

## 유추적 문제해결의 전이와 개념적 이해

김 영 채

계명대학교 심리학과

본 연구에서는 유추적 문제해결의 전이조건을 다루는 세가지 실험을 수행하였다. 실험 1과 실험 2는 Duncker(1945)의 방사선 문제 같은 것을 이용하여 영역간 전이를 다루었다. 그리고 실험 3은 영역내 전이 문제를 다루면서 서술형 수학문제를 이용하였다. 얻은 결론들을 요약해 보면 첫째, 유추적 문제 해결의 현상을 경험적으로 확인할 수 있었다. 예컨대, 이전에 학습(훈련)한 기반 문제가 현재의 문제 해결에 적절할 수 있다는 힌트를 주는 것은 유추적 전이를 크게 향상시키며 그리고 전이의 방향은 기반문제의 해결 구조가 표적문제에 적절한가 아니면 부적절한가에 따라 주로 결정된다. 그리고 자발적 전이의 기저선 수준은 약 8%로서 매우 낮았다. 둘째, 이전 지식의 잠재적 적절성에 대한 힌트를 표적과제를 시작할 때 제시하는 것과 표적과제의 해결 노력을 시도해 본 다음에 제시하는 것 사이에는 전이효과에 차이가 없었다. 셋째, 기반(훈련) 과제에 대한 시초의 원학습은 유추적 전이의 필요조건이며 따라서 원학습이 어느 수준 이상 이루어 지지 아니하면 잠재적 전이는 일어나지 아니한다. 마지막으로, 기반문제를 단순기억 하기 보다는 요약, 정리하는 방식등으로 처리를 하면 개념적 이해와 유추적 전이가 촉진 된다. 그러나 개념 원리를 나타내는 다이어그램을 사용하거나 모범 풀이를 정교하게 제시하는 것과 같은 처치의 효과는 제한적일 수 있다.

새로운 아이디어는 어디서 오는가? 창의적 발명이나 통찰의 기저에 있는 기제는 무엇인가? 창의적인 과학자나 수학자들의 逸話記錄에서 보는 것과 같이 많은 과학이론들은 類推(analogy)에 기초하고 있다(Boden, 1977). 예컨대 혈액순환의 수도관 모형, 원자구조의 우주모형, 또는 가스의 당구공 모형 등과 같다. 이들은 서로 무관한 것 같이 보이는 문제나 과제에서 서로를 대응시켜 주는 관계를 주목하고 거기에서 해결의 단서를 얻는데 특징이 있다. 예컨대, 우리가 볼 수 없는 原子構造를 이미 낮익게 알고 있는 태양계의 구조에 유추하여 설명하면 복잡한 개념들이 쉽게 이해될 수 있다. 類推의 推論은 우리의 일상생활에서도 어렵지 아니하

게 발견해 볼 수 있다. “그것은 이런 것과 같은 데” 라거나, 또는 교육을 쉽게 설명하기 위하여 “교육이란 원예와 같다”라고 말하는 것과 같다.

이전에 경험했던 유사한 지식에 관계시키고 이를 기초하여 현재 문제의 해결을 추론하는 것을 우리는 類推의 推論(analogical reasoning)이라 부른다. 유추의 핵심은 關係比較에 있다. 유추적 사고의 힘은 표면적으로 보면 무관한 것 같이 보이는 두개의 개념이나 지식영역들을 비교해 보는데 있다. 유추에서는 비교해 보는 類似性을 두 대상(개념, 지식영역)들 사이의 관계에 두기 때문에 가능할 것 같지 아니한 비교가 가능해 진다. Oppenheimer(1956)의 지적처럼, 유추적 유사성(similarity)은 두가지 사이의 관계의 유사성, 형태의 유사성, 또는 배치의 유사성과 같은 특별한 종류의 유사성이며, 이들은 겉으로 보면 대단히 상이할 수 있지만 그래도

\* 이 논문은 1993년도 학술진흥재단의 공모과제 연구비에 의하여 연구되었음.

서로는 비슷한 구조를 가지고 있다. 유추의 기본은 서로 상이한 영역 사이에 어떤 대응적인 관계를 찾고 만들어 내는 것이다.

유추적 문제해결에 관한 대표적인 연구는 Gentner 와 Gentner(1980) 및 Gick 과 Holyoak(1980, 1983)등이다. Gentner 와 Gentner(1980)는 사람들은 새로운 사건이나 문제를 이해하고 해결하는데 이전의 지식을 사용하고 있음을 보여주는 실험을 하였다. 두개의 실험 집단중 하나에게는 전기의 흐름은 Euston역에 있는 군중의 움직임과 같은 것으로 이해할 수 있으며 전기 저항기는 한번에 한사람씩만 통과할 수 있는 회전식 문과 같다고 말해 준다. 다른 집단에게는 전기의 흐름은 파이프에 흐르는 물과 같은 것으로 이해할 수 있으며 전기 저항기는 물의 흐름을 떨어뜨리는 파이프의 얇은 부분과 같은 것으로 생각할 수 있다고 말해 준다. 다음으로 모든 피험자들에게 전기저항기를 쌍으로 연결시키면 전기의 흐름에 어떠한 영향을 미칠 것인지를 물어 보았다. 연구자들은 물 파이프 유추를 들은 집단은 모든 장면에서(직열이든 병열 연결이든) 전압은 내려가는 것으로 대답하리라 예측하였다. 왜냐하면 이들은 저항기(파이프의 얇은 부분)는 물의 흐름에 장애가 되는 것으로 생각할 것이기 때문이다. 그리고 움직이는 군중유추를 받은 집단은 두개 회전식문(저항기)이 병렬로 연결되면 사람들의 움직임이 촉진되고 반면에 직렬로 연결되면 움직임이 더욱 더디게 되는 것으로 생각하리라 기대하였다. 실험에서 얻은 결과는 두 집단의 대답은 사전에 배운 전기흐름의 모형에서 예측할 수 있는 내용의 것이었다. Gick 과 Holyoak(1980, 1983)은 Duncker(1945)의 '방사선 문제'를 표적과제(target)로 그리고 '어느 장군의 문제'(또는 요새문제, fortress)를 기반문제(base)로 이용하였다. 어느 장군의 문제는 방사선 문제와 표면의 내용은 다르지만 문제해결의 關係體制는 같다. 기반문제의 문제진술에서 어간 부분은 모든 피험자에게 동일하지만 해결부분은 실험조작에

따라 다르게 하였다. 이러한 실험에서, 사전에 습득하게 되는 知識의 모습으로, 먼저 제시하는 과제나 문제를 기반문제, 자원문제(source), 또는 혼련문제(과제)라 부른다. 그리고, 현재 해결해야 하는 문제의 모습으로, 나중에 제시하는 과제나 문제를 표적문제, 또는 轉移問題(또는 課題, transfer)라 부른다. Gick 과 Holyoak (1980)의 여러 실험중 실험 1만 보면 기반문제를 기억재생 과제로 위장시켜(定位課題)로 제시하면서 이야기를 요약하게 하였다. 그리고 세개의 실험집단에게 제시한 요새문제의 해결부분은 터널 이야기, 개방된 보급로 이야기 또는 분산-공격 이야기의 어느 하나로 제시하였다. 터널 이야기는 장군이 요새에 까지 터널을 파서 해결하는 것으로, 개방된 보급로는 독재자가 보급로로 이용하고 있는 한 개의 큰 도로를 발견하여 이용하는 것으로, 그리고 분산-공격 이야기는 군대를 여러 곳에 있는 길로 분산시켜 진격케 한 다음 수렴하여 일시에 공격하는 내용의 것으로 하였다. 연구자들이 수행한 여러 실험의 결과들은 피험자들이 기반문제가 문제해결에 적절할지 모른다는 힌트를 받으면 이전 지식을 상당히 잘 이용할 수 있음을 보여 준다. 또한 이전에 습득한 기반 문제의 해결 방법의 성질에 따라 표적문제의 해결을 어떤 식으로 하느냐가 결정적인 효과를 받음을 보여주고 있다. 다시 말하면 유추적 문제해결을 경험적으로 예증해 주고 있는 셈이다.

그리고, 크게 나누어 보면, 유추의 문제는 比率的(proportional) 類推와 類推的 問題解決(analogical problem solving)의 두가지로 나누어 볼 수 있다. 비율적 유추란  $A:B::C:D$  라는 일반적인 형태에서 나타나 있듯이 네개의 구체적인 항들이 비율적인 관계로 표현된다. 여기서 A, B, C, 및 D는 수치, 단어, 또는 어떤 대상등 어떤 것이라도 가능하다. 비율적 유추를 흔히 유추적 추론이라 부르기도 한다. 반면에 유추적 문제해결은 영역간 유추 (inter-domain analogy) 또는 類推的 轉移(anal-

logical transfer)라 부르기도 하는데, 여기서는 보다 넓은 시각의 유추적 비교를 다룬다. 유추적 문제해결에서는 표면적으로 보면 근본적으로 상이한 두 知識領域들 사이에서 유사성을 발견하고 적용하는 것이다(Miller, 1979; Gentner, 1982). 비율적 유추와 유추적 문제해결은 모두가 關係類似性에 기초하고 있고, 그리고 기저의 要素過程들도 서로 밀접하게 관련되어 있다. 그러나 각기가 다루는 유추적 비교의 범위는 상당히 다르다.

이제 유추의 認知過程들을 살펴본다. 많은 정보처리론자들은 비율적 유추문제를 해결하는 데는 적어도 세가지의 인지과정들이 포함된다고 보고 있다. 이들은 (i) 속성의 발견과 符號化, (ii) 속성비교, 및 (iii) 적용 등이다 (Pellegrino, 1985; Sternberg & Nigro, 1980). 속성발견과 부호화는 A, B, C, D의 각 항이 포함하고 있는 잠재적으로 적절한 屬性들을 知覺하고 表象하는 것을 말한다. 속성 비교단계에는 첫 두항의(즉 A항과 B항) 속성을 비교하여 관계를 추리해 내고 그리고, 그 다음으로, 첫째항과 셋째항을(즉 A항과 C항) 비교하여 관계를 추리해 내는 두가지가 포함된다. 특히 A항과 C항의 관계를 歸納해 내는(연결시키는) 것을 作圖過程(mapping process)이라 부른다. 마지막은 A항과 B항 사이에서 추리해 낸 관계를 C항의 속성에 적용하여 이상적인 네번째 항(즉 D항)을 생성해 낸다. 그리고 Sternberg(1977)의 要素過程理論(componential process theory)에서는 유추문제는 6개의 요소과정들로 나누어지며, 이들은 부호화, 추리, 作圖, 적용, 정당화, 및 반응 등이다. 그는 반응 시간을 이용하여 추론전략의 모형들을 검증하였다. 얻은 결과는 집단의 능력수준에 따라 사용하는 전략에는 유의한 차이가 나지 아니하지만 요소과정에 소비하는 時間量에는 차이가 남을 발견하였다. 유추적 추론 능력이 높은 사람은 符號化에 시간을 더 많이 보내고, 반면에 추리, 작도 및 적용과정에는 시간을 덜 보냄을 발견하였다. 그러면 이전의 지식이 현재의 문제해결을

어떻게 촉진시킬 수 있을까? 예컨대, Gick 과 Holyoak (1980, 1983)에서, 어느 장군이 요새를 공격하는 문제를 해결하는 방법이 방사전 문제를 분산-수렴식으로 해결하는 것을 어떻게 촉진시킬 수 있을까? 유추적 문제해결에는 네가지 요소과정들이 제시되고 있는데, 이들은 부호화, 선택, 작도 및 生成등이다(Holland, Holyoak, Nisbett, & Thagord, 1986; Holyoak, 1985). 부호화란 기반과제 및 표적과제의 요소들을 정신적으로 表象하는 것을 말한다. 선택이란 기반 지식중에서 표적문제에 잠재적으로 보아 적절할 것 같은 것을 注目(noticing)해내는 것이다. 作圖란 기반과제와 표적과제의 측면(요소)들 중 대응관계가 있는 것을 찾아 표적영역으로 전이시키는 것을 말한다. '작도'란 말 대신에 '轉移된다' 또는 '연결된다' 등으로 의역해 보면 의미가 보다 분명할 것 같다. 마지막으로 작도화한 관계는 標的問題에 대한 해결책을 추리하고 생성해 내는데 사용되어야 하는데 이를 생성이라 부른다. 이러한 네가지 요소과정 중에서 選擇 즉 注目하는 것과 作圖하는 것의 두 단계만을 강조하여 다루기도 한다 (Eysenck & Keane, 1990; Gick & Holyoak, 1987). 선택과정이란 장기기억에서 현재의 문제와 유사한 문제를 인출해 내어 현재의 문제에 正的轉移하는 것을 말한다. 여러 연구들은 (예 : Gick & Holyoak, 1980, 1983) 이전의 문제중 잠재적으로 보아 적절한 것을 주목하고 선택해 내기가 쉽지 아니하며, 이것이 바로 自發的轉移가 잘 되지 아니하는 제일의 원인임을 지적한다. 여러 연구들은, 적어도 실험심리학자들이 설정하는 문제장면에서는, 문제들 사이의 유사성을 주목하고 거기서 새로운 개념체제를 형성시켜 유추적 해결을 해 내기가 어렵다는 것을 보여주고 있다(Reed, Ernst, & Banerji, 1974; Hayes & Simon, 1977; Weisberg, Dicamillo, & Phillips, 1978). 예컨대 Perfetto, Bransford, 및 Franks(1983)는 "어떤 신부는 매주 몇사람과 결혼한다"라는 것과 같은 문장들의 '진실성'을 평

정하게 하였다. 그런 다음 피험자들에게 일련의 통찰문제를 제시했는데 예컨대 다음과 같다. “미국의 어떤 조그마한 도시에 어떤 남자가 살고 있었는데 그는 같은 도시에 있는 20명의 여인과 결혼하였다. 이들은 모두 아직까지도 살아있고 이혼한 사람은 아무도 없다. 그렇다고 범를을 위반한 것도 아니다. 이것을 설명해 보시오.” 놀랍게도 앞서 관련있는 문장에 노출된 적이 있음에도 불구하고 이들은 나중 문제의 해결의 확률이나 해결유형에 영향을 미치지 못하였다. 그러나 앞의 문장들이 나중 문제의 해결에 적절할 수 있음을 외현적으로 말하여 주면 이전 지식을 활용할 수 있었다. 이에 따라 이전의 문제중 적절할 수도 있는 것을 되생각 해보게 하는 (reminding, Ross, 1984) 힌트(hint)를 주면 유추적 문제해결에 어떠한 효과를 미치는지를 흥미롭게 분석해 보게 되었다. 여기에 관련된 연구들은 주로 領域間 轉移의 과제를 다루며 따라서 표면적인 내용은 서로가 조금도 유사하지 아니하다. 그러나 잠재적으로 보아 적절한 과제를 주목했거나 지적해 주었다고 하여 전이가 반드시 성공하는 것도 아니다(예컨대, Hayes & Simon, 1977). 이것은 유추에 의한 문제해결이 성공하려면 두 문제의 構造原理가 어떻게 작지위치며 그리고 그것이 현재의 문제로 어떻게 변환시켜 적용할 수 있는지를 알아야 한다는 말이 된다. 그러나 관련성을 注目하는 것도 중요하지만 작도하는 과정은 유추적 문제해결에서 아마도 더 어려운 장애일지 모른다. 同形構造의인 퍼즐문제(isomorph puzzle problem)를 이용한 일련의 연구에서는 훈련문제가 적절하다는 것을 알려주는 경우도 피험자들은 두 영역사이의 대응 관계를 찾아내어 표적과제를 제대로 해결하지 못함을 보여주고 있다(Simon & Reed, 1976; Kotovsky, Hayes, & Simon, 1985). 많은 피험자들은 문제의 표면적 측면에 너무 의지하고, 반면에 문제들 사이에 있는 깊고 기능적인 관계를 중심으로 表象하지 않는 것 같이 보인다. 이러한 얕은 표상은 초보자들이 문제해결할 때 전형적으로 사용하는 것이다(Chi,

Feltovich, & Glaser, 1981). 이상에서 우리는 유추적 문제해결에서 주목(선택)과 작도의 두 단계가 결정적으로 중요하며 유추적 문제해결에 대한 연구들은 주로 이들을 중심하여 이루어지고 있음을 발견할 수 있다(황해남 과 이영애, 1993). 전이의 조건을 밝히는 이들 연구들은 당연히 교육에 대하여서도 많은 함의를 가지게 된다.

본 연구의 목적은 크게 보면 두가지로 나누어 볼 수 있으며 이를 위하여 세개의 실험을 수행하였다. 첫째는 유추적 문제해결이란 현상을 실험적으로 증거해 보는 것이다. 이것은 ‘힌트’의 효과를 분석해 보는 것이나 기반문제의 해결방법을 표적과제에 적절한 것과 부적절한 것으로 조작하여 분석해 봄으로서 가능할 것이다. 여기에는 이전의 몇가지 실험결과들(예컨대, Holyoak, 1980)을 반복 검증해 보는 면도 있고 또한 힌트 제시의 시점이나 원학습 정도에 따른 효과등을 새롭게 분석해 보는 면도 있다. 제시의 시점이란 표적과제를 처음 시작할 때 바로 힌트를 주는 것과 표적과제의 해결을 일단 시도해 본 다음 나중에 가서 힌트를 제시해 보는 것을 말한다. 예컨대 가장 앞선 연구를 한 Duncker(1945)는 방사선 문제에서 42명중 2명만(약 5%)이 자발적 유추에 성공하고 있음을 보여주고 있다. 또한 유추적 문제해결이 성공하기 위하여서는 시초의 原學習이 충분한 정도여야 할 것이다. 예컨대, Reed, Dempster 및 Ettinger(1985)는 대수문제의 보기 하나를 잠시동안 경험한 다음 비슷한 문제를 해결케 했을때 전이를 발견하지 못하고 있다. 이러한 경우 전이가 가능할만큼 원학습이 충분했는지는 분명하지 아니하다. 지금까지의 연구들은 원학습정도 자체를 조작해 보는 경우가 별로 없는데 본 연구에서는 이 변인도 같이 다루어 본다. 그리고 기반문제의 해결방법이 표적문제의 해결에 적절한 것과 부적절한 것의 차별적인 효과는 유추적 전이현상을 보다 실감있게 예시해 줄 것이다. 두번째의 목적은 概念的 理解가 유추적 문제해결에 미치는 효과를 분석해 보는 것이다. 재료의 구조, 다시 말하면

해결 원리의 구조에 대한 지식은 학습을 촉진시킬 것이라 기대할 수 있다(Thorndyke, 1978). 그러면 문제에 대한 조직적이고 구조적인 특징을 강조하면 학습자의 개념적 이해가 촉진될 것이며 그러면 기반 문제와 표적문제 간에 구조적 유사성을 주목할 가능성이 커질 뿐만 아니라 작도 과정도 보다 용이해 질 것이다. 만약 그렇다면 우리는 성공적인 문제해결을 보다 높게 기대할 수 있을 것이다.

본 연구에서는 학습자의 개념적 이해를 증진시키기 위하여 기반문제를 제시할 때 指示를 통하여 定位課題(orienting task)를 달리하거나 또는 해결의 구조원리를 나타내는 다이어그램(diagram)을 제시하는 것을 조작하였다. 어문적 지시는 제시된 기반문제를 요약해 하거나 두 개의 원리를 비교해 보게 하는 것과 같은 것으로 조작하였다. 정위과제를 단순한 기억재생 과제로 할 때에는 일반적 규칙의 추상화가 다를 것이라 기대해 볼 수 있다. 또한 많은 교재에서는 그림이나 다이어그램을 사용하고 있는 것을 감안해 보면, 다이어그램의 효과가 제한적인지(Gick, 1989) 또는 어떤 경우 효과적인 지에 대한 관심은 이론적인 차원을 넘어서 실제적인 응용에서도 중요할 것이다. 지시를 통한 정위과제의 조작이나 다이어그램의 제시여부 등은 모두 전이에서의 符號化條件(encoding)임은 말할 필요도 없다. Gick 과 Holyoak(1987)은 전이의 네가지 조건으로 부호화 조건 이외 훈련과제와 전이과제의 구조, 인출조건 및 학습자의 배경지식 등을 들고 있다. 그리고 본 연구에서는 실험 1과 2에서는 기반문제와 표적문제의 표면적인 내용이 상이한 것을 사용하여 영역간 전이를 알아 보았다. 그리고 실험 3에서는 서술형 수학문제를 이용하여 領域內 轉移를 다루었다. 여기서는 기반문제와 표적문제는 모두 같은 영역내의 서술형 수학문제이기 때문에 서로는 공여하고 있는 개념들이 많을 것이다. 그리고 영역내 전이 문제는 '보기에 의한 학습'(learning by example)이라 불리워 지기도 한다. 그것은 그만큼 보기나 보기에 대한 모범풀이를 어떻게 하느냐에 따른 효과에

관심을 가진다는 것이 된다. 이런 점에서 실험 3은 기반 문제의 해결구조를 관심두는 실험 1과 실험 2의 영역간 유추문제와 비교가 된다. 본 연구는 영역간 전이와 영역내 전이의 모두에서 앞서 제시한 두가지의 연구목적들을 같이 분석해 보고자 한다.

## 실 험 1

본 실험에서는 훈련과제 즉 기반문제로서 '어느 장군의 문제'를 그리고 전이과제 즉 표적문제로서 Duncker(1945)의 '방사선 문제'를 이용하였다. 이들 두가지의 문제들은 Duncker(1945) 이후 Gick 과 Holyoak(1980, 1983)을 비롯한 몇몇 연구에서 계속하여 사용되고 있다. 여기서도 이들 과제를 사용해 본 것은 유추적 문제해결의 현상을 마찬가지로 실험적으로 예시해 볼 수 있는지를 확인할 수 있을 뿐만 아니라 결과의 비교가 보다 용이한 이점을 가질 수도 있을 것이기 때문이다. 본 실험의 목적은 유추적 문제해결을 조작해 봄으로서, 첫째, 선행문제가 현재 문제에 적절할 수도 있다는 '힌트'의 효과를 힌트의 제시시점등에 따라 분석해 보는데 있다. 그리고 두번째는 피험자에 대한 指示를 조작해 보거나 내용구조를 보여주는 다이어그램을 같이 사용해 보므로서 피험자들의 개념적 이해 수준이 유추적 문제해결에 어떠한 효과를 미치는지를 분석한다. 개념적 이해는 문제요소간의 구조 관계를 분석하고 관계들 간의 유형을 표상하는 것을 의미할 것이다. 그렇다면 기반문제의 해결원리를 요약하거나 해결구조를 보여주는 다이어그램을 같이 제시하면 기반문제에 대한 개념적 이해의 수준은 촉진되며 이에 따라 유추적 문제해결의 성공가능성은 증가하리란 기대를 해 볼 수 있을 것이다.

## 방 법

**피험자.** 제명대학교에 재학중인 재학생 60명을 실험의 대상으로 하였다. 이들은 실험에 자진하여 참가하였다. 이들은 5개 용지중(5개

의 실험집단을 편성하기 위한) 하나에 임의로 서명하여 참가하였다. 피험자들은 소속 단과대학 등 여러가지 면에서 매우 비슷하다고 판단되었다. 그리고 이들은 이전에 본 실험과 유사한 실험에 참가한 적이 없었다. 그리고 본 실험에 참가한데 대하여 어떠한 급부를 제공하지는 아니하였다.

**설계와 과제.** 한 개의 통제집단과 네 개의 실험집단을 구성하였다. 통제집단에는 기반문제를 제시하지 아니하고 표적문제만을 제시하고 거기에 대하여 가능한 대로 많은 해결책을 적어보게 하였다. 기반문제로 이용한 과제는 “어느 장군의 문제”인데 내용은 <부록 1>에 있는 바와 같다. 이 문제는 <부록 1>의 (가)와 같은 어간과 (나)와 같은 해결방법의 두 부분으로 이루어져 있다. (가)는 어느 장군이 어떤 요새에 있는 독재자를 전복시키는 문제를 다루고 있다. 요새는 나라의 중심부에 강력하게 자리잡고 있으며, 요새 밖으로 통하는 길은 수레바퀴 살처럼 많이 만들어져 있다. 그러나 독재자는 이들 길 하나 하나 마다의 밑바닥에다 폭발물을 장치해 두었기 때문에 많은 사람이 한꺼번에 통과하면 길은 폭발한다. 때문에 요새를 전면적으로 일시에 공격하기가 불가능한 것 같이 보여 장군은 난감해 한다. 해결부분인 (나)는 이러한 문제에 대한 해결방법을 제시하고 있지만 (나-1)과 (나-2)의 방법은 다르다. (나-1)에서는 군대를 요새로 통하는 여러 방향의 길에다 분산시켜 각기 다른 길을 따라 진격해 가서 폭발물을 안전하게 통과한 다음 한꺼번에 공격하는 것인데 이는 “분산-공격” 해결법이라 부를 수 있다. (나-2)에서는 요새로 통하여 길 통로를 따라 폭발물 밑으로 지하 터널을 뚫어 요새 입구까지 모두가 안전하게 통과한 다음 일시에 요새를 공격하는 것인데 이는 “터널” 해결법이라 부를 수 있다. 피험자에게는 실험조건에 따라 (가) 부분과 함께 (나-1)을 제시하거나 (나-2)를 제시하였다.

표적문제로는 Duncker(1945)의 ‘방사선 문제’를 이용하였는데 내용은 <부록 2>의 것과

같다. 이 문제는 위종양을 앓고 있는 환자를 방사선을 써서 치료하는 것이다. 방사선은 충분한 강도로 종양을 쪼여야 종양이 파괴되지만 그러한 높은 강도의 방사선이 통과하면 방사선이 통과하는 주변에 있는 다른 신체조직의 세포도 파괴된다. 이 문제는 방사선을 이용하여 건강한 신체조직을 파괴시키지 않으면서 위의 종양을 파괴시켜 환자를 치료할 수 있는 방법을 찾아 보는 문제이다.

**절차.** 기본적으로 보면 본 실험은 두 부분으로 이루어져 있다. 첫째 부분은 기반과제를 제시하는 것이고 그리고 둘째 부분은 표적과제를 실시하는 것이었다. 기반문제를 표적문제를 실시하는데는 각기 약 7분과 12분이 소요하였다. 다만 통제집단 만은 기반과제를 실시하는 일 없이 표적과제만을 실시하였다. 표적과제, 즉 ‘방사선 문제’를 제시할 때는 문제의 진술의 앞 부분에서 “가능한대로 많은 해결책을 적어 봅시다. 머리에 떠 오르는 차례대로 적으며, 금방 그것이 ‘아니란’ 생각이 든 것도 괜찮으니 될 수 있는데로 많이 적읍시다”라고 지시하였다. 방사선 문제와 이에 대한 지시는 물론이지만 모든 집단에 동일하게 하였다. 실험은 3-4명 정도의 소집단을 만들어 실시하였다.

네개의 실험집단들은 ‘어느 장군의 문제’의 어간 다음에 제시한 해결 방법(다시 말하면 ‘나-1’ 또는 ‘나-2’)의 내용과 지시 내용에 따라 다르게 조작하였다. 보다 구체적으로 보면 실험 집단 B에게는 기반 문제로 ‘터널’ 해결법을(다시 말하면, <부록 1>의 ‘가’+‘나-2’) 제시하고, 이들 글을 읽어 본 다음 주어진 용지의 공란에다 핵심되는 내용들을 요약, 정리해 보게 하였다. 실험 집단 C에게는 ‘분산-공격’ 해결법을(다시 말하면, <부록 1>의 ‘가’+‘나-1’) 제시하고 집단 B와 마찬가지로 주어진 글을 읽어 본 다음 주어진 공란에다 핵심되는 내용들을 요약, 정리해 보게 하였다. 따라서 집단 B와 C의 차이는 기반문제의 해결 방법을 어떠한 내용으로 하고 있는냐에 있다. 실험 집단 D는 모든 면에서 집단 C와 동일

하지만 다만 '그런데 문제의 내용을 그림으로 그려보면 다음의 다이어그램과 같으니 참고하면 도움이 될 것입니다'라고 추가 지시한 것이 다르다. 다이어그램은 여러 방면에서 중앙에 있는 요소로 향하여 군대가 나누어 진격해서 같이 모여(수렴) 공격해 가는 것을 화살표로 표시하였다. 이러한 조작은 이야기의 내용을 보다 구조적으로 제시하므로서 개념적 이해를 촉진시키기 위한 것이었다. 이들 실험집단 B, C, 및 D집단에게는 '어느 장군의 문제'라는 기반문제를 마친 다음 표적과제를 배부하고 앞에서 언급해둔 바와 같은 지시를 한 다음 "앞의 문제의 해결 요령이 이번의 문제를 해결하는데 참고가 될 수도 있으니 필요하면 참고 하십시오"라고 말해 주었다. 이는 '어느 장군의 문제'의 해결요령이 '방사선 문제'를 해결하는데 적절할 수도 있으며 따라서 그것을 적용해 볼 수 있다는 힌트를 주기 위한 것이었다. 실험집단 E는 모든 점에서 집단 D와 동일했지만 표적과제를 제시할 때 이러한 힌트를 주지 아니하였다. 그리고 실험집단 E에게는 표적과제에 대한 해결책을 다른 실험집단에서 처럼 모두 마친 다음 별도의 용지를 배부하고 앞서와 유사한 힌트를 제시하고 추가로 생각나는 해결책이 있으면 적으라고 하였다. 이는 힌트 제시의 시점을 달리해 보고 이에 따른 효과를 검증해 보기 위한 것이었다. 다시 말하면 집단 B, 집단 C 및 집단 D는 표적과제와 함께 힌트를 받았지만, 집단 E는 힌트 없이 표적문제의 해결을 일단 시도해 본 다음 나중에 기반문제의 잠재적인 적절성에 대한 힌트를 제시 받는 것이다.

## 결 과

'어느 장군의 문제'를 분산-공격 해결 하는 것에 따라 유추적으로 문제해결 하면 '방사선 문제'의 정확한 해결책은 낮은 강도의 방사선을 신체의 여러 각도에서 동시에 방사시킨 다음 중앙에서 수렴시켜 충분한 강도가 되게 하여 중앙을 파괴시켜 치료하는 것이다. 다시 말하면 정확한 해결은 낮은 강도, 여러 각도 및 수렴이라는 세

가지 요소를 갖추고 있어야 하는 셈이다(Gick & Holyoak, 1985).

피험자들이 방사선 문제를 문제해결하면서 반응한 해결책의 평균수를 집단 A, B, C, 및 D를 통털어 보면 4.60개이며 반응수를 기준으로 볼때 집단간에는 유의한 차이가 없었다. 다만 표적과제를 일단 완료한 다음 추가로 힌트를 주고 다시 더 생각해 보게 한 집단 E는 6.33개로서 기대할 수 있는 바와 같이 다른 어느 집단보다도 유의하게 많은 해결방안을 생성해 내었다.

그리고 표적문제를 정확하게 해결한 정확해결 백분율을 집단 A에서 D까지 차례대로 보면 각기 8%, 15%, 76% 및, 40%였다. 그리고 집단 E는 추후 힌트를 받기전까지는 8% 그리고 힌트를 받은 다음까지를 통산하면 33%가 유추적 문제해결을 정확하게 하였다. 이러한 내용을 좀더 자세히 살펴본다. 이전에(즉 표적문제의 해결을 시도하기 이전에)적절한 기반문제를 경험한 적이 없는 통제집단에서는 12명중 1명만이(약 8%) 정확하게 문제해결하는데 성공하였다. 그리고 집단 D와 동일한 처치를 받았지만 다만 이전의 문제를 주목해 보게 하는 힌트를 받지 못한 집단 E에서 성공한 피험자는 8%에 지나지 않음은 특히 주목할만한 것 같이 보인다. 그리고 마찬가지로 "핵심되는 내용을 요약 정리해" 보라는 지시를 받았지만 기반문제의 어간에 이어져 있는 해결방법이 각기 '터널'식과 '분산-공격'식인 집단 B와 C는 정확한 해결법을 제시한 사람이 각기 15%와 76%로서 현격한 차이를 보여주고 있다. 집단 C는 모든 집단중 가장 성공률이 높은 것이었다. 집단 B와 집단 C의 차이는  $F(1,25) = 6.96, MSe = 0.19, p < .05$ 로서 통계적으로 유의하였다. 그리고 '터널'식 해결집단에서는 '방사선이 통과하는 주변을 방사선에 해가 없는 것으로 보호하여'하거나 '방사선 방출기' 등을 사용한다는 해결방안들이 특히 많이 제시되고 있다. 집단 B와 집단 C간의 유의한 차이는 각 집단이 기반문제에서 제시받은 해결방법에 따라 표적문제의 해결방법이 크게 영향 받는 것을 의미한다. 물

론이지만 이것은 유추적 문제해결을 실험을 통하여 경험적으로 증거해 보는 것이 될 것이다. 그리고 힌트를 받은 집단 D의 40%와 마찬가지로의 기반 문제내용을 제시 받았지만 힌트를 받지 못한 집단 E의 8%의 차이도  $F(1,21) = 4.29$   $MSe = 0.16$ ,  $F < .05$ 로서 통계적으로 유의하였다. 그러나 집단 E가 표적과제를 일단 완료한 다음 추가적으로 이전 과제의 적절가능성에 대한 힌트를 받았을 때 정확반응 백분율이 25% 증가한 것을 합하면 전체의 정확반응 백분율은 33%가 된다. 집단 E의 33%는 집단 D의 40%와 유의한 차이가 없었는데 이것은 힌트의 제시를 표적과제를 시작할 때 제시하거나 표적과제를 일단 시도해 본 다음 추가로 제시하는 시점에 따른 차이가 없음을 의미한다. 그리고 기반문제의 내용을 단순히 요약 정리케 했을 때와 이러한 지시에 추가하여 문제와 해결방법을 진술하면서 옆에 같이 문제해결의 原理構造를 보여주는 다이어그램을 제시할 때의 효과를 비교해 보기 위하여 집단 C와 집단 D의 정확해결수를 차이검증해 보았다. 각기의 정확해결의 백분율은 76%와 40%였고, 이러한 차이는  $F(1,21) = 3.43$ ,  $MSe = 0.22$ ,  $p < .08$ 로서 주변적으로나마 통계적으로 유의한 것이었다. 이러한 결과는 기반문제와 같이 다이어그램을 같이 제시하는 것은 그것을 개념적으로 이해하는데 촉진적 역할을 하기 보다는 오히려 부적인 효과를 미칠 수도 있음을 말해 준다.

그리고 실험종료후 실시한 설문지 내용을 분석한 것을 보면 표적문제에 대하여 이미 다소간 알고 있었던 사람은 4%이하로서 얻은 결과는 유추적 문제해결의 현상으로서 상당히 타당하게 해석할 수 있을 것 같다. 또한 "이 실험의 목적은 무엇이라고 생각합니까?"란 질문에 대하여서는 20%만이 정확하게 대답할 수 있었는데 이러한 수치는 전체집단의 정확반응 백분율과 대강 보아 일치한다.

## 논 의

본 실험을 통하여 얻을 수 있었던 결과들은

크게 보아 다섯가지로 정리해 볼 수 있을 것 같다. 첫째는 자발적 전이는 성공하기 어려우며, 그리고 둘째는 이전의 훈련과제가 현재의 표적문제를 해결하는데 잠재적으로 보아 적절할 수 있다는 힌트를 주면 유추적 문제해결은 크게 향상될 수 있다는 것이다. 셋째는 힌트의 제시 시점에 따른 효과 차이는 없으며, 네번째는 기반문제의 해결의 構造的 屬性에 따라 유추적 전이는 정적일 수도 부정적일 수도 있다는 것이다. 그리고 마지막은 다이어그램을 사용하여 개념적 이해의 향상을 도모하고 이러한 조건을 통하여 類推的 轉移가 촉진되리라 기대하는 것은 제한적이라는 것이다.

우선 본 실험의 결과는 유추적 문제해결을 실험을 통하여 경험적 자료로 실증할 수 있음을 분명하게 보여주고 있다. 첫째로 自發的 轉移란 성공하기 쉽지 않음을 발견할 수 있다. 보다 구체적으로 보면, 기반문제를 받지 아니한 집단 A에서 12명중 1명만이(8%) 표적문제를 정확해결 하고 있는데 이것은 바로 자발적 전이가 어려움을 보여주고 있다. 이러한 결과는 선행연구결과와 대강 보아 일치한다. 예컨대 Duncker (1945)는 5%, 그리고 Gick 과 Holyoak (1980)는 기저선 해결 수준으로 10%를 발견하였다. 그리고 통제집단 A는 실험집단 B, C, 및 D의 어느 것보다도 해결수준이 낮다는 것도 낮은 자발적 전이에서 쉽게 기대할 수 있는 것이다. 이러한 10%정도의 수행수준은 일상생활의 경험등에 기초한 기저적인 수준이라 볼 수 있을 것 같다. 그러나 비교적 적절한 해결방법과 이의 구조적 원리를 다이어그램으로 제시하고 있는 기반문제를 경험하였으면서도 수행수준이 8% (12명중 1명) 뿐인 집단 E의 결과는 매우 심각한 것 같이 보인다. 이러한 수행수준은 Gick 과 Holyoak(1980)이 보고하고 있는 30%와는 상당히 큰 차이임을 말해준다. 이러한 결과는 상이한 내용 영역간에 자발적 전이 내지 자발적 주목(spontaneous notice)을 하기란 일반적으로 기대하는 것보다 더 어렵다는 것을 재확인해



줄 뿐만 아니라 자발적인 유추적 문제해결 능력은 집단에 따라 상당히 다양할 수 있음을 시사해 준다. 이러한 차이가 피험자들이 가지고 있는 배경 지식의 차이나 추리기능(또는 추리력)의 발달 차이를 반영하는 것인지 아니면 자발적 추목이라는 별개의 기능 때문인지는 말하기 어렵다.

이제 두번째로 앞서 언급해둔 바 있는 힌트의 효과를 논의해 본다. 집단 D와 집단 E는 모두 기반문제에서 적절한 해결방법이 포함되어 있을 뿐만 아니라 해결 원리를 보여주는 다이어그램도 같이 실려 있었다. 그러나 집단 D는 표적과제를 시작할 때 이전의 훈련과제가 적절할 수도 있다는 힌트를 받았지만, 집단 E는 표적과제의 해결을 시작할 때는 아무런 힌트도 받지 아니하였다. 그러므로 이들 간의 차이는 힌트의 효과라 추리해 볼 수 있다. 집단 E의 전이 과제에 대한 정확해결 백분율은 12명중 1명(약 8%)에 지나지 않지만, 집단 D는 40%였고 이것은 통계적으로 유의한 것이었다. Gick 과 Holyoak(1983)은 기반문제는 제시하지만 힌트가 없으면 30%정도 성공한다고 보고한 것과 여기서 얻은 8%는 상당히 큰 차이를 보이기는 한다. 그러나 전반적으로 보아 백분율 수준이 낮기는 하지만 그래도 힌트의 효과는 분명하게 찾아볼 수 있다. 이전의 해결 방법을 사용해 보라는 힌트가 비록 충분조건은 아니라 하더라도(Reed & Ettinger, 1987), 그것이 효과적이라는 여러 연구들의 발견을 여기서도 다시 찾아보게 되는 셈이다(Singley & Anderson, 1989; Perfetto, Branford, & Franks, 1983; Reed, Ernst, & Banerji, 1974).

세번째로 힌트를 제시하는 시점에 따른 효과 차이는 없었다. 다시 말하면, 표적과제를 시작할 때 힌트를 같이 주는 조건과 일단 끝까지 해결을 시도해 본 다음 기반문제의 적절성에 대한 힌트를 받는 조건 사이에는 효과상 차이가 없다는 것이다. 이것은 Perfetto 등(1983)이 퍼즐문제를 이용하여 얻은 결과와 상반된다. 이들은 힌트 없이 전이과제를 해결하려고 노력할 때 이

전에 습득한 지식을 자발적으로 적용하지 못하면 나중 제시하는 힌트의 잇점은 감소한다고 말한다. 이렇게 보면 제시시점에 따른 힌트의 효과는 課題變因일지도 모르겠다. 본 실험에서 이용한 방사선 문제에 대한 반응폭은 Perfetto 등(1983)이 사용한 퍼즐보다는 훨씬 더 클 것이며, 이에 따라 힌트가 새로운 각도의 사고를 자극할 가능성은 커질 지도 모른다. 따라서 과제에 따른 반응의 폭에 따라 제시시점에 따른 효과를 설명할 수 있을 것으로 보인다. 어쨌든 본 연구에서 사용한 과제와 같은 것에서 힌트의 제시 시점에 따른 효과를 분석한 선행의 연구는 찾아보기 어렵다.

네번째는 기반문제의 해결방법이 가지고 있는 구조적 원리가 유추적 문제해결의 전이에 정적으로 작용할 수도 있고 부적으로 작용할 수도 있다는 것이다. 동일한 기반문제에 대하여 터널식 해결 방법을 포함하고 있는 집단 B와 분산-공격식 해결방법의 집단 C는 각기 정확 성공률이 15%와 76%로서 이들은 통계적으로 유의한 차이임은 이미 앞에서 보았다. 그리고 터널식 해결 방법을 경험한 집단은 표적과제에서도 그와 유사한 해결방법을 시도하고 있음도 이미 주목하였다. 그러나 터널식 문제해결의 구조적 원리는 방사선 문제를 성공적으로 해결하는데 요구되는 것과는 일치하지 않고 다르지만, 분산-공격식 해결 원리는 표적문제 해결에 분명히 적절하다는 것을 주목해 보면 기반문제의 구조적 원리가 유추적 전이의 방향을 결정한다는 결론을 내릴 수 있을 것이다(Singley & Anderson, 1989; Gick & Holyoak, 1980, 1983; Reed & Ettinger, 1987). 마찬가지로 기반문제의 잠재적 적절성에 대하여 힌트를 받았다고 하더라도 기반문제가 포함하고 있는 해결방법이 표적문제를 해결하는데 적절한가 부적절한가에 따라 유추적 문제 해결의 방향이 정적 또는 부적 방향으로 영향 받고 있음은 유추적 문제 해결의 현상을 보다 극명하게 보여주는 셈이다. 이러한 결과는 선행의 여러 연구결과들을 반복하는 셈이 된다

(예컨대, Perfetto et al., 1983; Gick & Holyoak, 1980, 1983).

마지막은 개념적 이해를 증진시키기 위한 다이아그램의 효과에 대하여서이다. 기반문제의 해결원리를 해결방법의 진술과 함께 제시하면 개념적 이해가 촉진되고 따라서 유추적 문제해결을 위한 전이효과도 향상되리란 예측은 적중하지 아니한 셈이다. 오히려 본 연구에서는 다이아그램을 추가로 제시하는 것이 유추적 문제해결을 저해할 가능성마저 발견할 수 있었다. 그런데 선행의 여러 연구들도 다이아그램의 正的 效果를 발견하지 못하고 있다(Gick & Holyoak, 1983; Gick, 1989). Gick 과 Holyoak (1983)은 일련의 연구에서 공통적인 기저의 원리를 말하는 진술문을 추가시키는 것이나 그러한 원리를 다이아그램으로 제시하는 것이 더 이상 유용하지 못함을 발견하고 있다. 그리고 Gick (1989)는 “다이아그램을 생각해 보라”란 힌트를 주었는데는 전이는 촉진되지 못함을 발견하고 있다. 그리고 이 연구자는 기반과제를 몇개로 하느냐에 따라 다이아그램의 효과는 달라짐도 발견하였다. 본 연구의 결과와 이들 선행연구의 결과들은 다이아그램이 전이 촉진을 하는데는 제한적임을 보여주고 있다. 그리고 적어도 기반문제가 한개 뿐일 때는 피험자들이 해결원리를 개념적으로 이해하고 구조적이고 추상적인 수준에서 부호화 하는데 제한적임을 말해 준다. 그러나 피험자들이 부호화 때 다이아그램을 어떻게 이용하고 있는지 또는 동일한 다이아그램을 표적과제에서도 같이 제시한다면 전이효과는 어떻게 될지와 같은 이슈 등은 계속 연구해 볼 가치가 있을 것 같이 보인다.

## 실 험 2

본 실험에서는 기반문제를 하나가 아니라 두개를 이용하였다. 사용한 두개의 문제는 실험 1에서 사용한 ‘어느 장군의 문제’와 ‘유전의 화재 문제’라는 두가지 문제였다. 그리고 표적과제로

는 실험 1의 방사선 문제와는 달리 전구를 수리하는 ‘실험실 문제’를 이용하였다.

이러한 과제를 이용하여 본 실험에서는 첫째로, 두가지 문제를 이용하므로서 기반문제에 대한 원학습(original learning)의 양을 증가시켜 보았다. 둘째로, 두개의 기반과제가 각기 가지고 있는 해결방법이 표적문제의 해결에 적절한 것과 부적절한 것으로 조작하여 전이효과의 방향을 검증해 보려고 하였고, 그리고 마지막으로 기반문제에 대한 정위과제를 단순히 읽게 하거나, 두가지 해결방법을 비교하고 공통적인 원리를 말하게 하는 등으로 다르게 하였다. 그리고 해결원리를 나타내는 다이아그램 등을 이용하여 기반문제에 대한 개념적 이해의 정도를 조작해 보고자 하였다. 그리고 원학습의 정도나 개념적 이해의 수준은 유추적 전이의 중요한 전이 조건이 되리라 예측해 보았다. 왜냐하면 어떤 문제를 일회만 학습하거나 해결해 보는 것과 몇번 계속해 봄에 따라 원학습의 정도는 달라질 것이며 그리고 원학습이 다른 과제에 전이되려면 우선 원학습의 정도가 전이가 일어나기에 충분해야 할 것이기 때문이다(Singley & Anderson, 1989). 개념적 이해와 유추적 문제해결의 관계는 실험 1의 논리와 동일할 것이다.

## 방 법

**피험자.** 계명대학교 재학생 86명을 실험대상으로 하였다. 이들의 모집단은 실험 1의 경우와 대동소이하다. 그리고 자진 서명하여 실험에 참가한 절차도 실험 1과 비슷하며 이들은 무선적인 방법으로 6개 집단에 배정되었다.

**설계와 과제.** 실험의 설계는 6개 집단으로 이루어 지는데 이들 모두는 두개의 기반 문제를 학습하는 국면과 하나의 표적문제를 스스로 해결하는 두가지의 국면으로 이루어져 있다. 이미 언급해 둔 바와 같이 기반문제에는 ‘어느 장군의 문제’와 ‘유전의 화재 문제’의 두가지를 이용하였다. 어느 장군의 문제의 어간과 이에 대한 터널

식과 분산-공격식의 두가지 해결 방법은 실험 1에서 사용한 것과 동일하다. 유전의 화재 문제는 <부록 3>에 있는 바와 같은데 이것은 Gick과 Holyoak(1980)이 사용한 바 있다. 유전의 문제의 (가) 부분은 문제의 어간으로서 문제를 진술하고 있고 그리고 (나)는 해결방법을 기술하고 있다. 이들 중 (나-1)은 사람들이 각기 조그마한 호스를 가지고 불 주위에 둘러 선 다음 양사방에서 동시에 소화용액을 뿜어내게 하여 진화하는 방법으로 이는 '분산식'이라 부를 수 있을 것 같다. 그리고 이는 어느 장군의 문제의 분산-공격식 해결법과 비슷하다. 그리고 (나-2)는 조그마한 호스들을 한데 묶은 다음 동시에 소화용액을 뿜어내게 하는 방법인데 이는 어느장군의 문제의 터널식과 비슷하기 때문에 여기서도 '터널식'이라 부르기로 한다. 표적문제로는 <부록 4>에 있는 바와 같은 '실험실 문제'를 이용하였다. 이 문제는 높은 강도의 레이저 광선을 이용하여 값 비싼 특수 목적의 전구의 필라멘트를 녹여서 다시 불게 수리하는 것이다. 그러나 레이저 광선이 한꺼번에 아주 강하게 통과하면 통과 주변에 있는 전구의 유리가 녹아 버리는 구속조건이 있다.

**절차.** 여섯 개의 실험집단 모두는 기반문제를 수행하는 것과 표적문제를 해결하는 두가지 국면에 따라 실험을 진행하였다. 그리고 실제의 실험 실시는 3-4명 정도의 소집단을 만들어 진행하였다. 여섯 개의 실험 집단들은 두가지 기반문제에서 문제 어간과 더불어 같이 제시하는 문제해결의 방법을 다르게 하는 것과 정위과제를 변동시켜 보는 데에 따라 조작을 달리하였다. 이미 언급해 둔 바와 같이 어느 장군의 문제에서는 분산-공격식 해결 방법과 터널식 해결 방법의 두가지가 있다. 그리고 유전의 화재 문제는 분산식과 터널식 해결 방법의 두가지 수준으로 조작하였다. 그리고 피험자에 대한 과제지시로는 제시된 기반문제 하나는 단순히 읽고 요약해 보게 하고 다른 하나는 해결방법을 만들어 보게 하는 것과 두개의 기반문제의 해결방법을 비교하여

공통적인 원리를 적어보게 하는 것 등으로 하였다. 집단별 조작의 내용을 보다 구체적으로 보면 다음과 같다.

통계 집단 A에게는 어느 장군의 문제와 유전의 화재 문제라는 두개 기반문제에서 해결책을 제시하지 않고 문제 어간만을 제시한 다음 각기의 내용을 기억해 보게 하였다. 실험집단 B에게는 어느 장군의 문제는 어간과 더불어 분산-공격식 해결방법을 같이 제시한 다음 이를 요약해 보게 하고, 그리고 유전의 화재문제는 문제어간만 제시하고 가능한 해결방법을 많이 적어보게 하였다. 실험집단 C는 어느장군의 문제에서 분산-공격식 해결방법이 아니라 터널식 해결방법을 포함시킨 것 이외는 모든 것이 집단 B와 동일하게 하였다. 그리고 실험집단 D는 집단 B와 마찬가지로 분산-공격식 해결방법을 포함하고 있는 어느 장군의 문제에도 해결원리를 나타내는 다이어그램을 같이 제시한 것 이외는 모든 것이 집단 B와 동일 하였다. 다이어그램은 실험 1에서와 동일한 것을 이용하였다. 실험집단 E와 실험집단 F는 제시한 두가지 기반문제의 해결방법을 비교해 보고 공통적인 원리를 써보게 했다는 점에서 동일하다. 그러나 집단 E에게는 어느 장군의 문제에 대하여서는 분산-공격식 해결법을 그리고 유전의 화재 문제에 대하여서는 터널식 해결법을 제시한 반면 집단 F에게는 각기에 대하여 분산-공격식 해결법과 분산식 해결법을 포함시켰다는 점에서 둘은 서로 다르다.

기반문제를 수행하는데는 약 12분 그리고 실험실 문제(즉 표적문제)에는 약 13분이 소요하였다. 실험실 문제에 대한 지시는 '방사선 문제'에서와 마찬가지로 가능한 대로 많은 해결책을 적어보도록 하였다. 그리고 어떠한 집단에게도 표적과제를 제시할 때나 그 이후 어디서도 기반문제가 현재의 과제를 해결하는데 도움이 될 수도 있다는 식의 힌트를 주지 아니하였다. 실험이 종료한 다음 별도의 설문지를 실시하여 표적문제에 대한 해답을 이전에 알고 있었는지 또는 본 실험의 목적이 무엇이라고 생각했는지 등에

대하여 알아 보았다.

## 결 과

표적과제로 사용한 '실험실 문제'에 대한 정확한 해결방법은 어느 장군의 문제를 분산-공격식으로 해결하는 것이나 또는 유전의 화재 문제를 분산식으로 해결하는 것을 유추적으로 문제해결 하면 가능해진다. 다시 말하면 그것은 전구의 양사방에서 낮은 강도의 레이저 광선을 쏘아 필라멘트에 동시에 수렴시켜 충분히 높은 강도의 레이저 광선이 되게 하여 전구를 수리하는 방법일 것이다. 이러한 해결책은 해결방법의 구조적 원리로 보면 어느 장군의 문제나 유전의 화재 문제의 분산-공격식 해결방법과 동일하다.

피험자들이 제시한 해결방법수를 집단별 평균치로 집단 A에서 F까지 차례대로 보면 5.07, 5.14, 3.41, 4.21, 4.62, 및 3.50이었으며 이들의 전체 평균수는 4.34개였다. 이들을 변량분석해 본 결과에는 어느 집단 사이에도 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 그리고 집단 A에서 집단 F의 순서대로 정확한 유추적 문제해결을 한 정확해결 백분율은 각기 23%, 42%, 16%, 50%, 43% 및 41%였다.

이들 중 실험 모집단이 매우 유사하다는 이유로 실험 1의 결과와 비교해 볼 수 있는 것은 특히 집단 D와 실험 1의 집단 E일 것이다. 실험 1의 집단 E는 어느 장군의 문제라는 기반 문제에 대하여 분산-공격식 해결법에다 이를 그림으로 나타내는 다이어그램을 같이 제시하고 있다. 그리고 이를 요약케 하였으며 표적과제를 수행할 때 어떠한 힌트도 받지 아니하였다. 반면에 실험 2의 집단 D는 어느장군의 문제에 대하여서는 동일한 처치를 하였으며 표적과제 수행때 역시 어떠한 힌트도 받지 아니하였다. 그러나 실험 2의 집단 D는 표적과제를 받기 전에 유전의 화재 문제에 대하여 해결책을 생성해 보는 추가적인 경험을 하였다. 실험 1의 집단 E의 정확백분율은 8%이고 실험 2의 집단 D의 것은 50%였다. 이들의 차이는  $F(1,24) = 5.12, MSe = 0.24, p < .05$ 로서

통계적으로 유의하였다. 다시 말하면 기반문제에 대한 원학습의 양을 증가시키는 것은 성공적인 유추적 문제해결에 중요한 조건임을 알 수 있다. 그리고 실험 2의 모든 집단들은 표적과제를 해결할 때 기반문제와 관련한 어떠한 힌트도 받지 아니하였다. 그리고 이들은 실험 1의 집단 E보다는 모두 이런 저런 학습을 추가로 한 셈이다. 실험 2의 정확반응 백분율의 평균이 35%인 반면 실험 1의 집단 E의 평균백분율은 8%에 지나지 않음도 원학습의 중요성을 시사해 주는 것 같이 보인다.

다음으로 문제해결의 원리를 나타내는 다이어그램이 개념적 이해를 증가시키고 이에 따라 유추적 전이가 어떻게 영향을 받는지를 알아보기 위해서는 집단 B와 집단 D를 비교해 볼 수 있다. 이들 각 집단의 유추적 문제해결 성공백분율은 각기 42%와 50%로서 이들의 차이는 통계적으로 유의한 것이 아니었다. 이러한 결과는 실험 1에서와 동일하다. 그리고 기반문제의 해결책이 표적문제를 해결할 때 적절한 것일 때와 부적절한 것일 때의 효과를 검증하기 위해서는 집단 B와 집단 C를 비교해 볼 수 있을 것이다. 이들 각기의 정확해결 백분율은 42%와 16%였으며 이들 차이는  $F(1,24) = 3.10, MSe = 0.19, p < .09$ 로서 다소간 주변적이지만 역시 통계적으로 유의하였다. 사실 집단 C의 16%는 통제집단의 정확반응 백분율인 23%보다도 7%나 뒤진다는 사실도 주목해 볼만하다. 이들은 유추적 문제해결이 상당히 분명하게 일어나고 있음을 보여주는 셈이다. 다시 말하면 적절한 선행지식은 정적전이를 일으키지만 부적절한 것은 부적인 유추적 전이를 결과하고 있음을 알 수 있다. 마찬가지로 차원에서 집단 E와 F를 비교해 볼 수도 있다. 이들은 집단 B 및 C와는 달리 두가지 기반문제 모두에 대하여 해결방법이 제시되었다. 집단 E와 F의 정확해결 백분율은 각기 43%와 41%로서 이들 차이는 통계적으로 유의하지 아니하였다. 그리고 적절한 해결방법을 가지고 있는 두개의 기반문제들의 해결방법을 비교하여 공통적인 원리를 말하게한 집단 F와 이들 두가지

기본문제들을 단순히 기억해 보도록 한 집단 A의 정확해결 평균은 각기 41%와 23%로서 이러한 차이는  $F(1,25)=3.41, MS_e=0.22, p < .08$ 로서 주변적으로만 통계적으로 유의하였다. 이것은 단순한 기억보다는 요약정리하는 것이 규칙을 추상화 하는데 보다 효과적임을 말해준다.

## 논 의

실험자료의 분석을 통하여 얻을 수 있었던 결과들은 크게 보아 세가지로 정리해 볼 수 있는데 이들을 차례대로 논의해 보기로 한다. 첫째, 기본문제에 대한 원학습의 정도를 증가시키는 것은 유추적 문제해결에 정적인 효과를 미친다. 만약에 훈련과제와 전이과제가 구조적으로 동일한 문제해결 반응을 요구한다면 훈련과제에 대한 시초의 원학습의 양을 증가시키면 정적 전이가 증가하리란 기대는 쉽게 할 수가 있다 (Ellis, 1965). 그럼에도 불구하고 원학습의 전이 효과를 실증해 주고 있는 연구는 찾아보기 쉽지가 않다. 예컨대 Reed, Dempster, 및 Ettinger(1985)는 피험자들에게 대수 문제 하나를 잠시동안 해결해 보는 경험을 하게 한 다음 기본문제와 유사한 전이과제에서 전이 효과를 발견하지 못하고 있다. 이러한 연구에서 전이가 일어날 수 있을 만큼 시초의 원학습이 이루어졌는지는 분명하지 아니하다. 본 연구의 집단 D는 기본문제와 표적문제의 수행사이에 기본문제와 구조적으로 보면 동일한 방식으로 해결할 수 있으며 따라서 표적문제의 정확해결과 비슷한 또 다른 문제를 해결해 보았다. 이러한 추가의 학습경험에서 어떠한 학습이 추가되었는지는 분명하지 않다. 그러나 해결방법이 구조적으로 보아 동일하기 때문에 문제의 목표나 처리 방식이 유사하다는 것을 경험했을 수도 있고 이것이 전이를 촉진시켰다고 볼 수도 있을 것이다(Gick & Holyoak, 1987). 원학습이 확실하게 일어나야 이 때 비로서 전이는 가능할 수 있기 때문에 원학습의 정도는 전이의 선결조건이라 말할 수 있다(Singley & And-

erson, 1989). 그러므로 전형적으로 유추에 대한 실험실 연구는 일회 학습을 시키고 있는데 이것이 자발적 전이수준이 낮게하는 원인이 되리란 짐작은 충분히 해 볼 수 있다. 예컨대 Reed 등(1974)은 기본 문제에 대한 학습시행을 증가시킬 때 전이 수준이 얼마간 향상됨을 발견하고 있다.

두번째로, 실험 1에서와 마찬가지로, 기본문제가 포함하고 있는 해결방법에 따라 전이과제에서의 문제해결은 크게 영향을 받음을 알 수 있다. 보다 구체적으로 보면 기본문제의 해결구조가 분산-공격적인 것이면 표적문제의 해결에 적절하며 따라서 정적인 유추적 전이의 가능성은 커지지만, 만약 해결구조가 터널식이면 유추적 전이는 부적인 방향임을 알 수 있다. 그리고 정확 반응 이외 피험자들이 생성해 낸 기타 반응들을 분석해 본 결과도 기본문제의 해결구조에 크게 영향 받고 있음을 보여 주었다. 이러한 것은 실험 1에서와 동일하며 바로 유추적 문제 해결을 실증적으로 예시하는 것이 될 것이다.

마지막은 기본문제를 해결 원리와 함께 이의 해결 구조를 보여주는 다이어그램을 같이 제시하더라도 전이과제의 수행을 향상시키지는 못하였다. 실험자는 이러한 다이어그램을 기본문제와 그에 대한 해결방법의 진술과 더불어 제시하면 피험자의 개념적 이해를 증진시키고 그러한 결과로 유추적 문제해결을 촉진시키리라고 가설하였지만 얻은 결과는 그것을 지지해 주지 아니하였다. 다이어그램은 바로 문제 해결의 원리 구조를 보여주는 것이기 때문에 다이어그램이 가지고 있는 의미를 바르게 이해하고 표상에서 이용했다면 개념적 이해가 증진되고 유추전이 촉진되는 것은 분명할 것이다. 이로 보면 피험자들은 다이어그램에 대한 이해노력을 기울이지 않았다고 볼 수 있을 것 같다. 이러한 결과는 실험 1에서도 얻을 수 있었다. 그러나 실험 1에서는 1개의 기본문제를 이용하였고 그리고 실험 2에서는 두 개의 기본 문제를 이용하면서 그중 하나에 다이어그램을 같이 제시한 차이는 있다. 두개 기본

## 실 험 3

문제 모두에 다이어그램을 제시한다면 Gick 과 Holyoak(1983)이 얻은 결과와 비슷하게 나올 지도 모를 것이다. 이들은 다이어그램 요약은 두개의 보기를 수반해야 효과적이라 말한다. 어떻게 해결 구조를 나타내는 다이어그램이 별로 효과적이지 아니란 결과와 더불어 지시(정위과제)에 따른 효과도 주목해 볼 만하다. 보다 구체적으로 말하면 두개의 기반문제 각기를 단순히 기억해 보게 한 집단과 이들의 내용을 요약,정리해 보게 한 집단은 정확해결 백분율이 각기 23%와 42%로서 비록 주변적인 것이기는 하지만 통계적으로 유의하였다. 이것은 내용을 단순히 기억해 보도록 하는 것 보다는 기반문제의 내용을 요약하여 정리해 보는 것이 개념적 이해를 증진시키며 이것은 결국 유추적 문제해결을 보다 성공적이게 만든다는 것을 의미할 것이다. 개념적 이해를 증진시키면 그것이 유추적 전이로 반영되리라 기대하는 것은 논리적이며(Weisberg, Dicamillo & Phillips, 1978) 본 실험의 결과는 이러한 예측을 지지해 주는 셈이다. 이제 해결 구조를 보여 주는 다이어그램에 대한 부정적인 결과와 지시에 따른 효과를 같이 놓고 음미해 보면 피험자들은 다이어그램 등과 같이 개념적 이해를 촉진시킬 수도 있는 학습 재료들을 구조적으로 접근하여 보다 일반적인 規則을 추상화시키지 못하고 여전히 표면적이고 構文的인 접근 수준에 머물고 있는 것 같이 보인다. 다이어그램을 이용하는 것과 같은 부호화 조건은 훈련과제가 전이 과제와 함께 공여하고 있는 구조적 측면과 원리에 따라 표상하는데 영향을 미침은 분명할 것이다(Gick & Holyoak, 1987). 초보자와 전문가의 차이 특징에서 본다면(King-Johnson, 1992; Novick, 1988; Chi, Feltoovich & Glaser, 1981) 적어도 본 연구의 피험자들은 초보자의 특징을 그대로 가지고 있는 셈이며 그리고 능력수준에 따른 차이 특징에서 본다면(Siver, 1981) 일반적인 해결규칙을 추상화 하는데 어려움을 갖고 있는 다소간 낮은 능력수준집단의 특징을 가지고 있는 셈이다.

본 실험에서는 서술형의 수학문제를 이용하였다. 앞의 두 실험에서는 개념적 이해의 정도를 반응구조를 나타내는 다이어그램이나 어문적 지시를 통하여 조작하였다. 그러나 본 실험에서는 수학문제의 보기풀이의 정교한 정도를 달리해보므로서 개념적 이해의 정도를 조작하여 이것이 다른 대등하거나 유사한 표적문제의 해결에 어떻게 유추적으로 전이되는 지를 검증코저 하였다. 다시 말하면 이전의 두 실험에서는 領域間轉移를 다루는데 반하여 여기서는 수학문제라는 領域內轉移를 다루었다. 그러나 제기한 연구의 목적은 앞의 두 실험과 대동소이하다. 영역간 전이문제에서는 기반문제와 표적문제의 표면적인 내용은 완전히 다르지만, 영역내 전이에서 이용하는 문제에서는 많은 개념들이 공통적이며 또한 문제해결의 목적이나 처리방식 같은 것들이 유사한 것이 특징이다. 모범풀이가 있는 기반의 수학문제는 기본적 등식을 요구하는 것으로서 거기에는 등식의 구조를 다소간 수정한 여러가지의 변형문제들을 만들어 낼 수 있는 것이었다. 그리고 표적의 전이문제는 기반문제와 구조적으로 대등한 것과 유사한 것, 그리고 표면적 내용이 동일한 것과 상이한 것을 조합시켜 만들었다. 그러므로서 개념적 이해가 전이과제의 성질에 따라 어떻게 달라지는 지를 알아 보고저 하였다. 그리고 기반문제와 같이 제시한 모범풀이의 내용을 달리하는 것으로 개념적 이해의 수준을 조작해 보고저 하였다. 모범풀이는 단순히 계산절차만 제시하는 것, 계산절차에다 원리를 부연시키는 것, 그리고 계산절차와 원리에다 해결구조를 나타내는 다이어그램을 같이 제시하는 세가지로 조작하였다.

### 방 법

**피험자.** 계명대학교에 재학중인 자연계열 1학년 학생중에서 실험에 자발적으로 참가한 85명을 대상으로 하였다. 이들은 7개의 실험조

건에 우선적으로 배정되었으며 실험참가에 대하여 특별한 보상을 제공하지는 아니하였다.

**설계와 과제.** 여섯 개의 실험집단 모두에게는 모범풀이가 있는 '거리'문제 1개와 (문제 1) 거기에 관련 되어 있는 4개의 수학문제(문제 2-5) 그리고 역시 모범풀이가 있는 '혼합물'문제 1개와 (문제 6) 거기에 관련되어 있는 4개의 수학문제를(문제 7-10) 제시하였다. 다만 실험 집단들은 실험조건에 따라 모범풀이의 구체적인 내용이 다르도록 조작하였다.

모범풀이는 계산절차만의 것(계산절차), 풀이설명에다 계산절차를 진술하고 있는 것(설명과 계산절차), 및 풀이설명에다 이의 그림해설과 함께 계산절차를 진술하고 있는 것(그림 설명과 계산절차)의 세가지 인데 구체적인 내용은 <부록 5>에 있는 바와 같다. 거기에 있는 (가)는 계산절차 풀이, (나)는 설명과 계산절차풀이 그리고 (다)는 그림설명과 계산절차 풀이이다. 그리고 <부록 6>은 문제 2-4 및 문제 7-10을 보여주고 있다. 표적문제로 이용한 이들 문제 2-4 및 문제 7-10의 내용은 표면적인 제재 내용과 해결유형(해결구조의) 두가지 차원을 조합시켜 만들었다. 여기에서 '표면적인 제재 내용'이라 함은 기반 문제인 문제 1의 "거리=시간 × 속도" 또는 다른 기반문제인 문제 6의 혼합물 문제와 표면적인 내용이 같은 종류를 이용하는 것과(동일조건), 그것이 다른 것을 이용한 것의(상이 조건) 두가지로 하였다. 보다 구체적으로 보면 거리문제인 문제 1의 상이한 표면적인 제재내용은 임금문제를 이용하였고, 그리고 혼합물 문제인 문제 6의 상이한 표면적인 제재내용으로는 야구팀의 타율 문제를 사용하였다. 그리고 문제해결의 유형, 즉 해결구조 변인은 대등한 것과(대등조건) 유사한 것의(유사조건) 두가지로 조작하였다. 여기서 문제해결 유형이 대등하다 함은 기본문제에서 사용하는 것과 마찬가지로 형식의 계산 등식을 사용할 뿐만 아니라 구하려는 미지항도 같으며 다만 대입되는 수치만이 다른 것을 말한다. 그리고 문제해결 유형이 유사하다 함은 기본문제에서

사용하는 계산등식과 비슷하기는 하지만 이들 등식을 다소간 수정하여 사용해야 하며 그리고 대입되는 수치 뿐만 아니라 구하려는 미지항도 다른 것을 말한다.

**절차.** 실험집단은 문제 1과 문제 6과 함께 제시한 모범풀이의 유형과 이들 문제에 수반하는 문제 2-5 및 문제 7-10을 해결할 때 앞서 학습한 문제 1 및 6의 모범풀이를 다시 참고해도 되는 조건과 참고 할 수 없는 조건의 두가지 지시에 따라 상이한 처치를 받았다. 이미 언급해 둔바와 같이 모범풀이의 유형에는 '계산절차', '설명과 계산절차', 및 '그림 설명과 계산절차'의 세가지가 있으며 그리고 지시조건에는 모범문제의 '참고허용'과 '참고 불허'의 두가지로 조작하였다.

보다 구체적으로 보면 통제집단 A에게는 모범풀이를 제시하지 아니하고 그냥 다른 나머지 문제와 마찬가지로 문제 1이나 문제 6도 모범풀이 없이 스스로 풀어보게 하였다. 실험집단 B와 집단 E에게는 계산절차의 모범 풀이를, 집단 C와 집단 F에게는 설명과 계산절차의 모범풀이를, 그리고 실험 집단 D와 집단 G에게는 그림설명과 계산절차의 모범풀이를 제시하였다. 그리고 집단 B, 집단 C, 및 집단 D에게는 문제 1과 문제 6의 모범풀이를 표적문제가 되는 문제 2-5 및 문제 7-10을 풀때 되돌아 와서 참고하지 못하도록 덮어두게 하였다(참고 불허 조건). 반면에 집단 E, 집단 F, 및 집단 G에게는 표적문제를 푸는 도중 필요하면 언제나 모범풀이를 참고해 보아도 좋다고 지시하였다(참고 허용 조건).

모든 집단에 공통적으로 기반문제인 문제 1을 학습하는데 약 5분을 주었다. 그런 다음 문제 2-5를 차례대로 각기 약 5분 동안에 걸쳐 풀어가게 하였다. 다음으로 똑 같은 방법으로 또 다른 기반문제인 문제 6과 이에 이어 제시되는 표적문제인 문제 7-10을 풀어가게 하였다. 그러나 문제 2-5 그리고 문제 7-10은 각기 제시 순서를 평형되게 하여(counter-balanced) 제시 순서의 효과가 작용하지 아니하게 하였다. 실험 수행은 5-6명 정도의 소집단을 만들어 하였다.

그리고 실험이 끝난 다음에는 설문지를 실시하여 모범풀이가 나머지 문제를 푸는데 얼마나 도움이 되었으며 그리고 모범풀이 문제와 나머지 문제는 서로 관련이 있다는 생각을 가졌는지 등을 물어 보았다.

### 결 과

문제에 대한 풀이가 정확하고 올바른 계산과정을 보여주는 등식이 있는 경우만을 정답으로 채점하여 분석해 보았다. 이 말은 단순히 정답만이 주어져 있거나 등식의 구조는 옳더라도 대입이나 계산이 잘못된 것등은 오답으로 처리했다는 것을 의미한다. 집단 A에서 집단 G별 그리고 표적문제별 정답 백분율을 보여주고 있는 것이 <표 1>이다(문제 5는 기반문제와 제재 내용은 상이하지만 문제해결 유형은 유사한 것이었다. 그러나 이 문제는 인쇄 잘못으로 문제 진술중 한 문장이 빠져 버려 바른 결과를 얻을 수 없게 되었기 때문에 결과의 분석에서는 제외시켰다).

표적문제들은, 이미 잠시 설명해 둔바 있지만, 표적문제의 제재내용과 해결유형의 두가지 차원에서 조작하여 만들었다. 보다 구체적으로 보면 문제 2는 표면적인 제재내용 동일 - 해결유형 대등, 문제 3은 제재내용 동일 - 해결내용 유사, 문제 4는 제재내용 상이 - 해결유형 대등, 문제 7은 제재내용 동일 - 해결유형 대등, 문제

8은 제재내용 동일 - 해결내용 유사, 문제 9는 제재내용 상이 - 해결유형 대등, 그리고 문제 10은 제재내용 상이 - 해결유형 유사의 문제들이다. 이들 문제별로 정답 백분율을 정리해 보면 <표 1>과 같다.

먼저 모범풀이를 제시하는 것을 제시하지 아니하는 조건과 비교해 보면 유추적 문제해결에 모범풀이의 제시여부에 따라 효과가 있는지를 알 수 있을 것이다. 집단 A에게는 모범풀이를 제시하지 아니하였고 나머지 모든 집단에게는 비록 모범풀이의 유형은 세가지로 다를 수 있지만 어떠한 모두 문제진술에 이어 모범풀이를 같이 제시하였다. ANOVA 분석의 결과는 우리가 충분히 예상할 수 있는 바와 같이 집단 A는 모든 표적문제에 걸쳐 그리고 모든 다른 집단 보다 통계적으로 유의한 차이로 정확수행 수준이 낮았다. 보다 구체적으로 보면 문제 2, 3, 4, 7, 8, 9 및 10을 병합한 것의 정확해결수를 종속척도로 하여 집단간 차이를 ANOVA한 결과는 통제집단 A와 집단 B는  $F(1,28) = 23.73$ ,  $MSe = 3.37$ ,  $p < .05$ , 통제집단 A와 집단 C는  $F(1,27) = 44.85$ ,  $MSe = 2.24$ ,  $p < .05$ , 통제집단 A와 집단 D는  $F(1,26) = 25.36$ ,  $MSe = 2.34$ ,  $p < .05$ , 통제집단 A와 집단 E는  $F(1,26) = 68.56$ ,  $MSe = 1.84$ ,  $p < .05$ , 통제집단 A와 집단 F는  $F(1,25) = 22.62$ ,  $MSe = 2.07$ ,  $p < .05$ , 통제집단 A와 집단 G는  $F(1,26)$

<표 1> 문항별 정답백분율

문제	집단						
	A	B	C	D	E	F	G
2(제재동일-해결유형 대등)	11	61	83	63	81	80	90
3(제재동일-해결유형 유사)	00	53	50	36	72	50	45
4(제재상이-해결유형 대등)	05	61	25	36	63	20	54
7(제재동일-해결유형 대등)	11	69	83	63	72	70	72
8(제재동일-해결유형 유사)	11	53	75	27	72	20	21
9(제재상이-해결유형 대등)	00	38	50	63	63	50	72
10(제재상이-해결유형 유사)	05	38	58	54	54	30	45
평균 백분율	06	53	60	48	68	45	57



= 58.14,  $MSe = 1.50, p < .05$ ,로서 각기의 집단 차이는 통계적으로 유의한 것이었다. 이는 모범풀이의 제시가 선행지식의 전이에 의한 문제해결에 매우 효과적임을 의미하는 것이 된다.

그리고 표적문제를 푸는 동안 앞서 학습하였던 모범풀이를 참고할 수 있게 하느냐 또는 참고하지 못하게 하느냐를 말하는 참고허용 조건과 참고불허 조건의 효과를 분석하기 위하여서는 집단 (B+C+D)와 집단 (E+F+G)를 묶음하여 비교해 보았다. 표적문제 2, 3, 4, 7, 8, 9, 및 10별로 참고허용 조건 대 참고불허 조건의 정답 백분율은 69%대 83%, 46%대 55%, 40%대 45%, 71%대 71%, 51%대 38%, 50%대 61%, 그리고 50%대 43%였다. 그리고 7개 문제 전체를 통털어 보면 참고허용 조건의 정답백분율은 53%인 반면 참고불허 조건의 경우는 56%로서 차이가 아주 미세함을 알 수 있다. 따라서 쉽게 예상할 수 있지만 어떠한 차이검증에서도 허용조건과 불허조건 사이에는 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 참고허용대 참고 불허에 대한 분석은 제재내용의 동일-상이 또는 해결 유형의 대등-유사에 따라 별도로 분석해 보았을 때 두 조건간에는 유의한 차이를 발견할 수 없었다. 이러한 결과들은 본실험에서와 같은 수학문제의 해결에서는 풀이 방법에 대한 이해가 중요하지 기억요인이 유의하게 작용하는 것은 아님을 시사해 주는 것 같다.

마지막으로 모범풀이의 유형에 따른 효과를 분석하였다. 이들 분석에서는 집단 B와 집단 E를, 집단 C와 집단 F를, 그리고 집단 D와 집단 G를 각기 병합시킨 다음 통계적 검증을 가하였다. 이렇게 병합시킨다는 것은 참고허용 조건과 참고불허 조건을 합친 것이 된다. 그리고 집단 B와 집단 E는 모범풀이로 계산절차만 제시한 것이고, 집단 C와 집단 F는 설명과 계산절차를 그리고 집단 D와 집단 G는 그림설명과 계산절차를 제시하였다는 점에서 이들 세개의 병합집단은 서로 차이가 있다. 분석결과를 보면 문제 4와 문제 8에서 각기  $F(1,44) = 8.41, MSe = 0.21, p <$

$.01$  및  $F(1,44) = 6.27, MSe = 0.22, p < .05$ 로서 집단 B-E가 집단 D-G보다 통계적으로 유의하게 우수하였고 기타의 문제에 대한 세 집단의 ANOVA 분석은 모두 통계적으로 유의하지 아니하였다. 전체문제를 병산하여 집단 B-E, 집단 C-F, 및 집단 D-G의 정확반응 백분율의 평균치를 보면 각기 60%, 52%, 및 52%이다. 이들 집단간 차이는 근소한 것이지만 간단한 계산 절차만을 제시해 주고 있는 '계산절차'조건이 오히려 높다. 그리고 문제 4와 문제 8에서 집단 B-E와 집단 D-G의 정확반응 백분율은 각기 62%대 45%, 그리고 62%대 24%인데 이러한 결과는 다소간 놀라운 것이다. 문제 4와 문제 8에 대한 분석결과를 이러한 정확반응 백분율의 평균치와 같이 살펴보면 세가지의 모범풀이 중, 비록 반직관적이기는 하지만, 계산절차만의 것이 때로는 유의할 수 있을 만큼 오히려 효과적일 수도 있다는 것을 시사해 주는 것 같이 보인다.

## 논 의

영역내 전이문제를 다룬 본 실험에서 얻은 결과들은 세가지로 정리해 볼 수 있다. 첫째 유사한 연습문제에 대하여 모범풀이를 제시하는 것은 영역의 제재내용이나 문제해결의 구조가 같을 때는 물론이고 이들이 다소간 다르더라도 후속하는 문제의 해결수행에 크게 촉진시킨다. 둘째 보기 문제의 모범풀이를 계속하여 참고하게 하는 것과 참고하지 못하게 하는 것에는 차이가 없었다. 그리고 마지막으로 기반 문제가 되는 보기 문제의 모범풀이를 계산절차만 제시하는 것, 계산절차에다 해결원리를 같이 제시하는 것, 그리고 계산절차에다 해결원리를 제시할 뿐만 아니라 원리를 다이어그램으로 만들어 같이 제시하는 세가지 조건 사이에는 전반적으로 보아 유의한 차이가 없었다. 오히려 일부의 과제에서는 계산절차만 있는 모범풀이를 제시해 주는 것이 오히려 효과적인 경우도 있었다. 그리고 해결의 구조를 보여주는 다이어그램을 이용하는 것은 유추적 전이에 정적인 효과를 가지지 아니하였다.

보기문제에 대하여 모범풀이를 해 주면 효과적인 것은 우리가 쉽게 예상해 볼 수 있는 것이다. 더욱이 본 실험과제는 과제의 구조가 비교적 간단하고 보기문제에 이어 즉시적으로 수행케 하였다. 그리고 보기 문제 이전에 다른 어떤 설명이 주어진 것도 아님을 주목해 보면 얻은 결과는 오히려 당연한 것 같이 보이기도 한다. 이를 달리 생각해 보면 어떠한 유추적 전이에도 먼저 원학습이 충분한 수준 이상으로 이루어져야 함을 알 수 있다. 그리고 기타의 유추적 전이의 조건들은 원학습 조건이 충족된 다음의 문제일 것이다(Singley & Anderson, 1989). 그리고 표적문제를 풀려고 하는 동안 앞서 제시되었던 보기 문제에 대한 모범풀이를 필요한 경우 언제나 참고할 수 있게 하는 조건이나 반대로 참고할 수 없게 하는 조건 사이에도 유의한 차이가 없었다. 모범풀이의 해결 방법을 계속하여 기억해 가기가 어려울 수도 있기 때문에 참고를 허용하면 수행수준이 향상되리란 것이 일반적으로 기대할 수 있는 것이며 또한 이러한 가설을 지지하고 있는 연구들도 없지 아니하다(Reed, Dempster & Ettinger, 1985). 그러나 본 실험과제는 해결을 위한 반응의 구조가 비교적 복잡하지 아니하고 또한 기반 문제에 이어 대등하거나 유사한 문제를 3-4개만 풀이하는 것이었다. 이로 보면 얻은 결과는 이같은 표적과제에서는 수행이 기억요인 때문에 영향 받는 것이 아니라 모범풀이를 이해한 정도를 보다 더 반영함을 시사해 준다. 그리고 피험자들이 모범풀이를 이해한 수준이 전체 54%로 매우 낮음도 이러한 해석을 가능케 하고 있다. 아마도 이해해야 하는 내용이 매우 복잡하거나 또는 표적과제를 상당시간 동안 지연시켜 수행한다면 이러한 조건에서는 기억요인은 중요한 전이조건 중 하나가 될 수 있을지도 모른다. 다시 말하면 계속적인 참고여부의 효과는 학습자의 이해수준 및 과제의 구조 복잡성과 관련이 있는 것 같이 보인다.

또한 보기문제(기반문제)에 대한 모범풀이를 단순한 계산절차만으로 만든 것, 계산절차와 해

결원리로 만든 것, 그리고 계산절차와 해결원리에다 해결구조를 보여주는 다이어그램을 모두 이용하여 만든 것 사이에는 전체적으로 보아 전이과제의 수행수준에 변별적인 효과를 미치지 아니하였다. 세가지 조건중 마지막의 경우처럼 깊은 개념적 이해를 도모케 하면 수행수준은 증가하리란 것이 일반적인 기대일 것이지만 결과는 그렇지 못하였다. 이러한 결과는 선행연구들과 부분적으로는 일치되고 또한 부분적으로는 상치되고 있다. 예컨대 Reed, Dempster, & Ettinger(1985)는 정교한 모범풀이라도 해결등식을 수정해야 해결되는 문제를 푸는데는(이러한 문제는 본 실험의 '유사한' 문제에 해당된다) 유용한 가이드라인이 되지 못하고 대등한 문제에만 전이되는데 도움된다는 것을 발견하였다. Reed & Bolstad(1991)도 비슷한 결과를 얻고 있다. 본 실험에서 얻은 결과에 대하여서는 적어도 세가지 종류의 해석은 가능할 것 같다. 첫째, 피험자들이 암기식 학습전략에 익숙해 있기 때문일 수 있다. 이들에게는 계산공식을 익히고 수치를 대입해 넣는 것 이상이 필요하지 아니하는 경향이 있으며 이런 경우 모범풀이를 개념적 이해 수준에 따라 세가지로 조작하는 것은 별다른 의미가 없을 것이다. 만약 이러한 해석이 가능하다면 본 실험 대상자들의 이해 학습전략에 심각한 문제가 있음을 시사해 줄 것이다. 둘째, 피험자들의 이해능력 수준이 낮기 때문에 해결원리 설명이나 다이어그램을 이용하는 것이 별다른 효과가 없었을 수도 있다. 그리고 앞서의 첫번째 해석과 지금의 해석은 물론 떨어진 것이 아닐 가능성이 더 크다. 왜냐하면 기계적인 단순암기식의 방법으로 계산절차만에 관심을 가진다면 문제해결의 원리나 규칙을 추상화시켜 표상하리라 기대하기는 어렵기 때문이다. Silver(1981)는 높은 능력의 학생들은 수학문제에서 구조에 대한 정보를 재생하는 경향이 있지만 능력이 낮은 학생들은 커버스토리들(즉 표면적인 맥락정보)을 주로 기억하는 경향이 있음을 보고하고 있다. 그리고 Smiley, Dakley, Worthen,

Camprione, 및 Brown(1977)도 독자의 능력수준에 따라 이야기들을 구조적으로 중요한 단위들을 재생해 내는데 차이가 있음을 말하고 있다. 이러한 보고들은 본 실험에서 얻은 결과를 해석해 줄 수 있을 것 같이 보이기도 한다. 마지막으로 피험자들에게 개념적 이해수준을 높이기 위하여 해결원리나 해결구조를 나타내는 다이어그램을 제시해 주는 것과 이를 개념적 이해에 활용하는 것은 별개일 수 있다는 것이다. 이는 문제의 해결구조가 비교적 간단하기 때문일 수도 있고 피험자들의 동기수준이 낮은 것이 이유가 될 수도 있고, 그리고 그것을 효과적으로 이용할 줄 아는 능력이 결손되어 있기 때문일 수도 있을 것이다.

## 전 체 논 의

본 연구에서는 유추적 문제해결의 전이 조건을 다루었다. 크게 나누어 보면 다음과 같은 두 가지의 연구목적을 설정하고 세계의 실험을 수행해 보았다. 설정한 연구목적의 첫째는 유추적 문제해결의 현상을 실증적으로 증거해 보는 것이다. 이에는 힌트의 일반적 효과 및 제시 시점에 따른 차별적 효과를 분석하는 것 뿐만 아니라 기반 문제의 해결 방법을 표적과제에 적절한 것과 부적절한 것에 따른 전이효과를 음미하는 것 등이 포함된다. 그리고 두번째는 기반문제(즉 이전의 제재내용)에 대한 개념적 이해가 유추적 문제해결에 미치는 轉移效果를 분석하는 것이다. 그리고 수행해 본 세계의 실험중에서 실험 1과 실험 2는 領域間 轉移를 다루었고 실험 3은 領域內 轉移를 다루었다. 영역간 전이 문제는 기반 문제와 표적문제가 반응구조상으로는 같거나 유사할 수 있지만 표면적인 측면에서는 유사성이 거의 없다. 그러나 영역내 문제들은 서로 공유하는 개념들이 적지 아니하다. 따라서 이러한 과제는 '보기를 통한 학습'(learning by examples)이라 부르기도 한다(Singley & Anderson, 1989). 실험 1은 하나의 기반 문제를 그리고 실험 2는 두개의 기반문제를 이용하

였다는 점에서 서로는 차이가 있다. 이제 세계의 실험을 통하여 얻었던 결과와 이에 대한 각기의 논의들을 전체적으로 논의해 보기로 한다.

첫째로, 유추적 문제해결의 현상을 경험적으로 분명하게 예시해 볼 수 있었다. 이것은 보다 구체적으로는 다시 두가지로 나누어 볼 수 있다. 하나는 이전에 학습(훈련)한 기반문제가 현재의 문제해결에 적절할 수 있다는 힌트를 주는 것은 유추적 전이를 크게 향상시킨다는 것이다. 그러나 전이의 방향은 기반문제의 해결 구조가 표적 문제에 적절한가 아니면 부적절한가에 따라 다르다. 아무런 기반문제 없이 바로 표적문제를 해결했을 때 성공적인 문제해결 수준을 유추적 문제해결의 기저선 수준(baseline level)이라 한다면 이에 대한 본 연구의 결과는 약 8% 그리고 Gick 과 Holyoak(1980, 1983)은 약 10% 정도로 비슷하다. 이러한 결과는 유추적 문제해결에서 自發的 轉移가 어려움을 시사해 주는 것이다. 그러나 기반문제에 표출되었지만 이의 잠재적인 적절성에 대한 힌트가 없을 때 본 연구가 얻은 자발적 전이 수준은 역시 약 8% 수준에 머물고 있는데 대하여 선행연구들(Gick, 1989; Gick & Holyoak, 1983)은 약 30%를 보고하고 있는데 이러한 차이는 자발적인 유추적 문제해결 능력은 집단에 따라 상당히 다를 수 있음을 시사해 줄지도 모르겠다. 이러한 사색에 대한 연구는 아직은 이루어진바 없다. 그리고 두번째 것으로 기반문제가 포함하고 있는 해결방법의 구조적 특징이 표적문제를 해결하는데 적절한가에 따른 효과는 아주 분명 하였다. 그리고 그러한 구조적 적절성에 따라 전이의 방향이 결정된다. 예컨대, 이전의 문제에서 분산식 또는 터널식으로 접근했던 집단들은 표적문제를 해결할 때도 각기 그러한 방향에서 해결책을 탐색하는 경향을 보여 주었다. 이러한 결과는 선행연구들을 반복하는 것이며 유추적 문제해결이 일어나고 있음을 실증적으로 보여주는 셈이 된다.

둘째로, 이전 지식의 잠재적인 적절성에 대한 힌트를 표적과제를 시작할 때 제시하는 것이

나 표적과제의 해결 노력을 어지간히 마친 다음 제시하는 것 사이에는 전이효과에 차이가 없었다. 이것은 본 연구의 새로운 발견이라 생각된다. 얻은 결과는 본 연구와는 과제가 많이 다른 퍼즐문제를 이용한 Perfetto 등(1983)의 연구 결과와는 다르다. 이들은 힌트 없이 처음 전이 과제를 풀려고 노력할 때 훈련 때 습득한 지식을 자발적으로 활용하지 못했으면 힌트의 효과는 크게 감소된다고 말한다. 힌트의 제시 시점에 따른 효과는 과제구조의 반응 폭과 관계가 있을 것 같은 느낌을 가진다. Basok 과 Holyoak (1989)는 대수문제에서 물리학 문제에는 전이가 가능하나 거꾸로 방향의 전이는 일어나지 않음을 보여주고 있는데, 연구자들은 이것은 대수 학습에서는 보다 광범위한 맥락에 노출되기 때문이라 해석한다.

셋째로, 기반문제에 대한 原學習이 어느 수준 이상이어야 비로서 전이는 가능하며, 이러한 의미에서 보면 원학습의 정도는 유추적 전이의 必要條件이라 말할 수 있다. 이러한 결론은 기반문제를 두개 이용한 실험 2와 한 개를 이용한 실험 1의 효과 차이 및 모범풀이의 제시를 조작해 본 실험 3의 결과에서 내릴 수 있는 것이다. 우선 원학습이 확실하게 일어나야 잠재적인 전이가 일어날 수 있는데도(Singley & Anderson, 1989), 대부분의 선행연구들은 원학습의 정도 자체를 조작해 보지 아니하였다(Reed, Dempster, & Ettinger, 1985) 그러나 하노이 탑 문제와 같은 보다 인위적인 연구과제를 이용한 연구에서는 과제를 정의하고 있는 규칙을 경험하고 그래서 친근해 지면 수행이 향상된다는 연구들이 몇 편은 있다(Kotovsky, Hayes & Simon, 1985; Anzai & Simon, 1979). 그러나 Mandler(1962)는 반응경쟁이 있는 과제에서는 학습량을 증가시키는 초기단계에서는 부정적전이를 기대하고 있다.

마지막은, 기반문제에 대한 概念的 理解는 유추적 전이를 촉진시키지만, 개념적 이해를 도모하기 위하여 다이어그램을 사용하거나 또

는 모범풀이를 정교하게 제시하는 것과 같은 것의 효과는 제한적 일 수 있다. 여기에 대하여서는, 보다 구체적으로 보아, (i) 指示를 통한 定位課題의 효과, (ii) 해결구조를 보여주는 다이어그램의 효과, 및 (iii) 모범풀이의 精巧度(elaborateness)에 따른 효과로 나누어 볼 수 있다. 학습재료를 개념적으로 이해한다는 말은 해결의 원리나 구조에 따라 조직적으로 부호화 하는 것을 말하며(김영채, 박권생 및 박아청, 1992), 이의 개발조건으로는 중다활동, 해결규칙을 말하게 하는 것, 중다보기 제시, 유사성 찾아보기, 및 공통적인 목표찾아보기 등이 예시되기도 한다(Guberman & Greenfield, 1991). 그리고 초보자 보다는 전문지식을 가지고 있는 전문가 일수록 재료를 보다 쉽게 개념적으로 이해한다(Chi, Felto- vich, & Glaser, 1981). 그리고 개념적 이해는 Gentner(1980, 1983)의 체계성 원리(systematicity principle)이나 Reed & Bolstad(1991)의 구조작도 모형(structure-mapping model)등에 따라 추론해 보면 당연히 유추적 전이를 기대할 수 있을 것이다. 황혜남과 이영애(1993)는 문제해결의 하위의 목표구조가 같거나 유사한 문제간의 전이는 두 문제 표상들간의 作圖에 바탕을 두고 있다고 말한다. 첫째, 과제를 어떻게 처리하라는 지시에 따라 전이효과는 다르다. 예컨대 기반 문제를 단순히 기억하기 보다는 요약하여 정리하게 하는 것이 정적전이를 촉진시켰다. 이것은 요약정리란 처리가 해결 규칙을 추상화 하는데 보다 효과적임을 말한다(Gick & Holyoak, 1987). 둘째, 문제해결의 구조를 시각적으로 보여주는 다이어그램을 제시해 주는 것은 유추적 전이에 유의하게 도움되는 것은 아니었다. 이러한 결론을 뒷받침하는 증거들은 세가지 실험 모두에서 발견할 수 있었다. 다시 말하면 유사한 기반과제가 한 개일 때나 두 개일 때나(그러나 다이어그램은 여기서도 하나뿐임) 또는 수학문제와 같은 영역내 문제를 사용할 때나 어느 장군의 문제와 같은 영역간 문제를 이

용할 때도 다르지 아니하였다. 이러한 결과는 좀 의외이지만 대부분의 선행연구들의 결과도 대개 이와 비슷하다(Gick, 1989; Reed 과 Ettinger, 1987; Mayer, 1982; Reed & Bolstad, 1991). 다만 Gick 과 Holyoak(1983)은 다이어그램을 두 개의 이야기와 같이 제시하면 효과적임을 보여주고 있다. 세번째는 수학문제의 모범풀이를 단순히 계산절차만 보여주는 것, 원리설명에 다 계산절차를 같이 보여주는 것, 및 다이어그램을 같이 써서 원리 설명하고 거기다 계산절차를 같이 보여주는 것의 세가지 유형 간에는 효과 차이가 없었다. 다이어그램을 같이 제시하거나 또는 해결규칙을 나타내는 모범풀이를 제시하면 개념적 이해가 촉진되고 이러한 결과로 유추적 문제해결을 더 잘 성공하리란 기대는 합리적인 것 같다. 그러나 본 연구는 물론이고 몇가지 선행연구에서도 본 연구와 비슷한 결과를 얻고 있는 것을 보면(예컨대, Reed & Ettinger, 1987; Gick & Holyoak, 1987), 다이어그램이나 모범풀이를 효과적으로 사용하는 데는 어떤 선행 또는 제한 조건이 있을지 모른다는 추측을 해 볼 수 있을 것 같다. Gick (1989)는 여러가지 다이어그램이 해결 구조를 나타내는 정도가 다를 수 있으며 또한 어떻게 사용하느냐에 따라서도 효과가 다를 수 있음을 보여주고 있다. 그리고 '보기'가 학습을 어떻게 하여 도울 수 있는지에 대해서도 의견이 다르다(Reed, Ackinclose & Voss, 1990; Homa & Cultice, 1984). 예컨대, Gick 과 Holyoak(1983)은 다이어그램을 두 개의 기반문제와 같이 쓸 때만 전이가 촉진된다고 말하고, 그리고 Gick 과 Holyoak(1987)은 보기의 수나 다양성이 증가하면 정적전이가 증가함을 보여주고 있다. 그리고 Reed 와 Ettinger (1987)는 바른 등식을 만드는 훈련이 중요하다고 보고 도표 만들어 보기가 효과적임을 지적한다. 지금까지 개념적 이해와 관련하여 나누어 논의해 본 지시의 효과, 다이어그램 효과 및 정교한 모범풀이의 효과에 대한 것을 종합해 보면 개념적 이해는 중요하지만 그것이 쉽게 이루어 지는 것은 아니란 것을 알 수 있다. Reed,

Dempster, 및 Ettinger(1985)는 수학문제 풀이에서 오답한 것을 분석해 보고 학생들이 가장 어려움을 느끼는 것은 변인들 간의 관계를 제대로 구체화하지 못하는데 있다고 말한다. 이 말은 다시 바꾸면 학습내용을 주로 構文的으로 접근하여 구조의 규칙을 추상화 하는데 문제가 있다는 것이 된다. 이것은 초보자나 낮은 능력 수준 학습자의 특징이기도 하다. 개념적 이해 내지 일반적인 규칙 추상화를 제대로 하지 못하는 이유에 대하여서는 여러가지를 생각해 볼 수 있을 것이다. 예컨대, 학습자가 단순하고 기계적인 암기식 방법에 너무 익숙해 있어 개념적 이해를 위한 기능이 발달되지 못하고 있거나(김영채, 1990) 또는 낮은 능력수준과 관련된 것일 수도 있을 것이다(Silver, 1981). 어쨌든 간에 이러한 전이조건에 대한 연구결과들은 특히 교육이나 훈련에 광범위한 함의를 가지리란 사실은 분명한 것 같이 보인다.

## 참 고 문 헌

- 김영채 (1990). 학습과 사고의 전략. 서울: 교육과학사.
- 김영채, 박권생 및 박아청 (1992). 개념적 지식과 논리적 사고. 한국심리학회지: 실험 및 인지, 4, 140-164.
- 황혜남 과 이영애 (1993). 하위목표 유형에 따른 문제간 전이효과: 강 건너기 문제를 중심으로. 한국심리학회지: 실험 및 인지, 5, 244-260.
- Anzai, Y., & Simon, H.A.(1979). The theory of learning by doing. *Psychological Review*, 86, 124-140.
- Bassok, M. (1990). Transfer of domain-specific problem-solving procedures. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 16, 3, 522-533.
- Bassok, M., & Holyoak, K.J. (1989).

- Interdomain transfer between isomorphic topics in algebra and physics. *Journal of Educational Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 15, , 153-166.
- Boden, M. (1977). *Artificial intelligence and natural man*. New York: Basic Books.
- Brooks, L. (1978). Nonanalytic concept formation and memory for instances. In E. Rosch & B. Lloyd (Eds.), *The psychology of learning and motivation* (Vol.10). New York: Academic Press.
- Brown, A.L. (1989). Analogical learning and transfer: What develops? In S. Vosniadou & A. Ortony (Eds.), *Similarity and analogical reasoning*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Bruce, R.W. (1933). Conditions of transfer of training. *Journal of Experimental Psychology*, 16, 343-361.
- Catrambone, R., & Holyoak, K.J. (1989). Overcoming contextual limitations on problem-solving transfer. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*. 15, 6, 1147-1156.
- Cheng, P.W., Holyoak, K.J., Nisbett, R.E. & Oliver, L.M. (1986) Pragmatic versus syntactic approaches to training deductive reasoning. *Cognitive Psychology*, 18, 293-328.
- Chi, M.T.H., Feltovich, P.J., & Glaser, R. (1981). Categorization and representation of physics problems by experts and novices. *Cognitive Science*, 5, 121-152.
- Chi, M.T.H., Glaser, R., & Rees, E. (1982). Expertise in problem solving. In R.J. Sternberg(Ed.), *Advances in the psychology of human intelligence*(Vol.1). Hillsdale, N. J. : Erlbaum.
- Clement, J. (1982). Algebra word problem solutions: Thought processes underlying a common misconception. *Journal for Research in Mathematics Education*. 13, 16-30.
- Cormier, S.M., & Hagman, J.D. (1987). *Transfer of learning: Contemporary research and applications*. New York: Academic Press.
- Duncker, K. (1945). On problem solving. *Psychological Monographs*, 58(Whole No. 270).
- Ellis, H.C. (1965). *The transfer of learning*. New York: Macmillan.
- Eysenck, M.W., & Keane, M.T.(1990). *Cognitive Psychology*. Hillsdale, N. J. : Erlbaum.
- Gentner, D. (1980). *The structure of analogical models in science*. Cambridge, MA: Bolt Beranek and Newman, BBN Rrt No.4451.
- Gentner, D. (1982). Scientific analogies metaphors? In D. Miall(Ed.), *Metaphors: Problems and perspectives*. Brighton, England: Harester Press.
- Gentner, D. (1983). Structure-mapping: A theoretical framework for analogy. *Cognitive Science*, 7, 155-170.
- Gentner, D., & Gentner, D.R. (1980).

- Flowing waters or teeming crowds: Mental models of electricity. In D. Gentner & A. Stevens(Eds.), *Mental models*. Hillsdale, N. J. : Erlbaum.
- Gick, M.L. & Holyoak, K.J. (1987). The cognitive basis of knowledge transfer. In S.M. Cormier & J.D. Hagman (Eds.), *Transfer of learning: Contemporary research and its applications*. New York: Academic Press.
- Gick, M.L. (1985). The effect of a diagram retrieval cue on spontaneous analogical transfer. *Canadian Journal of Psychology*, 39, 460-466.
- Gick, M.L. (1986). Problem solving strategies. *Educational Psychologist*, 21, 99-120.
- Gick, M.L. (1989). Two functions of diagrams in problem solving by analogy. In H. Mandl & J.R. Levin (Eds.), *Knowledge acquisition from text and pictures*. Elsevier Science Publishers.
- Gick, M.L., & Holyoak, K.J. (1980). Analogical problem solving. *Cognitive Psychology*, 12, 306-355.
- Gick, M.L., & Holyoak, K.J. (1983). Schema induction and analogical transfer. *Cognitive Psychology*, 15, 1-38.
- Gick, M.L., & Holyoak, K.J. (1987). The cognitive basis of knowledge transfer. In S.M. Cormier & J.D. Hagman (Eds.), *Transfer of learning: Contemporary research and its applications*. New York: Academic Press.
- Guberman, S.R., & Greenfield, P.M. (1991). Learning and transfer in everyday cognition, *Cognitive Development*, 6, 233-260.
- Hayes, J.R., & Simon, H.A. (1977). Understanding written problem instructions. In L.W. Gregg(Ed.), *Knowledge and cognition*. Hillsdale, N. J. : Erlbaum.
- Holland, J.H., Holyoak, K.J., Nisbett, R.E., & Thagard, P.R. (1986). *Induction: Processes of inference, learning, and discovery*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Holyoak, K.J. (1980). Analogical thinking and human intelligence. In R.J. Sternberg(Ed.), *Advances in the psychology of human intelligence*. Hillsdale, N. J. : Erlbaum.
- Holyoak, K.J. (1985). The pragmatics of analogical transfer. In G.H. Bower(Ed.), *The psychology of learning and motivation*(Vol.9). New York: Academic Press.
- Homa, D., & Cultice, J. (1984). Role of feedback, category size, and stimulus distortion on the acquisition and utilization of ill-defined categories. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 10, 83-94.
- King-Johnson, D.A. (1992). Using analogies to form conceptual models to facilitate transfer. *Contemporary Educational Psychology*, 17, 1-7.
- Kintsch, W., & Van Dijk, T.A. (1978).

- Toward a model of text comprehension and production. *Psychological Review*, 85, 363-394.
- Kotovsky, K., Hayes, J.R., & Simon, H.A. (1985). Why are some problems hard? Evidence from tower of Hanoi. *Cognitive Psychology*, 17, 248-294.
- Mandler, G. (1962). From association to structure. *Psychological Review*, 69, 415-427.
- Mayer, R.E. (1981). Frequency norms and structural analyses of algebra story problems into families, categories, and templates. *Instructional Science*, 10, 135-175.
- Mayer, R.E. (1982). Memory for algebra story problems. *Journal of Educational Psychology*, 74, 199-216.
- McAndrews, M.P., & Moscovitch, M. (1985). Rule-based and exemplar-based classification in artificial grammar learning. *Memory and Cognition*, 13, 469-475.
- Miller, G.A. (1979). Images and models, similes and metaphors. In A. Ortony (Ed.), *Metaphor and thought*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Nitsch, K. (1977). Structuring decontextualized forms of knowledge. Unpublished doctoral dissertation, Vanderbilt University, Nashville, TN.
- Novick, L.R. (1988). Analogical transfer, problem similarity, and expertise. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 14, 3, 510-520.
- Oppenheimer, R. (1956). Analogy in science. Paper presented at the 63rd annual meeting of the APA. San Francisco.
- Pellegrino, J.W. (1985). Inductive reasoning ability. In R.J. Sternberg (Ed.), *Human abilities*. New York: Freeman.
- Perfetto, G.A., Bransford, J.D., & Franks, J.J. (1983). Constraints on access in a problem solving context. *Memory and Cognition*, 11, 24-31.
- Rass, B.H. (1987). This is like that: The use of earlier problems and the separation of similarity effects. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 13, 4, 629-639.
- Reed, S.K. (1987). A structure-mapping model for word problems. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 13, 1, 124-139.
- Reed, S.K., & Bolstad, C.A. (1991). Use of examples and procedures in problem solving. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 17, 4, 753-766.
- Reed, S.K., & Ettinger, M. (1987). Usefulness of tables for solving word problems. *Cognition and Instruction*, 4, 1, 43-59.
- Reed, S.K., Dempster, A., & Ettinger, M. (1985). Usefulness of analogous solutions algebra word problems. *Journal of Experimental*



- Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 1, 106-125.
- Reed, S.K., Ackinlose, C.C., & Voss, A.A. (1990). Selecting analogous problems: Similarity versus inclusiveness. *Memory and Cognition*, 18, 83-98.
- Reed, S.K., Ernst, G.W., & Banerji, R. (1974). The role of analogy in transfer between similar problem states. *Cognitive Psychology*, 6, 436-450.
- Ross, B.H. (1984). Reminders and their effects in learning a cognitive skill. *Cognitive Psychology*, 16, 371-416.
- Silver, E.A. (1981). Recall of mathematical information: Solving related problems. *Journal for Research in Mathematics Education*, 12, 54-64.
- Simon, H.A., & Reed, S.K. (1976). Modeling strategy shifts in a problem solving task. *Cognitive Psychology*, 8, 86-97.
- Singley, M.K., & Anderson, J.R. (1989). *The transfer of cognitive skill*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Smiley, S.S., Oakley, D.D., Worthen, D., Camprione, J.C., & Brown, A. L. (1977). Recall of the mathematically relevant material by adolescent good and poor readers as a function of written versus oral presentation. Urbana, Ill.: University of Illinois, Center for the Study of Reading.
- Stein, B.S. (1986). Constraints on spontaneous transfer in problem-solving tasks. *Memory & Cognition*, 14, 5, 432-441.
- Sternberg, R.J. (1977). Component processes in analogical reasoning. *Psychological Review*, 84, 353-378.
- Sternberg, R.J., & Nigro, G., (1980). Developmental patterns in the solution of verbal analogies. *Child Development*, 51, 27-38.
- Thorndyke, P.W. (1978). Knowledge transfer in learning from texts. In A.M. Lesgold & G.W. Pellegrino (Eds.), *Cognitive psychology and instruction*. New York: Plenum Press.
- Tversky, A. (1977). Features of similarity. *Psychological Review*, 84, 327-352.
- Weisberg, R., Di Camillo, M., & Phillips, D. (1978). Transferring old associations to new situations: A non-automatic process. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 17, 219-228.
- Zook, K.B. (1991). Effects of analogical processes on learning and misrepresentation. *Educational Psychology Review*, 3, 1, 41-72.

## 〈부록 1〉 ‘어느 장군의 문제’

(가)

어느 조그마한 나라가 독재자의 지배를 받고 있었다. 독재자는 강력한 요새 안에서 나라를 다스렸다. 요새는 나라의 중심부에 자리잡고 있어서 주위는 농장과 마을로 둘러 쌓여 있었다. 그런데 요새에서는, 수레바퀴의 살처럼, 밖으로 통하는 길이 많이 나 있었다. 이때 어떤 장군이 일어나 많은 군사를 일으켜 요새를 탈환하고 이 나라를 독재자로 부터 해방시키리라 맹세하였다. 장군은 모든 군대가 한꺼번에 요새를 공격하면 요새를 탈환할 수 있음을 알고 있었다. 장군의 군대는 모두 어느 한 길의 입구에 집결하여 쳐들어 갈 준비를 마쳤다. 그러나 그의 첩보원은 장군에게 달려와 실망스러운 보고를 하였다. 이 무자비한 독재자는 밖으로 향하는 길 하나 하나 마다의 밑바닥에다 폭발물을 장치해 둔 것이다. 그러나 독재자는 요새를 드나드는 군대나 노동자가 드나들 수 있게는 해야 할 필요가 있었기 때문에 함께 지나가는 사람이 몇사람 밖에 안되면 길은 안전하도록 해 두었다. 그러나 많은 사람이 한꺼번에 지나가면 폭발물은 터진다. 그렇게 되면, 길이 무너져 군대가 통과할 수 없을 뿐만 아니라 독재자는 이에 대한 보복으로 많은 마을들을 파괴해 버릴 것이

(나-1)

그러나 장군은 겁내지 아니하였다. 그는 모든 군대를 몇사람씩으로 나눈 다음 이들 각기를 길 하나 하나 마다의 입구에다 나누어 배치시켰다. 모두 준비가 되었을 때 장군은 신호를 보냈고 이에 따라 각 집단들은 각각 다른 길을 따라 요새로 향하여 진격해 갔다. 이리하여 여러 집단의 군대는 모두 폭발물 위를 안전하게 통과하였고 그런 다음 전체 군대는 한꺼번에 힘을 다하여 요새를 공격하였다. 이렇게 하여, 장군은 요새를 탈환하고 독재자를 전복시킬 수 있었다.

(나-2)

그러나 장군은 겁내지 아니하였다. 그와 그의 군대는 요새로 통하는 길통로를 따라 폭발물 밑으로 지하터널을 뚫었다. 터널을 만든 다음 군사들은 모두 그 통로를 기어서 요새의 입구까지 안전하게 도착할 수 있었다. 여기서 군대는 모두 모여 한꺼번에 힘을 다하여 요새를 공격 하였다. 이렇게 하여, 장군은 요새를 탈환하고 독재자를 전복시킬 수 있었다.

## 〈부록 2〉 방사선 문제

당신이 병원에서 일하는 의사라 생각해 보자. 이제 당신은 의사로서 위에 종양이 생긴 환자를 치료해야 한다고 생각해 보자. 환자의 사정 때문에 수술은 할 수가 없다. 그래도 위에 난 종양을 파괴시켜 없애지 않으면 환자는 죽는다. 그런데 당신에게는 치료에 사용할 수 있는 방사선이 있다. 방사선이 충분한 강도로 종양에 쏘일 수 있으면 종양은 파괴된다. 그러나 불행하게도 그러한 높은 강도의 방사선이 통과하면 통과주변에 있는 다른 건강한 신체조직의 세포도 파괴된다. 낮은 강도의 방사선이면 건강한 조직에는 영향이 없지만, 종양도 마찬가지로 영향을 받지 않아 파괴가 되지 아니한다.

방사선을 이용하여 건강한 신체조직을 파괴시키지 않으면서 위의 종양을 파괴시켜 환자를 치료하려고 한다. 이제 당신은 어떠한 방법들을 사용할 수 있을까? 아래에 적어 봅시다.

## 〈부록 3〉 유전의 화제문제

(가)

“사우디아라비아에 있는 한 유전이 폭발하여 불이 붙었다. 불은 엄청나게 번져서 매일 많은 양의 가솔린을 소비시켰다. 불을 끌려고 노력하여도 결국 실패하자 John이라는 화재 전문가를 불러왔다. John은 거대한 양의 방화용 소화액을 유전의 바닥에다 들어 부어야 불이 꺼질 수 있다는 것을 알고 있었다. 그리고 현지에는 그렇게 할 소화용액이 충분히 있었다. 그러나 모든 소화용액을 한꺼번에 빠르게 쏟아 부을 수 있는 큰 호스가 없었다. 있는 것은 조그마한 호스들 뿐이었는데 그렇게 해서 는 소화용액을 충분히 빠르게 한꺼번에 쏟아 부을 수가 없다. 어떤 기발한 조치를 취할 수 있을때 까지 불끄는 일은 크게 난감한 것 같이 보였다.

(나-1)

그러나 John은 어떻게 할지를 알고 있었다. 그는 사람들로 하여금 조그마한 호스를 나누어 가지고 불 주위에 둘러서게 하였다. 모든 사람들이 준비가 되었을때, 양 사방에 있는 호스를 열고 불로 향하여 소화용액을 동시에 뿜어내게 하였다. 이렇게 하여 거대한 양의 소화용액이 재빠르게 불길을 잡게 되었다. 불은 꺼졌고 John은 큰 돈을 벌었다.

(나-2)

그러나 John은 어떻게 할지를 알고 있었다. 그는 사람들로 하여금 조그마한 호스들을 한 곳에 모으게 하였다. 그리고 이들을 빗줄로 한데 묶었다. 모든 준비가 되었을때 그는 모든 호스를 열고 불을 향하여 소화용액을 동시에 뿜어내게 하였다. 이렇게 하여 거대한 양의 소화용액이 재빠르게 불길을 잡게 되었다. 불은 꺼졌고 John은 큰 돈을 벌었다

## 〈부록 4〉 실험실 문제

이제 당신이 실험실에서 일하는 전문 기술자라 생각해 보자. 특수목적의 전구가 있는데 그 안에 있는 필라멘트가 끊어져 버렸다. 전구는 엄청나게 비싼 것이기 때문에 다른 전구를 새로 사는 대신 끈어진 필라멘트를 수리해야 한다고 생각해 보자. 필라멘트를 수리하는데는 레이저를 사용할 수 있다. 레이저 광선이 한꺼번에 아주 강하게 필라멘트에 닿으면 그것이 녹아서 다시 붙게 되며 그러면 전구는 다시 쓸 수 있다. 그러나 불행하게도 그러한 높은 강도의 레이저 광선이 통과하면 통과주변에 있는 전구의 유리가 녹아 버린다. 낮은 강도의 레이저 광선이면 전구의 유리에는 영향이 없지만, 아무리 되풀이 해도 필라멘트는 녹지 아니하기 때문에 전구는 수리가 되지 아니한다. 그러나 우리는 레이저 광선을 이용하여 전구의 유리를 파괴시키지 않으면서 필라멘트를 녹여 수리하려고 한다. 이제 당신은 어떠한 방법을 사용할 수 있을까?

## 〈부록 5〉 서술형 수학 문제의 세 가지 모범 풀이

(문제1)

지시: 아래에 어떤 수학문제가 있습니다. 그리고 그 아래에 '모범풀이'가 있습니다. 모범풀이를 참고하여 산수문제의 해결 요령을 잘 익혀 보십시오.

'갑'이란 자동차가 어떤 지점을 시속 30Km의 속도로 오전 10시에 출발하였다. 그리고 '을'이란 자동차는 같은 지점을 시속 40Km의 속도로 오전 11:30에 출발하여 같은 도로를 달려갔다. '을'자동차가 '갑'자동차를 따라 잡으려면 얼마의 시간이 걸릴까?

(가) 〈모범 풀이〉

(i) '갑'이 운행해 간 거리를 (D1) 계산한다. '을'자동차가 걸린 시간을 T라 두면,

$$D1 = 30 \times (T + 3/2)$$

'을'이 운행해 간 거리를 계산하면,

$$D2 = 40 \times T$$

(ii)  $30 \times (T + 3/2) = 40 \times T$

$$30T + 45 = 40T$$

$$T = 4.5(\text{시간})$$

(나) 〈모범 풀이〉

(i) '을'이 '갑'을 따라 잡는다는 말은 두 자동차가 같은 거리를 갔다는 것이 된다.

$$\text{거리} = \text{속도} \times \text{시간}$$

- (ii) '갑'이 운행해간 거리를(D1) 계산해 보자. 속도는  $R1 = 30$ 이다. 그리고 시간은 '을'보다 1시간 반 일찍 출발했으므로, '을'이 걸린 시간을 T라 하면( $T + 3/2$ )이 된다.

$$D1 = 30 \times (T + 3/2)$$

- (iii) '을'이 간 거리를(D2) 계산해 보자. 속도는  $R2 = 40$ 이다.

그리고 따라 잡을때까지 걸린 시간을 T라 하자.

$$D2 = 40 \times T$$

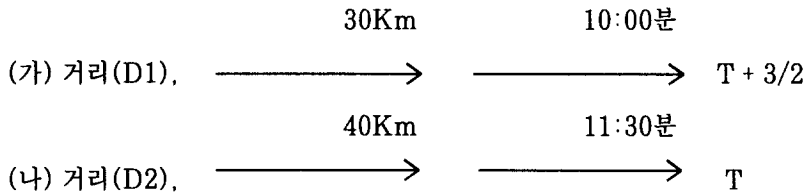
- (iv)  $30 \times (T + 3/2) = 40 \times T$

$$30T + 45 = 40T$$

- (v)  $T = 4.5$ (시간)

(다) <모범 풀이>

- (i) 먼저 문제의 내용을 그림으로 정리해 보면 다음과 같다.



- (ii) '을'이 '갑'을 따라 잡는다는 말은 두 자동차가 같은 거리를 갔다는 것이 된다.

$$\text{거리} = \text{속도} \times \text{시간}$$

- (iii) '갑'이 운행해간 거리를(D1) 계산해 보자. 속도는  $R1=30$ 이다. 그리고 시간은 '을'보다 1시간 반 일찍 출발했으므로, '을'이 걸린 시간을 T라 하면( $T + 3/2$ )이 된다.

$$D1 = 30 \times (T + 3/2)$$

- (iv) '을'이 간 거리를(D2) 계산해 보자. 속도는  $R2=40$ 이다.

그리고 따라 잡을때까지 걸린 시간을 T라 하자.

$$D2 = 40 \times T$$

- (v)  $30 \times (T + 3/2) = 40 \times T$

$$30T + 45 = 40T$$

$$T = 4.5(\text{시간})$$

(문제 6)

지시: 아래에 어떤 수학문제가 있습니다. 그리고 그 아래에 '모범풀이'가 있습니다. 모범풀이를 참고하여 산수문제의 해결요령을 잘 익혀 보십시오.

'갑'이란 간호원은 3%짜리 설탕물 용액을 2리터 가지고 있다. 그런데 4%짜리의 설탕물 용액을 만들려면 거기에다 6%짜리의 설탕물 용액을 얼마나 부어 넣어야 할까?

(가) <모범 풀이>

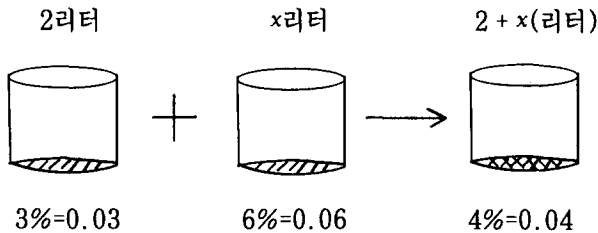
- (i) 6%짜리를 x리터 부어 넣는다면,
- (ii)  $(0.03) \times 2 - (0.06) \times x = (0.04) \times (2+x)$   
 $0.06 + 0.06x = 0.08 + 0.04x$   
 $0.02x = 0.02$   
 $x = 1(\text{리터})$

(나) <모범 풀이>

- (i) 3%짜리 2리터 설탕물 용액에다 6%짜리 설탕물 용액을 부어 넣어 4%짜리 설탕물 용액을 만드는 문제이다.
- (ii) 6%짜리를 x리터 부어 넣는다면 이들은 4%짜리와 순수 설탕량은 같아야 한다.  
 $(0.03) \times 2 + (0.06) \times x = (0.04) \times (2+x)$   
 $0.06 + 0.06x = 0.08 + 0.04x$   
 $0.02x = 0.02$   
 $x = 1(\text{리터})$

(다) <모범 풀이>

- (i) 먼저 문제의 내용을 그림으로 정리해 보면 다음과 같다.



- (ii) 3%짜리 2리터 설탕물 용액에다 6%짜리 설탕물 용액을 부어 넣어 4%짜리 설탕물 용액을 만드는 문제이다.
- (iii) 6%짜리를 x리터 부어 넣는다면 이들은 4%짜리와 순수 설탕량은 같아야 한다.  
 $(0.03) \times 2 + (0.06) \times x = (0.04) \times (2+x)$   
 $0.06 + 0.06x = 0.08 + 0.04x$   
 $0.02x = 0.02$   
 $x = 1(\text{리터})$

## <부록 6> 서술형 수학 문제 - 표적 문제

(문제 2 - G)

어떤 지점을 20Km의 속도로, '병'이란 자동차가 출발하였다. 그리고 같은 지점을 '정'이란 자동차가 시속 30Km의 속도로 2시간 늦게 출발하여 같은 도로를 달려 갔다. '정'자동차가 '병'자동차를 따라 잡으려면 얼마의 시간이 걸릴까?

(문제 3 - J)

어떤 지점을 20Km의 속도로, '병'이란 자동차가 출발하였다. 그리고 같은 지점을 '정'이란 자동차가 2시간 늦게 출발하여 같은 도로를 달려갔다. '정'자동차는 4시간이 지나서 '병'자동차를 따라 잡았다. 그러면 '정'이란 자동차의 속도는 얼마였는가?

(문제 4 - M)

'병'이란 사람은 하루 8시간씩 일하면서 매주 20만원을 벌고 있다. 그리고 '정'이란 사람은 같은 일을 하지만 낮 8시간에다 밤일까지 하여 매주 30만원을 벌고 있다. 그러나 '정'은 2주일 늦게 일을 시작하였다. '정'이 '병'만큼 벌려면 몇 주일이 걸릴까?

(문제 7 - H)

'병'이란 간호원이 가지고 있는 3가론 들이의 봉산 용액은 15%짜리였다. 여기에다 4%짜리의 봉산 용액을 부어 넣어 5%짜리의 봉산용액을 만들려면 몇가론을 부어 넣어야 할까?

(문제 8 - K)

'병'이란 간호원이 가지고 있는 3가론들이의 봉산 용액은 15%짜리였다. 여기에다 다른 그릇에 있는 봉산 용액 30가론을 부어넣어 5%짜리의 봉산용액을 만들었다. 이 그릇에 있던 봉산 용액은 몇 %짜리였을까?

(문제 9 - N)

어떤 야구팀의 정규멤버 12명의 평균타율은 0.243이고 후보 선수들의 평균타율은 0.187이었다. 그리고 정규멤버와 후보선수들을 모두 합하여 계산한 평균타율은 대략 0.223이었다. 후보선수는 모두 몇명인가?

(문제 10 - Q)

어떤 야구팀의 정규멤버 12명의 평균타율은 0.243이지만, 이것은 후보선수 9명의 기록은 포함하지 아니한 것이다. 그러나 정규멤버와 후보선수들을 모두 합하여 계산하면 평균타율0.223이 된다. 후보선수들의 평균타율은 얼마인가?

# Analogical transfer of problem solving and the conceptual understanding

Yung Che Kim

Department of Psychology

Keimyung University

This study performed three experiments to investigate transfer conditions of the analogical problem solving. Experiment 1 and 2 employed the inter-domain transfer problems: however, the number of analogous base stories was either one or two respectively. Experiment 3 used word arithmetic problems. The primary purposes of the study were to empirically demonstrate the analogical transfer of problem solving and to examine the effect of conceptual understanding on the analogical transfer. The results obtained could be summarized as follows. (i) The baseline level of spontaneous transfer, which implied spontaneous noticing, was about 8%, either with or without exposure to the base problem. (ii) the relevancy of response structure of the base to the target problem determined the direction of analogical transfer in problem solving. (iii) the ensuring of the original learning was prerequisite for transfer to occur. That is, unless certain sufficient level of the original learning of the base problem achieved, the potential transfer could not be obtained. (iv) Giving hint either at the initial attempt to solve the transfer problem or after completing the initial effort did not differ in transfer effect. And (v), finally, the verbal direction to summarize the base task facilitated the positive transfer compared to the simple recall processing. However, the diagram showing the solution structure or the elaborateness of model solution of the base problem was not necessarily useful in helping the analogical transfer.