

창의성의 본질적 관점에서 본 수학적 창의성 교육의 국내 연구 동향

하 수 현* · 이 광 호** · 성 창 근***

본 연구의 목적은 기존의 수학적 창의성 관련 연구들이 수학적 창의성을 어떻게 개념화하고 있는지에 관한 연구 동향을 분석하는 것이다. 이를 위해 수학적 창의성 관련 논문 101편을 대상으로, 수학 교과와 관련된 창의성을 일컫기 위하여 어떤 용어를 사용하는지, 수학적 창의성을 조작적으로 정의하고 있는지, 정의하고 있다면 영역 특수적 정의를 하는지, 수학적 창의성을 보는 관점, 범주, 수준은 어떠한지를 분석하였다. 연구 결과, 관련 연구들은 수학 교과에서의 창의성을 가리키기 위해 ‘수학적 창의성’이란 용어를 가장 많이 사용하고 있었다. 또한 수학적 창의성에 대해 명시적으로 정의한 연구가 59.4%였고, 명시적 또는 암시적 정의를 한 연구 중 영역 특수적 정의를 한 연구가 54.4%였다. 수학적 창의성 관련 연구들은 창의성을 보는 4가지 관점에 대해 골고루 접근하고 있었으며, 창의성의 범주 중 환경적 요소를 고려한 연구가 드물었다. 창의성의 수준에 대해, 관련 연구들은 학교 수준에서의 작은 창의성에 집중되어 연구를 진행하고 있었다. 이러한 결과를 바탕으로, 수학적 창의성에 대한 명확한 관점 및 개념화의 필요성, 창의성의 다양한 관점 및 범주를 아우르는 총체적 접근의 중요성, 학생들 개개인의 해석과 지식의 구성 과정을 강조하는 미니 창의성 수준에서의 수학적 창의성 연구의 필요성 등의 결론을 제기할 수 있었다.

1. 서론

창의성은 미래 사회를 살아가는 데 필요한 핵심 역량으로서 매우 강조되고 있는 능력이다. 과거 일부 천재나 영재들만이 창의성을 지녔다고 보던 관점에서 벗어나, 최근에는 창의성을 모든 인간이 가지고 있는 잠재된 능력으로 간주하고 학교 교육을 통해 이러한 잠재력을 길러줄 수 있다는 관점에서 많은 논의가 진행되고 있다.

창의성은 특히 수학교육에서도 중요한 요소의 하나로, 2011 개정 수학과 교육과정에서는 개정의 기본 방침으로 창의성 함양을 강조하고 있다(교육과학기술부, 2011). 수학의 본질은 단순히 정확한 답에 도달하는 것이 아니라 창의적으로 사고하는 데 있으며, 특히 수학적 창의성¹⁾은 전체적인 수학적 성장을 보장하고 수학적 능력의 계발을 위해 필수적이기 때문에 매우 중요한 능력이라 볼 수 있다(Mann, 2006; Sriraman, 2004).

수학적 창의성은 인간의 잠재적인 능력을 설

* 한국교원대학교 대학원(gktngus@lycos.co.kr)

** 한국교원대학교(paransol@knue.ac.kr), 교신저자

*** 광주큰별초등학교(doway7668@hanmail.net)

1) 연구 결과에서 다루고 있는 바와 같이, 연구들마다 수학 교과와 관련된 창의성을 일컫는 용어로 수학적 창의성, 수학 창의성, 수학 창의적 문제 해결력 등의 용어를 다양하게 사용하고 있지만, 그 중 가장 많이 사용되는 용어가 ‘수학적 창의성’이므로 본 논문에서는 이 용어를 사용하고자 한다.

명하기 위한 개념으로서 눈에 보이는 실체가 있는 것이 아니므로 그 정의를 내리는 일이 결코 쉽지 않다. 곧, 창의성에 대해 학자들 간에 합의된 정의를 찾기가 어려우며, 그 결과 학자들마다 서로 다른 관점에서 수학적 창의성을 보고, 각기 다른 관점에서 연구가 진행되고 있다. 거의 모든 연구는 연구 주제에 대한 명확한 정의에 근거하여 이루어지므로 수학적 창의성을 명확하게 정의하는 것은 수학적 창의성 연구의 논리적 출발점이 된다. 따라서 수학적 창의성에 대해 널리 합의된 정의가 존재하지 않는 것은 더 발전적인 수학적 창의성 연구의 걸림돌이 됨을 부인할 수 없다(Mann, 2006).

또한 수학적 창의성을 정의한다 하더라도, 일반 창의성에 대한 정의를 수학이라는 영역만 달리하여 활용하는 경우가 다수 있다. 그러나 심리학에서 보는 일반적 창의성에 대한 정의를 수학교과에 그대로 적용하는 것에는 무리가 따른다. 왜냐하면 수학적 창의성에는 일반적 창의성에서 중요하게 다루지 않는 수학 교과 자체의 학문적 특성으로서 논리성, 엄밀성, 비판적 사고, 추론 등이 무시될 수 없기 때문이다(김부윤, 이지성, 2007).

앞서 살펴본 바와 같이 수학적 창의성이 무엇을 의미하는지에 대한 논의가 부족한 가운데, 이 주제와 관련된 연구들은 비교적 활발히 이루어져 왔다. 그 중 수학적 창의성을 정의하고 용어 조작을 시도한 몇몇 연구들이 있었지만(예, 김관수, 2008; 박만구, 2009; 유윤재, 2004; 황우형 외, 2006), 이들 연구의 대부분은 문헌 검토를 통해 이론적 관점에서 수학적 창의성을 정의하고 있으며, 수학적 창의성 관련 연구들이 실제로 수학적 창의성을 바라보는 본질적 관점이 어떠한지 양적, 질적 접근을 시도한 연구는 없었다. 조연순과 정지은(2012)은 창의성의 범주 및 수준을 중심으로 국내 창의성 교육의 연구 동향을 분석

하였지만, 이는 영역 특수적인 창의성이 아닌 일반 창의성과 관련된 모든 연구를 포함시킴으로써 이를 통해 수학적 창의성에 관한 연구의 동향이 어떠한지를 파악하는 데 한계가 있다. 또한 최병훈과 방정숙(2012)은 창의성의 영역을 제한하여 수학적 창의성 교육에 관한 연구 동향을 분석하였는데, 연구의 대상, 방법, 주제의 측면에서 동향을 분석함으로써 이를 통해 관련 연구들이 수학적 창의성을 본질적으로 어떠한 관점에서 바라보는가에 관한 동향을 얻기는 어렵다.

따라서 본 연구는 수학적 창의성에 관한 연구의 출발점으로서 수학적 창의성을 무엇으로 보는가 하는 연구의 관점이 중요하다는 인식을 바탕으로, 지금까지의 연구들이 수학적 창의성을 바라보는 본질적 관점이 어떠한 것인지 그 동향을 분석해 보는 데 목적이 있다. 본질적 관점이라 함은 수학적 창의성을 어떻게 정의하고 있는지, 정의에는 어떠한 구인들이 포함되어 있는지, 수학적 창의성을 바라보는 범주 및 수준은 어떠한지 등을 일컫는다. 이와 같이 수학적 창의성 관련 연구의 동향을 본질적으로 들여다보고자 한 본 연구는, 교육 현장 또는 관련 연구들에 반성적 시각을 제공함으로써 연구의 기반을 더욱 강화하며, 일관성 있는 연구 수행에 도움을 줄 수 있으리라 기대한다.

II. 이론적 배경

1. 수학적 창의성의 정의

수학적 창의성에 대한 정의는 매우 다양하며 연구자의 관점에 따라 다르게 나타난다. 창의성의 일반적 정의 안에서, 사용되는 소재만을 수학과 관련된 내용에 국한하여 수학교육에서의 창의성이라 보는 관점이 있는가 하면(예, 박만구,

2011), 수학에서 강조되는 문제 해결의 과정을 수학적 창의성과 동일시하는 경우도 있다(예, 김수경 외, 2012).

일반 창의성과 마찬가지로, 수학적 창의성에 대한 정의도 크게 두 가지로 구분할 수 있는데, 그 하나는 창의적인 사고의 질을 강조하면서 인지 과정 속에 포함된 사고의 특성에 초점을 맞추어 수학적 창의성을 설명하는 경우이며(예, Haylock, 1987; Krutetskii, 1976), 다른 하나는 창의적인 사고의 결과로 나온 산출물에 초점을 두어 수학적 창의성을 정의하는 경우이다(예, Jensen, 1973; Sriraman, 2004). 또 창의적인 사고 과정과 창의적 산출물 둘 다를 강조하여 수학적 창의성을 정의하기도 한다(예, 김부윤, 이지성, 2005). 사고 과정의 관점에서 창의성은 유창성, 독창성, 융통성 등의 사고 능력을 포함한 수학적 인지 능력으로 설명될 수 있는 반면, 최종 산출물의 관점에서 창의성은 수학적으로 새롭고 독창적이며 유용한 산출물을 만들어내는 능력이다.

2. 수학적 창의성에 대한 관점 및 범주

가. 수학적 창의성에 대한 김부윤과 이지성의 관점

수학적 창의성을 논의할 때, 수학이라는 영역 특수적인 부분과 창의성이라는 영역 일반적 부분을 동시에 고려하지 않을 수 없으며, 연구자마다 수학과 창의성 중 어느 쪽에 더 강조점을 두는가의 차이만 존재할 뿐이다. 또한 수학적 창의성을 정신적 사고 과정으로 설명할 수 있는가 하면, 사고 과정의 결과로서 생성되는 발산적 산출물에 집중하여 볼 수도 있다.

이러한 두 가지 준거를 바탕으로 김부윤과 이지성(2007)은 <표 II-1>과 같은 수학적 창의성에 대한 네 가지 접근을 제안하였다.

<표 II-1> 수학적 창의성에 대한 관점

과정/결과 특정/일반	사고 과정 (Thinking process)	발산적 산출물 (Divergent production)
수학 (Mathematics)	McTd 수학-사고 과정	MctD 수학-발산적 산출물
창의성 (Creativity)	mCTd 창의성-사고 과정	mCtD 창의성-발산적 산출물

첫째, 수학-사고 과정 접근(McTd)은 창의성보다는 수학 교과 고유의 특성 또는 수학의 본질적 사고에 더 강조점을 두고 수학적 창의성을 정신적 사고 과정으로 설명하는 경우이다. 예를 들어, Krutetskii(1976)는 수학 영재성과 수학적 창의성을 동일하게 보고, 하나의 정신적 작용에서 다른 것으로의 전환이라는 사고 과정의 유연성을 강조하였으므로 수학-사고 과정 접근을 따른다고 할 수 있다. 둘째, 수학-발산적 산출물 접근(MctD)은 수학 교과 특성을 강조하되 사고 과정보다는 사고 과정의 결과로 생성되는 발산적 산출물에 더욱 집중하는 경우이다. 예를 들어, 여러 가지 활동 프로그램을 통해 수학적 창의성을 증진, 평가하는 방안에 대해 논의한 이강섭과 심상길(2005)의 연구는 이러한 관점에 해당된다고 볼 수 있다. 셋째, 창의성-사고 과정 접근(mCTd)은 새로움이나 독창성, 다양한 결과물을 통해 수학적 창의성을 확인하고자 하며 산출물보다 사고 과정 자체에 관심을 두는 관점이다. 예로, 일반적인 창의성 증진 기법을 수학적 창의성에 적용하여 많은 해결 방법을 모색하는 Sheffield(2005)의 연구가 이에 해당된다(김부윤, 이지성, 2007, 재인용). 넷째, 창의성-발산적 산출물 접근(mCtD)은 수학 교과 특성보다는 일반적인 창의적 특성에, 사고 과정보다는 그 결과물에 더욱 강조점을 두며, 예로, 문제 상황에서 고정된 사고방식을 탈피하여 다양한 산출물을 내는

과정을 수학적 창의성으로 보는 박혜진과 권혁진(2010)의 관점을 들 수 있다.

나. 창의성의 범주

창의성 관련 대부분의 연구는 창의적인 사람, 창의적인 과정, 창의적인 산출물, 창의적인 환경의 4가지 범주를 기반으로 창의성에 접근한다(김진호, 2004). 이러한 범주의 차이는 연구자들이 다른 렌즈를 통해 창의성을 보게 하며 그 결과 각기 다른 관점에서의 창의성 연구를 실행시킨다.

첫째, 창의적인 사람의 관점에서 창의성에 접근하는 연구들은 창의적인 사람들의 특성을 강조한다. Torrance(1974)에 의해 개발된 창의적 사고 검사를 통해 학생의 유창성, 독창성, 융통성을 측정하는 연구와 같이, 창의적인 사람들의 지적 특성 및 창의적 성향을 연구하는 것이 이에 해당된다고 볼 수 있다. 둘째, 창의적인 과정으로 창의성을 보면 창의적인 산출물을 내기까지의 과정이 얼마나 창의적이었는가를 고려하게 된다. 창의성의 발현 과정에 관한 Sriraman(2004)의 연구가 대표적인 예가 될 수 있다. 셋째, 창의적인 산출물로 창의성을 보는 연구들은 새롭고, 유용한 결과를 산출해 내는 능력을 강조한다. 이러한 관점은 창의성을 논의할 때 창의적인 과정뿐만 아니라 창의적인 산출물이 반드시 존재해야 한다는 것을 강조한다(예, Jensen, 1973; Sriraman, 2004). 넷째, 창의적인 환경의 관점에서 창의성을 정의하는 연구는 창의적인 능력과 성향을 형성하도록 하는 문화와 사회의 역할을 강조한다. 창의적인 행동을 촉진하거나 저해하는 사회·문화적 요인들에 관한 연구가 이에 해당되며, 예로, 창조물은 개인 혼자만이 아닌 전체적인 환경이 함께 영향을 미치는 발현적 과정을 거쳐 나타난다고 주장한 Sawyer(2003)의 연구를 들 수 있다.

창의성에 관한 여러 학자들의 개념을 종합해

보면, 초기에는 창의적인 사람이나 과정, 산출물과 같은 특정한 부분에 초점을 두어 창의성을 설명했으나, 최근에는 사람, 과정, 산출물, 사회적 환경과 같은 여러 측면들을 동시에 고려해 창의성을 개념화하고 있음을 알 수 있다(조연순, 성진숙, 이혜주, 2008). 이와 같이, 더욱 효과적인 창의성 교육을 위해서는 위의 범주들을 개별적으로 고려하기보다 창의성의 4가지 범주에 통합적, 총체적으로 접근할 필요가 있으며, 통합적 관점에서 볼 때, 창의성은 ‘창의적인 특성을 갖는 개인이나 집단이 창의적인 과정을 거쳐 사회적 맥락에 의해 새롭고 유용하다고 인정받을 수 있는 산출물을 생성하는 능력’으로 정의될 수 있다.

3. 창의성의 수준

창의성은 종종 큰 창의성(Big-C, 저명한 창의성)과 작은 창의성(little-c, 평범한 혹은 일상적인 창의성)으로 구분된다. Kaufman과 Beghetto(2009)는 창의성을 큰 창의성과 작은 창의성의 둘로 구분하는 이분법적 관점을 따르게 되면, 두 창의성 간의 간격이 너무 커서 모호한 문제가 발생한다는 것을 지적하면서 창의성의 4c 모델을 제안하였다. 이 모델에서는 창의성을 큰 창의성(Big-C), 전문가적 창의성(Pro-c), 작은 창의성(little-c), 미니 창의성(mini-c)의 4수준으로 구분하고 있다.

큰 창의성은 노벨상이나 풀리처상과 같이 유명한 상을 수상하거나 백과사전에 등재될 정도의, 보다 넓은 사회적 맥락에서 명백하게 저명한 업적이라고 인정되는 수준의 창의성을 가리키는 용어이다. 이러한 수준에 이르기 위해서는 상당한 양의 시간이 필요하며 종종 사후평가를 통해 큰 창의성으로 인정받기도 한다.

전문가적 창의성은 전문적인 창조자이기는 하지만 아직 저명한 상태에 이르지 못한 사람들의 창의성을 설명하기에 적절한 범주로서 제안되었

다. 예를 들어, 특정 분야에서 역사적으로 길이 남을만한 업적은 아니지만 당시 혁신을 일으킨 전문가가 있을 수 있으며 이들의 창의성을 설명하기 위해서는 전문가적 창의성이 적합하다.

작은 창의성은 비전문가가 일상적인 과정에서 수행하는 창의적 행동에 초점을 두는 수준으로, 오직 특정한 사람만이 창의적일 수 있다는 관점에서 벗어나 잠재적인 능력으로서 창의성을 강조한다. 창의성에 대해 널리 합의된 기준인 '새로움'과 '유용함'은 작은 창의성으로 설명하는 것이 적합하며, 학교 교육에서 볼 때, 창의성 검사에서 높은 점수를 얻거나 동료 집단보다 더 창의적인 산출물을 만든 학생들의 창의성 또한 작은 창의성으로 설명될 수 있다.

미니 창의성은 기존에 존재하지 않는 새롭고 혁신적인 무언가를 만들어 내는 것이 아니라, 학생들이 학교에서 새로운 개념을 학습하거나 새로운 은유를 만들 때 경험한 창의적 통찰 과정을 설명하기에 적합한 수준이다. 이 수준에서는 아직 눈에 보이는 형태로 표현되지 못한 정신적인 구성 또한 창의적인 것으로 보고 개인적 지식의 구성 과정을 강조한다. 또한 창의성은 모든 사람들이 가지고 있으며 발휘될 수 있는 능력으로서 교육을 통해 길러질 수 있다고 보고 창의성의 개인적, 발달적 측면을 강조한다.

III. 연구 방법

1. 연구 대상

수학적 창의성을 주제로 한 국내 연구물을 검색하기 위하여 국내 학술 논문 검색사이트인 과학기술 학회마을(<http://society.kisti.re.kr>)의 논문 상세 검색 메뉴와 각 학회 홈페이지의 논문 검색 메뉴를 활용하였다. 대상 논문 선정을 위하여

1차로, 과학기술 학회마을에서 키워드를 '수학'과 '창의'로 하여 검색한 결과, 국가과학기술정보센터(NDSL)에서 제공하는 수학적 창의성 관련 논문 77편을 얻을 수 있었다. 2차로, 수학 교육 및 창의성 관련 학회에서 제공하는 논문 검색 메뉴에서 동일한 키워드로 검색한 결과, 1차 대상에 포함되지 않은 21편의 논문이 추가되어 모두 98편의 논문이 검색되었다. 이 중 창의적 산출물 또는 창의적 태도만을 집중적으로 다루어 전체적인 수학적 창의성에 대한 관점을 판단하기 어려운 연구 5편, 수학적 창의성에 대한 관점은 배제하고 수학 교구를 활용하여 창의성을 증진시키는 방법만을 집중적으로 제시한 연구 2편, 수학에서의 창의적 글쓰기에 관한 연구로 수학적 창의성과는 다소 거리가 있다고 판단된 연구 1편을 제외한 총 90편이 본 연구의 대상이 되었다. 3차로, 1, 2차 검색에서 얻어진 90편의 논문을 분석하면서 각 논문에서 제시한 참고 문헌 목록 중 수학적 창의성 관련 논문이지만 대상에 포함되지 않은 연구들을 찾아보았으며, 그 결과 17편의 논문이 추가로 얻어졌다. 17편의 논문 중 한국학술진흥재단에 등재(후보)된 학술지가 아닌 대학 부설 연구소 발간 논문 6편을 제외한 11편의 논문이 3차 연구대상이 되었으며, 1차와 2차, 3차를 합하여 본 연구의 대상 논문은 모두 101편으로, 연도별, 학술지별 분석대상논문을 정리하면 <표 III-1>, <표 III-2>와 같다.

<표 III-1> 연도별 분석대상논문

연도	1998	1999	2000	2001	계
논문편수(편)	4	3	7	6	101
연도	2002	2003	2004	2005	
논문편수(편)	7	10	12	8	
연도	2006	2007	2008	2009	
논문편수(편)	4	10	4	2	
연도	2010	2011	2012	2013	
논문편수(편)	9	4	10	1	

검색 결과 연구 대상 논문의 게재 연도는 1998년~2013년 8월이었다. 연구의 동향은 보통 5년, 10년 등과 같이 기간을 설정하여 보는 것이 일반적이거나, 수학적 창의성과 관련하여 연구가 활발히 진행된 지는 그리 오래되지 않았으므로, 지금까지 진행된 연구들의 전체적인 경향과 흐름을 분석해 보기 위하여 연도를 구분하지 않고 검색된 모든 논문을 포함시켜 분석하였다.

<표 III-2> 학술지별 분석대상논문

발행기관	학술지명	논문편수(편)
대한수학 교육학회	학교수학	5
	수학교육학연구	5
	학술대회 논문집	4
한국수학 교육학회	수학교육	18
	수학교육논문집	33
	초등수학교육	7
	학술대회 논문집	1
한국초등수학 교육학회	한국초등수학교육 학회지	8
한국학교 수학회	한국학교수학회 논문집	6
한국수학사 학회	한국수학사학회지	2
한국영재학회	영재교육연구	7
	기 타 ²⁾	5
	계	101

2. 연구 도구

본 연구에서는 수학적 창의성 관련 연구들이 본질적으로 어떠한 관점에서 수학적 창의성에 접근하고 있는지를 분석하기 위하여 <표 III-3>과 같은 분석의 기준을 마련하였다.

구체적으로 살펴보면, 첫째, 수학적 창의성 관련 연구들이 수학 교과와 관련된 창의성을 일컫기 위하여 어떤 용어를 사용하고 있는지를 분석해 보았으며, 둘째, 해당 연구에서 사용하고 있는 용어를 명시적으로 정의하고 있는지, 혹은 명시적

으로 정의되지는 않았지만 전체적인 맥락을 통해 추론 가능한지를 분석하였다. 셋째, 명시적 또는 암시적 정의를 하고 있는 연구를 대상으로 영역 특수적 창의성의 관점에서 수학 교과 특성을 반영하여 정의를 하고 있는지 여부를 분석하였고, 넷째, 명시적 정의를 한 연구를 대상으로 각 정의에는 어떤 구인들이 포함되어 있는지를 살펴보았다. 다섯째, 연구마다 수학적 창의성을 어떤 관점에서 접근하는지 4가지 기준에 따라 분석하였으며, 여섯째, 개인(person), 과정(process), 산출물(product), 환경(press)의 4p이론을 근거로 각 연구들이 이 4가지 범주를 제한적으로 다루는지 혹은 총체적으로 접근하는지를 분석하였다. 끝으로, Kaufman과 Beghetto(2009)의 4c모델을 근거로 각 연구들이 창의성을 보는 수준에 대해 살펴보았다.

앞서 제시한 기준 중 수학적 창의성을 정의하는 데 포함된 구인들을 분석함에 있어, 각기 다른 용어의 모든 구인을 포함시키기보다 유사한 내용을 가리키는 구인을 묶어 범주화하였으며, 그 결과는 <표 III-4>와 같이 정리될 수 있었다.

3. 연구 절차

창의성 및 수학적 창의성 관련 선행 연구를 고찰하여 본 연구의 목적에 부합하는 분석 기준을 설정한 뒤, 연구 대상 논문 전체 101편에 대해 1차 분석을 실시하면서 분석 기준을 수정·보완하였다. 이와 같이 수정된 분석 기준의 타당도 및 적합성을 수학 교육 전문가 1인을 통해 검증받았다. 이에 따라 확정된 기준을 바탕으로 1차 분석과 몇 주간의 시간 간격을 두어 2차 분석을 실시하였으며, 그 결과 1차와 2차 분석 간의 일치도가 약 83%로 나타났다. 일치하지 않는 17% 가량의 분석 결과에 대해 수학 교육 전문가 1인과의 협의를 거쳐 최종 분석 결과를 얻었다.

2) 과학영재교육(1), 아동학회지(1), 열린교육연구(1), 한국정보교육학회 학술대회 논문집(1), 영재와 영재교육(1)

<표 III-3> 분석 기준의 구성과 내용

구 성		내 용
용어 사용		수학 창의성, 수학적 창의성, 수학적 창의력, 수학 창의적 문제 해결력 등
조작적 정의 여부	명시적 정의	수학적 창의성이 무엇인지 구체적으로 정의함
	암묵적 정의	상황적·맥락적 단서에 의해 추론 가능함
	드러나지 않음	수학적 창의성이 무엇인지 정의가 드러나지 않음
영역 특수적 정의 여부	영역 특수적	수학과와 관련하여 영역 특수적인 창의성을 정의함
	영역 일반적	일반적인 창의성의 관점에서 창의성을 정의함
구체적으로 포함된 구인들		기존의 지식과 경험, 새로움, 유용함, 융통성, 확산적 사고력, 수렴적 사고력, 구조적 이해, 문제 해결 과정
관점	수학-사고 과정 접근(McTd)	창의성보다는 수학에, 발산적 산출물보다는 사고 과정에 무게를 두는 접근
	수학-발산적 산출물 접근(MctD)	창의성보다는 수학에, 사고 과정보다는 발산적 산출물에 무게를 두는 접근
	창의성-사고 과정 접근(mCTd)	수학보다는 창의성에, 발산적 산출물보다는 사고 과정에 무게를 두는 접근
	창의성-발산적 산출물 접근(mCtD)	수학보다는 창의성에, 사고 과정보다는 발산적 산출물에 무게를 두는 접근
범주	개인(person)	창의성을 사람의 능력 또는 행동 특성으로 간주함
	과정(process)	창의적인 인지 과정의 관점에서 창의성을 설명함
	산출물(product)	창의적인 산출물의 관점에서 창의성을 설명함
	환경(press)	창의성 개발에 있어 사회·환경적 영향을 고려함
수준	큰 창의성	모두가 인정하는 위대한 업적 또는 뛰어난 결과물
	전문가적 창의성	큰 창의성에 이르지 못했지만 일정 수준 이상의 전문가적 창의성
	작은 창의성	검사, 교사의 판단에 의해 인정될 수 있는 일상적인 창의성
	미니 창의성	학생 개인적으로 새롭고 의미 있는 통찰이나 해석

<표 III-4> 수학적 창의성을 정의하기 위해 사용된 구인의 범주화

구 인	구 체 화
기존의 지식과 경험	기존의 지식과 경험을 바탕으로, 수학의 기본적인 개념과 원리에 대한 이해를 기반으로
새로움	독창적, 신기성, 참신한, 독특한, 기발한, 질적 수준이 높은, 예상하지 못한
유용함	적절한, 가치 있는, 유의미한, 수학적으로 의미 있는, 사회적으로 인정되는, 과제에서 요구하는 바를 충족시키는
융통성	유연성, 고착의 극복, 기존의 관념을 깨고, 규칙에만 얽매이지 않고, 전통적 접근에서 벗어나, 정형화된 틀을 벗어나
확산적 사고력	생산적 사고력, 다양함, 많은, 발산적 산출물
수렴적 사고력	비판적 사고력, 반성적 사고력, 통합적 사고력, 논리성
구조적 이해	구조적 사고, 정보의 조직화, 관계적 지식 및 이해, 개념 연결 및 결합, 전이, 지식의 구성·결합, 수학적 대상·개념 간의 관계 찾기
문제 해결 과정	문제 제기, 문제 발견, 문제에 대한 제정의, 문제 분석, 문제 해결

IV. 연구 결과

1. 용어 사용

수학적 창의성을 주제로 한 연구들은 수학 교육에서의 창의성을 설명하기 위해, <표 IV-1>과 같이 수학적 창의성, 수학 창의성, 수학적 창의력 등 각기 다른 용어를 사용하고 있었다.

<표 IV-1> 수학적 창의성에 대한 용어 사용

용어	수학적 창의성	수학 창의성	수학적 창의력	수학 창의적 문제 해결력	계
논문편수 (%)	43 (42.6)	14 (13.9)	8 (7.9)	6 (5.9)	101 (100.0)
용어	창의성	창의적 사고	혼용	기타 ³⁾	
논문편수 (%)	7 (6.9)	3 (3.0)	17 (16.8)	3 (3.0)	

그 중 수학적 창의성이란 용어를 사용하는 연구가 42.6%로 가장 많았으며, 수학 창의성 (13.9%), 수학적 창의력(7.9%)이 뒤를 이었다. 또한 수학에서의 창의성을 문제 해결 과정에서 발견되는 것으로 보고 창의성이란 용어 대신 수학적 창의적 문제 해결력이라는 용어를 사용하는 연구가 5.9%, 수학에서의 창의성을 설명하면서도 일반 창의성 용어인 창의성 또는 창의적 사고라는 용어를 사용하는 논문도 9.9% 있었다. 또한 어느 하나의 용어를 사용하지 않고 2개 이상의 용어를 혼용하는 경우도 16.8% 있었다. 용어 사용 및 이에 대한 정의는 해당 연구의 관점을 반영하는 연구의 출발점으로서 간과될 수 없는 부분이므로, 연구 수행에 있어 더욱 신중한 용어

사용이 요구된다. 이 밖에, 수학에서는 수학적인 생각을 말로 표현할 수도 있지만, 수학 문제를 해결하거나 문제를 만들 때, 주로 문자나 기호, 식 등을 사용하여 만들어 낼 수 있으므로 수학적 창의성보다는 ‘수학적 창조성’이란 용어가 더 적절하다고 한 임문규(2006)의 주장도 눈여겨 볼 만 하다.

위 결과를 토대로, ‘수학적’이라는 말의 의미, ‘창의성’과 ‘창의력’의 차이, 수학에서의 창의성과 문제 해결의 관계에 대해 고민해 볼 필요가 있다.

국립국어원의 표준국어대사전(<http://stdweb2.korean.go.kr>)을 따르면, ‘수학적’이란 용어에는 ‘수학에 관한’, ‘수학에 특유한’이라는 의미가 있으며, 따라서 ‘수학적 창의성’은 ‘수학에 관한 창의성’ 또는 ‘수학에 특유한 창의성’을 일컫는다. 수학적 창의성을 주제로 한 연구들은 대부분 수학 교과와 수학 교수·학습에 관련된 창의성을 가리키기 위하여 수학적 창의성이란 용어를 사용하며 이는 사전적 의미에도 부합하므로 적절한 용어가 사용되고 있다고 볼 수 있다.

‘창의성’과 ‘창의력’에 대해, 수학적 창의성의 인지적 측면을 수학적 창의력으로 보기도 하고 (예, 김부윤, 이지성, 2005), 창의성은 인내심, 호기심, 집착력, 자신감 등 정의적인 측면에 초점을 두는 사고 성향으로, 창의력은 독창성, 융통성, 유창성, 정교성 등 인지적 영역에 초점을 두는 사고 기능으로 구분하기도 한다(예, 남승인, 2007). 이와 같이 동일한 용어에 대해 각기 다른 관점에서 연구가 진행되기보다, 합의된 근거에 의해 일치된 방향으로 용어 사용이 이루어질 필요가 있다.

수학적 창의성과 문제 해결이 밀접히 관련되어 있음은 계속해서 강조되어 왔는데, 대표적으로 Hadamard(1975)는 수학에서의 창조적인 작업은 본질적으로 문제 해결에 집중해 있다고 보고 수학적 창의성의 발현을 문제 해결의 과정 안에

3) 수학적 창조성(1), 수학교수학습에서 창의성(1), 창의력(1)

서 설명하였다(김수경 외, 2012, 재인용). 이와 같은 관련성에는 동의하면서도, 창의성과 문제 해결이 본질적으로 동일한가, 어느 하나가 다른 하나의 부분이 되는가, 또는 창의성과 문제 해결이 서로 중복되는 부분을 가지고 있는가에 대해서는 의견이 분분할 수 있으므로 창의성과 문제 해결의 관련성을 명확히 밝힐 필요가 있다.

2. 수학적 창의성에 대한 정의

먼저 수학적 창의성을 주제로 한 연구들이 수학적 창의성에 대해 조작적 정의를 하고 있는지를 분석해 보았으며 그 결과는 <표 IV-2>와 같다.

<표 IV-2> 조작적 정의 여부

용어	명시적 정의	암시적 정의	드러나지 않음	계
논문편수 (%)	60 (59.4)	19 (18.8)	22 (21.8)	101 (100.0)

먼저 수학적 창의성에 대해 조작적으로 정의했는가의 여부는, 명시적 정의를 한 연구, 암시적 정의를 한 연구, 수학적 창의성을 무엇으로 보는지 연구를 통해서 파악하기 힘든 경우의 3가지로 나누어 살펴보았다. 명시적 정의는 ‘본 연구에서 수학적 창의성이란 무엇이다’와 같이 연구를 통해 분명하게 수학적 창의성의 개념을 밝히고 있는 경우를 말한다. 이에 반해 암시적 정의는 수학적 창의성에 대한 정의가 명시적으로 드러나지는 않았지만 상황 맥락에 의해 추론 가능한 경우이다. 예를 들어, Hwang(2006)은 창의성의 본질을 아래와 같이 2가지로 요약하고 있는데, 이를 통해 수학적 창의성이 무엇인지 명시적으로 정의하지는 않았지만, 사고 과정으로서의 수학적 창의성과 발산적 산출물로서의 수학적 창의성을 동시에 강조하고 있음을 확인할 수 있다.

수학적 창의성의 본질은 다음의 2가지 준거로 볼 수 있다. 첫째, 수학적 창의성은 지각 능력으로서 창의적 사고를 강조한다. ... 둘째, 수학적 창의성에 대한 정의는 산출물과 필수적으로 관련된다. ... (p. 314-315)

또 김판수(2008)는 ‘수학은 다른 학문에 비해 높은 차원의 사고를 요구하고 결과나 현상보다는 과정적 차원의 창의성에 더 많은 관심을 가진다 (p.490).’라고 언급함으로써 발산적 산출물보다는 사고 과정에 초점을 두고 있음을 추론할 수 있다.

분석 결과, 101편의 논문 중 수학적 창의성에 대해 명시적 정의를 한 연구가 60편(59.4%), 암시적 정의를 한 연구가 19편(18.8%), 정의가 드러나지 않은 연구가 22편(21.8%) 있었다. 명시적 정의를 한 논문은, 연구자가 직접 정의를 한 경우, 해당 연구의 목적에 맞는 선행 연구의 의견을 인용한 경우, 여러 연구자들의 견해에서 공통점을 찾아 요약 또는 종합한 경우로 유형을 나눌 수 있었으며, 각각의 예는 <표 IV-3>과 같다.

<표 IV-3> 명시적 정의의 유형에 따른 예

유형	예
직접 정의함	학교수학에서의 창의성은 새로운 개념을 배우거나 문제를 해결하려고 할 때 기존에 갖고 있는 개념을 연결·연합하여 새로운 개념을 쉽게 이해하거나 스스로 새로운 개념을 구성하는 능력으로 정의할 수 있다 (황우형 외, 2006, p. 567).
선행 연구를 인용함	수학적 창의성이란 생성된 개념을 적합성과 논리성 및 연역적인 수학적 사고과정을 통해 통합하여 문제를 해결하고, 구조적 사고를 발달시키는 능력(Ervynck, 1991)이다 (방승진, 최중오, 2010, p. 208).
선행 연구를 요약, 종합함	이상의 연구를 종합적으로 살펴볼 때, 수학적 창의성은 ‘문제 해결의 상황에서 다양하고 독창적인 해결 방안을 사용하여 새로운 해결 방안이나 산출물을 만들어 내는 종합적인 과정에 대한 속성’으로 정의할 수 있다(박만구, 2009, p. 807).

<표 IV-4> 영역 특수적 정의 여부

용어	영역 특수적 정의	영역 일반적 정의	계
논문편수 (%)	43 (54.4)	36 (45.6)	79 (100.0)

명시적 또는 암시적 정의를 한 연구 79편을 대상으로 수학 영역에 한정된 영역 특수적 정의

를 하고 있는지를 분석해 본 결과(<표 IV-4>), 54.4%만이 일반 창의성과 구분될 수 있는 수학적 창의성에 대한 정의를 하고 있었다. 대표적으로, 김부윤과 이지성(2005)은 수학적 창의성을 ‘수학적 문제 상황에서 기존의 지식과 경험 등을 바탕으로 정형화된 틀을 벗어나, 주어진 문제를 다양한 방식으로 분석하여, 문제의 요소들이나 수학적 아이디어 등을 새로운 방식으로 결합하여 결과를 얻는 것(p. 328)’이라고 설명함으로

<표 IV-5> 명시적 정의에 포함된 구인의 분석 예

정의	구인	기존의 지식과 경험	새로움 독창적	유용함 적절함	융통성 유연성	확산적 사고력 (다양함)	수렴적 사고력 (비판적)	구조적 이해 (결합)	문제 제기 (발견)	문제 분석	문제 해결
수학적 문제 상황에서 이전에 학습한 지식과 경험을 통합·재구성하여 기존의 관습적인 방법에서 벗어나 참신하고 다양하면서도 융통성 있게 문제를 해결하려는 성향과 능력(남승인, 2007, p. 272)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
수학적 문제 상황에서 고정된 사고방식을 탈피하여 다양한 산출물을 내는 과정(이강섭, 황동주, 2007, p. 506)					✓	✓					✓
수학적 문제 상황에서 기존의 지식과 경험 등을 바탕으로 정형화된 틀을 벗어나, 주어진 문제를 다양한 방식으로 분석하여, 문제의 요소들이나 수학적 아이디어 등을 새로운 방식으로 결합하여 결과를 얻는 것(김부윤, 이지성, 2005, p. 328)	✓	✓		✓	✓		✓		✓	✓	✓
기존에 알고 있는 지식, 개념, 원리, 문제 해결 방법들을 새롭게 관련지어 수학 문제를 해결하거나, 자신이 새롭게 지식, 개념, 원리, 문제 해결 방법을 창안하여 수학 문제를 해결하는 능력(김홍원, 1998, p. 73)	✓	✓					✓				✓
일반적인 영역의 지식과 기능, 동기적 요인, 특정영역의 지식과 기능을 토대로 확산적 사고와 비판적 사고가 역동적으로 상호작용하여 새로운 산출물 혹은 해결책을 만들어내는 능력(권오남, 김정효, 2000, p. 83)	✓	✓				✓	✓				
어떤 문제 상황이 주어졌을 때, 적절하게 문제를 발견하고 구성하여, 다양하고 독창적인 방법으로 문제를 해결해 나가는 능력(김은진, 권혁진, 2012, p. 513)				✓	✓		✓		✓		✓

써 ‘수학과 관련된 기존의 지식’, ‘문제 분석’, ‘아이디어의 결합’ 등을 강조하여 수학 교과 특성이 반영된 정의를 하였다. 한편, 명시적 정의의 세 번째 유형의 예로 제시한 박만구(2009)는 ‘다양하고 독창적인 해결 방안’, ‘새로운 산출물’ 등을 언급함으로써 일반 창의성과 다르지 않은 정의를 하고 있었다(<표 IV-3> 참조). 이 외에도 산출물이나 산출 과정의 새로움, 유용함을 강조하는 일반 창의성에 대한 정의를 가져오되, ‘수학적 문제 상황에서’라는 단서만 붙임으로써 일반 창의성과 크게 다르지 않은 정의를 하는 연구들이 있었으며, 이러한 경우도 영역 일반적 정의에 포함시켜 보았다.

명시적 정의를 한 연구 60편에 대해, 수학적 창의성을 정의할 때 어떠한 구인을 포함시켰는지 <표 IV-5>과 같이 분석하였으며, 그 결과는 <표 IV-6>과 같다. 암시적 정의는 해당 연구의 상황적 맥락을 바탕으로 한 연구자의 주관적 추론이 반영된 결과이므로 더욱 명백하고 타당한 결과를 얻기 위하여 암시적 정의를 제외한, 명시적 정의만을 분석 대상으로 하였다.

명시적 정의에 가장 많이 포함된 구인은 ‘문제 해결 과정(80%)’으로, 수학 교과에서 특히 강조되고 있는 문제 해결이 수학적 창의성을 결정하는 데도 중요한 요소가 됨을 확인할 수 있었다. 특히 ‘문제 해결 과정’을 포함시켜 수학적 창의성을 정의한 논문 48편 중, 직접적인 ‘문제 해결’뿐만 아니라, ‘문제 제기(2편)’, ‘문제 분석(10편)’ 등을 함께 언급하고 있는 논문도 있었는데, 이 또한 수학 교과 특성이 반영된 예라 볼 수 있다. ‘문제 해결 과정’에 이어 ‘새로움(73.3%)’, ‘유통성(50%)’이 수학적 창의성을 개념화하기 위해 많이 고려되고 있었으며, 이는 일반 창의성에서 강조되는 속성인 새로움, 고착의 극복, 독특함에 대한 요구가 수학적 창의성에도 그대로 적용되고 있음을 보여주는 결과이다. 이 외에도 일

반 창의성에서 강조되는 ‘확산적 사고력(43.3%)’ 및 ‘유용함(33.3%)’에 대한 언급도 다수의 논문에서 찾아 볼 수 있었다. 또한 ‘수학적 아이디어의 연결 또는 개념적 이해’에 대한 속성이 41.7%, 수학이라는 학문의 계통성을 고려하여 ‘기존에 학습자가 갖고 있는 수학적 지식과 경험’의 중요성이 36.7%의 논문에서 언급된 점은 일반 창의성과 다른 수학적 창의성의 영역 특수적 성격이 반영된 결과라 하겠다. 기타 구인에는, ‘수학적 정당화’, ‘언어적으로 표현해 낼 수 있는 능력’, ‘통찰력 있는 해결’, ‘수학적 지식의 산출’ 등이 포함되어 있었다.

<표 IV-6> 명시적 정의에 포함된 구인들 (N=60)

구인	논문편수(%)	
	포함됨	포함되지 않음
기존의 지식과 경험	22(36.7)	38(63.3)
새로움	44(73.3)	16(26.7)
유용함	20(33.3)	40(66.7)
유통성	30(50.0)	30(50.0)
확산적 사고력	26(43.3)	34(56.7)
수렴적 사고력	2(3.3)	98(96.7)
구조적 이해	25(41.7)	35(58.3)
문제 해결 과정	48(80.0)	12(20.0)
기타	8(13.3)	52(86.7)

3. 수학적 창의성에 대한 관점

수학적 창의성에 대한 관점은 두 가지 준거, 즉 수학과 창의성, 사고 과정과 발산적 산출물 중 어느 것에 더 초점을 두는가에 따라 4가지 관점으로 구분할 수 있었다. 수학적 창의성과 관련하여 명시적 또는 암시적 정의를 하고 있는 논문 79편을 대상으로, 이러한 기준에 따라 분석

한 결과는 <표 IV-7>과 같다.

<표 IV-7> 수학적 창의성에 대한 관점

관점	수학-사고 과정 접근 (McTd)	수학-발산적 산출물 접근 (MctD)	혼합
논문편수 (%)	18 (22.8)	19 (24.0)	13 (16.5)
관점	창의성-사고 과정 접근 (mCTd)	창의성-발산적 산출물 접근 (mCtD)	계
논문편수 (%)	13 (16.5)	16 (20.2)	79 (100.0)

분석 결과, 어느 하나의 관점에 집중되기보다 4가지 관점 간에 균형을 이루어 연구가 진행되고 있음을 확인할 수 있었다. 그 중 가장 높은 비율을 차지한 것이 MctD 접근(24%)이었고, McTd 접근(22.8%), mCtD 접근(20.2%), mCTd 접근(16.5%)이 뒤를 이었다. 또한 ‘수학과 창의성’ 모두를, 또는 ‘인지 과정과 산출물’ 둘 모두를 강조해야 한다고 주장하는 경우도 16.5% 있었는데, 이들의 경우는 혼합 관점으로 분류하였다.

수학에 대한 창의적 잠재력을 계발하고 측정하는 것은 단일한 접근으로는 불가능하며 통합적, 총체적인 관점에서 접근할 필요가 있다. 즉, 수학적 창의성을 논의할 때, 수학과 창의성 중 어느 것 하나 무시될 수 없으며, 수학의 교과 본질과 창의성의 본질은 균형을 이루어야 한다. 수학만을 강조하게 되면 창의성의 본질인 확산적 사고를 제한하게 되고, 창의성만을 강조하면 수학 교과의 본질적 특성이 무시될 수 있기 때문이다. 또한 수학적 창의성을 논의함에 있어 지각 능력으로서 창의적 사고 과정과 다양한 유형의 발산적 산출물이 동시에 고려되어야 한다. 수학적 창의성을 연구하면서 산출물에 대한 논의 없이 사고 과정에만 치우쳐 있는 연구들은 학습자

에게 새로운 학습이 일어나야 한다는 부분을 충분히 고려하지 않고 있다고 볼 수 있으며(김진호, 2004), 또한 탐구 과정 없이는 발산적 산출물이 나올 수 없으므로 탐구 과정에 대한 논의도 무시되어서는 안 된다.

4. 수학적 창의성의 범주

조작적 정의를 한 논문 79편을 대상으로, 수학적 창의성을 정의할 때 개인, 과정, 산출물, 환경의 4가지 범주 중 어느 것을 고려하고 있는지 분석해 보았다(<표 IV-8>). 수학적 창의성을 개인의 능력 및 성향이라고 간주하는 논문은 전체의 53.2%, 창의적인 사고 과정으로서 창의성을 간주하는 논문은 77.2%, 산출물이 창의적인가를 고려하는 논문은 59.5%, 창의성의 발현에 있어 환경적 영향을 언급한 논문은 전체의 13.9%였다.

<표 IV-8> 수학적 창의성의 범주 (N=79)

구인	논문편수(%)	
	포함됨	포함되지 않음
개인(person)	42(53.2)	37(46.8)
과정(process)	61(77.2)	18(22.8)
산출물(product)	47(59.5)	32(40.5)
환경(press)	11(13.9)	68(76.1)

각 연구들은 대부분 어느 하나의 범주로 수학적 창의성을 설명하기보다 4가지 범주 중 2개 이상의 범주를 고려하고 있었다. 예를 들어, 권오남과 김정호(2000)는 개인, 과정, 산출물의 3가지 범주를 모두 포함시켜 수학적 창의성을 설명하였다(<표 IV-5> 참조). 곧, 창의성을 능력으로 보는 것은 ‘개인’ 범주, 사고의 역동적 상호작용을 강조하는 것은 ‘과정’ 범주, 새로운 산출물 혹은 해결책을 언급한 것은 ‘산출물’ 범주로 설

명될 수 있다. 이와 같이 대부분의 연구들이 2개 이상의 범주를 고려한다 하더라도, 수학적 창의성에 대한 총체적 관점에서 보았을 때 환경의 영향을 고려한 연구가 부족하였다. 최근 들어 대부분의 연구자들이 창의성에는 사회·문화적 요인이 포함되어 있다는 면에 동의하면서도 실제 연구를 수행할 때는 이러한 요인이 큰 비중을 차지하지 못하는 듯하다. 학생들의 수학적 창의성 계발은 저절로 이루어지지 않으며 적절한 교수·학습 환경과 사회·문화적 여건이 전제되어야 하므로 수학적 창의성을 둘러싼 환경적 요인에 대한 고려가 더욱 충분히 이루어져야 하겠다.

5. 수학적 창의성의 수준

수학적 창의성에 대한 조작적 정의가 드러난 논문을 대상으로 수학적 창의성의 수준을 어느 정도까지 보고 있는지를 분석해 보았으며, 그 결과는 <표 IV-9>와 같다.

<표 IV-9> 수학적 창의성의 수준

관점	큰 창의성	전문가적 창의성	알 수 없음
논문편수 (%)	0 (0.0)	4 (5.1)	6 (7.6)
관점	작은 창의성	미니 창의성	계
논문편수 (%)	54 (68.3)	15 (19.0)	79 (100.0)

큰 창의성의 수준으로 수학적 창의성을 개념화한 논문은 한 편도 없었고, 전문가적 창의성의 수준까지를 포함시켜 본 연구는 4편(5.1%) 있었다. 방승진과 최중오(2010)가 ‘학교 수학의 창의성과 수학 학문적 창의성의 중단 단계로서 수학 영재의 창의성을 설명한 것(p. 210)’과 김정효와

권오남(2000)이 ‘수학적 학문 체계에서 타당성을 인정받을 수 있는 범위에서 새로운 개념을 창출하는 것(p. 84)’을 수학적 창의성 정의에 포함시킨 것은 전문가적 창의성과 관련된 예가 될 수 있다. 교실에서 관찰 가능한 학생 수준의 작은 창의성을 수학적 창의성으로 본 연구는 전체의 68.3%로 가장 많았으며, 학생들 개개인에게 의미 있는 지식의 구성 과정을 강조하는 미니 창의성 또한 수학적 창의성이 발현된 예로 인정하는 연구도 19% 있었다. 학교 수학에서 교육을 통해 계발 가능한 창의성을 다루는 교육 연구의 특성을 고려할 때, 이와 같이 수학적 창의성 관련 연구가 작은 창의성 및 미니 창의성 수준을 주로 다루고 있는 것은 자연스러운 결과이다. 단, 학생들 자신에게 새롭고 의미 있는 결과를 산출했다면 이 또한 창의적인 결과라고 보는 미니 창의성 수준의 관점을 가진 연구가 좀 더 활발히 이루어진다면 학교 수학에서의 창의성 교육에 더욱 발전적인 결과를 가져올 수 있을 것이다. 한편, 수학적 창의성에 대한 정의를 매우 간단히 하거나 연구에서 수학적 창의성에 대한 관점을 다루는 내용이 미약하여 창의성의 수준을 어느 정도까지 보는지를 파악하기 힘든 경우도 7.6% 있었다.

V. 결 론

본 논문에서는 기존의 수학적 창의성에 관한 연구들이 수학적 창의성을 어떻게 정의하고 있는지를 창의성의 본질적 관점에서 재조명하였다. 구체적으로, 수학 교과와 관련된 창의성을 일컫기 위하여 어떤 용어를 사용하는지, 수학적 창의성을 조작적으로 정의하고 있는지, 정의하고 있다면 영역 특수적 정의를 하는지, 수학적 창의성을 보는 관점, 범주, 수준은 어떠한지를 분석하

였으며, 이를 바탕으로 수학적 창의성 교육 연구와 관련하여 얻을 수 있는 결론은 다음과 같다.

첫째, 수학 교과와 관련된 창의성을 일컫기 위하여 연구마다 각기 다른 용어를 사용하고 있었으며 그 중 ‘수학적 창의성’이란 용어를 사용하는 논문이 42.6%로 가장 많았다. 동일한 현상이나 개념에 대해 각기 다른 용어를 사용하는 것은 더욱 발전적인 후속 연구에 방해가 될 수밖에 없다. 따라서 수학 교과 및 수학 수업을 통해 길러져야 할 창의성을 일컫는 용어에 대한 합의가 먼저 이루어질 필요가 있다.

둘째, 이들 용어를 명시적으로 정의한 논문은 전체의 59.4%였는데, 일반 창의성 교육 연구들 중 67.4%가 창의성에 대해 정의하고 있다는 조연순과 정지은(2012)의 연구 결과와 비교해 보았을 때, 수학적 창의성 관련 연구들이 수학적 창의성을 명확히 정의하고 있는 비율이 낮음을 알 수 있다. 연구 주제에 대한 명확한 정의는 연구의 질을 결정지을 수 있는 중요한 요소이다. 따라서 수학적 창의성을 주제로 연구를 수행하기에 앞서 연구 목적 및 내용에 적합하도록 수학적 창의성을 명확히 정의하는 일이 이루어져야 할 것이다.

셋째, 수학적 창의성에 대해 조작적 정의를 한 논문 중 수학 교과의 본질을 고려하여 영역 특수적 정의를 한 논문은 54.4%에 불과했다. 창의성은 수행해야 할 과제가 어떠한 특질을 요구하는가에 따라 다르게 나타나며, 효과적인 창의성 교육을 위해서는 일반적인 창의성 교육 외에 각 교과에서의 영역 특수적인 창의성 교육을 고려하지 않을 수 없다. 특히 수학 교과에서는 다른 영역에 비해 사실을 파악하기보다, 사실 간의 관계 또는 관계들 간의 관계를 파악하는 것, 즉 구조를 이해하는 것이 더욱 중요하며, 구조를 탐구할 때 수학의 아름다움을 찾고 수학적 감각을 개발할 수 있다(Dreyfus & Eisenberg, 1996;

Mann, 2006). 따라서 수학적 창의성을 정의할 때도 이와 같은 수학 교과의 본질적 특성이 고려되어야 한다. 본 연구의 결과, 구조적 이해(40%), 수학적 문제해결과정(78.3%), 수학적 지식과 경험(35%) 등이 수학적 창의성을 설명하기 위한 구인으로 포함된 것은 이러한 측면에서 바람직해 보이나, 전체 중 40%가 넘는 연구들이 일반 창의성에 대한 정의를 그대로 적용하면서 문제 상황만 수학적인 소재에 국한시켜 본 것은 재고할 필요가 있다. 즉 이러한 연구들은 수학적 창의성을 개념화함에 있어 수학 교과 특성이 반영된 수학적 창의성의 본질을 충분히 고려해야 할 것이다.

넷째, ‘수학과 창의성’, ‘사고 과정과 발산적 산출물’의 두 가지 준거에 따른 4가지 관점에 대해, 수학적 창의성 관련 연구들은 어느 하나에 집중하기보다 균형적인 시각에서 접근하고 있었다. 위 두 가지 준거 각각에 대해 어느 한 쪽을 조금 더 강조할 수는 있으나, 다양하고 폭넓은 수학적 창의성 연구를 위해서는 4가지 요소 중 어느 하나라도 무시되어서는 안 된다. 따라서 앞으로의 수학적 창의성을 주제로 한 연구들도 여러 관점 중 어느 관점에 초점을 둘 것인지 방향을 분명히 정하되, 다른 관점에 대해 배타적 입장이 아닌 상호보완적 입장을 유지하는 것이 중요함을 인지할 필요가 있다.

다섯째, 수학적 창의성 관련 연구들은 개인, 과정, 산출물, 환경 중 2개 이상의 범주를 고려하여 수학적 창의성을 설명하고 있었지만, ‘과정(77.2%)’을 고려한 연구가 가장 많았고, ‘개인(53.2%)’이나 ‘산출물(59.5%)’에 비해 ‘환경(13.9%)’적 영향을 고려한 연구가 부족하였다. 어느 한 범주만을 강조 또는 어느 한 범주를 간과하는 것은 복합적이고 다면적인 현상인 수학적 창의성을 이해하는 데 도움이 되지 않는다. Urban(1995)의 주장과 같이, 창의적 활동의 모든

과정에는 개인과 환경 간의 상호의존성이 간과될 수 없으며, 수학적 창의성을 설명하기 위해 이러한 상호작용을 포괄하는 더욱 총체적인 관점이 필요하다(조연순 외, 2008, 재인용). 또한 창의성은 개인이나 집단이 특정한 사회적 맥락 내에서 새롭고 유용하다고 인정하는 사고 과정 혹은 산출물을 의미하므로(Plucker, Beghetto, & Dow, 2004), 무엇이 창의적인가의 기준이 되는 사회적 맥락을 고려한 연구가 충분히 이루어져야 할 것이다.

여섯째, 창의성의 수준을 기준으로 수학적 창의성 관련 연구들의 동향을 분석한 결과, 작은 창의성 수준이 집중적으로 다루어지고 있었고, 일부 연구들은 미니 창의성까지 창의성의 범주로 포함시켜 보고 있었다. 작은 창의성은 특정한 사회적 맥락의 좁은 범위에서 결정되는 반면, 큰 창의성은 아주 큰 사회와 같이 보다 넓은 사회적 맥락에서 결정될 뿐, 질적인 측면에서 이들은 다르지 않다(Richards, 2001). 이러한 점에서 일반 학생을 대상으로 하는 교육 연구가 다루어야 할 창의성의 수준이 작은 창의성에 집중된 것은 바람직해 보인다. 하지만 객관적인 검사를 통해 인정받을 수 있는 수준인 작은 창의성을 넘어, 수업 상황 중 학생 개개인의 의미 있는 해석과 지식의 구성 과정을 강조하는 미니 창의성을 확인하고 계발하기 위한 연구가 더욱 활발히 이루어진다면, 이는 이후의 발전적 수준인, 작은 창의성, 전문가적 수준의 창의성 교육을 위한 밑거름으로 작용할 수 있을 것이다.

수학적 창의성을 연구하는 학자들 중 수학적 창의성을 정의하는 일이 결코 쉽지 않다는 데 동의하지 않는 사람은 없다. 그러나 이 어려운 작업이 수학적 창의성 연구의 기반이 됨을 부인할 수도 없을 것이다. 수학적 창의성을 바라보는 명확한 관점의 부재는 연구의 일관성과 타당성을 위협하는 문제로 이어질 수 있기 때문이다.

또한 효과적인 수학적 창의성 교육에 실질적 기반이 되는 연구는 어느 하나의 관점에 치우친 연구가 아닌 각 관점을 상호보완적으로 고려하는 총체적 관점의 연구이다. 이러한 측면에서 본 연구가, 수학적 창의성을 주제로 하는 후속 연구들이 수학적 창의성이 무엇인지에 관한 명확한 논의를 전제로 총체적인 관점에서 더욱 타당한 연구를 수행하는 데 도움이 될 수 있기를 기대한다.

참고문헌

- 교육과학기술부(2011). **수학과 교육과정-교육과학기술부 고시 제 2011-361호** [별책 8]. 서울: 교육과학기술부.
- 권오남, 김정효(2000). 창의적 문제해결력 중심의 수학 교육과정 적용 및 효과 분석. **수학교육**, 39(2), 81-99.
- 김부윤, 이지성(2005). 수학적 창의성의 평가방안에 대한 모색. **한국학교수학회논문집**, 8(3), 327-341.
- 김부윤, 이지성(2007). 수학적 창의성에 대한 관점 연구. **수학교육**, 46(3), 293-302.
- 김수경, 김은진, 권혁진, 한혜숙(2012). 수학 영재의 창의적 문제해결 모델(MG-CPS)을 일반학생의 수학 학습에 적용한 사례연구. **수학교육**, 51(4), 351-375.
- 김은진, 권혁진(2012). 관계적 이해와 창의적 수학 문제발견능력과의 상관관계 분석. **한국학교수학회논문집**, 15(3), 511-533.
- 김정효, 권오남(2000). 창의적 문제해결력 중심의 수학 교육과정 개발 및 적용: 초등학교 수준을 중심으로. **초등수학교육**, 4(2), 83-103.
- 김진호(2004). 수학적 창의성에 대한 일 논의: 창의적인 사람, 창의적인 산물, 창의적인 과정

- 이란 관점으로부터. **수학교육 논문집**, 18(3), 45-56.
- 김판수(2008). 창의성 이론을 통해 본 수학 창의성. **영재교육연구**, 18(3), 465-496.
- 김홍원(1998). 수학 영재 판별 도구 개발: 수학 창의적 문제 해결력 검사를 중심으로. **영재교육연구**, 8(2), 69-89.
- 남승인(2007). 수학 창의성 신장을 위한 평가 문항 개발 방안. **수학교육 논문집**, 21(2), 271-282.
- 박만구(2009). 수학교육에서 창의성의 개념 및 신장 방안. **수학교육 논문집**, 23(3), 803-822.
- 박만구(2011). 창의성 신장을 위한 초등수학 과제의 유형. **초등수학교육**, 14(2), 117-134.
- 박혜진, 권혁진(2010). 메타인지, 몰입과 수학 창의적 문제해결력 간의 구조적 관계 분석. **한국학교수학회논문집**, 13(2), 205-224.
- 방승진, 최중오(2010). 수학 학문적 창의성 신장을 위한 멘토십 프로그램 모형 개발. **영재교육연구**, 20(1), 205-229.
- 유윤재(2004). 수학적 창의성의 개념. **수학교육 논문집**, 18(3), 81-94.
- 이강섭, 심상길(2005). 창의성 증진을 위한 수학 활동 프로그램과 평가 방법의 소개. **수학교육 논문집**, 19(1), 101-110.
- 이강섭, 황동주(2007). 수학 영재학생과 일반학생의 수학 창의성과 문제설정과의 상관 연구. **수학교육**, 46(4), 503-519.
- 임문규(2006). 다양한 확산적 사고활동을 통한 창조성 육성에 관한 연구: 초등학교 수학교육을 중심으로. **한국초등수학교육학회지**, 10(1), 1-19.
- 조연순, 성진숙, 이해주(2008). **창의성 교육: 창의적 문제해결력 개발과 교육 방법**. 서울: 이화여자대학교출판부.
- 조연순, 정지은(2012). 국내 창의성 교육 연구 동향분석: 창의성의 범주 및 수준을 중심으로. **영재교육연구**, 22(2), 333-352.
- 최병훈, 방정숙(2012). 수학적 창의성 교육에 관한 연구 동향 분석. **영재교육연구**, 22(1), 197-215.
- 황우형, 최계현, 김경미, 이명희(2006). 수학교육과 수학적 창의성. **수학교육 논문집**, 20(4), 561-574.
- Dreyfus, T., & Eisenberg, T. (1996). On different facets of mathematical thinking. In R. J. Sternberg & T. Ben-Zeev (Eds.), *The nature of mathematical thinking* (pp. 253 - 284). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Haylock, D. W. (1987). A framework for assessing mathematical creativity in schoolchildren. *Educational Studies in Mathematics*, 18, 59-74.
- Hwang, D. J. (2006). A study on the relationship between mathematical creativity and psychological types in middle school students. *Journal of Educational Research in Mathematics*, 16(4), 313-326.
- Jensen, L. R. (1973). *The relationships among mathematical creativity, numerical aptitude and mathematical achievement*. Unpublished doctoral dissertation, University of Texas at Austin. (ERIC Document Reproduction Service No. ED086530).
- Kaufman, J. C., & Beghetto, R. A. (2009). Beyond big and little: The four C model of creativity. *Review of General Psychology*, 13(1), 1-12.
- Krutetskii, V. A. (1976). *The psychology of mathematical abilities in school children*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Mann, E. L. (2006). Creativity: The essence of mathematics. *Journal for the Education of the Gifted*, 30(2), 236-260.
- Plucker, J. A., Beghetto, R. A., & Dow, G. T. (2004). Why isn't creativity more important to

- educational psychologists? Potentials, pitfalls, and future directions in creativity research. *Educational Psychologist*, 39(2), 83-96.
- Richards, R. (2001). Creativity and the schizophrenia spectrum: More and more interesting. *Creativity Research Journal*, 13(1), 111-132.
- Sawyer, R. K. (2003). Emergence in creativity and development. In K. R. Sawyer (Ed.), *Creativity and development* (pp. 91-138). UK: Oxford university press.
- Sriraman, B. (2004). The characteristics of mathematical creativity. *The Mathematics Educator*, 14(1), 19-34.
- Torrance, E. P. (1974). *Torrance test on creative thinking: Norms-technical manual*. Bensenville, IL: Scholastic Testing Service.

An Analytical Study on the Studies of Mathematical Creativity in Korea: Focusing on the Essence of Mathematical Creativity

Ha, Su Hyun (Graduate School of Korea National university of Education)

Lee, Kwang Ho (Korea National university of Education)

Sung, Chang Geun (Kwangju Keunbyul Elementary School)

The purpose of this study is to verify the research trends on 101 articles about mathematical creativity published in domestic journals. The analysis criteria are as follows: (1)What kind of terms the articles use to refer to the creativity in mathematics education, (2)Whether the researchers conceptualize such the terms or not, (3)Whether the definitions are domain-specific or not, (4)What perspectives, categories and levels of the articles have on creativity. The results of this study show the following. First, numerous articles used 'mathematical creativity' in order to point to the creativity in mathematics education. Second, among the 101 selected articles, 60 (59.4%) provided an explicit definition of the mathematical creativity

and 19(18.8%) provided an implicit definition.

Among the 79 articles, only 43(54.4%) provided domain-specific definitions. Second, the percentage of articles preferring one perspective over the other 3 perspectives were similar. Third, the rate of articles which focused on press(environment) of all categories (person, process, product, press) was low. Fourth, regarding the levels of creativity, most articles were done on little-c creativity level, on the other hand, the articles having an interest in mini-creativity were very rare. Based on these results, necessities of explicit and domestic-specific definition, whole approach of mathematical creativity, and articles focusing on the mini-creativity level should be reported.

* Key Words : mathematical creativity(수학적 창의성), mathematical creativity education(수학적 창의성 교육), research on mathematical creativity education(수학적 창의성 교육 연구)

논문접수 : 2013. 8. 4

논문수정 : 2013. 9. 3

심사완료 : 2013. 9. 16