

## 초등학생을 위한 수학영재교육 프로그램의 개발 방향

김 수 환 (청주교육대학교)

### I. 서론

국가적 수월성 추구를 위한 미국인들의 노력은 영재교육 개념의 확산을 초래하였다. 전통적인 영재교육은 수학, 물리 등의 영역에 제한되었으나, 요즘은 그 영역이 어학, 컴퓨터, 예술, 지도력 등 모든 분야로 확산되어가고 있다. 그들은 영재교육의 개선을 위하여 다음과 같은 조치가 필요하다(U.S. Department of Education, 1993)고 보고한다.

첫째, 매력적인 교육과정 기준을 설정한다. 내용 기준, 교육과정, 평가 실천들은 영재아들을 포함한 모든 학생들의 의욕을 북돋우어야 한다. 둘째, 매력적인 학습 기회들을 더 많이 제공한다. 셋째, 조기 교육 도입 기회를 증가시킨다. 넷째, 뛰어난 재능을 가지고도 불리한 입장에 있는 소수 민족 아동들을 위한 학습 기회들을 증가시킨다. 다섯째, 영재의 정의를 확장시킨다. 주 정부와 교육구청은 보다 광범위한 영재 학생들을 지원하기 위하여 그들의 정의와 평가 전략들을 재고할 필요성을 느끼고 있다. 여섯째, 교사의 발전을 강조한다. 교사들은 높은 수준의 교육과정을 가르치는 방법에 관하여 더 좋은 훈련을 받아야 한다. 일곱째, 세계적 성취 수준에 일치시킨다. 미국은 상위권 학생들이 잘 하는 국가들의 우수한 학생들과 비교하여 우위를 점할 수 있기를 보증해주는 조치를 취하고 있다.

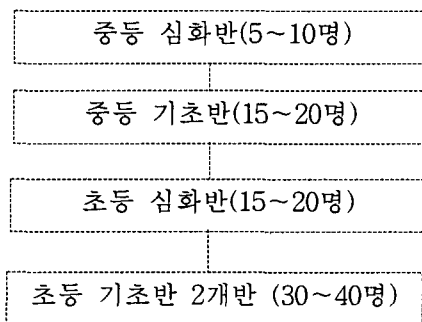
한편, 한국과학재단은 1998년에 전국 9개 대학, 1999년에 전국 12개 대학, 2000년 말에 서울대, 인천대, 아주대, 경남대, 경북대, 전남대, 전북대, 청주교대, 강원대, 부산대, 연세대, 제주대, 강릉대, 공주대, 서울교대 등 15개 대학에 부설 과학영재교육센터를 지정하여 운영하도록 지원해왔다. 또한 1999년에는 영재육성법안이 통과된 바 있다. 모처럼 마련된 영재교육에 대한 국가적 차원의 지원이 그 바람직한 결실을 맺도록 하는 것이 무엇보다 중요하다.

따라서, 본 고에서는 수학 영재교육 프로그램 개발의 바람직한 방향을 모색하려고 한다. 이를 위해 4~5년간 수학 영재교육을 실천해온 청주교육대학교의 운

영 실태 및 프로그램의 개요를 살펴본다. 또한 구체적인 프로그램의 사례와 함께 프로그램 개발의 기본 원칙과 프로그램의 특징을 밝혀볼 것이다.

## II. 청주교육대학교 수학 영재반 운영 실태

1997년까지는 매년 가을에 청주교육대학교 과학교육연구소 주관 수학·과학 경시대회가 있었는데, 시상만 하고 그 사후 지도가 없었던 점에 착안하여 자체 재원으로 선발된 학생들을 지도한 바 있다. 1998년부터는 한국과학재단의 지원에 힘입어 매년 가을에 실시하던 경시대회를 차츰 봄에 실시하게 되었으며 그 때 수학·과학 영재 선발을 겸하게 되었다. 지금의 수학 영재반 운영 개요는 다음 <그림 1>과 같다.



<그림 1> 수학 영재반의 지도의 위계도

### 1. 초등 기초반

초등 기초반은 15~20명씩 2개 반, 즉 30~40명을 대상으로 운영한다. 선발 과정은 1차 선발과 2차 선발로 이루어지는데 1차 선발에서는 2배수 정도인 60~80명을 선발한다. 1차 선발은 수학과 과학 두 과목의 시험 결과를 7:3 정도의 가중치를 두어 활용한다. 수학의 출제 범위는 5학년 1학기 5-가 단계까지의 교육과정 이내의 내용을 주로 하되 높은 사고력을 요하는 문항도 일부 포함하여 주관식 20문항 정도를 90분 이내에 풀도록 출제를 한다. 2차 선발은 1차 선발에서 합격한 학생들을 대상으로 창의적 문제 해결력을 요하는 10문항 정도의 수학 문

제를 2시간 이내에 풀도록 출제한다. 1차 시험과 2차 시험 결과 합격자는 수학과와 과학과의 전체 교수로 구성된 심의와 엄밀한 사정을 거쳐서 결정한다(청주교육대학교 과학영재교육센터, 2001). 2001년 현재 선발된 인원은 16명씩 2개반 32명이다.

## 2. 초등 심화반

1년간의 기초반 교육을 받은 학생들에 대하여, 학습자의 자기 평가를 포함한 포트폴리오 수집, 도우미 교사의 관찰 평가, 주말 교육 및 집중 교육 사후 평가 결과 등을 종합하여 심화반 교육 대상자 1개반 15~20명을 결정한다. 이들을 대상으로 또 1년간의 주말교육과 집중 교육, 원격 통신 교육 등이 실시되며 그 결과는 역시 초등 기초반과 같은 여러 가지 평가 기법들을 이용하여 평가한다. 평가 결과 5~7명 내외는 무시험 추천으로 중등 기초반에 입학할 수 있다. 물론 중등에서는 수학반 출신이 수학 이외의 물리·화학·생물·지구과학·정보 기초반으로의 추천과 수용이 가능한 경우도 있다. 2001년 현재 선발된 인원은 20명이다.

## 3. 중등 기초반

1개반 15명 내외의 학생을 선발하되 무시험 추천 이외의 새로운 인재를 선발하기 위하여 초등 기초반 학생들의 선발과 유사한 방법으로 같은 시기에 선발을 한다. 그리고 새로이 선발되는 학생들은 중학교 2학년 1학기 이전의 8-가 단계까지의 교육과정 내용을 토대로 문제를 출제하되 고등적인 사고 능력을 요하는 것들도 포함되어 있다. 2001년 현재에는 18명의 기초반 학생들 중 7명이 무시험 추천에 의해 선발된 학생이고 11명이 새로이 선발된 학생들이다.

## 4. 중등 심화반

이들 역시 1년간의 중등 기초반 교육기간 중의 학습자의 자기평가를 포함한 포트폴리오, 도우미 교사의 관찰 평가, 주말교육과 방학동안의 집중교육 결과에 대한 평가 결과 등을 종합하여 5~7명 내외로 선발된다. 2001년 현재 6명이 선발되

었다. 이들은 최종적으로 선발된 소수 정예의 뛰어난 학생들이므로 제공되는 교육 프로그램의 질을 높이고 다양화하기 위하여 최선을 다하고 있다. 지금 이들을 지도하고 있는 교수진은 영재교육에 관심을 가진 10여명의 다양한 전공 분야의 배경을 가진 분들이다.

### Ⅲ. 청주교육대학교 수학영재교육 프로그램의 개요

초등 수학 영재교육을 위한 청주교육대학교 과학영재교육센터의 프로그램은 실시 시기에 따라 주말교육과 집중교육, 과정에 따라 기초과정과 심화과정으로 구성되어 있다. 우선, 주말교육은 매주 토요일 오후에 실시하는 것이며, 집중교육은 방학중에 실시하는 것이다. 기초과정 프로그램은 1년차 기초반 학생들을 위한 것으로, 교육과정 내의 영역별 안배를 하되 활동의 폭과 깊이를 열어둘 수 있는 두 시간 전후에 할 수 있는 활동 과제로 한다. 이것은 과학반 학생들에게도 적용할 수 있는 과제여야 한다. 그러나 심화과정 프로그램은 2년차 후속교육 대상자들인 심화·수학반 아동들만을 위한 것이므로, 다소간 교육과정의 범주를 벗어나더라도 무방하다(김수환, 1999).

초등 기초반과 심화반을 위하여 개발된 수학 수업 자료의 유형은 실험, 토론, 과제수행, 강의 등 4가지로 구분하여 볼 수 있다. 또한 수준은 초등학교 5학년 수준이하(초5수준), 초등학교 6학년 수준(초6수준), 중학교 1학년 이상수준(중학교 수준)으로 구분할 수 있다. 개발된 프로그램을 주된 수업 유형과 대상 수준에 따라 분류하면 위의 표와 같다(Kim, 2001).

〈표 2〉 수학 프로그램의 유형과 수준

수준 유형	초5수준	초6수준	중학교 수준
실 험 (15)	계산기를 이용한 여러 가지 수의 계산	하노이 탑 패턴블록 지도에서 산의 정상 알아 맞추기 확률 실험 원의 신비 퍼즐문제	여섯 장의 카드 구하기 모래 수학 : 외심 모래 수학 : 내심 경우의 수 점, 선, 면의 세계 GSP를 통한 대칭 탐구 작도를 해보자 나도 피타고라스

토론 (15)	걸리버 여행기 기하판으로 배우는 수학 Tic-Tac-Toe와 수학	그래프의 분류 축구공에 숨어있는 수학 수학에서의 토론 우승팀을 찾아라 최강의 농구팀 결성하기	마술카드의 비밀 비둘기 집의 원리 그래픽 계산기 활동 아르키메데스의 무게와 부피 문장의 참과 거짓 자연수에서 실수까지 에라토스테네스의 체
과제 수행 (32)	로고프로그래밍 활동탐구(1) 로고프로그래밍 활동탐구(2) 로고프로그래밍 활동탐구(3) 칠교판 2.2.2의 세계	파스칼의 삼각형 성냥개비 놀이 낙타의 분배 원형 탱그램 활동 정육면체와 직육면체 만들기 3차원의 이해 시침과 분침이 겹치는 시각 도수분포표에 의한 그래프 엘리스와 카드병정의 하키 깨진 체스판 다시 붙이기 수학 퍼즐 다양한 주제의 문제해결 펜토미노를 이용한 수학문제	확률론과 여러 가지 문제해결 피보나치수열 탐구 자료의 정리와 계산기 활용 가장 빠른 길 찾기 다면체 탐구와 오일러 공식 누가 거짓말쟁이일까? 여러 모양 만들기 수학퍼즐문제해결 수 관련 규칙성 찾기 놀이 지도 색칠하기 마방진의 세계 기름통의 부피 그림자와 피라미트의 높이 사각형의 넓이와 식의 분해
강의 (수업) (7)	로고프로그래밍 활동의 기초	어려운 미로를 빠져나가려면? 재미있는 수리 퍼즐	타일 모양 탐구 차원분열도형 탐구 함수의 기초 최단거리 구하기

#### IV. 청주교육대학교 수학영재교육 프로그램의 실제

청주교육대학교 수학 프로그램 중에서 초등 기초반 프로그램 하나(걸리버 여행기를 읽고)와 초등 심화반 프로그램 하나(파스칼의 삼각형)를 다음과 같이 소개한다.

##### 1. 걸리버 여행기를 읽고

〈준비물〉 줄자, 삼각자, 자, 계산기 등



자들이 기구를 사용하여 나의 키를 재어본 결과, 내가 작은 사람들 키의 열 두 배 정도가 된다는 것을 알게 되었으며, 따라서 나의 몸이 최소한 작은 사람들 1728명을 합친 것과 같다는 결론을 얻었다고 하였다.

### 큰 사람들의 나라에서

나는 처음에 갔던 길로 힘껏 도망치면서 경사진 언덕으로 올라갔다. 그곳에서 나는 이 나라의 한 부분을 살펴볼 수 있었다. 나는 넓은 길로 들어섰지만, 나는 그것을 무척이나 넓은 길로 생각하고 있었다. 한 참을 걸어갔지만 나에게서는 아무 것도 보이지 않았다. 추수할 시기를 맞이한 곡식들의 길이가 12미터로 자라났기 때문이다.

내가 있던 언덕으로 10미터 가까이 수확을 하는 사람 하나가 다가왔다. 그가 한 걸음만 옮겨도 나는 발에 깔려 죽거나, 휘두르는 낫에 두 동강이 나게 될 것이다. 그것은 나



를 온통 두려움으로 몰아 넣었다. 큰 사람이 다시 움직이려고 하였을 때, 나는 공포에 질려 커다랗게 소리를 외쳤다. 그러자 큰 사람은 발을 짧게 딛고는 잠시 동안 아래를 살펴보았다. 그러다가 땅에 있는 나를 발견하게 되었다.

큰 사람은 내가 영국에서 족제비를 잡을 때 하였던 것처럼, 엄지손가락과 검지 손가락으로 등의 가운데 부분을 잡았다. 나를 좀 더 확실하게 관찰하기 위하여, 그는 나를 눈에서 약 3미터 거리까지 들어 올려 그의 키 높이인 18미터까지 올렸다. 나는 그의 손가락 사이로 미끄러져 떨어지게 될까봐 무척이나 두려웠다.

### 2) 준비 활동

- (1) 작은 사람들의 나라와 큰 사람들의 나라 사람들의 키는 얼마씩인가?
- (2) 걸리버와 작은 사람들의 키의 닮음비는 얼마인가?
- (3) 작은 나라의 수학자들이 걸리버에게 1728명분의 식사를 한꺼번에 제공한 하도록 한 근거는?
- (4) 걸리버와 큰 나라 사람들의 키의 닮음비는 얼마인가?

### 3) 탐구 활동

※ 우리가 있는 교실과 걸리버가 살았던 영국의 교실은 같다. 우리 교실에 있는 물건의 크기를 토대로 하여 작은 나라와 큰 나라의 교실에 있는 물건들의 크기를 구하여 보자.

- (1) 선형의 물건들
- (2) 평면 도형 모양의 물건들
- (3) 공간 도형 모양의 물건들
- (4) 기타

### 4) 심화 활동

작은 사람들의 나라와 큰 사람들의 나라가 우리 나라 국토와 닮은꼴이라 할 때, 그 전반적인 모습과 크기를 알아보아라. (국토의 넓이, 도시의 인구, 산의 높이, ...)

## 2. 파스칼의 삼각형

이 프로그램은 Tsubota(1997)가 만든 개방형 과제를 참고하여 만들었으며, 초등 심화반 학생들을 위한 프로그램이다.

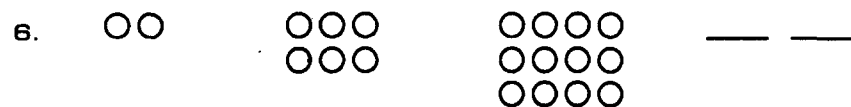
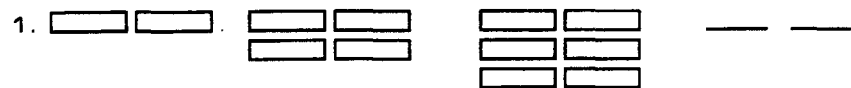
### 1) 학습 목표

수나 도형의 배열에서 규칙성을 찾음으로써 자연 현상이나 사회 생활에서의 여러 가지 규칙성을 탐구하는 성향을 길러준다.



2) 준비 활동

다음 도형들이 증가하는 규칙이 무엇인 지를 찾아 빈 칸을 채우시오.

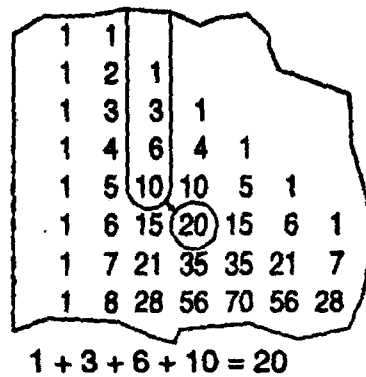
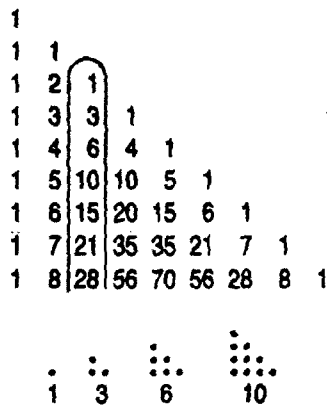


2) 탐구활동

다음과 같은 수의 배열을 파스칼의 삼각형이라 한다. 이와 같은 배열이 계속된다  
고 할 때 가로줄, 세로줄, 대각선 등 다양한 방향으로의 수의 배열의 규칙성이 무  
엇인 지를 가능한 한 많이 찾아보자.

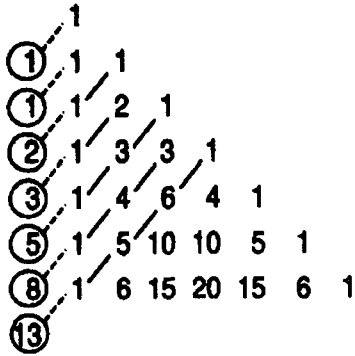
1										
1	1									
1	2	1								
1	3	3	1							
1	4	6	4	1						
1	5	10	10	5	1					
1	6	15	20	15	6	1				
1	7	21	35	35	21	7	1			
1	8	28	56	70	56	28	8	1		
1	9	36	84	126	126	84	36	9	1	
1	10	45	120	210	252	210	120	45	10	1
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

- (1) 첫 번째 세로줄의 수들은 모두 1이다.
- (2) 가장 바깥쪽의 오른쪽 아래 방향의 대각선의 수들은 모두 1이다.
- (3) 왼쪽에서 두 번째 세로줄의 수들은 자연수이다.
- (4) 다음 그림을 참고로 어떤 규칙성을 찾아라.



3) 심화 활동

- (1) 다음 그림을 참고로 어떤 규칙성을 찾아라.



(2) 지금까지 자기가 발견한 규칙성을 다음과 같은 표로 작성하여라.

분류	번호	규칙성
세로줄		
가로줄		
대각선		

4) 독특한 반응 사례

청주교육대학교 수학영재교육 센터에서 영재교육을 2년째 받고 있는 초등학교 6학년 학생 20명을 대상으로 제시한 개방형 문제해결 과제인 “파스칼의 삼각형 탐구” 사례에서 한 학생의 반응을 살펴보면 다음과 같다.

$$\begin{array}{cccccc}
 1 & & & & & = 11^0 \\
 1 & 1 & & & & = 11^1 \\
 1 & 2 & 1 & & & = 11^2 \\
 1 & 3 & 3 & 1 & & = 11^3 \\
 1 & 4 & 6 & 4 & 1 & = 11^4
 \end{array}$$

그 이상은 곤란한 일이 발생하므로 여기서 그의 주장은 중단되고 만다. 그렇다고 하더라도 여기까지의 그의 주장에 타당성이 있음을 우리는 이항정리의 전개식에서 쉽게 유추할 수 있지만, 초등학교 6학년 학습자 입장에서는 기발한 발견이 아닐 수 없다. 이는 토론과 발표 과정에서 밝혀진 학습자들의 사고의 유연성과 독특성을 예증해주는 사례라 할 수 있다. 학습자들의 수학적 활동과 각자의

발상들을 적극적으로 개선하여 상호 교류할 수 있는 기회를 풍부하게 제공하는 것이 우리가 해야 할 중요한 과업이라 볼 수 있다.

## V. 논의 및 결론

청주교육대학교 초등 수학 영재 프로그램 개발의 기본 원칙과 특징은 다음과 같다. 이는 지금까지의 프로그램 개발과 운영 과정에서 합의된 원칙이며, 그 결과 개발·적용된 프로그램의 특징이다. 이를 토대로 좀 더 체계적이고 분명한 원칙이 설정되고 훌륭한 프로그램이 개발되어 보급되기를 기대한다.

### 1. 수학 영재교육 프로그램 편성의 기본 원칙

- 1) 초등학교와 중학교에서 다루는 수학을 다양하고 점진적으로 경험하게 하는 분산형, 교차형 내용 조직 방식을 따른다.
- 2) 초등 기초반 프로그램은 가능한 한 5학년 교육과정 범위에 속하는 내용을 선정한다. 이는 교육 대상자가 수학 능력 우수아이기는 하지만 이들에게 지나치게 속진 활동을 강조하는 것은 자칫 낭패를 초래할 우려가 있기 때문이다. 또, 집중교육 시에는 과학반 아동들에게도 교차 적용할 수 있어야 하는데, 과학반 학생들도 적절하게 수행할 수 있으려면 교육과정의 범주를 크게 벗어나지 않는 것이 좋기 때문이다.
- 3) 아무리 교육과정 내의 내용을 중심으로 하는 활동일 지라도 대상자들의 개인차를 고려하여 각자 활동의 폭과 깊이를 열어줄 수 있는 두 시간 전후에 할 수 있는 활동 프로그램을 개발한다. 이를 위하여 개발된 자료들은 가능하면 개방형 탐구 자료의 유형이 선호된다.
- 4) 프로그램 개발에서, 초등학교 교육과정의 수와 연산, 규칙성과 함수, 도형과 측도, 확률과 통계(이산수학 포함), 문제해결(추론과 의사소통, 연결성, 통합 주제 프로젝트 포함) 등 대영역 내용들이 골고루 안배될 수 있도록 한다. 프로그램이 어느 한 영역에 집중되는 것을 가능한 한 막기 위함이다.
- 5) 어려운 문제 풀이 식의 교육에 적합한 것은 가능한 한 피하고, 구체적인 활동을

통하여 주어진 문제 상황을 해결하고 이를 확장할 수 있게 하는 프로젝트 수업에 적합한 프로그램을 개발한다. 이렇게 개발된 자료는 영재교육 뿐 아니라 일반 학급에서의 활동 자료로도 활용될 수 있다.

## 2. 개발된 자료의 특징

- 1) 이러한 제반 교육 활동 자료의 개발에 준용할 형식은 학습목표, 준비활동, 탐구 활동, 심화활동의 틀을 갖춘다.
- 2) 학생들 스스로 아이디어를 찾아내고 적극적으로 해결과정에 반영하도록 유도할 수 있는 문제상황을 제시한다.
- 3) 계산기와 컴퓨터를 비롯한 기술공학을 적절히 사용할 수 있는 자료를 개발한다.
- 4) 문제해결을 위해 소집단내에서 논의를 거쳐 합리적인 답을 도출할 수 있는 기회를 되도록 많이 제공하도록 한다.
- 5) 수학적 언어나 표현을 이용하여 의사소통하는 경험을 제공한다. 즉, 학생들이 주제에 대하여 그들 나름대로의 의견을 제시하며, 토론하고, 질의 및 응답을 할 수 있는 되도록 많이 제공하도록 한다.
- 6) 수학적 추론과 문제해결의 위력을 경험할 수 있는 과제의 개발에 힘쓴다.
- 7) 수와 연산, 규칙성과 함수, 도형과 측도, 확률과 통계, 문제해결 등 폭넓은 영역을 골고루 지도하되, 이들 각 영역의 의미가 통합된 전체로 인될 수 있는 과제를 개발한다.
- 8) 학생이 학습목표를 성취하기 위해 필요한 방법과 도구를 스스로 생각하여 구하도록 하며, 자신의 성과를 스스로 평가할 수 있도록 한다. 이를 위해 활동이 끝난 뒤 10분간은 학습자들 스스로 포트폴리오를 작성하게 한다. 이 시간까지 도우미 교사는 학생활동 관찰지를 완성한다.

## 참고문헌

- 김수환. (1999). 청주교육대학교 초등수학 영재교육 사례발표. *과학영재교육센터의 발전적 운영을 위한 Workshop*. 77-92. 전국과학영재교육센터협의회. 대구: 경북대학교 과학영재교육센터.
- 청주교육대학교 과학영재교육센터. (2001). *2000년도 청주교육대학교 과학영재교육센터 사업수행결과보고서*. 충북: 청주교육대학교 과학영재교육센터.
- Kim, S. H. (2001). A case study on gifted education in mathematics. *Research in Mathematical Education, Vol. 5, No. 2*, 87-98. Seoul: Korea Society of Mathematical Education.
- Tsubota K. (1997). Pascal's Triangle. In J. P. Becker & S. Shimada (Eds.) *The open-ended approach: a new proposal for teaching mathematics*. Reston, VA: The National Council of Teachers of Mathematics, Inc.
- U.S. Department of Education (1993). *National Excellence, A Case for Developing America's Talent*. Washington, DC: Office of Educational Research and Improvement, U.S. Department of Education.