

## 초등학교 학생들의 귀납-연역적 추론 능력과 정신 용량 및 보속 오류와의 관계

김설한 · 정진우 · 김효남

한국교원대학교

### The Relationship between Inductive-Deductive Reasoning Ability and Mental Capacity and Perseveration Error of Elementary School Students

Kim, Sul-Han, Jin-woo Jeong and Hyo-Nam Kim

*Korea National University of Education*

#### ABSTRACT

The purpose of this study was to analyze the problem solving strategies of elementary school students and to find out correlations between the functional mental capacity, the perseveration error and the Creature Card Task solving ability.

To study this purpose, four categories were selected through pilot test. The sample consisted of 231, the 4th grade students and the 5th grade students in Incheon, Korea and selected 32 students among them. Three instruments were used in this study, Creature Card Task, FIT(Figural Intersection Test) and WCST(Wisconsin Card Sorting Test). Researcher interviewed 32 students about Creature Card Task solving strategies and tests with FIT, WCST.

Major findings of the study are as follows:

1. Creature Card Task solving strategies of the selected 4th & 5th grade students were different. Some students solved problems during individual interviews.
2. Creature Card Task solving abilities were significantly correlated with the functional mental capacity and the perseveration error.

#### I. 연구의 필요성 및 목적

과학자들은 자연현상에서 의문을 느끼며,

이러한 의문을 해결하기 위해 가설을 세우고, 실험을 하며, 실험 결과를 바탕으로 가설을 지지하거나 반증하는 과학적 방법을 통해 자연현상의 의문을 해결해 나간다. 이러한 과정이 연역적 추론이며, 과학을 배우는 학생들 또한 이러한 연역적 추론을 통해 자신의 의문을 해결하는 과정을 익히게 할 필요가 있다(Lawson, 1995). 연역적 추론은 읽기, 언어 과목, 수학, 사회과학, 과학의 성취도에서 지능과 상관관계가 높고, 학습과 지적 사고에 매우 중요하며(Lawson, 1985; Evans, 1983), 귀납-연역적 추론과 가설-연역적 추론으로 구분된다(Lawson 등, 1991; Lawson, 1993a). 귀납-연역적 추론은 주어진 대상을 관찰을 통해 귀납적으로 속성을 파악한 후, 이를 연역적으로 검증하여 옳고 그름을 판단하는 과정(Lawson, 1995)으로써, 지각할 수 있는 주위환경의 사물, 사건, 상황을 근거로 한다(Lawson, 1996).

학생들에게 연역적 추론 과제를 제시하였을 때 학생들이 항상 연역적으로만 사고하는 것이 아니라, 추론 과제와 관련된 선개념이 과제 해결에 영향을 미친다는 연구(Driver, 1988; Evans 등, 1983; 홍·궁연 등, 1989; 박종원 등, 1993; 박종원 등, 1994; 서정아 등, 1996)결과를 종합해 볼 때, 학생의 선개념이 연역적 추론을 요구하는 과제에 영향을 미치지 않는 연구가 필요하다고 판단된다. 만약, 연역적 추론을 요구하는 문제를 해결하는데 있어서 선개념이 영향을 끼치면 순수한 연역적 추론 능력을 측정할 수 없게 된다. 하지만, 일상생활에서 학생들 나름대로 이미 선개념을 습득하고 있기 때문에, 선개념을 완전히 배제할 수는 없다고 본다. 따라서, 선개념이 최소한으로 영향을 미칠 과제 부여가 필요하다.

본 연구에서 귀납-연역적 추론을 측정하는 도형 찾기 문제는 학생들의 선개념이 문제 해결에 미치는 영향을 최소화하기 위해 처음 접하는 용어와 도형(Creature)들을 제시하고 있다(Lawson 등, 1991; Watters 등, 1995).

Lawson(1993a, 1993b), Yore(1993)는 귀납-연역적 추론을 측정하는 도형 찾기 문제(Creature Card Task)에서 같은 학년 또는 나이임에도 불구하고, 도형 찾기 문제를 잘 해결하는 학생이 있는 반면, 해결을 못하는 학생이 있다고 보고하고 있다. 이에 대해, Lawson(1993b)은 도형 찾기 문제에서 올바른 귀납-연역적 추론 사용의 실패는 모순된 증거가 제시되어도 사전에 자신이 가지고 있던 생각을 고수하는 보속 오류 때문이라고 보았다. 보속 오류를 가지고 있는 사람들은 자신의 생각을 전환하거나 이를 검증하는데 어려움이 있으며, 보속 오류가 많다는 것은 피험자의 개념 형성 능력과 인지적 유연성이 부족한 것을 나타낸다(김진우와 한양순, 1995; Lawson, 1993b).

신 피아제 이론가 중 Pascual-Leone은 아동의 인지발달은 정신 용량의 양적 증가로 인해 질적 변화가 일어난다고 보았다. 즉, 정신 용량의 양적 차이로 인해 사고나 추론 능력의 질적인 차이가 나타난다. 안수영(1995), Pascual-Leone(1970, 1987)은 정신 용량이 문제 해결에 중요한 역할을 한다고 보았다. 이러한 맥락에서 도형 찾기 문제에서 해결의 차이가 나타나는 원인을 정신 용량의 차이로 볼 수 있다.

이에 따라 본 연구에서는 초등학교 학생들이 귀납-연역적 추론에 의한 도형 찾기 문제를 해결하는 방법을 분석하고, 정신 용량과 보속 오류가 도형 찾기 문제 해결 능력과 상관관계가 있는지 알아보는데 목적이 있다. 본 연구의 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

- 1) 초등학교 4·5학년 학생들의 범주별 도형 찾기 문제 해결 방법은 어떠한가?
- 2) 정신 용량과 보속 오류가 도형 찾기 문제 해결 능력과 상관관계가 있는가?

## II. 연구 방법

### 1. 연구 절차

<표 1> 네 범주

속성 \ 범주	한가지 속성을 가진 문항	두가지 속성을 가진 문항	세가지 속성을 가진 문항
첫째	×	×	×
둘째	○	×	×
셋째	○	○	×
넷째	○	○	○

○ : 문항을 모두 해결한 경우      × : 문항을 모두 해결하지 못한 경우

귀납-연역적 추론 및 관련 변인에 대한 이론적 고찰과 선행 연구 결과 분석을 통해서 변인과 검사 도구를 선정하였다. 그리고, 예비 검사 결과를 분석하여 <표 1>과 같이 네 범주를 선정하였다.

네 범주는 도형 찾기 문제를 모두 해결하지 못한 경우(첫째 범주), 한가지 속성의 문제까지 해결한 경우(둘째 범주), 두 가지 속성의 문제까지 해결한 경우(셋째 범주), 모든 문제를 해결한 경우(넷째 범주)를 일컫는다. 본 검사 실시를 통해 네 범주에 속하는 학생들을 선정한 후 자료를 수집하고, 수집된 자료의 분석 과정을 거쳐 결과를 해석하였다.

### 2. 자료 수집

본 연구를 위해 인천광역시 소재하고 있는 모초등학교 4·5학년 84명을 대상으로 예비 검사를 실시하였으며, 본 검사는 같은 곳에 소재하고 있는 모초등학교 231명을 대상으로 자료를 수집하였다. 결과 분석을 통해 네 범주에 속한 32명의 학생들을 선정한 후, 본 연구자와 개별 면담을 실시하여 어떻게 문제를 해결했는지 알아보았으며, 이를 통해 연구 문제 1을 검증하였다. 검사 도구 실시 후 결과 분석의 통계적 처리 과정을 거쳐 연구 문제 2를 검증하였다.

### 3. 검사 도구

본 연구에서 사용한 검사 도구는 다음과 같다.

#### 1) 도형 찾기 문제

본 연구에서 사용한 도형 찾기 문제는 귀납-연역적 추론을 측정하는 도구(Lawson, 1993a; Yore, 1993; Watters 등, 1995)로서 전체 15문항으로 구성된 지필 검사 도구이다. 이 검사 도구는 if ~ and ~ then ~ but ~ therefore의 귀납-연역적 추론 과정을 통해 정확한 도형의 예를 찾도록 한다(Lawson, 1993b; Yore, 1993).

도형 찾기 문제는 히죽이(Glugs), 얼래리(Shlooms), 알알이(Wibbles), 뽀글이(Bleeps), 쟈쟈이(Jexums), 아로미(Gruffles), 꼬들이(Snorps), 유들이(Mellinarks), 메롱이(Skints), 꼬랭이(Mokes), 송송이(Fubbyloofers), 놀래기(Norleys), 다롱이(Florgiedorfles), 쿼크(Quarks), 플래리(Trugs)로 구성되어 있으며(Elementary Science Study, 1974), 각 용어들은 무의미한 이름들이다.

#### 2) 정신 용량 검사

정신 용량 검사는 지필 검사를 통해 기능적 정신 용량과 구조적 정신 용량을 측정하는 도구이다. 본 연구에서는 5개의 연습 문항과 36개의 검사 문항으로 구성된 검사지를 사용하여 기능적 정신 용량을 측정하였다.

정신 용량 검사의 지침서에 의하면 오른쪽에 있는 도형과 같은 모양의 도형을 왼쪽에서 찾은 다음, 왼쪽에서 각 도형들이 겹쳐진 공통 부분에 점 한 개만 찍는다. 이때 도형들이 공통으로 겹쳐진 부분 이외에 어떤 점도 찍어서는 안

된다. 겹쳐진 도형의 수가 많을수록 문제를 해결하는데 더 큰 정신 용량이 요구된다. 검사지는 2개의 도형들이 겹쳐진 2부류(class)의 문항부터 8개의 도형들이 겹쳐진 8부류의 문항으로 구성되어 있다. 정신 용량은 7까지 측정할 수 있으며, 각 부류에는 문항에 따라 오른쪽에 제시되지 않은 도형이 왼쪽 도형에 포함되어 있는 것도 있다(Johnson, 1982). 본 연구에서 사용되는 정신 용량 검사의 Cronbach's  $\alpha$ 는 0.88이며, 검사 시간은 13분이다.

### 3) 위스콘신 카드 검사

위스콘신 카드 검사의 구성은 기본 카드 4장과 반응 카드 128장으로 구성된다. 기본 카드는 한 개의 빨강색 삼각형, 두개의 녹색 별모양, 세개의 노란색 십자가모양, 네개의 파랑색 원모양으로 구성되어 있다. 반응 카드는 네 가지 모양(십자가, 원, 삼각형, 별), 네 가지 색깔(빨강, 노랑, 파랑, 녹색)과 네 가지 숫자(1, 2, 3, 4)로 구성되어 있다.

먼저 검사자는 색깔, 모양, 숫자 중에서 한 가지를 분류 원칙으로 정한다. 연구 대상 학생은 반응 카드 중 1장을 기본 카드 4장 중 1장 앞에 놓도록 한다. 검사자는 학생이 제시한 카드가 맞았는지, 틀렸는지만 말하고 정확한 분류 원칙을 말하지 않는다. 연구 대상 학생은 검사자의 피드백에 따라 분류 원칙을 추론해 나간다. 이러한 과정을 통해 분류 원칙을 모두 6번 성공했거나, 128장의 반응 카드를 모두 사용할 때까지 실시한다(Heaton 등, 1993).

### 4. 자료 분석

도형 찾기 문제, 정신 용량 검사, 위스콘신 카드 검사를 아래와 같이 분석하였다.

#### 1) 도형 찾기 문제

문제마다 올바르게 도형을 선택했으면 1점, 하나라도 틀린 것을 선택했으면 0점이며, 감점은 없다. 15만점으로 채점하였다.

#### 2) 정신 용량 검사

각 문항마다 도형들이 서로 겹쳐져 있는 부분에 올바르게 점을 찍은 경우에만 정답으로 처리하였다. 점을 두 개 이상 찍었거나, 도형을 따라 선을 그은 경우에는 오답으로 처리하였다. FIT 검사 지침(Johnson, 1982)에 따라, FITC Score를 사용하여 점수를 부여하였다. 점수를 부여하기 전에 FIT검사지에서 오른쪽에 제시되어 있는 개별 도형들의 개수를 세어 각 부류(class)를 선정하였다. FITC Score체계에서는 검사 문항의 각 부류별로 통과 여부를 결정 한 후, 통과한 부류 중 가장 높은 부류를 기준으로 각 개인의 정신 용량을 판정한다. 이때, 각 부류에서 문제의 70%를 맞았을 경우 그 부류를 통과한 것으로 판단한다. 각 개인의 정신 용량은 통과한 부류 중 가장 높은 부류보다 1이 작은 값으로 결정된다.

#### 3) 위스콘신 카드 검사

위스콘신 카드 검사에서 범주를 완성한 개수와 선택 기준을 전환시키는데 실패하는 비율을 %로 분석하였다(Heaton 등, 1993).

분석에 필요한 통계 처리는 SPSSWIN을 이용하여 처리하였다.

## III. 연구 결과 및 분석

### 1. 범주별 도형 찾기 문제 해결 방법의 분석

각 범주에 속한 학생들의 문제 해결 방법을 살펴보면 다음과 같다.

첫째 범주에 속한 9명의 학생들은 지필 검사에서 자기 나름대로 짝짓기 방법(7명)과 추측(2명)으로 도형 찾기 문제를 해결하고자 했으나, 결국 문제를 해결하지 못했다. 그러나, 개별 면담 과정에서 3명의 학생들이 한가지 속성을 가진 6문제들 중에서 3문제(문제 1. 히죽이, 문제 2. 얼레리, 문제 3.알알이)를 귀납-연역적 추론으로 해결했으며, 나머지 문제는 짝짓는 방법과

<표 2> 첫째 범주에서의 문제해결방법

결과 범주	문제 해결 방법					
	지필 검사			면담 과정		
	한가지	두가지	세가지	한가지	두가지	세가지
첫째 (9명)	×	×	×	△	×	×
	짜짓기 방법(7명), 추측(2명)			3문제 (3명)	짜짓기 방법, 추측	

× 각 특징의 도형찾기 문제를 모두 해결하지 못한 경우

△ 면담 과정에서 일부 문제를 귀납-연역적 추론으로 해결한 경우

<표 3> 둘째 범주에서의 문제해결방법

결과 범주	문제 해결 방법					
	지필 검사			면담 과정		
	한가지	두가지	세가지	한가지	두가지	세가지
둘째 (7명)	○	×	×	○*	△	△
	귀납-연역적 추론 (6명), 추측(1명)	짜짓기 방법, 추측		귀납-연역적 추론 (6명), 추측(1명)	3문제 (4명)	1문제 (2명)
						짜짓기 방법, 추측

○\* 면담 전에는 정답을 표시했지만, 면담 과정에서 특징을 찾지 못한 학생이 있는 경우

○ 각 특징의 도형찾기 문제를 모두 해결한 경우

추측으로 문제를 해결하고자 했으나, 결국 문제를 해결하지 못했다. 이를 정리하면 다음 <표 2>과 같다.

둘째 범주에 속한 7명의 학생들중 6명은 지필 검사에서 한가지 속성을 가진 문제들을 귀납-연역적 추론으로 해결했고, 나머지 문제는 자기 나름대로 추측과 짜짓기 방법으로 해결하고자 했으나, 결국 문제를 해결하지 못했다. 1명의 학생은 지필 검사에서 한가지 속성을 가진 문제들 중 올바르게 해결한 한 문제가, 개별 면담 과정에서 귀납적으로 공통된 속성을 찾지 못하고 추측으로 문제를 해결했음을 알 수 있었다. 그러나, 개별 면담 과정에서 7명의 학생들 중 4명의 학생이 두 가지 속성을 가진 3문제(문제 6. 아로미, 문제 7. 꼬들이, 문제 9. 메

롱이)를, 세가지 속성을 가진 1문제(문제 14. 쿼크)를 2명의 학생이 귀납-연역적 추론으로 해결하였다. 이를 정리하면 다음 <표 3>과 같다.

셋째 범주에서는 7명의 학생들이 지필 검사에서 한가지 속성과 두 가지 속성을 가진 문제들을 귀납-연역적 추론으로 해결하였고, 나머지 문제는 자기 나름대로 추측으로 해결하고자 했으나, 결국 문제를 해결하지 못했다. 그러나, 개별 면담 과정에서 5명의 학생들은 세 가지 속성을 가진 “문제 8. 유들이”를, 1명의 학생은 “문제 12. 놀래기”를, 2명의 학생은 “문제 14. 쿼크”를 귀납-연역적 추론으로 해결하였다. 이를 정리하면 다음 <표 4>와 같다.

넷째 범주에서는 8명의 학생이 도형 찾기 문제를 모두 귀납-연역적 추론으로 해결하였다.

<표 4> 셋째 범주에서의 문제해결방법

범주	문제 해결 방법					
	지필 검사			면담 과정		
	한가지	두가지	세가지	한가지	두가지	세가지
셋째 (7명)	○	○	×	○	○	△
	귀납·연역적 추론 (7명)		추측(7명)	귀납·연역적 추론(7명)		문제8(5명) 문제12(1명) 문제14(2명) 짜짓기 방법·추측

- × 각 특징의 도형찾기 문제를 모두 해결하지 못한 경우
- △ 면담 과정에서 일부 문제를 귀납·연역적 추론으로 해결한 경우
- 각 특징의 도형찾기 문제를 모두 해결한 경우

<표 5> 넷째 범주에서의 문제해결방법

범주	문제 해결 방법					
	지필 검사			면담 과정		
	한가지	두가지	세가지	한가지	두가지	세가지
넷째 (8명)	○	○	○	○	○	○
귀납·연역적 추론(8명)						

- 각 특징의 도형찾기 문제를 모두 해결한 경우

이를 정리하면 다음 <표 5>와 같다.

자, 학:학생)

1) 학생들과의 개별 면담 분석

학생들의 문제 해결 방법을 정확하게 알아보기 위해 네 범주에 선정된 학생들을 대상으로 본 연구자와 개별 면담을 실시하였다.

(1) 첫째 범주

도형 찾기 문제를 모두 해결하지 못한 학생들은 연구 대상 학생들 중에서 10명이었다. 이 중 사후 검사에 참여하지 않은 1명의 학생은 분석에서 제외하여, 총 9명을 분석하였다. 학생들이 도형들의 공통점을 찾지 못한 이유를 알아보기 위해 “문제 1. 히죽이”의 개별 면담 내용을 예를 들어 살펴보면 다음과 같다.(면:면담

면: (연구 대상자가 셋째 줄에서 선택한 히죽이를 면담자가 가리키면서)해경이는 왜 이 도형들이 히죽이라고 생각했지?

학: 첫째 줄에 있는 도형과 비슷해서요.

면: 첫째 줄의 어떤 도형과 비슷하지?

학: (셋째 줄의) 이것(첫번째 도형)은 (첫째 줄의) 이것(첫번째 도형)을 뒤집어 놓은 것 같고,(셋째줄의) 이것(네번째 도형)은, (첫째줄의) 이것(세 번째 도형)을 뒤집어 놓은 것 같아요. (셋째줄의) 이것(다섯번째 도형)은 (첫째줄의) 이것(네번째 도형)과 (모양이)비슷해요.

면: 이 도형(셋째줄의 여섯 번째 도형)과 이 도

형(첫째 줄의 네 번째 도형)은 왜 서로 비슷하지 않니?  
 학: 이것(첫째줄의 네 번째 도형)보다 이것(셋째 줄의 여섯 번째 도형)이 더 많이 벌어졌어요. 그래서 비슷하지 않아요.  
 면: 문제를 풀 때 왜 둘째줄의 도형들은 살펴보지 않았지?  
 학: (잠시 망설이다가) 잘 모르겠어요.  
 면: 그럼, 지금 다시 둘째줄을 보면서 문제를 해결할 수 있겠니?  
 학: (잠시 생각한 후) 음.....어려운데.....(잠시 시간이 흐른 후) 히죽이는...(셋째줄의 이것(첫번째 도형)...이것(네번째 도형)... 이것(다섯번째 도형)....이예요.

해경이는 히죽이 문제를 짚기 방법을 통해 해결하였다. 나머지 문제들도 모두 첫째줄과 셋째줄에서 모양이 비슷한 도형끼리 짝을 지어서 응답했다. 둘째줄에 제시된 도형을 근거로 판단하지 못했으며, 연구자가 둘째줄을 근거로 문제를 해결하도록 유도하여도 자신의 문제 해결과정을 고수하여 결국에는 문제를 해결하지 못하였다.

9명 중 7명은 문제를 해결하는 과정이 해경이와 동일하게 나타났으며, 2명은 추측으로 문제를 해결했다. 7명 중에서 3명의 학생은 연구자가 첫째줄과 둘째줄에 있는 도형들을 관찰한 후 문제를 해결하도록 하였을 때 “문제 1.히죽이, 문제 2.얼레리, 문제 3.알알이” 문제들은 첫째줄에서 귀납적으로 공통된 속성을 파악한 후, 둘째줄에서 파악한 공통된 속성의 옳고 그름을 판단하여 셋째 줄에서 올바른 도형을 찾아낼 수 있었다. 하지만, 나머지 문제에서는 이와 같은 문제 해결 과정을 적용하지 못하였다.

개별 면담 과정에서 해경이를 포함한 2명의 학생은 도형 찾기 문제를 어떻게 해결해야 하는지 해결 방법을 정확하게 인식하지 못하고 있는 듯 보였다. 문제를 해결할 수 있는 능력은 있지만 문제에 관한 설명이 학생들이 이해할

수 있는 능력에 비해 어려워 해결하지 못할 수도 있다고 생각하여, 이를 확인하기 위해 다시 해경이에게 다음과 같은 질문을 해 보았다.

면: (다시 검사지를 보여주면서) 해경이는 여기 (첫장을 가리키면서)에 나와 있는 설명서를 읽어보았니?  
 학: 예  
 면: 설명서를 읽어보니 이해하기 어려운 단어나 문장이 있니?  
 학: 아니요. 없어요.  
 면: 설명하는 내용이 어렵니?  
 학: 아니요.  
 면: 그럼, 설명서에는 어떻게 문제를 풀라고 설명하고 있니?  
 학: (잠시 설명서를 읽고 난 후)히죽이의 공통된 특징을 찾는 것인데, 첫째줄에 있는 도형은 모두 히죽이고, 둘째줄에 있는 도형은 히죽이가 아닙니다. 셋째줄에서 히죽이를 찾아 ○표하는 것입니다.  
 면: 그럼, 해경이가 설명한 대로 다시 셋째줄에서 히죽이를 찾아보겠니?  
 학: 예. (잠시 시간이 흐른 후) (셋째줄의) 이것(첫번째), 이것(네번째), 이것(다섯 번째)인데요.  
 면: 그럼 어떻게 3개의 도형들이 히죽이라고 생각했는지 설명해 주겠니?  
 학: (셋째줄의) 이것(첫번째 도형)과 이것(네 번째 도형)은, (첫째줄의) 이것(첫번째 도형)과 이것(세번째 도형)과 같고, (셋째줄의) 이것(다섯번째 도형)은 (첫번째줄) 이것(네번째 도형)과 같아요.  
 면: 무엇이 같지?  
 학: 모양이요.  
 면: 해경이는 둘째줄의 도형들을 왜 살펴보지 않았지?  
 학: (망설이다가) 잘 모르겠어요..... 그냥.....모양이 비슷해서 ○표 했어요.  
 면: 설명서에서 히죽이의 공통된 특징을 찾아서

○표를 하라고 했지?

학: 예.

면: 그런데, 왜 공통된 특징을 찾지 않았지?

학: (잠시 생각한 후, 망설이면서)공통된 특징이 없어서요. 그래서 .....

문제를 해결할 수 있는 능력은 있지만 문제에 대한 설명이 어려워 해결하지 못할 수 있다는 가설(Lawson 등, 1993b)을 검증하기 위한 개별 면담을 실시한 결과를 살펴보면, 해경이는 처음에 자신이 문제 해결에 사용했던 짝짓기 방법을 이용했다. 다른 2명의 학생들도 위와 같은 응답을 하였다.

이와 같이, 첫째 범주에 속한 학생들의 문제 해결 방법을 정리해 보면 면담 전에 자기 나름대로 짝짓기 방법과 추측으로 문제를 해결하고자 했으나, 결국 문제를 해결하지 못했다. 그러나, 개별 면담 과정에서 3명의 학생들은 귀납적으로 속성을 파악한 후 3문제(문제 1~문제 3)를 해결하였다. 도형 찾기 문제의 설명이 어려워 해결하지 못했는지에 대한 면담 결과, 학생들은 어려운 단어나 문장이 없었다고 응답했지만, 문제 해결에는 실패했다. 이때 본 연구자와의 래포형성 기회가 적어 연구 대상 학생이 충분히 자신의 생각을 드러낼 수 있는 상황을 제시하지 못했던 점을 간과해서는 안된다고 본다.

(2). 둘째 범주

도형 찾기 문제에서 한가지 속성을 가진 문제까지 해결한 학생들은 연구 대상 학생들 중에서 7명이었다. 학생들이 도형들의 공통된 속성을 어떻게 찾았는지 알아보기 위해 “문제 1. 히죽이”의 개별 면담 내용을 예를 들어 살펴보면 다음과 같다.

면: (연구 대상자가 셋째 줄에서 선택한 히죽이를 면담자가 가리키면서)지회는 왜 이 도형들이 히죽이라고 생각했지?

학: (잠시 살펴본 후)히죽이인 것은 도형들이

모두 구멍이 뚫려 있기 때문이에요.

면: 지회는 어떻게 히죽이의 특징을 찾아낼 수 있었지?

학: (첫째줄에 있는) 히죽이인 것은 구멍이 뚫려 있고, (둘째줄에 있는)히죽이가 아닌 것은 구멍이 막혀 있어요. 그래서 히죽이는 구멍에 뚫려 있다고 생각했어요.

위와 같은 문제 해결 방법으로 히죽이 문제를 해결한 지회는 한가지 속성을 가진 여섯문제를 귀납-연역적 추론으로 모두 해결하였다. 도형 찾기 문제들을 살펴보면, 한가지 속성을 가진 문제들 중 꼬랭이 문제는 학생들에게 친숙하지 않은 “높이”의 속성을 알아보도록 한 문제(Yore, 1993)이기 때문에, 개별 면담에서 학생들은 해결하는 데 어려워하였다.

“문제 10. 꼬랭이”를 어떻게 해결했는지 개별 면담 내용을 살펴보면 아래와 같다. 개별 면담 전에 실시한 도형 찾기 문제에서 지회는 셋째 줄에서 꼬랭이를 정확하게 선택했다.

면: (연구 대상 셋째줄에서 선택한 꼬랭이를 면담자가 가리키면서) 지회는 왜 이 도형들이 꼬랭이라고 생각했지?

학: (잠시 생각한 후)정확하게 모르겠어요.

면: 지회는 문제를 해결할때 꼬랭이의 특징을 찾지 않았니?

학: (잠시 생각한 후)어려워서 찾지 못했어요. 특징이 사각형도 아니고.....삼각형도 아니고.....모르겠어요.

면: 다시 한번 첫째줄과 둘째줄을 보면서 꼬랭이가 가지고 있는 특징을 생각해 보겠니?

학: (다른 응답보다 오랜 시간이 흐른 후) 흑시 크기가 아닌가요. 다른 것은 없는 것 같은데.....

위의 개별 면담 결과를 살펴보면, 지회는 “문제 10. 꼬랭이”를 해결하면서 정확한 도형의 특징을 찾아내지 못했다. 개별 면담 전 도형 찾기



문제에서 올바른 도형을 선택하였지만, 개별 면담 과정에서 도형의 속성인 “높이”를 정확하게 알지 못하고 크기라고 추측만을 했다. 이것은 정확한 도형의 속성을 찾아낸 것은 아니라고 본다.

네 범주 중에서 둘째 형태에 속한 학생들은 면담 전에 실시한 도형 찾기 문제에서 두 가지 속성을 가진 문제들을 해결하지 못했다. 그렇다면, 학생들이 도형들의 공통점을 왜 찾지 못했는지 알아보기 위해 두 가지 속성을 가진 “문제 6. 아로미”문제에 대해 개별 면담 실시한 내용을 예를 들어 살펴보면 다음과 같다. 경화가 셋째줄에서 아로미라고 선택한 도형들 중 한 가지 도형은 올바르지 못했다.

면: (연구 대상 셋째줄에서 선택한 아로미를 면담자가 가리키면서)경화는 왜 이 도형들이 아로미라고 생각했지?

학: (잠시 살펴본 후) 아로미는 점이 2개 있기 때문이에요.

면: 경화는 어떻게 아로미의 특징을 찾아낼 수 있었지?

학: (첫째줄을 가리키면서)아로미는 점이 2개 있는데, (둘째줄을 가리키면서)아로미가 아닌 것은 점이 2개가 없어요. 그래서 아로미는 점이 2개 있다고 생각했어요.(셋째줄에서 자신이 선택한 아로미를 하나하나 가리켰다.)

면: 경화는 왜 이 도형(셋째줄의 네 번째 도형)도 아로미라고 생각했지?

학: (잠시 생각한 후) 이것(셋째줄의 네 번째 도형)도 점이 2개 있잖아요.

면: 경화는 아로미가 가지고 있는 특징이 무엇이라고 했지?

학: 점이 2개씩 있어요.

면: 그런데 둘째줄을 보니까 이것(두번째 도형)과 이것(네번째 도형)에 점이 2개씩 있네! 그렇지?

학: (잠시 망설이면서) 정말 점이 2개 있네. 이

런.....

면: 다시 한번 첫째줄에 있는 아로미를 자세히 살펴보도록 하자. 어떤 특징이 있지? 둘째줄에 있는 아로미가 아닌 것도 같이 살펴보도록 하자.

학: (잠시 생각한 후)아로미는.....점이 2개가 있어요.....아(무엇인가 발견한 듯) 둥글둥글하구나. 아로미는 모두 둥글둥글해요. 그런데, 여기(둘째줄)에도 둥글둥글한 것이 있네.....아! 아로미는 둥글둥글하고 점이 2개 있구나. 여기(둘째줄)을 보면 둥글고 점이 2개 있는 것이 없잖아. 이제 알았다.

면: 경화는 셋째줄에서 아로미를 찾을 수 있었니?

학: 예. 여기(셋째줄)에서 (처음에 표시한) 이것(네번째 도형)만 빼고, 나머지 (제가)○표 한 것이 아로미예요.

위의 개별 면담 결과를 살펴보면, 면담 전에 경화는 아로미의 속성을 정확하게 모르고 도형 찾기 문제를 해결하고자 했다. 즉, 도형의 속성이 “점이 2개 있다”는 것만 찾아낸 후, 셋째줄에서 이에 적절한 도형을 선택한 것이다. 하지만, 개별 면담 과정에서 자신의 생각이 틀렸다는 사실을 알게 되어 결국 올바른 도형들을 찾게 되었다. 이는 학생들의 문제 해결을 정확하게 분석하기 위해 면담을 실시(서정아 등, 1996; Lawson 등, 1993b)해야 한다는 점을 시사하고 있다. 즉, 지필 문제를 해결하지 못했다고 그 문제를 해결할 능력이 없다고 말할 수 없는 것이다.

다음은 면담 전에 실시한 도형 찾기 문제에서 해결하지 못하였고, 면담 과정에서도 해결하지 못한 두 가지 속성을 가진 문제인 “문제 11. 승승이”에 대한 문제 해결 방법을 살펴본 것이다. 아래의 면담 대상 학생인 경화가 셋째줄에서 “승승이”라고 생각한 도형은 셋째줄에서 첫 번째 도형을 제외한 모든 도형들이었다.

면: (연구 대상자가 셋째줄에서 선택한 송승이를 면담자가 가리키면서)경화는 왜 이 도형들이 송승이라고 생각했지?

학: (잠시 생각한 후 첫째줄을 가리키면서)송승이는 모두 꼬불꼬불한 꼬리가 있어요. (셋째줄에서 경화가 선택한 도형들을 가리키면서) 이것들이 모두 송승이에요.

면: 경화는 둘째줄에 있는 송승이가 아닌 도형들도 살펴보았나?

학: 예.(둘째줄에 있는 도형들을 살펴보면 잠시 생각한 후)아! 송승이는 꼬불꼬불한 꼬리만 있는 것이 아니구나. 여기(둘째줄)에도 꼬리가 있네. ...

면: 그럼 다시 첫째줄을 살펴보도록 하자. 송승이는 모두 꼬불꼬불한 꼬리만을 가지고 있지 않다고 했는데 다른 특징을 찾을 수 있겠니?

학: (잠시 생각한 후)아! 작은 진한 점이 하나 있다. (그럼 송승이는) 작은 진한 점과 꼬불꼬불한 꼬리가 있다.

면: 둘째줄에서 경화가 생각한 특징을 가지고 있는 도형이 있니?

학: (둘째줄의 도형들을 살펴본 후)아니오. 없어요.

면: 그렇다면 어떤 도형들이 송승이지?

학: 이것(셋째줄의 첫 번째 도형) 빼고 모두 송승이에요. 어! 내가 처음에 한 것하고 똑같잖아.

면: 둘째줄에 있는 도형들 중 이 도형(다섯번째)은 송승이가 아닌데 작고 진한 점과 꼬불꼬불한 꼬리를 가지고 있구나. 어때 그렇지?

학: 어! 정말.

면: 그런데 둘째줄에 있는 도형들은 송승이가 아닌데 꼬리가 있는 것을 보면, 처음에 경화가 생각한 송승이의 특징이 틀리다고 생각되지 않니?

학: (다른 반응을 한 것보다 오랜시간이 흐른 후) 잘 모르겠어요.

면: 다시 첫째줄에서 송승이가 가지고 있는 특

징을 다시 생각해 보도록 하자.

학: (잠시 생각한 후) 더 이상 모르겠어요. (송승이는)꼬리하구 작은 점을 가지고 있는 것 같은데.

위의 면담 결과를 살펴보면, 결국 경화는 “문제 11. 송승이”를 해결하지 못했다. 송승이의 공통된 속성을 “꼬불꼬불한 꼬리와 작고 진한 점”이라고 생각한 경화는 “꼬불꼬불한 꼬리와 사각형 모양인 작고 진한 점”을 가진 공통된 속성을 찾아내지 못한 것이다.

이와 같이 둘째 범주에 속한 학생들의 문제 해결 정리해 보면, 한가지 속성을 가진 문제들은 귀납-연역적 추론으로 해결하고, 나머지 문제는 자기 나름대로 추측과 짚기 방법으로 해결하고자 했으나, 결국 문제를 해결하지 못했다. 이때, 1명의 학생은 면담 전에 한가지 속성을 가진 문제들 중 올바르게 해결한 한 문제가, 개별 면담 과정에서 귀납적으로 공통된 속성을 찾지 못하고, 추측으로 문제를 해결했음을 알 수 있었다. 그러나, 개별 면담 과정에서 두가지 속성을 가진 여섯 문제 중에서 세 문제들(문제 6. 아로미, 문제 7. 꼬들이, 문제 9. 메롱이)을 4명의 학생이 해결했고, 세가지 속성을 가진 3문제 중에서 1문제(문제 14. 퀴크)를 2명의 학생이 귀납-연역적 추론으로 해결했다. 나머지 문제들은 문제 해결 방법을 추측으로 해결했다고 응답했다.

(3). 셋째 범주

도형 찾기 문제에서 두 가지 속성을 가진 문제까지 해결한 학생들은 연구 대상 학생들 중에서 7명이었다. 학생들이 도형들의 공통된 속성을 어떻게 찾았는지 알아보기 위한 “문제 7. 꼬들이”의 개별 면담 내용을 예를 들어 살펴보면 다음과 같다.

면: (연구 대상자가 셋째줄에서 올바르게 선택한 꼬들을 면담자가 가리키면서)윤식이는

왜 이 도형들이 꼬들이라고 생각했지?

학: (잠시 살펴본 후)작은 점이 많이 찍혀있고 꼬리가 있기 때문이에요.

면: 윤식이는 어떻게 꼬들의 특징을 찾아낼 수 있었지?

학: (첫째줄에 있는)꼬들은 작은점이 많이 찍혀 있고, 꼬리가 있는데, 여기(둘째줄)에는 그런 것이 없어요. 그래서 (셋째줄에서)작은 점이 많이 찍혀 있고, 꼬리가 있는 것을 골랐어요.

위의 개별 면담 결과를 살펴보면, 윤식이는 귀납적으로 도형들의 속성을 파악한 후 연역적으로 꼬들을 정확하게 찾아냈다. 개별 면담 과정에서 두 가지 속성까지 해결한 7명의 학생들 중 세 가지 속성을 찾는 세 문제 중에서 5명이 “문제 8. 유들이”문제를 해결하였고, “문제 12. 놀래기”는 1명, “문제 14. 쿼크”는 2명의 학생들이 귀납-연역적으로 문제를 해결하였다. 이는 학생들은 두 가지 특성의 문제까지 해결할 수 있는 능력뿐만 아니라, 세 가지 속성의 문제까지 해결할 수 있는 능력을 가지고 있음을 시사한다고 본다. 단지, 추론 문제를 해결할 때 적절한 연역적 추론을 사용하는데 실패 (Lawson 등, 1993b)하여 학생들마다 도형 찾기 문제를 해결하는데 차이를 보이는 것으로 분석된다. 학생들이 해결하지 못한 문제들은 짝짓기 방법과 추측에 의한 방법을 같이 사용하여 문제를 해결하였다.

이와 같이, 셋째 범주에 속한 학생들의 문제 해결 방법 정리해 보면, 한가지 속성과 두 가지 속성을 가진 도형들을 귀납-연역적 추론을 통해 해결하였고, 나머지 문제는 자기 나름대로 추측과 짝짓기 방법으로 해결하고자 하였으나, 결국 문제를 해결하지 못했다. 그러나, 개별 면담 과정에서 세 가지 속성을 가진 문제까지 해결한 학생들도 있었다. 학생들이 해결하지 못한 문제들은 첫째 범주와 둘째 범주에서 해결하지 못한 학생들의 문제 해결 방법과 같은 방법으로

해결하였다.

#### (4). 넷째 범주

도형 찾기 문제를 모두 해결한 학생들은 연구 대상 학생들 중에서 8명이었다. 학생들이 도형들의 공통된 특성을 어떻게 찾았는지 알아보기 위한 “문제 12. 놀래기”의 개별 면담 내용을 예를 들어 살펴보면 다음과 같다.

면: (연구 대상자가 셋째줄에서 올바르게 선택한 놀래기를 면담자가 가리키면서)민선이는 왜 이 도형들이 놀래기라고 생각했지?

학: (첫째줄에서)놀래기인 것은 도형들이 모두 두 개의 진한 점과 꼬리에 세 개의 작은 선이 그려져 있어요. 그런데, 여기에는(둘째줄에서는)진한 점과 꼬리에 세 개의 작은 점이 그려져 있는 것이 없잖아요. 그래서, 이것(네 번째 도형)과 이것(여섯번째 도형)을 골랐어요.

면: 저희는 놀래기의 특징이 무엇이라고 생각했지?

학: (놀래기는) 작으면서 진한 점이 두 개 있고, 꼬리마다 작은 선이 그려져 있는거요.

위의 개별 면담 결과를 살펴보면, 세가지 속성을 찾는 “문제 12. 놀래기”를 해결한 민선이 이외에 나머지 학생들도 같은 방법으로 문제를 해결했다. 이때, 다른 범주의 학생들과 차이점은 도형의 공통된 속성을 찾아 연역적 추론으로 적절한 도형을 찾는 방법이 빠르고 정확했다.

이와 같이, 넷째 범주에 속한 학생들은 모든 문제들을 첫째줄에서 귀납적으로 도형들의 속성을 찾아낸 후, 둘째줄에서 찾아낸 속성이 올바른지 파악하여 셋째줄에서 적절한 도형들을 선택하는 귀납-연역적 추론으로 문제를 해결하였다.

<표 6> 정신용량과 보속 오류와 도형찾기 문제간의 상관관계

	정신용량	보속오류	도형찾기문제
정신 용량		.39*	.81**
보속 오류			.60**
도형찾기 문제			

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

**2. 정신 용량, 보속 오류, 도형 찾기 문제 해결 능력과의 상관 관계**

네 범주로 구분하여 도형 찾기 문제 해결 분석한 결과 학생들마다 해결 방법의 차이를 보였으며, 정신 용량과 보속 오류와 도형 찾기 문제와의 상관 관계를 분석한 결과는 <표 6>와 같다.

위의 표에서 도형 찾기 문제는 정신 용량 및 보속 오류와 각각 유의미한 상관 관계를 보인다. 이러한 연구결과는 추론 문제가 요구하는 정신 용량이 학생들이 가지고 있는 정신 용량보다 크기 때문에 추론 문제 해결의 차이를 보일 것이라는 가설과, 보속 오류의 차이로 인해 추론 문제 해결의 차이를 보일 것이라는 Lawson(1993b)이 제시한 가설을 지지한다고 볼 수 있다.

**IV. 논 의**

본 연구에서는 Lawson이 제시한 연령에 따른 사고유형인 5단계 이론을 바탕으로, 초등학교 4·5학년 학생들의 귀납-연역적 추론에 의한 도형 찾기 문제 해결 방법을 분석하였고, 인지 발달 변인인 정신 용량과 선택 기준을 전환시키는 데 실패하는 비율을 측정할 수 있는 보속 오류가 도형 찾기 문제 해결 능력과 상관관계가 있는지를 알아보았다. 연구 결과 초등학교 학생들의 도형 찾기 문제 해결 방법 분석 결과 범주별로 차이가 있었으며, 도형 찾기 문제는 정신 용량 및 보속 오류와 각각 유의미한 상관 관계를 보이는 것을 확인할 수 있었다.

이러한 결과들을 바탕으로 다음과 같은 사실을 알 수 있다.

첫째, 초등학교 학생들이 도형 찾기 문제를 해결하는 방법의 분석 결과 범주별로 차이가 있는 것이 확인되었다. 이러한 연구 결과는 학생들이 도형 찾기 문제에서 공통된 속성을 찾을 때, 두가지 이상의 공통된 속성들을 서로 결합할 수 있는 능력이 부족하여 문제 해결에 차이를 보일 것이라는 Yore(1993)의 연구 결과를 뒷받침한다. 이때, Lawson(1993b)의 연구 결과를 주의해서 살펴볼 필요가 있다. Lawson은 유치원부터 8학년까지 학생들을 대상으로 귀납-연역적 추론을 훈련한 결과 도형찾기 문제를 성공적으로 해결하였다고 밝혔다. 문제 해결을 성공한 이유는 문제 해결 전략을 검증할 수 있는 능력 때문이며, 처음에 옳지 않은 전략을 선택한 후 이를 사용하는 과정에서 적절치 못하다는 사실을 파악한 후, 올바른 전략을 사용하지 못한다면 결국 문제를 해결하지 못한다고 밝히고 있다. 또 다른 Lawson 등(1991)의 연구 결과를 살펴보면 학생들이 귀납-연역적 추론 능력을 가지고 있지 않다면 과연 훈련을 통해 성공적으로 문제를 해결할 수 있었을지에 대해 언급하면서 훈련을 받기 전에 이미 학생들은 귀납-연역적 추론 능력을 습득하고 있으며, 단지 문제를 해결하는데 이를 적절히 활용하지 못한 것으로 보았다. 본 연구에서도 일부 학생들은 지필 검사에서는 해결하지 못했던 문제를 개별 면담 과정에서 일부 문제를 해결하였다. 이러한 결과를 Lawson 등(1991)의 결과와 연결시켜 본다면 도형 찾기 문제를 해결할 때 귀납-연역적 추론 능력을 문제 해결에 적절히 활용하지 못

한 것으로 생각된다.

둘째, 도형 찾기 문제 해결 능력과 정신 용량의 상관관계가 높게 나타났다. Pascual-Leone에 의하면, 아동의 인지 발달에서 중요한 변인중의 하나인 정신 용량의 차이로 인해 사고나 추론 능력의 차이가 나타날 수 있음을 밝히고 있다. 이와 같은 맥락에서, 귀납-연역적 추론에 의한 도형 찾기 문제 해결 능력의 차이를 정신 용량으로써 설명할 수 있다고 본다. 다른 인지능력 변인(논리적 사고력, 인지 양식, 지능)보다 정신 용량이 문제 해결 결과를 설명할 수 있는 높은 예언변량임을 밝히고 있는 안수영(1995)의 연구결과와 Lawson(1985)이 제시한 과학 성취도와 지능 발달, 연역적 추론의 상관관계가 높다는 연구결과를 바탕으로 정신 용량이 연역적 추론과 과학성취도를 설명하는데 더 밀접한 관계를 갖는다고 볼 수 있다. 본 연구 결과에서 정신용량과 도형 찾기 문제가 높은 상관관계를 보인 것이 근본적으로 두 과제의 같은 속성으로 인한 것인지는 후속 연구를 통해 밝혀야 할 것으로 생각된다.

셋째, 도형 찾기 문제 해결 능력과 보속 오류가 유의미한 상관관계를 보였다. 이러한 관계는 보속 오류를 측정하는 위스콘신 카드 검사의 특성과 귀납-연역적 추론 과정을 거치는 도형 찾기 문제를 해결하는 과정을 살펴봄으로써 이해할 수 있으리라고 본다.

카드 검사를 수행하는 학생은 위스콘신 카드 검사의 특성인 분류 원칙의 추론과 분류 원칙의 변화를 인지해야 한다. 이러한 인지는 귀납-연역적 추론 문제를 해결할 때도 적용된다고 볼 수 있다. 도형 찾기 문제를 해결할 때 첫째 줄에서 도형의 속성을 귀납적으로 찾아낸 후, 둘째줄에서 속성이 없는 도형들과 비교함으로써 자신이 세운 도형의 속성이 맞았는지 틀렸는지 판단한다. 맞았다면 셋째줄에서 속성에 적절한 도형들을 선택하며, 틀렸다면 다시 첫째줄에서 도형의 다른 속성을 찾아본다. 이때 자신이 생각한 도형의 속성이 틀렸다면 다시 첫째

줄에서 다른 속성을 찾아야 함에도 불구하고, 틀렸다는 생각을 자기 스스로 인정하는데 실패하는 경향이 있다. 보속 오류에서 측정되는 선택 기준을 전환시키는데 실패하는 비율과 자신이 선택한 틀린 도형의 속성을 인정하지 않고 틀린 기준으로 도형을 찾음으로써 문제 해결의 실패를 가져오는 것과는 서로 상관이 있음을 본 연구 결과를 통해 알 수 있다.

## 참고 문헌

1. 김진우, 한양순(1995). 정신분열병 환자에 있어서 WCST 수행상에서 나타난 인지장애의 교정 가능성에 관한 일 연구. 한국심리학회 '95 연차대회 학술발표논문집. 313-325.
2. 박종원, 서정아, 정병훈, 박승재(1994). 힘과 운동 개념 변화를 위한 연역 논리 과제에 대한 중학생들의 반응 분석. 한국과학교육학회지, 14(2), 133-142.
3. 박종원, 장병기, 윤혜경, 박승재(1993). 중학생들의 빛과 그림자에 대한 증거평가. 한국과학교육학회지, 13(2), 135-145.
4. 서정아, 박승재, 박종원(1996). 힘과 운동에 대한 연역추론 과제 수행에 대한 중등학생의 반응분석. 한국과학교육학회지, 16(1), 87-96.
5. 안수영(1995). 학습자의 정신용량과 덩이지식의 크기 및 문제의 요구정신용량이 과학 문제해결에 미치는 영향. 한국교원대학교 박사학위 논문.
6. 황궁연, 박인근, 김태성(1989). 고교생의 과학적 사고력에 관한 연구-논리적 사고와 추리력을 중심으로-. 한국과학교육학회지, 9(1), 19-37.
7. Driver, R. (1988). The pupils as scientists?. Open University Press.
8. Elementary Science Study. (1974). Attribute games and problems: teacher's guide. New York: McGraw-Hill.

9. Evans, Jonathan St B. T. (1983). Thinking and reasoning psychological approaches. Routledge & Kegan Paul, London.
10. Evans, J. St. B. T., Barston, J. L., & Pollard, P. (1983). On the conflict between logic and belief in syllogistic reasoning. *Memory & Cognition*, 11(3), 295-306.
11. Heaton, R. K., Chelune, G. J., Tally, J. L., Kay, G. G., & Curtiss, G.(1993). Wisconsin card sorting test manual: revised and expanded. Psychological assessment resources, Inc.
12. Johnson, J. M. (1982). Manual for FIT: Figural Intersection Test.
13. Lawson, A. E. (1985). A review of research on formal reasoning and science teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 22(7), 569-618.
14. Lawson, A. E., McElrath, C. B., Burton, M. S., James, B. D., Doyle, R. P., Woodward, S.L., Kellerman, L., & Snyder, J.D. (1991). Hypothetico-deductive reasoning and concept acquisition: testing a constructivist hypothesis. *Journal of Research in Science Teaching*, 28, 953-970.
15. Lawson, A. E. (1995) Science teaching and the development of thinking. Wadsworth Publishing Company.
16. Lawson, A. E. (1993a). Inductive-deductive versus hypothetico-deductive reasoning: a reply to yore. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(6), 613-614.
17. Lawson, A. E. (1993b). Deductive reasoning, brain maturation, and science concept acquisition: are they linked?. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(9), 1029-1051.
18. Lawson, A. E. (1996). The development of thinking skills through science education: a five-stage theory. The 20th Anniversary of The Korea Association for Research in Science Education International Seminar and Workshop in Science Education.
19. Pascual-Leone, J. (1970). A mathematical model for the transition rule in Piaget's developmental stages. *Acta Psychologica*, 32, 301-345.
20. Pascual-Leone, J. (1987). Organismic processes for neo-piagetian theories: a dialectical causal account of cognitive development. *International Journal of Psychology*, 22, 531-570.
21. Watters, J. J., & English, L. D. (1995). Children's application of simultaneous and successive processing in inductive and deductive reasoning problems: implications for developing scientific reasoning skills. *Journal of Research in Science Teaching*, 32, 699-714.
22. Yore, L. D. (1993). Comment on "hypethetico-deductive reasoning skills and concept acquisition: testing a constructivist hypothesis". *Journal of Research in Science Teaching*, 30(6), 607-611.

---

(1998년 5월 27일 접수)