지어 설명한다(Holyoak & Thagard, 1996). 과학 수업에서도 학생들에게 익숙한 상황이나 사물을 제시하여 비유적 추론을 유도함으로써 과학 개념의 습득을 도모하는 방법을 많이 사용한다. 과학 수업에서 제시되는 비유는 일련의 정착 사고를 활성화하여 학생들이 새로운 정보를 기존의 인지 구조에 능동적으로 동화하도록 자극하고, 추상적인 정보를 구체적이고 상상 가능한 형태로 표상하며, 새로운 정보들을 구조화하여 기존 인지 구조의 변형을 용이하게 함으로써 학습의 효율을 높인다(Davidson, 1976; Duit, 1991).

비유는 오래 전부터 과학 수업에서 많이 사용되어 왔으며, 과학 교과서에도 다양하게 제시되고 있다(노태희, 권혁순, 김동연, 채우기, 1997; Thiele & Treagust, 1994). 그러나 교사와 교과서 저자들이 의도한 것과 달리 과학 개념과 비유물을 혼동하거나 새로운 오개념을 유발하는 등 비유의 사용이 오히려 과학 개념의 이해에 방해가 되기도 한다(Duit, 1991; Harrison & Treagust, 1993; Thagard, 1992; Treagust, Duit, Joslin, & Lindauer, 1992). 이에 대한 원인으로 과학 수업에 사용된 비유물의 정확성과 추상성, 비유물과 목표물 사이의 대응 관계의 체계성 및 풍부함 등 비유물 선택 준거 측면에서의 제한점이 주로 지적되고 있으며(김종천, 1997; Gentner, 1989; Thiele & Treagust, 1991), 비유 사용 방법 상의 문제도 제기되고 있다(Duit, 1991; Glynn, 1991).

이러한 문제의 해결 방안으로서 비유물과 목표물의 공유

속성과 함께 비유물 속성에 대한 언급을 강조한 TWA (Teaching-With-Analogies) 수업 모형(Glynn, Britton, Sumrud-Clickeman, & Muth, 1989), 목표물과 비유물 사이에 유사한 비유물을 점진적으로 제시하는 다리 비유(bridging analogy) 수업 모형(Clement, 1987), 갈등 상황을 유발한 후 학생들의 선개념을 고려한 비유물을 제시하는 수업 모형(김영민, 1991) 등 다양한 비유 사용 수업 모형이 제시되었으며, 이들 모형을 과학 수업에 적용하여 긍정적인 결과를 얻었다(Brown, 1992; Glynn, 1994; Harrison & Treagust, 1993; Lin, Shiau, & Lawrenz, 1996; Thiele & Treagust, 1994; Treagust, Harrison, Venville, & Dagher, 1996). 지금까지 개발된 여러 가지 비유 사용 수업 모형들은 과학 수업에서 교사들이 체계적으로 비유를 사용하기 위한 좋은 지침이 되고 있지만, 한편으로는 여전히 비유 사용시 요구되는 비유 추론 과정에 대한 인지 심리학 분야의 연구 결과에 대한 고려가 부족하다. 즉, 학생들이 자연스럽게 비유물과 목표물을 연결지어 과학 개념을 이해하리라는 가정 하에 단순히 비유만 제시한 수업에서는 학생들이 적절한 비유 추론 과정을 거치지 않는 경우 올바른 개념 이해를 기대할 수 없다(김영민, 1991). 따라서 비유를 사용하는 과학 수업에서 학생들의 올바른 개념 이해를 위해서는 학생들이 거쳐야 하는 비유 추론 과정을 고려한 비유 제시 방법이 필요하다.

본 연구에서는 비유 추론 과정을 고려하여 비유물을 체계적으로 사용한 수업 모형을 고안하고, 이 수업 모형을 중학교 2학년 과학 수업에 적용하여 그 효과를 조사하였다. 이때, 비유는 서로 유사해 보이지 않는 것들 사이에서 유사한 특징을 대응시키는 과정으로서 동일한 개념(또는 동일한 상

위 개념)에 속하는 두 개의 예 사이에서도 끌어낼 수 있다 (Glynn, *et al.*, 1989)는 정의에 따라 화학 변화와 화학 반응 단원에 관련된 비유물을 선택하여 사용하였다.

본 연구의 구체적인 목표는 다음과 같다.

- 1) 비유 추론 과정을 고려하여 비유물을 체계적으로 사용한 수업 모형을 고안한다.
- 2) 비유물을 체계적으로 사용한 수업이 학생들의 과학 개념 이해도에 미치는 효과를 조사한다.
- 3) 비유물을 체계적으로 사용한 수업이 학생들의 학습 동기 수준에 미치는 효과를 조사한다.
- 4) 비유물을 체계적으로 사용한 수업과 비유 추론 능력이 학생들의 과학 개념 이해도와 학습 동기 수준에 미치는 상호작용 효과를 조사한다.

II. 연구 방법

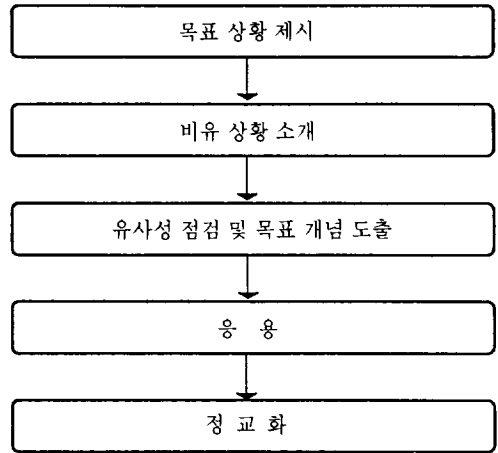
1. 연구 대상 및 절차

본 연구는 서울 시내 소재 중학교 2학년 남녀 혼성 2개 학급의 86명을 학급별로 비유물을 체계적으로 사용한 수업 집단과 통제 집단으로 무선 배치하여 화학 변화와 화학 반응 개념을 학습하는 1997년 3월 중 10차시에 걸쳐 진행하였다. 사전에 학습자의 특성을 조사하기 위하여 비유 추론 능력 검사, 수업 전 학습 동기 검사, 논리적 사고력 검사를 실시한 후, 처치 집단에는 비유물을 체계적으로 사용한 수업을 실시하고 통제 집단에는 비유를 사용하지 않는 전통적 수업을 1인의 교사가 비슷한 수업 시간대에 각각 실시하였다. 수업 처치가 끝난 후 과학 개념 검사와 수업 후 학습 동기 검사를 실시하였다.

2. 수업 모형

본 연구에서 사용한 수업 모형은 비유 추론 과정이 부호화(encoding), 추론(inference), 대응(mapping), 적용(application), 반응(response)의 순서로 이루어진다는 Sternberg(1977)의 요소 과정 이론을 기본으로 하고, 부분 해결들을 시험, 기각, 수정해 본 다음 비로소 어떤 해답에 이르게 되는 도식 유도(schema induction, Gick & Holyoak, 1983)와 비유물과 목표물의 비공유 속성에 대한 언급(Glynn, 1991)을 함께 고려하여 <그림 1>과 같이 5단계로 고안하였다.

목표 상황 제시 단계에서는 목표 개념, 즉 학생들이 수업에서 배워야 할 개념이 포함된 상황을 제시하여 학생들 스스로 제시된 상황의 특성을 고찰하게 하였다. Glynn(1991)의 비유



<그림 1> 비유물을 체계적으로 사용한 수업의 모형

사용 수업 모형은 직접적으로 목표 개념 자체를 정확하게 소개하는데 비해, 본 모형은 목표 개념을 이끌어 내게 될 상황만을 소개하여 이후에 학생들 스스로 목표 개념을 찾아낼 기반을 마련하였다. 이 단계는 요소 과정 이론의 부호화 단계에 해당된다.

비유 상황 소개 단계에서는 목표 상황과 유사한 관계적 특성을 가지고 있으며 학생들에게 익숙하고 이해하기 쉬운 비유 상황을 제시한 후, 학생들이 주어진 상황 내에서 관계적 특성을 스스로 발견하도록 하였다. 이 단계는 요소 과정 이론의 부호화와 추론 단계에 해당한다. 이 때 선행 연구(김종천, 1997; Gentner, 1989; Glynn, 1991)에서 지적되고 있는 비유물의 정확성과 추상성, 비유물과 목표물 사이의 대응 관계의 체계성 및 풍부함 등 비유물 선택의 준거들을 만족하는 비유물을 선정하고 과학 교육 전문가 3인으로부터 비유물 선정의 타당성을 검증받았다.

유사성 점점 및 목표 개념 도출 단계에서는 제시된 비유 상황과 목표 상황의 유사점을 발견하고 목표 개념을 학생 스스로 도출하도록 유도하였다. 이 때 학생들이 비유물의 외형적 특징보다 비유 상황과 목표 상황 내에 존재하는 관계적 특성의 유사점에 주목하여 대응시키도록 하였다. 이 단계는 요소 과정 이론의 대응과 적용 단계에 해당한다.

응용 단계에서는 이전 단계에서 발견한 목표 개념을 포괄하는 상위 개념의 다른 예를 제시함으로써, 학생들이 스스로 발견한 개념을 시험, 기각, 수정하는 도식 유도 과정을 거치게 하였다.

정교화 단계에서는 비유 상황과 목표 상황의 차이점 점점을 통하여 목표 개념을 명료화하도록 하였다. 비유물과 목표물에 존재하는 비공유 속성이 학생들의 과학 개념 형성에 방해가 될 가능성이 있는 경우, 비공유 속성과 비유물의 한계에 대하여 언급함으로써 비유 사용으로 인한 오개념의 발생 (Glynn, 1991)을 예방하도록 하였다.

3. 수업의 실시

본 연구는 중학교 2학년 'I. 물질의 구성' 단원 중 화학 변화, 혼합물과 화합물, 화합물의 분해, 질량 보존의 법칙, 일정 성분비의 법칙 부분에 대하여 실시하였다. 통제 집단과 처치 집단 모두 교과서의 순서에 따라 각 개념별로 1시간 동안 실

험실에서 학생 실험 수업 또는 교사 시범 실험을 한 후, 1시간 동안 교실 수업을 실시하였다. 통제 집단의 교실 수업은 실험 결과에 대한 정리와 관련 개념에 대한 교사의 설명 및 판서로 이루어졌으며, 처치 집단의 교실 수업은 비유물을 체계적으로 사용한 수업 모형에 따라 진행되었다. 처치 집단의 각 차시별 수업 내용은 <표 1>과 같고, 질량 보존의 법칙을 다룬 수업에서 사용한 지도안의 약안은 <표 2>와 같다.

4. 검사 도구

본 연구에서는 학생들의 비유 추론 능력, 수업 전 학습 동기, 논리적 사고력, 과학 개념 이해도, 수업 후 학습 동기를 측정하기 위하여 각각 비유 추론 능력 검사지, 수업 전 학습

<표 1> 처치 집단의 수업 내용

목표 개념	수업 내용		
	목표 상황	비유 상황	응용 상황
화학 변화	강철솥의 연소	식빵 만들기	알코올의 연소
혼합물과 화합물	철과 황의 반응	독수리 5형제	공기와 이산화탄소
화합물의 분해	탄산수소나트륨의 분해	라디오의 분해	물의 전기분해, 과산화수소의 분해
질량 보존의 법칙	황산바륨 양금 생성 반응	레고 블록 조립	닫힌 계에서의 기체 생성 반응
일정 성분비의 법칙	탄산칼슘 양금 생성 반응	손전등과 건전지	물의 합성

<표 2> 수업 지도안의 예(약안)

단 계	교사 활동	학생 활동
목표 상황 제시	- 황산바륨의 양금 생성 반응을 교과서에 있는 실험 과정에 따라 실시하게 한다. - 반응 전·후 질량을 비교하게 한다.	- 실험을 실시한다. - 반응 전·후의 전체 질량을 비교한다.
비유 상황 소개	- 활동지의 비유 상황(레고 블록 조립)을 설명한다. - 블록들의 질량이 조립 전·후에 동일함을 인식하게 한다.	- 활동지를 읽고 비유 상황에 대한 문제를 푼다.
유사성 점검 및 목표 개념 도출	- 블록으로 자동차를 조립할 때와 같이, 두 가지 용액이 반응하여 양금이 생성될 때, 원자가 새로 생성되거나 사라지지 않고, 질량이 보존됨을 인식하게 한다. - 화학 반응에서 질량 보존의 법칙 소개	- 비유 상황에서 발견한 사실을 목표 상황에 적용하여 화학 반응에서 질량이 보존됨을 인식한다.
응용	- 플라스틱 병 속에서 계란 껍질과 식초의 반응시 질량의 변화에 대하여 생각하게 한다. (닫힌 병과 열린 병에서의 차이를 생각하게 한다.)	- 병이 닫힌 경우 반응 전·후에 질량이 변화 없음은 질량 보존의 법칙으로 설명한다.
정교화	- 세 가지 상황의 공통점과 차이점을 인식하게 한다.	- 반응 전·후에 닫힌계에서는 질량이 변화 없음을 인식한다.

동기 검사지, 논리적 사고력 검사지, 과학 개념 검사지, 수업 후 학습 동기 검사지를 사용하였다.

비유 추론 능력 검사지는 일반 지능 검사지(장남기, 1989) 중에서 비유 추론 과제를 발췌하여 언어 비유, 숫자 비유, 그림 비유 영역에서 각 4문항씩 모두 12문항으로 구성하였다. 비유 추론 과제는 인간의 지적 능력을 측정하기 위한 각종 심리 검사에서 지능의 일반 요인 중 유동적 능력을 측정하기 위한 도구로 활용되어 왔는데, A : B :: C : D의 비유 추론 형식에서 D를 빈 칸으로 제시하여 피험자들이 적절한 것을 선택하도록 하는 것이다. 본 연구에서 구한 비유 추론 능력 검사지의 내적 신뢰도 계수(Cronbach's alpha)는 .59이었다.

수업 전 학습 동기 검사지는 과학 수업과 관련된 자신감, 기대, 인식, 전략 등 8개 범주 33개의 리커트식 문항으로 구성되어 있으며 내적 신뢰도 계수(Cronbach's alpha)가 평균 .75로 보고된 Patterns of Adaptive Learning Survey (Anderman & Young, 1994) 중에서 학습 전략에 관한 12문항을 제외한 21문항만을 사용하였다. 본 연구에서 구한 내적 신뢰도 계수(Cronbach's alpha)는 .86이었다.

논리적 사고력 검사지는 12문항으로 구성된 축소본 Group Assessment of Logical Thinking(Roadrangka, Yeany, & Padilla, 1983) 중에서 총점과 상관이 높은 비례 논리, 변인 통제, 확률 논리 범주에 속한 6개 문항만을 사용하였다. 본 연구에서 구한 내적 신뢰도 계수(Cronbach's alpha)는 .67이었다.

과학 개념 검사지는 비유 수업에서 다룬 화학 변화, 혼합물과 화합물, 화합물의 분해, 질량 보존의 법칙, 일정 성분비의 법칙에 대해 각각 1문항씩 5문항으로 구성하였다. 각 문항은 정답을 선택한 후 그 이유를 서술하도록 제작되었으며, 과학 교육 전문가 3인으로부터 타당도를 검증받았다.

수업 후 학습 동기 검사지는 Keller의 ARCS이론에 근거하여 주의(attention), 관련성(relevance), 자신감(confidence), 만족감(satisfaction)의 네 가지 하위 범주에 대하여 5단계 리커트 척도로 학습 동기를 측정하고 있는 Instructional Materials Motivation Scale(Keller, 1983)에서 하위 범주별로 5문항씩 20문항을 사용하였다. 내적 신뢰도 계수

(Cronbach's alpha)는 .96으로 보고되었으며, 본 연구에서 구한 내적 신뢰도 계수(Cronbach's alpha)는 .91이었다.

5. 분석 방법

과학 개념 검사에서 오답과 무응답은 0점, 객관식 답부만 맞고 이유 진술이 없거나 오개념이 포함된 경우 1점, 부분적 이해의 경우 2점, 과학적 이해의 경우 3점으로 채점한 후 총점을 과학 개념 이해도 점수로 사용하였다. 이때 연구자 주관에 의한 편향을 줄이기 위하여 일부 학생의 응답을 2인의 연구자가 각각 채점한 후 일치도를 구하고 차이를 검토하는 과정을 반복하였는데, 최종적으로 구한 연구자간 일치도는 .96이었다.

비유물을 체계적으로 사용한 수업과 학생의 비유 추론 능력이 과학 개념 이해도에 미치는 영향을 알아보기 위하여 과학 개념 이해도를 종속 변인, 수업 처치와 비유 추론 능력을 독립 변인, 논리적 사고력을 공변인으로 한 이원 공변량 분석(two-way ANCOVA)을 실시하였다. 또한 비유물을 체계적으로 사용한 수업과 학생의 비유 추론 능력이 학습 동기에 미치는 영향을 알아보기 위하여 수업 후 학습 동기를 종속 변인, 수업 처치와 비유 추론 능력을 독립 변인, 수업 전 학습 동기를 공변인으로 한 이원 공변량 분석을 실시하였다.

III. 결과 및 논의

1. 사전 검사 결과

비유 추론 능력 검사, 논리적 사고력 검사, 수업 전 학습 동기 검사 점수에 대한 통제 집단과 처치 집단의 평균 및 두 집단간 중앙치 검증 결과는 <표 3>과 같다. 비유 추론 능력 검사와 논리적 사고력 검사 점수는 처치 집단이 통제 집단에 비하여 낮고 수업 전 학습 동기 검사 점수는 처치 집단이 통제 집단에 비하여 높았으나, 중앙치 검증 결과 세 가지 사전 검사에서 두 집단간 유의미한 차이는 없었다. 따라서 비유물을 체계적으로 사용한 수업을 실시하기 이전의 두 집단은 세 가지

<표 3> 사전 검사 점수에 대한 집단별 평균 및 중앙치 검증 결과

검 사	만점	통제 집단(n=43)		처치 집단(n=43)		χ ²	p
		평균	표준편차	평균	표준편차		
비유 추론 능력 검사	12	7.56	2.02	6.56	2.42	2.32	.13
논리적 사고력 검사	6	3.56	1.52	3.21	1.92	.00	1.00
수업 전 학습 동기 검사	105	59.11	12.34	60.05	10.37	.42	.52

사전 검사의 측면에서 통계적으로 동질 집단이라 할 수 있다.

2. 검사 점수 사이의 상관 관계

사전 검사와 사후 검사에서 측정한 5가지 검사 점수 사이의 상관 관계는 <표 4>와 같다. 과학 개념 이해도 점수, 수업 후 학습 동기 검사 점수는 각각의 공변인으로 사용한 논리적 사고력 검사 점수, 수업 전 학습 동기 검사 점수와 유의미한 상관을 나타내었다. 비유 추론 능력 검사 점수와 논리적 사고력 검사 점수, 수업 전 학습 동기 검사 점수와 과학 개념 이해도 점수 사이에도 유의미한 상관이 나타났다.

3. 과학 개념 이해도에 대한 비유물을 체계적으로 사용한 수업의 효과

수업 처치와 비유 추론 능력에 따른 학생들의 과학 개념 검사 점수의 평균 및 논리적 사고 능력을 공변인으로 통제한 교정 평균은 <표 5>와 같다. 비유물을 체계적으로 사용한 수업을 받은 처치 집단 학생들의 과학 개념 검사 점수는 15점 만점에 평균 9.42로서 전통적 수업을 받은 통제 집단 학생들(6.28)보다 높았으며, 두 집단간 평균의 차이는 .01 수준에서 통계적으로 유의미하였다(표 6). 그러나 학생들의 논리적 사고력을 통제한 과학 개념 이해도 점수에 대하여 비유 추론 능력의 주효과는 없었고 수업 처치와 비유 추론 능력 간의 상호작용 효과도 없었다. 따라서 비유물을 체계적으로 사용한 수업은 학생들의 비유 추론 능력에 관계없이 과학 개념 이해에 효과적이라고 할 수 있다.

과학 개념 검사의 하위 개념 별로 각 집단의 논리적 사고력을 공변인으로 통제한 교정 평균은 <표 7>과 같다. 다섯 가지

<표 4> 검사 점수 사이의 상관 관계

	비유 추론 능력	논리적 사고력	수업 전 학습 동기	과학 개념 이해도	수업 후 학습 동기
비유 추론 능력	1.0000				
논리적 사고력	.6110**	1.0000			
수업 전 학습 동기	.1901	.2093	1.0000		
과학 개념 이해도	.1794	.3654**	.3412**	1.0000	
수업 후 학습 동기	.0502	.0210	.5160**	.2067	1.0000

**p < .01

<표 5> 과학 개념 검사 점수의 평균 및 교정 평균

집 단	사례수	평균	표준 편차	교정 평균
통제 집단	43	6.33	2.97	6.28
비유 추론 능력 상위 집단	22	7.70	2.83	7.11
비유 추론 능력 하위 집단	21	4.88	2.40	5.46
처치 집단	43	9.28	3.47	9.42
비유 추론 능력 상위 집단	15	9.83	3.77	9.03
비유 추론 능력 하위 집단	28	8.98	3.33	9.81

<표 6> 과학 개념 검사 점수에 대한 이원 공변량 분석 결과

변량원	자승화	자유도	평균 자승화	F	p
공변인	120.874	1	120.874	14.790	.000
주효과	201.169	2	100.584	12.307	.000
수업 처치	201.069	1	201.069	24.603	.000
비유 추론 능력	2.931	1	2.931	.359	.551
상호 작용 효과	29.926	1	29.926	3.662	.059

〈표 7〉 과학 개념 검사 하위 개념 별 교정 평균(표준 편차)

집 단	화학변화	혼합물과 화합물	화합물의 분해	질량 보존의 법칙	일정 성분비의 법칙
통제 집단	1.14(.72)	.96(1.08)	1.27(1.08)	1.49(.74)	1.43(1.26)
비유 추론 능력 상위 집단	1.01(.84)	1.33(1.06)	1.36(1.07)	1.50(.76)	1.90(1.13)
비유 추론 능력 하위 집단	1.26(.58)	.59(.81)	1.18(1.06)	1.47(.69)	.95(1.08)
처치 집단	1.91(.76)	1.87(1.35)	1.79(1.31)	1.75(.67)	2.10(1.21)
비유 추론 능력 상위 집단	1.97(.76)	1.57(1.36)	1.74(1.28)	1.80(.67)	1.94(1.25)
비유 추론 능력 하위 집단	1.85(.74)	2.16(1.37)	1.84(1.34)	1.69(.68)	2.27(1.22)

하위 개념 모두에서 비유물을 체계적으로 사용한 수업은 받은 처치 집단이 통제 집단에 비하여 과학 개념 이해도 점수가 높았다. 화학 변화, 혼합물과 화합물, 화합물의 분해, 일정 성분비의 법칙에서는 수업 처치 집단간 차이가 통계적으로 유의미한 것으로 나타나(표 8) 비유물을 체계적으로 사용한 수업이 이들 과학 개념의 이해에 효과적이라 할 수 있다. 그러나 질량 보존의 법칙에서는 수업 처치 집단간 차이가 통계적으로 유의미하지 않았다. 질량 보존의 법칙은 본 연구의 통제 집단에서 다른 개념에 비해 개념 이해 점수가 높았고, 비유 사용 수업이 아닌 전통적 수업을 실시한 선행 연구(권혁순, 1991)에서도 개념 이해도가 크게 향상된 점을 고려할 때, 상대적으로 이해하기 쉬운 개념이기 때문에 비유물을 사용한 수업과 사용하지 않은 수업에서 개념 이해도에 유의미한 차이를 보이지 않은 것으로 볼 수 있다. 따라서 비유물을 체계적으로 사용한 수업은 학생들이 이해하기 쉬운 개념보다는 상대적으로 이해하기 어려운 개념에 사용하는 것이 더 효과적이라고 할 수 있다.

다섯 가지 하위 개념 모두에서 비유 추론 능력의 주효과는 나타나지 않았으며, 혼합물과 화합물, 일정 성분비의 법칙에서만 수업 처치와 비유 추론 능력 간의 유의미한 상호작용 효과가 나타났다. 통제반의 비유 추론 능력 하위 집단에서 혼합

물과 화합물, 일정 성분비의 법칙은 다른 개념에 비하여 개념 이해도 점수가 낮은 것으로 보아 이들 개념은 비유 추론 능력이 낮은 학생들이 이해하기 어렵다고 볼 수 있으나, 처치 집단의 비유 추론 능력이 낮은 학생들은 오히려 이들 개념에 대한 이해도 점수가 높은 것으로 나타났다. 따라서 비유물을 체계적으로 사용한 수업은 비유 추론 능력이 낮은 학생들이 이해하기 어려운 개념에 효과적이라고 할 수 있다.

4. 수업 후 학습 동기에 대한 비유물을 체계적으로 사용한 수업의 효과

수업 처치와 비유 추론 능력에 따른 학생들의 수업 후 학습 동기 검사 점수의 평균과 수업 전 학습 동기 검사 점수를 공변인으로 통제한 교정 평균은 〈표 9〉와 같다. 비유물을 체계적으로 사용한 수업을 받은 처치 집단 학생들의 수업 후 학습 동기 검사 점수는 100점 만점에 66.19로서 전통적 수업을 받은 통제 집단 학생들(64.13)보다 다소 높았으나 그 차이가 통계적으로 유의미하지는 않았다(표 10). 또한 수업 전 학습 동기 점수를 통제한 수업 후 학습 동기 점수에 대하여 비유 추론 능력의 주효과는 없었으며, 수업 처치와 비유 추론 능력 간의 상호작용 효과도 없었다.

〈표 8〉 과학 개념 검사 하위 개념 별 이원 공변량 분석 결과(F 값)

변량인	화학변화	혼합물과 화합물	화합물의 분해	질량 보존의 법칙	일정 성분비의 법칙
주효과					
수업 처치	23.94**	13.14**	4.02*	2.78	7.29**
비유 추론 능력	.14	.07	.02	.15	1.18
상호 작용 효과					
수업 처치 × 비유 추론 능력	1.31	7.01*	.27	.08	6.44*

*p<.05, **p<.01

〈표 9〉 수업 후 학습 동기 검사 점수의 평균 및 교정 평균

집 단	사례수	평 균	표준 편차	교정 평균
통제 집단	43	63.63	13.09	64.13
비유 추론 능력 상위 집단	22	64.41	11.61	63.60
비유 추론 능력 하위 집단	21	62.81	14.73	64.66
처치 집단	43	66.14	11.32	66.19
비유 추론 능력 상위 집단	15	68.60	11.83	66.42
비유 추론 능력 하위 집단	28	64.82	11.03	65.96

〈표 10〉 수업 후 학습 동기 검사 점수에 대한 이원 공변량 분석 결과

변량원	자승화	자유도	평균 자승화	F	p
공변인	3,182.831	1	3,182.831	27.927	.000
주효과	95.009	2	47.504	.417	.661
수업 처치	85.599	1	85.599	.751	.389
비유 추론 능력	1.730	1	1.730	.015	.902
상호 작용 효과	11.856	1	11.856	.104	.748

〈표 11〉 수업 후 학습 동기 검사 하위 범주 별 교정 평균 및 이원 공변량 분석 결과

하위 범주	교정 평균(표준편차)		공변량 분석 결과(수업 처치 주효과)			
	통제 집단	처치 집단	자승화	자유도	F	p
주의	16.77 (4.30)	17.48 (3.54)	10.21688	1	.64257	.425
관련성	16.39 (3.09)	16.70 (2.94)	1.90913	1	.20338	.653
자신감	14.70 (3.65)	16.22 (3.31)	47.30333	1	3.98720	.049
만족감	15.74 (4.01)	16.30 (3.19)	6.49436	1	.47835	.491

수업 전 학습 동기 검사 점수를 공변인으로 통제했을 때 수업 후 학습 동기 검사의 하위 범주별 각 집단의 교정 평균 및 공변량 분석 결과 중 수업 처치의 주효과는 〈표 11〉과 같다. 네 가지 하위 범주 모두에서 비유물을 체계적으로 사용한 수업을 받은 처치 집단이 통제 집단에 비하여 수업 후 학습 동기 검사 점수가 높았다. 주의, 관련성, 만족감의 세 가지 하위 범주의 두 집단간 점수 차이는 .05 수준에서 통계적으로 유의미하지 않았으나, 자신감 범주에서는 유의미하였다. 따라서 비유물을 체계적으로 사용한 수업이 학생들의 자신감 측면에서 학습 동기를 향상시킨다고 할 수 있다.

IV. 결론 및 제언

과학 개념의 이해를 돕기 위하여 과학 교과서 및 수업에서

비유가 널리 사용되고 있고 비유를 사용하기 위한 다양한 수업 모형이 제시되었으나, 비유를 사용하는 수업 과정 중 학생들이 적절한 비유 추론 과정을 거치지 않는 경우 과학 개념에 대한 올바른 이해를 기대할 수 없다. 따라서 본 연구에서는 Sternberg(1977)의 요소 과정 이론에서 제시한 비유 추론 과정에 따라 수업을 진행함으로써 학생들이 비유물을 체계적으로 사용할 수 있도록 하고, 비유를 사용하여 형성된 도식을 응용할 기회를 부여하는 도식 유도 과정을 추가하여 학생들의 과학 개념 이해를 돕는 수업 모형을 고안하였다. 본 연구에서 고안한 모형은 목표 상황 제시, 비유 상황 소개, 유사성 점진 및 목표 개념 도출, 응용, 정교화의 5단계로 이루어졌다.

비유물을 체계적으로 사용한 수업 모형을 중학교 2학년 과학 수업에 적용하여 그 효과를 조사한 결과 학생들의 과학 개념 이해에 매우 효과적이며, 특히 학생들이 어려워하는 개념

이해에 효과적인 것으로 나타났다. 또한, 수업 후 학습 동기 검사에서는 처치 집단이 통제 집단보다 평균 점수가 높았으나 그 차이가 통계적으로 유의미하지 않았다. 따라서 학생들에게 친숙한 일상 생활의 상황을 소개하고 그 상황 내에서 추론을 통해 발견한 사실을 과학 수업에서 다루는 상황에 적용하여 학생 스스로 과학 개념을 발견하고 이해하도록 하는 수업 방식이 학생들의 개념 이해에 매우 효과적이라 할 수 있다. 그리고 수업 시간 중에 비유를 사용한 후 유사한 상황을 더 제공함으로써 비유 추론 과정에서 학생들이 나름대로 형성한 도식을 시험하고 수정할 수 있는 도식 유도 기회를 부여하는 것이 학생들의 개념 이해에 도움이 되는 것으로 보인다.

본 연구 결과에서는 학습 동기 측면에서 유의미한 효과를 보이지 않았으나, 비유는 추상적인 개념을 구체적인 형태로 가시화하고 과거의 경험과 연결지음으로써 관련성과 흥미 측면에서 중요한 동기 유발 도구로 사용될 수 있다고 알려져 있으므로(Curtis & Reigeluth, 1983; Keller, 1983), 많은 학생들이 과학을 어렵고 재미없는 과목으로 여기며 학년이 올라갈수록 이러한 인식이 증가하는(노태희와 최용남, 1996) 우리의 현실에서 학생들의 과학 과목에 대한 흥미를 증진시킬 수 있는 비유 사용 방안에 대한 연구가 계속되어야 한다. 또한 비유물을 체계적으로 사용한 수업 모형의 효과를 보다 정확히 파악하기 위해서는 좀 더 장기간에 걸쳐 대상 학년과 대상 개념을 확대하여 학습자와 학습 개념 및 사용된 비유물의 제반 특성에 따른 효과를 조사할 필요가 있다.

참 고 문 헌

- 권혁순(1991). 과학 수업에 의한 학생들의 개념 변화 연구: 중학교 2학년의 연소 개념을 대상으로. 서울대학교 석사학위논문.
- 김영민(1991). 중학생의 전류 개념 변화에 미치는 체계적 비유 수업의 영향. 서울대학교 박사학위논문.
- 김종천(1997). 중학교 과학 교과서에서 비유의 제한점 조사. 한국교원대학교 석사학위논문.
- 노태희, 권혁순, 김동연, 채우기(1997). 제6차 교육과정에 따른 중등 과학 교과서 화학 영역의 비유 분석. 화학교육, 24(1), 1-8.
- 노태희와 최용남(1996). 초·중·고 학생들의 과학 수업 환경 인식 및 태도와와의 관계성 조사. 한국과학교육학회지, 16(2), 217-225.
- 장남기(1989). 현대 과학 교육 심리학. 서울: 과학교육사.
- Anderman, E.M., & Young, A.J. (1994). Motivation and strategy use in science: Individual differences and classroom effects. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(8), 811-831.
- Brown, D.E. (1992). Using examples and analogies to remediate misconceptions in physics: Factors influencing conceptual change. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(1), 17-34.
- Clement, J. (1987). Overcoming students' misconceptions in physics: The role of anchoring intuitions and analogical validity. In J. Novak (Ed.) *Proceedings of the 2nd International Seminar Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics* (pp. 84-97). Ithaca, NY: Cornell University Press.
- Curtis, R.V., & Reigeluth, C.M. (1983). The effects of analogies on student motivation and performance in an eighth grade science context. *Instructional design, development, and evaluation working paper No. 9*. New York: Syracuse Univ. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 288 519).
- Davidson, R.D. (1976). The role of metaphor and analogy in learning. In J.R. Levin, & V.L. Allen (Eds.), *Cognitive learning in children: Theories and strategies* (pp. 135-162). New York: Academic Press.
- Duit, R. (1991). On the role of analogies and metaphors in learning science. *Science Education*, 75(6), 649-672.
- Gentner, D. (1989). Mechanisms of analogical learning. In S. Vosniadou, & A. Ortony (Eds.), *Similarity and analogical reasoning* (pp. 199-241). Cambridge: Cambridge University Press.
- Gick, M.L., & Holyoak, K.J. (1983). Schema induction and analogical transfer. *Cognitive Psychology*, 15(1), 1-38.
- Glynn, S.M. (1991). Explaining science concepts: A teaching-with-analogies model. In S.M. Glynn, R.H. Yeany, & B.K. Britton (Eds.), *The psychology of learning science* (pp. 219-240). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Glynn, S.M. (1994). *Teaching science with analogies: A strategy for teachers and textbook authors* (Reading Research Report no. 15). Athens, GA: National Reading Research Center. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 373 306)
- Glynn, S.M., Britton, B.M., Semrud-Clickeman, M., &

- Muth, K.D. (1989). Analogical reasoning and problem solving in science textbooks. In J.A. Glover, R. R. Ronning, & C.R. Reynolds (Eds.), *Handbook of creativity: Assessment, research, and theory* (pp. 383-398). New York: Plaum.
- Harrison, A.G., & Treagust, D.F. (1993). Teaching with analogies: A case study in grade-10 optics. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(10), 1291-1307.
- Holyoak, K.J., & Thagard, P.T. (1996). *Mental leaps: Analogies in creative thought*. Woburn, MA: MIT Press.
- Keller, J.M. (1983). Motivational design of instruction. In C.M. Reigeluth (Ed.) *Instructional design theories and models: An overview of their current status*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Lin, H., Shiao, B., & Lawrenz, F. (1996). The effectiveness of teaching science with pictorial analogies. *Research in Science Education*, 26(4), 495-511.
- Roadrangka, V., Yeany, R.H., & Padilla, M.J. (1983). *The construction and validation of Group Assessment of Logical Thinking (GALT)*. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Dallas, Texas.
- Sternberg, R.J. (1977). Component processes in analogical reasoning. *Psychological Review*, 84(4), 353-378.
- Thagard, P. (1992). Analogy, explanation, and education. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(6), 537-544.
- Thiele, R.B., & Treagust, D.F. (1991). *Using analogies to aid understanding in secondary chemistry education*. Paper presented at the Royal Australian Chemical Institute Conference on Chemical Education, Perth, Australia.
- Thiele, R.B., & Treagust, D.F. (1994). An interpretive examination of high school chemistry teachers' analogical explanations. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(3), 227-242.
- Treagust, D.F., Duit, R., Josline, P., & Lindauer, I. (1992). Science teachers' use of analogies: Observations from classroom practice. *International Journal of Science Education*, 14(4), 413-422.
- Treagust, D.F., Harrison, A.G., Venville, G.F., & Dagher, Z.R. (1996). Using an analogical teaching approach to engender conceptual change. *International Journal of Science Education*, 18(2), 213-229.

(ABSTRACT)

The Effect of an Instruction Using Analog Systematically in Middle School Science Class

Noh, Tae-Hee · Kwon, Hyeok-Soon · Lee, Seon-Uk
(Seoul National Univ.)

In order to use analog more systematically in science class, an instructional model was designed on the basis of analogical reasoning processes (encoding, inference, mapping, application, and response) in the Sternberg's component process theory. The model has five phases (introducing target context, cue retrieval of analog context, mapping similarity and drawing target concept, application, and elaboration), and the instructional effects of using the model upon students' comprehension of science concepts and motivation level of learning were investigated.

The treatment and control groups (1 class each) were selected from 8th-grade classes and taught about chemical change and chemical reaction for the period of 10 class hours. The treatment group was taught with the materials based on the model, while the control group was taught in traditional instruction without using analog. Before the instructions, modified versions of the Patterns of Adaptive Learning Survey and the Group Assessment of Logical Thinking were administered, and their scores were used as covariates for students' conceptions and motivational level of learning, respectively. Analogical reasoning ability test was also administered, and its score was used as a blocking variable. After the instructions, students' conceptions were measured by a researcher-made science conception test, and their motivational level of learning was measured by a modified version of the Instructional Materials Motivation Scale.

The results indicated that the adjusted mean score of the conception test for the treatment group was significantly higher than that of the control group at .01 level of significance. No significant interaction between the instruction and the analogical reasoning ability was found. Although the motivational level of learning for the treatment group was higher than that for the control group, the difference was found to be statistically insignificant. Educational implications are discussed.