

수학 창의성에 대한 초등수학영재들의 인식 연구

김 판 수

부산교육대학교

김 나 리

부산교육대학교 대학원

본 연구의 목적은 수학 창의성에 대한 초등수학영재들의 인식을 알아보는 데 있다. OO광역시 교육청에서 운영하는 초등수학 영재반에서 영재교육을 받고 있는 초등학생 4, 5, 6학년 200명을 대상으로 수학 창의성에 대한 인식을 분석하였다. Rhodes의 4P 이론에 근거하여 개인, 과정, 산출, 환경 측면에서의 설문 문항을 개발하였고 분석한 설명을 제시하였다. 또한 설문에서 자신들이 받은 교육 프로그램 중에서 가장 창의적인 것이라고 생각하는 것을 지명하도록 요구하였다. 우리는 학생들이 창의성 프로그램을 지명하게 된 이유를 분석하고 그 프로그램을 진행한 교사들을 대상으로 면담을 실시하였다. 자료를 분석한 결과 초등수학영재들은 수학 창의성을 개인 측면에서 창의적 문제 해결, 과제 집착력, 수학에 대한 흥미 그리고 인성으로 꼽았다. 수학영재 학생들의 창의성 인식 연구는 향후 영재교육 프로그램 개발에 그 시사점을 제시한다.

주제어: 수학 창의성, 초등수학영재, 창의성 프로그램, 창의성 인식조사, Rhodes's 4p

I. 서 론

우리나라를 비롯하여 21세기 선진국가가 갖는 최고의 관심 중 하나는 인공지능이다. 세계 경제포럼(WEF)에서는 인공지능을 주제로 한 4차 산업혁명의 시작을 선언하며 향후 5년간 약 5백만 개의 일자리가 인공지능과 첨단 기술들에 의해 사라질 것이라고 전망하였다(Schwab, 2016). 창의성은 인공지능이나 컴퓨터로 대체될 수 없는 독창적인 아이디어들을 산출해 낼 수 있는 인간 고유의 영역이며, 창의성을 가진 인재는 정부와 기업이 요구하는 최고의 인재상에 부합하며 급격히 변화하는 지식기반사회를 주도할 것이다. 세계 각국에서는 창의 인재 육성을 국가 경쟁력의 근간이라 인식하고 창의성 교육을 위한 시스템 구축에 많은 주력을 쏟고 있다.

우리나라 교육 정책에서 창의성 교육은 제 7차 교육과정부터 본격적인 정책으로 추진되었다. 1980년대 이후부터는 국가차원의 영재교육 진흥이 시작되었으며 적절한 교육프로그램을 제공하기 위해 영재교육진흥법을 제정(2000. 1)하고 대통령령(제17,578호)으로 시행령을 공포(2002. 4)한 '영재 교육 중심'의 창의성 교육이 강조되었다. 이후 정규교육 과정만으로 자신의

교신저자: 김판수(pskim@bnu.ac.kr)

*본 연구는 2015학년도 부산교육대학교 연구비 지원에 의한 것임.

잠재력을 계발하기 어렵다고 판단되는 학생들을 영재교육진흥법에서 규정한 기준으로 선발하여 능력과 소질에 맞는 내용과 방법으로 잠재력을 계발하고 창의적인 사고를 통해 문제를 해결하는 능력을 계발하도록 설정된 목표에 맞춘 교육들이 현장에서 실시되고 있다.

또한 2009 개정 교육과정부터는 우리 교육이 추구해야할 두 가지 키워드로 ‘창의·인성 교육’을 설정함으로써 창의성 함양을 국가 차원의 교육정책의 목표로 도입하였다. 더욱이 2015 개정 교육과정에서는 “인문학적 상상력, 과학기술 창조력을 갖추고 바른 인성을 겸비하여 새로운 지식을 창조하고 다양한 지식을 융합하여 새로운 가치를 창출할 수 있는 사람”을 추구하는 인간상으로 제시하면서 융합형 창의성을 강조하고 있는 실정이다.

교사는 학생의 창의성 계발에 영향을 주는 가장 중요한 요소라 할 수 있다. 교사의 태도는 학생의 창의성을 격려하도록 도움을 줄 수도 있지만 오히려 비창의적인 행동을 유발 시킬 수 있기 때문이다. 창의성에 대한 인식은 교사뿐만 아니라 학생 스스로의 인식도 창의성 교육의 프로그램 개발과 적용에 중요한 영향을 준다(박종원, 지경준, 2015). Runco와 Johnson(2002)은 창의적인 아동들의 특성에 대한 교사와 학부모의 인식을 조사하였으며, 박종원과 지경준(2015)은 과학 창의성에 대한 학생, 교사 및 학부모의 인식의 차이를 조사하였다. 이렇듯 수학 창의성에 대한 선행 연구를 살펴보면, 수학 창의성에 대한 교사나 학부모의 인식 연구는 있었지만 학생들의 인식 연구는 찾기가 힘들었다.

창의성 교육의 실천에서 교육과 직접적으로 관련된 교사와 학생간의 창의성에 대한 인식의 불일치는 창의성 교육을 저해하는 요소가 되어 목표하던 교육의 결과를 얻기 힘들 수 있다. 초등수학영재는 수학 창의성에 대해 어떻게 생각하는가? 학생들이 생각하는 수학 창의성 프로그램은 어떤 것인가? 이와 같은 의문에 대해 수학 영재들의 인식을 조사하는 것이 본 연구의 목적이다. 이는 수학 창의성 개념을 더욱 명료화하고, 영재수업에서의 수학 창의성 프로그램을 개발하는데 기초자료로 활용될 수 있으며, 수학 창의성 수업에서도 시사점이 많을 것으로 기대된다. 이러한 맥락에서 우리는 다음과 같은 연구문제를 설정하였다.

1. Rhodes의 4P 이론에 근거한 수학 창의성 설문을 개발하여 초등수학영재의 수학 창의성 인식 조사에 적용한다.
2. 설문을 분석하여 수학 창의성에 대한 수학 영재의 인식을 기술한다.

II. 이론적 배경

1. 창의성과 Rhodes의 4P

창의성에 관한 정의와 접근 방법은 다양하다. 창의성에 대한 개념이 확고히 정립되지는 않았지만, 대부분의 학자들은 ‘새로우면서도 유용한 것을 생각하거나 만들어내는 특성’ 정도로 동의하고 있으며, 조석희(1996)는 “주어진 문제나 감지된 문제로부터 통찰력을 동원하여 새롭고, 신기하고, 독창적인 산출물을 내는 능력”이라고 정의했으며, Haylock(1987)과 Romey(1970)는 창의성을 새로운 방식으로 불가능하다고 생각하는 연결을 만들어 내는 능력이라고

하였다. ‘새롭고 유용한 아이디어 도출, 확산적이고 풍부한 사고과정, 문제해결을 통하여 독창적인 산출물을 만들어 내는 것’을 수학 창의성이라 하였다(김홍원, 1998; 조석희, 2003). 여러 가지 창의성 개념이 공존하지만 그 수용범위는 맥락과 상황에 따라 신중하고 다르게 해석되어야 할 것이다.

한편 창의성을 설명하고 연구하는 몇 가지 접근 방법이 있다. 예를 들면, 개인과 영역 그리고 분야의 상호작용을 강조하는 체계 접근(Csikszentmihalyi, 1999), 사례연구(Gruber & Wallace, 1999)를 중심으로 하는 진화체계 접근, 그리고 현재 사람들이 관심을 두지 않는 분야를 연구하는 투자이론 접근(Sternberg & Lubart, 1996)이 있다.

창의성에 대해 바라보는 시각은 시대 변화에 따라 다르게 규정되고 있지만 널리 통용되고 오래된 포괄적 정의는 Rhodes(1961)의 4P 이론이다. 이 4P 관점을 통해 수학 영재학생들은 수학 창의성에 대해 어떻게 생각하고 있는지 조망하는 것이 본 연구의 목적이다. 4P의 개인(person), 과정(process), 환경(press), 산출물(product)은 각각 학문적으로 독특한 독자성을 지녔지만 4가지 요소가 통합적일 때 기능적으로 작동한다(Rhodes, 1961).

첫째, 개인(person)의 관점에서 창의성은 인간의 고유한 특성을 강조한다. 개인의 심리와 인지적 측면에 초점을 맞춘 범주에서 흥미, 호기심, 끈기, 자신감, 동기, 정서, 자신감, 유연함 등과 같은 성향 및 특성에 해당된다고 볼 수 있다. 둘째, 과정(process)의 창의성은 창의적인 활동에 참여할 때 도출되는 일련의 구조적 단계들 즉, 문제를 인식하고 아이디어를 창출해내며, 가설을 검증하여 결과를 도출해 내는 주기를 거친다(Wallas, 1926)고 할 수 있다. 또한 4P를 고안한 Rhodes는 창의성을 누구에게나 존재하는 것으로 창의적인 과정을 훈련시키고 배우면서 개발될 수 있다고 하였다(Rhodes, 1961). 셋째, 창의성에서의 산출물(product)은 창의적인 사고나 활동의 결과물을 의미(박종원, 지경준, 2015)한다는 관점이다. 넷째, 환경(press)은 창의적인 능력을 배양하는 과정, 산출물을 도출해 내는 배경에서의 사회적 자원 또는 물리적 환경, 심리적인 영향을 주는 요소들이다. 이러한 요인들로 비추어 볼 때, 4P 이론은 학습자가 역량을 발휘하여 실제의 산출물을 창출해 내는 과정에서의 여러 가지 특성들을 통합적으로 내포하고 있음을 알 수 있다.

III. 연구 방법

1. 연구대상

수학 창의성에 대한 수학영재의 인식 조사는 ○○광역시 초등영재교육원 소속 학생을 대상으로 진행되었다. 이 영재교육원에서 수학영재교육을 받고 있는 학생은 4학년 40명, 5학년 80명, 6학년 80명으로 총 200명이다. 영재의 선발은 다단계로 평가하며 일반, 특별, 사회통합전형 추천방식으로 선발하게 된다. 학생의 소속 학교장의 추천을 받은 학생 중 영재교육기관에서의 선발과정(1단계 서류 전형, 2단계 창의적 문제해결력 검사, 3단계 심층면접)을 거친 후 초등영재교육원 영재교육대상자 선정심사위원회에서 선발된 영재교육대상자이다. 본 연구의 대상자의 인원수와 성별, 영재교육 수혜정도를 조사한 것은 <표 1>과 같다.

<표 1> 연구대상

학년	성별	학생수	수해경력			전체
			1년	2년	3년	
4학년	여	12	12 (100%)			40 (20%)
	남	28	28 (100%)			
5학년	여	26	12 (46.2%)	14 (53.8%)		79 (39.5%)
	남	53	24 (45.3%)	28 (52.8%)	1 (1.9%)	
6학년	여	27		10 (37.0%)	17 (63.0%)	80 (40%)
	남	53		17 (32.1%)	36 (67.9%)	
전체			199 (100%)			

2. 설문 문항 개발

4P의 각 영역별 하위 요소와 문항의 개발 방향을 설정하기 위해 수학 창의성 연구(김진호, 2004; 김홍원, 김명숙, 방승진, 황동주, 1997; 유윤재, 2003)와 수학 문제설정(김판수, 2014)에 대한 문헌을 조사하고 전문가 3인과 함께 논의하였다. 그 결과 수학 창의성의 설문 개발 방향을 아래 <표 2>와 같이 정하고, 설문의 문항 개발을 위해 Rhodes의 4P에 근거하여 설문을 개발하였던 박종원과 지경준(2015)의 연구를 참고하였다.

<표 2> 4P와 수학 창의성 설문의 개발 방향

요인	일반 창의성	수학 창의성 설문 개발 방향
개인 (person)	인지적 특성, 정의적 특성	수학자, 수학적 창의성을 가진 사람의 인지적 정의적 특성
과정 (process)	창의성이 발생하는 과정, 지식과 정보를 재조합하고 새롭게 도출해내는 단계	수학적 맥락에서 창의적 문제해결
산출물 (product)	창의성을 표현해 낼 수 있는 모든 유·무형의 산출물	창의적인 수학 산출물의 특성
환경 (press)	창의성 발현에 영향을 주는 물질적, 심리적 환경과 자원	수학 등 집중에 유리한 심리적 환경, 자원

4P의 영역별 하위 요인을 임시적으로 두고 각 영역별 특성을 물을 수 있는 39개의 문항을 제작하였다. 이들 문항을 대학부설 초등 수학 영재반 학생들을 대상으로 개발된 설문을 적용하고 상관을 비교하는 등의 예비연구를 거쳐 최종적으로 23개 구조화 된 문항과 4개의 반구조화 된 문항으로 확정하였다. 각각의 설문 문항들은 학생들의 배경적 요인을 조사한 후 Rhodes의 4P 요인으로 범주화하여 질문에 동의하는 정도에 따라 체크할 수 있게 하였다. 구조화 된 설문은 리커트 5점 척도 (1점: 매우 그렇지 않다, 2점: 그렇지 않다, 3점: 보통이다, 4점: 그렇다, 5점: 매우 그렇다)로 표시하게 하였다(<표 3> 참조).

<표 3> 설문 문항

요인	세부내용 (하위요인)	문항수	비고	
0	인적배경	성별, 학년, 영재교육 수혜경력	3	
		과제집착력	2	
I	개인	수학에 대한 흥미	2	5점 척도
		창의적 문제해결력	2	
		창의성이 뛰어난 사람의 능력/ 창의성이 높은 사람의 성격적 특성	2	반구조화
		문제이해	2	
II	과정	해석	3	5점 척도
		수학 창의성 지명 프로그램 (수업내용)	1	반구조화
III	산출물	독창성	2	5점 척도
		복잡성	2	
		유창성	2	반구조화
		창의적인 산출물의 예	1	
IV	환경	심리적 환경	3	5점 척도
		자원	3	

3. 자료 분석과 처리

피검자가 체크한 답변을 점수화 한 후 그것을 토대로 SPSS 통계 패키지를 이용해 반응을 분석하였다. 조사 대상의 인식을 파악하기 위해 문항별 동의 정도를 평균으로 표기하였고 평균이 높을수록 동의정도가 높은 정도를 알 수 있다. 반구조적 질문으로 응답한 설문 내용은 자료들을 주제별로 범주화 하여 빈도 순위를 측정하고 문항별로 응답한 내용을 제시한다.

IV. 연구 결과

1. 설문의 개요

4학년 40명, 5학년과 6학년에서 각 80명씩 총 200명에게 실시한 23개의 5점 척도 설문의 결과를 분석하였다(<표 4> 참조). 총 23개의 항목의 신뢰도 (Cronbach- α)는 .89로 높게 나타남으로써 본 연구에서 사용한 설문이 초등수학영재의 수학 창의성에 대한 인식을 파악하기에 적절한 설문으로 나타났다. 결과분석에서 무응답 항목이 있는 문항을 삭제하였으며 요인별로 학년 간 평균에는 유의미한 차이가 없었다. 전체적으로 문항 당 요인별 평균은 ‘개인’이 가장 높게 나타났으며 이에 비해 나머지 요인들은 상대적으로 낮은 평균을 나타내었다. 요인별 상관계수는 과정과 개인, 과정과 산출, 산출과 환경에서 상당한 수준의 상관이 있는 것으로 나타났지만 환경과 개인 간에는 낮은 상관을 보여주었다(<표 5> 참조). 환경은 선호도의 문제이므로 개인의 창의적 특성에 대한 인식과는 큰 상관이 없는 것으로 나타났다.

<표 4> 요인별 평균

요인	N	문항수	평균		표준편차
			요인 별	한 문항 당	
개인	200	6	28.18	4.70	3.14
과정	200	5	22.30	4.00	2.86
산출	200	6	23.76	3.96	4.44
환경	193	6	23.75	3.96	4.00
합계		23			

<표 5> 4P 요인 별 상관계수

	개인	과정	산출	환경
개인	1			
과정	.65	1		
산출	.35	.46	1	
환경	.29	.42	.60	1

2. 개인

개인과 관련된 문항은 크게 두 가지 특성으로 대별되는데, 정의적 측면으로는 태도, 호기심, 인내, 흥미, 적성과 같은 기질적인 행동 특성이 있고, 인지적 측면으로는 창의적인 수학적 사고, 정형화된 틀을 벗어난 다양한 문제의 해결 방법, 확산적 사고가 있다. 이런 측면에서 본 연구자는 수학적 창의성의 인식을 알아보는 용도에 맞게 재해석 하여 <표 6>과 같이 3개의 하위 요인에 대해서 6가지의 문항을 만들어 설문을 실시하고 그 결과를 분석하였다.

<표 6> 개인 요인의 설문 문항

하위요인	문항 수	주요 내용	평균(표준편차)
과제집착력	2	· 문제를 끝까지 해결하려는 노력 · 어려운 문제도 포기하지 않음	9.25 (1.25)
수학에 대한 흥미	2	· 수학에 대한 높은 흥미 · 새로운 수학문제에 대해 호기심	9.44 (1.18)
창의적 문제해결력	2	· 여러 가지 풀이 방법을 찾으려는 노력 · 새로운 문제 해결에 대한 선호	9.49 (1.22)

개인에 관한 설문의 응답 평균은 하위 요인별로 높게 나타났으며 학년 간 차이도 없었다. 수학분야에서 창의성은 문제해결 내에 있는 것으로 간주되어왔고(김판수, 2014), 창의적 문제 해결은 창의적인 개인의 특성을 가장 잘 드러내는 항목이다. 뿐만 아니라 수학에 대한 흥미와 과제집착력도 일반적인 수학 영재의 특성과 상응함을 알 수 있다(Krutetskii, 1976).

한편 ‘창의적인 사람은 어떤 능력을 가졌는가?’, ‘창의적인 사람은 어떤 성격적 특성을 가졌는가?’와 같이 두 개의 개방형 질문에서 학생들의 반응 중 빈도가 높은 순으로 나열하면, 창의적 문제 해결력, 과제집착력, 호기심, 인성의 순서대로 나타났다. 가장 높은 빈도를 보인 ‘창

의적 문제해결’은 ‘문제를 다양한 방법으로 해결할 것이다.’, ‘창의적인 방법으로 문제를 해결할 것이다.’, ‘새로운 방법으로 문제를 해결할 것이다.’와 같은 반응을 보였다. 두 번째로 높은 빈도를 보인 과제집착력으로 ‘쉽게 포기하지 않는다.’, ‘어려운 문제를 끝까지 해결한다.’, ‘노력을 많이 한다.’와 같은 반응을 나타내었다. 세 번째 빈도로 나타난 것은 호기심으로 볼 수 있는데, 학생들의 반응은 ‘호기심이 많다.’, ‘새로운 것을 좋아할 것이다.’, ‘관심이 많을 것이다.’를 포함한다. 네 번째로 많이 나타난 것은 ‘인성’이다. 예를 들면 ‘배려심이 많다.’, ‘성격이 부드러운 것이다.’, ‘남에게 잘 설명할 것이다.’와 같은 반응들이다. 이 같이 ‘좋은 인성’이 수학적으로 창의적인 인물의 개인적 특성으로 꼽은 것은 의외의 재밌는 결과이다.

3. 과정

수학영재가 인식하는 문제해결 과정을 알아보기 위해 본 연구자는 Polya(1945)의 수학 문제해결 단계와 Wallace(1926)의 창의적 문제해결 4단계 등을 참고하여 5개의 하위요소에 따라 문항을 만들어 문항분석을 통해 상관이 높은 문항끼리 범주화하였고 그 결과 문제이해, 문제해석으로 2개의 하위요소만 추출되었다. 수학적 창의성이 높은 사람은 어떤 과정을 거쳐서 문제를 해결하는지를 물어본 결과 학생들은 창의성이 높은 사람은 문제 해석 능력이 가장 뛰어나고 응답하였다(<표 7> 참조). 문제 해석과 관련된 문항은 ‘수학 창의성이 높은 사람은 문제를 잘 설명한다.’, ‘문제를 쉽게 표현한다.’였다. 이는 창의성이 개발되는 과정을 거치는 것 역시 인간 고유의 특성을 발현하는 과정이기 때문으로 보인다.

<표 7> 과정요인의 설문 문항

하위요인	문항	내용	평균(표준편차)
문제이해	2	· 기억력이 좋음 · 문제를 빨리 이해함	8.49 (1.51)
문제해석	3	· 문제를 잘 설명함 · 문제를 쉽게 표현함 · 어려운 문제를 쉬운 식으로 잘 나타냄	13.81 (1.78)

개방형 문항에서는 학생들이 지금까지 받았던 영재교육 프로그램에서 가장 창의적이었다고 생각하는 수업을 직접 지명하도록 하였으며 그 이유를 서술하도록 하였다. 학생들이 지명한 프로그램의 결과는 연구결과 6절에서 다루도록 한다.

4. 산출

창의성을 기술할 때 인지적 과정과 산출물의 측면에서 접근하는 경우가 많다. 특히 산출물은 개인의 수행을 객관적으로 평가할 수 있는 좋은 자료이고 조작적 정의로 사용된다. 수학에서도 많은 학자들이 수학 창의성의 정의에서 사고 과정의 요소로 과정과 산출물로 보고 있다(Balka, 1974; Ervynck, 1991). 수학적으로 창의적인 사람은 어떠한 산출물을 만드는지와 관련하여 ‘독창성’, ‘복잡성’, ‘유창성’에 관한 질문을 했다. 보통 수학 창의성을 측정하는 도구에서

는 주로 ‘독창성’ ‘유창성’ ‘융통성’을 측정하고 있으나 본 연구에서 독창성과 융통성에 대한 인식의 차이를 알아보는 문항 개발의 어려움 때문에 융통성 요인을 생략하였다. 그리고 ‘복잡성’은 문제설정에서 우수함을 나타내는 기준으로 삼는다(김관수, 2014).

<표 8> 산출 설문문항

하위요인	문항	내용	평균 (표준편차)
독창성	2	· 전에 보지 못한 문제를 만들어냄 · 독특한 문제 해결 방법을 많이 찾음	7.96 (1.84)
복잡성	2	· 이해하기는 쉽지만 풀기엔 어려운 문제를 만들어냄 · 수학적으로 창의적인 아이디어는 복잡할수록 좋음	6.63 (2.17)
유창성	2	· 문제 해결 방법을 많이 찾음 · 수학 문제를 많이 만들어냄	9.18 (1.32)

수학에서의 산출물을 ‘문제 해결과 문제 설정’에서의 산출로 가정하였다. 총 6개의 질문 중 ‘독특한 문제 해결 방법을 많이 찾는 사람이 창의적인 사람이다.’와 ‘문제 해결 방법을 많이 찾는 사람이 창의적인 사람이다.’의 질문에 동의하는 정도가 가장 높았다(<표 8> 참조). 이는 문제 해결을 할 때 얼마나 독창적으로, 얼마나 다양한 방법으로 해결하는지가 수학 창의성과 관련이 크다고 인식한다는 것을 알 수 있다. ‘수학적으로 창의적인 아이디어는 복잡할수록 좋다.’, ‘수학 문제를 많이 만들어내는 사람이 창의적인 사람이다.’, ‘이해하기는 쉽지만 풀기엔 어려운 문제를 만드는 사람이 창의적인 사람이다.’에 대한 질문에 동의하는 정도는 다른 평균의 정도와 큰 차이가 있었다. 또한 산출에 대한 개방형 질문으로 지금까지 학생들이 경험한 창의적인 산출물을 기술하도록 하였는데 한붓그리기, 테셀레이션, 피타고라스의 정리, 칠교, 피보나치수열, 아발론의 순서를 보였다. 이들의 주제들의 정의는 쉽게 이해될 수 있고 결과물은 새롭고 창의적인 여러 가지 방법들로 산출될 수 있으며 깊은 생각과 해결 방법들을 요구하는 것들이 많았다.

5. 환경

환경은 수학적 창의성 발현에 영향을 주는 물질적, 심리적 환경과 자원으로 구분하였으며, 심리적 환경에서 조용하고 다소 긴장된 분위기를 선호하는지 아니면 익숙하고 편안한 분위기를 선호하는지를 알아보았다. <표 9>와 같이 심리적으로 편안한 환경에서 수학적으로 창의적인 아이디어가 더 잘 만들어질 것이라고 인식한다는 것을 알 수 있다. 이에 비해 약간 긴장되거나 조용한 분위기에서는 부정적인 반응이 나타났다. 또한 환경과 관련한 질문 중 ‘수학 창의성은 길러지는 것이 아니라 타고나는 것이다.’의 질문에 동의하는 정도는 평균 2.78로 동의 정도가 낮았고 수학 창의성은 길러지는 것이라고 인식하고 있는 영재학생들이 많다는 것을 알 수 있다. 창의성에 대하여 많은 학자들 역시 창의적인 과정은 훈련시킬 수 있고, 창의성은 계발될 수 있다고 하였다(Osborn, 1953). 이렇듯 창의성을 발현시켜 주는 자원으로는 주변 사람, 다양한 지식과 경험, 정서적으로 안정된 분위기나 지지해 주는 환경이 수반되어야 한다는

점을 확인시켜주었다.

<표 9> 환경 설문문항

하위요인	문항	내용	평균(표준편차)
심리적 환경	3	· 익숙한 공간 · 자유로움 · 편안한 분위기	12.76 (2.26)
자원	3	· 여러 사람과 같이 있을 때 · 수학적 지식이 많을수록 좋음 · 오직 수학적 지식과 경험에 집중한 중요성	10.98 (2.56)

6. 영재들이 지명한 창의성 program과 지도교사 면담

창의성이 계발되는 과정(process)에 관한 개방형 설문으로 영재들에게 지금까지 받았던 수업 중 가장 창의적인 수업을 회상하고, 수업했던 시기, 교사 이름, 강의 제목, 수업 내용, 이유를 쓰도록 하였다. 200여명의 연구대상자는 두 명의 교사(A교사와 B교사)와 세 개의 수업(A교사-익지도, B교사-클리코, 리버크로싱)을 지명하였다. (<그림 1> 참조), (<그림 2> 참조)지명한 교육 프로그램과 교사의 면담은 다음과 같다.

가. 익지도와 A교사 면담

먼저 수업 내용과 선정 이유를 알아본다. ‘익지도’는 칠교와 유사하지만 조각의 수가 많고 모양도 더 다양하다. 칠교판이 7개의 조각이지만 익지도는 15개의 조각으로 여러 가지 모양을 만들 수 있다. 그리고 익지도는 삼각형과 사각형뿐만 아니라 육각형 및 원 조각이 있다. 학생들이 창의적인 수업이라고 생각하는 이유를 빈도에 따라 분류하니 첫째는 다양한 사고를 가능하게 하며(대표적인 반응: 여러 가지 방법으로 해결했기 때문이다), 둘째는 기발한 생각을 요구하며(대표적인 반응: 독특한 방법을 사용했기 때문이다. 기존의 생각을 뒤집었기 때문이다.), 마지막으로 사고력을 요구하는(대표적인 반응: 생각할 수 있도록 도움을 주었기 때문이다.) 수업이었다는 점이다.

이 수업의 특성을 알아보기 위해 교사에게 미리 예상 질문을 주었으며 1시간 정도 면담을 하였다. A교사는 영재교육지도 10년차이며 초등학교 교사 경력은 15년차이다. 영재교육의 기초연수, 심화연수, 전문가 연수 등 모든 연수를 모두 이수하였다. A교사는 익지도에 관한 총 3차시 수업을 진행하였다. 1차시에서는 익지도를 탐색하고 2차시에서는 1차시를 바탕으로 모형 탐색, 크기 등 분류 활동으로 기본적 속성 발견을 하도록 했다. 3차시에서 익지도 모양으로 창의적 산출물을 도출함으로써 실제로 탐색하는 가운데 스스로 유창하고 다양하게 새로운 각도에서 발견할 수 있도록 중점을 두었고, 동기유발을 위해 삼각형 내각의 합이 180도가 아닐 수도 있다는 수학사 이야기를 해주었다.

평소 A교사는 어떠한 문제를 해결할 때 스스로 원리를 찾게끔 학생들에게 충분한 시간을 주었고 또한 그 안에서 상호작용을 통해 토의토론을 할 수 있도록 했다. ‘학생들이 왜 창의적

인 수업이라고 선택했는지 다른 수업과의 차이점을 어떤 것에 중점을 두었는지' 묻는 질문에 교사는 도전심, 아이디어를 낼 수 있도록 하는 자극과 격려를 많이 하고 확산적 사고를 할 수 있도록 발문을 하여 여러 가지 방법, 새로운 방법을 스스로 찾아보라고 하는 것에 중점을 두었다. 영재학생들은 개성이 강하고 고집이 세기 때문에 아이들에게 협력학습과 리더십의 중요성을 심어주어야 한다고 생각하여 팀 활동의 필요성을 중요시하며 수업을 진행하는 것을 중요하게 생각하였다.

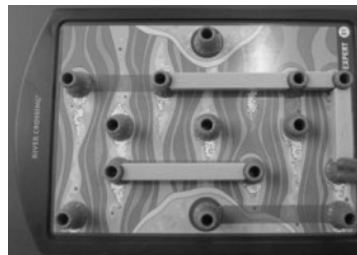
수학영재들은 추상적인 개념을 구체화하고 시각화하는 교구를 조작하는 수업의 과정을 통해 정의적 측면에서의 수학적 흥미가 높아짐을 알 수 있었다. 실제로 조작이 가능한 환경에서 집중도가 높아지며 문제 해결 방법이 다양하게 나타나며 융통성 또한 발휘되며 확산적 사고가 가능함과 동시에 창의성 발현에도 도움이 됨을 보여준다.

나. 클리코, 리버크로싱과 B교사 면담

B교사가 수업을 한 주제 ‘클리코’와 ‘리버크로싱’을 설명하고 지명 이유를 알아본다. 먼저 클리코는 여러 가지 입체도형을 쉽게 만들고 해체할 수 있는 플라스틱 조각들로 이루어진 교구이다(<그림 1> 참조). 특히 정다면체를 비롯한 여러 가지 도형의 성질을 탐구하고 입체도형의 감각을 익히는 데 도움을 주는 교구이다.



[그림 1] 클리코로 만든 오각볼과 그 전개도



[그림 2] 리버크로싱

‘리버크로싱’은 강을 건너기 위해 섬과 섬을 연결하는 적당한 크기의 다리를 선택하는 보드 게임이다(<그림 2> 참조). 답을 찾기 위해 여러 전략들을 구사하는데, 다양하게 생각해보고 다리를 계속 놓아보며 새로운 길로 가보기도 하면서 최선의 선택을 찾는 전략게임이다.

학생들이 ‘클리코’를 창의적인 수업이라고 생각한 이유는 다양한 산출(대표적인 반응: 여러 가지 모양을 만들 수 있다, 도형을 떼 내고 붙이며 새로운 것을 만들 수 있다)과 새로운 산출(대표적인 반응: 무한한 상상을 표현할 수 있다)을 꼽았으며, ‘리버크로싱’에 대해서는 새로운 산출(대표적인 반응: 새로운 답을 개발할 수 있다), 생각할 기회를(대표적인 반응: 생각할 수 있는 시간이 주어졌다) 꼽았다.

B교사는 13년차 초등교사이지만 영재교육 교사로는 5년차이며, 영재교육 기초 및 심화 연수를 이수했으며, 연구대상자를 상대로 ‘클리코’와 ‘리버크로싱’을 가지고 교구 수업을 진행하

였다. 클리코 수업에서는 먼저 클리코를 조작하는 방법 알아보기, 교과서에 있는 도형의 성질 찾아보기를 했으며, 2차시에는 정다면체를 만들어보고 성질 알아보기 그리고 자유롭게 만들고 싶은 것 만들어보기 등으로 수업을 진행하였다. 리버크로싱은 수준별로 문제를 하나씩 해결과는 과제이다. “이 수업에서 학생들의 문제 해결의 과정이 바로 드러났다.” 그리고 “학생들이 여러 가지 시도를 하면서 높은 집중력을 보였으며, 성취감과 더불어 친구들과의 경쟁을 하면서 굉장한 흥미를 가지며, 사고하는 힘이 길러지고 있음을 확신하였다.”고 응답했다. 또한 “자연스런 게임 상황에서 수학적 탐구가 가능하고 유연한 사고가 촉진되며 구체물을 직접 조작하는 활동에서 창의성이 개발되고 수학적 의사소통에도 도움이 되었다”고 하였다. 요약해보면, 학생들이 선정한 창의적인 수업은 모두 교구를 사용하는 수업이었다는 점이다. 교구는 생각한 것이 바로 시각화되며 짧은 시간에 여러 가지 시도가 가능하다는 점이다. 익지도와 클리코는 독특하고 다양한 형태의 모양을 만들 수 있는 교구이다. 반면 리버크로싱은 여러 가지 경우를 생각하고 전략을 고려하여 최선의 해결책을 찾는 단계형 문제해결 게임이다. 처음에는 쉬운 문제로부터 시작하여 단계가 높아질수록 어려운 문제가 나온다. 학생들은 리버크로싱에서 새로운 산출과 생각을 요구하는 과제를 꼽았다.

인터뷰에서 두 교사는 “같은 교구라도 어떤 교사가 어떻게 수업을 준비하느냐에 따라 다르기 때문에 가장 중요한 것은 교사의 역할이다”며 교구와 창의적인 수업과는 큰 관련은 없다고 생각하였다. 이들 교사는 무엇인가를 하면서 창의성이 길러지는 것이라고 생각하였고 확산적인 사고를 위해 ‘다른 방법은 없을까?’, ‘어떻게 그러한 답이 나왔니?’라는 발문으로 자극을 주었으며, 학생이 틀려도 긍정적인 피드백을 하며 격려하였다. 또한 교사는 학생활동을 최소한으로 개입하고 학생들끼리 질문하고 발표하고 원리를 찾는 학생 중심의 수학적 의사소통을 통한 토의토론이 창의적인 수업이라고 생각하였다. 두 교사의 인터뷰 내용을 토대로 정리해보면, 수학영재학생이 지명하는 창의적인 수업에 대해 교사는 조력자 역할로 개입이 적은 수업, 학생들이 확산적 사고를 할 수 있도록 적절한 발문과 격려가 있는 수업, 스스로 생각하며 의사소통을 통해 원리를 찾는 수업을 운영하였다.

V. 결론 및 논의

본 연구의 목적은 초등수학영재들의 수학 창의성에 대한 인식을 알아보는 데 있다. 이를 위하여 Rhodes의 4P 이론에 근거하여 개인, 과정, 산출, 환경과 관련된 요소들을 범주화하였으며 최종적으로 23개의 문항을 선정하였다. 그리고 학생들이 생각하는 창의성이 높은 사람과 성격적 특성, 창의성이 개발되는 수업들을 지명하고 이유를 서술하게 하여 분석하였다. 연구의 결과는 다음과 같다.

첫째, 초등수학영재들은 수학 창의성이 높은 개인에 관한 요인으로 창의적 문제해결력, 과제집착력, 수학에 대한 흥미 그리고 인성을 특징으로 꼽았다. 창의성 인식에 있어 주어진 문제를 다양한 해결방법과 새로운 문제 방법으로 끊임없이 수행해나가는 인지적인 능력을 가장 중요하게 생각하는 것으로 살펴볼 수 있었다. 이는 수학창의성에 대한 초등교사 인식의 선행

연구(이혜숙, 민선희, 김민경, 2012)에서 교사의 관점에서 본 창의성은 새로운 답을 생산해 내는 능력과 창의적 문제해결을 가장 많이 응답한 것으로, 학생과 교사의 창의성에 대한 인지적인 특성이 일치했다.

둘째, 초등수학영재들은 문제해결 과정에 관한 요인으로 문제 이해와 문제 해석을 높게 인식하였다. 이와 더불어 산출과 관련된 질문에 수학 영재를 판별하는 기준인 독창성, 유창성, 복잡성 등에 비중을 둔 설문문항에는 개인과 과정 요인에 비해 동의하는 정도가 상대적으로 낮았다. 이를 통해 초등수학영재는 단순히 복잡하거나 유창하기만 한 것은 수학 창의성과 관련이 없는 것으로 인식한다는 것을 알 수 있다. 환경과 관련해서 새로운 아이디어는 익숙한 공간과 편안하고 자유로운 분위기에서 더 잘 만들어 진다고 응답한 정도가 높은 것으로 보아 창의성을 발휘시켜 주기 위해서는 편한 공간과 자유로운 분위기를 조성해 줄 수 있도록 해야 한다는 점을 알 수 있다.

셋째, 학생들이 창의성 개발에 도움이 되었다고 생각하는 영재교육 프로그램의 특성은 흥미와 즐거움을 내포하며, 실제로 조작이 가능하며, 구체화와 시각화할 수 있으며, 그 과정에서 집중도가 높아지며, 문제해결 방법이 다양하게 나타나며, 확산적 사고가 가능한 것임을 알 수 있었다. 학생들이 지명한 교구활용 창의성 프로그램은 자연스러운 상황에서 수학적 탐구가 가능하고 유연한 사고가 촉진되며 수학적 의사소통이 활발해지고 새로운 아이디어 산출에 도움이 되었다. 이는 전평국(1999)의 연구, 즉 조작하고 수행하는 과정은 무엇인가를 생각해내고 탐색하는 접근법을 조장하고, 새롭고 진보적인 생각을 촉진한다는 사실과 맥을 같이한다. 이로부터 초등수학영재들의 수학 창의성에 대한 인식이 수학 창의성 개발에 미칠 수 있는 영향에 대해서 논의할 필요가 있으며, 영재교육 프로그램 개발에 필요한 연구를 바탕으로 수학 창의성에 대한 프로그램 개발의 방향을 제안하는 바이다. 말하자면 본 연구의 결과를 바탕으로 다음과 같은 제안을 한다.

첫째, 영재 교육 교사들은 학생들의 인식을 이해할 필요가 있다. 초등수학영재들은 수학 창의성이 높은 사람은 ‘수학에 대한 흥미’와 ‘좋은 인성’을 가졌다고 인식했다. 이와 관련하여 교사는 수학 창의성 교육을 할 때 이러한 학생들의 인식을 참고할 필요가 있다.

둘째, 영재 교육 교사들은 좋은 프로그램과 더불어 창의성이 개발될 수 있는 수업 환경을 조성해야 한다. 조언과 격려의 발문, 여유로운 시간 제공과 같은 요소를 활용하며 수업을 구성할 수 있도록 해야겠다.

셋째, 수학 창의성을 위해 수업 중 교구사용을 권장한다. 학생들은 교구를 통해 자신들이 사고하는 것을 직접 눈으로 보고(시각화), 확인하며, 직접 만들어보면서(구체화) 여러 시행착오를 경험할 수 있다. 이런 장점은 독특하고 다양한 산출을 용이하게 한다.

넷째, 영재 교육 교사는 흥미로운 영재교육 프로그램을 개발 할 필요가 있다. 본 연구에서 학생들은 수학 창의성과 흥미는 높은 관련이 있는 것으로 인식하고 있었다. 교사가 흥미 있는 영재교육 프로그램 개발과 함께 적절히 활용할 수 있는 자료를 많이 만들 수 있도록 다양한 연수와 교육이 필요하다.

끝으로 본 연구에서 초등학생들이 인식하는 수학 창의성에 대한 인식을 조사하였다. 이 연

구에서 초등학생들이 인식하는 수학 창의성과 창의성 프로그램의 특성을 기술하였으나 교사, 학부모 그리고 학생 간의 창의성 인식에 대한 연구를 할 필요가 있다.

참 고 문 헌

- 김진호 (2004). 시리즈 E : 수학적 창의성에 대한 일 논의 - 창의적인 사람, 창의적인 산물, 창의적인 과정이란 관점으로부터. **한국수학교육학회지 시리즈 E <수학교육논문집>**, 18(3), 45-56.
- 김관수 (2014). 문제설정에서의 수학적 창의성 평가 요소에 대한 소고. **영재교육연구**, 24(6), 1053-1071.
- 김홍원 (1998). 수학 영재 판별 도구 개발 - 수학 창의적 문제 해결력 검사를 중심으로. **영재교육연구**, 8(2), 69-89.
- 김홍원, 김명숙, 방승진, 황동주 (1997). **수학영재판별도구개발연구(II)-검사제작편**. 한국교육개발원 연구보고 CR97-50. 서울: 한국교육개발원.
- 박종원, 지경준 (2015). 학생, 교사 및 학부모의 과학 창의성에 대한 대립적 관점 조사. **한국과학교육학회지**, 35(3), 395-402.
- 유윤재 (2003). 시리즈 E: 창의적 수학문제해결력 검사도구의 요소. **한국수학교육학회지 시리즈 E<수학교육논문집>**, 17, 159-168.
- 이혜숙, 민선희, 김민경 (2012). 시리즈 A: 수학창의성에 대한 초등교사들의 인식. **한국수학교육학회지 시리즈 A <수학교육>**, 51(4), 337-349.
- 전평국 (1999). 수학과 교수·학습에서의 교수매체의 역할. **한국수학교육학회지 시리즈 F <수학교육학술지>**, 3, 21-25.
- 조석희 (2003). 창의성 계발을 위한 수학영재 교육방안. **대한수학교육학회 수학교육학연구대회논문집**, 1-21.
- Balka, D. S. (1974). Creative ability in mathematics. *Arithmetic Teacher*, 21(7), 633-636.
- Csikszentmihalyi, M. (1999). Implications of a systems perspective for the study of creativity. In R.J. Sternberg(Ed.), *Handbook of Creativity* (pp. 297-312). Cambridge UK. Cambridge University Press.
- Ervynck, G. (1991). Mathematical Creativity. In D. Tall(Ed.). *Advanced Mathematical Thinking*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Gruber, H. E., & Wallace, D. B. (1999). The case study method and evolving systems approach for understanding unique creative people at work. In R.J. Sternberg(Ed.), *Handbook of Creativity* (pp. 93-115). Cambridge UK. Cambridge University Press.
- Haylock, D. W. (1987). A framework for assessing mathematical creativity in school children. *Educational Studies in Mathematics*, 18(1), 59-74.
- Krutetskii, V. A. (1976). *The psychology of mathematical abilities in school children*. Chicago: The

University of Chicago Press..

- Osborn, A. F. (1953). *Applied imagination: Principles and procedures for creative thinking*. New York: Schribner.
- Polya, G. (1945). *How to Solve It*. Princeton, N.J: Princeton University Press.
- Rhodes, M. (1961). An analysis of creativity. *The Phi Delta Kappan*, 42(7), 305-310.
- Romey, W. D. (1970). What is your creativity quotient?. *School Science and Mathematics*, 70(1), 3-8.
- Runco, M. A., & Johnson, D. J. (2002). Parents' and teachers' implicit theories of children's creativity: A cross-cultural perspective. *Creativity Research Journal*, 14(3), 427-438.
- Schwab, K. (2016). *The fourth industrial revolution: What it means, how to respond*. Geneva, Switzerland: World Economic Forum.
- Sternberg, R. J., & Lubart, T. I. (1996). Investing in creativity. *American Psychologist*, 51(7), 677-688.
- TAYLOR, A. (1975). An emerging view of creative actions. In I. A. Taylor & J. W. Getzels (Eds.), *Perspectives in creativity* (pp. 297-325). Chicago, IL: Aldine
- Urban, K. K. (1996). 창의성-요소적 접근 모델 [조석희, 역]. *교육과학연구*, 24, 5-27. (원본출간년도: 1995).
- Wallas, G. (1926). The art of thought. In P. E. Vernon (Eds.), *Creativity*. (pp. 91-97). Middlesex, England: Penguin.

= Abstract =

A Study of Mathematically Gifted Student's Perception of Mathematical Creativity

Pan Soo Kim

Busan National University of Education

Na Ri Kim

Graduate School of Education, Busan National University of Education

The purpose of this research is to study the perception of mathematical creativity through gifted elementary mathematics students. The analysis on perception for mathematical creativity was done by testing 200 elementary school students in grades 4, 5, and 6 who are receiving gifted education in elementary mathematics gifted class operated by OO City Dept of Education through the questionnaire that was developed based on Rhodes' 4P theory. This survey asked them to name what they think is the most creative from educational programs they have as far received. Then we analyzed the reason for the students' choice of the creativity program and interviewed the teachers who had conducted chosen program. As a result of analyzing the data, these students chose as mathematical creativity primarily creative problem solving, task commitment, and interest in mathematics in such order. This result is explained through analyzing the questionnaire that was based on Rhodes' 4P theory on areas of process, product and press. The perception of mathematical creativity by the gifted mathematical students not only helps to clarify the concept of mathematical creativity but also has implication for future development for gifted education program.

Key Words: Mathematical creativity, Elementary mathematics Gifted, Creativity program, Perception survey of mathematical creativity, Rhodes's 4p

1차 원고접수: 2016년 11월 29일
수정 원고접수: 2016년 12월 20일
최종 게재 결정: 2016년 12월 27일