

문제해결에서의 문제간 전이효과: 강 건너기 문제를 중심으로

김수연

이영애

한국행동과학연구소

이화여자대학교 교육심리학과

본 연구의 두 실험들은 유사한 문제들을 풀 때 해결 상 비대칭 전이만 있거나 또는 전이가 거의 없다는 선행 연구들 (Reed, Ernst & Banerji, 1974; Gick & Holyoak, 1980)의 원인들을 처리 부담설과 방략설의 측면에서 검토하고, 그 예언들을 검증하였다. 선교사문제와 남편문제를 사용한 본 연구의 실험들은 처리부담설을 의심하고, 방략설을 지지하는 결과를 보였다. 즉 방략의 유형에 따라 문제 간 대칭 전이가 있었다.

강 건너기 문제에는 대표적으로 선교사-야만인 문제와 질투심 많은 남편 문제를 들 수 있다. 강 건너기 문제는 출발상태에서 목표상태로의 이동이 합법적인 조작자 적용에 의해 분명하게 절차화되는 잘 정의된 일반 문제인데, 변형문제 (Greeno와 Simon, 1989) 또는 이동문제 (Ernst와 Newell, 1969)로 불린다. 이 과제는 문제공간이나 해결경로 면에서 비교적 간단하지만, 단일 시행에서 그 최적의 해결을 발견하기가 어려운 문제로 밝혀졌다 (Aschcraft, 1989; Atwood, 1976; Jeffries, 1978; Smyth, Morris, Levy, Ellis 등, 1987).

강 건너기 문제의 해결은 탈 수 있는 사람 수가 제한된 보트를 이용하여 출발지점에 있는 사람들을 모두 목표지점까지 규칙에 따라 옮겨야 하는 문제이다. 문제규칙이나 제약은 대체로 한 대상군이 다른 대상군의 이동에 장애가 되는 것이나, 문제의 표면 이야기 (cover story)에 따라 달라진다. 강 건너기를 소재로, 그 배후 구조는 같으나 표면특성이 다른 몇 개의 동형문제들이 있다. 정보의 약호화, 조작자 생성 및 검토에서 차이가 나는 이 문제들은 표상의 중요성과 전이 연구에 주로 사용되어 왔다 (Greeno

와 Simon, 1989; Hayes와 Simon, 1974, 1976; Kotovsky, Hayes와 Simon, 1985).

본 연구에서는 강 건너기 문제 중 (3,2)-유형이고, 그 배후의 구조가 준동형인 (homomorphic) 선교사-야만인 문제와 질투심 많은 남편 문제를 사용한다. 이때 문제의 유형은 같은 수인 대상들(3)과 한번에 태울 수 있는 보트의 최대 승선인원(2)으로 결정된다. 이 두 문제간의 관계는 그림 1과 그림 2에 표시된 합법적인 이동이 가능한 문제공간을 보면 알 수 있다.

강의 양편과 보트 안 어느 곳에서든지 야만인 수가 선교사 수를 넘거나, 아내들이 자기 남편없이 다른 여자의 남편과 함께 있어서는 안된다는 이동규칙을 갖는 이 두 문제는 선교사 대 남편, 야만인 대 아내로의 대상 대응 때문에 그 최단 해결경로(11 단계)는 같다. 그러나 질투심 많은 남편 문제는 첨가된 부부쌍 제약 (pair constraint) 때문에 전체 이동 패턴, 특히 비합법적 이동패턴이 더 복잡하다. 따라서 이 두 문제는 구조유사성은 갖지만 이동을 수행하는 조작자의 수나 제한, 그리고 문제공간에서 검색가지들이 다르므로 엄밀한 의미에서 문제공간에서

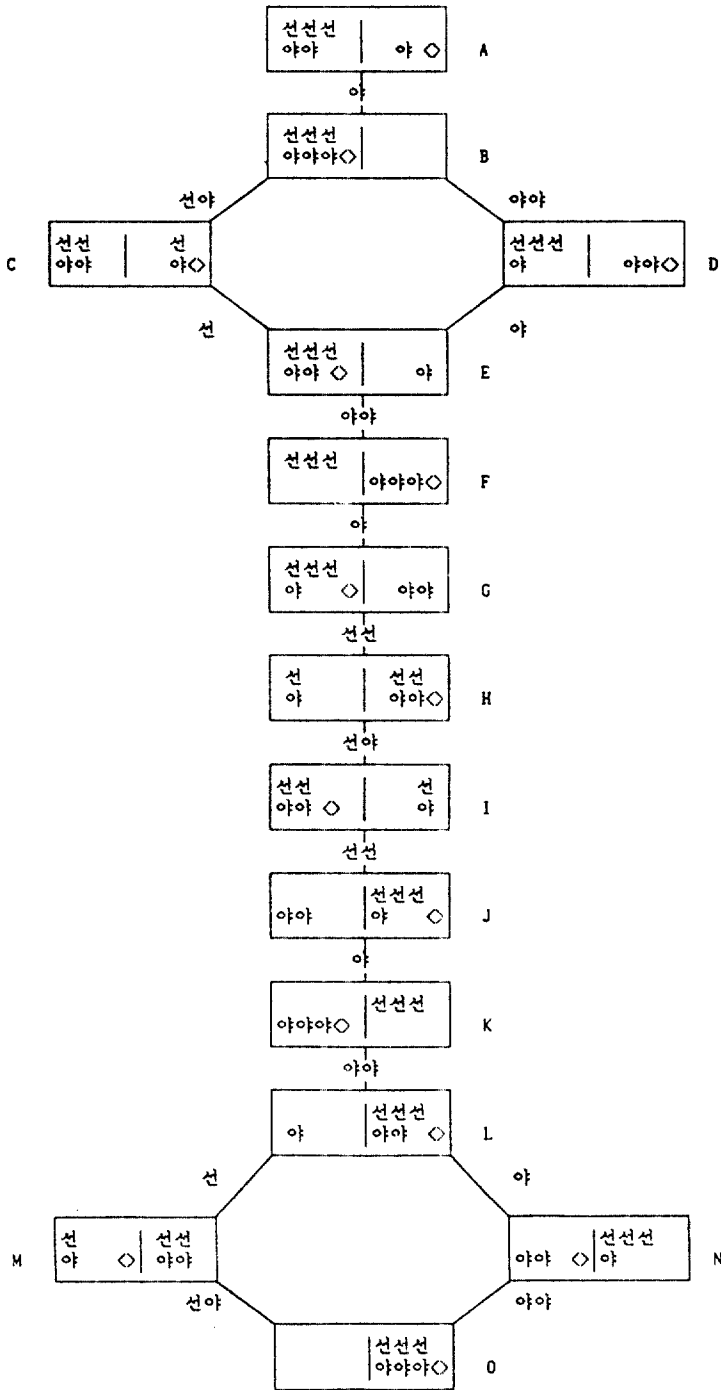


그림 1. 선교사-야만인 문제에서 합법적 이동의 문제공간
 (소스 : Reed 등, 1974) [선 : 선교사, 야 : 야만인, ◇ : 보트]

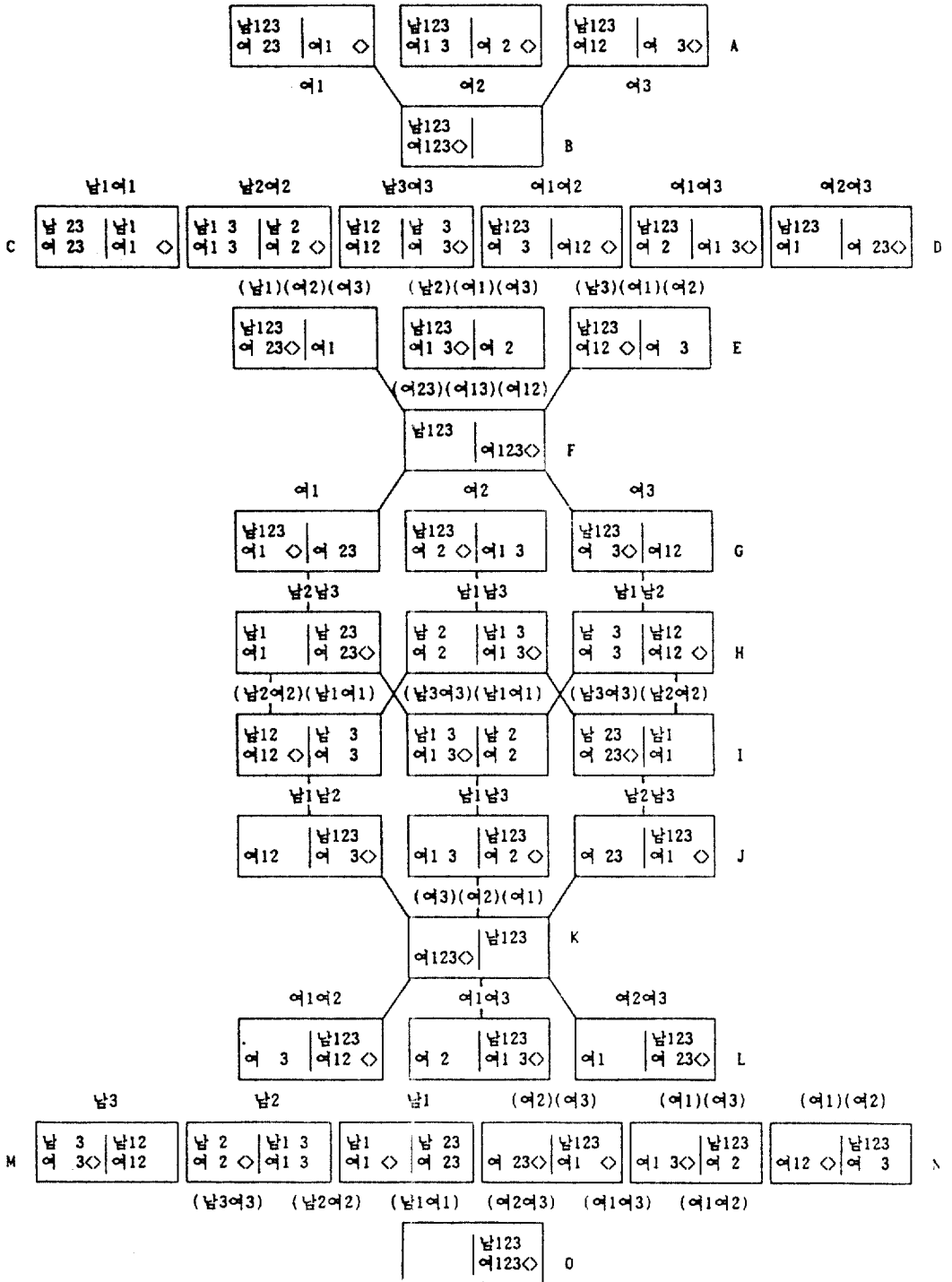


그림 2. 질투심 많은 남편 문제에서 합법적 이동의 문제공간
 [남1: 남편1 남2: 남편2 남3: 남편3 여1: 아내1 여2: 아내2 여3: 아내3. < >: 보트]

이동조작자간의 연결이 일 대 일로 대응하는 동형문제는 아니다. 제약에 따라서 행동하는 규칙학습, 문제상태들간의 차이를 줄이는 조작자의 생성 및 적용이 문제해결의 한 요인임을 보인 연구

Hayes와 Simon, 1985)에 비추어 볼 때, 바로 이 점이 두 문제의 해결상 난이도를 다르게 한다.

강 건너기 문제의 (3,2)형은 (6,4) 또는 (8,4)형과 비교해서 몇 특징을 가진다. 첫째는 막다른 경로(blind alley)가 없고, 어떤 상태에서든 (그림 1의 상태 E는 예외임) 가능한 이동의 수가 적기 때문에 합법적 이동 중 바로 이전 상태로 되돌아가는 역행 이동 (또는 되돌기 이동(looping move))만 제외한다면 문제목표에 최단으로 도달 할 수 있다. 그러나 실제의 문제해결 상황에서 최단으로 해결되는 경우가 드문데, 그 이유는 부분적으로는 기억용량의 한계 때문이다 (Atwood와 Polson,1976). 둘째, 구조적인 면에 기초한 문제해결 방향과 관계되는데, (6,4)나 (8,4) 형은 강 양편에 각 대상군의 수가 같게 되는 이동을 선택하는 균형 전략(balance strategy)을 권장하며 실제로 이 전략으로 문제가 풀린다. 반면, (3,2)형은 수단목표분석을 장려하며, 목표지점(그림 1,2의 상태 F)에 다음은 출발지점(그림 1,2의 상태 K)에 한 대상군(즉 야만인들, 아내들)만이 남게 되는 상태를 거쳐 모든 대상들을 목표지점으로 이동시키는 야만인 좌우 교체 전략(cannibal-switch-cannibal strategy)으로 해결이 가능하다(Jeffries, 1978; Simon과 Reed,1976). (3,2)형 문제를 해결한 후, (5,3)형 문제를 푸는 집단과 (6,4)형을 푸는 집단간의 현저한 수행 차이는 문제 특수적인 면이 존재함을 시사한다(Jeffries,1978). 선교사-야만인 문제와 질투심 많은 남편 문제는 이러한 공통점을 가지고 있는데, 따라서 문제해결상 그들간의 전이가 주요 연구문제가 된다.

유사한 문제에서의 전이 결여의 원인

유사한 문제를 푼 경험이 쉽게 활용되지 못하는 이유는 무엇인가? Reed 등(1974)은 전이에서 효과가 있으려면 문제간의 유사성에 대한 주목(noticing), 선행 문제의 해결에 대한 기억에서 관련 정보의 인출(retrieval), 이전의 조작을 현 문제의 조작

으로 변형시키기(translating), 변형에 의한 조작의 감소나 특정 조작의 정의(define)와 같은 몇몇 조건 세트들을 제안하였다. 선교사-야만인 문제와 질투심 많은 남편 문제 간의 비대칭 전이는 변형에 따른 조작자의 감소나 정의에서의 차이와 제 1 시행에서 소요된 해결시간 정도에 의한 인출 가능성의 차이로 설명된다(Reed 등,1974). 그러나 선행 문제를 별로 상기하지 않으면서 후속 문제를 풀었다는 피험자들의 보고와, 원문제에서의 연습정도나 진술 순서의 정확한 회상에 문제구조의 학습이나 전이가 영향을 받지 않는다는 연구 결과 (Gholson, Eymard, Moran 및 Kamhi,1987)는 Reed 등의 설명을 약하게 만든다. 문제간의 전이 결여나 비대칭 전이의 원인을 문제표상, 문제구조 또는 해결방략의 측면에서 찾을 수 있다.

동형문제들에서의 수행 차이가 문제에 대한 심상화나 표상 구성 방식상의 차이임을 밝힌 연구(Kotovsky, Hayes와 Simon,1985), 난이도가 다른 두 문제간의 전이가 표상 중복의 정도에 따라 증감을 보여준 연구 (Kotovsky와 Fallside,1989), 전문가와 초심자가 문제들을 각기 다르게 묶는 이유가 문제표상의 차이에 있음을 밝힌 연구(Chi, Feltovich와 Glaser,1981) 등은 문제표상이 사고과정과 방략 선택에 영향을 끼침을 보여주었다. 즉, 최적의 표상형성은 문제해결의 좋은 방안이 된다(McGuinness, 1986). 그러나 문제의 표면특성이 초래하는 유추상의 방해로 감소시키고 대상들을 바르게 대응시키기 위해 제 2 시행 문제의 지시문에 선교사와 남편, 야만인과 아내가 대응된다는 관계 정보를 제시하였을 때도 여전히 관찰된 비대칭 전이 (Reed 등(1974), 실험 3)는 표상요인만으로 전이 결여를 다루기 힘들음을 시사한다.

문제해결에서 어려움이나 좀처럼 넘기 힘든 문제상태의 발생이 의미적인(semantic) 면보다 규칙의 약호화, 조작자의 생성 및 적용 그리고 어떤 이동의 합법성 검토에 따른 기억부담 등에 관련됨을 보인 연구들은 문제의 구문적(syntactic) 구조 측면을 강조한다 (Bourne, Dominowski, Loftus, 및 Healy, 1986; Greeno,1974; Kotovsky, Hayes와 Simon, 1985; Reed 등,1974). 난이도가 다른 두 동형문제 - 하노이탑 문제와 차 마시는 예식 문제(tea cer-

emony problem)-간의 대칭 전이를 보여준 연구 (Luger와 Bauer, 1978)는 구문적 구조의 중요성을 잘 보여준다. 차 마시는 예식 문제는 동일 구조인 하노이탑 문제에 비해 그 정보를 약호화하고 표상을 형성하기는 더 어렵지만, 하노이탑 문제를 먼저 풀고 나면 차 마시는 예식 문제가 쉽게 풀린다.

이동문제 해결상의 어려움을 문제상태들에 존재하는 받아들일 수 없는 이동수의 함수로 볼 때 (Atwood와 Polson, 1976), 부부쌍이 잘 짝지워지는 이동만이 합법적인 질투심 많은 남편 문제는 이동조작자의 생성 및 합법성 검토에서 선교사-야만인 문제에 비해 더 큰 어려움과 기억부담을 갖는다. 현 문제상태에서 다음의 합법적 문제상태로 넘어가도록 하는 조작자 선택에서의 어려움은 선행 문제(선교사-야만인 문제)의 인출과 관련 정보의 사용을 방해한다. 이는 인간의 정보처리에서 가장 큰 제약인 단기 기억 용량의 제한 때문에 그러하다 (Norman과 Bobrow, 1975).

문제의 상태이동에 가해지는 제약의 차이로 인해 선교사-야만인 문제와 구조적으로 준동형 관계인 질투심 많은 남편 문제는 합법적 이동 평가에 있어서 제약의 복잡성으로 인해 더 많은 기억부담을 갖게 된다. 질투심 많은 남편 문제의 구조적 복잡성에 따른 기억부담은 문제의 해결을 어렵게 할 뿐만 아니라 선행 문제에 대한 정보의 인출과 그 사용을 막는다. 질투심 많은 남편 문제를 풀 때 이동조작자의 선택에서 선행 문제인 선교사-야만인 문제와 일대일 연결이 되어 비슷한 기억부담이 요구된다면 두 문제간의 대칭 전이를 기대할 수 있을 것이다.

비대칭적 전이의 원인을 기억부담 이외에도 다른 데서 찾을 수 있다. 방략 선택에 따라 문제상태간 이동의 선호나 인출 용이성, 기억부담의 정도가 같지 않다는 점에서 그리고 방략 사용에 대한 지시가 문제의 해결을 향상시킨다는 점에서 방략에 대한 논의는 문제해결 연구에서 중요하다 (Cope와 Murphy, 1981; Malin, 1979). 문제의 해결에서 전이 결여를 선행 문제의 해결에 적용된 수단목표분석이 갖는 한계와 관련지어 검토해 볼 필요가 있다. 수단목표분석은 최종목표에 도달하기 위해 국소 정보(local information)에 기초하여 현 문제상태와 목표상태의 차이를 줄이는 조작자들을 택하는데, 문제에

대한 사전 지식이나 경험이 부족할 때 사용되는 약한 방법 (weak method)이다 (Greeno와 Simon, 1989).

강 건너기 문제와 같은 일반 문제를 받은 초보자들은 수단목표분석 방략으로 이동들을 택한다 (Atwood, 1976; Jeffries, 1978; Newell과 Simon, 1972). (3,2)형의 강 건너기 문제에 어떤 방략이 사용되는지 살펴보자. 이 문제의 컴퓨터 시뮬레이션 프로그램인 방략전환모델 (strategy shift model) 그리고 목표와의 차이를 증가시키는 조작자의 선택이 올바른 문제상태 H(그림 1 참조)에서의 어려움, 또한 그것이 잘못 지각된 막다른 상태의 가능성으로 설명되지 못하는 피험자들이 강 건너기 문제를 수단목표분석법으로 풀고 있다는 증거들이다 (Jeffries, 1978; Greeno, 1974; Reed 등, 1974; Thomas, 1974). 질투심 많은 남편 문제를 푼 후 선교사-야만인 문제가 잘 풀리는(비대칭 전이) 이유는, 복잡한 문제에서의 연습이 이미 학습된 인지적 조작만을 내포하는 보다 단순한 문제의 해결에 도움을 주기 때문이다 (VanLehn, 1989).

수단목표분석법은 몇가지 문제점을 가지고 있다. 이 방법을 쓰면 현 문제상태를 중심으로 규칙의 적용과 목표와의 차이 탐지에 심적 자원이 많이 배정되어 몇 수 앞을 보기와 같은 계획짜기나 문제 구조에 대한 학습이 저해된다 (Atwood, 1976; Sweller, 1983, 1988; Sweller와 Levine, 1982). 수단목표분석의 이러한 한계를 극복할 수 있는 대안은 하위목표 설정법이다 (송영미, 1987; 오승민과 이영애, 1990; Atwood와 Polson, 1976; Mawer와 Sweller, 1982; Reed와 Abramson, 1976; Spitz, Minsky와 Bessellieu, 1984; Sweller, 1983, 1988; Wickelgren, 1974). 하위목표 설정은 출발상태와 목표상태간에 여러 단계들의 이동이 요구될 때, 디딤돌 역할을 하는 중간 단계를 만들어 최종목표에 도달하는 방략이다. 하위목표는 문제공간의 검색과정에서 이동의 방향을 제공하여 막다른 상태로의 진입을 막는 등, 효율적이고 절약적인 검색을 가능케하지만 문제공간의 크기나 하위목표를 설정하는 위치에 따라 그 유용성이 달라진다 (Mawer와 Sweller, 1982; Reed와 Abramson, 1976; Sweller, 1983). 문제구조에 따라 적절하게 하위목표를 정하면 문제상태 경로가 짧은

몇 개의 하위문제로 원문제가 변형되어 계획을 실행하기가 쉬워지고, 피험자가 해결과정에 주목하게 되어 문제도식에 대한 학습이 촉진된다. 또한 하위목표들을 중심으로 몇 문제상태씩 묶여져 문제상태들에 대한 전반적인 기억이 용이해진다. 최종 목표상태만이 아니라 해결경로에서의 다른 문제상태들을 정보로 제공하여 이동 선택의 통계기제를 변화시킬 때, 이것에 의한 다른 방략의 사용이 후속 문제의 해결에 영향을 미치므로 (Sweller,1983), 하위목표 설정에 따라서 선교사-야만인 문제와 질투심 많은 남편 문제와 같은 준동형 문제들 간의 대칭 전이 가능성이 검증해야 한다.

본 연구의 두 실험은 앞서 제시된 비대칭 전이에 대한 몇 가지 설명들을 검증하고자 계획되었다. 원 문제, 즉 제 1 시행 문제를 푼 후 제 2 시행 문제의 지시문에 대상 대응을 설명하여 피험자들로 하여금 관계되는 정보를 주목하고 문제상태들간에 사용한 조작자들을 인출할 수 있도록 하였다. 이러한 실험 상황에서 비대칭 전이의 원인이 문제들간의 구문 구조적 차이로 인한 기억부담의 차이인지 (실험 1), 해결방략의 문제인지 (실험 2)를 총 합법적 이동수, 비합법적 이동수 그리고 전체 해결시간을 종속측정치로 하여 시간과 정확성의 면에서 검토하였다.

실험 1

실험 1은 두 문제들 간의 비대칭 전이의 원인을 선교사-야만인 문제가 갖는 것과는 다소 다른 부부쌍 제약때문에 질투심 많은 남편 문제가 갖는 구문 구조적 복잡성에 따른 더 큰 기억 부담으로 보고 이 가설을 검증하는 조건을 만들었다. 즉 두 문제의 해결 단계마다 이동 대안의 수와 패턴을 같게 제시하여, 구조의 차이 때문에 이동 생성 및 합법성 검토에서 피험자들이 당면하는 어려움과 기억부담의 차이를 줄였다. 두 문제들이 해결과정에서 총 이동수는 비슷하지만 그 전체 해결시간이 다른 이유가 각각의 상태이동에서의 차이인지를 밝히기 위해 이러한 조작을 하였다. 만약 두 문제 모두 제 1시행에 비해 제 2 시행에서 더 나은 수행을 보인다면, 제약상의 차이에 기인하는 구조 복잡성과 그로 인한 기억부담의 차이가 비대칭 전이의 원인이라고 할 수

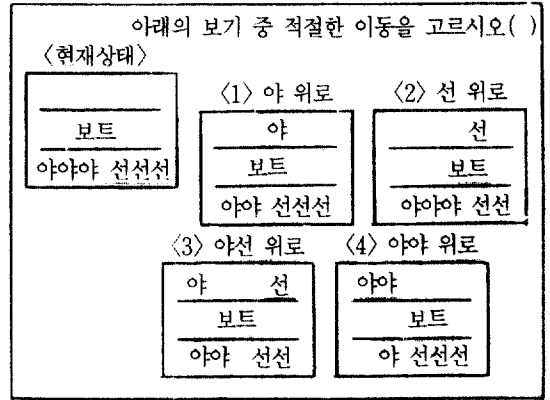


그림3-1 선교사-야만인 문제의 출발상태(상태 B)에 제시한 CRT 화면

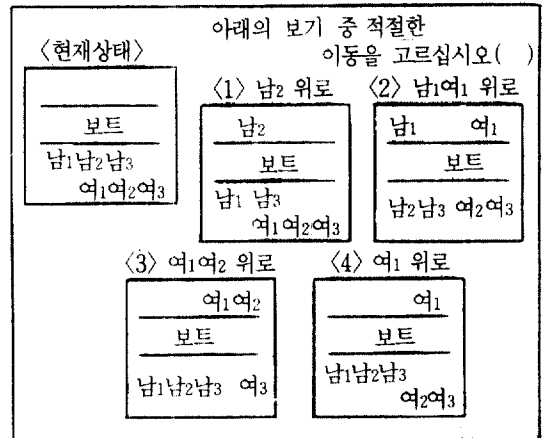


그림 3-2. 질투심 많은 남편 문제의 출발상태(상태 B)에 제시한 CRT 화면

있다.

방법

피험자

이화여자대학교에서 심리학 개론을 수강하는 67명의 학생이 실험에 참가하였으나, 컴퓨터 조작 실패(3명)와 정해진 기준내의 문제해결 실패(4명)로 인하여 총 60명이 제 1 순서 조건 (선교사-야만인 문제를 먼저 푼 후 질투심 많은 남편 문제를 푼다)과 제 2 순서 조건 (질투심 많은 남편 문제를 먼저 푼 후 선교사-야만인 문제를 푼다)에 각각 30명씩 무선

할당 되었다.

재료 및 도구

재료로 (3,2)형의 선교사-야만인 문제와 질투심 많은 남편 문제가 사용되었고, 문제해결과정 각 단계마다 현재상태와 그 상태에서 가능한 몇가지 이동대안-합법적·비합법적 이동 모두가 해당됨- 및 그에 따른 결과상태를 컴퓨터 모니터에 그림으로 제시하였다 (그림 3). 이동대안의 순서효과를 막기 위해 이동대안의 나열 순서는 피험자마다 무선화 되었다. 피험자는 화면에 제시된 상태에서 선택하고자 하는 이동의 번호를 키보드에 입력하는데, 이때 합법적인 이동이 선택되면 그 다음 상태로 화면이 바뀌지만, 비합법적인 이동이 선택되면 오류 메시지가 제시된 후 동일 상태로 화면이 바뀌었다. 문제 제시와 종속측정치의 기록은 TURBO C와 PASCAL로 프로그래밍 되었고, IBM-PC 호환기종으로 모든 절차가 제어되었다.

절차

피험자들은 실험실에 들어온 순서에 따라 문제 제시순서 조건에 무선적으로 할당되었다. 후속 문제의 수행에 체계적으로 주는 영향없이 컴퓨터 조작과 이동에 의한 문제풀이 방식을 익히기 위해 네사람을 이동 제약없이 단순히 목적지로 보내는 (2,2)형의 연습 문제를 풀 후, 제 1 시행 문제의 지시문을 읽었다. 출발지점에 있는 사람들을 태울 수 있는 인원이 제한된 보트를 이용하여 목표지점으로 이동시켜야 하는 문제상황에 대한 설명과 야만인의 수가 선교사의 수를 넘거나 또는 아내들이 자기 남편없이 다른 여자의 남편과 함께 있어서는 안되는 문제규칙, 제시된 이동대안들 중 문제규칙에 맞는 올바른 이동대안의 번호를 입력하라는 수행 방법이 적힌 지

시문을 읽은 피험자는 문제규칙에 대한 이해를 간단히 확인 받은 후 본 문제 해결을 시작하였다. 제 1 시행 문제를 정해진 기준 내에 해결하면, 제 2 시행 문제의 지시문을 읽었다. 문제규칙에 대한 이해를 간단히 확인받은 후, 제 2 시행 문제를 풀었다.

본 실험은 개인검사로 실시되며, 피험자가 100회 이동과 제한시간 30분 내에 목표상태에 도달하지 못하면 해결에 실패한 것으로 간주하였다.

설계 및 자료처리

본 실험은 2(문제유형) X 2(제시순서) 요인혼합 설계(two-factor split-plot design)이다. 문제유형은 선교사-야만인 문제와 질투심 많은 남편 문제이고, 두 문제 중 어떤 것을 먼저 해결하느냐에 따라 선교사-야만인 문제가 제 1 시행이고 질투심 많은 남편 문제가 제 2 시행인 제 1 순서 조건과 그 순서가 반대가 되는 제 2 순서 조건으로 나누어졌다. 제시순서 조건은 집단간 요인(between factor)이고, 문제유형 변인은 반복측정 되는 집단내 요인 (within factor)이었다.

두 문제간의 제시순서에 따른 전이효과를 검토하기 위해 총 합법적 이동수, 문제규칙을 어긴 비합법적 이동수 및 전체 해결시간을 종속측정치로 하여 통계처리 하였다. 자료처리는 SAS PACKAGE를 이용하여 요인혼합설계 변량분석을 하였다. 조건간의 상호작용이 유의미한 경우에는 문제유형별로 나누어 단순효과를 t검증하였다.

결과 및 논의

문제해결 수행 분석의 지표인 총 합법적 이동수, 비합법적 이동수 그리고 전체 해결시간에 대한 변량분석 결과를 제시하기에 앞서, 이 종속측정치들의

표 1. 문제유형과 제시순서 조건에 따른 종속측정치들의 평균

(괄호안은 표준편차임)

문제	총 합법적 이동수		비합법적 이동수		전체해결시간(단위:min)	
	시행1	시행2	시행1	시행2	시행1	시행2
선교사-야만인	19.60(9.26)	18.53(9.02)	1.13(1.55)	.73(.91)	10.68(6.63)	5.77(3.29)
질투심 많은 남편	21.20(12.20)	17.40(7.36)	5.03(7.03)	2.23(2.62)	13.82(10.16)	10.15(6.65)

기초통계치를 요약하여 제시하면 다음과 같다.

총 합법적 이동수. 총 합법적 이동수에는 출발상태에서 목표상태에 이르기까지 걸린 규칙에 맞는 순행 이동과 역행 이동이 포함된다. 제시순서 $F(1,58) = .55, p > .05$ 와 문제유형 $F(1,58) = .02, p > .05$ 에 따라 총 합법적 이동수에서 주효과가 없었고, 두 변인간의 상호작용 효과도 $F(1,58) = 2.13, p > .05$ 유의미하지 않았다. 즉 선교사-야만인 문제와 질투심 많은 남편 문제는 총 합법적 이동수에서 차이가 없으며, 각 문제가 어떤 시행에서 제시되었느냐도 별다른 차이를 나타내지 않았다. 통계적으로 유의미한 차이는 아니나, 질투심 많은 남편 문제는 제 1 시행 ($M = 21.2$)에서보다 제 2 시행 ($M = 17.4$)에서 더 적은 이동수로 해결되었다.

비합법적 이동수. 선교사-야만인 문제의 경우 비합법적 이동은 강의 어느 편에서든지 야만인 수가 선교사 수보다 많게 되는 상태를 이끄는 이동이고, 질투심 많은 남편 문제의 경우 강의 양편과 보트안 어느 곳에서든지 아내들이 자신의 남편없이 다른 여자의 남편과 함께 있는 상태를 만드는 이동이 해당된다. 선교사-야만인 문제 ($M = .93$)가 질투심 많은 남편 문제 ($M = 3.63$)보다 더 적은 수의 비합법적 이동을 행하면서 해결되었다 $F(1,58) = 15.40, p < .001$. 그러나 문제유형과 제시순서간의 상호작용이 유의미하므로 $F(1,58) = 5.41, p < .05$, 문제유형별로 제 1 시행과 제 2 시행간의 비합법적 이동수의 차이를 단순효과검정으로 알아본 결과, 선교사-야만인 문제는 두 시행에 걸쳐 비합법적 이동수에서 큰 감소를 보이지 않았으나, 질투심 많은 남편 문제는 제 1 시행에서보다 선교사-야만인 문제를 먼저 해결한 후, 즉 제 2 시행에서 더 적은 오류를 보였다, $t(58) = -2.04, p < .05$.

전체 해결시간. 선교사-야만인 문제 ($M = 8.22$)가 질투심 많은 남편 문제 ($M = 11.98$)보다 더 빠르게 해결되었다, $F(1,58) = 10.70, p < .001$. 문제유형과 제시순서 두 요인간의 상호작용이 유의미하므로, $F(1,58) = 13.92, p < .001$, 각 문제별로 나누어 제 1 시행과 제 2 시행에서의 해결시간의 차이를 t -검증 하였다. 문제별로 나누어 제 1 시행과 제 2 시행의 수행 정도를 비교했는데, 선교사-야만인 문제는 제 1 시행에서보다 질투심 많은 남편 문제를 먼저

후의제 2 시행에서 더 빠르게 해결되었다, $t(58) = 3.64, p < .001$. 질투심 많은 남편 문제는 선교사-야만인 문제의 시행 유무와는 상관없이 두 시행에서 비슷한 수행 수준을 보였다.

합법적 이동패턴. 문제의 출발상태에서 목표상태에 이를 때까지 합법적인 문제상태들 사이의 이동에 걸린 평균시간을 측정하여 그래프로 나타낸 것이 그림 4와 그림 5이다.

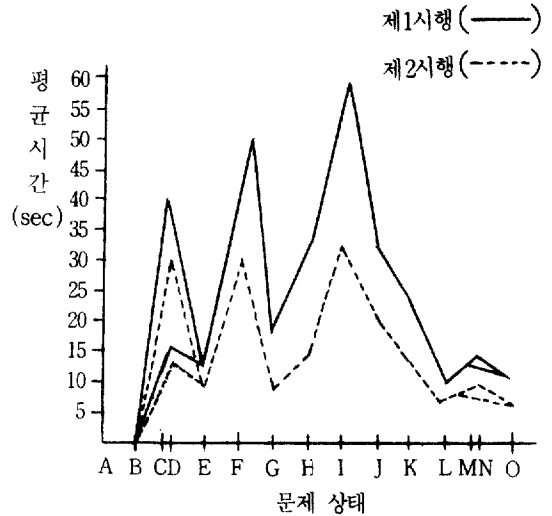


그림 4. 선교사-야만인 문제의 각 시행에서 합법적 상태이동에 걸린 시간 -그림 1참조-

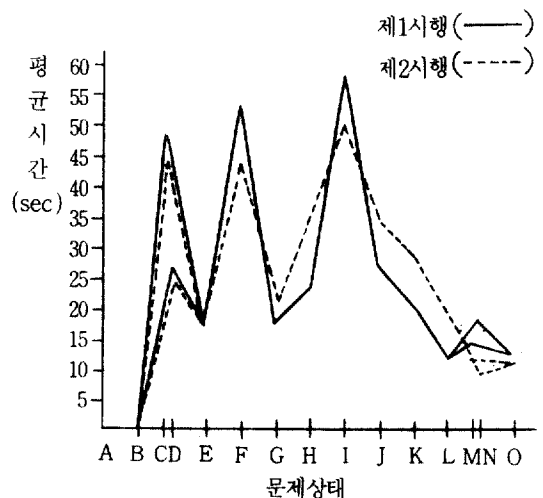


그림 5. 질투심 많은 남편 문제의 각 시행에서 합법적 상태이동에 걸린 시간 -그림 2참조-

선교사-야만인 문제와 질투심 많은 남편 문제가 합법적인 상태이동에 걸린 시간에서 동일한 패턴을 보여주고 있다. 최단 해결경로가 11단계인 이 두 문제는 비교적 넘어가기 힘든 상태를 중심으로 3-4 상태가 묶여지는 경향을 보여주는데, 이것은 선행 연구 (Jeffries, 1978; Thomas, 1974)와 일치하는 패턴이다. 상태 E와 상태 H에서 이동을 택하기 힘든 것은 수단목표분석 사용에 따른 댓가(cost)로 설명될 수 있다. 목표와의 차이 감소에 기초한 이 방략을 사용할 경우, 합법적인 이동조작자가 목표와의 차이를 증가시키는 상태에서 큰 곤란을 겪게 된다.

실험 1은 유사한 문제상태를 갖는 문제들간의 비대칭 전이의 원인을 문제에 주어진 제약상의 차이로 인한 문제의 구문적 구조와 그에 따른 기억부담의 차이로 보고 이를 검증하고자 하였다. 선행 연구 (Reed 등, 1974)에서 이 두 문제는 비슷한 이동수로 목표에 도달했으나 전체 해결시간은 매우 달랐다. 이 결과는 문제해결 과정의 각 문제 상태에서의 합법적인 이동을 택하기 어려운 정도가 문제의 난이도를 결정함을 시사한다.

선교사-야만인 문제와 질투심 많은 남편 문제간의 구문 구조에서의 일 대 다 대응으로 인한 이동 생성 및 합법성 검토에서의 어려움과 기억부담의 차이를 최소화 하기 위해, 두 문제의 상태마다 이동대안을 같게 제시하여 일 대 일 대응이 되게 하였으나, 비합법적 이동수와 전체 해결시간에서 문제간의 전이는 제시순서에 따라 다른 비대칭 전이가 관찰되었다.

선교사-야만인 문제와 질투심 많은 남편 문제는 문제유형이나 제시순서에 따라 총 합법적 이동수에서 차이가 없었다. 그 이유는 (3,2)형 문제는 단지 11번의 이동으로 해결될 수 있으므로 이동수가 크게 감소할 기회가 별로 없고, 막다른 경로가 없기 때문이다.

비합법적 이동수의 경우 선교사-야만인 문제는 두 시행간의 차이를 보이지 않았는데, 이는 어느 시행에서도 비합법적 이동을 거의 택하지 않은 바닥 효과(floor effect)이다. 질투심 많은 남편 문제는 제 1 시행보다 제 2 시행에서 오류를 적게 보였다. 이 결과를 다른 결과들과 함께 종합해 보면 구조 연결로 인한 유추 전이로 보기는 어렵다. 그보다는 이동

선택에 대한 연습효과로 보아야 할 것이다.

상태이동 단계마다 이동대안을 그림과 함께 제시한 실험 1의 결과를 Reed 등(1974)의 실험 3 결과와 비교해 보면, 비합법적 이동수는 두 문제에서 모두 감소되었지만 [선교사-야만인 문제:2.85개(Reed 등)/.93개(실험1), 질투심 많은 남편 문제 :4.20개(Reed 등)/3.63개(실험1)], 전체 해결시간은 크게 증가되었다 [선교사-야만인 문제:3.71분(Reed 등)/8.22분(실험1), 질투심 많은 남편 문제:5.04분(Reed 등)/11.98분(실험1)]. 이동대안을 그림과 함께 제시하면 문제규칙을 어기는 이동조작자를 지각적으로 쉽게 알아볼 수 있다. 그러나 단지 현상만이 주어지고 피험자 스스로 이동조작자를 생성하여 실행하는 경우보다 제시된 이동대안에 대한 철저한 검색과정이나 생성된 이동과 제시된 대안의 매치 단계가 첨가되어 문제해결이 지연될 수 있다. 문제의 해결을 돕는 한 방안으로서 이동대안의 정보가 갖는 효율성을 다시금 검토해 볼 필요가 있다.

실험 2

실험 2는 비대칭 전이가 제 1 시행 문제 해결에 사용된 수단목표분석 때문에 초래된다는 가설을 검증하였다. 문제들 간에 전이가 가능하려면 문제 상태들 간의 구체적인 이동 순서를 기억하기보다는 문제도식이나 계획, 특정 방략의 학습이 더 중요하다. 따라서 제 1 시행에 제시되는 원 문제를 풀 때 하위 목표의 제시 유무나 유형을 달리 하여, 방략들을 조작한 후, 제 2 시행의 목표문제 수행을 검토하였다. 만약 하위목표 설정이 문제도식의 학습을 쉽게 한다면, 원문제에서 학습된 문제도식이 이와 구조적으로 유사한 목표문제의 해결을 촉진시킬 것이다.

문제상태의 유추적 연결에서 핵심의미와 잔여의미의 구분처럼, 유사문제 간의 모든 측면들이 반드시 고려될 필요는 없다. (Gick과 Holyoak, 1983). 이러한 전제 하에 하위목표조건은 과제특수적 방략의 사용과 인출 단서로서 핵심의미를 지닌 상태 F와 상태 K (그림 1)를 알려주는 구조적 하위목표 조건과 최단 해결경로에서 잔여의미를 갖는 임의적인 상태 G와 상태 L (그림 1)을 받는 무선적 하위목표

조건으로 구분된다. 하위목표는 하위구조의 개념이므로 구조와 일치할 때 효율적인 방략이 될 것이다. 따라서 구조적 하위목표 조건이 무선적 하위목표 조건에 비해 대칭적 전이를 더 많이 보일 것이다. 요컨대, 실험 2는 문제해결방략을 문제간의 전이에 영향을 미치는 요인으로 규정하고, 원문제(선교사-야만인 문제)를 풀 때 하위목표의 제공 유무나 유형을 달리하여 다른 해결방략을 쓰도록 한 후, 목표문제(질투심 많은 남편 문제)의 수행에서 차이가 나타나는지를 알아보기 위해 수행되었다.

방법

피험자

이화여자대학교에서 청년심리학을 수강하는 110명이 실험에 참가하였으나, 2명이 해결에 실패하여 총 108명이 4 조건-수단목표분석, 구조적 하위목표, 무선적 하위목표, 및 통제-조건에 각각 27명씩 무선 할당 되었다.

재료 및 도구

실험 1과 동일하게 선교사-야만인 문제와 질투심 많은 남편 문제가 사용되었다. 원문제인 선교사-야만인 문제는 각 조건에 따라 화면에 제시되는 문제 상태의 정보가 다르나, 목표문제인 질투심 많은 남편 문제는 방략 조건들과는 상관없이 동일하게 제시되었다. 즉 원문제를 풀 때 수단목표분석 조건에서

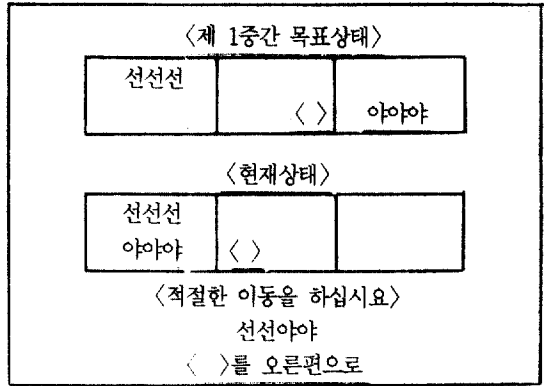
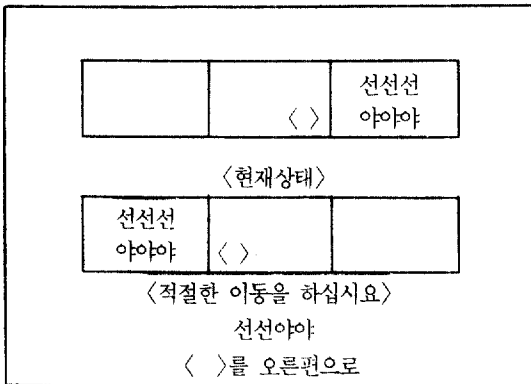


그림 6-2. 구조적 하위목표 조건에 제시한 원문제의 출발상태에 대한 CRT 화면

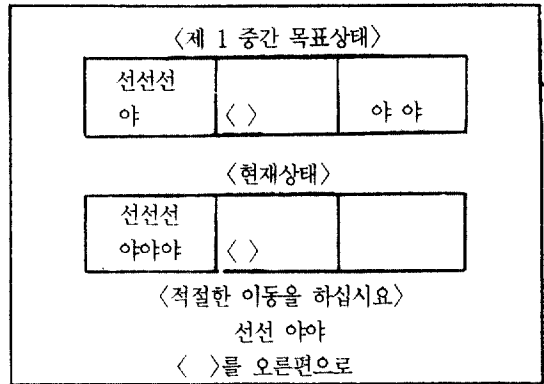


그림 6-3. 무선적 하위목표 조건에 제시한 원문제의 출발상태에 대한 CRT 화면

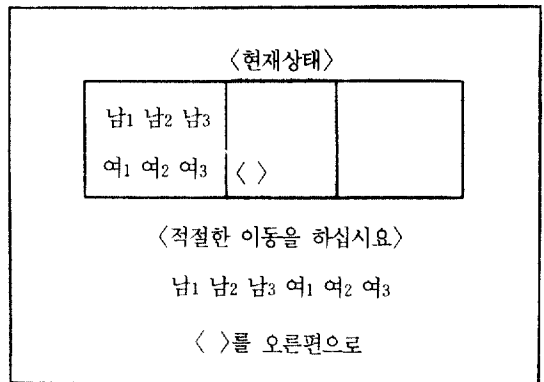


그림 6-4. 목표문제의 출발상태에 제시한 CRT 화면

그림 6-1. 수단목표분석 조건에 제시한 원문제의 출발 상태에 대한 CRT 화면

는 현재상태와 최종 목표상태가 함께 제시되며(그림 6-1), 구조적 하위목표 조건에서는 해결단계에 맞게 중간목표(그림 1의 상태 F와 상태 K)나 최종목표가 현재상태와 함께 제시되고(그림 6-2), 무선적 하위목표 조건에서는 중간목표로 상태 G와 상태 L이 제시되었다(그림 6-3). 목표문제를 풀 때는 화면에 중간 목표상태나 최종 목표상태에 대한 정보없이 현재상태만이 제시되었다(그림 6-4). 두 문제 모두 이동대안들이 제시되지 않고, 상태간의 이동방식이 대상(object) 입력이라는 점을 제외하면 실험 1과 동일하였다.

절차

몇몇 세부적인 사항들을 제외하고는 실험 1과 같은 절차로 진행되었다. 통제 조건에서는 질투심 많은 남편 문제만을 해결하지만, 나머지 세 조건의 피험자들은 선교사-야만인 문제를 먼저 해결한 후 질투심 많은 남편 문제를 풀었다. 문제 제시순서는 동일하나, 조건에 따라 원문제, 즉 선교사-야만인 문제를 풀 때 화면에 제시되는 문제상태 정보에서 차이가 있었다. 목표문제인 질투심 많은 남편 문제에 대한 지시문과 제시 방법은 모든 조건들이 같았으나, 통제 조건의 경우에는 원문제와의 선교사 대 남편,

야만인 대 아내로의 대상 대응에 대한 언급이 삭제되었다.

설계 및 자료처리

본 실험은 2(문제유형: 선교사-야만인 문제/질투심 많은 남편 문제) X 4(방략:수단목표분석/구조적 하위목표/무선적 하위목표/통제)의 요인혼합설계를 사용하였다. 통제 조건의 피험자들이 선교사-야만인 문제를 받지 않음으로 빈 칸(empty cell)이 생긴다. 문제유형별로 나누어 일원변량분석을 하고, 이것이 유의미한 경우에는 조건간의 구체적인 비교를 위해 사후검증을(Tukey검증) 수행하였다. 방략 조건간의 수행을 검증하기 위해 총 합법적 이동수, 비합법적 이동수 그리고 전체 해결시간을 종속측정치로 하여 통계처리 하였고, 자료처리는 SAS PACKAGE를 이용하였다.

결과 및 논의

각 문제별로 방략 조건에 따른 종속측정치의 변량 분석 결과를 제시하기에 앞서, 종속측정치들의 기초통계치를 제시하면 다음과 같다.

표 2 문제 유형과 방략 조건에 따른 종속측정치들의 기초통계치

종속측정치/방략	문제		질투심 많은 남편		
	선교사-야만인	평균	표준편차	평균	표준편차
총 합법적 이동수					
수단목표 분석	16.26	(5.80)	23.59	(12.97)	
구조적 하위목표	14.48	(6.24)	17.81	(6.48)	
무선적 하위목표	15.30	(4.63)	21.44	(15.01)	
통제			22.41	(11.12)	
비합법적 이동수					
수단목표분석	4.07	(4.61)	7.89	(8.64)	
구조적 하위목표	1.56	(2.42)	2.74	(2.14)	
무선적 하위목표	2.67	(2.02)	5.44	(4.35)	
통제			7.41	(3.49)	
전체 해결시간(단위: min)					
수단목표분석	5.37	(3.32)	9.18	(4.84)	
구조적 하위목표	3.23	(2.15)	5.30	(2.64)	
무선적 하위목표	4.56	(2.21)	8.25	(5.98)	
통제			10.63	(6.94)	

총 합법적 이동수. 각 문제별로 방략에 따라 총 합법적 이동수에서 차이가 있는지를 보기 위해 일원 변량분석을 수행하였다. 선교사-야만인 문제, $F(2, 78) = .68, p > .05$, 와 질투심 많은 남편 문제, $F(3, 104) = 1.2, p > .05$. 모두 방략 조건에 따른 총 합법적 이동수에서 유의미한 차이를 보이지 않았다. 이는 선행 연구(Reed 등, 1974)나 실험 1의 결과와 일치한다.

비합법적 이동수. 원문제인 선교사-야만인 문제의 해결시 사용한 방략에 따라 비합법적 이동수에서 유의미한 차이가 있었다 $F(2, 78) = 4.14, p < .05$. 이 차이의 소재를 밝히기 위해 방략 조건들에 대해 Tukey 검증을 하였는데, 수단목표분석 조건($M=4.07$)에서보다 구조적인 하위목표 조건($M=1.56$)에서 피험자들은 비합법적 이동을 더 적게 하면서 문제를 풀었다.

원문제를 어떤 방략으로 해결했느냐에 따라 동일하게 제시되는 목표문제, 즉 질투심 많은 남편 문제의 해결과정에서 문제규칙을 어긴 비합법적 이동수가 유의미하게 달랐다 $F(3, 104) = 5.35, p < .01$. 이 차이의 소재를 밝히기 위해 Tukey 검증을 수행하였는데, 원문제인 선교사-야만인 문제를 구조적 하위목표를 제시받고 푼 경우 ($M=2.74$)가 원문제를 풀지않는 조건($M=7.41$)이나 수단목표분석으로 푼 조건 ($M=7.89$)에서 보다 질투심 많은 남편문제를 풀 때 비합법적 이동을 더 적게 행했다.

전체 해결시간. 원문제를 풀 때 문제의 중간상태 제시 양식에 따라 전체 해결시간에서 유의미한 차이가 나타났다 $F(2, 78) = 4.63, p < .05$. 조건들간의 차이의 소재를 알아보기 위해 Tukey 검증을 하였는데, 선교사-야만인 문제는 수단목표분석 조건($M=5.37$)에서보다 구조적인 하위목표 조건($M=3.23$)에서 더 빠르게 해결되었다. 다른 조건들간에는 해결 시간상의 차이가 유의미하지 않았다

목표문제인 질투심 많은 남편 문제도 원문제의 방략에 따라 전체 해결시간에서 유의미한 차이를 보였다, $F(3, 104) = 4.80, p < .01$. 조건들간의 차이를 밝히기 위해 Tukey 검증을 하였다. 원문제의 해결시 구조적 하위목표를 받았던 조건($M=5.30$)이 원문제를 풀지않는 조건($M=10.63$)이나, 수단목표분석을 사용하는 조건($M=9.18$)에 비해 목표문제인

질투심 많은 남편 문제를 더 빨리 풀었다.

실험 2에서는 비대칭 전이의 원인을 해결방략상의 문제로 보고, 원문제를 풀 때 상이한 방략들을 쓰도록 한 후, 목표문제의 수행에서 차이가 있는지를 알아보았다. 그 결과, 구조적 하위목표를 제시받은 피험자들이 다른 방략 조건의 피험자들에 비해 비합법적 이동을 적게 하면서 문제를 빨리 풀었다. 방략 조건에 따라 총 합법적 이동수에서 차이가 없는 것에 대해서는 실험 1에서와 같은 설명이 가능하다.

유추 적용의 어려움이나 비대칭 전이는 문제의 해결에 적용한 방략의 댓가로 볼 수 있다. 수단목표분석은 강 건너기 (3,2)형 문제의 해결에서 특정 상태(그림1의 상태 H)를 제외하고는 적절한 이동조작자를 찾게 하는 효율적인 방략이다. 그러나 이 방략은 제한된 심적 자원이 차이 감소를 초래하는 조작자의 선택에 집중되어, 문제구조에 대한 학습을 막고, 과제 특수적 측면이 간과된 일반 검색 발견법이다. 이런 점에서 볼 때, 인출 단서로서 특출한 두 상태(그림 1의 상태 F와 K)를 하위목표로 제시하여 문제의 구조적인 패턴을 학습하도록 한 구조적 하위목표 조건이 보인 우수한 수행은 당연한 것이라 할 수 있다. 특히 (3,2)-형과 같이 최단 해결경로(11단계)가 짧은 문제의 경우 중간목표를 중심으로 한 하위문제들의 상태이동 단계가 매우 짧기 때문에 몇 수 앞을 내다보고 계획하기가 쉬울 것이다.

무선적 하위목표 조건에서는 비교적 넘어가기 쉬운 상태(상태 G)와 최종목표에 매우 가까운 상태(상태 L)가 하위목표로 제시되어 유용한 인출 단서로도 사용되지 못했을 가능성이 있다. 각 문제상태들이 구조에 대한 학습이나 해결을 위한 정보가(information value)에서 다른지를 PBG(Problem Behavior Graph) 등을 통해 검토해 볼 필요가 있다.

실험 2의 결과는 방략의 사용이 문제의 해결과 전이에 중요한 요인임을 보여주는 것으로, 어떤 방략이 사용되느냐에 따라 문제구조의 패턴 학습이나 구조적 연결의 용이성이 달라진다고 하겠다.

전체논의

본 연구의 실험들은 유사한 문제간의 비대칭 전이 또는 전이 결여의 원인들을 강 건너기 문제들을 대상으로 규명하고자 실시되었다. 실험 1에서는 비대칭 전이의 원인을 질투심 많은 남편 문제의 해결에 있어 가해지는 부부쌍 제약이 초래하는 구조적 차이로 인한 기억부담상의 차이로 보고, 상태이동 단계마다 이동대안의 수와 패턴을 동등하게 제시하였다. 그러나 전체 해결시간에서 문제 제시순서에 따른 비대칭 전이가 여전히 관찰되었다. 실험 2에서는 상이한 방략 사용에 따른 문제구조의 학습이 후속 문제 해결에 미치는 영향을 중심으로 문제간 전이를 다루었다. 그 결과 과제 특수적 방략의 사용과 인출 단서로서 유용한 구조적 하위목표의 설정이 수행상의 전이를 초래하였다.

Reed 등의 연구에서는 문제 제시순서에 따른 비대칭 전이, 즉 어려운 문제에서의 수행 경험은 쉬운 문제의 해결에 도움이 되지만 쉬운 문제에서의 수행 경험은 어려운 문제의 해결에 도움이 되지 못하는 문제간의 비대칭 전이가 일 대 다 대응의 구조적 차이와 그로 인한 난이도의 차이임을 보여주었다. 그러나 두 문제간의 구조적인 일 대 일 대응 및 기억부담을 동일하게 하기 위한 같은 이동대안을 제시(실험 1) 하더라도 전체 해결시간에서 Reed 등의 연구 결과와 동일한 비대칭 전이가 있었다. 이동대안들을 제시하는 것이 문제간 연결에서 중요한 구조적 동등성을 보장하지 않음을 이동대안 선택 모형에 의해 설명할 수 있다. 이동 생성(또는 대안 검색), 선택 및 합법성 검토 등과 같은 일련의 과정들에서 문제제약으로 인한 이동대안 선택의 어려움이 여전히 수반된다. 따라서 문제간의 구조적 연결은 어려워지고, 이 때문에 난이도에 따라 비대칭 전이가 생긴다. 구조 측면이 문제간 전이에 중요치 않다고 보는 것은 성급한 결론이다. 비록 이 조작이 구조 측면이 문제간 전이에 결정적이라는 결론을 이끌기에는 미흡한 면이 있으나, 이동대안이 제시되어도 문제해결자들은 선택적 검색인 수단목표분석을 여전히 사용한다는 중요한 정보를 제공하였다.

사실상 전이에 대한 논의가 난이도가 동일한 문제

간이나 어려운 문제에서 쉬운 문제 방향으로 집중되는 것은 무의미하다. 쉽고 간단한 문제의 해결이 보다 어려운 후속 문제의 수행에 영향을 미칠 때 이 논의는 진정한 의미를 갖게 된다.

문제간의 전이는 단순히 난이도의 차이보다는 선행 문제에서의 해결과정이나 정보의 조직화에 기초한다고 하겠다. 어려운 산수 문제를 풀 때 기본 원리가 잘 함축되어 있는 예제에 대한 고려가 문제해결에 도움이 되듯이, 원문제를 풀 때 구조적 측면에 대한 학습이 이루어지고, 그와 유사한 다른 문제에도 적용될 정도의 추상적 정보가 잘 조직화되면, 이후의 문제 수행에서 정보의 인출과 사용이 가능하게 되어 문제해결을 향상시킨다.

문제해결 과정에서 어떤 방략을 사용하느냐가 정보의 조직화 및 구조에 대한 학습 그리고 다른 문제로의 전이에 중요한 변수로 작용한다는 점에서, 그리고 방략의 사용이 간단한 지적 기술에 의해 가르쳐질 수 있다는 점에서 문제 속성 및 구조와 합치될 수 있는 방략에 대한 학습은 이론적, 실제적 측면에서 중요한 의미를 갖는다.

본 연구의 제한점과 앞으로 연구되어야 할 점은 다음과 같다. 첫째, 본 연구는 일반 문제의 한 유형인 강 건너기 문제 중 단지 (3,2)형만을 가지고 살펴봐왔는데, 두 실험의 결과들을 일반화 하는데 제한이 있을 수 있다. (3,2)형은 막다른 경로가 없고, 최단 해결경로가 짧기 때문에 방략이 다를지라도 이동 순서가 동일하다. 따라서 하위목표에 대한 기억효과와 하위목표에 의한 방략 전환을 구분하려면 다른 유형 ((6,4) 또는 (8,4)형)이나 다른 변형문제(하노이탑 문제, 물병 문제)를 전이과제로 다루어서, 과제 특수적 방략과 일반 검색 방략간의 수행을 비교할 필요가 있다. 둘째, 선교사-야만인 문제와 질투심 많은 남편 문제는 그 난이도에서 차이가 있고 완전한 동형 구조가 아니므로, 문제의 해결에서 학습이나 전이가 있다하더라도 다른 요인이 이 효과를 상쇄시킬 수 있다. 강 건너기 문제 중 동형 구조이지만 난이도는 다른 금과 은 부적 문제(Gold & Silver problem)와 같은 문제를 써서 전이효과를 더 자세히 밝혀야 한다. 셋째, 그림 4와 그림 5에서도 볼 수 있듯이 체크 모델은 실제 해결과정에서의 인지상태 변이에 의거한 것으로, 그림 1의 상태 E와

상태 H가 좀처럼 넘어가기 어려운 단계들임을 보여 주었다(Thomas,1974). 상태 E와 H에서의 이동에 도움이 되기 위해 문제상태 F와 상태 I를 하위목표로 삼아 이 조건에서의 수행과 본 연구 실험 2의 구조적 하위목표 조건에서의 수행을 비교해 보면 흥미로울 것이다. 네째, 현 문제상태만의 제시나 현상태와 그에 따른 가능한 이동대안의 제시가 계획적인 사고를 어렵게 하고, 인간정보처리에서 단기기억 용량의 제한이 가장 큰 제약이라는 점을 고려한다면, 언어 보고문의 분석(protocol analysis) 등을 통해 비대칭 전이의 원인을 다른 각도에서도 밝힐 수 있다.

참고문헌

- 송영미(1987). 하노이탑 문제해결에서 하위목표의 유형이 문제해결 학습에 미치는 영향. 이화여자 대학교 대학원 석사학위 논문 (미간행).
- 오승민과 이영애(1990). Atwood와 Polson(1976)의 과정 모형 검증: 물병 문제를 중심으로. *한국심리학회지: 실험 및 인지*, 2, 103-117.
- Aschcraft, M. H. (1989). *Human memory and cognition*. Glenview, IL: Scott Foresman.
- Atwood, M. E. (1976). A theoretical analysis of behavior in a sequential problem solving task. Unpublished doctoral dissertation. University of Colorado.
- Atwood, M. E. & Polson, P. G. (1976). A process model for water jug problems. *Cognitive Psychology*, 8, 191-216.
- Bourne, L. E., Dominowski, R. L., Loftus, E. F., & Healy, A. F. (1986). *Cognitive processes*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- 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.
- Cope, D. E., & Murphy A. J. (1981). The value of strategies in problem solving. *The Journal of Psychology*, 107, 11-16.
- Gholson, B., Eymard, L. A., Morgan, D., & Kamhi, A. G. (1987). Problem solving, recall, and isomorphic transfer among third-grade and sixth-grade children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 43, 227-243.
- 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.
- Greeno, J. G. (1974). Hobbits & orcs: Acquisition of sequential concept. *Cognitive Psychology*, 6, 270-292.
- Greeno, J. G., & Simon, H. A. (1989). Problem solving and reasoning. In Atkinson, R. C., Herrnstein, R. J., Lindzey, G., & Luce, R. D. (eds.), *Stevens' Handbook of Experimental Psychology, Vol. II: Learning and Cognition*, (pp. 589-672.) NY: Wiley.
- Hayes, J. R., & Simon, H. A. (1974). Understanding written problem instructions. In L. W. Gregg (ed.), *Knowledge & Cognition*. Potomac, MD: Erlbaum.
- Hayes, J. R., & Simon, H. A. (1976). The Understanding process: Problem isomorphs. *Cognitive Psychology*, 8, 165-190.
- Jeffries, R. M. (1978). The acquisition of expertise on missionaries-cannibals and water-jug problems. Unpublished doctoral dissertation, University of Colorado.
- Kotovsky, K., & Fallside, D. (1989). Representation and transfer in problem solving. In Klahr, D., & Kotovsky, K. (eds.), *Complex Information Processing*. pp. 69-108. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Kotovsky, K., Simon, H. A., & Hayes, J. R. (1985). Why are some problem hard? evidence from Tower of Hanoi. *Cognitive Psychology*, 17, 248-294.
- Luger, G. F., & Bauer, M. A. (1978). Transfer effects in isomorphic problem situations. *Acta*

- Psychologica*, 42, 121-131.
- Malin, J. T. (1979). Information-processing load in problem solving by network search. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 5, 379-390.
- Mawer, R. F., & Sweller, J. (1982). Effects of subgoal density and location on learning during problem solving. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 8, 252-259.
- McGuiness, C. (1986). Problem representation: the effect of spatial arrays. *Memory & Cognition*, 14, 270-280.
- Newell, A., & Simon, H. A. (1972). *Human problem solving*. Englewood Cliff, NJ: Prentice-Hall.
- Norman, D. A., & Bobrow, D. G. (1975). On data-limited and resource-limited processes. *Cognitive Psychology*, 7, 44-64.
- Reed, S. K., & Abramson, E. (1976). Effect of the problem space on subgoal facilitation. *Journal of Educational Psychology*, 68, 243-246.
- Reed, S. K., Ernst, G. W., & Banerji, R. (1974). The role of analogy in transfer between similar problem states. *Cognitive Psychology*, 6, 436-450.
- Simon, H. A., & Reed, S. K. (1976). Modeling strategy shifts in problem solving task. *Cognitive Psychology*, 8, 86-97.
- Smyth, M. M., Morris, P. E., Levy, P., & Ellis, A. W. (1987). *Cognition in action*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Spitz, H. H., Minsky, S. K., & Bessellieu, C. L. (1984). Subgoal length versus full solution length in predicting tower of hanoi problem-solving performance. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 22, 301-304.
- Sweller, J. (1983). Control mechanisms in problem solving. *Memory & Cognition*, 11, 32-40.
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12, 257-285.
- Sweller, J., & Levine, M. (1982). The effects of goal specificity on means-ends analysis and learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 8, 463-474.
- Thomas, J. C. (1974). An analysis of behavior in the hobbits-orcs problem. *Cognitive Psychology*, 6, 257-269.
- VanLehn, K. (1989). Problem solving and cognitive skill acquisition. In M. I. Posner (ed.), *Foundation of Cognitive Science*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Wickelgren, W. A. (1974). *How to solve problems: Elements of a theory of problems and problem solving*. San Francisco, CA: Freeman.

Transfer Effects in Problem Solving : A River Crossing Problem

Su Yeon Kim and Young-Ai Lee

KIRBS

Ewha Woman's University

Two experiments were designed to test a processing load hypothesis and a strategies hypothesis on the nature of asymmetric and/ or no transfer effects between similar problems (e.g., Reed, Ernst & Banerji, 1974; Gick & Holyoak, 1980). Using a missionary-cannibal and a jealous husband-wife problem, we obtained results that supports the predictions derived from the strategies hypothesis. Unlike previous work, we also found a symmetric transfer effect between these two problems.