

# 아동의 수학 창의적 문제해결력과 관련이 있는 인지전략 유형 분석

Types of Cognitive Strategies Related to Children's Creative  
Problem Solving Skills in Mathematics

이혜주(Hye Joo Lee)<sup>1)</sup>

## ABSTRACT

Creative problem solving skills in mathematics were measured by fluency, flexibility, and originality; cognitive strategies were measured by rehearsal, elaboration, organization, planning, monitoring, and regulating. The Creative Problem Solving Test in Mathematics developed at the Korea Educational Development Institute (Kim et al., 1997) and the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (Pintrich & DeGroot, 1990) were administered to 84 subjects in grade 5 (45 girls, 39 boys). Data were analyzed by Pearson's correlation, multiple regression analysis, and canonical correlation analysis. Results indicated that positive regulating predicted total score and fluency, flexibility, and originality scores of creative problem solving skills. Elaboration, rehearsal, organization, regulating, monitoring, and planning positively contributed to the fluency and flexibility scores of creative problem solving skills.

**Key Words** : 수학 창의적 문제해결력(creative problem solving skills in mathematics), 인지전략(cognitive strategies), 상위인지 전략(metacognitive strategy).

## I. 서 론

현재의 지식정보사회를 주도적으로 이끌기 위해서는 넘쳐나는 지식을 습득하고 이를 재생하여 기계적인 알고리즘의 수행과 적용을 통해 단순히 문제를 해결하기보다는 스스로 이러한 지

식을 적극적으로 활용하여 문제를 보다 더 효율적이고 생산적으로 해결할 수 있어야 한다. 그러기 위해서는 습득한 지식을 체계적으로 조직하고 재정리하여 이를 토대로 보다 독창적이며 유창한 또는 융통성 있는 문제의 해결방법을 생각해내고 이를 실행하는 창의적 문제해결이 요구

<sup>1)</sup> 이화여자대학교 초등교육학과 강사

**Corresponding Author** : Hye Joo Lee, Department of Elementary Education, Ewha Womans University, Seoul 120-750, Korea  
E-mail : ladyzen@naver.com

된다. 이러한 창의적 문제해결은 만나게 되는 모든 문제나 상황들을 더 적절하게 해결하도록 이끄는 전문적 기술 및 개인적 자질이라고 할 수 있다.

수학적으로 뛰어난 재능을 보인 사람들을 살펴보면, 이들은 사고의 고착화를 극복하고 정신적 틀을 벗어나는 능력, 즉 개방된 수학적 상황에서 다양하고 유연하며 독창적인 반응을 할 수 있는 창의적인 능력을 가지고 있었다(Haylock, 1987; Krutetskii, 1976). 수학은 개념과 원리의 이해를 중시하는 학문으로서, 앞 과정에 대한 이해를 바탕으로 다음 과정을 이해하여 종합적으로 문제를 해결하는 학문이라고 할 수 있다. 또한 수학의 모든 영역은 패턴과 일반화로 구성되어 있기 때문에, 새로운 과제를 수행하기 위해서는 현상에 대한 패턴을 관찰하고 그 결과에 따라 일반화를 해야 하는 특성을 가지고 있다(김정효·권오남, 1999). 이러한 수학 영역에서 창의적 문제해결력은 비일상적이거나 독창적이면서 적용 가능한 수학적 문제해결 방법을 산출하는 능력으로써 간주되고 있는데(Spraker, 1960), 다시 말해, 동일한 문제에 대하여 다양한 해결책을 고안하는 유창성 및 융통성과 문제 요소들을 새로운 방식으로 결합하는 독창성을 포함하는 능력을 의미한다(Foche, 1993). 이러한 관점에서 볼 때, 수학 창의적 문제해결력은 수학의 기본적인 개념과 원리에 대한 이해를 기반으로 문제에 대한 해법을 다양하게 접근하고 독창적이며, 연관적인 사고과정을 통하여 유창하며 융통적인 대안이나 아이디어를 산출함에 따라 좀 더 새로운 해결방법을 발견하는 것이라고 할 수 있다.

이러한 창의적 문제해결력을 신장시킬 수 있는 방법으로 상위기억(초기억), 상위학습 습관, 상위인지, 확산적 사고 기술 등의 다양한 인지적, 행동적(정의적) 전략들이 고려되고 있다(Russo, 2004).

특히, 창의적인 문제해결은 기존의 지식 구조의 조합과 재조직 및 활용에 기초를 두고 있기 때문에 이것을 가능하게 하는 학습전략이 더욱 더 요구된다고 할 수 있다(Mumford & Connelly, 1994).

학습전략이란 학습을 하는 동안 학습자가 관여하는 행동이나 사고를 일컫는 말로써(Weinstein & Mayer, 1986), 학습의 효과를 높이기 위하여 적절한 학습방법이나 전략을 사용하고, 그 효과성에 대해 지속적인 평가와 피드백을 통해 수정, 보완하는 것을 의미한다(이혜주, 2006). 그러므로 특정한 학습전략을 사용하는 목적은 학습자의 동기적 또는 정의적 상태 및 학습자가 새로운 지식을 선택하고 획득하며 조직 및 통합하는데 영향을 주는 데 있으며, 따라서 학습전략은 자기조절학습의 중요한 부분으로써 간주될 수 있다(Somuncuoglu & Yildirim, 1999).

학습전략을 정의하고 구분하기 위한 많은 분류법이 있는데(Dansereau, Brooks, Holley, & Collins, 1983; Pintrich & Garcia, 1991; Weinstein & MacDonald, 1986; Weinstein & Mayer, 1986), 그 중에서 가장 일반적인 분류법은 학습전략을 인지전략(cognitive strategies)과 상위인지전략(metacognitive strategies)으로 구분하는 것이다(Somuncuoglu & Yildirim, 1999). 인지전략은 다시 표층적(surface) 인지전략과 심층적(deep) 인지전략으로 구분되며, 이러한 전략들은 새로운 지식을 부호화하고 조합 및 회상하도록 이끈다(Alexander, Marphy, Woods, Duhon, & Parker, 1997; Flavell, 1979; Garcia & Pintrich, 1994; Pintrich & Garcia, 1991; Somuncuoglu & Yildirim, 1999; Weinstein & Mayer, 1986).

표층적 인지전략인 시연(rehearsal)은 자료를 읽을 때 크게 말하거나 학습한 항목을 다시 반복하는 등의 활동을 통해 작업 기억에서 습득한 지식이나 정보가 사라지지 않게 하는 전략을 말하

는데, 이러한 표층적 전략들은 장기 기억에 존재하는 기존의 쉼마에 새로운 정보를 통합시키는데 있어서 다른 전략에 비해 매우 효과적이지는 않은 것으로 간주되고 있다(Weinstein & Mayer, 1986).

정교화(elaboration)와 조직화(organization)와 같은 심층적 인지전략은 기존의 지식에 새로운 정보를 통합하고 연결하는데 훨씬 더 유용한 것으로 간주된다(Garcia & Pintrich, 1994). 정교화는 학습하는 자료를 바꿔쓰거나 요약하고 질문을 제기하고 대답하며 다른 사람에게 학습한 자료를 설명하는 등의 활동을 통해 새로운 정보를 이전 정보와 연결하고 이를 재조직하여 장기 기억 속에 훨씬 쉽게 저장하게 하는 전략을 말한다. 그리고 조직화란 본문 중에 주요 아이디어를 선택하거나 학습한 자료의 개요를 말하고 자료의 아이디어를 선택하고 조직하기 위한 다양한 기술을 사용하는 등의 활동을 통해 학습내용을 보다 쉽게 이해할 수 있도록 내용 요소들 간의 관계를 논리적으로 구성하는 것을 말한다(Weinstein & Mayer, 1986).

이러한 전략들을 아는 것은 전략들을 실제적으로 사용하기 위해서는 필요하나, 이러한 전략들을 효과적으로 사용하는 것은 보장할 수 없다. 따라서 이러한 전략들을 효과적으로 통제하고 조절하는 상위인지전략이 요구된다(이혜주, 2006; Schneider & Pressley, 1989). 상위인지란 특정한 문제를 해결하는데 있어서 진행되는 작업과 전략을 계획하고 점검하며 조절하는 등의 과정들을 인식하는 것을 말한다(Garcia & Pintrich, 1994; Hofer, Yu, & Pintrich, 1998; Martinez, 2006).

계획이란(planning) 효율적인 학습을 하기 위해 전략을 계획적으로 선택하는 것을 말하며, 점검이란(monitoring) 문제를 해결하는 동안 자신의 주

의집중이나 이해정도를 평가하여 그 정도를 파악하는 것을 말한다. 그리고 조절이란(regulating) 현재 사용하고 있는 전략의 적절성을 검토하면서 자신의 전략을 조절해보는 것을 말한다. 계획, 점검, 조절 등의 상위인지 전략의 주요한 특성은 학습자가 의식적으로 그리고 자발적으로 이러한 전략들을 사용한다는 데 있다(Brown, 1987; Vauras, Rauhanummi, Kinnunen, & Lepola, 1999).

창의적 문제해결력과 인지전략 간의 관계에 대한 그동안의 연구들을 살펴보면, 언어, 과학, 수학 등의 여러 영역에서 상위인지 전략을 통한 성공적인 창의적 문제해결이 보고되고 있다. 언어 영역에서는 창의적인 글쓰기를 하는 동안에 주제와 관련된 아이디어를 산출하고 아이디어를 조직하여 글로 쓰는 과정에서 상위인지가 요구되었다고 하였고(Albertson & Billingsley, 2001; Harris & Graham, 1996), 과학 영역에서는 상위인지 전략을 많이 사용한 학생들이 더 창의적으로 문제해결을 하였음이 밝혀졌다(김미숙, 2005). 그리고 수학 영역에서도 상위인지 수준이 높은 학습자들이 상위인지 수준이 낮은 학습자에 비하여 문제를 더 정확하게 표현하고 창의적으로 해결하였다고 보고되었다(Desoete, Roeyers, & Buysse, 2001; Peterson, Swing, Braverman, & Buss, 1982; Schoenfeld, 1987). 이러한 연구들은 상위인지 전략은 창의적으로 문제를 해결하는 과정 동안 적절한 정보와 전략을 사용하도록 하는데 중요한 역할을 한다는 것을 제시하고 있다고 할 수 있다(Pugalee, 2001; Simon, 1987).

그러나 인지전략이 표층적, 심층적, 상위인지 전략을 모두 포함한 개념임을 고려할 때(Alexander et al., 1997; Flavell, 1979), 지금까지의 창의적 문제해결과 인지전략 간의 관계에 대한 연구는 주로 상위인지 전략을 중심으로 진행

되어왔으며, 표층적 및 심층적 인지전략을 다양하게 고려하지 못하였다고 할 수 있다. 또한, 상위인지 전략을 조사하였다 하더라도 세부적으로 인지전략 유형을 다루지 않았기 때문에 구체적으로 어떤 전략이 창의적 문제해결력과 관련이 있는지에 대해서도 충분히 밝혀지지 않았다. 따라서 창의적 문제해결에 인지전략이 구체적으로 어떠한 관여를 하는지를 알아보기 위해서는 인지전략을 표층적, 심층적, 상위인지 전략의 모든 유형을 포함하도록 세부화하고, 각각의 인지전략 유형들이 창의적 문제해결력에 어떤 설명력을 갖는지에 대해서 조사하는 것이 필요하겠다. 이에 본 연구에서는 인지전략을 시연, 정교화, 조직화, 계획, 점검, 조절 전략의 유형으로 세분화하고 각 인지전략이 수학 창의적 문제해결력에 어떠한 관여를 하는지를 구체적으로 조사하고자 한다. 이러한 본 연구의 시도는 아동들의 수학 창의적 문제해결력을 신장시키기 위한 여러 가지 교육적 시도에 구체적인 도움을 제공할 수 있을 것이라 기대된다. 연구의 목적을 수행하기 위한 연구문제는 다음과 같다.

<연구문제 1> 아동들의 인지전략 양상은 어떠한가?

<연구문제 2> 아동들의 인지전략과 수학 창의적 문제해결력은 어떤 관련이 있는가?

## II. 연구방법

### 1. 연구대상

본 연구의 대상은 서울 소재 공립 초등학교 5학년 89명(남 : 42명, 여 : 47명)이다. 연구 대상의 응답 자료를 회수한 후, 전체 89명 중에서 검사를 다 수행하지 않거나 불성실한 응답한 경우

를 제외하고 총 84명(남 : 39명, 여 : 45명)의 응답자를 최종적으로 선정하였다. 본 연구 대상의 일반 지능과 환경 특성을 살펴보기 위하여 한국교육개발원의 '초등학교용 집단지능검사 A형'(박경숙·현주·박효정·이재분, 1993)을 실시하고 생활 여건 및 부모 및 형제 변인에 대해서 조사를 하였다. 본 연구 대상은 평균 112.43( $SD=16.05$ )의 일반 지능을 가지고 있었으며, 저(23.8%)·중(72.5%)·고소득층(3.7%)이 함께 섞여 있었고 전반적으로는 중류층 가정에 속해있었다. 또한, 아버지는 전반적으로 41~45세(63.4%)에, 어머니는 36~40세(66.3%)였으며, 아버지와 어머니 모두 최종 학력이 4년제 대졸이 각각 64%, 60.9%로 나타났다. 또한, 본 연구 대상의 형제 관계를 살펴보면, 형제가 2명인 아동이 대다수인 것으로 나타났다(82.3%).

## 2. 검사도구

### 1) 수학 창의적 문제해결력 검사도구

본 연구에서는 수학 창의적 문제해결력을 측정하기 위하여 'KEDI 수학 창의적 문제해결력 검사 1부(초등학교 4~6학년용)(김홍원·김명숙·방승진·황동주, 1997)'을 사용하였다. 이 검사에서는 수학 창의적 문제해결을 문제에 대한 이해, 계획세우기, 계획의 집행, 답과 문제해결과정에 대한 반성의 4단계의 과정으로 이루어지며, 각 단계마다 수학적 사고력, 수학적 창의성, 수학적 과제집착력, 지식기반이 요구되는 것으로 가정하고, 이러한 가정 하에 각 요소들이 포함되도록 개발되었다. 이 검사는 9개 문항으로 구성된 주관식 지필검사로 약 60분 동안 실시되는데, 검사의 신뢰도는 문항내적 일관성인 Cronbach's  $\alpha$ 가 .62~.76, 타당도는 문항반응이론에 근거하여 산출한 infit outfit 지수가 대체로 1.0으로 나

타나 비교적 양호한 것으로 확인되었다(Kim, Cho, & Ahn, 2003).

이 검사는 유창성, 융통성, 독창성으로 채점된다. 유창성이란 주어진 조건을 충족시키면서 학생이 생성해낼 수 있는 아이디어의 개수를 의미하는데 제시된 반응 중에서 수학적으로 유의미한 반응의 개수로 점수화된다. 융통성이란 주어진 조건을 충족시키면서, 학생이 생성해낸 아이디어가 담고 있는 범주(종류)의 개수를 의미하는데, 제시된 반응에서 나타난 상위 범주의 개수 즉, 반응 유형의 가짓수로서 점수화된다. 그리고 독창성이란 아동이 생성해낸 아이디어가 남들이 흔히 만드는 것이 아닌 기발하고 독특한 정도를 의미하는데 제시된 반응의 빈도가 5%미만에 속하는 것 중 수학적 의미가 있으며, 그 수준이 높다고 생각되는 반응으로 점수화된다. 따라서 이 검사는 확산적 사고를 보다 강조하는 특징을 가진 검사라고 할 수 있으며, 이는 수학 창의적 문제해결력을 유창성 및 융통성, 독창성을 포함하는 개념으로 가정한 Foche(1993)와도 일치한다.

이와 같은 방식으로 평가한 후, 세 개의 하위 점수를 100점 만점으로 환산하고, 세 점수의 평균으로 수학 창의적 문제해결 전체 점수를 구하였다. 본 연구에서는 채점자 2인에 의해서 수학 창의적 문제해결 검사를 채점하였으며, 채점자 간 신뢰도(Pearson의 적률상관계수)는 유창성 점수가 .91, 융통성 점수가 .88, 독창성 점수가 .89, 전체 점수가 .90이었다. 본 연구에서는 채점자 2인이 채점한 점수의 평균값을 수학 창의적 문제해결 점수로 사용하였다.

## 2) 인지전략 검사 도구

인지전략은 Pintrich와 DeGroot(1990)의 'MSLQ (Motivated Strategies for Learning Questionnaire)'를 사용하여 측정하였다. 이 검사는 2개 범주에

5가지 하위영역으로 구성되어 있는데, 이 중에서 표층적, 심층적, 상위인지 전략에 해당하는 문항을 추출하여 인지전략 검사도구로 사용하였다. 표층적 인지전략으로는 시연 전략이 포함되었고 심층적 인지전략으로는 정교화와 조직화 전략이, 상위인지 전략으로는 계획, 점검, 조절 전략이 포함되었다. 그리고 모든 전략은 각각 3 문항으로 구성되어, 아동들은 총 18문항에 대해서 각각 5점 척도로 답하게 되어 있다. 이 검사의 Cronbach's  $\alpha$ 계수는 시연 전략이 .78, 정교화 전략이 .80, 조직화 전략이 .77, 계획 전략이 .78, 점검 전략이 .82, 계획 전략이 .76이었다.

## 3. 자료 처리 및 분석

본 연구에서 수집한 자료는 SPSS/Win 14.0과 SAS 9.0을 이용하여 분석하였다. 인지전략의 양상을 분석하기 위하여 빈도, 비율, 상관분석을 하였고, 수학 창의적 문제해결과 인지전략의 평균과 표준편차를 구하고 둘 간의 관계를 파악하기 위해 상관분석과 단계적 중다회귀분석을 실시하였다. 그리고 수학 창의적 문제해결력과 인지전략의 각 유형의 종합적인 관계와 두 변인간의 관계에 기여하는 각개별 변인들의 상대적 영향력을 알아보기 위하여 정준상관분석을 실시하였다.

## III. 결과 및 해석

### 1. 아동들의 인지전략 양상

아동들이 사용하고 있는 인지전략의 양상을 파악하기 위하여 응답자들의 반응을 분석하였다. 인지전략은 6개의 하위요소로 구분되며, 각 하위요소들은 모두 3문항으로 구성되어 있다.

〈표 1〉 인지전략 각 범주 내 하위요소에 대한 반응 양상

(N=84)

	표층적 인지전략	심층적 인지전략		상위인지 전략		
	시연	정교화	조직화	계획	점검	조절
빈도	53	65	41	35	56	59
비율(%)	65	77.4	48.8	41.7	66.7	70.2

따라서 본 연구에서는 개개 아동의 인지전략 반응 양상을 파악하기 위하여 인지전략의 하위요소별로 각 아동의 3문항 평균을 구한 후, 3문항 평균이 3.5점 이상으로 반응한 아동들의 빈도와 비율을 분석하였다. 그 결과는 <표 1>과 같다.

<표 1>에서와 같이, 심층적 인지전략인 정교화 전략의 모든 3문항의 평균에서 3.5점 이상으로 반응한 아동들은 65명(77.4%)으로 가장 많았고, 그 다음으로는 상위인지 전략인 조절 전략(59명, 70.2%), 점검 전략(56명, 66.7%), 표층적 인지전략인 시연 전략(53명, 65%), 심층적 인지전략인 조직화 전략(41명, 48.8%)이었다. 그리고 계획 전략은 35명(41.7%)으로 가장 적은 수의 아동이 사용하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 다른 전략에 비해서 더 많은 수의 아동들이 정교화 전략

을 사용하며, 더 적은 수의 아동들이 계획 전략을 사용하는 경향이 있음을 나타낸다. 또한 아동들은 각각의 인지전략에서 하나의 전략만을 사용하는 것이 아니라 비교적 다양한 유형의 인지전략을 사용하고 있는 것으로 나타났다.

## 2. 수학 창의적 문제해결과 인지전략과의 관계

본 연구에서는 아동들의 수학 창의적 문제해결력과 인지전략간의 상관 및 평균과 표준편차를 산출하였는데 그 결과는 <표 2>와 같다.

먼저, 수학 창의적 문제해결력의 평균을 살펴보면, 유창성 점수와 융통성 점수가 비슷하게 나타났다. 이에 비해서 독창성 점수가 조금 낮은 것으로 나타났다. 수학 창의적 문제해결력과 인

〈표 2〉 수학 창의적 문제해결과 인지전략의 상관관계

(N=84)

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
표층적	1. 시연										
심층적	2. 정교화	.734**									
	3. 조직화	.695**	.629**								
상위인지	4. 계획	.561**	.531**	.601**							
	5. 점검	.682**	.787**	.684**	.688**						
	6. 조절	.629**	.468**	.506**	.440**	.480**					
수학 창의적 문제 해결	7. 전체	.326**	.272*	.202	.204	.211	.369**				
	8. 유창성	.369**	.325**	.261*	.254*	.244*	.379**	.967**			
	9. 융통성	.289**	.229*	.166	.201	.178	.342**	.965**	.957**		
	10. 독창성	.200	.075	.050	.048	.029	.229*	.763**	.644**	.659**	
평균		11.36	11.75	10.57	10.23	11.42	11.20	41.16	44.79	44.18	34.52
표준편차		2.32	2.06	2.25	2.95	2.07	1.80	19.22	20.64	19.66	17.39

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

<표 3> 수학 창의적 문제해결에 대한 인지전략 유형의 중다회귀 (N=84)

종속변인	단계	예언변인	$\beta$	$t$	$R$	$R^2$	$F$	
과학 창의적 문제 해결	전 체	1	조절	.37	3.60**	.37	.14	12.96**
	유창성	1	조절	.38	3.71***	.38	.14	13.75***
	융통성	1	조절	.34	3.29**	.34	.12	10.83**
	독창성	1	조절	.23	2.13*	.23	.04	4.54*

\* $p < .05$  \*\* $p < .01$  \*\*\* $p < .001$

지전략의 상관을 살펴보면, 인지전략의 각 유형과 수학 창의적 문제해결력의 전체 및 유창성, 융통성, 독창성의 점수의 상관은 서로 다른 것으로 나타났다. 즉, 수학 창의적 문제해결력의 하위 점수인 유창성 점수는 모든 인지전략의 유형과 정적인 상관이 있는 것으로 나타났다( $p < .05$ ,  $p < .01$ ). 그러나 수학 창의적 문제해결력의 전체 점수와 하위 점수인 융통성 점수는 인지전략 중에서 시연 전략 및 정교화 전략, 조절 전략과만 유의미한 정적인 상관이 있는 것으로 나타났다( $p < .05$ ,  $p < .01$ ). 그리고 수학 창의적 문제해결력의 하위 점수인 독창성 점수는 조절 전략과만 정적인 상관이 있는 것으로 나타났다( $p < .05$ ).

인지전략의 각 유형들이 수학 창의적 문제해결력에 미치는 영향을 알아보기 위해 단계적 중다회귀분석을 실시하였으며 그 결과는 <표 3>과 같다.

수학 창의적 문제해결의 전체 점수 및 하위 점수인 유창성, 융통성, 독창성 점수 모두 상위인지 전략인 조절 전략( $\beta = .37$ ;  $\beta = .38$ ;  $\beta = .34$ ;  $\beta = .23$ )이 각각 14%, 14%, 12%, 4% 정도를 설명하는 유의한 예언변인으로 나타났다( $R^2 = .37$ ,  $F = 12.96$ ,  $p < .01$ ;  $R^2 = .38$ ,  $F = 13.75$ ,  $p < .001$ ;  $R^2 = .34$ ,  $F = 10.83$ ,  $p < .01$ ;  $R^2 = .23$ ,  $F = 4.54$ ,  $p < .05$ ). 이러한 결과는 평소에 조절 전략을 더 자주 사용한다고 보고한 학생들은 수학 창의적 문제해결의 전체 점수와 하

위 점수인 유창성, 융통성, 독창성에서 더 높은 점수를 받는 경향을 보인다는 것을 나타낸다.

본 연구에서는 수학 창의적 문제해결력의 하위 점수에 대한 인지전략 유형의 영향력을 동시에 구체적으로 검증하기 위하여 정준상관분석을 실시하였다. 정준상관분석 결과, 3개의 정준함수가 도출되었는데, 정준상관계수, 정준상관제곱, 통계적 유의도(Wilk's lambda) 등을 고려하였을 때 1개의 정준함수만이 유의미한 것으로 판단되었다. 그 결과는 <표 4>에 제시하였다.

<표 4>에 의하면 두 변인군 간의 공유분산 추정치인  $R^2$ 는 .251, 정준함수로 설명되는 독립변인군의 분산은 56.7%, 종속변인군의 분산은 36.9%이며, 종속변인군에 의해 설명되는 독립변인군의 분산은 14.2%, 독립변인군에 의해 설명되는 종속변인군의 분산은 9.3%이었다. 독립변인군에서의 상대적 영향력을 파악하기 위해 정준부하량, 정준부하제곱분율을 고려하고 정준교차부하량을 중심으로 살펴보면, 독립변인군에서는 정교화(.444), 시연(.425), 조직화(.392), 조절(.347), 점검(.328), 계획(.307)의 순으로 종속변인군의 수학 창의적 문제해결력의 유창성 점수(.403)와 융통성 점수(.302)를 설명하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 평소에 여러 유형의 인지전략을 고르게 사용하는 경향이 있는 아동들은 더 유창하고 융통성 있는 수학 문제해결을 한다는 것을 보여준다.

〈표 4〉 수학 창의적 문제해결력에 대한 인지전략 유형의 정준상관

(N=84)

구 분	변 인	정준함수 1			
		정준변형계수	정준부하량(L)	$\% \sum L^2$	교차부하량
독립변인군	표층적 인지전략				
	시연	.180	.849	.212	.425
	심층적 인지전략				
	정교화	.758	.886	.231	.444
	조직화	.302	.782	.180	.392
	상위인지 전략				
	계획	.168	.613	.110	.307
	점검	-.501	.655	.126	.328
	조절	.239	.693	.141	.347
		분 산	.567		
	중복지수	.142			
종속변인군	수학 창의적 문제해결력				
	유창성 점수	2.727	.803	.583	.403
	융통성 점수	-1.865	.603	.329	.302
	독창성 점수	-.216	.312	.088	.156
		분 산	.369		
	중복지수	.093			
	Canon. R	.501			
	Canon. root(R <sup>2</sup> )	.251			
	유의도 수준	.05			

#### IV. 논의 및 결론

본 연구는 인지전략을 표층적 인지전략인 시연 전략, 심층적 인지전략인 정교화와 조직화 전략, 그리고 상위인지 전략인 계획, 점검, 조절 전략으로 세분화하여 아동들의 수학 창의적 문제해결과 어떤 관련이 있는지를 조사하고자 하였다. 연구결과를 중심으로 논의하면 다음과 같다.

첫째, 아동들은 인지전략의 세 범주에 중복적으로 반응하였고, 다른 인지전략에 비해서 더 많은 수의 아동들이 심층적 인지전략인 정교화 전략을 사용하며, 더 적은 수의 아동들이 상위인지

전략인 계획 전략을 사용하는 것으로 나타났다. 또한 시연, 정교화, 조직화, 계획, 점검, 조절 전략 중 하나의 전략만을 주로 사용하기보다는 상황에 따라 비교적 다양한 유형의 인지전략을 사용하는 것으로 나타났다.

실생활에서 접하는 여러 문제 상황에 유연성을 갖고 대처하고 이를 창의적으로 해결할 수 있기 위해서는 주어진 지식을 습득하는데 그치는 것이 아니라 이를 상황에 따라 자기 주도적으로 활용하는 태도가 요구된다. 그러므로 어떤 하나의 인지전략을 사용하기보다는 다양한 유형의 인지전략을 사용할 수 있는 능력이 필요하다. 본 연구의 결과는 아동들이 이러한 경



향을 나타내고 있음을 보여주는데, 이러한 자질을 더욱 더 신장시키기 위해서는 아동들을 위한 수업 설계에서 다양한 인지전략을 소개하고 학습할 수 있는 교육과정이 고려되어야 할 것이다.

둘째, 아동들의 수학 창의적 문제해결력은 인지전략의 유형과 정적 상관이 있는 것으로 나타났다. 구체적으로 수학 창의적 문제해결력의 하위 점수인 유창성 점수는 모든 인지전략의 유형과 정적인 상관이 있었지만, 수학 창의적 문제해결력의 전체 점수와 하위 점수인 융통성 점수는 인지전략 중에서 시연 및 정교화, 조절 전략과만 유의미한 정적인 상관이 있었다. 그리고 수학 창의적 문제해결력의 하위 점수인 독창성 점수는 조절 전략과만 정적인 상관이 있었다. 이러한 결과는 인지전략이 창의적 문제해결력과 상관이 있다는 김미숙(2005), Albertson과 Billingsley(2001), Harris와 Graham(1996), Desoete 등(2001), Peterson 등(1982), Schoenfeld(1987) 등의 연구와 일치한다. 그러나 본 연구에서는 인지전략을 6개의 유형으로 구분하여 수학 창의적 문제해결과의 상관을 조사하였기 때문에 기존의 연구들과는 달리, 수학 창의적 문제해결과 상관이 있는 인지전략 유형을 구체적으로 파악할 수 있었으며, 이러한 결과는 수학 창의적 문제해결에 대한 인지전략의 미치는 영향은 인지전략의 유형에 따라 다를 수 있다는 것을 시사한다.

셋째, 인지전략의 각 유형들을 예언변인으로 하여 중다회귀분석을 실시한 결과, 상위인지 전략인 조절 전략은 수학 창의적 문제해결력의 전체 점수 및 하위 점수인 유창성, 융통성, 독창성 점수에 대해 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 평소에 상위인지 전략인 조절 전략을 더 자주 사용한다고 보고한 경우, 수학 창의적 문제해결력에서 더 높은 점수를 받

는 경향이 있음을 말해준다. 수학 창의적 문제해결을 수행하는데 있어서 인지전략 중에서 상위인지 전략이 유의미한 영향을 미친다는 본 연구의 결과는 Desoete 등(2001), Peterson 등(1982), Schoenfeld(1987) 등과 일치하는데, 이것은 어려운 문제에 봉착해 새로운 문제해결책을 제시하고 창의적으로 해결하는데 있어서 전략적으로 자신이 사용하는 인지전략을 확인하고 실제로 사용하도록 이끄는 상위인지가 요구되기 때문이라고 할 수 있다(Davidson & Sternberg, 1998).

그러나 본 연구에서는 인지전략을 표층적 인지전략, 심층적 인지전략, 상위인지 전략에 속하는 전략을 세분화하여 각 인지전략 유형들이 수학 창의적 문제해결력에 미치는 영향을 조사하였다. 그렇기 때문에, 기존 연구들과는 달리, 수학 창의적 문제해결력에 어떠한 인지전략 유형이 영향을 미치고 있는지에 대한 좀 더 구체적인 정보를 제시해주고 있다고 할 수 있다. 즉, 상위인지 전략 중에서 조절 전략을 평소에 더 자주 사용하는 경우에는 수학 창의적 문제해결 과정에서 더 다양한 방안을 제시하며, 아이디어를 좀 더 다양한 범주로 제시하고 뿐만 아니라 더 새롭고 독특하고 다양한 방안을 제시하는 경향이 있음을 보여준다.

이처럼 수학 창의적 문제해결력에 상위인지 전략인 조절 전략의 사용이 가장 많은 영향을 미친다는 본 연구의 결과는 다음과 같이 해석될 수 있다. 수학의 모든 영역은 패턴과 일반화로 구성되어 있기 때문에 새로운 과제를 수행하기 위해서는 먼저 현상에 대한 패턴이 관찰되어야 하고, 그 결과에 따라 일반화가 이루어져야 한다(김정효·권오남, 1999). 모든 수학적 현상에 대하여 다양한 패턴을 이해하고 발견하기 위해서는 현재 문제를 해결하는데 적용하는 패턴

이나 방식의 적절성을 검토하면서 자신의 전략을 조절하는 상위인지 전략이 요구된다(Kurtz & Weinert, 1989). 따라서 본 연구에서 수학 창의적 문제해결력에 대해서 다른 전략에 비하여 조절 전략이 더 많은 영향을 미치는 것으로 나타난 것으로 보인다.

한편, 정준상관분석을 통해 수학 창의적 문제해결력과 관련된 다양한 인지전략 유형의 영향력을 동시에 분석한 결과, 아동들은 정교화, 시연, 조직화, 조절, 점검, 계획 전략을 평소에 더 많이 사용할수록 수학 창의적 문제해결력의 유창성 점수와 융통성 점수가 더 높은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 평소에 여러 유형의 인지전략을 고르게 사용하는 경향이 있는 아동들은 더 유창하고 융통성 있는 수학 문제해결을 한다는 것을 말해준다.

이러한 본 연구의 결과는 중다회귀분석 결과와는 다소 차별적인 정보를 제공해주고 있다. 즉, 여러 유형의 인지전략 중에서 조절 전략만이 수학 창의적 문제해결의 전체 점수와 하위 점수인 유창성, 융통성, 독창성 점수에 유의미한 영향을 미치는 변인으로 나타난 중다회귀분석의 결과는 마치 여러 유형의 인지전략 중에서 조절 전략만이 수학 창의적 문제해결력에 영향을 미치는 변인으로 해석될 수 있는 한계가 있다. 그러나 본 연구에서는 정준상관분석을 통해 여러 유형의 인지전략을 고르게 사용하는 것은 수학 창의적 문제해결력의 중요한 요소인 유창성과 융통성 점수에서 더 높은 점수를 받는데 기여한다는 사실을 제시하였다. 그럼으로써, 조절 전략이 수학 창의적 문제해결력에 중요한 영향을 미치는 변인이라는 것 이외에, 여러 유형의 인지전략을 사용하는 것 또한 수학 창의적 문제해결력을 위해 중요하다는 것을 밝힐 수 있었고, 이러한 점에서 이 연구 결과는 의미 있다고 할 수 있다.

문제를 창의적으로 해결하기 위해서는 학습자가 해결방법에 대한 다양하고 융통성 있는 아이디어를 제시해야 하므로, 창의적 사고와 함께 선행지식이 중요하게 된다(Amabile, 1983; Mansfield & Busse, 1981; Simonton, 1988; Urban, 1995). 따라서 수학 창의적 문제해결을 하기 위해서는 정보나 지식을 기억하기 위한 시연 전략이 요구된다. 또한, 수학은 앞 과정에 대한 이해 없이는 도저히 다음 과정으로 넘어갈 수 없는 고리 학습의 특성을 갖는다. 따라서 수학의 영역에서 창의적으로 문제를 해결하기 위해서는 학습자가 학습한 자료를 이전 정보와 관련시켜서 특정한 관계를 지니도록 하는 정교화 전략뿐만 아니라 요소들 간의 관계를 논리적으로 구성하는 조직화 전략이 요구된다. 또한, 자신이 갖고 있는 지식 요소와 인지과정을 계획하고 통제하고 조절하는 계획, 점검, 조절 능력도 요구된다. 이러한 이유로 인하여 정교화, 시연, 조직화, 조절, 점검, 계획 전략을 평소에 더 많이 사용할수록 수학에서 더 유창하고 융통성 있는 문제해결을 하는 경향이 있는 것으로 나타난 것으로 보인다.

현재의 복잡하고 다원화된 지식기반사회를 이끌어갈 수 있는 인재가 되기 위해서는 실제로 접하게 되는 다양한 문제를 해결하기 위해 습득한 지식이나 정보를 단순히 재생, 적용하여 해결하기 보다는 지식이나 정보를 나름대로의 체계로 조직하고 재정리하여 창의적으로 문제를 해결하는 능력이 요구된다. 이러한 필요성이 점점 더 요구되고 있는 시점에서 본 연구는 아동들의 수학 창의적 문제해결력에 관련이 있는 세부적인 인지전략 유형을 구체적으로 밝힘으로써, 인지전략이나 창의성 연구의 폭을 넓히고 교육과정이나 교수설계에 실질적인 시사점을 제공해주고 있다. 즉, 아동들의 수학 창의적 문제해결력을

신장시키기 위한 교육과정이나 교수방법을 설계할 때 특정한 인지전략뿐만 아니라 여러 인지전략의 학습 및 그 활용을 고려해야한다는 실제적인 도움을 제시해준다고 할 수 있다. 다시 말해, 수학 창의적 문제해결력을 신장시키기 위해서는 여러 인지전략 중에서 우선적으로 조절 전략을 소개해주어 사용을 권장하는 것이 효과가 있음을 시사한다. 예를 들어, 교사는 수업을 진행하면서 수학 문제를 해결하기 위해 아동들이 사용하고 있는 방법들을 발표하게 하여, 그 방법들이 적절한지를 다 같이 검토해서 아동들로 하여금 학습속도를 조절하게 하거나 더 효과적인 방법을 찾도록 이끌 수 있다. 또한, 본 연구의 결과는 조절 전략뿐만 아니라, 시연, 정교화, 조직화, 계획, 점검 전략 등 다양한 인지전략을 아동들에게 설명하고, 자주 사용하도록 이끄는 것도 유창하며 융통성 있는 수학 창의적 문제해결에 도움이 된다는 것을 제시한다.

그러나 본 연구는 몇몇의 제한점을 가지고 있으며, 이러한 제한점을 토대로 하여 제언을 하면 다음과 같다. 첫째, 그동안 인지전략 유형을 세분화하여 수학 창의적 문제해결력에 어떠한 관여를 하는지를 실제적으로 조사한 연구가 거의 이루어지지 않았기 때문에 본 연구의 결과에 대한 해석을 검증하는데 어려움이 있다. 따라서 인지전략을 세분화하고 다양한 연령층을 대상으로 하여 수학 문제해결에 미치는 영향을 분석하는 후속 연구가 요구된다.

둘째, 한정된 수의 학생들을 대상으로 수행한 본 연구 결과를 모든 학생들에게 일반화시키는 것은 무리가 있다. 이러한 한계를 극복하기 위하여 연구 대상을 확대하여 연구 결과를 반복 검증하는 후속 연구가 요구된다.

셋째, 본 연구에서는 수학 창의적 문제해결력을 측정하는데 있어서 확산적 사고에 초점이 맞

춰져 있는 검사 도구를 사용하였다. 최근 창의적 문제해결을 확산적 사고와 수렴적 사고의 역동적인 상호작용으로서 나타나는 것으로 보는 경향을 고려한다면(Treffinger & Isaksen, 2005), 확산적 사고를 강조하는 수학 창의적 문제해결력 검사 도구를 사용한 본 연구의 결과를 일반화하는데 한계가 있다고 할 수 있다. 그러므로 본 연구 결과는 확산적 사고뿐만 아니라 수렴적 사고도 강조하는 수학 창의적 문제해결 검사 도구를 사용한 후속 연구를 통하여 보완되어야 할 필요가 있다.

마지막으로, 여러 학자들은 창의적 문제해결을 문제를 새롭게 발견하고 적절한 탐색과정을 통하여 적절한 해결책을 생성해가는 과정으로 간주하고, 이러한 과정에는 지식 및 확산적·수렴적 사고 등의 인지적 사고기능 뿐만 아니라, 동기 및 성격 특성 등의 정의적 변인, 부모 및 환경특성 등의 환경적 변인의 역동적인 상호작용이 필요하다고 제시하였다(김경자·김아영·조석희, 1997; Isaksen, Dorval, & Treffinger, 2000; Urban, 1995). 이러한 관점에서 보았을 때, 본 연구에서는 이들 요소들 중에서 주로 인지적 변인을 다루었다고 할 수 있다. 따라서 본 연구의 결과를 해석함에 있어서 수학 창의적 문제해결에 관여할 수 있는 정의적·환경적 변인들이 충분히 고려되지 못하였다는 한계점을 가지고 있다. 그러므로 본 연구 결과는 정의적 변인 및 환경적 변인을 고려한 후속 연구를 통하여 보완되어야 할 것이다.

## 참 고 문 헌

- 김경자·김아영·조석희(1997). 창의적 문제해결 능력 신장을 위한 교육과정 개발의 기초. **교육과정연구**, 15(2), 129-153.

- 김미숙(2005). 중학생 영재와 일반학생의 과학 창의적 문제해결력에 미치는 영향요인 분석. **교육심리연구**, 19(2), 477-503.
- 김정호 · 권오남(1999). 창의적 문제해결력 신장을 위한 수학교육과정개발 : 개념적 지식을 중심으로. **교과교육학연구**, 3(2), 247-264.
- 김홍원 · 김명숙 · 방승진 · 황동주(1997). **수학 창의적 문제해결력 검사 실시요강**. 서울 : 한국교육개발원.
- 박경숙 · 현주 · 박효정 · 이재분(1993). **한국교육개발원 지능검사 실시요강**. 서울 : 한국적성연구소.
- 이혜주(2006). 예비유아교사의 인지전략과 자기결정성 동기와의 관계. **아동학회지**, 27(2), 55-69.
- 한순미(2004). 학습동기 변인들과 인지전략 및 학업성취간의 관계. **교육심리연구**, 18(1), 329-350.
- 황윤세 · 최미숙(2005). 예비유아교사의 사고양식과 창의성과의 관계. **아동학회지**, 26(1), 247-259.
- Albertson, L. R., & Billingsley, F. F. (2001). Using strategy instruction and self-regulation to improve gifted students creative writing. *Journal of Secondary Gifted Education*, 12(2), 90-101.
- Alexander, P. A., Marphy, P. K., Woods, B. S., Duhon, K. E., & Parker, D. (1997). College instruction and concomitant change in students' knowledge, interest & strategy use : A study of domain learning. *Contemporary Educational Psychology*, 22(2), 125-146.
- Amabile, T. M. (1983). *The social psychology of creativity*. NY : Springer-Verlag.
- Brown, A. (1987). Metacognition, executive control, self-regulation, and other more mysterious mechanism. In F. Weinert, & R. Kluwe(Eds.), *Metacognition, motivation and understanding*(pp.65-116). Hillsdale, NY : Erlbaum.
- Brown, A., Bransford, J. D., Ferrara, R. A., & Campione, J. C. (1983). Learning, remembering, and understanding. In J. H. Flavell, & E. H. Markman (Eds.), *Handbook of child psychology : Cognitive development*(pp. 77-166). John Wiley & Sons.
- Dansereau, D. F., Brooks, L. W., Holly, C. D., & Collins, K. W. (1983). Learning strategies training : Effects of sequencing. *Journal of Experimental Education*, 51, 102-108.
- Davidson, J. E., & Sternberg, R. J. (1998). Smart problem solving : How metacognition helps. In D. J. Hacker, J. Dunlosky, & A. C. Graesser(Eds.), *Metacognition in educational theory and practice* (pp.47-68). Mahweh, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Desoete, A., Roeyers, H., & Buysse, A. (2001). Metacognition and mathematical problem solving in grade 3. *Journal of Learning Disabilities*, 34(5), 435-449.
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition & cognitive monitoring. *American Psychologist*, 34(10), 906-911.
- Fouche, K. K. (1993). Problem solving and creativity : Multiple solution methods in a cross-cultural study in middle level mathematics. Unpublished doctoral dissertation, Univ. of Florida.
- Garcia, T., & Pintrich, P. R. (1994). Regulating motivation and cognitive in the classroom : The role of self-schemas and self-regulatory strategies. In D. H. Schunk, & B. J. Zimmerman(Eds.), *Self-regulation and performance : Issues and educational applications*(pp.127-153). Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Harris, K. R., & Graham, S. (1996). *Making the writing process work : Strategies for composition and self-regulation*. Cambridge, MA : Brookline.
- Haylock, D. W. (1987). A framework for assessing mathematical creativity in schoolchildren. *Educational Studies in Mathematics*, 18, 59-74.
- Hofer, B. K., Yu, S. L., & Pintrich, P. R. (1998). Teaching college students to be self-regulated learners. In D. H. Schunk, & B. J. Zimmerman (Eds.), *Self-regulated learning : From teaching to self-reflective practice*(pp.57-105). NY : The Guilford Press.

- Isaksen, S. G., Dorval, K. B., & Treffinger, D. J. (1994). *Creative approaches to problem solving*. Dubuque, IA : Kendall/Hunt.
- Kim, H., Cho, S., & Ahn, D. (2003). Development of mathematical creative problem solving ability test for identification of the gifted in math. *Gifted Education International*, 18(2), 164-175.
- Krutetskii, V. A. (1976). *The psychology of mathematical abilities in school children*. Chicago, IL : The University of Chicago Press.
- Kurtz, B. E., & Weinert, F. E. (1989). Metamemory, memory performance, and causal attributions in gifted and average children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 48, 45-61.
- Mansfield, R. S., & Busse, T. V. (1981). *The psychology of creativity and discovery : Scientists and their work*. Nelson-Hall.
- Martinez, M. E. (2006). What is metacognition? *Phi Delta Kappan*, 87(9), 696-699.
- Mumford, M. D., & Connelly, M. S. (1994). Creativity and problem solving : Cognition, adaptability, and wisdom. *Roeper Review*, 16(4), 241-246.
- Peterson, P. L., Swing, S. R., Braverman, M. T., & Buss, R. (1982). Students' aptitudes and their reports of cognitive processes during direct instruction. *Journal of Educational Psychology*, 74(4), 535-547.
- Pintrich, P. R., & DeGroot, E. V. (1990). Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. *Journal of Educational Psychology*, 82(1), 33-40.
- Pintrich, P. R., & Garcia, T. (1991). Student goal orientation and self-regulation in the college classroom. In M. L. Maehr & P. R. Pintrich(Eds.), *Advances in motivation and achievement : Goals and self-regulatory processes*(Vol.7, pp.43-56). Greenwich, CT : JAI Press.
- Pugalee, D. K. (2001). Writing, mathematics, and metacognition : Looking for connections through students' work in mathematical problem solving. *School Science and Mathematics*, 101(5), 236-245.
- Russo, C. F. (2004). A comparative study of creativity and cognitive problem-solving strategies of high-IQ and average students. *Gifted Child Quarterly*, 48(3), 179-190.
- Schneider, W., & Pressley, M. (1989). *Memory development between 2 and 20*. NY : Springer-Verlag.
- Schoenfeld, A. H. (1987). *Cognitive science of mathematics education*. Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Simon, P. R. J. (1987). *Individual differences in the self-regulation of learning, emerging from thinking aloud protocols*. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, Washington, DC.
- Simonton, D. K. (1988). *Scientific genius : A psychology of science*. Cambridge : Cambridge University Press.
- Somuncuoglu, Y., & Yildirim, A. (1999). Relationship between achievement goal orientations and use of learning strategies. *Journal of Educational Research*, 92(5), 267-277.
- Spraker, H. S. (1960). A study of the comparative emergence of creative behavior during the process of group and individual study of mathematics. Unpublished doctoral dissertation, University of Michigan.
- Treffinger, D. J., & Isaksen, S. G. (2005). Creative problem solving : The history, development, and implications for gifted education and talent development. *Gifted Child Quarterly*, 49(4), 342-357.
- Urban, K. K. (1995). Recent trends in creativity : Research and theory in Western Europe. *European Journal of High Ability*, 1, 99-113.
- Vauras, M., Rauhanummi, T., Kinnunen, R., & Lepola, J. (1999). Motivational vulnerability as a challenge for educational interventions. *International Journal of Educational Research*, 31(1999), 515-531.

Weinstein, C. E., & MacDonald, J. D. (1986). Why does a school psychologist need to know about learning strategies? *Journal of School Psychology, 24*(3), 257-265.

Weinstein, C. E., & Mayer, R. (1986). The teaching of learning strategies. In M. Wittrock(Ed.), *Handbook of research on teaching and learning*(pp.315-327). NY : Macmillan.

---

2007년 8월 30일 투고 : 2007년 11월 16일 채택