

한국 초중고생의 논리적 사고와 문제해결능력의 진단 및 향상 프로그램의 개발*

서 봉 연

서울대학교 심리학과

본 연구의 목적은 초중고생의 논리적 사고능력과 문제해결능력의 발달과정을 측정하며, 최종적으로는 논리적 사고능력과 문제해결능력간의 관련성을 밝히는 데 있다. 두가지 능력의 발달과정을 측정하기 위하여 이행추리, 유추, 인과추리, 문제해결 검사를 고안하였다. 구체적으로 이행추리능력 과제에서는 대전제와 소전제의 통합여부 및 결론의 결정성/미결정성에 따른 발달적인 변화를, 유추능력 과제에서는 사상(mapping) 과정에 따른 발달적 변화, 인과추리능력 과제에서는 일치차이 병용법을 사용한 추리능력의 발달적 변화를 확인하고자 하였다. 본 연구의 피험자는 초중고생 총 317명이었고, 일차적으로 초등학교생(67명)의 검사수행을 분석하였다. 이행추리 검사에서 전제들의 통합 여부에 따라서는 추리수행이 달라지지 않았으나, 결론의 결정성/미결정성 여부와 전제/질문의 합치성 여부에 따라 수행이 달라졌다. 유추 검사에서는 유추의 핵심인 사상(mapping)과정의 난이도에 따라 수행이 달라졌다. 인과추리 검사에서는 일치법과 차이법으로 원인을 파악하는 능력은 상당히 높은 수준에서 얻어졌으나, 일치차이 병용법과 원인을 확인한 뒤 원인에 따라 결과를 다시 적용해야 하는 복합적인 인과추리능력은 상대적으로 저조함을 확인하였다. 논리적인 순서로 문제를 해결하는 능력을 요구하는 문제해결능력 검사에서도 논리적 문제해결과 비논리적 반응이 거의 동등한 수준으로 얻어졌다. 후속연구에서는 포괄적이고 체계적인 문항구성을 통하여 추리능력과 문제해결능력을 측정하고, 그 관련성을 다루어야 할 필요가 있으며, 중고등생을 대상으로 하여 추리능력과 문제해결능력이 어떻게 발달하고 그 관련성이 어떠한지를 직접적으로 확인하여야 함을 시사하였다.

핵심어 : 이행추리 • 유추 • 인과추리 • 문제해결능력 • 미결정성
• 유추적 사상 과정

추리는 편의상 연역(deduction)과 귀납 가정되는 전제로부터 필연적인 결론을 추 (induction)으로 구분할 수 있다(Halford, 출하는 과정이다(Garnham & Oakhill, 1982)¹⁾. 연역은 참인 사실 혹은 참이라고 1994). 그리고 귀납은 구체적인 사례들

1) 본 연구는 1995년도 한국학술진흥재단의 자유공모과제 연구지원에 의해 연구되었음

로부터 일반적인 규칙을 형성하는 과정으로 정의되기도 하고(Halford, 1982), 필연적이지는 않지만 가능성이 매우 높은 결론을 얻는 과정으로 보다 폭넓게 정의되기도 한다(Garnham & Oakhill, 1994). 연역과 귀납이 추리능력의 중요한 두 요소임을 밝힌 연구들은 많이 있다. Thurstone(1938)은 귀납요인과 연역요인을 구분하였고(Rips, 1984에서 재인용), 귀납 요인은 1) 추상적 유사성의 지각, 2) 개념형성, 3) 가설검증을 포함하는 것으로 주장되었다(Adkins & Lysterly, 1952). 연역은 크게는 이행추론(transitive inference)과 위계적 분류(hierarchical classification)가 포함된다(Siegler, 1991). 이와 같은 분류를 보다 구체화하면, 연역의 하위 유형으로 이행추리, 삼단논법 추리, 조건추리 등이 포함된다. 이행추리의 형식적인 예는 “ $A > B$, $B > C$, 그러므로 $A > C$ ”와 같다. 이 경우 “ $A > B$ ”와 “ $B > C$ ”의 전제가 주어지면 “ $A > C$ ”라는 결론이 필연적으로 얻어진다. 이행추리를 할 때에 순수한 논리적 추리만 관련되는 것은 아니다. 순수한 논리적 논증은 전적으로 논증의 형식에만 의존하는 데 비하여, 이행추리시에는 논증과 함께 논항간의 이행관계 지식이 요구된다(Halford, 1982). 예를 들어, ‘보다 길다’라는 관계는 이행 관계인 반면에, ‘보다 아름답다’라는 관계는 이행관계가 아니다. 즉, 이행추리 수행에는 추리능력과 함께 지식이 함께 요구된다. 최근의 연구들에 의하면 이행추리 수행에 실패하는 이유는 1) 이행추론의 기본 논리를 모르기 때문에(Piaget, 1970), 2) 전제를 기억하지 못하기 때문에(Trabasso,

Riley, Wilson, 1975), 3) 적절한 심적 모형을 형성하지 못하기 때문인 것으로 접근되고 있다(Siegler, 1991). 이와 유사하게 Halford(1990)는 1) 기본논리 이해, 2) 적절한 책략의 사용, 3) 정보처리 용량의 세가지 요인을 중시하였다. 이행추리는 직선적 삼단논법(linear syllogism)의 이름으로도 연구되었다. 직선적 삼단논법에서 실패하는 이유에 대해서는 언어이론(Clark, 1969a, 1969b), 심상이론(Huttenlocher, 1968), 혼합이론(Johnson-Laird, 1972; Sternberg, 1980)이 경쟁적인 설명을 제시하고 있다.

연역의 또다른 유형인 삼단논법 추리의 대표적인 예로는 “사람은 죽는다. 소크라테스는 사람이다. 그러므로 소크라테스는 죽는다”와 같다. 이 경우에도 두가지 전제가 옳다면 결론은 필연적으로 참일 수밖에 없다. 조건추리는 약간 복잡하지만 전제로부터 필연적인 결론이 얻어진다는 점에서는 다른 유형의 추리와 동일하게 정의될 수 있다. 이와 같이 연역의 하위 유형을 검토해보면, 연역이란 전제로부터 필연적인 결론이 얻어지는 과정으로 정의할 수 있다.

연역추리는 상기한 바와 같이 필연적인 결론이 얻어지는 매우 정밀한 추리이다. 그러나, 연역추리는 주어진 전제를 넘어서는 새로운 정보를 추가적으로 제공해주지 못하는 근본적인 제약을 지니고 있다(Overton, 1990). 위에서 든 삼단논법에서 “사람은 죽는다”와 “소크라테스는 사람이다”라는 정보가 제시되면 그 두 전제 안에는 이미 “소크라테스는 죽는다”는 정보가 포함되어 있는 것이다. 두가지 떨어져 있던 명제들로부터 필연적인 종합명제

를 얻는 것이 연역의 장점이긴 하지만, 특별히 새로운 지식을 제공해주지 못한다는 것이 연역의 단점이기도 하다. 새로운 정보를 추가적으로 제공해주는, 즉 지식의 내용을 확장해주는 과정으로서 귀납은 추리의 또 하나의 과정으로 중시되며 연구되었다. 이제는 귀납추리에 대해 간략히 살펴보기로 한다.

귀납의 하위 유형인 유추란 유사성에 근거하여 추리를 하는 과정이다. 일반적으로는 이미 알고 있는 사태의 구조를 새로운 사태에 적용하는 것으로 정의된다(Gentner, 1983). 예로서, 태양계의 구조에 대한 이해에 기초하여 원자계의 구조를 이해하는 것이 유추에 해당한다. 이 경우에 구체적인 사례들로부터 일반적인 규칙이 형성되는 것은 아니다. 이런 점에서 유추란 필연적이지는 않지만 가능성이 매우 높은 결론을 얻는 과정으로 정의되는 것이 보다 포괄적인 정의가 된다. 귀납의 또 다른 하위 유형으로 인과추리(causal reasoning)가 포함되기도 한다. 인과추리란 특정 사건과 다른 사건의 인과관계에 대하여 추리를 하는 것이다. 예로서, 태양이 지고 뜨는 사건과 지면의 온도간의 관련성에 대한 추리를 하는 경우를 생각해보자. 태양과 지면의 온도간에 어떤 관련이 있는지에 대하여 수없이 많은 개별적인 관찰을 한다. 이러한 개별적인 사례들로부터 “태양이 뜨면 지면의 온도가 올라간다”라는 가설을 형성하고, 다른 사례들을 검토하여 가설의 타당성을 검증하게 된다. 결론적으로 귀납이란 인과추리와 같이 개별적인 사례들로부터 일반적인 규칙을 얻는 가설검증과정으로 정의되기도 하고, 유추와 같이 가능성이 매우

높은 명제를 얻는 과정으로 정의되기도 한다.

사고를 연역과 귀납으로 구분하고, 상기한 바와 같이 정의하였을 때 여러 가지의 사고유형들이 다루어질 수 있지만, 본 연구에서는 연역과 귀납을 대표할 수 있는 이행추리, 유추, 인과추리를 다루기로 한다.

추리능력과 밀접한 관련을 갖는 것이 문제해결능력이다. 문제해결과정은 문제공간에 대한 탐색과정으로 간략히 정의할 수 있다(Newell, & Simon, 1972). 문제해결과정의 가장 큰 특징은 목표(goal)가 있으며, 목표에 도달하는 심리적인 과정이 단순할 수도 있지만 단순하지 않은 경우도 많다는 것이다(Lesgold, 1988). 예를 들어 “ $2+2$ ”와 같은 문제를 해결하는 과정은 수지식의 인출이란 단순한 과정일 수 있다. 그러나, 태양계의 구조를 알아내는 문제는 상당히 복잡한 과정을 포함하고 있다. 이와 같은 문제해결의 복잡한 특징 때문에, 기존 지식을 필연적인 지식망으로 종합하는 연역과정과 새로운 정보를 산출하는 귀납과정을 문제해결과정과 관련시키는 연구가 요구된다.

방 법

피험자

초등학교 5학년생 67명, 중학교 2학년생 144명, 고등학교 2학년생 106명, 총 317명이 연구에 참여하였다. 일차적으로 초등학생 67명의 자료를 먼저 분석하였다. 이중 33명은 A형 검사에 참여하였고, 34명은 B형 검사에 참여하였다.

검사도구²⁾

1) 추리능력 검사 도구. 초등학교의 추리능력을 측정하기 위하여 연역추리가 요구되는 이행추리검사와 귀납추리가 요구되는 유추검사를 고안하였으며, 연역과 귀납을 모두 요구하는 인과추리 검사를 새로이 고안하여 구성하였다.

유추검사

유추 검사는 Sternberg (1979)의 고전적인 유추검사와 유사하게 구성하였다. 다른 점은 미지항의 수를 1개에서부터 3개까지 변화시킨 점이다. 고전적인 유추문항은 $a:b :: c:()$ 와 같이 구성된다. 이와 같이 미지항이 1개인 문항이외에도, $a:b :: ():()$ 와 같이 미지항이 2개이거나, $a:() :: ():()$ 와 같이 미지항이 3개인 유추문항의 구성이 가능하다. 아빠:엄마 :: ():()의 문제와 함께 제시된 선택지가 “1) 아들:딸, 2) 강아지:고양이, 3) 태양:달”인 경우는 미지항이 2개인 유추문제의 예이다. 유추에서 핵심적인 과정은 사상(mapping)이기 때문에, 사상과정의 복잡성을 변화시키는 것은 유추과정의 조작적 측면(operative aspect)을 검사에 충분히 반영할 수 있다. 미지항이 1개인 경우에는 유추원인 $a:b$ 의 관계를 파악한 뒤, 유추원과 표적원간의 관련성을 대응시키기 위하여 a 와 c 의 관련성을 파악하여, $a:b$ 의 관계를

$c:()$ 에 사상하는 과정을 거치면 문제가 해결된다. 그러나, 이와 같이 미지항이 단 1개에 불과하면, 유추원으로부터 표적으로 사상하는 과정이 매우 용이해져서, 구조사상이라는 유추의 근본적인 과정을 제대로 측정할 수 없다는 단점을 지니고 있다. 이런 이유에서 미지항의 개수를 변화시켜, 구조사상과정을 포괄적으로 다루고자 하였다.

유추문항에서 미지항의 개수를 변화시키면, 미지항이 1개인 경우에는 4개의 유형이, 미지항이 2개인 경우에는 6개의 유형이, 미지항이 3개인 경우에는 4개의 유형이 가능하다. 이와 같이 총 14개의 다른 유형의 문항이 초기에 구성되었다. 그러나, 문항분석과정에서 A형에서 2개 문항이, B형에서 2개 문항이 부적합한 것으로 판단되어, 총 12개의 문항이 최종적으로 선정되었다.

이행추리 검사

이행추리 검사는 $A>B$, $B>C$ 인 경우에 어떤 것이 제일 큰지, 혹은 제일 작은지를 질문하고, 선택지에는 1) A, 2) B, 3) C, 4) 결정할 수 없다는 4가지 선택지를 제시하는 것으로 구성하였다. “철수는 영수보다 크다”, “영수는 민수보다 크다”는 두가지 전제를 제시되었을 때 누가 가장 큰가를 묻고, “1) 철수 2) 영수 3) 민수 4) 결정할 수 없다”를 선택지로 제시하는 방법이 본 연구에서 채택한 이행추리과제의 한가지 유형이다. 이와 같이 이행추리 검사를 구성하면, 두 개의 전제가 서열적으로 완벽하게 통합되거나 부분적으로만 통합되는 2가지의 경우가 발생한다. 예를 들어, $A>B$, $B>C$ 의 경우는

2) 본 연구에서 사용된 과제들은 2단계의 과정을 거쳐서 개발되었다. 1단계에서는 새로 고안된 과제 전체를 초중고생에게 개별적으로 실시하여, 연구책임자와 석사 이상의 전공자가 적절한 문항을 골라 2 단계 과제를 구성하였다.

서열적으로 완벽하게 통합이 되고, $A > B$, $B < C$ 의 경우는 A와 C의 관계는 통합되지 않고 B가 제일 작다는 결론만 얻어진다. 두 전제가 서열적으로 완벽하게 통합되지 않는 경우에, 답이 결정될 수 있는 경우와 결정되지 않는 2가지 경우가 발생한다. 위의 예를 들어, 가장 작은 것을 질문하는 경우에는 B의 답이 결정되나, 가장 큰 것을 질문하는 경우에는 A와 C의 관계를 통합할 수 없기 때문에 결론은 미결정적이다.

제 1전제에 $A > B$, $A < B$ 의 두가지 경우가 있고, 제 2전제에 $B > C$, $B < C$, $C > B$, $C < B$, $A > C$, $A < C$, $C > A$, $C < A$ 의 8가지 경우가 있고, 질문으로는 “무엇이 가장 정적인가”와 “무엇이 가장 부적인가”의 2가지 경우가 있어서, $2 \times 8 \times 2$ 의 총 32가지 문항이 얻어진다. 제 2전제에 BC형과 AC형을 분리하여 BC형은 A형 검사에 포함되었고, AC형은 B형 검사에 포함시켰다.

인과추리 검사

인과추리 검사는 특정 결과가 발생하였을 때 그 결과를 발생시킨 원인을 찾아낼 수 있는 능력을 측정하기 위하여 구성하였다. 인과추리과정에서 원인이 분명하게 결정되는 경우도 있지만, 정보가 부족하여 원인을 결정할 수 없는 경우가 발생할 수도 있다. 이와 같은 이유에서 미결정성에 대한 이해능력을 측정하는 문항이 추가되어 구성되었다. 어떤 결과에 대한 원인을 찾는 방법으로 잘 알려진 것으로 일치법, 차이법, 일치차이비용법이 있다. 그래서 이 세가지 방법에 대한 이해능력을 측정하는 문항이 포함되었다. 또한 일치

차이비용법을 사용하였음에도 불구하고 분명한 결론을 내릴 수 없는 복합적인 문항을 추가하여 종합적인 인과추리능력을 측정하고자 하였다. 마지막으로 원인을 파악한 이후에 다시 그 원인에 따라 어떤 결과가 얻어질 것인지 판단하는 것을 요구하는 문항이 추가되었다.

2) 문제해결능력 검사 도구.

문제해결능력 검사는 문제상황이 제시되고 문제상황에 대해 가능한 10가지의 문제해결 선택항을 제시한 뒤에, 5가지 선택항을 선택하여 가능한 논리적인 순서대로 제시하도록 하는 방식으로 구성되었다.

절 차

추리검사도구와 문제해결능력 검사도구가 인쇄된 검사지를 초등학생에게 학급별로 제공하였다. 연구의 목적이 적혀 있는 안내문을 읽어준 뒤 검사를 실시하였다. 유추검사, 이행검사, 인과추리검사, 문제해결능력 검사의 순으로 실시하였다. 한 반에 4명의 검사보조 연구원이 들어가 검사실시를 도왔다.

결 과

유추 수행의 분석

유추검사에서 관심을 둔 주요 차원은 미지항의 개수에 따라 유추 수행이 어떻게 달라지는지를 확인하는 것이었다. 표 1에 미지항의 개수에 따른 평균정반응율과 표준편차가 제시되어 있다.

표 1. 미지항 개수에 따른 정반응율과 표준편차

	A형 검사	B형 검사
	평균(표준편차)	평균(표준편차)
미지항 1개	.67(.33)	.67(.27)
미지항 2개	.63(.21)	.55(.22)
미지항 3개	.76(.28)	.53(.37)

A형, B형 검사 모두에서 미지항의 개수에 따른 전반적인 변량분석을 한 결과, 유의미한 수행차가 얻어지지 않았다. 그러나, 추후분석(LSD)을 한 결과, A형 검사에서는 미지항 2개 하위군과 3개 하위군간에 유의미한 차이가 얻어졌다. B형 검사에서는 미지항 1개 하위군과 미지항 2개 하위군간에서, 그리고 미지항 1개 하위군과 미지항 3개 하위군간에서 유의미한 차이가 얻어졌다. 이러한 유의도 결과와 평균정반응율을 종합적으로 분석하면, 미지항이 2개인 경우에 유추문제 해결이 가장 어렵고, 미지항이 3개와 1개인 경우가 그 다음으로 어려운 경향이 있음을 알 수 있다.

이러한 결과는 미지항이 1개인 경우와 3개인 경우는 본질적으로 동일한 구조의 문항인 반면에, 미지항이 2개인 경우는 사상과정이 보다 많이 요구되는 문항인 것을 시사한다.

정반응율에 근거한 통계분석은 유추수행에 대한 전반적인 시사점을 제공해준다. 이와 더불어 학생들이 어떤 문항들에서 어려움을 겪는지를 분석하는 오류분석은 추후 유추문항 구성에 큰 도움이 될 수 있다. 이와 같은 이유에서 오류분석을 하였다.

표 2. 난이도, 미지항 개수별 문항 분포

난이도	미지항수	A형	B형
저	1	6	1, 5
	2	5, 8	6
	3	7, 14	
중	1	9	
	2	2	12
	3		9
고	1	11	13
	2	1, 10, 12	3, 8, 10, 14
	3	4	7, 11

표 2를 보면, 미지항의 개수가 1개인 문항은 난이도 고중저에 골고루 걸쳐있고, 미지항의 개수가 3개인 문항 역시 난이도 전 범위에 걸쳐 고루 퍼져 있음을 알 수 있다. 그러나 미지항이 2개인 경우에는 난이도 고에 집중적으로 몰려 있다. 이와 같은 결과는 앞에서 얻은 통계적 결과와 일치하는 것이다. 이제는 미지항이 2개인 경우 왜 문항 해결이 어려운지 내용을 분석해 보기로 한다. 미지항이 2개인 경우라도 쉽게 해결된 문항들이 있다. A형에서는 5, 8번, B형에서는 6번이 70% 이상 정반응율을 보인 문항들이다. 구체적으로 A형 5번 문항의 문제는 장갑:손 :: ():() 이었다. 그에 대한 선택지 항은 1) 눈썰매:모자, 2) 양말:발, 3) 장화:비, 4) 겨울:털목도리 였다. 이 문항의 유추원의 두 항간의 관계는 기능적 관계이다. 즉, 장갑은 손에 끼운다는 관계가 있다. 그리고 표적에서 정반응은 양말:발로서 기능적 관계를 구성한다. 그러므로 유추원과 표적간에 기능적 관계가 동일하게 유지되며, 이와 더불어 자신의 신체에서 유지될 수 있는 항들이며, 마지

막으로 장갑과 양말간에 사상이 매우 용이한데, 그 이유는 원천과 표적이 모두 천으로 되어 있다는 점이다. 그리고 구조적으로도 유추원의 2개 항이 모두 제시되어 있다는 것도 염두에 두어야 한다. A형의 8번문항은, 우산:() :: 양산:() 이었고, 선택지는 1) 장화::우비 2) 소나기::여름, 3) 비::햇빛, 4) 여름::겨울이었다. 이 경우에도 우산과 양산은 사상하기에 매우 용이한 동일 범주의 항목이며, 우산은 비와 강력하게 관련되고, 양산은 햇빛과 강력하게 관련된다. 따라서 이 문항은 사상의 어려움이 이미 해결되어 있는 것으로 해석될 수 있다. 단지 우산은 비올 때, 양산은 햇빛 막을 때 사용하는 것이라는 점만 알면 이 문항은 해결할 수 있다는 것이다. B형 검사의 6번 문항은, () :경찰 :: () :의사 였고, 선택지는 1) 오토바이 ::무궁화, 2) 범죤자 ::관절염, 3) 경찰서 ::병원, 4) 경찰차 ::청진기였다. 이 경우에도 사상해야 될 어려움이 이미 해소되어 있다. 즉, 경찰과 의사가 제시되어 있고, 경찰은 경찰서와 의사는 병원과 관련이 깊다. 이 경우에도 사상이 거의 필요없는 단순한 문항으로 판단된다.

일반적으로 유추과제는 미지항이 1개인 구조의 문항으로 구성되었다. 유추수행은 원천이 되는 2개항에서 구조를 추출하여, 표적이 되는 기지의 1개항을 기준으로 원천의 구조를 표적으로 사상하는 과정이 핵심이다. 미지항이 1개항일 때에는 사상에 기초가 되는 항이 기지의 항으로 제시되기 때문에 사상의 난이도를 체계적으로 조작하지 못하는 단점을 지니고 있다. 따라서, 유추수행의 핵심과

정을 제대로 측정하지 못하는 단점을 지니고 있는 것으로 파악할 수 있다. 이에 비하여 미지항이 2개인 경우에는, 원천의 구조와 표적의 구조가 파악되더라도 두 구조가 상응하는지를 판단하여 사상하여야 하는 어려움이 여전히 남아 있다. 따라서 미지항이 2개인 경우의 유추문항을 사용하여, 유추수행의 핵심이 되는 사상과정을 체계적으로 다루어야 할 필요가 제기된다.

이행추리 수행의 분석

이행 추리과제의 분석에서는, 전제들이 통합되는 경우와 통합되지 않는 경우에 수행차이가 발생하는지를 알고자 하며, 또한 전제들이 서열적으로 통합되지 않는 경우에 미결정성 판단과 결정성 판단 요구시 수행차이가 발생하는지를 확인하고자 하였다.

이행추리과제의 전제들이 통합되는 경우와 통합되지 않는 경우에 수행이 차이나는지를 확인하기 위하여 반복측정 변량분석을 한 결과, A형 검사와 B형 검사 모두에서 통합되는 문항과 그렇지 않은 문항에 대한 정반응 수행에서 유의미한 차이가 얻어지지 않았다. 통합문항과 비통합문항에 대한 평균정반응율과 표준편차는 표 3에 제시되어 있다.

표 3. 통합성 여부에 따른 평균과 표준편차

	A형 검사	B형 검사
	평균(표준편차)	평균(표준편차)
통합문항	.75(.21)	.66(.25)
비통합 문항	.76(.21)	.65(.21)

표 3을 보면, 이행추리 수행에서 전제들의 통합과 비통합이 수행에 차이를 일으키지 않음을 알 수 있다. 그런데, 이행추리 수행에서 비통합 문항의 경우 결론이 결정되는 경우와 결정되지 않는 2가지 경우가 발생한다. 미결정성 혹은 결정불가능에 대해 초등생이 어느 정도의 이해능력을 지니고 있는지를 확인하기 위하여 미결정성 문항과 결정성 문항에 대한 반응을 변량분석한 결과 A형 검사에서 유의미한 차이에 근접한 결과가 얻어졌으며($F(1,32) = 4.121, p = .051$), B형 검사에는 유의미한 차이가 얻어졌다($F(1,33) = 16.27, p = .000$). 주목할만한 점은, A형 검사와 B형 검사에서 차이의 방향이 역전되어 나타났다는 점이다. 결정문항과 미결정 문항에 대한 평균정반응율과 표준편차는 표 4에 제시되어 있다.

표 4. 결정성 여부에 따른 평균과 표준편차

	A형 검사	B형 검사
	평균(표준편차)	평균(표준편차)
통합문항	.70(.31)	.77(.23)
비통합 문항	.82(.22)	.53(.31)

A형 검사와 B형 검사에서 미결정 문항은 체계적으로 차이가 난다. 문항 구성 규칙에 따르면, A형 검사에서는 무엇이 가장 정적인가(예로, 크다, 길다)를 질문하게 되고, B형 검사에서는 무엇이 가장 부적인가(예로, 작다, 짧다)를 질문하게 된다. A형 검사에서 미결정 문항에 대한 평균정반응율은 .82로 매우 높은 반면, B형 검사에서 미결정 문항에 대한 평균정반응율은 .53으로 낮게 나왔다. 이와 같이 차

이는 일반적으로 정적으로 전제들을 표상하기 때문에 “무엇이 가장 큰가?”와 같이 정적으로 질문하는 경우에 반응이 용이하다는 이전의 연구들과 일치한다. 초등생의 이행추리 능력을 측정하기 위해서는 전제들이 통합되는 문항과 통합되지 않는 문항을 균형하게 포함시켜야 하며, 또한 이행추리의 핵심은 전제들의 표상을 통합하는 데 있으므로 전제의 순서를 뒤집어야만 통합이 되는 문항들이 포함되어야 함을 시사한다.

인과추리 수행의 분석

인과추리 검사는 과제 자체의 본질적인 성격 때문에 문제를 기술하는 것 자체가 상당히 복잡하며, 따라서 문제가 상당히 길어진다. 즉, 초등생이 문제를 파악하기 까지 읽어야할 지시문이 많아진다. 이와 같은 이유에서 문항의 수를 최소화하고, 적은 수의 문항에 대한 집중적인 반응을 유도하였다. A형에서는 4문항, B형에서는 3문항이 사용되었다. 이와 같이 문항 수가 적기 때문에, 인과추리 수행의 분석에서는 기초 통계적 분석과 오류분석에 집중하였다. 표 5와 표 6에 A형 검사와 B형 검사의 문항들에 대한 정반응율과 표준편차가 제시되어 있다.

표 5. A형 검사 문항별 평균과 표준편차

문장 유형	정반응율(표준편차)
미결정 문항	.54(.51)
일치법 문항	.82(.39)
비용법 문항	.64(.49)
인과확인후 적용 문항	.64(.49)

A형 검사에서 미결정 문항에 대한 이해는 .54로서 학생들의 약 절반이 미결정성을 이해하는 것으로 파악된다. 이에 비하여 일치법이 사용되어야 해결되는 문항의 정반응율은 .82로서 매우 높다. 이는 초등학교 5학년생이 결과에 대한 원인을 파악하는 능력이 상당한 수준에서 갖추어져 있음을 의미한다. 그러나, 일치법과 차이법을 연속적으로 사용하여야 하는 일치차이 병용법 문항과 원인을 확인한 뒤에 다시 결과를 생성하여야 하는 복합적인 인과추리 문항에 대한 정반응율은 .64로 떨어짐을 알 수 있다.

표 6. B형 검사 문항별 평균과 표준편차

문항 유형	정반응율(표준편차)
차이법	.85(.62)
병용법 + 미결정성 판단 적용	.59(.86)
인과 단순적용	.85(.62)

B형 검사에서도 차이법에 근거한 원인 파악과, 단순한 인과 적용 문항에 대해서는 .85의 높은 정반응율이 얻어졌다. 그러나, 일치차이 병용법을 적용해야 하고, 답이 결정적이지 않는 문항에 대한 정반응율은 .59로 낮았다.

종합적으로 초등학교 5학년생은 기본적으로 인과추리 능력은 갖추고 있으나, 복합적인 인과추리 능력은 아직까지 완성되지 않았음을 알 수 있다. 이는 중고등학생 시기에 걸쳐 점진적으로 발달할 것으로 예상된다.

문제해결 수행의 분석

문제해결 수행은 문제해결 순서를 얼마

나 논리적으로 제시하였는가로 채점하였다. 5개의 선택항을 선택하도록 요구하였는데, 첫 번째 선택항에서부터 마지막 선택항까지 논리적인 순서가 모두 맞으면 4점, 논리적인 순서가 하나가 틀리면 3점을 주는 방식으로 채점을 하였다. 임의적이긴 하지만, 3점과 4점을 논리적인 순서를 제시한 정답으로 채택하고, 0, 1, 2점을 비논리적인 순서로 제시한 오답으로 간주하였다.

A형, B형 검사 모두에서 논리적인 순서로 문제를 해결한 피험자 백분율은 약 50% 수준이었다. 초등학생들의 논리적 문제해결 수행은 보통의 수준에 있으며, 이후의 시기에 걸쳐서 점진적으로 발달할 것으로 예측된다.

논 의

본 연구는 추리능력과 문제해결능력을 측정하기 위한 문항들의 구성에 관심을 갖는 탐색적 수준의 연구였기 때문에 문항구성에 집중하여 논의를 전개하기로 한다.

연역추리능력을 측정하기 위하여 이행추리 검사를 구성하였고, 귀납추리 능력을 측정하기 위하여 유추 검사를 구성하였다. 그리고, 연역능력과 귀납능력을 함께 요구하는 인과추리 검사를 구성하였다. 이행추리 검사를 구성할 때, 첫째 전제들의 통합성 여부, 둘째, 전제가 통합되지 않았을 때에는 결론의 결정성/미결정성 여부, 셋째, 결론의 질문에서 정적/부적 유형을 중요한 구성차원으로 채택하였다. 이와 같은 구성에 근거하였을 때,

전제들의 통합성 여부는 추리수행의 차이를 유도하지는 않았다. 그러나, 결론의 결정성/미결정성 여부에 따라 추리수행이 차이났다. 그리고 정적/부적 질문 유형에 따라서도 추리수행에서 차이가 났다. 질문유형에 따른 추리수행의 차이는 어휘표지(lexical marking)의 원리와 합치성(congruence)의 원리에 의하여 해석될 수 있다. 어휘 표지의 원리에 따르면, 일반적으로 정적 술어는 부적 술어보다 덜 복잡한 형태로 표상되며, 따라서 기억에서 더 가용한 상태로 저장된다(Clark, 1969a, 1969b). 그리고 합치성의 원리에 따르면, 전제들의 표상이 질문의 표상과 합치될 때 추리수행이 보다 용이하다. 본 연구에서 정적 질문에 대한 추리수행이 부적 질문에 대한 추리수행보다 높게 얻어진 것은 이와 같은 2가지 원리에 의하여 어느 정도 설명될 수 있는 것으로 판단된다. 그러나, 본 연구의 추리수행 검사는 어휘 표지의 원리와 합치성의 원리를 분리할 수 있도록 구성되지 않은 단점을 지니고 있다. 이와 같은 단점은 후속된 연구에서 해결되어야 할 점이다.

귀납능력을 측정하기 위하여 고안된 유추 검사는 Sternberg(1979)의 고전적인 구성법과는 약간 달랐다. 즉, 고전적인 유추검사 문항에는 미지항인 1개인데, 본 연구에서는 미지항의 수를 1개, 2개, 3개로 변화시켰다. 이와 같이 변화시킨 결과, 미지항의 개수가 1, 3개인 경우보다 미지항이 2개인 경우 추리수행이 저조해짐을 확인하였다. 이와 같은 결론은 미지항이 2개인 경우에, 유추의 핵심이 되는 사상(mapping)과정이 쉽게 얻어지지 않기 때문인 것으로 해석하였다. 미지항이 1개

인 경우에는 원천에 2개의 항과 표적의 1개의 항이 이미 제시되어 있기 때문에 미지항이 2개인 경우보다 사상하는 것이 보다 용이할 것이다.

연역능력과 귀납능력을 요구하는 인과 추리 검사는 미결정성 판단, 일치법, 차이법, 일치차이 병용법, 인과확인후 결과생성의 관점에서 문항이 구성되었다. 단순한 미결정성 판단, 일치법, 차이법의 사용은 초등학교 5학년생에게서 아주 높은 정반응 수행이 얻어졌다. 그러나, 일치차이 병용법, 인과확인후 결과 재생성이 합쳐진 복합적인 추리문항에 대해서는 수행이 저조하게 얻어졌다.

마지막으로 문제해결 검사 수행에서도 초등학생들의 약 절반만이 논리적인 순서로 답을 제시하는 경향을 보였다. 이와 같은 수준은 앞에서 다루었던 이행추리, 유추, 인과추리의 수행 수준과 유사하였음이 주목할만한 내용이다. 피험자 수가 적고 문제해결 검사의 문항 수가 적어 상관분석 혹은 회귀분석을 할 수 없었음이 본 연구의 제한점이다.

후속 연구에서는 보다 포괄적으로 문항을 구성하여 추리능력과 문제해결능력간의 관련성을 직접적으로 다루어 보고, 중 고등학생을 대상으로 추리능력과 문제해결능력이 어떻게 발달하는지를 확인해야 할 것이다.

참고문헌

- Clark, H. H. (1969). Linguistic processes in deductive reasoning. *Psychological Review*,

- 76, 387-404.
- Garnham, A., & Oakhill, J. (1994). *Thinking and reasoning*. Blackwell.
- Genter, D. (1983). Structure-mapping: A theoretical framework for analogy. *Cognitive Science*, 7, 155-170.
- Halford, G. S. (1982). *The development of thought*. Hillsdale, New Jersey: LEA.
- Huttenlocher, J. (1968). Constructing spatial images: A strategy in reasoning. *Psychological Review*, 75, 550-560.
- Johnson-Laird, P. N. (1972). The three-term series problem. *Cognition*, 1, 57-82.
- Lesgold, A. (1988). *Problem solving*. In R. J. Sternberg, & E. E. Smith, *The psychology of human thought*. Cambridge University Press.
- Newell, A., & Simon, H. A. (1972). *Human problem solving*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Overton, W. F. (Ed.), (1990). *Reasoning, necessity, and logic: Developmental perspectives*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Piaget, J. (1970). *Structuralism*. New York: Basic Books.
- Rips, L. J. (1984). The psychology of proof: deductive reasoning in human thinking. MIT Press.
- Siegler, R. S. (1991). *Children's thinking* (2nd edn). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Sternberg, R. J. (1980). The development of linear syllogistic reasoning. *Journal of Experimental Child Psychology*, 29, 340-356.
- Sternberg, R. J. (1979). Developmental patterns in the encoding and combination of logical connectives. *Journal of Experimental Child Psychology*, 28, 469-498.
- Trabasso, T., Riley, C. A., & Wilson, E. (1975). *Spatial strategies in reasoning: A developmental study*. In R. J. Falmagne (Ed.), *Psychological studies of logic and its development*. Hillsdale, New Jersey: LEA.

The measurement of reasoning and problem solving
abilities and development of enhancement programs for
primary to high school students

Bong- Yun Suh

Seoul National University, Department of Psychology.

This study was aimed to measure the development of reasoning and problem solving abilities from primary to high school students. So transitive, analogical, causative, and problem solving tests were developed and 317 students participated. Transitive reasoning performance was low when conclusion was indeterminant. Analogical performance was varied according to the difficulties of mapping processes. Complex causative reasoning performance was difficult. The results were discussed in terms of reasoning abilities and problem solving abilities.

**key words : transitive reasoning • analogy • causative reasoning
• problem solving ability • indeterminacy • analogical
mapping process**

부록. 추리능력검사와 문제해결능력 검사 예

이행추리 과제 문항

1.
순이는 영희보다 느리다.
순이는 지희보다 빠르다.
=====

영희와 지희 중 누가 더 느릴까?

① 지희 ② 영희 ③ 결정할 수 없다

12.
()
영희 방은 수희 방보다 좁다
=====

그러므로 영희 방은 보희 방보다 좁다.

- ① 보희 방은 수희 방보다 좁다.
② 수희 방은 보희 방보다 좁다.
③ 보희 방은 수희 방보다 넓다.

유추 과제 문항

2. 음식 : 몸 :: 책 : ()
① 우정 ② 얼음 ③ 뼈 ④ 마음

4. () : () :: 공책 : 연필
① 공책 : 수업 ② 볼펜 : 연필
③ 칠판 : 분필 ④ 책꽂이 : 가방

인과추리 과제 문항

동네 가족들은 각자 음식을 가지고 소풍
을 갔습니다. 그런데 가족들 중 몇 명이
배탈이 났습니다.

의사 선생님은 단 한 가지 음식만이 상했
기 때문이라고 합니다.

어떤 음식 때문인지 가족들이 먹은 음식
들을 비교하니 다음과 같습니다.

2. 상미네 가족을 살펴봅시다.

상미: 주먹밥, 오뎅 -> 배탈이 났습니다.

자, 상미는 무슨 음식 때문에 배탈이 났
을까요?

(단, 상한 음식은 한 가지입니다)

1) 주먹밥 2) 오뎅 3) 결정할 수 없다