

개념적 지식과 논리적 사고 *

김영채 박권생 박아청
계명대학교 심리학과·교육학과

개념적 지식과 논리적 사고가 어떠한 관계를 가지고 있는지를 알아보기 위하여 세 가지의 실험을 수행하였다. 실험 1에서는 Wason의 카드선택과제를 이용하여 대학생의 연역추리를 다루었다. 실험 2와 3에서는 산수의 분수과제를 이용하여 국민학생의 문제해결의 계산능력수준을 분석하였다. 여기서 얻은 결론들은 다섯가지로 간추려 볼 수 있는데, (i) 논리적 사고는 추상적인 추론규칙을 사용한다기 보다는 영역구체적인 추론규칙을 사용하는 것 같으며, (ii) 추론은 경험을 토대로 습득한 전략기억에 주로 의존하며, (iii) 개념적 지식과 절차적 지식은 범주에 의하여 서로 연결되어 있으며 그리고 각 범주의 개념은 조건을 포함하는 기능에 따라 색인화되어있는 것 같이 보이며, (iv) 지식과 사고는 기본적으로 서로 독특하지만 서로는 역동적으로 상호작용하며, 그리고 (v), 이는 실용적인 것인데, 논리적 사고력을 개발할 때는 절차학습을 구체적인 문제영역의 자료를 가지고 적절한 맥락에서 구체적으로 해야 하며, 언제, 어디서, 그리고 '왜'를 외현적으로 강조해야 하며, 그리고 도구적 지식이 되게 깊게 이해하게 할 필요가 있다는 것 등이다.

사고와 문제해결에 대한 관심이 새롭게 늘어나고 있다. 정보사회로의 변화등에 따른 비판적 사고의 요청은 인식론적인 관심을 더욱 자극하게 되었고 이와 더불어 지식과 사고의 관계가 더욱 주목을 받고 있다. 지식은 사고의 도구라기도 하고 서로는 상호의존적이라 말하기도 한다(Alexander & Judy, 1988; Perkins, 1986; Pressley, Borkowski & Schneider, 1987). Glaser(1985)는 "새로운 학습이론은 지식조직화가 문제해결과정에 유의한 영향을 미친다는 아이디어와 양립하는 것 같이 보인다. ... 서술적 지식과 절차적 지식은 뒤영겨 있으며 어떤 영역에 유창하게 되는 사람은 서술적 지식 기반을 개발하며

이 지식을 효과적으로 사용하기 위한 조건으로 정착시킨다"(p. 617)라고 말한다. 학자들은 지식을 서술적인 것과 절차적인 것으로 구분해 보고 있다. 한 영역의 개념의 핵심들과 이들의 상호관계로 이루어져 있는 구조적 지식을 우리는 개념적 지식이라 한다. 그리고 절차적 지식은 과제장면의 요구에 따라 상이한 형태의 논리적 사고로 나타날 수 있을 것이다. 이처럼 지식이 바로 사고라고는 할 수 없기 때문에, 이들에 대한 관심은 결국 지식과 절차가 어떠한 관계를 가지고 있는냐는 것이 된다. 이러한 접근은 기계적 학습 패러다임을 반복하지 아니하고 문제해결에 도움되게 접근 가능한 지식을 습득케 하는데도 도움될 것이다(Glaser, 1985). 본 연구에서 수행해 본 3개의 실험도 이들의 관계가 어떠한 성질의 것인지를 밝히는데 주목적을 두고 있다. 여기에서 지식과 절차의 관계라는 영역과 관

* 이 논문은 1991년도 교육부 지원 한국학술진흥재단의 대학부설연구소 지원 학술연구조성비에 의하여 연구되었음.

련하여 몇가지의 이슈들을 정리해 보면 도움이 될 것 같다. 먼저, 일반적 사고과정과 구체적 사고과정의 관계에 대한 것이다. 일반적이란 領域獨立인 사고기능을 말하며 발견법적 탐색(heuristic search)과 기억처리의 추상적 기제를 의미한다. 그리고 구체적이란 영역특수적인(domain-specific) 사고기능을 지칭한다. 다시 말하면 思考란 영역특수적인 지식을 기반으로 하는 구체적 기능인가. 아니면 범영역적인 추상적 기제인가에 대한 것이다. 여기에 대하여서는 전통적으로 두 가지의 견해가 대립하고 있다. 하나는 사람은 영역독립적인 논리의 법칙을 사용하여 일상생활의 문제를 해결한다는 것이다. 많은 심리학자와(예컨대, Piaget, 1970) 철학자들이 이러한 견해를 견지하였으며 그러한 논리법칙은 대개 논리학에서 명시하는 논리법칙(표준논리)과 같다고 본다. 이들 중 일부는 사람들이 표준논리에 따라 추리하는 것이 아니라는 일부의 연구증거를 감안하여 사람들은 표준논리를 배우지 않고도 자연스럽게 사용하게 되는 自然論理를 사용한다고 제안하기도 한다(예컨대, Rips, 1983; Braine Reiser, & Rumin, 1984). 이와 반대적인 견해에서는, 사람들은 構文的 法則을 사용하는 것이 아니라 실제로 경험한 내용영역의 구체적인 법칙을 습득하며 이러한 법칙을 이용하여 문제해결적 사고를 한다는 것이다. 사람들은 이러한 구체적 법칙을 가지고, 그것은 例와 反例에 대한 단순한 기억일 수도 있겠지만, 명제의 타당성을 평가한다고 본다(예컨대, Griggs와 Cox, 1982). 일반적인 구문적 법칙 이론과 구체적 경험 이론의 중간쯤에 위치하고 있는 것도 있다. 예컨대, Cheng와 Holyoak(1985)은 사람들이 추리할 때 실용적 추리도식들을 사용한다고 논증한다. 이러한 도식은 경험에 기초하지만 다소간 일반화되고 추상화된 것이며 관계의 유형과 목적 유목에 따라 정의되어 있다고 본다. 사고와 문제해결의 개발연구도 두 가지의 접근법으로 나누어진다. 하나는 전문영역의 전문가 연구에 집중하며 영역특수적인 지식을 강조한다. 그리고 다른 하나는 일반적인 전략적 및 초인지적 지식을 강조하며 이러한 능력을 가지고 있는 사람은 다양한 맥락에서 효과적으로 기능할 것으로 기대한다. 그러나 일반적 기능이 다양한 맥락으로 轉移하며 구체적 기능만큼 강력할 수 있는지에 대한 연구결과들은 대개가 부정적이다(예컨대,

Belmont & Butterfield, 1977). 만약 추상적인 일반적 사고기능의 전이가 가능하다면 '논리' 코오스에서 가르치는 바와 같은 지식이 논리적 사고나 기억 수행에 정적인 효과를 미칠 것이란 가설을 세울 수 있을 것이다.

전통적으로 발달 심리학자들은 구체적 내용지식의 변화보다는 주로 일반적인 知的能力(competence)의 발달에 관심을 보여왔다. 왜냐하면 이러한 능력의 활용은 연령의 증가에 따라 증가하며 그리고 그러한 능력을 더 활용함에 따라 사고나 기억수행이 따라서 향상된다는 것을 많은 연구들은 일관성있게 보여 주었기 때문이다. 그러나 이들 발달 심리학자들도 이제는 그러한 지적능력(전략)이 어떠한 기제에 따라 어떻게 습득되는지를 설명해야 할 것이다. 최근의 연구들은 발달연구, 전문가와 초보자의 문제해결 연구, 또는 적성과 지능의 過程分析 등을 통하여 知識構造와 認知過程간의 강력한 상호작용을 보여주고 있다. 이들은 개인간에 사고와 문제해결 능력에서 차이가 나는 것은 概念的 및 節次的 知識의 조직체를 소유하고 활용하느냐에 달려 있다고 본다(예컨대, Chi, 1978; Lesgold, Feltovich, Glaser, & Wang, 1981; Glaser, 1984; Sternberg, 1977). Siegler와 Richards(1982)는 "최근에 연구자들은 구체적 내용영역에서의 지식의 변화가 바로 이전에는 능력이나 전략의 성장에 귀인시켰던 기타 변화의 기초임을 시사해 주고 있다"(p.930)라는 말로 이 이슈를 분명히 하고 있다. 그리고 Minsky와 Papert(1974)도 "사람이 대단히 지적인 것은 그의 전반적인 사고능력 때문이 아니라 조직적인 지식의 구체적인 측면 때문일 것이다"(p. 59)라고 지적한다. 구체적 지식의 역할을 강조하는 이러한 견해에서도 아동이 발달단계에 따라 보다 효과적으로 정보를 조직화하고 문제를 해결하는 등등의 일을 보다 더 효과적으로 하게 된다는 것은 단계설에서와 마찬가지로 인정하고 있다. 그래도 그것은 아동의 기능목록에 일반적인 論理能力이 새롭게 추가되었기 때문이 아니라 그들 대부분은 새로운 지식의 습득의 결과 나타나게 된다고 가설한다(예컨대, Brown, Bransford, Fenara, & Campione, 1983).

다음은, 지식의 構造的 關係에 대한 것이다. 認識論에서의 '지식'은 흔히 "정당한 참의 신념을 가르키며 절대적인 보편적 진리에 한정하여"

(Alexander, Schallert, & Hare, 1991, p.317) 사용되고 있다. 그러나 대부분의 인지영역의 연구자들은 개인이 저장하고 있는 정보, 기능, 경험, 신념, 그리고 기억 등을 포괄하는 것으로 지식이란 개념을 사용하고 있다(Paul, 1990). 그리고 대부분의 연구자들은 실용적인 이유로 인하여 지식의 유형을 서술적 지식(declarative)과 節次的 知識(procedural)으로 나누고 있다. Paris, Lipson 및 Wixson(1983)은 이들에다 條件的 知識(conditional)을 그리고 Chi(1979), Alexander 및 Judy(1988)는 전략적 지식(strategic)을 추가시키고 있다. 서술적 지식은 과제 특징, 전략 및 개인적 능력에 관한 명제적 지식이라고 정의되며(예컨대, Anderson, 1985; Flavell, 1979) 이러한 지식은 과제, 전략 및 자기에 대한 내용 즉 '무엇을' 가리킨다. 그것은 辭典的인 지식이기도 하며 사실에 대한 것이다. 절차적 지식은 여러가지의 認知過程을 '어떻게' 수행할 것인지를 아는 것을 말한다. 따라서 어떤 것에 대하여 단순히 아는 것만으로는 그것을 적절하게 그리고 효과적으로 사용하여 사고할 수 있는 것이 아니라고 본다. Paul(1990)은 비판적 사고의 필요성을 역설하면서 "숫자에 대한 사실은 학습할 줄 알아도 문제해결은 하지 못한다. 단어는 읽을 줄 알아도 그에 대하여 분석적으로 사고하거나 추리를 해 내지 못한다. ...지식을 저장하고 인출해 내긴 해도 어떻게 활용할지는 알지 못한다"라고 역설하여 이 둘을 구분한다. 어떤든 절차적 지식은 과제의 성질이나 요구에 따라 推論, 유추, 이해, 문제해결, 비판적·창의적 사고, 조직화 등 다양한 모습의 論理的 思考로 전개될 것이다. 서술적 지식은 정신적 모델 등과 같은 구인적 속성을 가지고 있다고 본다. 절차적 지식은 기능, 전략, 또는 생성 등과 같은 특징적인 構因들을 사용하며, 그것은 목적 달성에 요구되는 단계에 관한 지식, 즉 '어떻게'를 아는 것이라고 한다. Paris 등(1983)의 조건적 지식은 절차적 지식을 '언제', '어디서', 그리고 '왜' 사용하느냐에 관한 지식을 기술하는 것이다. 조건적 지식은 절차적 지식을 융통성있게 그리고 전략적으로 사용할 수 있게 해준다. 그러나 지식의 유형을 서술적, 절차적 및 조건적의 세 가지로 나누지 않을 때는 사용의 조건과 제한을 조건화된 지식이라 하여 절차적 지식에 같이 포함시킨다(Glaser, 1984). Chi(1979)는 서술적 지식과 절차적 지식을 묶음하여 內容知識이라 하

고 이와 대비되는 것으로서 전략적 지식을 주장한다. "전략적 지식이란 여러 영역에서 적용 가능한 發見法的 知識이다. 예컨대, 試演의 과정도 전략적 지식이라 볼 수 있으며 그러므로 그것을 숫자, 단어, 철자 등등에서 사용할 수 있다"(p.222). 그러나 지식을 '언제 그리고 어떤 조건에서' 사용할 수 있는지에 대한 지식이라는 점에서는 앞에서 본 조건적 지식과 같은 것 같다. 물론, Anderson(1981)의 生成體制(production system)에서는 이들 지식유형들을 모두 함께 포함시키고 있다. 이와같은 지식의 유형 구분은 언어(Anderson, 1983), 수학(Hiebert, 1987), 명제적 추론(Keating, 1988) 등 여러 측면의 認知에 적용되고 있다.

서술적 지식과 절차적 지식의 구분을 앞에서는 실용적인 이유라 했지만 그래도 양자의 구분의 필요성을 보여주는 논증이 없는 것은 아니다. 첫째, 학습의 기제가 다른 것 같다. 예컨대, Anderson(1983)은 "절차적 학습기제는 점진적이고 귀납적인데 대하여 서술적 영역의 특징은 돌연하고 직접적인 학습"(p.35)이라 말한다. 둘째, 논리적으로 보아 절차적 지식을 개념적 지식에 還元시키기는 어려우며(예컨대, Hintikka, 1975), 셋째, 서로는 인지적 기능이 다르다고 본다. 즉 개념은 범주를 형성하므로서(Smith & Medin, 1981) 또는 事象들을 관계시키므로서 우리가 가지게 되는 갖가지 경험에다 질서와 조직을 부여한다. 개념은 이론이나 내적 모델과 같으며 原型的 構造를 이룬다고 본다. 예컨대, Riley, Greeno 및 Heller(1983)는 학습과 문제해결에 영향을 미치는 문제장면에 대한 개념적 지식의 범주들을 "변화"와 "동등화" 범주 그리고 "조합"과 "비교" 범주로 나누어 기술하고 있다. 그러나 어떤든 간에 개념적 지식과 절차적 지식, 따라서 개념적 지식과 논리적 사고를 어떻게 구분할 수 있는지는 경험적 자료로 결정될 것이다. 이를 위하여서는 서로의 상관을 분석하거나 한쪽 유형의 지식에 대한 간섭효과가 다른쪽 유형의 지식에도 나타나지는지를 검증해 보는 것과 같은 실험의 설계를 사용할 수 있을 것 같이 보이기도 한다. 그러나 글의 이해를 지식기반의 개념주도적인 정교화로 보고 이것이 바로 추리라 보는 것은 오류라는 지적도 있다. 예컨대, 조명한(1990)은 연역적 추리는 당연히 자료주도적으로 이루어져야 하며 사람의 사고에서 논리적인 능력을 부정해서도 안된다고 한다.

개념적 지식이란 개념이 의미하는 바도 제법 다양하다. Alexander와 Judy(1991)는 개념적 지식은 내용지식과 담화지식으로 이루어져 있는 것으로 보고 내용지식은 물질적, 사회적 및 정신적 세계에 대한 지식이라 한다. 개념적 지식을 세상과 상호작용할 수 있는 개념적 틀을 제공해 주고 있는 '이전 지식'과 같은 것으로 보기도 하고(Marr & Gormley, 1982) 더 넓게 어떤 사람이 알고 있는 모든 것을 지칭하기도 한다(Schallert, 1982). 그리고 구체적 영역에서의 지식을 이야기 할 때는 인지심리학자들은 흔히 圖式理論을 이용한다. 도식들이란 기억속에 저장되어 있는 포괄적인 개념들을 표상하는 조직화된 이전 지식으로 이루어져 있는 인지구조라 정의한다(Rumelhart, 1978). 도식들은 어떤 개념에 관련되어 있는 정보의 網狀을 구성해 주며 그것은 흔히 경험하는 대상, 행위, 사건, 또는 장면의 원형이다. 도식들은 이론과 마찬가지로 예측과 추론의 원천이기 때문에 이해에 영향을 미칠 것이다. 도식조직화는 어떤 구체적 영역을 설명하거나 이해하는데 사용되는 주요개념들을 가리킨다. 많은 연구들은 인지발달에는 보다 많은 지식의 습득 그리고 도식들이 조직화되는 방식의 변화가 모두 포함된다고 본다(예컨대, Carey, 1985). 본 연구에서는 다음과 같은 논리로 개념적 지식을 정의해 본다. 개념적 지식은 한 영역의 개념의 핵심들과 이들간의 관계로 구성되어 있다. 내용지식은 서술적 지식과 절차적 지식(조건화된 절차적 지식)으로 이루어지며 서술적 지식은 사실적 정보이며, 따라서 '무엇에' 관하여 아는 것이다. 또한 정보(항목) 내용은 表面側面水準에서 습득(부호화)되기 때문에 단순한 '사실'에 지나지 않게 될 수도 있고 일반화 가능한 개념의 수준에서 습득되어 概念的 道具가 될 수도 있다. 요약하면, 개념적 지식은 어떤 영역의 개념의 핵심들과 이들간의 관계로 이루어져 있는 구조적 지식이다. 그것은 내용지식의 한 유형인 서술적 지식으로서 사실적 정보에 대한 것이다. 그리고 그것은 습득의 방법에 따라 기계적 '사실'에 지나지 않을 수도 있고, 반면에 일반화 가능한 개념적 도구가 되어 조직화될 수도 있다고 본다. 보다 간단히 말하면 아이디어, 즉 개념들에 대한 지식을 우리는 개념적 지식이라 하며, 그것은 개념적 도구가 된다.

다음은, 지식의 구조 내지 조직화에 대한 것이

다. 앞에서 개념적 지식은 한 영역내의 개념의 핵심들과 이들간의 상호관계로 이루어져 있으며 그것은 도식과 흡사한 것이라고 하였다. 그리고 절차적 지식은 수행단계에 관한 지식이라 하였다. 그렇다면 이들은 서로 어떻게 관계하여 구조화되어 있는지에 관심이 가게 된다. "도식이란 기억속에 저장되어 있는 총체적 개념을 표상하는 수정가능한 정보구조이다. ...이러한 원형적 구조는 사고와 이해에 중심적인 역할을 하며 이러한 구체적인 知識, 網狀의 맥락속에서 推理가 가능해진다"(Glaser, 1984, p.106)라고 말하기도 한다. 그리고 개념의 위계적 조직화를 설명하기 위하여 위계망상모형(Collins & Quillian, 1970), 측면비교모형(Smith, Shoben, & Rips, 1974), 또는 활성화 확산모형(Collins & Loftus, 1975) 등이 제안되어 있다. Novak과 Araya(1980)는 문제유형의 도식은 辨別網狀으로 조직화되어 있다고 보며 전문가는 어떤 문제가 어떤 유목에 속하는 사례, 즉 경우라고 쉽게 인식할 수 있는 능력 때문에 수행이 우수하다고 말한다. Elliot와 Scharf(1990)는 "상관적인 원형들이 바로 도식이며 그것은 경험에서 나타난다. 이러한 구조는 문제해결에 관한 관련의 영역구체적인 기대, 추리, 그리고 방법 등을 기능적으로 조직화한다. 그리고 우리는 문제해결 전략의 이동은 이러한 도식의 내용 및 상호결합의 변화에서 생기는 부산물이라 전제한다"(p.582). Schank(1982)와 Riesbeck(1981)의 Memory Organization Packets(MOPS)에서는 지식은 상호관련의 도식들을 통하여 공통점과 차이점을 중심하여 조직화되며 이것이 변별망상의 기능을 한다고 말한다.

그러면 개념과 절차는 어떻게 관련하여 조직된다고 전체해 볼 수 있을까? 위에서의 고찰을 토대로 해 보면 적어도 두 가지의 가설이 가능할 것 같이 보인다. 하나는 辨別마디(discrimination node)를 이루는 것을 바로 조건내지 제한이라(조건적 지식) 보고 이에서 나오는 통로가 고리(link)가 되어 개념과 절차가 연결되며 색인화되어 있다고 보는 것이다. 그러한 조건 내지 제한은 범주의 공통점과 차이점으로 조직화될 수 있을 것이다. 비슷하지만 다른 하나는, 이미 앞에서 개념적 지식은 범주로 나누어진다고 하였는데, 이러한 범주가 개념과 절차를 관계지우는 고리의 노릇을 한다고 보는 것이다. 그리고, Winograd(1975)가 시사하고 있는 바와 같

이, 각각의 개념들은 모두 거기에 적용되는 절차에 따라 색인화되어 있다고 보는 것이다. 따라서 '명사'란 범주는 명사특수적인 법칙에 따라 색인화되어 있을 것이다. 그리고 '분수'는 통분법에 따라 색인화되어 있을 것이다. 이러한 가설을 지지하는 증거로는 범주이름을 흔히 기능에 따라 정의하며 (McNamara & Sternberg, 1983), 대상을 흔히 기능에 따라 설명하며 (Nelson, 1978), 그리고 컴퓨터 시뮬레이션에서 범주를 절차에 따라 색인화하는 것 등을 들 수 있다. 만약 이러한 가설이 맞다면, 논리적 사고를 정확하게 할 수 있기 위하여서는 기억 표상에서 적절한 개념범주에 接近할 수 있어야 하며 적절한 절차적 단계를 수행할 수 있어야 할 것이다. 다시 말하면 가용한 개념에 접근 가능해야 하며 그리고 논리적 절차과정의 정확해야 한다. 왜냐하면, 만약 대상 A가 범주 X에 속하는 것으로 범주화되면 그 범주에 적절한 법칙이 사용되기 때문이다.

다음의 이슈는, 개념들의 통합에 대한 것이다. 아이디어, 즉 지식의 통합에 관한 대표적인 이론은 活性化 擴散模型이다. 이 모형에서는 어의적 망상에서 개념들간의 관계를 보여주는 고리에 의하여 같이 연결되어 있는 개념들을 강조하며 그리고 핵심적인 전제로 두고 있는 것은 활성화 확산이다. 개념과 절차(사고)는 범주에 의하여 서로 고리지어져 있고, 범주는 다시 기능적인 법칙에 따라 색인화되어 있다고 보았다. 그렇다면 서로 연결되어 있는 개념적 지식과 절차적 지식은 어떻게 활성화되어 확산되는 것인가? 이들의 관계에 대하여서는 두가지의 견해가 가능한데, 하나는 同時的 活性化 見解이고 하나는 역동적 상호작용 견해이다. 동시적 활성화 접근법에서는, 예컨대, 아동이 계산에서 오류를 범하는 것은 개념적 지식기반이 허약하기 때문이라 본다 (Fuson, 1990). 계산법을 기계적으로 반복하여 학습하면 수학적 기초는 외우는 것이기는 하나 무의미하다. 학습하려는 지식을 내적 또는 외적으로 관련시키면 지식은 유의미한 것이 될 수가 있을 것이다. 이 접근법에서는 개념적 지식이 풍부해지고 조직화되게 되면 그에 따라 '비판자'(critics)를 습득하게 되며 이것이 절차적인 결함을 탐지해 낸다고 본다 (예컨대, Hiebert, 1987). 개념적 지식이 증가하면 문제해결에 필요한 절차적 알고리즘과 개념적 지식 모두를 인출해 낼 수 있게 된

다고 본다. 따라서, 개념적 지식이 낮으면 논리적 사고와 같은 절차의 수행은 부정확해진다. 결국, 개념적 지식은 절차를 정확하게 사용하는데 필요하고도 충분한 조건이라는 말을 하게 된다.

이와 대비되는 역동적 상호작용 견해는 Anderson(1983)의 ACT* 이론과 Inhelder와 Piaget (1980)의 구성주의적 견해를 종합한 것으로 이해할 수 있다. ACT*에 의하면, 모든 지식은 시초에는 서술적인 형태로 나와서 일반적 과정에 의하여 해석되어 적용되어야 한다(해석적 적용). 그러나 과제를 수행해 감에 따라 해석적 적용 대신에 직접적으로 행동을 수행하는 生成(productions)이 서서히 대체해 가는 節次化가 이루어진다. 그리고 이러한 절차화과정은 여러 생성들의 시퀀스를 하나의 생성으로 조합할 수 있는 합성과정(composition)에 의하여 더욱 완성된다. 절차화와 합성을 합하여 知識編輯(knowledge compilation)이라 하는데 결국 이들이 연습을 통하여 과제 구체적인 절차를 만들게 된다. 이와 비슷한 의미로, Pinker(1984)는 '어의적 구두 끈매기'(semantic bootstrapping)라는 가설로 문법법칙의 습득을 설명하고 있다. 그에 의하면, 아동이 각 단어의 어의에 대하여 가지고 있는 지식은 처음에는 구문법칙을 습득하는데 도움이 되지만, 그러나 구체적인 문법법칙을 일단 습득하고 나면 단어 어의는 더이상 도움이 되지 아니한다. 문법법칙이라는 절차적 지식은 훈련하여 전문지식이 쌓여져야 인출할 수 있다. Inhelder와 Piaget(1980) 또한 개념적 지식과 절차적 지식을 구분하며, 개념적 지식은 아동이 절차의 결과를 이해하려고 할 때 흔히 보다 더 풍부해 진다고 본다. 이들을 종합해 보면 역동적 상호작용의 내용을 구성해 볼 수 있을 것이다. 즉 모든 지식의 시초는 서술적인 것이며, 이를 기초로 하여 새로운 절차(過程)가 발달된다. 그러나 연습을 통하여 점차 과제에 구체적인 절차를 습득함에 따라 개념적 지식은 더 이상 도움이 되지 아니한다. 다시 말하면 개념적 지식은 새로운 절차를 만드는데 필요하지만 충분한 조건은 아니다. 절차가 충분히 발달되고 수행되면 거기에 따라 흔히 다시 새롭게 설명할 필요성이 있는 결과가 벌어지게 되고 이러한 것을 이해하고 설명하려는 과정속에서 개념적 지식은 다시 더 풍부해진다고 보는 것이다. 새로운 개념적 지식의 습득에도 절차적 지식은 충분하지 아니할 것이다. 결국 개념적 지식과

절차적 지식은 通時的으로 역동적인 상호작용을 한다고 정리할 수 있겠다. 물론, 동시적 활성화 접근법이나 역동적 상호작용 접근법에 따라 수행에 대한 예측은 달라진다. 전자가 정확하다면 개념적 지식과 절차적 지식은 높은 상관을 보일 것이다. 그러나 만약 후자가 정확한 경우라면 서로는 상당히 독특한 것임을 예측하게 될 것이다. Chi(1979)는 지식의 구조, 내용 및 表象과 처리 전략간의 상호작용을 강조하면서 戰略(strategies)이란 구체적인 내용 관련 절차적 지식이 일반화된 형태일 것으로 본다.

마지막은 추리 및 Wason의 카드선택 과제에 대하여서이다. 본 연구에서는 연역적 추리를 요구하는 Wason의 카드선택과제와 분수계산의 과제를 이용하여 실험하였다. “많은 저자들은 두 가지 유형의 思考를 구분하고 있는데 하나는 연역적, 분석적, 구속적, 엄격한, 수렴적, 형식적 및 비판적 등과 같은 서술어로서 그리고 다른 하나는 귀납적, 종합적, 확장적, 비구속적, 확산적, 비형식적, 혼합적 및 창의적 등으로 특징지을 수 있는 것이다”(Nickerson et al., 1985, p.62). 귀납적 추리는 관찰한 사실을 기초로 하는 一般化가 대표적인 것인데 일반화를 필수적으로 동반하는 이론화에는 귀납적 추리가 깊게 관여한다. 연역적 추리는 참이라고 알려져 있거나 참이라고 받아들여진 명제에서 시작하여 결론을 끄집어 내는 과정이다. 귀납적 추리에서는 전제가 참인데도 불구하고 결론의 진실성은 개연적이고 확률적이다. 그러나 연역적 추리에서는 전제가 참이면 거기에서 연역해온 결론은 필연적으로 참이라는 데서 귀납적 추리와 연역적 추리는 구분된다. 심리학자들의 관심을 특히 많이 끌고 있는 것은 假言的 三段論法인데, 이것의 명제는 “p이면 q이다”(if p then q)라는 조건문 형식으로 표현되기 때문에 가연적 삼단논법을 조건적 삼단논법 또는 간단히 條件推理라 부르고 있다. 조건추리는 연구가설의 정립과 조건적 전제로부터 타당한 결론을 도출해 내는 과학적 추리이기 때문에 과학이나 수학에서 조건추리능력은 특히 중요하다. Wason의 카드선택과제에서는 한면에는 문자가 적혀 있고 그 이면에는 숫자가 적혀 있는 카드가 4장, 그리고 이들 문자와 숫자를 임의적으로 짝지워 조건문 형식으로 표현한 條件規則이 제시된다. 예컨대, ‘카드의 한 면에 “A”가 적혀 있으면, 그 카

드의 이면에는 “4”가 적혀있다’라는 조건규칙을, 그리고 그 한면에 각기 A, M, 4, 7이 적힌 4장의 카드를 함께 제시한다. 피험자에게는 각 카드의 한면에는 문자가 그리고 그 이면에는 숫자가 적혀 있다고 말해주고 이 조건규칙의 진위를 가리기 위해 반드시 뒤집어 보아야만 하는 카드(들)를 지적토록 지시한다. 이 규칙을 기호로 표시하면 ‘if p then q’가 되며 위의 예로는 4장의 카드가 보여준 내용은 각기 p, -p(not p), q, -q(not q)의 보기가 된다. 前件과 後件, 즉 p와 q간의 관계에만 관심을 가지는 명제적 논리의 진리표에 따르면, 조건문 형식을 취하고 있는 이러한 규칙이 거짓인 경우는 p와 -q, 즉 전건은 긍정인데 후건은 부정인 경우 뿐이다. 나머지 세 경우에는 -전건도 긍정되고 후건도 긍정되는 경우(p와 q), 전건도 부정되고 후건도 부정되는 경우(-p와 -q), 그리고 전건은 부정되고 후건은 긍정되는 경우(-p와 q) - 모두 이 조건규칙은 참이 된다. 그러므로 이 규칙이 거짓임을 논리적으로 증명하기 위해서는 전건은 긍정되었는데 후건이 부정되었다는 것을(또는 후건은 부정되었는데 전건은 긍정되었다는 것을) 밝혀야 한다. 따라서 위의 보기에서는 p카드(A가 적힌 카드)와 -q카드(7이 적힌 카드) 뒤집는 것이다. q카드와 -p카드 뒤에는 어떤 것이 적혀 있더라도 조건 규칙은 참이 되기 때문에 뒤집어 볼 필요가 없을 것이다.

그리고 Ward 등(1990)이 말하는 지식의 조직은 의미체계를 바탕으로 형성되는데 의미체계의 주요 구성요소는 일-대-다수의 구조를 이루고 있다. 예컨대 개, 고양이 등등의 다수 개념들이 포유동물이라는 하나의 상위개념에 통합되어 있다는 것이다. 따라서 예컨대 ‘만약 어떤 동물이 개라면, 그 동물은 포유동물이다’라는 조건문 형식에 표현된 전건과 후건간의 관계는 필연적 관계(entailment relation)에 있으며 전건과 후건의 내용간에 존재하는 관계는 의미체계의 조직방식과 일치한다. 따라서 조건문 형식의 진술내용은 대단히 개념적이며 따라서 과제수행의 수준도 향상될 것으로 예측할 수 있을 것이다. Wason 과제의 수수께끼 다음은 단순해 보이는 과제인데도 정반응을 하는 피험자 수는 전체 피험자의 10%에도 미치지 못하고 있을 뿐만 아니라(Cheng & Holyoak, 1985), 이 과제의 조건규칙을 主題的/현실적인 내용으로 표현하면 연역적 추리의 수행수준이 현저히 향상된다는 사실에

있다.

본 연구의 실험 1에서는 Wason의 카드선택과제를 이용하였고 그리고 실험 2와 3에서는 산수의 분수문제를 사용하였다. 그리고 실험 1에서는 연역적 추리를 그리고 실험 2와 3에서는 문제해결의 수행을 다루었다. 그리고 이미 언급해둔 바와 같이 이들 세 가지의 실험은 개념적 지식과 논리적 사고의 관계가 어떠한 성질의 것인지를 분석해 보는데 목적이 있다. 부차적인 목적으로 논리적 사고의 개발에 관련한 가능한 시사점도 얻을 수 있기를 기대한다.

실험 1

본 실험에서는 Wason의 카드선택 과제를 사용하였다. 이미 언급해 둔 바와 같이 조건문 형식에서 표현되는 전건과 후건간의 내용관계는 일-대-다수로 필연적인 것이며 따라서 그것은 지식조직의 기초가 되는 의미체계의 구성방식과 같다. 따라서 Wason 카드의 연역적 추리과제에서의 지식의 조직방식은 대단히 구조적이고 개념적인 셈이다. 연역적 추리에 대한 연구는 대개 사람들의 사고가 논리적인지를 알아보기 위한 것이다. 思考가 논리적이란 말은 전제로부터 결론을 도출해 내는 것이 논리학에서 명시하는 '추리의 규칙'에 맞게 전개된다는 것을 뜻한다. 그리고 추리과제의 수행수준은 인간의 지식이 조직되어 있는 방식에 따라 영향을 받는다고 보기 때문에(Overton et al., 1987), 조건문 형식으로 표현된 과제의 수행수준은 수행촉진 효과를 보여 향상된다고 예측할 수 있다. 더욱이 일반적 논리과정에 대한 지식을 코오스를 통하여 학습한다면 논리적 사고의 수행수준은 더욱 향상되리라는 가설도 가능할 것이다. 이들에 관한 검증이 본 연구의 첫번째 목적이 된다. 다음으로 Wason과제에 투사시켜본 主題的課題의 效果를 검증해 보고자 하였다. 주제적 과제의 효과란 조건규칙이 주제적이고 현실적인 내용의 것으로 표현되면 사고수행의 수준이 크게 향상되는 것을 말한다. 논리학의 규칙은 내용에는 상관없이 형식만을 규정하기 때문에 만약 사람들이 Wason과제를 논리적 규칙에 따라 해결한다면, 과제의 주제적인 내용에 따라 수행수준이 달라져서는 안된다(Griggs &

Cox, 1982). 마지막으로 과제에 대한 조건적 지식의 送還(feedback)을 조작해 보았다. 조건적 지식은 절차수행의 '언제,' '어디서'와 '왜'에 관한 것이다. 그러므로 이의 효과분석을 통하여서도 개념적 지식과 절차적 지식의 관계에 관한 얼마의 시사점을 얻을 수 있을 것으로 기대하였다.

방법

대상. 계명대학교에 재학중인 재학생 107명을 대상으로 하였다. 전체 107명 중 57명은 '수리와 집합'이라는 교양과목을 수강하는 학생이고 나머지 50명은 심리학 개론을 수강하는 학생이었다. 두 집단은 일반적으로 보아 서로 매우 비슷하다고 판단하였다. 그리고 이들의 누구도 Wason 과제나 기타 이와 유사한 과제를 경험해 본 적은 없었다.

설계. 본 실험은 훈련(2) × 과제의 주제성(3) × 송환(2)의 혼합요인설계를 이용하였다. 훈련 변인은 '수리와 집합' 과목을 수강하는 집단과 수강하지 아니하는 집단의 두 가지 수준을 가지는 간변인이다. '과제의 주제성'이란 Wason 과제로 투사된 진술문이 얼마나 현실적이고, 주제적인 내용의 것인지를 말하는데 '표준문제', '포유동물 문제' 및 '음주연령 문제' 등의 세 수준을 가진다. 표준문제는 Wason 과제가 추상적인 조건규칙으로 진술되어져 있는 것을 말한다. '송환' 변인이란 모든 피험자들에게 '연습문제'를 풀어보게 한 다음 조건적 지식에 대한 送還(feedback)을 주느냐 주지 아니하느냐에 따라서 조작하였다. 여기에서 조건적 지식이라 함은 연습문제의 정답이 어느 것이며 그것이 왜 정답인지를 설명해 주는 것을 말한다.

과제. Wason 과제의 원본 하나와 이를 수정한 세 가지 형태를 합한 네가지의 문제를 소책자에 인쇄하여 과제로 제시하였다. 이들은 소책자의 낱장 앞면에만 하나씩 인쇄하였다. 문제를 구성하는 낱장의 "카드"는 낱장의 상단에 네 개의 직사각형을 그려서 표시하였고, 카드 한면의 내용을 직사각형 안에 기입하였다. 그 아래에는 이 "카드"속의 내용과 관련된 규칙을 조건문 형식으로 표현되었다. 다음은 각 문제의 구체적인 내용이다.

"연습문제"의 "카드"에는 "휘발유," "불이 붙는

“연습문제”의 “카드”에는 “휘발유,” “불이 붙는다,” “불이 안 붙는다,” 그리고 “물”이 적혀 있었으며, 그 아래에는 “여러분이 화학자로서 다음 법칙을 검증한다고 상상하라.” 위에 있는 너장의 카드에는 어떤 액체에 관한 정보가 담겨있다: 각 카드의 한면에는 어떤 액체의 명칭이 적혀있고, 그 이면에는 앞면에 명시된 액체의 성질 혹은 속성이 적혀 있다. 여러분이 검증하고자 하는 법칙은 “만약 어떤 액체가 휘발유라면, 그 액체는 가소성이다”이다. 위의 카드에 기록된 정보가 이 법칙과 맞게 작성되었는지를 알아보기 위해 반드시(뒤집어 볼 필요가 없는 카드(들)는 제외하고) 뒤집어 봐야만 하는 카드는 어느 것(들)인지를 지적하라. (카드 아래에 0표 하세요)”라는 지시문이 제시되었다.

“표준문제”의 “카드” 내용은 “E,” “K,” “4,” 그리고 “7”이었고, 위에 있는 각 카드의 한면에는 문자가 적혀있고, 그 이면에는 숫자가 적혀있다. 당신은 위의 카드에 적힌 정보가 “만약 카드의 한면에 모음이 적혀 있으면, 그 카드의 이면에는 짝수가 적혀있어야 한다”라는 규칙과 일치하는지를 알고 싶어한다. 위의 카드가 이 규칙에 맞게 작성되었는지를 알아보기 위해 반드시 (뒤집어 볼 필요가 없는 카드(들)는 제외하고) 뒤집어 봐야만 하는 카드는 어느것(들)인지를 지적해 보라. (카드 아래에 0 표 하시오)”라는 지시문이 그 아래에 제시되었다.

“포유동물문제”의 “카드”에는 “개,” “고양이,” “파충류,” 그리고 “포유류”가 그 내용으로 담겨있었고, “이 과제에서는 당신이 생물학도로 다음과 같은 생물학적 규칙이 맞는지를 검증한다고 상상하라. 위에 있는 각 카드의 앞면에는 한 마리씩의 동물 이름이 적혀있고, 그 이면에는 그 동물이 무슨 유목에 속하는 지가 적혀있다. 당신은 위의 카드에 적힌 정보가 “만약 어떤 동물이 개라면, 그 동물은 포유동물이다”라는 규칙과 일치하는 지를 알고 싶어한다. 위의 카드가 이 규칙과 맞게 작성되어 있는지를 알아보기 위해 반드시(뒤집어 볼 필요가 없는 카드(들)는 제외하고) 뒤집어 봐야만 하는 카드는 어느것(들)인지를 지적해 보라. (카드 아래에 0 표 하시오)”가 지시문으로 제시되었다.

“음주연령문제”의 경우 “콜라,” “술,” “17세,” 그리고 “21세”가 “카드”의 내용이었고, 지시문은 “이 과제에서는 당신이 청소년 풍기단속 경찰관으로서 청소년들이 아래의 규칙을 잘 지키고 있는지

를 확인하는 임무를 수행하고 있다고 상상하라. 위에 있는 카드 4장은 청소년들이 많이 출입하는 음식점의 한 테이블에 앉아있는 4사람에 관한 정보를 담고 있다: 각 카드의 한면에는 한 사람의 나이가 적혀있고 그 이면에는 그 사람이 마시는 것이 적혀있다. 당신이 점검하고 있는 규칙은 “만약 어떤 사람이 술을 마신다면, 그 사람의 나이는 20세 이상이어야 한다”이다. 이 테이블에 앉아 있는 사람들이 이 규칙을 잘 지키고 있는 지를 알아보기 위해(뒤집어 볼 필요가 없는 카드(들)는 제외하고) 뒤집어 봐야만 하는 카드는 어느것(들)인지를 지적해 보라. (카드 아래에 0표 하시오)”이었다.

절차. 실험은 20명 정도씩으로 하여 집단으로 실시하였다. “본 연구는 인간의 사고과정에 대한 이해증진에 그 목적이 있다”라는 일반적인 지시문과 함께 과제물이 담긴 소책자를 피험자들에게 배부하고 조심해서 상의껏 반응해 줄 것을 당부하였다. 대부분의 피험자들이 문제 이해에 어려움을 겪었으므로, “연습문제”를 가지고 충분한 부언설명을 해야만 했다. 그러나 조건적 지식을 송환해 준 집단에게만 “연습문제”의 정반응을 가르쳐 주고, 무송환의 집단에게는 정반응은 가르쳐 주지 않았다. “연습문제”에 대한 정반응은 별개의 낱장에 인쇄하여 “연습문제” 바로 뒤에 끼워넣어 제시하였다. 정반응 설명의 구체적 내용은 다음과 같았다

“조용히 읽어만 보십시오. 소리내어 질문을 하시면 안됩니다.

연습과제에서의 올바른 반응은 “휘발유” 카드와 “불이 안 붙는다” 카드에 0표를 하는 것입니다. 이유는 이렇습니다: “휘발유”카드의 이면에 “불이 안 붙는다”라고 적혀있으면, “만약 어떤 액체가 휘발유라면, 그 액체는 가소성이다”라는 규칙은 틀리게 됩니다. 마찬가지로 “불이 안 붙는다” 카드 이면에 “휘발유”가 적혀 있으면 이 규칙은 맞지 않게 됩니다. 그러나 “물”이 적힌 카드는 이 규칙과 무관하기 때문에 뒤집어 볼 필요가 없습니다. 그리고 “불이 붙는다”라 적힌 카드는 그 이면에 “물”이나 “석유”가 적혀 있어도 이 규칙과는 관계가 없습니다. 왜냐하면, 이 규칙은 “휘발유”와 “휘발유의 성질”에 대한 규칙이기 때문입니다. 따라서 뒤집어 봐서 “휘발유”라 적혀 있으면 이 규

척이 맞다는 증거는 없지만, 다른 물체가 적혀있어도, 이 법칙이 틀린다는 말을 할 수 없기 때문에, 이 카드를 반드시 뒤집어 볼 필요는 없습니다.

잘 생각해 보십시오. 그러나 질문은 하지 마세요. 계속 하시기 바랍니다.」

조건적 지식 송환 집단에게만 “연습문제”의 정반응을 알려준 것 이외는 모든 피험자가 동일한 문제를 제시받았다. 소책자에서 제일 먼저 제시된 “연습문제”를 제외한 나머지 3문제의 제시 순서를 무선으로 하여 전이효과의 가능성을 통제하고, “카드” 내용의 좌우 순서도 무선으로 하여 순서에 따른 효과를 통제하였다. 시간 제한을 가하지 않았지만, 뒷 문제를 해결한 후에 앞의 문제에 대한 반응수정은 허락하지 않았다.

결과

네 집단과 세 가지의 문제유형에 따른 반응형태를 보여 주고 있는 것이 <표 1>이다. 반응형태는 p/q, p/q, p, 그리고 ‘여타’의 네 가지로 나누었다. 여기에서 ‘여타’ 반응형태라 함은 p/q, p/q, 및 p 이외의 모든 다른 반응형태를 일괄한 것이다. 전체적으로 볼때 정반응인 p/q를 선택한 사람은 표준문제에서 21%, 음주문제에서 61%, 그리고 동물문제에서 32%임을 알 수가 있다. 먼저 연습문제의 정반응과 그것이 왜 정반응인지에 대한 정보를 송환 받았는지의 유무를 무시해 버리고 ‘수리와 집합’ 강의로 훈련받은 집단과 이를 훈련받지 아니한 집단의 반응형태를 χ^2 검증법을 이용하여 유관표에 의한 有意性 檢證을 하였다. 이때 유관표는 훈련변인을 훈련 유무의 두 유목으로 그리고 문제유형(표준, 음주, 동물)에 따라 세 가지 유목으로 하여 만들었으며 이들의 정반응율만을 분석하였다. χ^2 분석한 결과는 $\chi^2=0.40, df=2, p>.05$ 로서 통계적으로 유의하지 아니하였다. 전체적으로 보아 훈련을 받은 집단의 정반응율은 54% 그리고 받지 아니한 집단의 정반응율은 60%였다. 다음으로는 연습문제에 대한 송환에 따른 효과를 분석해 보았는데 이를 위하여서는 먼저 형식수업의 효과는 유의하지 않았기 때문에 두 집단을 병산하였다. 그런 다음 송환여부에 따라 두 유목 그리고 문제유형에 따라 세

<표 1> 집단과 문제유형에 따른 반응빈도

반응유형	집단	문 제 유 형		
		표준	음주	동물
p/q	(a)	9	17	15
	(b)	1	14	2
	(c)	10	18	11
	(d)	3	16	6
	전체	23	65	34
p/q	(a)	11	4	2
	(b)	12	0	10
	(c)	10	1	6
	(d)	8	1	7
	전체	41	6	25
p	(a)	2	3	5
	(b)	2	4	7
	(c)	1	4	5
	(d)	3	4	9
	전체	8	15	26
여타	(a)	8	6	8
	(b)	12	9	8
	(c)	4	2	3
	(d)	11	4	3
	전체	35	21	22

* 집단(a)는 훈련 有 + 송환 有의 집단, (b)는 훈련 有 + 송환 無의 집단, (c)는 훈련 無 + 송환 有의 집단, 그리고 (d)는 훈련 無 + 송환 無의 집단을 나타낸다.

** ‘여타’란 p/q, p/q, 및 p 이외의 모든 반응유형들을 합한 것임.

*** 숫자는 인원수 임.

유목을 만들어 정반응율을 χ^2 검증하였다. 결과는 $\chi^2=8.59, df=2, p<.05$ 로서 송환여부에 따른 효과는 통계적으로 유의한 것임을 알 수 있었다. 전체적으로 보면 송환을 받은 집단의 정반응율은 75% 그리고 송환을 받지 아니한 집단의 것은 39%였다. 다음으로는 각 문제유형별로 송환여부에 따른 효과를 χ^2 검증해 보았다. ‘음주문제’의 경우는 송환여부에 따른 두 집단간의 정답반응율에 통계적으로 유의한 차이가 없었다(유무집단별로 각기 33%와 28%), 그러나 ‘표준문제’의 경우는 $\chi^2=11.42, df=1, p<.01$ 로서(유무집단별로 각기 18%와 4%), 그리고 ‘동물문제’의 경우는 $\chi^2=12.52, df=1, p<.01$ 로서 각기는 통계적으로 유의하였다(유무집단별로 각기

도를 달리하고 있다고 생각되는 세 가지 문제유형 간의 정반응율의 차이를 분석하였다. '음주문제'와 '표준문제'의 정반응율은 각기 61%와 21%였으며 이들간의 차이는 $\chi^2=34.04$, $df=1$, $p<.01$ 로서 통계적으로 유의하였다. '동물문제'에 대한 정반응율은 32%로서 이것 또한 $\chi^2=18.06$, $df=1$, $p<.01$ 로서 음주문제의 정반응율보다 유의하게 낮은 것임을 알 수 있었다. 그러나 표준문제와 동물문제간에는 $\chi^2=2.89$, $df=1$, $p>.05$ 로서 통계적으로 유의한 정반응율 차이를 발견할 수 없었다.

논 의

본 실험에서는 Wason 과제를 이용하여 연역적 추리의 수행을 분석해 보았는데 얻은 결과들은 다음과 같이 간추려 볼 수 있다. 즉 (i) 수업을 통하여 형식 논리학 훈련을 받은 집단과 받지 아니한 집단 간에 연역적 추리 과제 수행수준에서 차이가 나지 아니하였고, (ii) 연습문제의 정반응이 무엇이며 그것이 '왜' 정당인지를 송환해 주는 것은 모든 문제의 수행수준을 향상시켜 주었으며, 그리고 (iii) 원래 형태의 Wason 과제인 '표준문제'의 정반응율이 가장 낮았고 '음주문제'에서 수행수준이 가장 높았다. 이제 이들 각기를 논의해 보기로 한다. 첫째는, 논리학에 대한 형식적 훈련은 과제 수행에 유의한 효과를 미치지 못한다는 것이다. 이것은 이론적인 측면뿐만 아니라 실용적인 측면에서도 논의될 수 있다고 보는데 이론적인 측면부터 본다. 사람들이 일상의 推理問題를 해결하는데 추상적 추론규칙을 사용하느냐 아니면 문제영역에 특수하고 구체적인 규칙만을 사용하느냐의 문제는 Aristotle에 거슬러 갈 수 있고 Piaget 등과 연결되어 있는 오래된 것이다. 그리고 Wason 과제에서의 수행은 인간은 구체적인 문제를 해결할 때 논리적 오류를 많이 범하며 따라서 인간은 논리학에서 명시하는 조건논리의 규칙을 따르지 아니하는 듯한 생각을 가지게 한다. 이 문제를 '훈련'과 관련하여 보면 재미있다. 만약 인간이 추상적 추론 규칙에 따라 추론한다면 인간의 논리적 사고는 논리 체제에 대한 형식교육을 통하여 향상시킬 수 있어야 할 것이다. 그러나 만약 영역마다의 구체적인 추론규칙을 사용한다는 견해가 맞다면 훈련의 효과는 반드시 정적일 필요가 없을 것이다. 또한 그러한 추상적인

내용의 수업은 광범위한 문제내용에 적용되어 도 움되어야 할 것이다. 본 실험에서 얻은 훈련의 효과는 부정적인 것이었기 때문에 일단은 논리적 수행은 과제영역에 특수한 추론규칙을 사용한다는 견해를 수용할 수 있을 것이다. 그러나 피험자들이 Wason 과제를 형식적 추리규칙으로 해결가능한 것으로 받아 들이느냐는 것과 조건규칙에 제시된 전건과 후건간의 관계를 논리학에서 규정하는 관계로 해석하느냐 하는지는 확신하기 어렵다. 왜냐하면 일상용어에서는 전건과 후건이 필연관계가 아니라 동등한 것으로 해석하는 경우도 많이 있기 때문이다. 그러나 Evans(1984)도 이러한 문제를 감안 하더라도 사람의 추리과정이 논리학적인 추리법칙에 따른다고 보기는 어렵다고 말한다. 그리고 실용적 차원에서 보면 論理的 思考能力을 교육하는데는 추상적인 논리학적 지식이 필요할지는 몰라도 충분하진 않다는 점을 지적해야 할 것이다. Cheng과 Holyoak(1985, 1986)에서처럼 추상적 규칙과 더불어 例示를 해 주거나 다양한 영역의 구체적인 자료를 가지고 사고의 절차를 연습해야 할 것이다. 둘째는, 연습문제의 정답과 그것이 왜 정당인지를 송환해 주는 것은 연역적 과제수행에 효과적이었다. 표준문제의 결과를 보면 송환을 받은 집단의 평균치는 67% 그리고 송환 받지 아니한 집단은 8%에 지나지 아니 하였다. 이와 유사한 결과에 대하여 박권생(1992)은 세 가지의 가능성을 제시하고 있다. 이들의 첫째는 피험자가 연습문제 풀고 정반응과 그 이유를 제시받은 동안 조건추리의 규칙 일반을 학습했을 가능성이고, 둘째는 형식적 추리 법칙을 구체적인 문제장면에 적용하는 방식을 가능했을 가능성이고, 그리고 마지막은 Wason 과제에 구체적인 문제해결 방식을 학습했을 가능성 등이다. 앞의 두가지는 피험자들이 형식적 추론 능력을 가지고 있다는 것을 전제한다. Nisbett, Krantz, Jepson, & Kunda(1983) 등은 사람이 가지고 있는 추론규칙은 추상적이라 전제하고 사람들이 그러한 '통계적 발견법'(statistical heuristics)를 사용할 수 있는지 어떤지는 문제측면을 얼마나 쉽게 그러한 규칙에 따라 부호화(coding)할 수 있느냐에 달려 있다고 주장한다. 그리고 오류를 범하는 것은 문제요소를 적절한 추론규칙을 조준시킬 수 있는 것으로 부호화하기가 어렵거나 경쟁적인 규칙 때문이라고 설명한다. 본 연구의 결과로 볼 때 우선 송환의 효과는

추상적인 추리의 규칙을 학습케 했기 때문이라 보기는 어려울 것 같다. 왜냐하면 이미 앞에서 본 바와 같이 6주간 이상에 걸쳐 형식논리의 훈련을 시켜도 유의한 효과를 미치지 아니함을 알 수 있었기 때문이다. 형식적 추리 법칙을 구체적인 문제장면에 적용하는 방식을 습득했기 때문이란 가설도 수용하기 어렵다. 왜냐하면 만약 그러하다면 송환의 효과는 특정의 문제에서만 높게 나타나서는 안되기 때문이며 또한 이 정도의 형식적 추리 규칙은 피험자들이 이미 여러 번 경험했을 것이기 때문이다. 이제 논리적 추리는 과거에 습득한 과제 구체적인 지식에 의존한다는 견해에서 보면 송환의 효과는 “연습문제”에 있는 특수한 발견법적 해결책을 발견하여 기억해 두었다가 후속문제에서 이 해결방법을 적용하게 되었다고 해석할 수 있을 것이다. 그리고 추론 규칙이 추상적이라는 견해에서 보면 문제측면의 요소를 적절한 추론적 규칙에 맞게 부호화하여 표상할 수 있어야(표본공간과 표집과정이 분명하고 事象을 공통적인 단위로 부호화할 수 있을 때) 추론규칙을 제대로 활용할 수 있다고 보기 때문에 송환의 효과는 이 과정에서 나타난다고 할 수도 있을 것이다. 문제장면을 추론 규칙에 맞게 표상하기 위하여서는 추론 절차를 말하는 절차적 지식이 습득되어 있어야 하며 그리고 절차의 조건과 제한에 대한 지식이 쉽게 접근할 수 있어야 할 것이다. 본 연구의 결과는 어느 한편의 해석을 단정적으로 지지할 수는 없다. 다만, 적어도 Wason 과제적인 연역적 추론 과제에서 나타나는 ‘연습문제’에 의한 효과에서는 절차적 지식에 대한 소유와 접근이 특별히 중요하다는 결론을 내릴 수 있을 것이다. 마지막은, 표준형태의 Wason 과제에서 수행수준이 가장 낮았고 ‘음주 문제’에서 가장 높았다는 것이다. ‘표준문제’는 “만약 카드의 한면에 모음이 적혀 있으면, 그 카드의 이면에는 짝수가 적혀 있어야 한다”이고, “음주문제”는 “만약 어떤 사람이 술을 마신다면 그 사람의 나이는 20세 이상이어야 한다”이고, 그리고 “동물문제”는 “만약 어떤 동물이 개라면, 그 동물은 포유동물이다”였다. 그리고 ‘음주문제’의 과제 수행은 ‘표준문제’나 ‘동물문제’ 모두 보다 유의하게 더 높았지만 표준문제와 동물문제 간에는 유의한 차이가 없었다. 그리고 정반응율은 표준문제, 음주문제 및 동물문제별로 각기 21%, 61%, 그리고 32%였다.

특히 연습 문제의 송환을 받지 아니한 집단의 정답을 8%는 선행연구의 결과들을 반복하는 것이며 (예컨대, Wason, 1968; Wason & Jonson-Laird, 1972), Wason 과제의 수수께끼 다음은 인종과 문화를 초월하여 나타나는 현상임을 말해 주는 듯하다. 그리고 음주문제에서처럼 현실적인 과제에 따라 수행수준이 크게 달라지는 것을 主題的 材料의 效果 (thematic materials effect)라 한다. 송환무의 조건에서 표준문제의 정답율은 8%인데 대하여 음주문제의 정답율은 58%라는 높은 수행수준을 보여주고 있는 것이 바로 이 효과를 보여주는 것으로 이것은 Cox와 Griggs(1972), Griggs와 Cox(1982) 및 Overton et al.(1987) 등의 결과와 같다. 특히 “음주연령 문제”에서만은 이 효과가 아직까지 예외없이 반복하여 관찰되고 있다. 따라서 지금의 논의는 왜 주제적 재료의 효과가 나타나게 되는지에 대한 것이라 볼 수 있다. 주제적 재료의 효과가 나타나게 하는 요인이나 기제에 대하여서는 몇가지의 설명이 있다. 어떤 연구자들은 이 요인은 내용의 현실성 자체가 아니라 친숙도라 주장하였고(Griggs와 Cox, 1982), 어떤 연구자들은 과제 내용과의 구체적인 경험보다는 이러한 경험들을 토대로 형성된 지식 도식이라 하였고(Cheng와 Holyoak, 1985), 또한 다른 연구자들은 조건규칙을 구성하는 두 명제의 내용이 기억속에 표상된 방식으로 보기도 한다 (Ward, Byrnes 및 Overton, 1990). 본 연구의 관련 결과를 볼 때 몇가지의 논의를 할 수 있다고 본다. 첫째는, 개념적 지식과 절차적 지식은 상당히 상호작용적이라는 가설을 세워 본다. 세 가지 문제유형에서 진술되어 있는 명제들 중에는 의미미해가 어려운 것은 하나도 없다. 그럼에도 불구하고 재료내용의 주제성에 따라 수행수준은 판이하게 상이하였다. 결국 재료내용에 대한 개념적 지식은 연역적 추리라는 절차수행에 필요하기는 하지만 충분하지는 않다는 의미일 수 있다. 그래서 추리수행의 수준이 낮은 것은 주로 절차적 지식 때문이라 볼 수 있을 것이다. 둘째, 피험자의 논리적 사고 수행이 논리적 추리과정을 따라 전개된다기보다 구체적인 경험을 토대로 하여 진행된다고 볼 수 있을 것 같다. 표준문제나 기타 전체적으로 보아 대단히 단순해 보이는 과제의 정확수행수준이 너무 낮다. 그리고 문제유형들은 구문적으로는 동형인데도 내용에 따라 수행수준이 현저하게 다른 것은 특정영역에

대하여 가지고 있는 경험적 지식 때문이라 말할 수 있을 것이다. 셋째, 주제적 재료의 효과는 절차지식의 습득과 접근용이도에 따라 나타나는 것으로 보았으면 한다. 조건추리에는 논리적 규칙 보다는 경험에 의한 구체적인 추론 규칙을 이용한다는 설명에도 몇가지가 있다. Giggs와 Cox(1982)의 기억 단서가설에서는 문제의 제시가 그 문제의 내용, 문제에 표현된 관계, 그리고 이 관계에 대한 反例 등에 대한 기억 혹은 이와 유사한 기억을 재생시킬 수 있을수록 그러한 문제에서의 수행수준은 향상된다고 본다. 이들은 이 가설에 따라 음주연령문제에서 해결을 잘 하는 것은 많은 피험자들이 이 규칙을 위반해 본 경험이 있기 때문이라고 본다. 이에 대하여 Cheng과 Holyoak(1985)는 사람은 실용적 추리도식을 이용하여 추리한다고 본다. 추리도식이란 구체적인 경험이기보다는 이들을 기초로 형성된 추상적 지식구조로서 일상생활속에서 허락받던 경험이나 인과관계에 대한 경험이 귀납적 과정을 통하여 추리도식으로 표상된다고 본다. 본 연구의 결과는 기억단서나 실용적 추리도식 가설의 어느것에 따라서도 해석할 수 있다. 그러나 본 연구는 앞에서 주제적 재료의 효과는 주로 절차적 지식 때문이라 하였기 때문에 이들이 말하는 기억단서나 추리도식의 내용을 구체화시켰으면 한다. Anderson(1980)은 지식편집(절차화와 합성)이 연습을 통하여 과제구체적인 절차를 만든다고 하였다. 그리고 개념적 지식과 절차적 지식은 범주에 따라 연결되어 있고 범주들은 기능에 따라 색인화되어 있다고 보았다. 이로 보면 구체적 영역의 기억단서나 실용적 추리도식은 절차적 지식 그리고 조건적 지식의 습득에 많이 달려 있다고 볼 수 있을 것 같다.

실험 2

본 실험에서는 分數課題를 이용하여 개념적 지식과 논리적 사고와의 관계를 분석해 보고자 하였다. 분수과제에서는 분수의 성질을 이해하는 정도와 최소공배수 방법을 이용하여 통분하는 절차를 거쳐 덧셈, 뺄셈하거나 양의 대소 비교 등과 같은 계산을 정확하게 할 수 있는 정도를 비교적 용이하게 분리하여 측정할 수 있다. 그러므로 이 과제는 개념적 지식과 절차적 지식이 가지는 서로의 관계를 알아보는데 도움이 된다고 본다. 실험 1과 비교해보면 몇가지 점에서 특징이 있다. 첫째, 실험 1에서는 절차적 지식이 연역적 추리라는 논리적 사고의 형태로 나타나는 것인데 대하여 실험 2에서는 분수계산 문제해결이라는 과정의 형태를 요구하는 것이다. 둘째, 실험 1에서는 과제속에 제시되어 있는 명제적 내용 자체는 매우 단순하며 조금도 이해하기에 어렵지 않았다. 그러나 실험 2에서 사용한 과제는 깊은 이해가 쉽지 않다. 다시 말하면 실험 1에서는 문제해결에서 개념적 지식 자체는 충분한 것 같지만 실험 2의 것은 그렇지 않다. 분수과제는 통분을 이용하느냐 하지 않느냐에 따라 계산의 과정과 정확해결이 달라지기 때문에 Kieran(1988), Byrnes 및 Wasik(1991)에서도 그대로 이용되고 있다.

방법

본 연구에서는 국민학교 4학년 1개반과 5학년 1개반을 대상으로 하였다. 그것은 4학년에서는 단위분수나 진분수 등의 내용만 학습하였는데 반하여 5학년에 이르러 비로소 최소공배수를 찾아 통분하고 그리하여 분수의 덧셈과 뺄셈하는 것을 배우기 때문이다. 그러므로 이들간의 관계는 개념적 지식과 절차적 지식이 어떠한 성질의 관계를 가지고 있는지에 대하여 얼마간의 시사는 해주리라고 본다. 동시적 활성화 견해에서는 이들간에 높은 상관을 예측할 것이지만 역동적 상호작용 견해에서는 특별한 상관관계를 기대하지 아니할 것이다. 왜냐하면 '어의적 구두근 매기' 가설을 수용한다면 개념적 지식은 절차적 지식의 발달에 선행하며 그리고 절차적 지식에서 풍부한 개념적 지식이 다시 습득된다고 보기 때문이다. 그리고 분수계산의 오류는 서로의 조직화에 대한 모습도 시사해 줄 수 있을 것이다.

본 연구의 대상은 대구시 소재 A국민학교 4학년 1개반과 5학년 1개반으로 하였다. 자료의 분석에 포함된 학생수는 4학년과 5학년 각기 44명과 46명이었다. 이들은 일반국민학교로서 문교부 교시 제 87-9호에 명시되어 있는 각 학년의 산수교육과정 이외의 특별한 학습을 하지 않았음을 확인하였다. 분수부분에 대한 4학년의 관계내용은 '분수

를 진분수, 가분수, 대분수로 구별 이들 사이의 상호관계를 파악하게 하고, 분자, 분모가 같은 분수와 자연수 1과의 관계를 통하여 유리수에 대한 기초적인 이해를 깊게 하는(문교부, 1987, p.420) 것이었고 그리고 5학년의 것은 '분수의 동치류를 활용하여 이 분모 분수를 통분할 수 있게 하고 두 분모의 최소공배수를 공통분모로 하는 것이 가장 간단한 것을 발견하게 한다. 또한 동치류 분수에서 분수의 약분이 가능함을 발견케(상계서, p.425) 하는 내용이었다.

과제 및 절차. '분수문제 풀어보기'라는 검사를 (약칭 '분수검사') 만들어 사용하였는데 이 검사는 단위분수 또는 진분수를 내용으로 하였고 전체 25개 문제로 구성하였다. 분수검사는 개념적 지식 문항과 절차적 지식 문항으로 나누었다. 개념적 지식 문항에는 다시 '그림-기호화,' '단순동형적,' '복합 동형적,' 및 '어문적 내용 - 기호화'의 네가지 요인으로 나누었고 절차적 지식은 '대소비교,' '곱셈수식의 계산,' '어문적 곱셈 내용의 계산,' '덧셈수식의 계산,' 및 '뺄셈 수식의 계산' 등의 다섯가지 요인을 가지게 하였다. '그림-기호화' 문항은 그림으로 제시한 내용을 분수로 나타내는 것인데, 보기는 '다음 색칠한 그림을 분수로 바르게 나타낸 것은?' 이다. '단순 동형적' 문항은 상이한 형태의 두 그림이 동형적인지를 묻는 것인데, '다음 그림의 색칠한 부분과 크기가 같은 것은?' 같은 문제이다. '복합 동형적' 문항은 형태가 상이할 뿐만 아니라 그림의 갯수를 다르게 한 것에서 같은 분수 값이 되는 것을 찾아내는 것이다. '어문적 내용 - 기호화' 문항은 어문적으로 진술되어 있는 내용을 분수형태로 표시하는 것인데, 예컨대 '영이는 7개의 사과중에서 2개를 먹었다. 영이는 전체의 얼마를 먹었나?' 같은 것이다. '대소 비교' 문항은 분수를 담고 있는 어문적인 진술내용을 보고 대소를 비교해 보도록 요구하는데, '철수는 사과 의 1/2을 먹었고, 영이는 사과의 1/3을 먹었다. 누가 더 많이 먹었는가?' 와 같은 것이다. '곱셈수식의 계산' 문항은 곱셈수식으로 주어져 있는 분수를 계산하는 것인데, '1/6 x 3/4계산의 정답은?' 과 같은 문제이다. '어문적 곱셈 내용의 계산' 문항은 분수를 포함하고 있는 어문적 진술 문제에서 곱하기 계산이 요구되는 문제이다. 예컨대, '민수집에

는 1되의 3/4의 석유가 있었는데 이중에서 1/3을 사용하였다. 사용한 석유의 양은 전체에서 얼마인가?' 와 같은 문제이다. '덧셈수식의 계산' 문항은 덧셈수식으로 주어져 있는 분수를 계산하는 것인데, 보기는 '1/2+1/5의 정답은?' 과 같은 문제이다. 마지막으로, '뺄셈 수식의 계산' 문항은 뺄셈수식의 형태로 주어져 있는 분수를 계산하는 것인데, 예컨대, '3/4-1/2의 정답은?' 과 같은 것이다. 그리고 '어문적 곱셈의 계산' 요인과 '뺄셈수식의 계산' 요인은 각기 2개 문항으로 구성하였고 기타의 요인들은 모두 3개 문항씩으로 검사를 만들었다. 그리고 분수검사의 실시는 학급별로 집단 실시하였으며, 시간은 약 40분으로 충분히 주었다.

결과

지식유형의 하위요인별 그리고 4학년과 5학년별로 정답백분율을 계산해 본 내용을 보여주고 있는 것이 <표 2>이다. 먼저, 개념적 지식 영역에 속하는 하위요인에서 4학년과 5학년의 득점 차이의 통계적 유의성을 분석해 보았다. 학년(2, 4년대 5년) x 개념적 지식(4, 그림-기호화, 단순동형적, 복합 동형적, 및 어문적 내용기호화)의 혼합요인설계에 따라 ANOVA 분석하였다. 학년간의 주효과는 $F(1, 88)=1.27, MSe=981.99, p<.01$ 로서 통계적으로 유의하지 아니하였다. 그러나 개념적 지식의 하위요인들간의 차이는 $F(1, 88)=116.18, MSe=981.99, p<.01$ 로서 통계적으로 유의하였다. <표 1>에서 보면 그

<표 2> 지식유형의 하위요인과 학년별의 정답백분율

지식유형	학 년		전체
	4학년	5학년	
개념적 지식			
그림-기호화	92	95	94
단순 동형적	96	100	98
복합 동형적	20	30	25
어문적내용-기호화	82	80	81
절차적 지식			
대소비교	33	83	59
곱셈수식의 계산	89	85	87
어문적 곱셈내용의 계산	10	44	27
덧셈수식의 계산	2	84	43
뺄셈수식의 계산	2	87	44

림-기호화, 단순동형적 및 어문적 내용 기호화는 4학년과 5학년에서 모두 수준이 상당히 높다. 그러므로 개념적 지식의 하위요인 간의 차이는 복합동형적 요인의 점수가 특히 낮은 것 때문일 것이다. 5학년은 4학년보다 분수에 대하여 훨씬 더 공부를 많이 했을텐데도 4학년과 유의한 차이가 없다는 것은 흥미로운 일이다.

다음으로, 절차적 지식 영역에 속하는 하위요인에서 4학년과 5학년의 득점평균치의 차이의 유의성을 검증하였다. 먼저 학년(2, 4학년대 5학년)×절차적 지식(5, 대소비교, 곱셈수식의 계산, 어문적 곱셈내용의 계산, 덧셈수식의 계산, 뺄셈수식의 계산)의 혼합요인 설계에 따라 ANOVA 분석하였다. 여기에서 '학년'은 간변인 그리고 '절차적 지식'은 내변인이었다. 학년간의 주효과는 $F(1, 88)=797.13$, $MSe=1,495.40$, $p<.01$ 로서 그리고 하위 요인의 주효과는 $F(1, 88)=86.34$, $MSe=1,495.40$, $p<.01$ 로서 모두 유의하였다. 그리고 이들의 상호작용 효과도 $F(1, 88)=60.38$, $MSe=1,495.40$, $p<.01$ 로서 통계적으로 유의하였다. <표 2>에서 알 수 있는 바와 같이 4학년은 곱셈수식의 계산에서는 5학년보다 오히려 점수가 더 높지만 다른 요인에서는 거의 백지라고 말할 수 있다. 그리고 하위 요인별로 4학년과 5학년을 1원배치법의 ANOVA로 차이 검증해 보았다. '대소비교' 요인의 경우 4학년과 5학년을 각기의 정답백분율이 33%와 83%로서 이러한 학년차는 $F(1, 88)=44.78$, $MSe=1,293.91$, $p<.01$ 로서 통계적으로 유의한 것이었다. 그러나 '곱셈수식의 계산' 요인에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 그리고 '어문적 곱셈 내용의 계산'에서는 $F(1, 88)=39.11$, $MSe=635.19$, $p<.01$ 로서, '덧셈수식의 계산'에서는 $F(1, 88)=276.72$, $MSe=574.22$, $p<.01$ 로서, 그리고 '뺄셈수식의 계산'에서는 $F(1, 88)=354.92$, $MSe=479.24$, $p<.01$ 로서 모두 통계적으로 유의하였다. 사실 <표 2>에서 알 수 있는 바와 같이 이들 문제요인에 있어서의 4학년의 수행수준은 거의 영이라고 볼 수 있기 때문에 차이 검증을 위한 통계처리 자체가 필요한 것 같지도 아니하다. 여기에서 대단히 흥미로운 발견같이 보이는 것은 서로 비슷하게 보이는데도 불구하고, '곱셈수식의 계산'에서는 4학년이 89%라는 높은 수행수준을 보이면서 유의한 차이는 아니지만 5학년보다 오히려 앞서고 있는 반면 '어문적 곱셈내용의 계산'에서는 정답

백분율 10%로서 정답을 44% 5학년과 비교해 보아 현저한 차이를 보이고 있다는 점이다.

논 의

실험을 통하여 얻을 수 있었던 결과를 세 가지로 정리할 수 있는데 이들은 (i) 4학년과 5학년은 개념적 지식에서는 신뢰로운 차이가 없고, (ii) 절차적 지식에서는 4학년은 습득한 것이 거의 없어 유의미하고 절대적인 차이가 있고, 그리고 (iii) 거의 비슷한 과제인 것 같이 보이는 데도 불구하고, 분수 곱셈의 문제를 수식으로 제시하고 계산을 요구하는 문제에서는 학년간 차이가 없었지만 분수 곱셈의 문제를 수식이 아니라 語文的으로 문장으로 진술하였을 때는 4학년의 수행수준은 현저하게 낮았다. 먼저, 개념적 지식 영역에 속하는 그림-기호화, 단순 동형적, 복합 동형적 및 어문적 내용-기호화 문제의 어느 요인에서도 4학년과 5학년간에 유의한 차이를 발견하지 못한 것과 절차적 지식에는 절대적인 차이가 있었던 것부터 본다. 4학년은 분수를 종류별로 익히고 서로의 관계를 이해하는 학습만 하였다. 그러나 5학년은 이에 추가하여 분수의 약분과 통분문제를 익히면서 '분수에 대하여' 훨씬 더 많은 공부를 하였다. 그러면 5학년의 수행수준이 훨씬 더 우수하리란 것이 일반적인 기대일 것이다. 그러면 왜 반직관적인 결과를 얻게 되었을까? 우선 천장효과를 생각해 볼 수 있겠지만 특히 '복합 동형적' 문제요인의 낮은 득점수준을 보면 그러한 우려는 사라질 수 있다. 그러므로 이와 관련하여서는 적어도 두 가지를 가설할 수 있을 것 같다. 하나는, 4학년때 배우는 분수공부의 내용은 성격상 주로 개념적인 것인데 반하여, 5학년에서 추가로 습득하는 지식은 주로 절차적인 것이며, 나아가 개념적 지식과 절차적 지식은 서로 독특하며 서로는 역동적으로 상호작용적이라고 보는 것이다. 4학년에서 '분수를 종류별로 익히고 서로의 관계를 이해' 하는 지식은 대개 개념적인 지식일 것이다. 5학년에서는 통분하고 약분하므로서 분수의 덧뺄셈하는 것을 배우는데, 이것은 다시 말하면 분수의 덧뺄셈에 특수한 문제해결의 절차를 습득하는 것을 의미할 것이다. 5학년에서 이러한 문제해결절차를 습득하는 데는 4학년때 배우고 5학년에서도 다소간 더 공부하여 '분수에 대하여 아

는 것(개념적 지식)이 필수적일 것이다. 그럼에도 불구하고 학년차가 유의하지 않다는 것은 개념적 지식은 분수 덧셈셈에 특수한 문제해결 절차의 습득에는 필요하지만 충분하지는 않다는 것을 의미할 것이다. 더욱이 절차적 지식에서는 4학년은 거의 백지에 가깝다는 사실은 개념적 지식은 필요했지만 절차적 지식의 습득 자체에는 아무런 기능도 하지 못함을 말한다고 보인다. 이러한 의미에서 양자는 독특하고 분리가능하지만 서로는 상호작용적이라 해석할 수 있다고 본다. 다른 하나의 가설을 더 생각해 본다. '복합동형적' 요인에서 학년간 차이는 없지만 4학년 평균 20%, 5학년 평균 30%로서 양집단의 수행수준이 모두 극히 저조하였다. 이러한 결과는 학교교육이 아직도 상당히 기계적이고 암기식 방식으로 이루어지고 있고, 학생들은 분수를 '깊게 이해'하지 못하고 있으며 따라서 개념적 지식이 有意味하고 기능적인 것으로 표상되지 못하고 있음을 보여준다고 보는 것이다. '복합 동형적' 문제는 분수개념을 깊게 이해하여 어떠한 변환모습속에서도 핵심개념을 파악할 수 있어야 해결할 수 있기 때문에 가장 어렵다. 그리고 기계적인 훈련으로서는 기능적 지식 습득에 도움되지 못한다는 해석도 내려 볼 수 있을 것 같다. 다음은, 같은 분수곱셈 문제라도 문제가 수식으로 주어져 있으면 학년 간에 차이가 없지만 문장진술문으로 주어져 있으면 4학년은 거의 문제해결을 못한다는 것이다. 분수곱셈문제가 수식으로 주어져 있으면 정수곱셈에서처럼 분모끼리 그리고 분자끼리 그대로 곱하기하면 해결될 것이다. 그러나 같은 내용이라도 어문적 문장 진술문으로 제시되어 있다면 이러한 곱하기 계산 과정을 시작할 수 있으려면 먼저 어문적인 진술내용을 수식으로 표현할 수 있어야 한다. 다시 말하면 거기에는 수식으로 표현할 수 있어야 하고 그리고 계산을 정확하게 할 수 있어야 하는 두 단계의 과정이 요구되는 셈이다. 이와 관련하여서도 두 가지를 지적해 볼 수 있을 것이다. 하나는 '곱셈수식의 계산' 요인에서 학년차가 유의하지 아니한 것은 통분지식 여부와는 무관할 수 있다는 것이다. 왜냐하면 최소공배수에 의한 통분 절차를 이용하지 아니하고 정수의 곱하기 계산방법으로 해결할 수 있기 때문이다. 그리고 다른 하나는 분수에 관한 개념적 지식이 충분히 학습되어 있지 아니하며, 또한 개념적 지식은 절차적 지식과

상호작용적이라는 것이다. 왜냐하면 진술문 내용을 수식으로 표현하는 데는 개념적 지식이 필요하고 계산은 절차적인 것이기 때문이다. 그리고 앞에서 '개념적 지식'의 모든 요인에서 그리고 '곱셈수식의 계산'에서 집단차이는 유의하지 아니하였는데도 '어문적 곱셈 내용의 계산'에서는 집단차이는 오히려 유의미 함을 알 수 있었다.

실험 3

본 실험은 분수문제 과제를 이용하고 있으며 역시 개념적 지식과 문제해결적 사고로 나타나는 절차적 지식이 서로 어떠한 성질의 관계를 갖고 있는지를 분석해 본 점 등에서는 실험 2와 같다. 그러나 실험 2와는 몇 가지 점에서 차이가 난다. 앞의 실험에서는 4학년과 5학년의 지식 정도를 비교해 보았다. 그러나 실험 3에서는 지금껏 분수문제를 접해본 적이 없는 국민학교 2학년 학생들을 대상으로 하였으며, 이들에게 4학년에서 배우는 분수내용과 5학년에서 배우는 분수의 통분내용을 차례대로 학습시켰다. 그리고 분수내용과 통분내용의 수업방법 조건을 각기 두 가지와 세 가지로 조작해 보았다. 그러므로 개념적 지식과 절차적 지식의 관계를 발달적으로, 通時的으로 분석해 볼 수 있다고 생각하였다. 사실은 동일한 실험설계를 가지고 1차와 2차로 두 번의 실험을 실시하였지만 얻은 결과가 대동소이했기 때문에 여기서는 1차실험의 결과만을 보고하기로 한다. 2차 실험은 1차실험과는 실험 대상이 다르고 그리고 분수내용과 통분내용의 수업방법 조건을 약간 달리했다는 점 이외는 1차 실험과 동일하였다.

방법

대상. 실험의 대상은 대구시 소재 B국민학교 2학년 학생 1개반 43명으로 하였다. 이들 역시 일반국민학교 학생들이었으며, 이전에 분수에 관하여서는 어떠한 학습도 이루어진 적이 없음을 확인하였다.

설계. 본 실험의 진행은 무선배치 - 분수관계수업 - 1차분수검사 - 통분관계 수업 - 2차분수검사

- 지연 분수검사의 형태를 사용하였으며 결국 분수 관계 수업(2)×통분관계 수업(3)의 요인설계 모습을 가지게 되었다. 먼저 대상자들을 분수관계 수업조건인 두 가지 수준 중 하나에 무선적으로 배치하였다. 분수관계 수업조건은 '이해중심' 수업과 '주입식' 수업 방법의 두 가지로 조작하였다. 분수 수업후 즉시로 '분수검사'를 1차로 실시하였다. 3일후 이들을 다시 통분관계 수업의 세 가지 수준중 하나에 무선적으로 배치한 다음 각 조건에 따른 수업을 실시하였고 수업이 종료되면 즉시로 분수검사를 2차로 실시하였다. 3일후에 다시 지연분수검사를 실시하였다.

과제 및 절차. 본 실험에서는 실험 2에서 사용한 분수검사 A형, 그리고, 이에 추가하여 이와 同型인 B형 검사를 만들어 사용하였다. 그리고 분수관계 수업과 통분관계 수업은 각기 1회 45분에 걸쳐 실시하였다. 1차 분수검사에서는 분수검사 A형을, 2차 분수검사에서는 B형을, 그리고 지연 분수검사에서는 다시 A형을 사용하였다. 분수검사를 실시하는 데는 대개 30분 정도 소요되었다.

분수관계 수업에서는 정상적으로는 4학년에서 공부하게 되는 분수부분의 것을 집약하여 가르치지만(실험 2에서 언급해 둔 바와 같은), 특히 진분수의 성질이 어떤 것인지를 중심으로 하였다. 이 변인의 두 가지 수준중의 하나인 '이해중심' 분수관계 수업에서는 진분수를 가르치되 특히 자연수 1과의 관계를 강조하며, 등분으로 나누어져 있는 그림을 가지고 직접 잘라 보게 하며, 그리고 나중에는 복합도형적 성질도 도입하여 가르쳤다. 이에 대하여 '주입식' 분수관계 수업에서는 개념정의의 강조하며 '이해 중심'에서와 동일한 수의 보기를 사용하여 수업하되, '몇분의 몇'이라는 것을 말해 주고, 전체-부분의 관계를 지적해 주며 이들을 중심으로 질문하고, 대답하는 방법을 반복하였다. 단위분수를 중심하지 아니했으며 복합 동형적 성질도 도입하지 아니하였다.

통분관계 수업에서는 정상적으로 보면 5학년에서 배우게 되는 분수의 통분을 가르쳤다. 이 변인에는 세 가지의 수준을 가지는데 이들 각기를 '구분', '구분' + '적용조건' + '제한조건', 그리고 '구분' + '적용조건'이라 부르기로 하였다. 구분의 조건에서는 분수의 덧셈이나 뺄셈을 하려면 최

소공배수를 찾아 통분하는 것이 중요하다고 말하고 다음으로는 통분하여 덧셈하는 방법을 가르친다. '구분+적용조건+제한조건'의 수업에서는 분수를 덧셈할 때는 최소공배수를 찾아 통분하는 것이 중요하다고 말하고 계산방법을 가르쳐 줄 뿐만 아니라 연습문제를 풀 때마다 '분수를 더하거나 빼기할 때는 반드시 통분해야 하지만 분수를 곱하거나 나누기할 때는 필요가 없다는 것을 강조하면서 가르친다. 그리고 '구분 + 적용' 조건에서는 분수의 곱하기나 나누기의 경우에 대하여서는 언급하지 않고 기타는 구분+적용조건+제한조건 수업과 내용을 같이 하였다. 그리고 앞에서 본 실험과 대동소이한 결과를 얻었기 때문에 별도로 보고하지 아니한다는 2차실험을 언급한 바 있다. 2차실험은 다른 C국민 학교 2개반 83명을 대상으로 하였다. 그리고 내용상의 차이는 분수관계 수업에서 이해중심조건을 정교화시켜 보다 개념적인 학습이 이루어지게 수정해 본 것과 통분관계 수업중에서는 특히 '절차+적용조건+제한조건'의 수업에서 통분법이 적용되는 조건과 적용되지 아니하는 조건을 더 강조되게 하는 것이었다.

결 과

1차, 2차 및 지연검사의 세 차례에 걸쳐 실시해 본 분수검사 특점의 정답백분율을 보여주고 있는 것이 <표 3>이다.

우선 전체적으로 보면 실험 2의 <표 2>에 있는 결과와 매우 흡사하다는 것을 알 수 있다. 차이라면 첫째는 복합 동형적에서는 학습이 거의 일어나지 않았다는 것과 둘째로 곱셈수식의 계산에서 '분수학습후'의 득점수준이 현저하게 다르다는 것 정도 같이 보인다. 분수 곱셈수식의 계산문제에서 특점이 극히 낮은 것은 2학년생들은 아직까지도 곱셈을 배우지 않았기 때문일 것이다. 먼저, 개념적 지식에 속하는 하위영역에서 통분학습의 전후에(즉 분수 학습만 하고난 다음의 득점평균과 '분수관계 학습+통분관계 학습'을 모두 하고난 다음의 득점 평균의 차이)차이가 있는지를 알아 보았다. 분수관계수업(2)×통분관계수업(3)×검사(2, 1차 대 2차)의 혼합요인설계를 이용하였는데 '검사' 변인만 내변인이었다. '복합동형적' 문제요인의 득점은 1차와 2차 모두에서 영이라 볼 수 있어 계산

<표 3> 지식유형과 분수/통분수업에 따른 정답백분율

지식	A(분수학습후)	B(통분학습후)	C(지연검사)
개념적 지식			
그림-기호화	91	91	88
단순 동형적	94	92	95
복합 동형적	1	2	2
어문적내용-기호화	92	93	93
절차적 지식			
대소비교	6	48	34
곱셈수식의 계산	10	49	46
어문적 곱셈내용의 계산	1	13	8
덧셈수식의 계산	0	26	10
뺄셈수식의 계산	0	15	11

할 수 없었지만 서로는 분명히 차이가 없을 것이다. 그러나 그림-기호화, 단순동형적 및 어문 내용 기호화 요인에서의 ANOVA분석은 1차와 2차, 즉 분수수업에다 통분 관계의 절차수업을 추가한 것 사이에 유의한 차이를 발견할 수 없었다. 특히 주목되는 것은 이들 요인에서의 득점수준은 모두 상당히 높다는 것이다. 기타의 검증은 모두 유의하지 아니하였다. 그리고 마찬가지로 요령으로 절차적 지식에 속하는 하위영역에서 통분학습의 전후의 정확백분율 차이의 유의성을 검증하였다. 이 변인의 차이는 대소비교요인에서는 $F(1, 37)=515.17$, $MSe=157.57$, $p<.01$ 로서, 곱셈수식의 계산요인에서는 $F(1, 37)=33.59$, $MSe=976.90$, $p<.01$ 로서, 어문적 내용의 곱셈계산요인에서는 $F(1, 37)=6.47$, $MSe=424.51$, $p<.01$ 로서, 덧셈수식의 계산에서는 $F(1, 37)=20.75$, $MSe=680.95$, $p<.01$ 로서, 그리고 뺄셈수식의 계산에서는 $F(1, 37)=9.23$, $MSe=528.27$, $p<.01$ 로서 모두 통계적으로 유의하였다. 그리고 기타 중 유의하게 나타난 것은 어문적 곱셈 내용의 계산 요인에서 분수관계 학습 변인의 주효과가 $F(1, 37)=2.98$, $MSe=379.46$, $p<.10$ 으로서 주변적으로 보아 유의한 것뿐이었다. 그리고 전반적으로 보아 특히 흥미로운 것으로 주목되는 것은 본 실험의 2차와 지연검사의 결과를 실험 2의 것과 비교해 보면 개념적 지식 영역에서는 아주 비슷하지만, 절차적 지식 영역에서는 본 실험의 것이 실험 2의 5학년의 득점수준보다 훨씬 낮다는 것이다. 기타는 유의하지 아니하였다. 다음으로는 분수관계 수업의 두 가지 수준과 통분관계 수업의 세 가지 효과를 분석해

보았다. 이를 위하여 분수관련 학습(2) × 통분관련 학습(3)의 완전 두선설계에 따라 각 하위요인의 지연검사의 결과를 ANOVA 검증해 보았다. 그 결과 어떠한 하위요인에서도 유의한 차이를 발견할 수 없었다. 그러나 분수관련 학습(3) × 통분관련 학습(3)의 설계를 이용하고 1차검사의 결과를 공변인으로 하여 각 하위요인에서의 지연검사의 결과를 분석해 보았더니, '단순동형적' 요인에서 분수관련 학습요인의 주효과가 $F(1, 37)=6.20$, $MSe=13.12$, $p<.05$ 로서 통계적으로 유의하였다. 이것은 이해중심의 분수수업이 효과적임을 증거하는 것이 된다. 그리고 어문적 곱셈내용의 계산에서 $F(1, 37)=2.98$, $MSe=379.46$, $p<.10$ 으로서 주변적으로나마 통계적으로 유의하였다. 이것은 어문적인 곱셈내용을 분수계산의 수식으로 표현하는데 개념적 지식이 특히 필요하기 때문일 것이다. 그러나 통분관계 학습의 세 수준 사이에는 어디에서도 유의한 차이를 발견할 수 없었다. 그리고 개념적 지식의 네가지 하위요인에서 총계 점수가 만점이었던 27명과 나머지 16명으로 개념적 지식 상위집단과 하위집단을 만들었다. 이들이 대소비교, 곱셈수식의 계산, 어문적 곱셈 내용의 계산, 덧셈 수식의 계산 등의 절차적 지식 요인에서 통계적으로 유의한 차이가 있는지를 t검증해 보았는데 그 어느 요인에서도, 2차 검사 결과나 지연검사 결과 모두에서 차이를 발견할 수 없었다. 이것은 개념적 지식 자체가 분수지식에 특수한 통분규칙의 습득과 적용에 직접적으로 관계되거나 보증하지 아니함을 의미할 것이다. 마지막으로 지연검사의 결과를 가지고 검사의 하

위요인 별 상호상관계수를 계산해 보았다. '덧셈 수식의 계산' 과 '뺄셈 수식의 계산' 사이의 $r=.41$ 그리고 '어문적 곱셈 내용의 계산' 과 '뺄셈 수식의 계산' 사이의 $r=.64$ 만이 통계적으로 유의하였고 기타는 모두 유의하지 아니하였다. 평소 산수성적 과 개념적 지식 총점 및 절차적 지식 총점의 상관을 2차 검사기준으로 보면 각각 .12와 .28이었고 지연검사 기준으로 보면 각각 .07과 .15였다.

논 의

본 실험에서 얻은 결과들을 정리해 보면 (i) 분수에 대한 내용의 학습만을 했을 때와 이에 추가하여 분수의 통분법과 이를 이용한 분수의 덧뺄셈을 학습했을 때의 두 조건사이에는 개념적 지식요인의 수행수준에서는 차이가 없고, (ii) 그러나 당연한 것이겠지만 두 조건 사이에는 절차적 지식에서는 절대적인 차이가 있었다. (iii) 사전에 습득한 개념적 지식의 수준에 따라 절차적 지식의 습득수준이 달라지지 아니하였으며, 그리고 (iv) 분수관계 수업에서 처치해 본 이해중심 수업과 주입식 수업 간에는 효과의 차이를 발견할 수 있었다. 그러나 통분관계 수업의 세 조건 사이에는 유의한 효과 차이가 없었다.

본 연구에서 실시해 본 분수관계 수업과 통분관계 수업은 시간적으로 보아 계열적으로 처치되었다는 점에서 실험 2와 크게 다르다 할 것이다. 앞에서 정리해 본 결과 (i)과 (ii)를 종합하여 살펴보면 개념적 지식은 절차적 지식의 발달에 필요하지만 충분하지는 아니하며 따라서 이들은 공시적이 아니라 通時的으로 상호작용한다고 볼 수 있을 것이다. 더욱이 정리해 본 결과 (iii)에서 보듯이 사전에 익힌 개념적 지식의 수준은 절차적 지식의 습득과 직접적인 관계가 없다는 것은 이를 더욱 뒷받침해 주는 것 같이 보인다. 이는 "영역 특수한 지식의 기초는 전략적 지식을 효과적이고 효율적으로 이용하는데 필수적인 것 같이 보인다(Alexander & Judy, 1988, p.384)" 라는 말과 통하는 것이 된다. 그리고 역동적 상호작용이론이 설득력을 가진다고 볼 것이다. 통시적이란 해석은 본 연구의 설계에서 보아 타당하리라 본다. 이러한 차이를 제외하면 이미 실험 2에서 관계부분에서 가해본 논의가 여기서도 그대로 적용될 수 있다고 본다.

다음으로 분수개념에 대한 학습을 기계적이고 암기식으로 하는 것보다 이해중심 방법에 따라 깊게 학습하면 분수에 대하여 개념적으로 이해하는데 중요하다라는 것은 특히 주목할 만한 가치가 있다고 본다. 그리고 앞에서 사건의 개념적 지식의 수준이 절차적 지식의 습득에 직접 영향 미치지 않음을 알았지만 그래도 어문적 곱셈내용 계산에서는 이해중심의 분수관계 수업의 효과가 유의했음에서도 알 수 있는 바와 같이 절차적용을 할 수 있기 위하여서는 개념적 이해가 이에 선행해야 함도 눈여겨 보아야 할 것이다. Alfred Whitehead(1929)를 비롯한 많은 학자들이 비활성적인 지식, 또는 소극적이고 전이가가 낮은 지식이라 부르는 죽은 지식을 우려하고 있는 것을 유념해 보면 위의 결과는 우리에게 많은 것을 시사해 줄 것이다. Whitehead (1929)는 표현할 수는 있으나 사용할 줄은 모르는 명제적 지식을 비활성적 지식이라 부르고 있다. 본 연구의 발견은 이해중심으로 학습한 지식은 기억수행을 높이고 그러한 지식은 논리적 사고의 도구가 된다는 것을 시사해 주고 있다. 또한 통분관계 수업의 세 가지 조건, 즉 '구분,' '구분 + 적용조건 + 제한조건,' 및 '구분 + 적용조건'의 세 가지 사이에 유의한 차이가 없다는 발견도 주목해 보아야 할 것이다. 다시 말하면 통분법은 분수를 덧뺄셈할 때 쓰인다는 것만 알려주고 학습하는 것이나 이에다 적용조건이나 제한조건을 부연해 주는 것에서 차이가 없다는 것이다. 이 결과는 아마도 '구분' 해 주는 것만으로도 변별적인 범주에 접근할 수 있고 그리하여 통분법이라는 분수에 특수한 문제해결 규칙을 충분히 이용할 수 있다는 것을 의미할 것이다. 물론이지만 이 연구 결과가 문제장면에 접하여 분수덧뺄셈이라는 변별적인 범주에 접근하여 이를 활성화시키고 그에 적절한 통분법이란 규칙을 적용할 수 있는 것이 중요함을 부정하는 것이 될 수는 없을 것이다.

전체 논의

개념적인 지식과 논리적 사고가 어떠한 관계를 가지고 있는지를 알아보기 위하여 세 개의 실험을 수행하였다. 실험 1에서는 Wason의 카드선택과제를 이용하였는데 이것은 연역적 추리를 요구한다.

실험 2와 3에서는 分數課題를 이용하였다. 이들 두 실험에서는 논리적 사고가 문제 해결의 형태로 나타난다. 실험 1의 “연역적 추리는 문제해결의 특수한 한 형태(Anderson, 1980, p.327)”라고 말할 수 있다. 여기에서는 이러한 실험의 결과들을 종합해서 논의해 보고 가능한 결론을 도출해 보았으면 한다.

첫째, 논리적 사고는 추상적인 추론 규칙을 사용한다기 보다는 영역구체적인 추론규칙을 주로 사용하는 것 같다. 저자들은 실험 1에서 ‘수리와 집합’이라는 정규과목을 거의 한 학기간 수강했는데도 불구하고 Wason 과제의 수행수준에 차별적인 효과를 미치지 못함을 알았다. 그리고 그 과제는 대단히 단순해 보이고 익히 이해할 수 있는 것인데도 불구하고 기존의 선행연구에서와 마찬가지로 극히 낮은 수행수준을 보여주고 있음도 발견하였다. 만약 인간이 추상적 추론 규칙에 따라 사고하는 것이라면 인간의 논리적 사고는 논리학에 대한 형식적 훈련을 통하여 향상시킬 수 있어야 할 것이다. 또한 구분적, 형식적인 논리학 지식은 다양한 문제영역에 적용할 수 있어야 할 것이다. Piaget (1970) 등의 형식주의적 발달이론에서는 발달이란 이전의 목록에다 새로운 능력(capacities)이 추가되는 것이라 전제한다. 얻은 결과들은 이러한 가설을 부정하는 것이었다. 이러한 연구결과들은 전문가 연구(예컨대, 이영애, 1986; 김영 채와 양종철, 1991)나 적성과 지능의 過程分析 등의 많은 연구에서 “思考를 지식구조와 새로운 지식의 습득이라는 맥락속에서(Glaser, 1984, p.102)” 이해하고 있는 것과 부합한다. 그리고 우리는 “연역적 논리에 실패하는 것이 특별히 지능에 결함이 있어서가 아니라 적절한 문제해결 전략과 기술에 적절한 지식이 결손되어 있기 때문이다(Anderson, 1980, p.327)”라는 말을 수용하게 될 것이다. 그리고 우리는 사람이 대단히 知的인 것은 일반적인 사고능력 때문이기 보다는 영역내용에서 지식을 조직하는 지식이라 말할 수 있을 것이다.

둘째, 추론은 경험을 토대로 습득하였거나 일반화된 전략기억에 주로 의존하는 것 같이 보인다. 실험 1에서 보면 연습문제에 대하여 어느 것이 정답이며 왜 그것이 정답인지를 설명받은 집단의 수행수준은 8% 대 67%로 현저하게 높았다. 또한 다분히 추상적으로 진술되어 있는 표준문제에서 보다는 친근하고 主題性이 높은 음주문제에서 과제

해결이 의미있게 높았다. 이러한 결과들은 추리가 추상적 추리규칙 능력이 발달했기 때문이라거나 형식추리법칙을 적용하는 방식을 습득했기 때문이라고 해석하기는 어렵다. 이미 형식훈련의 효과가 나타나지 아니했음도 언급했을 뿐만 아니라 주제적 재료의 효과도 설명할 수 없기 때문이다. 그렇다면 Wason 과제에 특수하게 적용되는 추론 방식을 습득하여 기억해 두었다가 그와 같거나 유사한 과제장면에서 익힌 해결방식을 적용한다고 보는 것이다. 물론 추론은 경험에 토대한다는 견해도 기억단서가설(Griggs & Cox, 1982)이나 실용적 추리도식(Cheng & Holyoak, 1985) 등 몇 가지가 있다. 본 연구의 결과는 어느 특정 견해를 지지하거나 부정하기 어렵다. 그러나 경험을 통하여 절차적 지식을 습득하며 후속의 과제에서 기억해 두었던 절차를 이용함은 분명할 것이다. 그러나 이러한 절차적 지식은 다시 훈련을 거듭함에 따라서 당해 영역을 넘어 일반화된다고 생각해 볼 수 있을 것이다. 사실 Chi(1979)는 “戰略은 구체적 영역관련적인 절차적 지식이 일반화된 형태(p.221)”이라고 말한다. 요약하면, 앞에서 언급해 둔 ‘전략기억’에는 구체적인 절차적 지식뿐만 아니라 이의 일반화된 형태까지도 포함하는 것으로 보고 이러한 지식에 따라 논리적 사고는 가능해진다고 보려고 한다. 그리고 이러한 ‘전략 기억’이 특정한 지식영역을 넘어 더욱 일반화된 것을 우리는 超認知라 전제해 본다. 이러한 초인지적 전략은 지식축적적(knowledge-rich) 영역에서는 느리게 그리고 지식독립적인(knowledge-lean) 일상생활문제에서는 보다 쉽게 발달한다고 볼 수도 있겠다(Chi, 1979; Alexander, 1988).

셋째, 개념적 지식과 절차적 지식은 범주에 의하여 서로 연결되어 있으며, 각 범주의 개념은 조건적인 기능에 따라 색인화되어 있는 듯하다. 개념적 지식은 영역의 개념들의 핵심과 이들간의 관계로 이루어지는 것으로 흔히 ‘도식’이라 부르는 것과 가깝고 절차적 지식은 과제의 목적달성에 요구되는 단계에 관한 지식, 즉 ‘어떻게’를 아는 것이다. 이들이 어떻게 관계되는지에 대한 관심은 지식의 조직화에 대한 많은 연구들의 것이었고 그러한 관심은 앞으로도 계속될 것이다. 본 연구에 관련하여 보면 개념적 지식과 절차적 지식간의 관계에 대한 이론은 우선 주제적 재료의 효과를 설명할 수 있어

야 하며, 실험 2에서 5학년과 마찬가지로 4학년도 '곱셈수식의 계산'에서 유의한 차이가 나지 아니 하는 수행수준을 보이고 있는 것을 설명해야 하며, 그리고 실험 2와 3에서 공히 거의 비슷하게 보이는 과제인데도 불구하고 분수곱셈이 수식으로 되어 있을 때와 문장으로 진술되어 있을 때 나타나는 현저한 차이도 설명할 수 있어야 한다. Brown (1970)은 "과거사건을 이야기하려면, 동사에다 -ed 를 붙여라"라는 문법규칙을 사용할 수 있으려면 과거관 시간적 개념뿐만 아니라 '동사'라는 범주도 알아야 한다는 보기를 들면서 범주가 개념적 지식과 절차적 지식을 연결시키고 있다고 본다. 그리고 Wingrad(1975)는 각 범주는 거기에 적용되는 절차에 따라 색인화되어 있다고 본다. 본 연구의 결과가 어떠한 이론을 가능케 하는 것은 아니다. 그러나 본 연구에서 보면 정수계산의 절차를 쓰느냐 통분법의 규칙을 쓰느냐는 문제가 분수의 덧셈셈이라는 범주에 접근하고 그런 다음 거기에 적용되는 통분에 의한 계산절차를 적용해야 정확할 수 있다. 그리고 거기에는 통분법 계산절차뿐만 아니라 이 규칙이 적용되는 조건과 적용되지 아니하는 조건이 같이 결합되어 있어야 할 것이다. 어쨌든 이들을 종합하여 위에서와 같은 결론을 가설의 모습으로 제시해 볼 수는 있다고 본다. Hergenrath와 Rabinowitz(1991)은 "추리에 영향 미치는 것은 도식에 포함되어 있는 정보의 양뿐만 아니라 도식의 조직화이다(p.953)"이라 말하면서 지식의 조직화를 강조한다. 사실 주제적 재료의 효과도 재료의 내용이 테마중심으로(주제로) 어떻게 잘 조직되어 있고 접근할 수 있는지를 반영한다고 볼 수 있을 것이다.

넷째, 지식과 절차는 기본적으로 보아 서로 독특하며 서로는 역동적으로 상호작용한다. 이 결론은 역동적 상호작용 견해를 지지하는 것이며 본 연구에서는 지지증거로 몇 가지를 가지고 있다. 실험 1에서 Wason 과제는 누구나 쉽게 이해할 수 있는 것인데도 추리수행 수준은 극히 저조하였고, 실험 2에서 4학년과 5학년 사이에 절차적 지식에 차이가 없었고 또한 분수곱셈 문제가 수식으로 제시될 때는 차이가 없지만 어문적인 문장으로 진술되면 유의한 차이가 났고, 그리고 실험 3에서 통분관계 학습 여부에 관계없이 절차적 지식수준은 신뢰롭게 다르지 아니했던 결과들을 들 수가 있다. 이들

은 모두 개념적 지식과 절차적 지식은 상당히 서로 독특하다는 것을 말해 준다고 본다. 사실 학습과 기억에 관한 현대의 대부분의 모형들은(예컨대, Baker & Brown, 1984; Bjorklund, Muir-Broadbudd, & Schneider, 1990; Woloshyn, Pressley, & Schneider, 1992; Chi, 1985) 모두 전략과 지식이 수행에 독립적인 공헌을 한다고 보고 있다. 그리고 이들 모형들은 이들 요인들이 함께 조작하여 기억이나 추리의 수행을 높임을 증거하며 대개는 동시적인 조합으로 작용하는 것으로 생각하고 있다. 그러나, 이미 Anderson(1983)이 지적한 바와 같이, 모든 지식은 시초에는 서술적인 형태를 가지기 때문에, 절차적 지식의 발달에 개념적 지식은 필요할 것이다. 그러나 지식이 일단 습득되고 나면 해석적 적용, 절차화 및 합성의 과정을 거치고 더욱 연습하므로써 영역특수적인 절차(논리적)를 만든다고 보아야 할 것이다. 그의 生成體制(production systems)의 기본적인 주장은 인간인지의 밑바탕에는 생성이라 하는 조건-행위 쌍들이 셀을 이루고 있다는 것이다. 그리고 "생성의 조건은 IF 부분으로 그리고 행위는 THEN 부분으로 주어진다. ...이러한 생성의 적용은 목표설정(Anderson, 1983, p. 7)." 그리고 개념적 지식과 절차적 지식이 갖는 이와같은 상호작용은 동시적이기보다는 통시적인 것임을 우리는 실험 3을 통하여 확인할 수 있었다. 다시 말하면 개념적 지식을 습득하고, 이를 기초하여 절차적 지식을 습득하고, 그리고 다시 절차적 지식을 기초로 하여 개념적 지식을 풍부하게 補足시켜 간다고 보는 것이다. Perkins(1985)는 전략의 교수에서는 어떻게 적용하느냐, 언제 적용하느냐 및 자동화의 세 가지 요소가 결정적임을 말한다. 이러한 설명은 Pinker(1984)의 '어의적 구두끈 매기' 가설과도 일치한다. 이 설명은 또한 "보다 단순한 사실에 대한 지식은 학습자가 더 고차적이고 더 복합적인 구조와 過程으로 나아갈 수 있기 전에 마스트 하는 식으로, 학습은 천천히 그리고 위계적으로 일어남(Asghar, 1990, p.583)"을 의미한다고 볼 수도 있다. 어쨌든 Sternberg(1985)가 "지식과 과정이 어떻게 상호작용하는지를(p.572)" 연구해야 할 시간이 되었다고 말했듯이 이 분야의 관심은 앞으로 더욱 늘어날 것이다.

마지막으로, 논리적 사고능력을 개발하는데는, (i) 절차학습을 구체적 문제영역의 자료를 가지고

적절한 맥락에서 구체적으로 해야 하며, (ii) 언제 그리고 어디에서 적용되는지뿐만 아니라 '왜' 그렇게 되는지를 외현적으로 강조해야 하며, 그리고 (iii) 기계적인 반복보다는 깊이 이해하여 유의미하고 도구적인 지식이 되게 교수해야 할 것이다. 이러한 결론에 대한 증거는 이미 여러 곳에서 제시한 바 있다. 실험 1에서는 형식교육에서 추상적인 논리학적 지식을 가르치는 것만으로는 효과가 없었을 뿐만 아니라 '연습문제'를 풀어본 다음 아무런 송환을 받지 못했을 때 수행수준은 극히 저조하였다. 실험 2에서는 복합동형적 문제요인에서 학년 구분없이 수행수준이 상당히 낮았다. 그리고 실험 3에서는 분수관계 수업을 주입식보다는 이해중심으로 하였을 때 보다 효과적이었고, 통분절차가 어떤 문제장면에서 적용되는지를 구분해 함이 중요함을 주목하였고, 그리고 분수곱셈 문제가 수식으로 주어져 있을 때 보다는 문장으로 진술되어 있을 때 극히 어려웠다는 결과 등을 들 수 있다. 논리적 사고의 수행수준이 "추리력의 결손일 수도 있고, 서술적 지식이나 동 기결여, 또는 시험불안 등과 같은 요인들의 소산(Lawson, 1985, p.570)"일 수도 있다. 그리고 Glaser(1984)는 "예컨대 수학에서 보면, 아동들은 제시된 정보가 어떻게 하여 중요한 실제 세계의 문제의 해결을 단순화시킬 수 있는지를 이해하려고 하기 보다 절차를 맹목적으로 학습하기 때문에 체계적인 오류를 다양하게 저지르고 있다(p. 1085)"라고 하는데 이와 유사하게 논리적 사고교육에 대한 문제점을 지적하는 사람은 많이 있다. 그리고 대안으로도 여러가지 내용들을 제시하고 있는데, 예컨대 "문제해결과정의 명시적 강조(Hart, 1990, p.2)"나 "추상적 개념을 구체적인 보기와 예시와 함께 제시해 주어야 학생들은 원리들을 새롭고 상이한 문제에 적용할 수 있다(Cheng, Holyoak, Nisbett & Oliver, 1986, p.293)" 등을 예로 들 수 있다. Anderson(1980)은 "적절한 맥락에서의 훈련(p. 326)"을 특히 강조한다. 어떻든 본 연구의 결과를 기초로 하여 논리적 사고를 개발하기 위하여 앞에서 시사해 본 몇 가지는 주목해 볼 가치가 있다고 본다. Alfred North Whitehead(1926)는 비활성적인 명제적 지식이 살아있게 만들어야 한다고 선언하였다. 그가, 문제는 인식론적으로 생각하는 지식자체에 있는 것이 아니라 사람들의 마음속에 그 지식을 어떤 식으로 표상되게 하느냐에 있음을

지적한 것은 이미 오래전의 일이다. 영역에 특수한 지식과 이를 기초하는 논리적 사고 절차가 어떻게 상호작용하며 절차적 지식이 전략이나 초인지로 어떻게 발달하는지를 규명하는데는 보다 분석적인 연구가 필요해질 것이다.

참고 문헌

- 김영채, 양종철(1991). 전기회로 등의 재생에 나타난 전문지식의 지식수준. *한국심리학회지: 실험 및 인지*, 3, 92-116.
- 문교부(1988). *국민학교 교육과정 해설*. 문교부 고시 제87-9호(1987. 6. 30).
- 박권생(1992). 조건추리의 과제내용과 수행수준. *사고개발연구, 대한사고개발연구회*, 2, 2, 61-86.
- 이영애(1986). 영역의존적 문제해결 연구의 이론 및 방법론적 제문제. *한국심리학회지*, 5, 2, 142-153.
- 조명한(1990). 삼단논법 추리에서의 형상(격)효과. *한국심리학회지*, 9, 1, 16-32.
- Alexander, P.A., & Judy, J.E. (1988). The interaction of domain-specific and strategic knowledge in academic performance. *Review of Educational Research*, 58, 4, 375-404.
- Alexander, P.A., Schallert, D.L., & Hare, V.C. (1991). Coming to terms: How researches in learning and literacy talk about knowledge. *Review of Educational Research*, 61, 3, 315-343.
- Anderson, J.R. (1980). *Cognitive psychology and its implication*. San Francisco: Freeman.
- Anderson, J.R. (1981). *Cognitive skills and their acquisition*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Anderson, J.R. (1983). *The architecture of cognition*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Asghar, I. (1990). Active and dynamic self-regulation of learning process. *Review of Educational Research*, 60, 4, 573-602.
- Baker, L., & Brown, A.L. (1984). Metacognitive skills and reading. In P.D. Pearson, M. Kamil, R. Barr, & P. Mosenthal (Eds.). *Handbook of Reading research* (Vol.1, pp.353-394). White Plains, NY: Longman.

- Belmont, J.M., & Butterfield, E.C. (1977). The instructional approach to developmental cognitive research. In R.V. Kail, JR. & J.W. Hagen(Eds.). *Perspectives on the development of memory and cognition*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Bjorklund, D.F., Muir-Broadus, J.E., & Schneider, W. (1990). The role of knowledge in the development of strategies. In D.F. Bjorklund(Eds.). *Children's strategies: Contemporary views of cognitive development*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Braine, M.D.S., Reiser, B.J., & Romain, B. (1984). Some empirical justification for a theory of natural propositional logic. In G.H. Bower(Ed.). *The psychology of learning and motivation* (Vol.18, pp. 313-371). New York: Academic Press.
- Brown, A.L., Bransford, J.D., Ferrara, R.A., & Campione, J.C. (1983). Learning, remembering, and understanding. In J.H. Flavell & E.M. Markman(Eds.). *Carmichael's manual of child psychology* (Vol.1, pp.77-166). New York: Wiley.
- Brown, R. (1973). *A first language*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Byrnes, J.P., & Wasik, B.A. (1991). Role of conceptual knowledge in mathematical procedural learning. *Developmental Psychology*, 27, 5, 777-786.
- Carey, S. (1985). *Conceptual change in childhood*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Cheng, P.W., & Holyoak, K.J. (1985). Pragmatic reasoning schemas. *Cognitive Psychology*, 17, 391-416.
- Cheng, P.W., Holyoak, K.J., Nisbett, R.E., & Oliver, L. M. (1986). Pramatic versus syntactic approaches to training deductive reasoning. *Cognitive Psychology*, 18, 293-328.
- Chi, M.T.H. (1985). Interactive roles of knowledge and strategies in the development of organized sorting and recall. In S.F. Chipman, J.W. Segal, & R. Glaser (Eds.). *Thinking and learning skills: Research and open questions* (Vol.2). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Chi, M.T.H. (1979). Knowledge development and memory performance. In M.P. Friedman, J.P. Das, & N. O'Connor(Eds.). *Intelligence and learning*. New York: Plenum Press.
- Chi, M.T.H. (1978). Knowledge structure and memory development, In R. Siegler(Ed.), *Children's thinking: What develop?.* Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Collins, A.M., & Quillian, M.R. (1970). Facilitaing retrieval from semantic memory. The effect of repeating part of an inference. *Acta Psychological*, 33, 304-314.
- Collins, A.N., & Loftus, E.F. (1975). A spreading activation theory of semantic processing. *Psychological Review*, 82, 407-248.
- Cox, J.R., & Griggs, R.A. (1982). The effects of experience on performance in Wason's selection task. *Memory & Cognition*, 10, 5, 496-502.
- Ellio, R., & Scharf, P.B. (1990). Modeling novice-expert shifts in problem-solving strategy and knowledge organization. *Cognitive Science*, 14, 579-639.
- Evans, J. St. B.T. (1982). *The psychology of dedeuctive reasoning*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Evans, J. St. B.T. (1984). Heuristics and analytic processes in reasoning. *British Journal of Psychology*, 64, 391-397.
- Flavell, J.H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry. *American Psychologist*, 34, 906-911.
- Fuson, K.C. (1990). Issues in place-value and multidigit addition and subtraction learning and teaching. *Journal of Research in Mathematical Education*, 21, 273-280.
- Glaser, R. (1984). Education and thinking: The role of knowledge. *American Psychologist*, 39, 2, 93-104.
- Griggs, R.A., & Cox, J.R. (1982). The elusive thematic materials effect in Wason's selection task. *British Journal of Psychology*, 73, 407-420.
- Hart, K.A. (1990). Teaching thinking in college. *Accent on improving college teaching and learning* 7. NCRIPTAL, University of Michigan.
- Hergentrather, J.R., & Rabinowitz, M. (1991). Age-related differences in the organization of children's knowledge of illness. *Developmental Psychology*, 27, 6, 952-959.
- Hiebert, J. (1987). *Conceptual and procedural*

- knowledge: The case of mathematics*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Inhelder, B., & Piaget, J. (1980). Procedures and structures. In D.R. Olson(Ed.), *The social foundations of language and thought*. New York: Norton.
- Keating, D.P. (1988). Byrne's reformulation of Piaget's formal operations: Is what's left what's right? *Developmental Review*, 8, 376-384.
- Kieran, T.E. (1988). Personal knowledge of rational numbers: Its intuitive and formal development, In J. Hiebert & M. Behr(Eds.). *Number concepts and operations in the middle grades*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Lawson, A.E. (1985). A review of research on formal reasoning and scientific teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 22, 7, 569-617.
- Lesgold, A.M., Feltovich, P.J., Glaser, R., & Wang, Y. (1981). *The acquisition of perceptual diagnostic skill in radiology*. Pittsburgh, PA: Learning Research and Development Center, University of Pittsburgh.
- Lochhead, J., & Clement, J. (1979). *Cognitive process instruction: Research on teaching thinking skills*. Philadelphia: Franklin Institute Press.
- Marr, M.B., & Gormley, K. (1982). Children's recall of familiar and unfamiliar text. *Reading Research Quarterly*, 18, 89-104.
- McNamara, T.P., & Sternberg, R.J. (1983). Mental models of word meaning. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 22, 449-474.
- Minsky, M., & Papert, S. (1974). *Artificial intelligence*. Eugene, OR: Oregon State System of Higher Education.
- Nelson, K. (1978). Semantic development and the development of semantic memory. In K.E. Nelson (Ed.), *Children's language* (Vol.1, pp.39-79). New York: Gardner Press.
- Nickerson, R.S., Perkins, D.N., & Smith, E.E. (1985). *The teaching of thinking*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Nisbett, R.E., Krantz, D.H., Jepson, C., & Kunda, Z. (1983). The use of statistical heuristics in everyday inductive reasoning. *Psychological Review*, 90, 339-363.
- Novak, G.S. Jr., & Araya, A. (1990). Research on expert problem solving in physics. *First national conference on artificial intelligence (AAAI)* (pp. 178-180). Stanford, CA: Morgan Kaufman.
- Overton, W.F., Ward, S.L., Noveck, I.A., Black, J., & O'Brien, D.P. (1987). Form and content in the development of deductive reasoning. *Developmental Psychology*, 23, 1, 22-30.
- Paris, S.G., Lipson, M.Y., & Wixson, K.K. (1983). Becoming a strategic reader. *Contemporary Educational Psychology*, 8, 293-316.
- Paul, R. (1990). *Critical thinking*. Rohnert Park: CA, Sonoma State University.
- Perkins, D.N. (1986). *Knowledge as design*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Piaget, J. (1970). Piaget's theory. In P.H. Mussen(Ed.), *Carmichael's manual of child psychology* (Vol.1, pp.703-732). New York: Wiley.
- Pinker, S. (1984). *Language learnability and language development*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Pressley, M., Borkowski, J.G., & Schneider, W. (1987). Good information processing: Good strategy users coordinate metacognition and knowledge. In R. Vasta (Ed.), *Annals of child development* (Vol. 4). Greenwich, CT: JAI Press.
- Riesbeck, C.K. (1981). Failure-driven reminding for incremental learning. *Proceedings of the 7th international joint conference on artificial intelligence*. Menlo Park, CA: IJCAI.
- Riley, M.S., Greeno, J.G., & Heller, J.I. (1983). Development of children's problem-solving ability in arithmetic. In H.P. Ginsburg(Ed.), *The development of mathematical thinking*. New York: Academic Press.
- Rips, L.J. (1983). Cognitive processes in propositional reasoning. *Psychological Review*, 90, 38-71.
- Rumelhart, D.E. (1978). Schemata: The building blocks of cognition. In R. Spiro, B. Bruce, & W. Brewer (Eds.). *Theoretical issues in reading comprehension*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

- Schallert, D.L. (1982). The significance of knowledge: A synthesis of research related to schema theory. In W. Otto & S. White(Eds.). *Reading expository prose*. New York: Academic Press.
- Schank, R.C. (1982). *Dynamic memory: A theory of reminding and learning in computers and people*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Siegler, R.S., & Klahr, D. (1982). When do children learn? The relationship between existing knowledge and the acquisition of new knowledge. In R. Glaser (Ed.), *Advances in instructional Psychology* (Vol.2, pp.121-211). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Siegler, R.S., & Richards, D.D. (1982). The development of intelligence. In R.J. Sternberg(Ed.), *Handbook or human intelligence*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Smith, E.E., Shoben, E.J., & Rips, L.J. (1974). Structure and process in semantic memory: A featural model for semantic decision. *Psychological Review*, 81, 214-241.
- Sternberg, R.J. (1985). But it's a sad tale that beings at the end: A reply to Glaser. *American Psychologist*, 40, 571-573.
- Sternberg, R.J. (1977). Intelligence, information processing and analogical reasoning: *The componential analysis of human abilities*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Ward, S.L., Bynes, J.P., & Overton, W.F. (1987). Organization of knowledge and congnitional reasoning. *Journal of Educational Psychology*, 82, 4, 832-837.
- Wason, P.C. (1968). Reasoning about a rule. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 20, 273-281.
- Wason, P.C., & Jonson-Laird, P.N. (1972). *Psychology of reasoning: Structure and content*. Cambridge, Mass: Harvard University Press.
- Whitehead, A.N. (1929). *The aims of education*. New York: Macmillan.
- Winograd, T. (1975). Frame representations and the declarative/ procedural controversty. In D.G. Bobrow & A. Collins(Eds.). *Representation and understanding: Studies in cognitive science*. San Diego, CA: Academic Press.
- Woloshyn, V.E., Pressley, M., & Schneider, W. (1992). Elaborative- interrogation and prior-knowledge effects on learning of facts. *Journal of Educational Psychology*, 84, 1, 115-124.

Conceptual Knowledge and Logical Thinking

Yung Che Kim, Kwonsaeng Park and A-chung Park
Keimyung University

Conceptual knowledges consist of cores of concepts and their interrelations and are organized. Logical thinking for problem solving in our everyday/academic life is assumed to take several different forms such as reasoning, problem solving, critical and creative thinking depending upon the requirements of task situation. This study performed three experiments to investigate the nature of the relationship between concept and procedure. Experiment 1 used Wason's card selection task requiring deductive reasoning and employed college subjects. Experiment 2 and 3 used mathematical fraction problems with primary school students of grade 4 and 5 in Experiment 2 and grade 2 in Experiment 3. Conclusions drawn could be summarized as follows: (i) People seemed to solve reasoning problems using rules specific to the domain rather than using abstract inferential rules, (ii) problem solving depended largely on the strategies memory acquired through specific experiences or generalized, (iii) conceptual knowledge and procedural knowledge was posited linked through categories and categories indexed in terms of functions including the conditions and (iv) knowledge and procedure seemed basically distinctive, but they were also found interacting dynamically and synchronically. The final pragmatic conclusion (v) would encourage procedure instruction to use domain-specific materials to teach concretely, to explicitly emphasize when, where and why of the procedure, and to help students to understand materials deeply to make knowledges meaningful and functional.