

창의적 생산력 신장의 교육목표 이해를 위한 수학영재의 수학적 창의성 개념 탐색

이 중 희 (이화여자대학교)

김기연 (이화여자대학교 대학원)

I. 서론

영재의 사전적 의미는 '뛰어난 재주, 또는 그런 사람'이며 영재교육은 '탁월한 재능과 소질을 가진 아동이나 청소년을 조기 판별하여 그들이 가진 우수한 능력과 잠재력이 최대한 개발될 수 있도록 돕는 교육'으로 풀이된다. 사전적 의미대로라면 영재교육에 대한 연구는 영재란 무엇이고 어떻게 정의할 것이냐에 대한 연구로부터 출발해야 한다. 영재는 무엇에 초점을 두어 정의할 것이냐에 따라 어떤 분야에서 부각되는 뛰어난 능력이나 지능을 갖추고 있어서 다른 사람에 비해 주어진 과제 수행 능력이나 성취도 측면에서 상대적으로 매우 높은 점수나 순위를 기록할 수 있는 사람을 뜻하기도 하고 주어진 문제 상황을 해결함에 있어서 기발한 아이디어를 생성하여 실질적인 해결책을 고안하고 수행해 나갈 수 있는 능력을 갖추고 있는 사람을 뜻하기도 한다.¹⁾ 영재성을 세 가지 특성의 교집합으로 정의한 Renzulli(2004a)의 세 고리 모형²⁾을 비롯하여 인지적 영역의 능력 요소와 기타 인

간 능력 요소에 의한 영재성 정의(Piechowski & Colangelo, 2004) 등은 영재를 판별하거나 교육함에 있어서 어떤 능력 요소를 고려해야 할지에 대한 시사점을 제공한다. 이러한 능력은 한 눈에 쉽게 드러나기도 하지만 영재의 교육 환경이나 생활환경, 문화, 풍토 등의 영향 요소에 따라 잠재된 능력으로만 존재할 수도 있으므로 영재교육에 있어서 영재를 판별해 낸다는 것은 잠재된 영재성을 포착하여 개발해 낸다는 것을 포함해야 한다. Horowitz(2004)와 Piechowski & Colangelo(2004) 등의 영재성 개발에 대한 연구는 잠재된 영재성을 개발하고 이를 개발시켜 주고자 하는 영재교육의 목적에 따른 실질적인 교육활동의 설계와 수행에 있어서 나아갈 방향을 제시해 줄 수 있다. 영재란 무엇이며 어떤 특성을 지니고 있는가의 문제에 대한 이해는 영재교육을 실시함에 있어서, 영재의 능력을 개발하거나 잠재된 능력을 개발하는 실질적인 교육의 목표가 무엇이 되어야 하는가에 대한 논의로 이어져야 한다.

영재교육이란 영재를 발굴하여 그들의 능력을 개발시켜 주는 것이다. 따라서 영재교육의 목표는 영재로 발굴된 학생들의 능력을 파악하고 이를 발달시켜 그들로 하여금 자신의 능력을 최대한 개발하고 활용할 수 있는 토대를 마련해 주는 것이 되어야 한다. 따라서 영재교육의 목표는 학생들의 영재성을 개발하는 것에 머무는 것이 아니라 그 능력을 바탕으로 유의미한 결과물을 도출해 내고 표현해 낼 수 있는 능력까지 신장시켜 주는 것을 포함해야 한다. 여기서 유의미한 결과물을 만들고 그것이 가치 있는 것으로 영향력을 발휘하도록 하는 능력에는 기존의 것을 뛰어넘는 새롭고 가치 있는 것을 만들어 내는 능력을 포함하므로 영재성의 핵심에는 창의성이 존재하고 있음을 인식해야 한다.

- * 2007년 11월 투고, 2007년 11월 심사 완료
- * JDM 분류 : D23
- * MSC2000 분류 : 97D20
- * 주제어 : 수학영재, 영재성, 영재교육, 창의성, 수학적 창의성, 창의적 생산력

- 1) Renzulli(2004b)는 영재성을 학업적 영재성(Schoolhouse Giftedness)과 창의적-생산적 영재성(Creative-Productive Giftedness)으로 구분하였는데 학업적 영재성은 학습에서 뛰어난 능력을 보이는 것으로 IQ 검사나 기타 인지 능력 검사 또는 진학을 위한 시험 등에서 얻는 점수에 의해 쉽게 측정될 수 있는 것이고 창의적-생산적 영재성은 인간 능력과 그 안에 포함되어 있는 자신의 산출물을 독창적, 유목적적으로 고안하고 개발하여 청중에게 표현해낼 수 있는 능력으로 창의적 생산력과 같은 의미를 지니는 것이라고 정의하였다.
- 2) Renzulli(2004a)는 영재행동을 설명하기 위해 평균 이상의 일반, 혹은 특수 능력, 높은 과제 집착력, 높은 창의성으로

된 세 고리 모형을 제안하였다.

Renzulli(2004a)는 학교에서의 창의성 교육을 창의적 생산력 신장을 위한 교육으로 제시하였고 영재교육에서의 창의적-생산적 영재의 의미를 창의적 생산력으로 정의내림으로써 창의적 생산력은 영재교육의 중요한 교육 목표이자 학습 지도 및 평가의 대상이 되었으며 이는 여러 나라의 영재교육 목표 수립에도 영향을 미쳤다. 여기서의 창의적 생산력이란 연구자의 관점에서, 창의성을 유의미한 결과물로 이끌어낼 수 있는 능력³⁾으로 해석될 수 있다.

우리나라의 영재교육은 창의적 생산력 계발, 도덕성 함양, 자기 주도적인 학습 태도 계발을 그 목표로 한다(박성익, 조석희, 김홍원, 이지현, 윤여홍, 진석연, 한기순, 2003). 이 중 도덕성 함양과 자기 주도적인 학습 태도의 계발이라는 교육목표는 사회적 양심과 봉사 정신을 바탕으로 한 정서적 측면과 스스로의 능력을 개발하고 유지시키는 것은 물론 자신이 속한 분야의 리더로서의 자질을 바탕으로 한 정의적, 행동적 측면에서 진술된 것이라고 할 수 있다. 창의성이 미래 사회를 이끌어 가는 힘이며 이 사회에서 요구하는 리더십의 필수 요소라고 본다면(Bleedorn, 1986), 창의적 생산력은 인지적 측면을 비롯하여 정의적, 행동적 측면을 아우르는 종합적인 능력을 표방하는 것으로, 영재교육의 목표로서 당위적인 것이라 할 수 있다. 또한 영재교육의 목표를 창의성이라는 추상적인 능력보다 창의적 생산력이라는 좀 더 구체적으로 인식할 수 있는 능력으로 진술함으로써 영재교육의 방향을 명확히 설정할 수 있도록 하였다. 실제 영재교육의 현장에서 창의적 생산력이란 창의적 산출물을 만들어 내는 능력으로 해석되고 있으며 창의적 산출물을 중심으로 창의적 생산력의 학습 지도 및 평가가 이루어지고 있다. 수학 영재교육 분야도 다르지 않다. 수학영재의 창의적 생산력을 신장시키고자 하는 교육목표 아래, 학생들은 창의적 산출물을 제작하고 교사는 그 과정과 결과를 지도하고 평가한다. 하지만 수학영재로 판별되어 영재교육원의 교육 프로그램을 이수하고 있는 학생들의 창의적 생산력을 신장시키기 위해, 구체적으로 어떤 능

력을 키워주고 어떤 학습경험을 제공해야 하며, 산출물 생성 과정이나 방법에 대한 구체적인 안내를 어떻게 할 것인가에 대해 이정표를 삼을만한 이론이나 연구결과를 접하기란 쉽지 않다. 영재교육의 목표실현을 위해 학생들의 창의적 생산력을 신장시켜 유의미한 산출물을 만들어 낼 수 있도록 하기 위해서는 우선, 수학영재라는 한정된 대상과 수학이라는 특화된 내용영역에서의 창의성에 대한 이해를 토대로 해야 한다.

이에 본 연구에서는 수학 영재교육의 관점에서 창의적 생산력 신장이라는 영재교육 목표에 대한 명확한 이해를 위해 수학영재의 수학적 창의성을 어떻게 볼 것인가에 대한 논의를 하고자 한다. 우선 문헌연구를 바탕으로 창의성의 의미를 비롯하여 수학이라는 학문으로서의 창의성과 학교수학에서의 창의성은 어떻게 정의되며 어떤 과정을 거치는지에 대해 살펴볼 것이다. 이를 바탕으로 수학 영재에게 요구되는 수학적 창의성의 개념과 의미를 탐색하고 수학영재의 수학적 창의성이 어떤 특징과 성격을 지니고 있는지를 살펴 창의적 생산력을 신장하기 위한 영재교육에서 무엇을 '창의적'인 산출물로 보아야 할 것인지에 대한 방향을 제시하고자 한다.

II. 수학영재의 수학적 창의성에 대한 개념 부재로 인한 교육 현장의 문제점

창의적 생산력과 산출물은 창의성을 전제로 한다. 따라서 수학영재의 창의적 생산력을 신장시키기 위해서는 그 바탕이 되는 창의성이 어떤 특징이나 요건을 가지고 있는지에 대한 이해가 선행되어야 한다. 수학영재교육의 한 목표로서 창의적 생산력을 신장시키는 교육을 추진한다면 추상적이고 막연한 의미의 사고능력으로서 창의성을 논하는 것이 아니라 구체적이고 실질적인 산출물이나 결과를 만들어 낼 수 있으며 그것이 수학에 근본을 두고 있는 수학적 창의성을 바탕으로 해야 한다.

영재교육에 대한 국내연구는 주로 영재의 판별 문제(양수경, 2002; 윤초희, 강승희, 2005; 윤경미, 김정섭, 2006), 창의성을 비롯한 영재의 사고 능력(윤초희, 김홍원, 2004; 박수경, 김광휘, 2005; 황순근, 박병기, 2005), 교육 프로그램의 설계나 실행 방향(박경희, 서혜애, 2005; 주희영, 동효관, 김성하, 김희백, 이길재, 2006)을

3) 창의적 생산력에 대한 연구자의 관점은 창의성이 추상적인 능력에서 머물지 않고 실질적으로 유의미한 결과물 산출로 이어질 수 있도록 이끌어줄 수 있는 제반능력의 유기적인 결합과 상호작용을 의미하는 것이다.

중심으로 다루고 있으며 영재의 특성으로 창의성이나 창의적 문제해결력(김미숙, 2005; 심혜진, 장신호, 2007)을 다루는 연구도 있으나 이를 창의적 생산력과 직접적으로 연관 짓고 있지는 않다. 또한 국외의 연구에서도 대부분 영재교육에 대한 연구가 영재의 특성과 능력을 파악하여 영재성을 정의하거나 판별하고 (Benbow & Minor, 2004; Feldhusen, Asher & Hoover, 2004; Renzulli, 2004b), 그들의 능력을 개발하기 위한 교육 프로그램이나 교육과정을 어떻게 개발하고 적용하고 평가할 것인지 (Sisk, 1987; Piechowski & Colangelo, 2004; Horowitz, 2004; Maker, 2004; Kaplan, 2004; Passow, 2004)에 대한 이론적 토대와 방법을 안내해 주고는 있으나 이는 일반적인 영재교육의 원론을 제공하는 것이다. 창의적 생산력과 산출물의 평가에 대해 다루고 있는 연구(Reis & Renzulli, 2004; Karnes & Stephens, 2000)가 있기는 하지만 창의적 생산력을 원론적으로 정의하고 있거나, 이상적인 교육의 방향을 제시하는 것으로 특수 영역에 적용하기엔 좀 더 구체화 될 필요가 있다.

수학 영재교육에 대한 연구에서도 대부분의 주제는 영재의 특성이나 판별, 가르쳐야 할 교육 내용이나 방법에 대한 것을 바탕으로 수학 영재라는 한정된 영역으로 초점을 맞춰 수학이라는 내용적인 측면과 관련된 것을 다루거나 수학을 다루는 개인의 능력 측면에 초점을 두고 있다. 수학영재교육에 대한 국내 연구로는 수학 영재성의 측정과 판별을 다룬 것(김홍원, 김명숙, 송상헌 1996; 송상헌, 1998)이나 수학적 창의성의 연구에서 영재의 특성을 분석한 것(도종훈, 2006), 수학 영재교육을 위한 수업 설계나 학습 지도 원리에 대한 것(송상헌, 2002; 서동엽, 2005; 방승진, 최중우, 2006; 유윤재, 2006), 수학 영재교육을 위한 프로그램이나 수업자료 개발에 대한 것(나귀수, 2000; 이경화, 2003; 김선희, 김기연, 2004; 김선희, 김기연, 2005; 유윤재, 2005; 김창일, 전영주 2005; 황동주, 2006) 그리고 수학 영재의 특성을 분석하는 것(최영기, 도종훈, 2001; 김선희, 김기연, 이종희, 2005; 이현미, 2005; 신인선, 김시명, 2006) 등이 있고 국외 연구로는 수학영재의 능력 요소가 무엇이고 어떻게 개발할 것인가(Krutetskii, 1976; Sisk, 1987)와 어떤 내용을 어떤 방법으로 가르치는 것이 바람직한가를 논의하는 것으로써 문제해결과 수학적 창의성(Cramond, 2005; Haylock,

1986, 1987, 1997.), 실세계 문제 상황이나 외적 영역과의 연결성 강조(Puccio, Keller-Mathers, & Treffinger, 2000) 등에 대한 것이 대부분이다. 일반 영재교육의 주제와 마찬가지로, 수학영재라는 특화된 대상에 초점을 맞추어 수학적 창의성을 다루고 있기보다는 원론적인 창의성의 개념을 논하고 있기 때문에 수학 영재의 창의적 생산력과 직결시킬 수 있는 수학적 창의성에 초점을 맞춘 연구가 거의 없는 실정인데 이는 실질적인 교육 현장에서 문제점을 야기할 수 있다.

현재 우리나라의 영재교육에서는 창의적 산출물 발표 대회라는 명목으로 학생들의 자기 주도적 학습 과정의 결과를 발표하는 장을 마련하고 있다. 한국교육개발원에서는 2004년부터 2005년까지 2회에 걸쳐 전국의 시·도 교육청 및 과학고등학교 영재교육원의 학생들의 창의적 산출물을 발표하는 전국 규모의 창의적 산출물 발표대회를 개최하였다. 이 대회는 각 영재교육원 차원의 창의적 산출물 발표 대회는 일련의 교육과정이나 학습 과정을 마친 학생들이 자신의 탐구 학습이나 연구 결과를 발표하고 평가받는 기회이며 교육과정을 이수하고 수료하기 위한 관문이기도 하다. 그러나 창의적 산출물을 만들어 내야 하는 학생의 입장에서, 그리고 실제 교육을 수행해야 하는 교사의 입장에서 창의적 산출물의 의미는 너무나도 포괄적이고 애매모호하다. 이는 학생이 창의적 산출물을 만들어내는 데에 있어서 창의적 생산력을 바탕으로 한 수학적 탐구 과정과 결과를 중심으로 학습 지도와 평가가 이루어지지 못하고 눈에 띄는 탐구 주제를 선정하고 내용을 잘 조합하여 꾸며내는 것으로 창의적 산출물을 만들어내는 결과를 초래하였다. 이러한 문제점은 창의적 산출물이 갖추어야 할 요소로 여겨지는 새로운 것, 유용한 것과 수학영재라는 주체가 가지고 있어야 할 수학적 능력과 지식을 포함해야 한다는 고정관념 아래에서 산출물 생성 작업이 이루어지기 때문이라고 할 수 있다. 무엇을 창의성이라고 할 것인가에 대한 명확한 개념이나 정의가 없는 상태에서 창의적이라는 용어에서 풍기는 뉘앙스, 산출물이라는 용어가 주는, 무엇인가를 만들어내야 할 것만 같은 부담감 때문에 수학영재의 창의적 산출물에서 창의가 사라지고 수학의 가치를 찾아보기 힘들어지는 상황을 초래했다. 학생들이 창의적 산출물을 만들어 낼 수 있도록 무엇이 창의적 산출물이고 어떻게

만들어 내야 하는 것인지를 분명하고 구체적으로 가르쳐 줄 수 있는 통로가 없었기 때문이다. 따라서 교육목표 실현을 위한 교육활동에는 수학영재의 수학적 창의성에 대한 개념이해가 선행되어야 하며 이를 바탕으로 유의미하고 가치 있는 산출물의 기준을 확립하고 학생들의 창의적 생산력을 논할 수 있을 것이다.

III. 영재성과 창의성의 이해

A. 영재성

영재의 특성과 능력에 대한 이해를 바탕으로 개인이 가진 잠재적 능력을 포착하여 개발하고 이를 발달시키는 것은 영재교육의 중요한 목적이 된다. 또한 영재성의 바탕이 되는 능력과 특성이 발현되고 파악하기 위해서는 개인의 행동 양식이나 문제 해결 수행과 같은 외부로 드러나는 현상을 필요로 한다. 이를 위해서는 영재성을 지닌 개인만의 독특한 행동 양식이나 사고 및 문제해결 방법과 결과 등이 관찰되어야 하는데 이러한 현상은 창의적인 수행과정이나 결과가 있을 때 쉽게 포착될 수 있다. 따라서 영재교육은 높은 수준의 지능지수와 인지적 능력 이외에도 그것을 외부로 표출해 낼 수 있는 창의성을 핵심 요소로 보고 이를 개발하고 신장하려는 목표를 수립하여야 한다.

송상현(1998)은 영재성의 정의를 내릴 때에는 첫째, 영재아의 특성과 욕구에 관한 심리적이고 교육적인 이론과 경험을 포함하는 문헌에 근거하고, 둘째, 잠재성과 수행을 예측함에 있어서 어느 정도의 주관성을 용납해야 하며, 셋째, 조각적인 형태로 분명하게 명시할 수 있어야 한다고 주장하였다. Renzulli(2004a)가 영재를 학업적 영재와 창의적-생산적 영재로 구분하여 정의한 것으로부터 창의성은 영재성 핵심적인 요소가 되었다. 학업적 영재성은 지능지수나 성취도 검사 등의 양적 검사에 의해 순위를 정하거나 능력정도를 양적으로 파악하는 것이 쉽기 때문에 이를 개발하기 위한 교육적 접근이 비교적 용이하다. 그러나 창의적-생산적 영재성은 창의성을 바탕으로 하는 능력과 현상을 규명하고 이를 개발해야 하므로 교육활동의 설계와 적용이 학업적 영재성 개발에 비해 쉽지 않다. 따라서 영재교육의 방향이나 방법이 그

수월성을 이유로 하여 학업적 영재성 개발에 치우칠 수 있는 문제점도 있다. 그러나 Renzulli는 학업적 영재성과 창의적-생산적 영재성은 모두 중요한 것이기 때문에 영재교육에서 어느 한 쪽으로 치우침 없어야 하며 두 가지 유형의 영재성 사이의 상호작용을 강조하였다.

Renzulli의 영재성의 세 고리 모형은 영재성을 논의하는 토대가 되었으며 각 각의 능력요소별로 어떤 측면을 강조하고 어떻게 교육해야 할 것인가에 대한 연구로 발전하는가 하면 평균 이상의 능력을 가진 학생들을 전체로 하고 있다는 점에서 비판의 대상이 되기도 한다. 여러 가지 영향 요소 때문에 교육 환경이나 능력 검사 체제에 적응하지 못한 영재, 자신의 능력을 제대로 발휘하지 못했거나 발휘할 기회를 갖지 못함으로써 평균 이상의 능력을 검증받지 못한 영재가 있을 경우에는 세 고리 모형에 의한 영재성을 논할 수 없기 때문이다.

Piechowski & Colangelo(2004)는 영재성을 구성하는 능력 중에서 지식과 인지적 능력을 강조하고 있다. 이 연구에서는 영재성의 파악하는 데에 필요한 요소를 정신운동의 반응성(Psychomotor overexcitability, P), 감각적 반응성(Sensor overexcitability, S), 지적인 반응성(Intellectual overexcitability, T), 상상적 반응성(Imaginational overexcitability, M), 감성적 반응성(Emotional overexcitability, E)으로 제시하였으며 성인 영재와 영재 아동을 비교 연구한 실험에서 영재성을 판단하거나 개발함에 있어서 비인지적 측면의 상상적 반응성과 감성적 반응성 요소와 지식 및 지적인 능력에서의 반응성이 유효한 변수가 됨을 강조하였다.

송상현(1998)의 연구에서는 영재성을 정의하고자 하는 다양한 연구를 토대로 영재성의 정의를 IQ 정의, 성취 후(after-the-fact) 정의, 재능 정의, 창의성 정의의 네 가지로 분류하였다. 이는 영재성을 판단하는 기준을 개인의 지능지수에 둘 것이냐, 특정 분야에서의 성취에 둘 것이냐, 문화·예술 분야나 학문 분야에서의 뛰어난 재능이나 가능성에 둘 것이냐⁴⁾, 창의성에 둘 것이냐에 따라 분류한 것인데, 송상현은 창의성이 영재성의 핵심 요소가 되며 특히 수학 영재 판별에 있어서는 창의적 문제해결 능력 측정의 필요함을 강조하였다.

4) 이는 개인의 타고난 적성이나 성취가 조화된 상태라는 점을 배제할 수는 없다(송상현, 1998).

영재성의 조작적 정의가 어떤 관점에 의해 내려지느냐에 상관없이 그것이 어떤 분야에서 일반적인 사고나 수행능력의 수준을 뛰어 넘어 영향력 있는 결과물을 만들어냄으로써 그 개인이 속한 분야나 사회에서 가치를 인정받게 된다는 것을 포함하고 있다는 것은 남들과는 다른, 기존의 것과는 다른 무엇인가를 생각해내고 만들어낼 수 있는 능력을 요구한다는 뜻으로 해석될 수 있다. 즉, 영재성의 중심에 창의성이 있음을 주목해야 한다. 그러나 영재성이 창의성 하나만으로 설명되는 능력이나 특성은 아니라는 것을 간과해서는 안 된다. 영재성의 특성을 이해하기 위한 다양한 연구에서 살펴 본 것과 같이 영재성은 하나의 능력으로 정의할 수 있는 것은 아니며 이를 양적인 데이터를 통해 규정할 수 있는 성격의 것도 아니다. 창의성은 영재성을 논함에 있어 핵심적인 위치를 차지하고 있으나 창의성을 논하기 위해서는 영재성의 인지적 능력요소가 함께 고려되어야 하며 교육을 통한 창의성 발현의 접근을 위해서는 창의성에 대한 이해는 물론이고 창의성의 교육적 측면에 대해서도 고려해야 한다.

B. 창의성

창의성이 영재성의 핵심요소임과 동시에 영재교육의 목표 선정에서도 중요한 위치를 차지하는 것이므로 창의적 산출물과 창의적 생산력의 개념이 무엇이고 수학 영재교육의 영역에서 어떻게 그 의미를 재해석할 것인지를 논하기 위해서는 우선 이 두 가지 개념이 생성되는 기반인 창의성에 대해 논의해야 할 것이다. 창의성과 창의적 생산력이 같은 개념이라고는 할 수 없지만 창의적 생산력은 창의성을 기반으로 완성되는 능력이기 때문이다. 창의적 생산력의 개념을 구체화하기 위해서는 어떤 능력으로 구성되며, 어떤 수행 과정을 필요로 하는지를 규명해야 한다.

1. 사고 과정의 특성

창의성의 개념과 정의에 일반적으로 포함되는 요소는 새로운 것과 적절한 것을 들 수 있다. 새로운 것이란 아직까지 만들어지지 않았거나 발견되지 않은 것을 뜻하며 적절한 것이란 창의성이 발휘된 결과가 사회의 요구를

충족시키며 그 의도와 목적에 맞게 만들어진 것이냐의 관점으로 살펴보는 것이다. 아무리 새롭고, 진기한 결과물을 만들어냈다고 하더라도 그것이 그 행동이나 학습의 목적에 부합하지 않는 것이라면 창의성이 발휘된 결과물이라고 볼 수 없다. 또한 창의성은 그 영향력의 범위와 수준에 따라 그것이 사회적인 의미를 갖느냐 개인적인 의미를 갖느냐로 구분할 수도 있다. 새롭고 적절한 것을 고안해 내고 구체화시키는 것 그리고 그 영향력의 범위나 수준은 창작자가 가지고 있는 경험 수준이나 사고 능력에 의해 결정된다. 창의적 생산력도 학습자나 창작자가 만들어내는 산출물이 얼마나 새롭고 적절한 것이냐에 따라 그 가치가 평가될 수 있기 때문에 창의성을 무엇으로 정의하느냐는 창의적 생산력을 구체화 하는 데 있어서 결정적인 영향을 끼친다. 특히 창의적 생산력이 발휘되는 과정에서 어떤 사고 능력이나 인지 능력이 반영되는가를 논의하기 위해서는 학습자의 사고나 인지적 측면에서 창의성을 살펴볼 필요가 있다.

창의성을 논할 때 발산적 사고에 중심을 두는 관점이 있는데, 창의성의 다양한 특성이 발산적 사고기술의 측면과 다르지 않음에 주목하여 창의적 사고의 핵심을 발산적 사고로 보고 창의성을 정의하는 것이다. Baer(1993)는 창의성에 있어서 발산적 사고를 중시하여 창의성을 발산적 사고의 요소인 독창성, 유창성, 융통성에 비추어 '누군가가 어떤 일을 할 때, 독창적이면서 그 목적이나 의도에 적절하게 부합되도록 하는 것'이라고 정의했다. Baer는 이미 존재하거나 누군가에 의해 개발된 것이라도 그것을 생각해낸 사람이 알지 못하고 있는 것이라면 독창적인 것이라고 평가한다. 즉, 개인적 의미로 창의성을 판단하는 것이다. 창의적 사고를 발산적 사고와 같은 것으로 봄으로써 발산적 사고 기술의 훈련을 통해 창의적 사고가 신장될 것으로 믿고 발산적 사고능력 훈련기법이 다양하게 개발되기도 하였다. 이러한 발산적 사고 기술의 훈련과 교육은 영재교육에서도 강조되었다.

창의적 사고의 훈련 못지않게 창의적 사고의 특성을 설명할 수 있는 요소가 무엇인가에 대한 논의도 활발히 이루어졌다. Guilford는 창의적 사고를 발산적 사고와 동일한 것으로 간주하여 창의적 사고의 요소를 유창성, 융통성, 독창성, 정교성, 민감성, 재정의 및 재구성력으로

제시하였으나(Meador, 1997) Torrance의 창의력 검사(Torrance Test of Creative Thinking, TTCT)이후로 창의성의 요건을 유창성, 융통성, 독창성으로 보는 견해가 지배적이다(Silver, 1997).

2. 수행 과정의 특성

창의성이 발휘되는 상황으로부터 그것을 가능하게 하는 원인이나 요소가 무엇인지를 탐색함으로써 창의성의 의미를 파악하려는 관점을 살펴볼 필요가 있다. 창의성은 발산적 사고만으로 설명될 수 있는 것이 아니며 여러 요소들 간의 역동적이고 기능적인 체계이기 때문에(Urban, 1995), 창의성이 발현되는 환경에서부터 발현의 주체와 핵심 요소가 무엇인지를 살펴봄으로써 좀 더 넓은 안목에서 창의성의 개념을 고찰하는 것이라고 할 수 있다. 그러나 창의성에 대한 요소적 접근에 있어서도 요소를 어떤 관점으로 보느냐에 따라 다양한 정의가 내려질 수 있다. 창의성 요소에 대한 전통적인 관점은 창의성이 발휘되는 환경과 주체, 과정과 결과를 핵심 요소로 보는 Rhodes(1961)의 4P 이론이며, 그 외에도 인간과 인간이 살고 있는 사회와의 관계의 상호작용을 살펴려는 창의성 체계모형이나 창의적 수행의 주체인 인간의 인지능력이나 행동 특성의 측면에서 영향을 끼치는 요소와 요소간의 상호작용을 살펴려는 창의성 요소 모델 등이 있다. 본 연구에서는 창의적 생산력의 수행 과정을 조직하는 핵심 요소가 무엇이고 수학 영재교육에서의 창의적 생산력 신장이라는 교육목표 이해가 창의성의 어떤 요소를 기반으로 이루어져야 할 것인지, 그리고 어떤 측면이 강조되어야 할 것인지를 논의하기 위해 창의성의 개념을 요소적으로 접근한 이론을 살펴볼 것이다.

(1) 창의적 생산력 이해의 기반

일반적인 영재교육에서 교육목표를 이해하는 것은 개괄적인 교육의 방향을 선정하는 기반이 될 수 있으나 어떤 분야의 내용을 다룰 것이냐에 따라 달리 구체화될 수 있기 때문에 해당 분야의 내용에 대한 이론이나 교육 이론을 함께 고려해야 한다. 즉, 수학 영재의 창의적 생산력을 논하려면 일반적인 의미의 창의성뿐만 아니라 수학이라는 특수한 영역의 측면에서 수학이라는 학문적 특성이나 교과과정의 내용 등을 바탕으로 한 수학적 창의성

이 무엇인지에 대한 논의가 있어야 한다. 그리고 수학 영재라는 대상의 특성이 함께 고려되어야 하는데 영재교육이라는 큰 틀 안에서 창의적-생산적 영재 교육을 위한 창의적 생산력과 산출물, 창의성의 교육과 평가에 대한 이해를 바탕으로 하겠지만 실질적인 교육활동에서는 일반영재의 교육모델을 따르기 보다는 수학영재의 특성을 반영한 교육방향과 방법에 따라 창의적 생산력을 신장시킬 수 있는 교육을 필요로 한다. 따라서 수학영재의 창의적 생산력 신장이라는 교육목표는 창의성교육, 수학교육, 영재교육의 세 영역을 통합하고 그 위에 수학영재의 특수성을 반영하여 이해되어야 한다. 이와 같은 관점은 Amabile(1989)의 창의성 요소 모델로 설명할 수 있는데 Amabile는 창의성을 이루는 요소로는 영역관련 기술(domain-relevant skills), 창의적 사고와 행동 기술(creative thinking and working skills) 및 내적 동기(intrinsic motivation)로 제시하였다. Amabile의 창의성 요소 모델은 요소적 접근을 통해 창의성을 정의하고자 하는 것이지만 창의성이 어떤 요소에 의해 정의될 수 있다는 것보다는 교육을 통한 창의성의 증진과 영역 관련 기술에 기반을 둔 창의성을 인정함으로써 창의적 생산력 신장이라는 목표를 어떤 측면에서 이해해야 할 것인가에 대한 시사점을 준다.

영역 관련 기술(domain-relevant skills)이란 수학, 과학, 음악 등과 같은 특정 영역에 관련된 기술을 의미한다. 이는 선천적으로 타고나기도 하지만 정규 교육과 경험을 통해 후천적으로 습득되기도 한다. 이 요소는 창의성의 개념에서 영역-특수성이라고 설명되기도 하는데, 창의성이 발현되는 영역이 독립적이기 때문에 한 영역에서 창의적인 개인이 다른 영역에서도 창의적이라고 할 수는 없다.

창의적 사고와 행동 기술(creative thinking and working skills)은 영역 관련 기술을 활용하는 데에 필요한 기술이다. 과제 집착력이나 집중력, 사고의 패턴이나 개방성 등의 특성들을 포함한다.

내적 동기(intrinsic motivation)는 개인의 정의적인 측면을 포함하는 것으로 새로운 문제나 과제에 대한 도전, 흥미, 즐거움 등이 해당된다. 내적 동기를 하나의 독립된 요소로 강조하는 이유는 내적 동기를 또한 어느 정도는 선천적으로 타고날 수 있지만 후천적인 경험과 교육,

환경에 의해서 달라질 수 있는 것으로 보기 때문이다. 특히, 후천적인 경험과 교육에 의해 달라질 수 있다는 것은 교사의 역할에 대한 논의로 이어질 수 있다. 교사는 학생들의 창의성 신장을 위해 이 세 가지 요소가 모두 포함될 수 있는 상황이나 과제를 찾아내고 개발할 수 있도록 도와주는 조력자의 역할을 수행해야 한다.

(2) 수행 과정의 핵심 요소

Rhodes(1961)의 4P 이론이나 Urban(1995)의 4P-E 이론⁵⁾은 창의적 생산력의 수행 과정에서 핵심 요소가 무엇인지를 논의할 때 중요한 정보를 제공한다. 4P 이론과 4P-E 이론은 창의성의 개념을 사고 기술이나 사고 과정의 한 측면에서만 접근하는 것이 아니라, 다양한 측면에서 상호 관련성을 인식하면서 접근하고자 하는 이론이다.

4P 이론이란 창의성의 개념을 창의성에 중대한 영향을 미치는 요소로 고찰하는데, 4P에 해당하는 요소는 사람(Person), 환경(Press), 과정(Process), 산출물(Products)이다. 창의성의 결정에 있어서 주체가 되는 창의적인 사람이 창의적인 작업이 허용되거나 자극을 주는 환경에서 창의적인 과정을 거쳐 창의적 산출물을 만들어내는 것을 핵심으로 보는 것이다.

창의적인 사람에 대해 살펴보면, 창의성이 특정한 능력을 가진 사람이나 뛰어난 지능을 가진 사람의 인지적 능력특성으로 받아들여지는 입장에서 창의성은 아무에게나 발현되는 것이 아니며 따라서 아무나 창의적 산출물을 만들어낼 수 있는 것이 아니다. 그러나 창의성이 '천재'에게나 나타나는 능력 특성이라는 오해에서 벗어나 누구에게나 존재하는 것이라는 관점이 일반화되면서 창의적인 사람에게는 무엇이 필요한가를 살펴보기에 이르렀다. 창의적인 사람에게는 지식, 기능, 동기 등이 필요하다.

Feldhusen(2001)은 창의적 사고나 생산에서 지식의 역할을 강조하였다. Feldhusen에 따르면 컴퓨터가 데이터나 자료 없이는 아무런 기능도 수행하지 못하는 것과

마찬가지로 인간의 사고도 전형적인 기능이나 정보의 구축을 바탕으로 하는 지식 없이는 창의적으로 기능할 수 없으며, 모든 창의적, 생산적 사고에서 새로운 아이디어, 계획, 설계, 해법 등을 찾아가는 동안 정보가 개입되고, 활용 조직되어야 하기 때문에 학습자의 창의적 사고나 산출물 생산에서의 지식의 역할은 매우 중요하다. 창의성이 기발하고 새로운 아이디어를 만들어내는 작업을 포함하고는 있지만 그러한 작업의 바탕에는 다양한 경험과 학습으로부터 내면화되고 구조화된 학습자의 지식이 단단한 밑받침을 이루어야 할 것이다.

Sternberg(1988) 창의성을 지능, 인지양식 및 성격 또는 동기라는 세 가지 심리적 속성의 교집합으로 보았으며(김영채, 1999, 재인용), Urban(1995)의 창의성 요소 모델에 비추어 본다면 지식뿐만 아니라 창의적인 사람에게 중요한 요소는 어떤 작업을 수행함에 있어 필요한 지식이나 인지능력 실제 수행에 필요한 사고 기능, 작업을 지속해 나가려는 동기나 정의적 요소 등으로 요약할 수 있다.

창의적 작업을 수행하는 개인에게 지식이나 기능, 동기는 모두 중요한 요소이다. 학습자가 문제를 해결하고 새로운 개념을 이해하려는 동기부여는 창의적인 산출물을 만들어내는 전 과정에서 견인차 역할을 하는 요소가 될 수 있으며 특히 학습자의 지식과 기능은 아이디어나 해법의 양과 질에 큰 영향을 주는 요소가 될 수 있다. 이처럼 창의성을 발휘하는 주체인 개인의 지식, 기능, 동기 등의 요소가 강조되는 것은 창의성을 생산력으로 이끌어 내에 있어서 어떤 요소가 필요한 지에 대한 시사점을 얻을 수 있다.

창의적인 환경은 유·무형의 요소로서 창의적인 사람에게 긍정적, 부정적 영향을 끼칠 수 있는 상황이라고 할 수 있다. 창의적인 환경에는 창의적인 사람이 창의적 작업을 수행하는 공간, 맥락, 격려하거나 방해하는 분위기, 학교 체제, 교사나 학생과의 관계, 사회적 영향 요소 등 다양한 요소가 포함될 수 있다.

창의적 과정은 말 그대로 창의적인 작업이 수행되는 전체 과정으로 창의적 산출물을 만들어내는 과정을 의미하기 때문에 창의적 문제해결의 과정으로 설명될 수 있다.

창의적 산출물이 무엇인가에 대한 의견도 다양하다.

5) 4P-E 이론은 Urban이 기존의 4P 이론에 문제(Problem)라는 또 하나의 요소로 추가하여, 문제, 과정, 산출물, 창의적 사람의 성격(Personality), 환경(Environment)의 다섯 가지 요소로써 창의성의 개념에 접근한 것이다.

이는 창의적 산출물의 개념과 형태를 어떤 측면에서 논의할 것인가에 따라 구분될 수 있지만 공통적으로 창의적인 사람이 창의적인 (문제해결) 과정을 거쳐 만들어내는 일련의 결과라고 할 수 있다. 이 결과는 창의적인 사람이 수행한 작업이 무엇이나에 따라 유형의 산출물일 수도 있고, 무형의 산출물일 수도 있다. 무용가에겐 한 편의 춤이, 과학자에게는 새로운 이론의 개발이나 실험, 검증 방법의 발견 등이, 작가에겐 글로 표현된 작품이, 화가에겐 그림이 창의적 산출물이 될 수 있다.

창의성의 개념 정의를 요소적 접근으로 시도한 Urban은 창의성의 개념 연구에 대한 선행연구를 고찰하여 창의적 사고와 행동에서의 다섯 가지 요소(4P-E)의 상호작용을 바탕으로 창의성의 개념을 인지적 요소와 정의적 요소로 구분하여 세분화된 여섯 가지의 요소인 발산적 사고와 활동의 정교성, 일반적 지식과 기능, 구체적 (특정) 영역의 지식과 기능, 초점 맞추기와 과제집착력, 동기화 및 동기, 개방성과 애매모호함에 대한 참을성을 바탕으로 창의성 요소 모델을 제안하였다. 각각의 요소는 해결해야 할 문제로부터 문제해결 과정을 조직함에 있어 '사람'에게 필요한 능력을 의미한다.

4P-E 이론에서는 창의성을 발휘함에 있어 각 요소가 영향을 미치는 범위에 따라 개인적 차원, 집단/지역적 차원에서 역사적 차원까지 세 가지의 수준으로 구분된다. 이 모델에서 창의적 생산력과 창의적 산출물이 직접적으로 언급되지는 않지만 창의성의 요소를 인지적 능력과 정의적 능력으로 구분하여 문제를 해결하기 위해 필요한 능력 요소를 세분화하고 지식과 기술, 정의적 측면에서 창의성에 접근한 것은 창의성으로부터 유의미한 결과, 즉 문제의 해결책을 산출물로 이끌어 내는 과정에 대한 시사점을 얻을 수 있다. 구체적으로 세분화된 각각의 하위 요소가 학습자의 지식과 기능 측면에서, 영재라는 특정 대상이 가지고 있는 정의적 특성 측면에서 어떤 평가 기준 항목을 진술할 수 있을 것인지에 대해 구체적이고 세분화된 요소를 제공하고 있기 때문이다. 또한 본 연구에서 수학적 문제해결의 과정에서 나타나는 재발견이나 재발명의 가치를 인정하고 그에 따른 결과를 창의적 산출물로 보려는 관점은 이 모델에서 제시하는 창의적 환경의 차원과 일맥상통하는 것이라고 할 수 있다. 학생들의 창의적 산출물은 개인적인 생산의 차원에서는

개인적 수준의 창의성이 발휘된 것이지만, 그것이 언어적 표현을 통해 타인에게 전달되고 공유되어 한 집단이나 사회의 검증은 거치고 구체화되면 집단/지역적 차원의 산출물이 되며 더 나아가 산출물에 포함되어 있는 학생 개인의 발명이나 발견이 역사적으로나 사회적으로 최초의 것으로 판명이 나게 되거나, 재발명과 재발견에 의한 아이디어라고 하더라도 그 영향력이 한 사회나 문화를 획기적으로 변화시키거나 발전시키는 계기를 마련하는 것까지 파급된다면 그 산출물은 역사적 차원의 창의성이 발휘된 것이라고 할 수 있기 때문이다.

(3) 상호 작용의 필요성

창의적 생산력의 개념을 탐색하기 위해 창의성을 구성하거나 그것이 발휘됨에 있어 핵심적인 역할을 하는 요소들을 살펴보았다. 그러나 창의성을 이러한 요소들의 산술적인 합으로 이해해서는 안 된다. 창의성이라는 개인의 잠재되거나 또는 개발된 능력으로부터 산출물이라는 결과를 이끌어내고 그것이 유의미한 것 또는 유목적적인 것으로 가치를 인정받기 위해서는 각 요소 간의 유기적인 조직과 통합이 이루어져야 하며 이를 위해서는 상호작용의 필요성에 대해 논의해야 한다. Csikszentmihalyi(1999)는 창의성의 개념을 개인, 과정, 산물 등의 요소로 정의하려는 것을 비판하면서 체계적 접근을 시도하였다. 오랜 기간에 걸친 종단연구를 통해, 실제로 뛰어난 창의적 잠재성을 지닌 개인이, 그보다 낮은 수준의 창의성을 가지고 있던 사람에 비해 지극히 평범한 삶을 살아가거나 눈에 띄게 드러나는 산출물을 만들어내지 못하고 있는 사례를 들어 기존의 창의성 발현 모델의 문제점을 비판한 것이다. 거의 모든 창의성 검사 도구가 발산적 사고를 측정하거나 학생들에게 이야기를 만들거나 색 타일을 디자인하라고 한 것으로 독창성의 정도를 점수화하는 것을 비판하고, 창의성을 제작자와 청중 사이의 상호작용을 통해 구조화되는 현상으로 명명하였다.

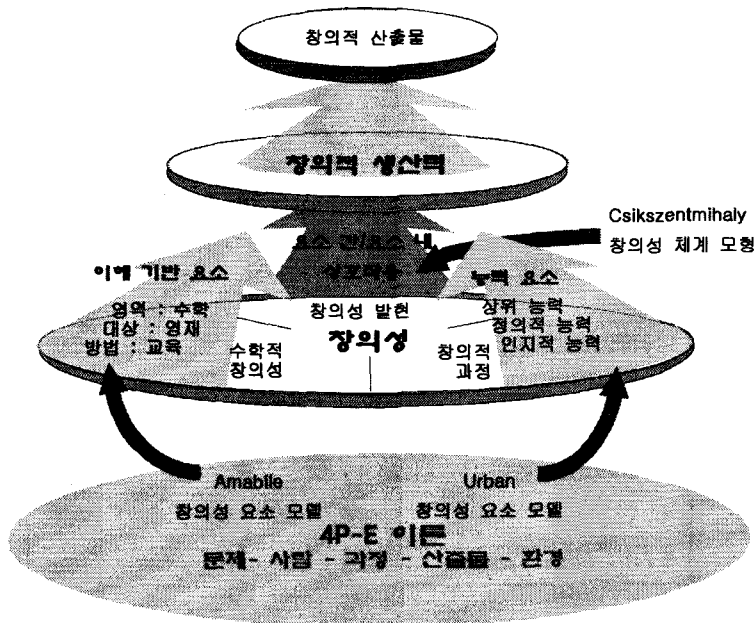
Csikszentmihalyi의 체계 모형에서 창의성이란 그것이 개인적인 수준에서 발휘된 것이라고 하더라도 한 개인의 산물로서 고립된 채로 가치를 부여할 수 없으며 타인과의 상호작용을 통해 구조화되는 것으로 정의되었다. Csikszentmihalyi의 체계 모형에 비추어 보면 수학적

문화의 한 부분인 영역이며, 교육목표와 학습 지도 및 평가를 비롯한 일련의 교육 활동은 수학이라는 영역에서 다루게 될 내용 요소를 선별하고 개인의 동기와 학습활동을 자극함으로써 창의적 산출물을 만들어 낼 수 있는 환경을 제공한다는 측면에서 Csikszentmihalyi의 사회의 역할을 수행하는 것이라고 볼 수 있다. 무엇보다도 Csikszentmihalyi의 창의성 체계모형이 주는 가장 큰 시사점은 문화와 개인 간의 정보전달을 강조한 것이다. 이에 근거하여 본 연구에서는 수학영재의 창의적 생산력은 산출물을 만들어내는 것뿐만 아니라 그것을 정당화하고 타인에게 전달할 수 있는 표현방법을 매개로 하여 청중과의 상호작용할 수 있는 능력을 포함할 것을 강조할 것이다.

창의성은 4P-E 이론에서 제시하고 있는 문제, 사람, 과정, 산출물, 환경의 다섯 가지 요소에 의해 발휘되는 것이라는 관점 아래, <그림 1>과 같이 창의성을 기반으로 한 창의적 생산력의 이해를 위해서는 크게 세 가지 측면에서 접근할 필요가 있다.

창의성을 기반으로 한 창의적 생산력의 이해를 위해서는 이해 기반의 요소를 무엇으로 삼아야 할지를 분명

히 해야 하는데 <그림 1>과 같이 이는 Amabile의 창의성 요소 모델을 바탕으로 선정할 수 있다. 본 연구는 수학 영재의 창의적 생산력 신장을 정의하고자 하기 때문에 이해 기반의 요소는 수학 영역에서의 영재를 대상으로 한 창의성 관련 능력의 개발 교육으로 선정할 것이다. 또한 창의성이 개인의 능력으로만 존재하는 것이 아니라 실질적인 산출물을 만들어내는 생산력으로 발휘되기 위해 필요한 능력 요소는 Urban의 4P-E 이론을 바탕으로 만들어진 창의성 요소 모델로부터 추출할 수 있다. 이 모델에서 제시하고 있는 능력요소들이 수학적 창의성의 발휘를 염두에 둔 것이라고 할 수는 없지만, 특정 영역에서 수용할 수 있는 일반성을 지닌 요소로 제시되어 있기 때문에 수학적 창의성의 발휘에서도 활용될 수 있다. 끝으로 창의성의 요소들은 각각의 개별적인 역할 수행이 산술적 의미의 통합을 이루어 생산력으로 발휘되는 것이 아니며, 그 결과가 유의미한 것으로 가치를 인정받기 위해서는 개인과 사회, 문화 사이의 상호작용에 의한 공유, 검증, 구체화, 적용이 보장되어야 한다. 이러한 상호작용의 요소와 체계는 Csikszentmihaly의 창의성 체계 모형으로부터 구축할 수 있다.



<그림 1> 창의성을 기반으로 한 창의적 생산력의 이해

지금까지 창의적 생산력의 개념 탐색을 위해 어떤 영역을 기반으로 논의할 것이며 일반적인 창의성의 사고 과정과 그것이 유의미한 산출물을 만들어내도록 하기 위해 필요한 수행 과정에서 고려해야 할 요소는 무엇인지에 대해 논의하였다. 이 논의를 바탕으로 수학영재의 창의적 생산력의 기반이 되는 수학적 창의성의 의미와 특성이 무엇인지를 살펴보고 이를 바탕으로 수학영재의 창의적 생산력의 의미를 정의할 것이다.

IV. 수학영재의 수학적 창의성에 대한 이해

수학 영재교육에서의 창의적 생산력 신장이라는 교육 목표는 많은 영역을 내포하고 있다. 창의성이라는 인간의 능력특성에 대한 이해를 비롯하여, 수학이라는 학문이나 교과가 지니는 특성, 그리고 교육의 대상이 공교육 체제에서 이루어지는 수학영재라는 측면에서 학교수학의 의미와 요구를 벗어날 수 없다. 따라서 창의성에 대한 이해가 이루어졌다면 수학이라는 특수 영역, 학교수학이라는 제도적 영역, 그리고 수학영재라는 대상적 특성에 대한 이해도 수반되어야 한다. 수학은 해결되지 않는 문제에서 시작하여 그 해결책을 찾아내고 증명하면서 학문의 영역과 깊이를 확장시켜 나간다. 창의성이 한 분야의 변화와 발전을 일으키는 원동력이 되는 것과 같이 수학적 창의성은 수학이라는 문화를 변화시키고 발전시키는 원동력이다. 또한 수학의 발명과 발전의 출발점은 문제이며 그 과정은 문제해결에 의해 이루어졌다는 점에서 수학적 창의성은 수학적 문제해결로 설명될 수 있다. 이에 여기서는 수학이라는 학문이 가지는 특성-문제와 문제해결-을 바탕으로 한 수학적 창의성의 의미와 학교수학이라는 제도적 특성 아래에서 이루어지는 수학 영재교육에서 추구되어야 하는 창의성의 의미를 논할 것이다.

A. 학문 수학에서의 창의성

일반적 창의성에서 강조하는 것이 발산적 사고에 의한 다양하고 풍부한 아이디어의 가치, 실용성, 진기성 등이라면 수학적 창의성에서 가치를 두는 것은 무엇이며 일반적 창의성과는 어떤 차이가 있는가에 대해 살펴보아야 한다. 일반적 의미의 창의성과 수학적 창의성을 구분

짓는 것은 영역-일반성 창의성과 영역-특수성 창의성⁶⁾이라는 의미로 해석해 볼 수 있을 것이다. 즉, 특정 학문 영역으로서의 수학이 가지는 특성은 일반 창의성과 수학적 창의성을 구분하는 기준이 될 수 있다. 수학적 창의성은 수학의 학문체계를 발전시키는 원동력으로써 영역-특수성의 측면에서 살펴볼 수 있는 가장 큰 특징은 '문제'와 그에 대한 '해법'을 바탕으로 논의된다는 것이다.

앞서 살펴본 바와 같이 창의성은 뛰어난 지능이나 특정한 사고 또는 행동의 능력을 지닌 소수의 개인에게만 발휘되는 것이 아니라 수준의 차이는 인정하더라도 누구에게나 발휘될 수 있는 것이며 교육과 훈련을 통해 개발되고 신장될 수 있는 인간의 능력, 성향이다. 또한 학문적 수학에서의 창의성은 수학적 문제 해결 상황에서 주어진 문제에 대한 해법을 찾기 위해 의식·무의식적으로 끊임없이 집중하여 통찰을 이끌어내고 유연한 사고 과정을 통해 생성한 다양한 아이디어와 해결 전략은 물론이고 이로부터 최선, 최적의 해법을 찾아내고 선별하는 과정에서 발휘되는 모든 지식, 사고, 행동 및 기술을 포함하는 것이라고 할 수 있다. 따라서 수학적 창의성은 수학적 문제와 문제해결을 기반으로 만들어지는 것이므로 수학적 문제해결력은 수학적 창의성을 증진시키기 위한 수단이 될 수 있다.

Hadamard(1975)는 수학자들이 수학적 업적이라고 할 수 있는 문제의 발견과 증명의 완성을 위해 자신의 연구 문제를 선정하고 해결하는 과정을 분석하여 수학적 창조를 '발명의 단계'로 설명하였다. Hadamard의 수학적 발명의 단계의 특징은 준비기와 부화기의 과정을 제시함으로써 해결책을 얻기까지 학습자가 문제에 대해 의식, 무의식적으로 고민하는 과정을 강조하고 있다는 것이다. Hadamard에 따르면 수학적 발명의 단계는 '준비작업의 과정-부화기-계시기-검증기'로 이루어지는데 어떤 주제에 대한 연구를 통해 얻어지는 발명의 과정에서 영감이 떠오르는 순간이 있기까지는 연구자의 의식과 무의식 속에서 해결책을 얻기 위해 지속적인 탐색을 펼치고 있으며 결코 우연히 또는 저절로 떠오르는 것이 아니다. 따

6) 이정규(2005)는 영역-일반성이란 전반적인 인간의 능력 측면에서 창의성을 고찰하는 것이고, 영역-특수성이란 각 영역에서의 독립적인 능력으로서 창의성을 고찰하는 것으로 본다.

라서 '영감'이나 '계시'라는 용어의 사용이 아무런 선행 준비작업 없이 얻어지는 요행으로 해석되어서는 안된다는 것을 강조하였다.

Ervynck(1991)에 의하면 수학적 창의성은 수학 이론 발달의 처음부터 마지막 단계까지 필수요소로서 역할을 수행하는 것이고 창의성의 발달을 위해서는 이론적 근거에 대한 완전한 이해가 선행되지 않은 상황에서 실질적인 절차를 먼저 이용해 보는 도입 단계의 필요성을 강조하였는데, 엄밀한 수학적 사고나 수행 이전에 예비 기술적 단계에서 여러 가지 규칙이나, 절차, 기술적인 적용 등의 과정이 선행되고 이것이 옳다고 확인되면 다시 실질적인 절차와 기술 등의 적용 과정이 반복되면서 정당화가 이루어 질 수 있다고 주장하였다. 이에 Ervynck은 수학적 창의성의 발달 단계를 예비 기술적 단계-알고리즘 실행 단계-창의적 실행 단계로 제시하고 수학적 창의성이란 생성된 개념을 수학에서 중요한 핵심으로 통합하는 것에 대한 적합성과 논리-연역적인 수학 학습(훈련)의 특별한 본질을 고려하면서 문제를 해결하고, 구조적 사고를 발달시키는 능력이라고 정의하였다. 그리고 이러한 수학적 창의성을 만들어 내는 요소에 직관과 통찰을 포함시켰다. 또한 수학적 창의성의 특징은 관계적, 선택적, 적합성 추구 및 압축으로 제시하였는데, 이것은 일반 창의성과 수학적 창의성이 확연하게 구분되는 특성이라고 할 수 있다. 둘 이상의 수학적 개념이 연결되어 통합되면서 또 하나의 새로운 아이디어를 만들어내는 것, 한 문제에 대해 다양한 해법이 산출되었을 때 해당 분야에 관련된 지식을 기준으로 최적, 최선의 것을 선택한다는 점, 그리고 수학적 개념들을 표현하기 위해 적절한 언어와 기호를 선택하여 압축적으로 표현하는 것을 추구한다는 점 등은 일반 영역에서가 아니라 수학이라는 특수 영역에서의 성질을 반영하여 접근한 것이다.

Sriman(2004)은 창의성이란 새롭거나 독창적인 작업 결과를 만들어내는 능력이며 수학적 창의성은 수학이라는 학문을 성장시키는 원동력이라고 보고, 수학적 창의성이 복잡한 정도에 상관없이 주어진 문제에 대해 흔치 않고 통찰력 있는 해법을 내놓는 과정이라고 하였다.

이와 같이 창의성을 해당 영역이나 사회의 변화와 발전을 일으키는 원동력으로 볼 때에도 수학의 창의성은 문제해결의 관점에서 찾을 수 있다.

B. 학교수학에서의 창의성

학교수학에서의 창의성에 대한 정의와 개념화는 학교에서 학생들을 지도해야 하는 교사가 수업의 목표와 방법, 다루는 내용의 수준과 학생 산출물의 기대 수준을 어느 정도까지 정할 것인지에 대한 중요한 지표가 된다. 즉, 학교수학에서의 창의성은 그 주체가 수학자가 아닌 수학적 지식과 개념의 이해를 위해 학습을 하고 있는 학생이라는 것으로부터 수학적 창의성과 다른 수준으로 인식되어야 하고, 교육을 통해 신장하고자 하는 것이 새로운 이론이나 학문의 발전을 이끌어내는 학문적, 사회적, 공적 창의성⁷⁾이 아니라 학습 과정에서 다루는 탐구 주제에 대한 문제를 해결하고 이를 표현하는 능력에서 발휘되는 학습자 수준의 개인적 창의성이라는 것을 분명히 한다면, 교사의 학습 지도는 보다 명확하고 구체적으로 설계되고 실행될 수 있을 것이다.

함남우(2004)는 학생들의 수학적 창의성을 증진시키는 방안으로 다양한 세계를 넓게 경험시키기, 한 분야에 대한 집중적인 경험 쌓기, 재미있어서 스스로 하고 싶도록 하는 동기부여하기, 다양하게 생각할 기회 주기, 옳고 그름을 판단하도록 비판적 사고 기르기의 다섯 가지 요소를 제시하였다. 각 요소들의 의미를 생각해보면 다양한 분야에 대한 경험과 생각할 기회는 발산적 사고를 의미하는 것으로 볼 수 있기 때문에 수학적 창의성의 요소를 발산적 사고, 비판적(수렴적)사고, 동기 부여의 세 가지 측면에서 고려한 것이라고 할 수 있다. 학생들의 수학적 창의성을 지도함에 있어서 이와 같은 경험을 바탕으로 학생들의 수학적 사고와 문제 해결의 기회를 제공함으로써 수학적 창의성이 발휘되도록 지도해야 한다는 주장은 당위적인 것이지만 그에 앞서 학교수학에서 요구하는 수학적 창의성의 개념을 분명히 해 두어야 할 필요가 있다. 수학적 창의성이 일반적 의미의 창의성과 구분

7) Margaret Boden(1992, 1996)은 이미 존재하고 있는 것이라도 그것을 알지 못하는 개인이 새로운 것으로 교안하거나 만들어 내는 경우 이를 심리적 창의성(psychological creativity) 또는 P-창의성, 역사적으로 최초의 것으로써, 새로운 발명이나 발견에 의해 만들어진 것이라면 이를 역사적으로 창의적(historically creative, H-creative)인 것이라고 하였다(Robert, S. I. 1999, 재인용). 전경원(2004)은 이를 사적 수준의 창의성과 공적 수준의 창의성으로 구분하였다.

되듯이 학교수학에서의 창의성도 일반적 의미의 창의성과 다른 의미를 지니고 있는 것은 물론이고 수학적 창의성과도 구별되어야 한다. 학교수학, 초·중등학교에서 이루어지는 수학교육에서 추구하는 창의성은 수학적 창의성의 개념과 다른 측면을 포함하고 있기 때문이다. 즉, 학교수학은 학문으로서의 수학과 동일하게 정의될 수 없다. 학교수학은 학자로서 학문의 수학을 다루기 위한 것보다는 일상에서 부딪히는 여러 가지 문제 상황을 보다 효율적으로 해결할 수 있는 문제해결력을 신장시키는 데 필요한 사고와 기술을 배우기 위한 하나의 도구 교과적인 성격을 포함한다. 학문으로서의 수학이 요구하는 창의성이 인류 역사상 새로운 개념의 발견이나 발명 또는 지금까지 완성되지 못했던 어떤 정리에 대한 증명을 완성함으로써 학문의 영역을 넓혀 나가기 위한 것이라면, 학교에서 배우는 교과목으로서의 수학이 요구하는 창의성은 학생 수준에서 새로운 개념에 대한 이해나 재발명, 재발견을 통해 자신의 지식과 이해의 폭을 넓히고 사고 기술을 발달시켜 여러 가지 문제 상황에서 효과적인 해결책을 추구할 수 있는 힘을 마련하는 것이라고 할 수 있다.

이와 같이 학문으로서의 수학과 교과목으로서의 학교수학의 차이에 대한 이해는 수학적 창의성과 구분되는 학교수학에서의 창의성의 정의를 요구한다. 황우형, 최계현, 김경미, 이명희(2006)는 학교수학에서의 창의성은 학교수학의 내용으로 제한된 것으로 학생들은 수학 내용을 새롭게 창조된 것이 아니라 과거 많은 수학자에 의해 정제된 수학내용을 스스로 발견하는 것이므로 독창성, 유창성, 융통성, 정교성을 강조하는 일반 창의성과는 차이가 있으며 수학자 관점에서의 창의성과도 다른 특성을 지닌다고 하였다. 그리고 학교수학에서의 창의성은 '새로운 개념을 배우거나 문제를 해결하려고 할 때 기존에 갖고 있는 개념을 연결·연합하여 새로운 개념을 쉽게 이해하거나 스스로 새로운 개념을 구성하는 능력'으로 정의하였다(황우형 외, 2006). 또한 이지현(2004)은 창의성의 다양한 측면을 고찰하고 이를 바탕으로 학교수학 교육과정에서의 학생 창의성 개발을 위한 방향을 학습자 개인 수준에서의 창의성, 수학의 고유한 내용 영역에서의 창의성, 수학 교과내용을 공유하는 사회·문화적 차원에서의 창의성 고찰하였다. 즉, 학교수학에서 개발해야

할 창의성이란 학습자 개인에게 새롭고 유의미하며 가치 있는 학습이 되고, 문제해결 활동의 경험이 되는 것이어야 하며, 이것이 학교수학을 통해 배우는 내용을 토대로 타인과의 공유나 소통에 활용될 수 있는 수준으로 보아야 한다는 것이다.

김경자·이경진·유술아(2005)는 초등 수학 교육과정에서의 창의성 증진을 위한 교수 학습 모형을 개발하는 연구에서 창의성에 대한 문헌 연구를 바탕으로 '교과에서의 창의성'이란 용어로서 학교수학에서의 창의성의 의미를 정의하고자 하였다. 창의성에 대한 개념을 창의성 나무라고 본다면, 학교 수학에서의 창의성이란 수학이라는 특정한 교과(영역)에서 자라나는 특정한 수종의 나무라고 볼 수 있다는 것이다. 이에 수학 교과에서의 창의성은 수학 문제나 과제 상황에서 수학과 지식과 기능, 수학 학습에 필요한 일반적인 학습 지식과 기술, 수학 문제나 과제를 창의적으로 해결하려는 동기, 수학교과에서 작용하는 확산적 사고와 비판적 사고가 역동적으로 상호작용하여 수학과에서 창의성 증진을 지원하는 환경 속에서 새롭고도 적절한 수학적 산출물 혹은 결과물을 만들어 내는 능력으로 정의하였다.

학교수학에서의 창의성을 정의함에 있어서 문제해결력과 산출물이 언급되는 것은 학교 교육에서의 창의성이 학생들의 창의적 문제해결과 유기적으로 결합되어 있는 능력이거나 동일시되는 능력으로 해석될 수 있다는 것이다. 김홍원 외(1996)의 수학적 창의력에 대한 정의에서도 창의성을 정의하기 위해 문제해결력을 다루고 있다. 수학적 창의력을 정의함에 있어서 수학적 문제해결력과 수학적 창의성이 결합된 가장 고차적인 수학적 사고 능력으로 보았으며 수학적 창의성을 수학 창의적 문제해결(Mathematical Creative Problem Solving Ability-MCPS A)이라는 용어로 정의하면서 창의적 문제해결을 강조하였다.

문제해결과정이 수학적 창의성을 결정하는 핵심 요소라는 견해는 학교수학에서의 문제해결에 대한 연구에서도 찾아볼 수 있다. Silver(1997)는 지금까지의 수학적 창의성의 연구를 살펴본 것을 토대로 수학적 문제제기(problem posing)와 문제해결이 창의성과 창의성의 측정을 설명하는 핵심적인 측면임을 강조하였고, Yoshihiko(1997)는 수학적 문제해결을 통해 창의성을 증진시키기

위한 방안으로써 개방형 문제 형태로 다양하게 조직된 학습 지도의 과정을 제안하였다. 또한 Leung(1997)은 문제해결 과정에서 문제 제기의 중요성을 강조하고, 주어진 문제를 거꾸로 생각함으로써 새로운 문제를 만드는 것에서부터 아직까지 해법을 찾아내지 못한 문제를 만드는 전문적인 능력까지 문제 제기의 능력이 창의성과 같은 것이라고 하였다. 따라서 수학적 문제 제기 능력은 수학적 창의성의 일종으로 볼 수 있으며, 그림, 언어적 표현, 매체를 이용하는 그래픽 자료 등 다양한 문제 상황을 나타내는 과제 환경을 필요로 한다고 주장하였다.

이처럼 수학적 창의성을 무엇으로 볼 것인가, 학교 수학에서의 수학적 창의성이란 무엇으로 설명할 것인가에 대한 대답은 수학적 문제해결력으로 귀결될 수 있다. 학문적 수학에서의 창의성과 학교수학에서의 창의성은 수학이라는 특정 영역(교과)에서 창의적 문제해결력을 바탕으로 하되, 학문으로서의 수학과 교과목으로서의 학교수학이 요구하는 창의는 '인류의 역사상 새로운 것을 발견하거나 만들어 내는 것'과 '학습자 수준에서 새로운 것을 이해하거나 재발명하는 것'의 차이를 지니고 있는 것이다.

C. 수학영재의 수학적 창의성

본 연구에서 정의하고자 하는 것은 수학영재의 수학적 창의성을 바탕으로 하는 창의적 생산력이다. 따라서 수학영재의 수학적 창의성을 어떻게 보아야 할 것인지를 분명히 해야 할 필요가 있다. 수학적 창의성에 대한 연구에서 제시하고 있는 학문으로서의 수학적 창의성과 학교수학에서의 수학적 창의성은 그 수준과 내용, 발현 과정에서의 요건 등이 구별되며 이것은 학생들을 교육하는 입장에서 어떤 관점과 기대수준을 결정할 것인지에 대해 중요한 사항이 된다. 학문적 수학과 학교 수학에서의 창의성에 대한 이해를 바탕으로 수학영재의 수학적 창의성은 어떤 과정과 내용 수준을 다루어야 할지에 대한 방향 제시를 위해 각 수준에서의 수학적 창의성의 발현과정에 대한 조망을 <그림 2>와 같이 제안한다. 학문으로서의 수학적 창의성은 Hadamard와 Ervynck이 정의한 수학적 창의성과 창의성의 발현되는 과정을 바탕으로 정리한 것으로 새로운 개념의 발견이나 발명에서 그치는 것이 아

니라 이를 수학적 오류 없이 학문적으로 검증하고 증명하는 과정을 수반하여 학문의 구조를 보다 견고하게 하거나 학문적 변화와 발전에 기여하는 가치를 지닌 결과를 이끌어내는 것이며, 학교수학에서의 수학적 창의성이란 교육과정에서 배우는 수학적 내용으로 제한된 범위 안에서 새로운 개념을 이해하고 활용하는 것을 의미한다. 수학 영재교육이 학교교육을 기반으로 하고 있으므로 자신의 지식과 기능을 비롯한 학습 능력을 발휘하여 수학적 개념의 이해와 활용하도록 하는 것을 포함하지만 그 범위와 수준은 일반 학생보다 높게 나타날 수 있으며 영재성의 특성에 비추어 볼 때 일반 학생과는 구별되는 학습 능력과 인지적 능력 및 지식을 가지고 있으므로 이를 활용한 이해와 활용의 차원에서 머무는 것이 아니라 수학적 검증과 정당화 및 타인에게 표현할 수 있는 과정을 포함하여 학문적 수학의 창의성의 요소도 포함해야 할 것이다. 따라서 본 연구에서 정의하는 수학영재의 창의적 생산력과 창의적 산출물도 창의성 발휘에 있어서 창의적 문제해결의 중요성을 강조하고 수학영재의 창의적 문제해결 과정을 기반으로 살펴볼 것이며, 교과목으로서의 수학에서 요구하는 창의성의 개념을 토대로 학습자 수준에서 의미 있는 발견과 이해를 다룰 것이다. 다만 일반 학교교육에서의 창의성 개발이나 창의적 문제해결과 달리 새로운 개념의 이해와 활용 수준에 그치는 것이 아니라 자신의 문제해결 과정에 필요한 수학적 개념이나 지식, 방법 등을 찾아내고 이를 이해, 활용하는 방안을 고안하며 수학적 검증과 정당화 및 표현의 과정을 포함하도록 함으로써 보다 수학적인 문제해결을 강조하며 그 과정도 학문적 절차 수행에 근접하게 구성된 재발명과 재발견을 의미한다. 위의 그림에서 수학영재의 창의성 발현에서는 기존의 지식과 새로운 지식의 경계를 분명하게 구분하지 않은 것은 학교수학의 내용과 범위를 넘어선 수준까지 수학영재의 창의적 작업이 가능하다는 것을 나타낸다. 학생들의 문제해결 과정에서 발견되고 검증 및 정당화되는 수학적 개념이나 증명 방법은 학교 수학의 수준을 바탕으로 했다고 하더라도 개인이 가진 배경지식의 범위와 수준에 따라 학교수학의 수준을 뛰어넘을 수 있으므로 지식의 내용과 범위를 학교수학에서 다루는 것으로 한정하지는 않으며 수학영재의 문제해결 과정에서 얻어지는 수학적 탐구의 과정과 결과가 학문적

판단하고 평가하는 산출물이 사회적인 기여도가 인정되는 것이라고 해서 학교수학에서 학생들에게 요구하는 산출물도 이와 같은 것을 요구할 수 없음을 주장한다. 학교수학이란 차시별 수업단위로 학습이 이루어지며, 학생들이 학습하는 지식은 학생들에게는 매 차시 새로운 내용이고 그에 대한 이해가 필요한 것이지만 이는 이미 생성되어있는 지식이기 때문이다. 역사 발생적 원리(우정호, 2000)에서 본다면 학교수학에서는 수학자가 발견하거나 만들어낸 이론이나 정리, 증명 등을 학습자가 능동적인 학습을 통해 이해하는 과정에서 재발견하거나 재발명할 것을 요구한다. 또한 학생들이 배우는 수학, 지식은 학령에 따라 똑같은 내용이 '새로운 것'이 되기도 하지만 '이미 알고 있는 것'이 되기도 한다. 따라서 학교수학에서의 창의적 산출물에 대한 새로운 접근이 필요하다. 창의성의 의미가 개인이 속해 있는 한 사회에 영향력을 끼칠만한 것이나, 아니면 그것을 만들어낸 개인의 능력 수준에서 새롭고 의미 있는 것이냐에 따라 공적 창의성과 사적 창의성, 또는 역사적 창의성과 개인적 창의성으로 구분지어지는 것처럼, 학문적 수학에서의 창의성과 학교 수학의 창의성, 그리고 이를 판단하는 근거가 되는 산출물의 의미와 수준에서도 구분이 필요하다.

학교 수학에서의 창의성을 어떻게 정의할 것이고 그로부터 만들어지는 산출물의 수준을 어느 정도로 규정할 것인지에 대한 고찰은 수학영재 교육에서도 중요하다. 또한 어떤 과제로부터 학생들의 창의적 산출물을 평가할 것인지를 결정하려면 과제의 내용과 수준에 대한 논의도 필요하다. 영재교육의 내용을 어떻게 구성할 것인가에 대한 방향으로 속진형과 심화형의 두 가지 수업으로 구분할 수 있으나 공교육 체제 안에서의 영재교육은 속진보다는 심화학습을 지향한다(김선희, 김기연, 2005). 속진 학습은 학교 교육과정에서 벗어나 학생의 능력에 따라 수평형으로 지식의 양적인 확장과 관련되며 심화형은 수직적으로 지식의 질적인 이해를 강조한다(조한혁, 2004). 영재교육에서 속진형과 심화형의 장단점을 고려하여 두 가지 측면을 적절히 활용하는 것이 가장 바람직하지만, 속진형 영재수업은 입시 위주의 교육이라는 문제점을 안고 있는 우리나라 교육 풍토에서 자칫 높은 성취점수를 얻고 이를 토대로 상급학교에 진학하기 위한 수단으로 받아들여지는 위험요소가 될 수 있다. 따라서 본 연구에

서 논의하고자 하는 수학영재 교육의 바탕은 학교 수학이며 공교육 체제 안에서의 수학영재 교육을 다루는 것에 한정하고 과제의 성격과 학습 프로그램의 필요에 따라 속진학습적인 요소를 포함하기도 하지만 심화학습을 위한 지도를 지향한다. 따라서 학생들의 창의적 산출물의 주제는 아직 배우지 않은 것, 새로운 것의 여부에 따라 참신성이나 독창성을 판단하는 것이 아니라 이미 배운 주제, 널리 알려진 주제라고 하더라도 그 안에서 이루어지는 재발견과 재발명의 과정이 얼마나 의미 있는 것이냐의 여부가 기준이 되어야 한다. 학습자 수준의 내용 이해, 개념의 재발견과 재발명의 과정을 강조함으로써 수학적 가치가 떨어지는 산출물을 만들어내는 것을 방지하고 이론적 탐구에서도 충분히 창의적 가치가 있는 산출물을 만들어 낼 수 있음을 인식하게 할 것이다.

이에 본 연구에서는 수학영재의 수학적 창의성의 개념을 다음과 같이 정리한다. 수학영재의 수학적 창의성은 학교교육을 기반으로 하며 그 발현 과정은 자신이 가지고 있는 수학적 지식이나 새로 학습할 수학적 지식을 바탕으로 주도적으로 문제를 해결함에 있어 비형식적, 경험적 시행착오를 포함하는 예비 수학적 활동을 통해 수학적 문제 해결의 필요성을 인식하고 수학적 정당화를 이끌어 내고 언어적으로 표현해 내는 것으로 볼 것이다. 학생들이 문제를 인식하고 해결하는 과정에서 시도하는 예비 수학적 활동과 수학적 정당화 및 언어적 표현과정에서 나타나는 재발명과 재발견, 유의미하고 가치 있는 수학적 검증과 해설 등은 학생 수준에서 창의적인 것인지를 판단하게 되며 이것이 학교수학의 수준을 뛰어넘을 수 있는 가능성도 배제하지 않을 것이다.

VI. 결론 및 제언

영재교육은 개인이 가지고 있는 능력을 최대한으로 개발하고 신장시켜 주어야 하는 교육 본연의 목적에서부터 미래 사회의 리더로서 지식 창출은 물론 사회가 직면하는 다양한 문제들을 효과적으로 해결할 수 있는 창의적 인재를 발굴·육성하여 국가발전의 초석을 다지고자 하는 국가 발전의 청사진 계획 수립까지 다양한 측면과 수준에서의 목적을 가지고 시작되었다.

처음 영재교육을 시작할 때 연구자를 비롯하여 영재

교육을 담당하는 교사들이 가장 주목했던 것은 누구를 영재로 판별할 것인가와 어떤 내용을 어떤 방법으로 가르칠 것인가에 대한 문제였으나 일련의 교육과정을 마치고 평가 장면에서 이르렀을 때, 창의적 생산력 신장이라는 교육 목표 아래 어떻게 지도하고 평가할 것인가에 대한 구체적인 방법이 마련되어 있지 않았다는 문제에 직면하게 되었다. 창의적 생산력 신장이라는 교육목표는 수학 영재교육에서도 학생들에게 창의적 산출물을 만들어 낼 것을 요구했고 창의적 산출물 발표라는 형식의 평가를 통해 학생들을 평가하고 있다. 그러나 이러한 평가는 수학 영재교육에서 의미하는 창의적 생산력과 산출물이 무엇인가에 대한 진지한 논의 없이 시작되었으며 학생과 교사 모두에게 문제를 만들었다. 창의적 생산력과 산출물에 대한 명확한 개념이 서지 않은 채로 교사의 지도와 평가와 학생 수행이 이루어지게 되면 창의적이라는 말은 새롭게 보이는 것과 유용하게 보이는 것에 중점을 두어 무언가 눈에 보이는 결과물을 만들어 내야만 할 것 같은 부담감을 안겨주었고 그로 인해 현실적으로 학생들이 만들어내는 대부분의 창의적 산출물은 재발견 재발명하는 과정을 거쳐 진정한 의미의 창조 과정을 거치지 않은 채 지식과 정보만을 수집하고 재조합하는 부작용을 낳았다. 따라서 수학영재교육이라는 특화된 영역에서의 창의적 생산력과 산출물의 개념을 분명히 하는 것은 교사의 교육활동은 물론이고 영재로 판별되어 교육을 받는 학생들에게도 나아가야 할 방향을 제시하는 이정표를 제공해주는 것이라 할 수 있다.

창의적 생산력의 신장은 수학영재교육의 중요한 목표가 된다. 이 목표 달성을 위한 첫걸음은 수학영재의 수학적 창의성에 대한 조작적 정의를 내리는 것으로써 가능해진다. 본 연구의 결론을 정리하면 다음과 같다.

첫째 본 연구에서는 수학 영재의 수학적 창의성의 개념을 탐색하기 위하여 학문으로서의 수학적 창의성 및 학교수학에서의 수학적 창의성과 비교하여 분명한 위치를 지정하였다.

둘째, 창의적 생산력 신장이라는 교육목표 이해와 교육활동 수행의 방향을 제시하기 위해 수학영재라는 교육대상의 특성, 수학이라는 영역 특수성을 반영하여 영재교육에서 수학적 창의성을 어떻게 보아야 할 것인가에 대한 관점을 분명히 하였다. 이는 창의적 생산력과 산출

물의 의미를 분명하게 규정짓는 데에 활용될 수 있을 것이다.

셋째, 수학영재의 수학적 창의성의 과정과 수준에 대한 방향을 제시함으로써 이를 토대로 창의적 생산력을 지도하고 평가해야하는 교사뿐만 아니라 산출물을 만들어내고 평가받는 학생의 차원에서 분명한 목표지점을 안내해주는 이정표가 제공될 것이다. 따라서 창의적 산출물이라는 말의 어감에 눌러 무조건 학교에서 배우지 않은, '새롭게 보이는' 주제나, '실생활 속의' 상황과 역지로 짜 맞춘 듯 한 주제 선정과 재발견과 재발명의 과정이 포함되지 않은 지식과 자료, 정보 수집과 재조합의 수준에 머무르는 것을 방지하고 진정한 의미의 산출물을 만들어내고 이를 바탕으로 학생들의 수학적 지식과 이해의 폭을 넓혀 나갈 수 있는 방향을 제시할 수 있을 것이다.

본 연구에서 수학영재의 수학적 창의성의 개념을 탐색하였다. 이를 토대로 수학영재교육의 현장에 대한 구체적이고 현실적인 방향제시와 이론적 지지기반 제공을 위하여 수학영재의 창의적 생산력과 창의적 산출물의 조작적 정의와 요건 제시, 실질적인 사례개발 등이 필요할 것이다. 또한, 학생들의 창의적 생산력을 신장하기 위한 학습-지도 방법과 더불어 학생들이 유의미한 산출물을 만들어 낼 수 있도록 안내하며 그 산출물의 교육목표와 활동에 맞게 평가할 수 있는 평가방법에 대한 연구가 뒤따라야 할 것이다.

참 고 문 헌

- 김경자·이경진·유솔아 (2005). 창의성 증진을 위한 초등수학 교육과정 개발의 실제. 서울 : 교육과학사.
- 김미숙(2005). 중학생 영재와 일반학생의 과학 창의적 문제해결력에 미치는 영향요인 분석. 교육심리학연구, 19(2), pp.477-503.
- 김선희·김기연 (2004). 수학적 모델링 과정에 포함된 추론의 유형 및 역할 분석. 학교수학, 6(3), pp.283-299.
- _____ (2005). 수학 영재의 심화학습을 위한 다각형의 무게중심 연구. 수학교육학 연구, 15(3), pp.335-352.
- 김선희·김기연·이종희 (2005). 중학교 수학영재와 과학

- 영재 및 일반학생의 인지적·정의적·정서적 특성 비교. 수학교육, 44(1), pp.113-124.
- 김영채 (1999). 창의적 문제 해결 : 창의력의 이론 개발과 수업. 서울 : 교육과학사.
- 김진호 (2004). 수학적 창의성에 대한 일 논의-창의적인 사람, 창의적인 산물, 창의적인 과정이란 관점으로부터-. 수학교육논문집, 18(3), pp.45-56.
- 김창일·전영주 (2005). 수학영재교육 프로그램의 설계 및 교수전략. 수학교육논문집, 19(2), pp.453-469.
- 김홍원·김명숙·송상현 (1996). 수학 영재 판별 도구 개발 연구(I). 연구보고 CR 96-26. 한국교육개발원.
- 나귀수 (2000). 수학 영재교육 프로그램 개발을 위한 연구. 학교수학, 2(1), pp.311-331.
- 도종훈 (2006). 중학교 기하 영역에서의 수학적 창의성 교육연구. 서울대학교 박사학위 논문.
- 박경희·서혜애 (2005). 과학영재학교 교육프로그램에 대한 학생 및 교사의 인식 분석. 교육과정연구, 23(3), pp.159-185.
- 박성익·조석희·김홍원·이지현·윤여홍·진석언·한기순 (2003). 영재교육학원론. 서울: 교육과학사.
- 박수경·김광휘 (2005). 과학영재학생의 사고양식 유형과 학업성취 및 과학개념과의 관계분석. 한국과학교육학회지, 25(2), pp.307-320.
- 방승진·최중오 (2006). 심화발문을 통한 영재 수업 모델 연구. 수학교육논문집, 20(1), pp.87-101.
- 서동엽 (2005). 수학 영재 수업에서 사회적 구성주의 적용 방안. 학교수학, 7(3), pp.237-252.
- 송상현 (1998). 수학 영재성 측정과 판별에 관한 연구. 서울대학교 대학원 박사학위 논문.
- _____ (2002). 수학 영재를 위한 교수 원리 및 방법의 적용에 대한 소고. 인천교육대학교 과학교육논총, 14, pp.311-329.
- 신인선·김시명 (2006). 개방형 문제 해결과정에서 수학 영재아와 수학 우수아의 행동특성 분석. 수학교육 논문집, 20(1), pp.33-59.
- 심혜진·장신호 (2007). 과학 영재 아동과 일반 아동의 창의적 과학 문제 해결 과정에 대한 사례 연구. 초등과학교육, 25(5), pp.532-547.
- 양수경 (2002). 고등학생을 대상으로 한 분야별 양재 판별도구의 탐색과 그 활용 방안 연구. 성균관대학교 대학원 석사학위 논문.
- 우정호 (2000). 수학 학습 지도 원리와 방법. 서울 : 서울대학교출판부
- 유운재 (2005). 산출물 중심의 수학 영재 프로그램의 연구. 수학교육 논문집, 19(3), pp.557-569.
- _____ (2006). 창작물 중심 영재교육의 중요성. 수학교육 논문집, 20(1), pp.1-8.
- 윤경미·김정섭 (2006). 영재판별의 새로운 변인 : 문제 발견력. 교육심리연구, 20(3), pp.587-604.
- 윤초희·김홍원 (2004). 지적으로 우수한 영재아의 형식적 사고, 초인지 및 창의력에 관한 연구. 교육심리학회지, 18(1), pp.241-260.
- 윤초희·강승희 (2005). 인지적 특성에 의한 영재 유형간 판별분석 : 초등 언어영재와 수학영재의 경우. 한국심리학회지: 발달, 18(3), pp.63-80.
- 이경화 (2003). 수학 영재교육 자료의 개발과 적용 사례 연구. 수학교육학연구, 13(3), pp.365-382.
- 이정규 (2005). 창의성의 측정과 영역성에 대한 탐색적 연구. 성균관대학교 교육학 박사학위 논문.
- 이지현 (2004). 창의성 계발을 위한 수학 교실수업 분석 체계 연구. 창의성 계발을 위한 교실 수업연구 및 개선방향. 이화여자대학교 교육과학 연구소 2004 정기 학술 대회. pp.31-77.
- 이현미(2005). 2004 한국과학영재올림피아드 참가 수학영재와 과학영재의 실천지능 비교. 교육심리연구, 19(3), pp.835-859.
- 전경원 (2004). 동·서양의 하모니를 위한 창의학. 서울: 학문사.
- _____ (2006). 창의성 교육의 이론과 실제. 서울 : 창지사
- 조한혁 (2004). 컴퓨터 창의력 수학. 창의적 지식 생산자 양성을 위한 영재교육[중등수학편]. 한국교육개발원 연구교재 RM2004-21-3. pp.109-146.
- 주희영·동효관·김성하·김희백·이길재 (2005). 과학 영재의 창의적 문제해결력 신장을 위한 발생학 수업 프로그램 적용 효과 분석. 한국생물교육학회지, 34(2), pp.257-268.
- 최영기·도종훈 (2001). 수학 영재의 창의적 특성 분석.

- 수학교육학습지, 6, pp.135-153.
- 함남우 (2004). 수학 영재 교육방향. 창의적 지식 생산자 양성을 위한 영재교육[중등수학편]. 한국교육개발원 연수교재 RM2004-21-3. pp.170-186.
- 황동주 (2006). 수학 영재교육 프로그램 분석 및 개발 방향. 제 37회 전국 수학교육 연구대회 프로시딩 (경상대학교), pp.173-187.
- 황동근·박병기 (2005). 지능과 창의성에 의한 영재유아와 일반유아의 비교. 아동교육, 14(2), pp.259-270.
- 황우형·최계현·김경미·이명희 (2006). 수학교육과 수학적 창의성. 수학교육논문집, 20(4), pp.561-574.
- Amabile, T. M. (1998). 창의성과 동기유발. 전경원 편역. 서울 : 창지사. (원저는 1989년 출판)
- Baer, J. (2001). 창의적인 교사, 창의적인 학생. 우종욱, 전경원 역. 서울 : 창지사. (원저는 1997년 출판)
- Benbow, C. P. & Minor L. L. (2004). Cognitive Profiles of Vervally and Mathematically Precocious Students : Implications for Identification of the Gifted. In Renzulli, J. S.(Ed.) *Identification of Students for Gifted and Talented Programs*. pp. 87-100. California : Corwin Press.
- Bleedorn, B. (1986). Creativity : Number One Leadership Talent for Global Futures. *The Journal of Creative Behavior*, Vol.20, Number4, pp.276-282.
- Cramond, B. (2005). *Fostering Creativity in Gifted Students*. Texas : Prufrock Press Inc.
- Csikszentmihalyi, M. (1999). Implications of a Systems Perspective for the Study of Creativity. In Sternberg, R. J.(Ed.), *Handbook of creativity*. New York : Cambridge University Press. pp.313-335.
- Ervynck, G. (1991). Mathematical Creativity. In Tall, D (Ed.). *Advanced Mathematical Thinking*. Kluwer Academic Publishers. pp.42-54.
- Feldhusen, J. F. (2001). Multiple Options as a Model for Teaching the Creatively Talented Child. In Lynch, M. D.& Harris, C. R.(Eds.). *Fostering Creativity In Children, K-8*, pp.3-14. Allyn& Bacon
- Feldhusen, J. F. & Asher, W. & Hoover, S. M. (2004). Problems in the Identification of Giftedness, Talent, or Ability. In Renzulli, J. S. (Ed.). *Identification of Students for Gifted and Talented Programs*. pp.79-86. California : Corwin Press.
- Hadamard, J. S. (1990). 수학분야에서의 발명의 심리학. 정계섭 역(1990). 서울 : 범양사출판부. (원저는 1975년 출판)
- Haylock, D. W. (1986). A framework for assessing mathematical creativity in schoolchildren. *Educational studies in mathematics* 18(1), 59-74
- _____ (1987). Mathematical Creativity in Schoolchildren. *The Journal of Creative Behavior*, 21(1), pp.48-59.
- _____ (1997). Recognizing Mathematical Creativity in Schoolchildren. *Zentralblatt fur didaktik der Mathematik*, 29(3), pp.68-74.
- Horowitz, F. D. (2004). A Developmental View of Giftedness. In Sternberg, R. J.(Ed.). *Definitions and Conceptions of Giftedness*. pp.145-154.
- Kaplan S. N. (2004). Myth : There is a Single Curriculum for the Gifted! . Ed. VanTassel-Baska, J. *Curriculum for Gifted and Talented Students*. pp.41-44.
- Karnes, F. A. & Stephens, K. R. (2000). *The Ultimate Guide for Student Product Development & Evaluation*. Prufrock Press Inc.
- Krutetskii, V. A. (1976). *The Psychology of Mathematical Abilities in Schoolchildren*. The University of Chicago Press.
- Leung Shuk-kwan S. (1997). On the Role of Creativity Thinking in Problem Posing. *Zentralblatt fur didaktik der Mathematik*, 29(3), pp.81-85.
- Maker, C. J. (2004). Developing Scope and Sequence in Curriculum. In VanTassel-Baska,J.(Ed) *Curriculum for Gifted and Talented Students*. pp. 25-40.
- Meador, K. S. (1997). *Creative Thinking and Problem Solving for Young Learners*. Englewood : Teacher Ideas Press

- Passow, A. H. (2004). Curriculum for the Gifted and Talented at the Secondary Level. In VanTassel-Baska, J.(Ed.). *Curriculum for Gifted and Talented Students*. pp. 103-114.
- Piechowski, M. M. & Colangelo, N. (2004). Developmental of the Girted. In Sternberg, R. J.(Ed.). *Definitions and Conceptions of Giftedness*. pp.117-132.
- Puccio, K., Keller-Mathers, S. & Treffinger, D. J. (2000). Adventures in Real Problem Solving. Prufrock Press, Inc.
- Reis, S. M. & Renzulli, J, S. (2001). The Schoolwide enrichment Model : Developing Students' Creativity and Talents. In Lynch, M. D. & Harris, C. R.(Eds.). *Fostering Creativity In Children, K-8*, pp.15-39. Allyn& Bacon.
- Renzulli, J. S. (2004a). A General Theory for the Development of Creative Productivity Through the Pursuit of Ideal Acts of Learning. In VanTassel-Baska, J.(ed.). *Curriculum For Gifted And Talented Students*. pp.65-92.
- _____ (2004b). Myth : The Gifted Constitute 3-5% of the Population. In Renzulli, J. S.(Ed.). *Identification of Students for Gifted and Talented Programs*. pp.63-70. California : Corwin Press.
- Rhods, M. (1961). *Analysis of creativity*. Phi Delta Kappan, 42, pp.305-310.
- Robert, S. I. (2003). *사고유형*. 이영애 역. 서울: 시그마프레스. (원전은 1999년 출판)
- Silver, E. A. (1997). Fostering Creativity through Instruction Rich in Mathematical Problem Solving and Problem Posing. *Zentralblatt fur didaktik der Mathematik*, 29(3). pp.75-80.
- Sisk, D. (1987). *Creative Teaching of the Gifted*. McGraw-Hill Book Company
- Sriraman, B. (2004). The Characteristics of Mathematical Creativity. *The Mathematical Educator*. 14(1). pp.19-34.
- Urban, K. K. (1996). *창의성-요소적 접근 모델*. 조석희 역. 인간발달 연구, 24, pp.5-27. (원논문은 1995년)
- Yoshihiko Hashimoto (1997). The Methods of Fostering Creativity through Mathematical Problem Solving. *Zentralblatt fur didaktik der Mathematik*, 29(3). pp.86-87.

A study on the concept of mathematical creativity in the mathematically gifted aspect

Chong Hee Lee

Ewha Womans University, E-mail : jonghee@mm.ewha.ac.kr

Ki yoen Kim

The Graduate School of Ewha Womans University, E-mail : freenego@lycos.co.kr

On considering the mathematical creativity of the gifted in mathematics, some points should be reflected such as the characteristics of learners, the gifted and of domain-special facts in mathematics. And the clear view of mathematical creativity of the gifted in mathematics makes a way to define the meanings of creative-productive ability and of creative products.

Therefore to explicate the concept of mathematical creativity of the gifted in mathematics, researcher reviewed literacies of the concept of creativity in general fields, classical mathematicians, and school mathematics.

In conclusion, first, mathematical creativity of the gifted in mathematics should be considered on the aspects of subject-mathematics, object-the gifted, and performing-gifted education. Second, it contains advanced problem solving matters on the school mathematics curriculum but reflect the process of recovery and reinvent and it is suggested in [fig.1] and [fig. 2].

* ZDM Classification : D23

* 2000 Mathematics Subject Classification : 97D20

* Key Words : gifted in mathematics, gifted education, giftedness, creativity, mathematical creativity