

학습자의 인지과정과 수학성취도의 관계

박 성 선 (춘천교육대학교)

I. 서론

1. 연구목적 및 필요성

수학교육의 목적은 시대의 변화에 따른 국가적, 사회적 요구와 개인의 요구에 따라 변할 수도 있지만, 수학교육자들이 공통적으로 주장하는 수학교육의 목표 중 하나는 학생들에게 수학적 능력을 길러주는 것이다. 수학적 능력에는 계산력, 문제해결력, 논리적 사고 등과 같은 하위 요소들이 포함될 수 있다. 특히, 수학적 능력 중에서 최근에 와서 강조되고 있는 것이 바로 문제해결 능력이라고 할 수 있다(NCTM, 1989, 1991). 이러한 문제해결능력을 길러 주기 위하여 많은 노력들이 있어 왔다. 이러한 노력은 크게 교사의 교수-학습 방법 개선, 교육과정 및 교과서의 구성 방법 개선, 수학 수업에서 필요한 교구 및 자료의 확보 등으로 요약할 수 있을 것이다. 그러나 이러한 노력들은 주로 학습자 자신의 본질에 대한 탐구보다는 학습자 외적인 측면을 다루고 있다고 할 수 있다. 즉, 학습자의 고유한 특성에 대한 구체적인 정보 없이 일반적인 수준의 수학 학습을 시키고자 하는 것이다. 보다 올바른 수학교육을 위해서는 학습자의 특성을 정확히 파악하고 그것이 수학적 능력과 어떤 관계를 갖는지를 분석해 볼 필요가 있을 것이다. 특히, 수학적 능력에서 매우 중요한 문제해결력은 주어진 정보를 어떻게 처리하느냐에 따라 문제를 성공적으로 해결할 수도 있고 그렇지 않을 수도 있다.

학습자의 인지처리 과정적 측면에서 수학적 능력을 설명하려는 시도는 메타인지와 관련이 있다(Campione,

Brown, & Connell, 1989; Garofalo, 1987; Lester, 1989; Schoenfeld, 1988, 1992). 문제해결에서 중요한 것은 “무엇을 알고 있느냐?” 뿐만 아니라 “알고 있는 것을 어떻게 적절히 사용할 수 있느냐?” 하는 것도 매우 중요하다. 메타 인지란 자신의 사고 과정을 의식적으로 모니터 하는 작업 - 무슨 일을, 왜, 그리고 어떻게 하고 있는지를 인지하는 것 - 과 조절(regulation) - 즉 어떤 일을 할 것인지 선택하거나 그 선택을 바꾸는 것을 결정하는 것 -을 말한다. 결국, 주어진 정보를 어떻게 처리하고 조절하느냐는 수학적 문제를 해결하는데 매우 중요한 요소이다. 학습자의 인지과정의 특성을 살펴보기 위해서는 그들의 정보처리 과정을 분석해 보는 것이 필요하다.

본 연구에서는 학습자의 인지처리 과정적 특성과 수학적 능력의 관계를 알아보기 위하여 PASS 모형을 선정하였다. PASS 인지과정 이론(Planning-Attention-Simultaneous-Successive Processing Theory of Intelligence)은 러시아의 신경심리학자인 Luria (1966)의 뇌의 기능적 체제이론에 기초하여, 1980년대 말에 이르러 Das & Naglieri(1993)에 의해 측정 가능하도록 개발된 모형이다. Das & Naglieri(1993)는 Luria가 제시한 뇌의 기능적 체제이론에 기초하여, 제 1기능 단위로부터 ‘주의 집중’을 추출하고, 제 2기능 단위로부터 ‘동시적/연속적 처리’, 제 3기능 단위로부터 ‘계획 기능’을 추출하여 PASS 모형을 정립하였다.

Das, Naglieri & Kirby(1994)에 따르면, PASS 이론은 지능에 대한 전통적인 접근방식과는 다른 것으로서, 학업성취도와 이론적으로 연결할 수 있는 근거를 갖고 있으며, 학습에 문제가 있는 아동을 진단하고 치료하는데 확고한 기초를 제공한다.

PASS 인지 과정에서 주의집중 기능과 계획기능은 학업성취도를 이해하는데 매우 중요하다. 학업성취도는 주의집중기능과 계획기능과 밀접한 관련이 있다. 또한, 어떤 정보를 선택하여 처리하는 과정에서, 인지처리의 양상이 학업성취도에 영향을 미친다.

* 이 연구는 2006년 춘천교육대학교 교내연구비 지원에 의하여 이루어졌음.

* 2007년 7월 투고, 2007년 9월 심사 완료

* ZDM분류 : C33

* MSC2000분류 : 97C50

* 주제어 : 인지과정, 동시적/연속적 정보처리, 수학성취도

PASS의 이론과 학업성취도 사이의 관련성에 대한 여러 연구들이 수행되었다. 예를 들어, 읽기 기능은 계획기능(Das, 1984, Naglieri, Das, 1987)과 연관되어 있으며, 동시적 정보처리 및 연속적 정보처리(Kirby & Das, 1977; Naglieri, Das, 1987)과 유의미한 관련이 있다. 또한, 수학적 성취도와 동시적/연속적 정보 처리기능(Garofalo, 1982; Naglieri, Das, 1987)과 관련이 있으며, 계획수립(Ashman, Das, 1980; Garofalo, 1982; Kiby, Ashman, 1984) 및 주의집중기능(Warrick, 1989)과도 관련이 있었다.

따라서, 본 연구에서는 PASS 인지과정 이론을 기반으로 하여, 주의집중 기능, 계획기능, 정보처리 기능이 수학적 성취도와 어떤 관계가 있는지를 밝히고자 한다. 특히, 수학적 성취도와 정보처리 유형간의 관계를 체계적으로 알아보기 위하여, 정보처리 유형에 따른 수학적 성취도를 비교분석하였다.

수학적 능력을 향상시키는데 있어서 학습자의 인지과정적 특징을 분석하는 것이 중요하다는 점에서, 본 연구는 학습자의 인지과정적 특징을 밝히고 수학적 능력과의 관계를 분석함으로써, 수학적 능력을 향상시키기 위한 수학교육적 시사점을 얻고자 한다.

2. 연구 문제

본 연구에서 설정한 연구문제를 구체적으로 진술하면 다음과 같다.

- 첫째, 주의집중 기능과 수학적 성취도 사이에는 상관관계가 있는가?
- 둘째, 계획 기능과 수학적 성취도 사이에는 상관관계가 있는가?
- 셋째, 정보처리 기능과 수학적 성취도 사이에는 상관관계가 있는가?
- 넷째, 정보처리 유형에 따라 수학적 성취도에는 차이가 있는가?

II. 이론적 배경

1. PASS 인지과정 모델

PASS(Planning, Attention, Simultaneous, Successive)

인지 과정 모델은 Luria(1966)의 인지심리학적 발견에 기초를 두고 있는 것으로서, Das & Naglieri(1993)에 의하여 정립되었다. 이 인지과정 모델에 따르면, 인간의 인지과정은 다음의 세 가지 기능과 관련이 있다. 즉, 주의 집중, 계획 기능, 동시적/연속적 처리 기능이 그것이다(최상배 외, 2004).

첫째, 주의 집중은 일반적인 깨어 있음의 상태가 아니라 특수한 깨어 있음의 상태를 말하는 심리학적 개념으로서, 문제해결 및 학습과 밀접하게 관련이 있다. 주의 집중은 선택적 주의집중과 지속적 주의집중으로 구분할 수 있는데(Das, Naglieri, Kirby, 1994), 선택적 주의집중은 특정한 자료나 정보에 대하여 주의가 집중되고 다른 것에는 주의가 배제되는 것을 말한다. 지속적 주의집중은 일정기간 동안 특정한 정보 또는 정신작용에 대한 주의집중을 하는 것이다.

둘째, 계획 기능은 인지적 활동을 분석하고, 문제를 해결하기 위한 방법을 개발하고, 문제해결의 효율성을 평가하며 사용된 접근방법을 수정하는 것을 의미한다. 계획 기능은 일반적으로 문제해결이나 목표 달성을 위해 개인이 채택하고 수정하는 일련의 의사결정이나 전략을 말한다. 계획 과정에서는 계획의 필요성을 인식해야 할 필요가 있다. 아동들뿐만 아니라 성인들도 계획이 필수적이라는 것을 알지 못하는 경우가 많다. 만약 하나 이상의 계획을 생각했다면 가장 최선의 계획을 선택해야 하며, 해결책의 효율성을 점검하는 것이 필요하다.

셋째, 동시적/연속적 처리 기능은 외부로부터 획득한 정보를 받아들이고 정보를 처리하거나 정보를 보유하는 역할을 한다. 주의집중이나 계획기능은 정보처리를 도와주는 역할을 하지만, 처리기능은 직접 정보를 받아들이고, 통합하고, 변형시키는 일을 수행하기 때문에 정보처리의 핵심적인 역할을 한다. 이러한 정보처리 과정의 유형에는 두 가지가 있는데, 동시적인 것과 연속적인 것이다. 동시적 처리는 공간적으로 널려 있는 정보들을 일시에 통합하여 처리하는 기능이고, 연속적 처리는 시간적으로 달리 들어오는 정보들을 연속적으로 통합하여 처리하는 기능이다. 동시적 처리와 연속적 처리가 어떠한 관계가 있는지를 알아본 결과, 동시적 처리와 연속적 처리 기능은 서로 상관이 없이 서로 독립적임이 밝혀졌다(이영재, 1984).

2. 정보처리 기능과 학업성취도와의 관계

정보처리 기능과 성취도와의 관계에 대한 연구는 주로, 동시적/연속적 정보처리와 문제의 특성에 따른 문제 해결력과의 관계, 동시적/연속적 정보처리와 학업 성취도와의 관계에 대한 연구들이다.

수학적 성취도와 관련된 연구에서는, 수학성취도와 동시적/연속적 정보 처리기능(Garlofalo, 1982; Naglieri, Das, 1987)이 관련이 있었으며, 계획수립(Ashman, Das, 1980; Garlofalo, 1982; Kiby, Ashman, 1984) 및 주의집중 기능(Warrick, 1989)과도 관련이 있었다.

언어 영역과 관련된 연구로서, Kirby & Das(1977)은 초등학교 4학년을 대상으로 동시적 정보 처리와 연속적 정보 처리와 어휘 및 독해에 대한 성취도 사이의 관계를 밝혔다. 동시적/연속적 정보처리 능력을 독립변수로 하고, 어휘 및 독해에 대한 성취도를 종속변수로 했을 때, 두 변인 사이에는 유의미한 관계가 있었다. 즉, 어휘 및 독해에 대한 성취도에서 동시적/언어적 정보처리 능력이 중요한 작용을 한다는 것을 시사한다. Das & Mensink(1989)는 동시적 처리와 연속적 처리가 읽기 능력에 영향을 미치는데, 동시적 처리가 가장 중요한 역할을 한다는 사실을 발견하였다. 또한, Kirby & Das(1978)은 동시적/연속적 정보 처리와 암기력과 관련이 있음을 밝혔다.

Watters & English(1995)는 동시적 정보처리 기능과 과학적 추론 능력이 관련이 있음을 밝혔다. 이들의 연구에 따르면, 과학 개념의 합리적 이해는 정신 구조의 조작적 용이성과 조작 과정에 의해 이루어지므로 학습자가 동시적 정보처리를 사용하면 보다 쉽게 심상을 형성할 수 있고, 그 의미를 잘 구성할 수 있다는 것이다. 즉, 동시적 정보처리 기능이 우수하면 귀납 추론, 연역 추론과 같이 과학적 추론에서 우수하다는 것이다.

또한, 중학생의 정보처리 유형과 과학문제 복잡도와의 관계를 조사한 전상숙(1997), 신애경·최병순(2000)의 연구에서, 동시적/연속적 정보처리 모두 과학 문제해결력과 유의미한 상관관계를 나타내었다. 더욱이, 동시적/연속적 정보처리 기능이 균형있게 모두 발달한 학습자가 가장 좋은 문제해결력을 나타내었고, 두 기능이 모두 발달하지 않은 학습자가 가장 낮은 문제해결력을 나타내었

다. 특히, 하위 동시적-상위 연속적 유형과 상위 동시적-하위 연속적 유형의 문제해결력을 비교·분석한 결과, 상위 동시적-하위 연속적 유형이 상대적으로 더 나은 문제해결을 보였다. 이것은 과학적 문제해결력에서는 동시적 정보처리 기능이 더 영향을 미친다는 것을 시사하고 있는 것이다.

Merritt & McCallum(1983)의 연구에서 연구자들은 학습 결과에서 개인차를 발생시키는 원인을 동시적/연속적 정보처리의 차이에 두었다. 그 결과 높은 학업성취도를 이루기 위해서는 동시적/연속적 인지처리 기능이 모두 발달해야 하며, 문제의 특성에 따라 문제 해결에 사용되는 인지 처리 방식이 다름을 밝혔다.

III. 연구방법 및 절차

1. 연구 대상

본 연구는 초등학교 학생들의 인지처리과정과 수학적 능력과의 관계를 알아보기 위한 것이다. 이를 위하여 초등학교 4학년을 선정하여 인지처리과정을 측정하여 수학적 성취도와의 관계를 알아보았다.

본 연구의 연구 대상은 강원도 춘천시 소재하고 있는 B초등학교 4학년 3개반(118명)을 임의로 선정하였다. 연구 대상으로 선정된 B초등학교는 춘천시의 아파트 밀집지역에 위치하고 있으며, 사회경제적 환경이 중상에 해당한다. 처음에는 118명이 참여하였으나, 연구 도중에 전학 등의 개인적 사정으로 인하여 평가에 참여하지 못한 14명을 제외한 104명을 연구의 대상으로 하였다.

2. 검사 도구

본 연구의 측정 도구는 크게 두 가지로 나누어진다. 인지과정 검사는 아동들의 인지과정을 측정하기 위한 것이며, 수학성취도 검사는 아동들의 수학적 능력을 측정하기 위한 것이다.

(1) 인지과정 검사

Das & Naglieri(1997)에 의한 인지과정 사정 체계에는 주의집중 검사, 계획기능 검사, 동시적 처리 검사, 연

속적 처리 검사가 포함된다. 이 중에서 주의집중 검사와 계획기능 검사는 Das & Naglieri(1997)에 의해서 제작되고 표준화된 검사도구를 사용하였고, 동시적 처리 검사와 연속적 처리 검사는 Kaufman & Kaufman(1983)이 제작하고 표준화된 검사도구를 사용하였다. 동시적 처리 검사와 연속적 처리 검사를 Kaufman & Kaufman(1983)의 K-ABC를 사용한 이유는 검사가 용이할 뿐만 아니라, Das & Naglieri(1997)의 검사도구와 밀접한 상관관계가 있음이 밝혀졌기 때문이다(Das, Naglieri, Kirby, 1994).

① 주의집중기능 검사 : 숫자찾기(number detection)

이 검사는 선택성, 주의집중 능력, 주의산만에 대한 저항력을 측정하고자 고안된 검사이다. 피험자는 숫자들이 적힌 검사지를 보고 각 검사지 위에 제시된 특정한 숫자와 같은 것에 동그라미를 친다. 문항1에서는 외곽선 활자체로 쓰여진 1, 2, 3과 똑같은 모양의 숫자를 찾아 동그라미를 치고, 문항2에서는 보통의 활자체로 쓰여진 1, 2, 3과 똑같은 모양의 숫자를 찾아 동그라미를 친다. 과제를 해결하는데 소요된 시간과 정확한 반응의 개수를 조합하여 비율점수로 환산한다.

② 계획기능 검사 : 숫자 짝짓기(matching numbers)

이 검사는 8개의 숫자행으로 구성되어 있으며, 각 행에는 6개의 숫자가 있는데 이 중 2개가 같다. 피험자는 각 행에서 똑같은 두 개의 숫자를 찾아 밑줄을 그어야 한다. 같은 열에 있는 숫자 중에서 똑같은 숫자를 찾기 위해 피험자는 종종 다음과 같은 전략을 사용한다. 각 줄의 처음 두 숫자 보기, 마지막 자리 보기, 처음과 중간 자리 숫자 보기, 그리고 맞추기를 위해서 그 줄을 대충 훑어보기를 한다. 소요된 시간과 정확한 반응의 개수를 바탕으로 하여 비율점수로 기록된다. 숫자 짝짓기는 PASS모형에 기초를 둔 지금까지의 연구에서 많이 사용되어 왔으며, 여타의 계획기능 검사와의 관련성에 기초하여 이 검사가 계획기능을 측정한다는 타당성이 입증되었다(Naglier & Das, 1988; Naglieri et al., 1989).

③ 동시적/연속적 정보처리 검사

검사 대상의 정보 처리 과정을 측정하기 위하여

Kaufman & Kaufman(1983)이 제작하고 표준화된 "K-ABC(Kaufman Assessment Battery for Children)"의 한국판을 사용하였다(문수백·변창진, 1997). K-ABC는 2.5~12.5세 아동의 지능과정과 인지습득도를 사정하기 위해 만든 종합 지능검사도구이다. K-ABC의 인지과정처리척도는 동시적 처리척도와 연속적 처리척도로 구분되어 총 10개의 하위 검사로 이루어졌다.

본 연구에서는 동시처리척도로 시각유추검사를 사용하였고, 연속적 정보처리척도로는 수회생검사를 사용하였다. 각각의 검사에 대한 실시방법 및 검사 내용은 다음과 같다.

시각유추 검사의 대상 연령은 5년 0개월~12년 5개월로서, 아동에게 한 요소가 빠져있는 시각적 유추문제와 빠진 부분에 적합한 요소를 포함하고 있는 일련의 그림이나 도형을 보여주면, 아동은 일련의 그림이나 도형 중에서 주어진 유추문제에 가장 적합한 것을 선택하여 검사자에게 지적해 보인다. 제시된 반응 중에서 정답은 1점을 부여하고, 오답이나 무응답은 0점으로 처리하였다.

수회생 검사의 대상 연령은 2년 6개월~12년 5개월로서, 검사자가 아동에게 일련의 숫자들을 불러주면 아동은 검사자가 불러준 그 숫자들을 똑같은 순서대로 따라 외운다. 제시된 반응 중에서 정답은 1점을 부여하고, 오답이나 무응답은 0점으로 처리하였다.

(2) 수학적취도 검사

학습자의 수학적력을 검사하기 위한 수학적취도 검사를 실시하였다. 본 검사의 내용은 초등학교 4-나 단계에서 학습된 것을 종합적으로 평가하는 문항으로 구성되었다. 이를 위하여, 학생들의 수학적취도를 검사하기 위하여 D기관에서 개발한 문항을 그대로 사용하였다. 검사 문항은 총 20문항으로 구성되어 있으며, 객관식 16문항, 주관식 4문항으로 구성되었다.

3. 연구 절차

본 연구는 2006년 9월 4일부터 2006년 12월 5일까지 실시되었다. 먼저, 인지처리과정검사는 2006년 9월 11일부터 9월 22일까지 실시되었으며 학생 1인당 한 가지 측정도구를 검사하는데 10분에서 20분 정도 소요되었다.

인지처리과정 검사를 실시한 후, 12월 5일에 수학적취도 검사를 실시하였다.

IV. 연구 결과 및 논의

본 연구를 통하여 다음과 같은 연구 결과를 얻을 수 있었다.

1. 주의집중 기능과 수학적취도 사이에는 상관관계가 있는가?

<표 1>과 같이, 주의집중기능과 수학적취도 간의 상관계수(r)는 .123으로서 유의수준 .213(>.05)에서, 유의미한 상관관계를 보이지 않고 있다. 결과적으로, 특정한 자료나 정보에 주의를 집중하는 주의집중기능이 수학적취도에는 큰 영향을 미치지 않음을 알 수 있다.

<표 1> 주의집중기능과 수학적취도 사이의 상관관계

		수학적취도
주의집중기능	Pearson 상관계수	.123
	유의확률(양쪽)	.213
	N	104

Warrick(1989)의 연구에서는 주의집중이 수학적취도에 영향을 주는 것으로 나타났으나, 본 연구에서는 서로 관련성이 없는 것으로 나타났다. 본 연구에서 주의집중기능과 수학적취도 간의 관련성이 없었던 이유는 실험대상자들의 주의집중점수의 표준편차가 .059로서, 실험대상자들 간에 거의 차이가 없었기 때문에 이러한 결과가 나타난 것으로 생각된다. 또한, 수학을문제를 해결하는데는 복잡하고 종합적인 사고력이 요구되기 때문에, 특정한 정보에 주의집중하는 것만으로는 수학을문제를 해결하는데 그렇게 큰 영향을 주지 못한 것으로 판단된다.

2. 계획기능과 수학적취도 사이에는 상관관계가 있는가?

<표 2>에서 볼 수 있듯이, 계획기능과 수학적취도 간의 상관계수(r)는 .298로서 유의수준 .002(<.05)에서, 유의미한 상관관계를 보이고 있다. 계획기능과 수학적취도

에 통계적으로 유의미한 상관관계가 있다는 결과를 볼 때, 계획기능이 우수할수록 수학 문제를 잘 해결한다는 것을 알 수 있다.

<표 2> 계획기능과 수학적취도 사이의 상관관계

		수학적취도
계획기능	Pearson 상관계수	.298
	유의확률(양쪽)	.002**
	N	104

**p<.05

계획수립 과정에는 학습자가 과제를 해결하려고 할 때, 과제를 분석하고 해결방법을 찾고 해결책의 효율성을 평가하고 계획을 수정하는 활동이 포함된다. Polya(1957)가 주장했듯이, 계획기능은 과제에 대한 체계적인 해결을 가능하게 한다는 점에서 매우 중요한 것이다. 결국, 연구 결과에서 알 수 있듯이, 계획 기능은 수학적 문제를 해결하는 과정에서 중요한 역할을 한다.

이러한 연구결과는 계획기능과 수학적취도 사이의 관련성을 밝힌 Ashman & Das(1980), Garofalo(1982) 그리고 Kiby & Ashman(1984)의 연구와 일치하는 것이다.

3. 정보처리 방식과 수학적취도 사이에는 상관관계가 있는가?

<표 3>에 따르면, 동시적 정보처리 기능과 수학적취도 사이의 상관계수(r)는 .272로서, 유의수준 .005 (<.05)에서, 동시적 정보처리 기능과 수학적취도는 유의미한 상관관계를 보이고 있다. 또한, 연속적 정보 처리 기능과 수학적취도에서도 통계적으로 유의미한 상관관계가 나타났다(상관계수 = .594, 유의수준 = .000). 이와 같이, 수학적취도와 정보기능은 통계적으로 유의미한 상관관계가 있다는 연구 결과를 볼 때, 정보처리 기능이 우수할수록 수학 문제를 잘 해결한다는 것을 알 수 있다.

그러나, 동시적 정보처리 기능과 연속적 정보처리 기능 간에는 통계적으로 유의미한 상관관계가 없는 것으로 나타났다(상관계수 = .014, 유의수준 = .886). 이것은 수학적취도와 동시적/연속적 정보처리 기능간의 관련성을 주장한 Garlofalo(1986), Naglieri & Das(1987), 이영재(1984)의 연구와 일치하는 결과이다.

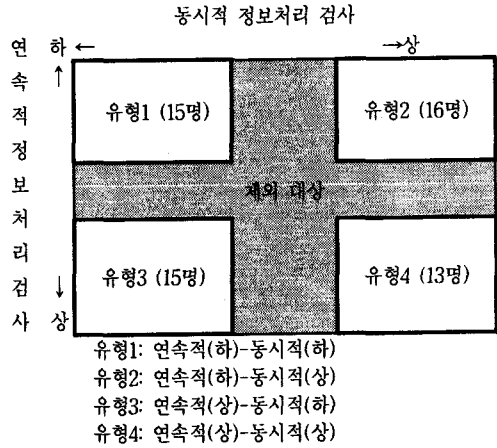
<표 3> 정보처리방식과 수확성취도 사이의 상관 관계

		동시적 정보처리	연속적 정보처리
동시적 정보처리	Pearson 상관계수	1	
	유의확률 (양쪽)		
	N	104	
연속적 정보처리	Pearson 상관계수	.014	1
	유의확률 (양쪽)	.886	
	N	104	104
수확 성취도	Pearson 상관계수	.272	.594
	유의확률 (양쪽)	.005**	.000**
	N	104	104

**p<.05

4. 정보처리 유형에 따라 수확성취도에는 차이가 있는가?

동시적/연속적 정보처리 검사 결과를 바탕으로 하여, 학습자를 네 가지 유형으로 구분하였다. 동시적/연속적 정보처리 기능의 상위집단과 하위집단을 구분하기 위하여, 두 검사의 사분위수를 기준으로 상위 25%, 하위 25%에 속하는 학생들을 선택하고中间的 50%는 연구대상에서 제외시켰다. 동시적 인지처리 기능의 하위집단은 9점(제1 사분위수) 이하인 학생들로, 상위집단은 14점(제3 사분위수) 이상인 학생들로 구성되었다. 또한, 연속적 인지처리 기능의 하위집단은 5점(제1 사분위수) 이하인 학생들로, 상위집단은 10점(제3 사분위수) 이상인 학생들로 구성되었다. 이들 집단을 조합하여 학습자의 유형을 다음과 같이 분류하였다. 분류방법은 <그림 1>과 같이, 연속적(하)-동시적(하) 학생들을 유형1, 연속적(하)-동시적(상) 학생들을 유형2, 연속적(상)-동시적(하) 학생들을 유형3, 그리고 연속적(상)-동시적(상) 학생들을 유형4로 분류하였다.



<그림 1> 정보처리 유형의 분류

정보처리 유형별 평균, 표준편차, 그리고 최대값/최소값은 <표 4>와 같다. 각 유형별 수확성취도의 평균을 보면, 연속적(상)-동시적(상)의 집단인 유형4가 가장 높은 점수를 나타냈으며, 연속적(하)-동시적(하)인 유형1이 가장 낮은 점수를 나타냈다. 이러한 결과를 볼 때, 연속적 정보처리와 동시적 정보처리 모두가 발달될수록 수확성취도에서 높은 점수를 보이고 있음을 알 수 있다.

<표 4> 정보처리 유형별 수확성취도

	N	평균	표준편차	최소값	최대값
유형1	15	11.80	4.109	6	20
유형2	16	12.25	1.693	11	15
유형3	15	15.93	1.907	13	19
유형4	13	18.38	.961	17	20
합계	59	14.42	3.616	6	20

학습자의 정보처리 유형에 따라 수확성취도에서 통계적으로 유의미한 차이가 있는지를 알아보기 위하여 분산분석을 실시하였다. <표 5>에 제시한 분산분석 결과를 보면, 정보처리 유형에 따라 수확성취도에서는 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다(F=22.393, 유의수준=.000).

<표 5> 정보처리 유형에 따른 수학적취도에 대한 분산 분석

	자유도	제곱합	평균제곱	F	유의 확률
집단-간	3	416.997	138.999	22.392	.000**
집단-내	55	341.410	6.207		
합계	58	758.407			

**p<.05

정보처리 유형에 따른 수학적취도의 차이를 자세히 알아보기 위하여, 사후검정으로 Scheffé 검증을 실시하였다. <표 6>과 같이, 유형1과 유형2는 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않았지만, 유형1과 유형3 그리고 유형1과 유형4와는 유의미한 차이를 보였다. 또한, 유형2와 유형3 그리고 유형2와 유형4도 유의미한 차이를 보였다. 유형3과 유형4에서는 유의미한 차이가 나타나지 않았다.

<표 6> 정보 처리 유형에 따른 수학적취도에 대한 사후검증

	유형1	유형2	유형3	유형4
유형1	-			
유형2	.968	-		
유형3	.001**	.002**	-	
유형4	.000**	.000**	.093	-

**p<.05

이상을 종합해 보면 다음과 같은 결과를 도출할 수 있다. 수학적취도에서 연속적(상)-동시적(하)인 유형3이 연속적(하)-동시적(상)인 유형2보다 높은 점수를 보였으며, 통계적으로 유의미한 차이가 있다는 점에서, 수학적취도에 있어서 동시적 인지처리 기능보다는 연속적 인지처리 기능이 더 영향을 미치는 것으로 판단된다. 특히, 연속적(상)-동시적(하)인 유형3과 연속적(상)-동시적(상)인 유형4는 통계적으로 유의미한 차이가 없다는 점에서, 동시적 인지처리 기능보다는 연속적 인지처리 기능이 더 영향을 준다는 것을 알 수 있다. 이러한 연구 결과는 정보처리 양식과 과학성취도 사이의 관련성을 연구한 전상숙(1997)과 신애경·최병순(2000)의 연구결과와 일치하는

것이다.

V. 결론 및 제언

본 연구는 수학적취도와 인지 과정적 요인과의 관계를 분석함으로써, 수학적취도에 따른 아동의 인지 과정적 특성을 밝히고자 하였다. 이러한 목적을 달성하기 위하여, PASS 인지과정 이론을 기반으로 하여, 주의집중 기능, 계획기능, 정보처리 기능이 수학적취도와 어떤 관계가 있는지를 분석하였다. 특히, 수학적취도와 정보처리 유형 사이의 관계를 알아보기 위하여, 정보처리 유형에 따른 수학적취도를 비교, 분석하였다.

연구 결과에 의하면, 주의집중 기능과 수학적취도와 관련이 없는 것으로 나타났다. 그렇다고 해서 수학적 능력에서 주의집중 기능이 중요하지 않다는 것은 아닐 것이다. 다만, 본 연구에서 실시한 주의집중 기능 검사 결과의 표준편차가 매우 낮았기 때문인 것으로 해석된다. 그러나, 계획기능, 정보처리 기능은 수학적취도와 관련성이 매우 높은 것으로 나타났다. 즉, 수학적 성취도에 있어서 계획 기능과 정보처리 기능은 중요한 영향을 미침을 알 수 있다. 결론적으로, 수학적 문제를 해결하는데 있어서 계획을 어떻게 수립하느냐와 그것을 어떤 과정으로 실행하느냐가 중요한 관건이 되기 때문에, 계획 기능과 정보처리 기능은 수학적 능력에 있어서 중요한 요인으로 작용한다고 할 수 있다.

수학적취도와 동시적/연속적 처리 유형간의 관계를 분석한 연구 결과를 보면, 학습자의 정보처리 유형에 따라 수학적취도에는 유의미한 차이가 있었다. 즉, 연속적 정보처리 기능과 동시적 정보처리 기능이 모두 우수한 아동일 수록 수학적취도가 높았다. 특히, 사후검증을 실시한 결과, 수학적취도에서 동시적 인지처리 기능보다는 연속적 인지처리 기능과의 상관관계가 높은 것으로 나타났다. 이것은 수학적문제를 해결하기 위해서는 풀이과정에서 앞에서 수행한 것을 바탕으로 뒤의 것을 순서적으로 수행해야 하며, 또한 전체적인 맥락에서 풀이과정을 동시에 활성화시켜야 하기 때문에, 동시적 정보처리 기능과 연속적 정보처리 기능 모두 중요한 역할을 한다고 할 수 있다. 이러한 점에서 동시적 정보처리 기능과 연속적 정보처리 기능을 강화시킬 수 있는 학습 방안이 마련되어야 할 것이다.

수학적 능력을 향상시키는데 있어서 학습자의 인지과정적 특징을 분석하는 것이 중요하다는 취지에서 출발한 본 연구는 학습자의 인지과정적 특징을 밝히고 수학적 능력과의 관계를 분석하고자 시도하였다. 그 결과 학습자의 수학적 능력은 인지과정적 요인 및 정보처리 유형과 상관관계가 높음을 알 수 있었다. 따라서, 본 연구를 바탕으로 학습자의 인지과정적 특성과 정보처리 유형에 맞도록 학습을 시킬 수 있는 수학 교수-학습 전략을 개발할 필요성이 있다.

참 고 문 헌

- 문수백·변창진 (1997). 교육-심리학 측정도구. 서울: 학지사.
- 신애경·최병순 (2000). 초등학교 학생의 정보 처리 유형과 인지 양식에 따른 과학문제해결. 한국과학교육학회지, 20(1), pp.155-165.
- 이영재 (1984). 동시적 통합기능과 연속적 통합기능의 역상관성에 관한 연구. 교육연구, 1, pp.67-81.
- 전상숙 (1997). 중학생의 정보처리 유형과 과학문제 복잡도와의 관계. 한국교원대학교 석사학위논문.
- 최상배·안성우·박재국·김미경 역, Das, J.P., Naglieri, J. A., & Kirby, J.R.(1994). 인지과정의 사정. 서울: 서현사.
- Ashman, A. F., & Das, J. P. (1980). Relation between planning and simultaneous successive processing. Perceptual and Motor Skills, 51, pp.371-382.
- Campione, J. C., Brown, A. L., & Connell, M. L. (1989). Metacognition: On the importance of understanding what you are doing. In R. I. Charles & E. A. Silver(Eds.), The teaching and assessing of mathematical problem solving(pp. 93-114). Reston, VA : The National Council of Teachers of Mathematics, Inc.
- Das, J. P. (1984). Aspects of planning. In J. R. Kirby(Ed.), Cognitive strategies and educational performance(pp.13-31, 35-50). New York: Academic Press.
- Das, J. P., & Naglieri, J. A. (1993). Das-Naglieri: cognitive assessment system standardization edition. Chicago: Riverside Publishing Co.
- Das, J. P., Mensink, D. (1988). K-ABC simultaneous-sequential scales and prediction of achievement in reading and mathematics. Journal of Psychoeducational Assessment, 7, pp.103-111.
- Das, J. P., Naglieri, J. A., & Kirby, J. R. (1994). Assessment of cognitive processes: the PASS theory of intelligence. Needham Heights, MA: Allen and Bacon.
- Garofalo, J. F. (1987). Metacognition and school mathematics. Arithmetics Teacher, 34(9), pp.22-23.
- Garofalo, J. F. (1982). Simultaneous synthesis, behavior regulation and arithmetic performance. Journal of Psychoeducational Assessment, 4, pp.229-238.
- Kaufman, A. S., & Kaufman, N. L. (1983). Kaufman assessment battery for children(K-ABC). American Guidance Service, Inc.
- Kirby, J. R., & Ashman, A. (1984). Planning skills and mathematics achievement: Implications regarding learning disability. Journal of Psychoeducational Assessment, 2, pp.9-22.
- Kirby, J. R., & Das, J. P. (1977). Reading achievement, IQ, and simultaneous-successive processing. Journal of Educational Psychology, 69, pp.564-570.
- Kirby, J. R., & Das, J. P. (1978). Information processing and human abilities. Journal of Educational Psychology, 70(1), pp.58-66.
- Lester, F. (1985). Reflections about mathematical problem-solving research. In R. I. Charles & E. A. Siver(Eds.), The teaching and assessing of mathematical problem solving(pp.115-124). Reston, VA : The National Council of Teachers of Mathematics, Inc.
- Luria, A. (1966). Human brain and psychological processes. New York: Harper & Row.

- Merritt, F. M., & McCallum, R. S. (1983). *The relationship between simultaneous-successive processing and academic achievement*. ED 234 3230.
- Das, J. P. & Naglieri, J. A. (1997). *Cognitive Assessment system, Interpretive handbook*. Itasca, IL: Riverside Publishing.
- Naglieri, J. A., & Das, J. P. (1987). Construct and criterion related validity of planning, simultaneous and successive cognitive processing tasks. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 4, pp.353-363.
- Naglieri, J. A., & Das, J. P. (1988). Planning-arousal-simultaneous-successive (PASS): A model for assessment. *Journal of School Psychology*, 26, pp.35-48.
- Naglieri, J. A., Prewett, P., & Bardos, A. N. (1989). An exploratory study for planning, attention, simultaneous and successive cognitive processes. *Journal of School Psychology*, 27, pp.347-364.
- NCTM (1989). *Curriculum and evaluation STANDARDS for teaching mathematics*. Reston, VA : The National Council of Teachers of Mathematics, Inc.
- NCTM (1991). *Professional "standards" for teaching mathematics*. Reston, VA : The National Council of Teachers of Mathematics, Inc.
- Polya, G. (1957). *How to solve it: A new aspect of mathematical method*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Scheonfeld, A. H. (1988). What's all the fuss about metacognition? In A. H. Scheonfeld(Ed.), *Cognitive science and mathematics education*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Scheonfeld, A. H. (1992). Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense making in mathematics. In D. A. Grouws(Ed.), *Handbook of Research on Teaching and Learning*(pp.49-64). New York: Macmillan.
- Warrick, P. D. (1989). *Investigation of the PASS model of cognitive processing and mathematics achievement*. Unpublished doctoral dissertation. Ohio State University.
- Watters, J. J., & English, L. D. (1995). Children's application of simultaneous and successive processing in inductive and deductive reasoning skills. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(7), pp.699-714.

The Relationship between Cognitive Processes and Mathematical Achievement

Sungsun Park

Chuncheon National University of Education, Chuncheon 200-703, Korea

E-mail: starsun@cnu.ac.kr

The purpose of this study was to investigate the relation between the cognitive processes and the mathematical achievement of the 4th grade students. And according to the several studies, there were significant relation between cognitive processes and achievement. Based on the PASS(Planning-Attention-Simultaneous-Successive Processes) Model presented by Das and Naglieri, four cognitive process variables were selected. The results of this study as follows. First, there was not significant relation between attention and mathematical achievement. Second, there was significant relation between planning and mathematical achievement. Third, there was significant relation between simultaneous/successive processes and mathematical achievement. Fourth, the students who got higher scores in the two types (simultaneous/successive)of information processing had more mathematical achievement. Specially, the students who got higher scores in the type of simultaneous information processing had higher scores in mathematical achievement. These results indicated that planning and simultaneous information processing had influence on the mathematical achievement.

* ZDM Classification : C33

* 2000 Mathematics Subject Classification : 97C50

* Key Words : cognitive processes, mathematical achievement, simultaneous/successive processes,