韓國數學敎育學會誌 시리즈 C <初等數學敎育>
1997. 11. 제 1권, 제 2호, 109-123.

J. Korea Soc. Math. Ed. Ser. C:
Education of Primary School Mathematics

영재학교 운영 사례 연구: 초등학교 5학년을 대상으로

김주봉 김수환 박영희 이경화 (청주교육대학교)

I. 서론

본 논문은 영재교육 프로그램 개발을 위한 예비 연구라고 할 수 있다. 사실상, 수학에서 영재교육의 필요성은 관심있는 몇몇 연구자들에 의하여 계속적으로 제기되어 왔으나, 우리나라에서는 비교적 최근에서야 구체적이고 직접적인 연구물이 교육개발원을 중심으로 발표되었고 아직도 그 필요성에 대한 공감대가 폭넓게 형성되어 있지는 못하며, 관심있는 교사가 손쉽게 접할 수 있는 자료 또한 제작되어 있지 못한 것으로 생각된다. 특히, 초등학교에서의 영재교육 문제는 조기교육의 병폐를 둘러싼 비판과 종종 뒤섞이는 바람에 중등에 비하여 제도적으로나 실제적으로 진전을 이루지 못한 상태에 있는 것으로 보인다. 또한 초등학교에서 수학을 잘하는 아이들은 적지 않고 적당한 훈련과정을 통하여 성취도를 높이기도 쉽기 때문에 영재아 판별과 교육에 어려운 점이 많다. 부모님의 큰 관심도 부담스러운 요인이다.

상황이 이러한 것을 알고 있었지만 해마다 본 연구자들이 소속되어 있는 대학에서 실시하는 수학·과학경시대회가 형식적이고 일회적인 것이 아닌가하는 반성, 그 때마다 알게되는 특별한 능력을 지닌 아이들에 대한 교육자로서의 경탄과 아쉬움 때문에 과학과 교수들과의 협의를 거쳐 영재학교 운영을 계획하기에 이르렀다. 수학영재아의 판별기준, 도구에 관한 연구물이 있었지만 특정 아동이 영재인지 아닌지를 엄밀하게 판별하는 것보다는 수학에 관심을 보이고 노력하는 아이들에게 새로운 수학적 경험을 제공한다는 것에 더 의의를 두기로 하였기에, 교육대상 선발에 있어, 교사의 추천과 지능지수(IQ 125이상), 경시대회 결과 이외의 판별도구를 적용하지는 않았다. 본 논문이 다소간 연구보고서로서의 형식을 갖추지 못하고 있는 것도 처음부터 치밀한 계획아래 연구를 진행하기보다는 자료나 실정상 어려움이 많음에도 불구하고 영재학교를 운영해보자는 의욕이 앞섰기 때문이다. 영재교육 프로그램 개발을 위한 예비연구로 본 논문을 쓰는 이유가 여기에 있다.

서론에 이어 본론에서는 영재학교를 운영하기 위하여 가장 중요한 프로그램 개발과 교구준비에 관하여 서술할 것이고, 운영결과에 관한 간단한 분석을 소개하고자 한다. 해로운 교육을 누가 계획할 리 없지만 다수의 아동을 대상으로 하는 우리의 교육에 의해서 그 능력 개발의 기회를 잃고 있다고도 할 수 있는 영재아들에게 연구자들은 새롭고 짜릿한 경험을 제공하려고 무척이나 노력하였다. 그러나, 교구 제작상의 어려움도 만만치 않았고 영재아들 간의 수준차, 서로 일주일에 한 번만 만나는 그리고 경쟁심과 지나친 자부심에 끊임없이 사로잡히는 아이들을 다루는 문제 또한 쉽지 않아서 한 프로그램이 끝날 때마다 일종의 허무감마저 들기도 하였던 것이 사실이다. 본 연구팀은 논문에 소개된 아동들을 대상으로 다시 한 학기동안 영재학교를 운영하려고 한다. 본 고에서 소개되는 이러저러한 문제점을 보완하여 좀더 체계적인 계획아래 영재학교에 대한 연구도 진행할 예정이다.

II. 본론

1. 연구의 방법 및 절차

서론에서 언급한 바와 같이 본 고는 영재학교 운영에 대한 결과보고서의 성격을 띠고 있으며, 영재 교수·학습 프로그램 개발을 위한 예비연구로 평가될 수 있다. 연구방법으로는 통계적 분석과 질적 분석을 필요에 따라 선택적으로 도입하였다. 학생들의 성향과 태도에 관해서는 사전·사후평가를 실시하였고, 통계분석을 통하여 변화된 점을 확인하였다. 프로그램의 적용결과에 관해서는 교사와 도우미 교사, 학생으로부터 구술로 또는 지필로 의견을 구하여 분석하였다.

영재학교 운영은 다음 <표 1>에 요약되어 있다.

< 표 1 > 영재학교 운영계획

일시 \ 계획	담당 교수	담당 교사	도우미 학생	수업내용
11. 1.	갑, 을, 병, 정	A, B, C	정혜, 금조, 진숙	사전검사, 면담
11. 8.	갑, 을	A	현하, 윤미, 수정	피보나치 수열
11. 15.	병, 정	B	정혜, 윤희, 금정	칠교판
11. 22.	갑, 을	C	미진, 새미, 정민, 정아	프랙탈 (차원분열)
11. 29.	병, 정	A	세영, 현정, 지숙	퀴즈네르 막대
12. 6.	갑, 을	B	미숙, 정혜, 정아, 혜경	기하판
12. 13.	병, 정	C	현숙, 윤정, 민경, 해란	걸리버 여행기
12. 20.	갑, 을, 병, 정	A, B, C	인경, 은영, 현경, 모경	사후검사, 면담

위의 표에서 알 수 있는 바와 같이 4명의 교수와 3명의 현직교사가 운영의 책임을 맡았고, 청주교육대학교 수학교육과 3학년 학생들이 도우미 교사로 참여하였다. 대상은 초등학교 5학년으로서, 충북지역에 있는 학교별로 지능지수 125 이상인 학생 3명을 추천받아 경시대회에 참여하도록 하여 성적순으로 25명을 선발하였다.

프로그램은 담당교수와 현직교사가 사전협의를 거쳐 구성하였으며, 이미 제작되어있는 교구 이외에 필요한 것은 직접 제작하거나 대신할 수 있는 물건을 구하여 사용하였다. 본론의 3절에서 두 개 프로그램(피보나치 수열과 칠교판)의 구성과 적용결과를 자세하게 소개할 예정이다.

2. 이론적 배경

(1) 영재성의 정의와 판별[1)]

영재성의 정의에 관해서는 렌쥴리(renzullie)의 평균 이상의 지적능력, 과제집착력, 창의성으로 이루어진 세 고리 모델, 가드너(Gardner)의 '중다지능 이론'에 의한 정의, 스턴버그(Sternberg)의 지능 이론에 입각한 정의, 가네(Gagne)의 적성 이론 등이 있다. 여러 연구를 종합하면 영재란 특정 분야에 우수한 능력을 지니고 훌륭한 성취와 업적을 이미 보이거나 보일 가능성이 있는 사람이다라고 할 수 있다.

수학에서의 영재성이란 수학 영역에서 일반적인 영재성의 정의를 만족하는 거라고 보면 되는데, 수학 영재는 수학적 사고 능력, 수학적 과제 집착력, 수학적 창의성, 배경지식의 요인에서 평균 이상의 우수한 능력을 지닌다고 할 수 있다. 이런 것을 만족하는 영재의 판별에는 여러 가지 절차가 있는데 우선 일반 지능지수, 학교 성적의 상위 몇 % 이내로 기준을 잡을 수 있다. 또한 수학 교사나 수학 전문가의 추천에 따라 선정할 수 있다. 그 다음 단계로는 수학 창의적 문제의 해결력 및 동기, 자아 개념, 학습 습관 검사를 실시하여 판별한다. 세 번째 단계의 기준으로는 매우 고차적인 수학적 사고 능력을 요구하는 시험이나 일련의 프로그램에 의한 학습과정 이수를 평가하여 판별한다.

이런 일련의 판별 절차에서 적용 단계, 각 단계의 선발 비율이나 기준 점수 등은 상황따라

1. 김홍원 외 2인(1996). 수학 영재 판별 도구 개발 연구(I). 한국교육개발원 연구보고 CR96-26을 참고하였음.

달라질 수 있다.

(2) 영재의 심리적 욕구[2)]

가. 지적자극을 받고 싶어한다.

나. 자극과 도전을 받고 싶어한다.

다. 지나친 일반화를 싫어하고 창의적이고 혁신적인 것을 좋아한다.

라. 정서적 발달과 인지적 발달간에 괴리가 있을 수 있다.

3. 프로그램 운영사례

(1) 첫 번째 사례 : 피보나치 수열

가. 프로그램 구성의 배경

수학에도 역사가 있고, 자연현상과 관련있으며, 수학적 개념들 사이의 연관성을 학생들이 느끼게 할 수 있는 흥미있는 소재로서 피보나치 수열을 선정하였다.

수학의 개념에도 역사적 발생 배경이 있고 그 시대의 경제적, 사회적 배경 속에서 발생하고 발전한 것임을 느끼게 할 수 있는 소재의 하나가 피보나치 수열이다. 피보나치 수열(Fibonacci sequence)은 수학에 재능이 있는 중세의 이탈리아 피사 출신의 피보나치(1174-1250)란 상인이 세계 곳곳을 다니다가 아라비아 수학의 필산법(筆算法)의 우수성을 깨닫고 귀국한 후 1202년에 '계산판의 책(算盤書, Liber abaci)'[3)]을 라틴어로 썼는데 그 책에 서술된 토끼수의 증가문제에서 유래되었다. 또한 토끼수의 증가 문제를 통해 피보나치 수열을 제대로 만들기 위해서는 전후의 연결 관계를 파악하여야 하기 때문에 논리적 추론 능력을 키울 수 있다.

그리고, 솔방울의 나선수, 해바라기씨의 나선수, 파인애플의 나선수 등에서 발견되는 수가 모두 피보나치 수열중의 수임을 학생들이 직접 관찰하여 알게 된다면, 단순한 설명에 의한 것보다 수학과 자연의 관련성을 깊이 깨닫는 계기가 될 것이다. 그리하여 학생들이 자연 현상을 탐구하는 도구로서의 수학의 유용성을 인식하고, 수학에 대한 흥미를 높이는데 도움이 될 걸로 연구팀은 기대하였다. 그래서 그 중 주위에서 쉽게 구할 수 있는 솔방울을 자료로 활용하였다.

독립적일 것 같은 수학 개념들간에도 연관이 있다는 것을 경험하도록 하기 위해 고대 건축물, 인체의 구성비와 관련있는 황금비와 피보나치수열의 관계를 알아보도록 하였다.

그 외에도 피보나치 수열을 기호로 나타내고, 피보나치 수열의 규칙을 기호로 나타내어 수학적 추상화를 해 보고, 다양한 규칙을 갖고 있는 피보나치 수열을 활용한 여러 탐구활동을 해 볼 수 있다.

나. 프로그램 구성

< 표 2 > 프로그램 구성

활동 계획 단계	활동의 형태	활동의 내용	교구
1 단계	발표 및 토론	호기심 유발, 수열 개념 알기	솔방울, 활동지
2 단계	조별 활동	토끼수 증가문제 풀기	스티커, 활동지
3 단계	조별 활동	솔방울 나선수와 피보나치수열간의 관계 알기	솔방울, 실물 환등기
4 단계	개별 활동	피보나치수열을 기호로 나타내기	활동지
5 단계	개별 활동	황금비와 인체 구성 비율의 관계 알기	자,실물 환등기
6 단계	조별 활동	황금비와 피보나치수열간의 관계 알기	활동지, 계산기
7 단계	발표 및 토론	피보나치수열의 서로 다른 세 수를 변의 길이로 하는 삼각형 구성	활동지
8 단계	발표 및 토론	피보나치수열의 합에서 규칙 발견하기	활동지
9 단계	개별 반성	피보나치수열을 통해 배우고 느낀점 확인	개별평가 ·반성

2. 1과 같음

3. 김용운, 김용국(1997). 수학사의 이해. 서울: 성우.

◇ 1단계

솔방울을 학생들에게 나누어 주고 솔방울과 오늘 학습할 내용과 어떤 관계가 있음을 암시하고 추측하도록 하여 호기심을 갖게 한다. 그 다음에 수들을 칠판에 써 놓고 중간에 괄호 안에 들어 갈 수가 무엇인지 대답하게 한다. 이와 같이 어떤 규칙을 갖는 수들의 나열을 수열이라 한다고 가르치고 수열에서 첫째 수는 첫째항, 둘째 수는 둘째항, …, 열째 수는 열째 항이라 한다고 가르친다. 그 다음에 1로 시작하는 수열 또는 2로 시작하는 수열에는 어떤 것이 있는지 나름대로 규칙을 정해서 수열을 만들어 활동지에 답하도록 한다. 만든 수열을 서로 바꾸어서 어떤 규칙으로 만들었는지 맞추기 놀이를 한다. 이런 활동을 통해 수열의 기본 개념을 익히는 단계이다.

◇ 2단계

수학에도 역사가 있음을 알게 하기 위한 의도가 있는 단계이다. 더불어 논리적 추론 규칙을 파악하는 학습을 하도록 한다.

중세의 피보나치란 사람에 대한 얘기를 해주고 그 사람이 쓴 책에 소개된 수학 문제중의 하나가 토끼수 증가 문제라고 소개하여 학생들의 문제를 해결하고자 하는 의욕을 높인다. 조별 활동으로 토끼 부모 스티커와 새끼토끼 스티커를 갖고 협의해 가면서 문제에서 주어진 규칙에 맞추어 스티커를 1월부터 7월까지 칸이 마련되어 있는 활동지에 붙인다. 7월까지 토끼수의 증가가 어떻게 되고 있는지 학생들이 발견하여 12월의 토끼 쌍의 수가 얼마가 될는지 구하도록 한다. 교사는 토끼수 증가를 4월 초정도까지 칠판이나 실물환등기를 이용하여 규칙에 맞춰 스티커를 붙이는 시범을 보인다.

◇ 3단계

1단계에서 학생들에게 추측하게 한 솔방울과 피보나치 수열과의 관계에 대한 것을 알아보는 단계이다. 솔방울의 시계방향과 반시계방향으로의 나선 수를 세어 보게 하여 피보나치 수열과의 어떤 관계가 있는지 알아보게 하여 그 내용을 활동지에 적게 한다. 솔방울은 한사람에 하나씩 충분히 있으므로 개별활동으로 한다. 실물환등기로 솔방울의 시계방향 또는 반시계방향의 나선을 보여주면서 올바른 이해를 하도록 돕는다. 학생들이 피보나치 수열의 연속된 두 수가 시계방향과 반시계방향 나선수로 나타남을 발견하도록 한다.

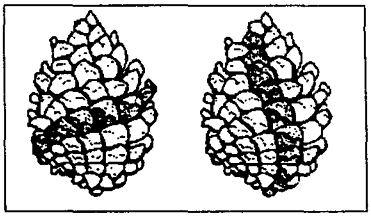


그림 1 솔방울의 나선

◇ 4단계

수학의 추상화를 연습하는 단계로서 피보나치수열의 첫째항을 수학기호로 표시하면 F_1, 둘째항을 F_2 라고 나타내져서 n번째 항을 F_n 이라고 표시한다고 교사가 설명한다. 그 다음에 활동지의 표에 있는 피보나치 수열의 수들 밑에 해당하는 기호를 적도록 한다. 즉, 피보나치 수열 중에서 233이란 수는 수학기호로 어떻게 나타낼 수 있는지 알아보도록 한다. 이런 기호를 연습한 다음에 토끼수 증가 문제에서 발견한 피보나치 수열의 규칙을 기호로 나타내 보도록 하여 규칙을 수학적 기호로 간단히 나타낼 수 있음을 느끼게 한다.

◇ 5단계

황금비는 고대 그리스의 아름다운 건축물 및 동양의 도자기나 불상의 가로, 세로비에서 발견되는 비율이다. 사람의 구부린 손가락이나, 사람 얼굴, 인체 비율에서도 나타나는데 1 : $(1+\sqrt{5})/2 \fallingdotseq 1 : 1.618034 \fallingdotseq 0.618034 : 1$ 이며 이런 비율로 그린 직사각형을 사람은 가장

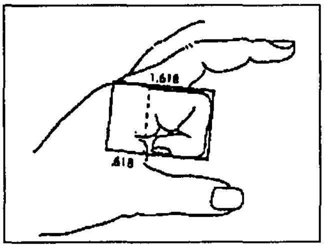


그림 2 구부린 손가락의 황금비

아름답게 느낀다고 한다는 걸 교사가 설명한다. 실물환등기로 고대 건축물, 사람의 구부린 손가락, 인체 비율에 관한 그림을 보여주면서 얘기한다. 구부린 손가락 그림처럼 학생들이 각자 손가락을 구부려서 자로 그것의 가로, 세로 비를 재어서 계산기로 비율을 계산해 보도록 하고 황금비와 비슷한지 확인해 보도록 한다.

◇ 6단계

황금비와 피보나치 수열간의 관계를 알아보는 단계인데 피보나치 수열의 연속된 수끼리의 비율을 계산기로 계산해서 조별 활동으로 활동지의 표를 완성하도록 한다. 계산기를 이용하도록 한 것은 황금비와 비교하기 위해서는 소수 6째자리까지 나누어야 하는데 그 계산을 학생들이 직접 하도록 하면 시간도 많이 걸리고 지루하게 되어 목적성을 자칫 잃기 쉬울 거라는 생각에서이다. 표에 답해 가면서 점점 황금비와 비슷하게 됨을 발견하고 수학적 개념간의 관계에 관심을 유도하도록 한다.

◇ 7단계

피보나치 수열의 수들에서 서로 다른 수를 세 개 선택하여 그걸 변의 길이로 갖는 삼각형을 그릴 수 있는지 알아보도록 한다. 가능한지 학생들이 직접 삼각형을 그려보게 하고 안된다면 그 이유는 무엇인지 토론하고 발표하게 한다. 결국 그 이유는 피보나치수열의 규칙과 관련됨을 발견하도록 한다.

◇ 8단계

첫 번째 피보나치수부터 n번째 피보나치 수까지의 합을 n이 1, 2, …, 8일 때 구하여 활동지의 표에 정리하게 한다. 그 합으로 나타난 수들의 규칙을 찾도록 하고 피보나치 수열과 관련하여 어떤 규칙을 갖고 있는지 탐구하도록 한다. 약간 어려울 거라 예상되므로 조별로 토론과 협의를 통해 문제를 해결하도록 하고 그 결과를 발표하도록 한다.

◇ 9단계

이번 프로그램을 통해 배운 내용과 해결과정, 새로운 사실을 알게 되고 발견했을 때의 느낌 등을 적고, 반성할 점을 알아본다. 피보나치수열을 통해 수학의 역사성이나 자연과의 관련성, 수학적 개념간의 연결성에 대해 어떤 느낌을 가지게 되었는지 학생들의 의견을 적도록 한다.

다. 프로그램 적용 결과

◇ 1단계

예상대로 솔방울에 대해 어떤 의미를 갖을지 흥미를 나타내었는데 짧게 소개하고 넘어가는 단계이므로 바로 다음으로 수열의 기본개념 익히기로 진행했다. 수열이란 용어를 몰라도 패턴 학습 등으로 수의 규칙 발견 같은 문제는 많이 접해 본 상태라 쉽게 답을 썼고 수열을 만드는 것도 나름대로 만드는 활동을 하였다. 수열을 이미 들어 본 학생들도 몇 명 있었지만 대부분 처음 듣는 듯 했다. 수열, 첫째항 등의 용어를 금방 듣고 적용하는 게 익숙하지 않은 학생이 많았다.

◇ 2단계

피보나치수열의 유래를 학생들이 흥미있게 듣고 곧 조별로 스티커를 붙이면서 토끼수 증가 문제를 풀기 시작했다. 일부 학생들은 조별 활동으로 협의를 하면서 풀기보다 혼자서 연필

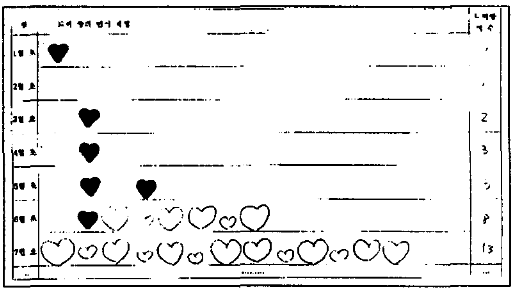


그림 3 토끼수 증가 문제

로 스티커를 그려가면서 빨리 해결하려는 모습을 보였고 답이 얼마라고 자랑스럽게 얘기하는 학생도 있었다. 스티커를 붙이면서 해결하려니까 예상 시간보다 좀 더 오래 걸렸다. 규칙을 발견하여 답을 적는데는 별로 어려움이 없어 보였다. 그런데 선발된 자부심이 있는지 많은 학생들이 다른 학생과 협의해서 하기보다는 혼자서 남보다 빨리 해결하려는 경향이 많았다.

각자 그러다 보니까 스티커가 모자라게 되고 연필로 스티커 모양을 그려가면서까지 문제를 해결하는 모습이 많았다.

◇ 3단계

반성 및 소감: 수학이 자연과 관련됐다는걸 알고 신기했다. 그리고 모르는 공식을 배워서 기쁘다.

실물환등기로 솔방울의 시계 방향 나선과 반시계 방향 나선을 학생들이 금방 이해하였고 각자 주어진 솔방울에서 나선 수를 세어 피보나치수열의 연속된 수인 8과 13임을 쉽게 알았다. 자연과 수학과의 관련성을 느낀다는 학생의 소감도 있었다.

◇ 4단계

수학기호로 피보나치 수열을 나타낼 때 첨자와 수열의 몇 번째인가를 연결하는 것이 중요함을 학생들이 이해하고 어려움 없이 해결하였다. n항, n-1항, n-2항으로 피보나치수열의 규칙을 표현하고 n이 3이상이어야 함을 교사 또는 도우미 교사들에게서 도움을 받아서 기호로 나타내었다.

◇ 5단계·6단계

황금비에 대한 자료를 보고, 듣고 재미있어 했으며 자로 자신의 구부린 손가락의 가로세로비를 재어 비율을 계산해 보고 신기해하는 반응을 보였다. 계산기를 이용하여 피보나치수열의 연속된 두 수의 수렴비를 구해나가면서 황금비와 유사한 값이 나오는 걸 발견하고 재미있어 했다. 계산기를 이용하여 비율을 계산하도록 했으므로 피보나치 비율과 황금비가 비슷해진다는 것을 알아내는데 집중시킬 수 있었다.

◇ 7단계

학생들은 문제에 제시된 규칙을 만족하는 삼각형을 몇 개 그려보고 일단 그런 삼각형을 못 만든다는 걸 알아냈다. 일부 학생은 피보나치 수열의 세 가지 수를 골라내서 만들어지는 여러 조합별로 삼각형의 가장 큰 변의 길이보다 다른 변의 길이가 반드시 같거나 커지므로 삼각형을 구성할 수 없음을 계산한 결과를 예시하였다.

◇ 8단계·9단계

이 단계는 주어진 운영시간상 제대로 나아가지 못했으며 학생들에게 숙제로 내 주어 풀어오게 하였다. 연구팀으로서는 프로그램 구성 면에서 운영시간을 좀더 세심히 고려해서 만들어야 하고, 운영시간도 탄력적으로 계획되어야 한다고 생각하게 된 계기가 되었다. 9단계의 문제해결과정 및 반성 및 소감을 적으라고 하자 학생들은 아주 곤혹스러워 하는 모습을 보였다. 문제들을 많이, 빨리 해결하는 것은 익숙하지만, 그 해결 과정을 기록하고, 느낌이나 반성을 긴 문장으로 작성하는 것은 거의 경험이 없었던 때문이라고 생각된다.

(2) 두 번째 사례 : 칠교판에 숨어있는 수학

가. 프로그램 구성의 배경

그림 5 칠교판

칠교판(七巧板, tangram[4])을 이용하여 다양한 모양을 표현하는 칠교 놀이는 초등학교 교과서는 물론이고 수학과 관련된 서적에서 비교적 많이 다루어진 수업주제이다. 단 7개의 조각으로 동물이나 식물, 도형, 건축물 등을 다양한 형태로 비교적 정교하게 표현할 수 있다는 점이 칠교 놀이의 매력이다. 이 점을 잘 활용하면 흥미로운 수업을 얼마든지 계획할 수 있을 것이다.

그러나, 한편으로는 다양한 모양을 구성하는 것에 대부분의 시간과 관심을 쏟게 됨으로써, 그 활동의 의미 또는 칠교판에 숨어있는 수학적 성질을 이해하는 단계를 소홀히 하기도 쉬울 것이다. 흥미를 유발시키는 것에는 성공하지만 수업시간의 활동을 음미할 기회를 놓칠 염려가 많다는 것이다. 영재아들을 대상으로 하

4. 지혜의 판자: 7개의 판을 여러 모양으로 늘어놓고 노는 중국기원의 퍼즐놀이(영한대사전, p.2404, 금성출판사, 1991)

는 수업에서도 이러한 위험은 여전하다. 감각이 좋은 아이들인지라 다양한 모양을 만들어내는 데에는 어려움이 없을 것이고, 아이들은 아마도 쉽게 그 활동에 능숙해질 것이다. 그러나, 그 활동이 수학 또는 생각하는 방법과 어떤 관련을 맺는지 탐구하도록 하기는 쉽지 않은 것이다. 칠교 놀이에 대한 소개를 여러 책에서 접하면서 본 연구자들은 이 점에 주목하였다.

그리하여, 칠교판을 수학적인 사고를 통하여 이해하는 것, 칠교판을 다루면서 수학적 성질을 이끌어내는 것 등이 본 프로그램 구성의 사실상의 목표로 설정되었다. 이 목표를 위해서 특정한 수학적 사고유형 또는 수학적 성질을 칠교판과 관련짓고자 노력하였다. 기존의 연구에서는 조각의 수를 제한하고 도형을 구성하는 방법, 예를 들어, 4조각으로 이루어진 삼각형 만들기와 같은 과제가 소개되어 있었다. 이 방법에 의해서 칠교판을 다루는 것도 아이들에게 새로운 경험과 탐구 과제를 제공할 수 있지만, 어딘가 부족한 생각이 들었다. 칠교판의 각 구성요소에 주목하게 하기도 어렵고, 몇 조각, 예컨대 5조각으로 이루어진 삼각형이 어떤 의미를 가지는지 더 탐구하기 어렵고, 무엇보다 조각을 선택하는 방법에 대해서도 설명하기가 어려웠기 때문이다.

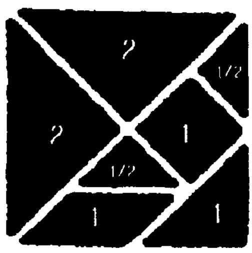


그림 6 칠교판의 넓이

결국, 연구팀은 '넓이' 개념을 도입하기로 결정하였다. 칠교판은 정사각형을 정교한 수학적 방법으로 분할하여 만들어진 것이며, '조각'이라는 요소로는 그 분할 방법의 수학성을 설명할 수 없기 때문이다. 다음 그림과 같이 정사각형은 넓이가 각각 2, 2, 1, 1, 1, 1/2, 1/2인 7개의 삼각형과 사각형으로 표현할 수 있다. 이들 넓이는 가장 작은 삼각형과 사각형을 이리저리 겹쳐놓거나 합함으로써[5] 알 수 있기 때문에 더욱 흥미롭다. 각각의 조각은 넓이라는 개념에 의해서 새로이 규정될 수 있는 것이다. 다양한 모양 구성활동도 넓이에 의하여 이렇게 각 조각이 확인됨으로써 재조명될 수 있다. 이하에서 활동지를 구성하고 탐구활동을 제공함에 있어 각 조각의 넓이는 중요한 역할을 하게 되었다.

나. 프로그램 구성

< 표 3 > 칠교판 수업계획

활동계획 단계	활동의 형태	활동의 내용	교구
1단계	개별활동	칠교판의 구성과 초보적 활용	활동지, 칠교판, 자
2단계	조별활동	다양한 모양 구성	윤곽선 색종이 칠교판
3단계	개별활동	칠교판의 구성요소 탐구	칠교판 1인 1개
4단계	발표 및 토론	수학적으로 재조명하기	실물 환등기
5단계	개별반성	칠교판의 매력 확인	개별평가·반성지

◇ 1단계

칠교판은 정사각형을 일곱 개의 조각으로 분할하여 만든 것임을 소개한다.(정사각형 제시) 정사각형을 삼각형과 사각형 조각으로 나누는 방법에 대하여 생각하게 한다. 어떤 규칙으로 만들면

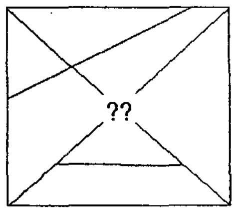


그림 7 정사각형의 분할

5. 넓이가 1/2인 두 삼각형으로 넓이가 1인 삼각형과 두 사각형을 만들 수 있다. 또 넓이가 2인 삼각형도 넓이가 1/2인 삼각형과 넓이가 1인 사각형으로 만들 수 있다. 이는 단지 직접적인 조작활동에 의하여 확인될 수 있는 사실이지만, 칠교판의 구성 요소에 대하여 정확한 이해를 할 수 있기에 충분한 것이다.

다양한 모양을 표현하기 좋을지 생각하게 한다. 주어진 윤곽선에 각자 칠교판을 놓아 어떤 방법으로 정사각형이 분할된 것인지, 특히 분할이 수학적인 정확성을 만족시키면서 이루어진 것인지 확인하도록 한다.(활동지 1)

각자 가지고 있는 칠교판으로 활동지 1의 두 번째 그림인 "도깨비 뿔"을 완성해 보도록 한다. 어떤 방법으로 칠교판을 놓아야 할 것인가? 완성되면 활동지에 연필로 그리도록 한다.(아이들이 가지고 있는 칠교판으로 완전하게 채울 수 있도록 하였음)

그림 8 도깨비 뿔

◇ 2단계

조별(3명으로 구성)로 색종이 칠교판을 이용하여 나누어준(미리 배포함) 그림을 표현하거나 새로운 모양을 표현하도록 한다. 새, 물고기, 사람, 화분, 건축물 등을 소재로 하는 다양한 도안을 조별로 완성하여 발표하도록 한다. 구성된 도안에서 각각의 도형이 어떤 부분에 어떤 모양으로 배치되어 있는지 주목하게 한다.

◇ 3단계

칠교판의 일곱 조각 중에서 정사각형의 넓이를 1로 한다면, 나머지 다른 조각의 넓이는 얼마가 될지 확인하게 한다. 자나 각도기 등의 수학적 도구를 이용하지 않고 주어진 조각을 이리저리 배치함으로써 넓이를 구할 수 있다는 점이 이 과정에서 강조된다. 활동지 2에 각자 구한 값을 적도록 한다(아이들의 활동지를 확인한 결과 이 과정에서 모두 성공했음을 알 수 있었다). 이제 칠교판은 넓이가 1/2, 1, 2인 삼각형, 사각형으로 이루어졌음을 확인할 수 있게 된다.

나아가 활동지 2에서는 넓이가 확인된 칠교판을 일부만 사용하여 주어진 조각보다 큰 다각형을 만들도록 한다. 넓이가 4인 삼각형, 넓이가 4인 정사각형, 넓이가 4인 사다리꼴, 넓이가 4인 직사각형 구성이 이 때 제시된 문제이다. 아이들은 자신의 칠교판을 이리저리 움직여 가면서 주어진 조건을 만족시키는 다각형을 표현하고, 활동지에 그 모양을 옮긴다. 같은 조건에 대해서도 여러 가지 방법의 배치가 가능하기 때문에 아이들은 한 가지 답에 만족하지 않고 가능한 모든 경우를 구하기 위하여 노력하게 된다.

◇ 4단계

활동지 3을 제공하는 단계이다. 넓이가 8인 삼각형과 육각형을 완성하는 것이 과제인데, 주어진 7개의 조각을 모두 사용해야 되는 만큼 넓이 이외에 변의 길이라는 요소에 주목해야 성공적으로 과제를 해결할 수 있게 된다. 우연적인 조합으로 문제를 해결할 수도 있지만 3단계에서의 경험을 통하여 각 조각의 변의 길이 간의 관계를 이해한다면 보다 체계적인 방법으로 해결을 꾀할 수 있게 된다.

넓이가 8인 육각형은 6개의 변이 외부로 나오면서 내부적으로는 빈틈이 없어야 하기 때문에 상당히 치밀한 사고가 필요하다. 이 과제에 이르면 우연적인 조작에 의해서 해결하던 아이들도 한계를 느끼고 나름대로 각 조각의 특성을 분석하지 않을 수 없게 된다.[6]

◇ 5단계

본 수업을 통하여 새로이 알게 된 점, 문제를 해결하는 과정에서 제기된 의문과 그 해결방안, 수업에 대한 소감 등을 적도록 하는 단계이다. 칠교판을 이용하여 다양한 모양을 구성하는 것도 의미가 있지만, 칠교판이 정사각형을 아주 특별한 방법으로 분할하여 얻은 것임을 확인하고 수학적으로 한 단계 심화시키는 과정에서 상당한 의미를 찾을 수 있다. 수학에 대한 느낌, 수학적 사고의 힘 등을 이 단계에서 개별적으로 확인할 수 있도록 한다.

6. 무리수 개념을 알고 있다면 각 변의 길이를 모두 표시함으로써 다각형의 조합이 어떻게 이루어져야 할 지 추측할 수 있다. 그러나, 무리수를 모른다 하더라도 직접적인 조작을 통하여 변의 길이 간의 관계, 예를 들어, 어느 변과 어느 변의 길이가 같은가 등을 확인할 수는 있다. 아이들이 우연적인 조합이 아니라 어떤 전략이건 사용한다면 아마도 변의 길이에 관련된 이와 유사한 추측에 근거할 것이다.

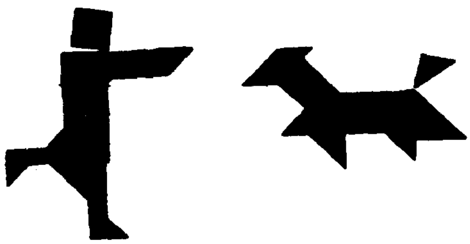
다. 프로그램 적용 결과7)

◇ 1단계

교과서나 기타 참고 자료에서 칠교판을 본 경험을 대부분 가지고 있기 때문에 아이들은 칠교판 조작에 서툴지 않았다. 그러나, 정사각형을 7개의 조각으로 분할하는 과제 또는 7개의 조각으로 정사각형을 완성하는 것에는 어려움을 나타냈다. 이 활동을 통하여 칠교판의 구성요소에 주목할 수 있는 기회가 된 것으로 보였다. 큰 삼각형 2개와 작은 삼각형 2개, 중간 삼각형 1개, 정사각형 1개, 평행사변형 1개가 칠교판을 이룬다는 것에 관하여 아이들은 자연스럽게 인식하고 있었다.

◇ 2단계

조별로 동물과 식물, 사람과 건축물, 화병 등을 표현한 그림을 칠교판으로 완성하였는데, 기대한 것보다 훨씬 빠른 시간에 과제를 해결하였다. 칠교판이 어떻게 구성되었는지, 어떤 부분에는 어떤 조각이 필요한가에 대하여 조원들끼리 활발한 토론이 이루어졌다. 주어진 조각을 이용해서 독창적으로 구체적인 형상을 표현하도록 하는 것이 바람직하지만, 본 수업의 목표가 수학과의 연결성을 확인하는 것 또는 칠교판을 수학적인 안목으로 이해하는 것이므로 다양한 모양을 머릿속으로 분해할 수 있는 능력 개발에 힘썼고, 그리하여 독창적인 모양구성보다는 주어진 모양의 분해에 주목하였던 것이다. 아래 그림은 아이들이 색종이 칠교판으로 완성한 도안들을 크기를 조정하여 배열한 것이다.



7. 이하에서는 연구자가 수업을 주도한 교사와 도우미 교사들과의 면담을 통하여 얻은 결과를 적은 것이다.

이제 아이들은 칠교판을 이루고 있는 조각들을 익숙하게 사용할 수 있었고, 그림을 보면서 쉽게 조각 배치 방법을 찾아내었다. 조별로 구성한 작품을 발표하도록 하였는데, 그 다양한 모양에 아이들은 계속해서 감탄하였고, 칠교 놀이의 매력을 어렴풋이 느끼는 것으로 보였다.

◇ 3단계

흥미로운 모양구성 단계를 거치면서 다소간 소란스러운 분위기였기 때문에 본 단계에서는 우선 아이들이 각자 자신의 활동을 반성하고 정돈할 수 있도록 분위기를 조성할 필요가 있었다. 연구에 참여한 교사가 교직 경력이 많았기 때문에 이 과정에서 별다른 어려움은 없었다. 다만 조별 활동의 통제가 생각보다 어려웠기 때문에 조별 활동을 위한 책상 배치를 유지하면서 개별 활동을 하려던 계획을 바꾸어야 했다. 아이들끼리 마주보던 책상 배치를 바꾸어서 모두 교사를 향하도록 하였고 산만한 행동을 금하였다.

수학적 규칙 또는 성질과 그리 관련되지 않을 것으로 보이던 칠교판이 넓이 개념을 통하여 재정립된 후에 뚜렷한 규칙성(각 조각의 넓이가 간단하게 조작할 수 있는 수로 표현되는 것, 넓이와 모양을 제한조건으로 하여 문제를 만들 수 있는 것)을 보이자 아이들은 조금씩 새로운 관심을 보이기 시작하였다. 칠교판의 구성요소에는 이제 넓이라는 수학적 성질이 첨가되었다(넓이가 --인 삼각형 또는 사각형 등). 한 가지 조건에 대해서도 학생들은 오른쪽 그림과 같이 여러

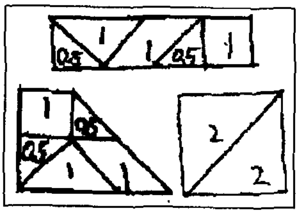


그림 13 넓이가 4인 사각형

가지 답을 생각하였다.

◇ 4단계 · 5단계

3단계에서 넓이를 통하여 칠교판의 각 조각을 재정의 한 후에 학생들은 삼각형, 사각형 등을 넓이 조건과 관련지을 수 있었다. 이번 단계의 과제인 넓이가 8인 여러 가지 도형구성은 대부분의 학생들이 상당히 어렵게 느낀 것으로 나타났다. 특히 넓이가 8인 육각형 구성은 대부분의 아이들에게 큰 도전을 제공한 과제였다. 이 과제를 해결하는 동안에는 아무하고도 말을 하지 않으려고 하였고, '운명이 나를 거부하는구나!'와 같은 탄식을 하기도 하였다. 물론 성공한 아이는 크게 환호성을 질렀고 다른 아이들의 부러움을 한몸에 받았다.

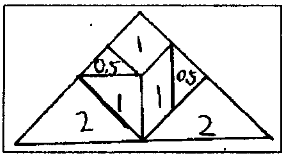


그림 14
넓이가 8인 삼각형

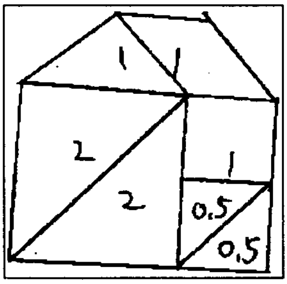


그림 15
넓이가 8인 육각형

심화 과제로 제공된 4단계의 문제들이 어려웠기 때문에 아이들은 이 활동에 대한 반성을 적는 5단계를 거의 거부하는 분위기였다. 이 활동을 되돌아볼 여유가 없다고 불평하면서 계속적으로 마지막 과제를 해결하려고만 한 것이다. 아이들의 과제 집착력이 어느 정도인지 짐작할 수 있는 상황이었다.

4. 프로그램 적용효과 분석

연구에 참여한 교수들과 현직교사, 도우미교사들은 짧은 준비기간과 경험 · 자료의 부족을 계속해서 아쉬워하였지만, 신기해하고 흥분하는 아이들을 보면서 나름대로 보람을 느끼기도 하였다. 아이들은 정규 교육과정에서 접하지 못한 내용을 배웠다는 사실만으로도 자부심을 느꼈다. 이하에서는 다음 학기에 같은 아이들을 대상으로 다시 영재학교를 운영할 때에 반영하기 위하여, 프로그램을 직접 구성한 연구자로서, 수업을 진행한 교사로서, 수업에 참여한 학생으로서 본 프로그램을 평가하고자 한다. 연구자로서 평가함에 있어 근거자료는 영재학교 첫날과 마지막 날에 실시한 수학적 성향과 태도 검사였다. 교사와 학생으로부터는 영재학교를 끝낸 후에 지필로 몇 가지 질문에 답하도록 함으로써 평가자료를 구하였다.

(1) 연구자의 평가

연구자로서 프로그램의 조직과 운영, 효과에 대한 평가를 내리기 위하여, 영재학교에 참가한 학생들의 수학적 성향과 수학적 태도를 사전과 사후에 검사하였다. 검사지는 '교육의 본질 추구를 위한 수학 교육 평가 체제 연구 (II)' (1991, 한국교육개발원)에 제시된 자료에서 발췌한 것이다.

가. 수학적 성향검사

일부학생의 검사지에서 응답되지 않은 부분이 있어서 22명의 결과만 분석하게 되었으며, 각 문항은 5가지 반응치를 갖고 있다. 문항은

<표 4 > 수학적 성향검사 결과

수학적 성향		평균	표준편차	t-통계치	P값
자신감	사전	17.36	2.30	-0.64	0.53
	사후	17.82	2.40		
융통성	사전	14.41	2.74	-1.66	0.10
	사후	15.77	2.71		
의 지	사전	15.64	3.09	-.0.57	0.57
	사후	16.14	2.66		
호기심	사전	15.68	2.80	-0.87	0.39
	사후	16.45	3.07		
반 성	사전	14.91	2.29	-1.53	0.13
	사후	16.05	2.63		
가 치	사전	15.55	2.56	-1.04	0.30
	사후	16.41	2.94		
합 계	사전	93.5	10.7	-1.50	0.14
	사후	98.6	11.7		

자신감, 융통성, 의지, 호기심, 반성, 가치의 여섯 개 세부영역마다 각각 4개씩 설정되어 있고 모두 24개이다. 각 문항당 5점에서 1점까지의 점수를 적용하여 세부영역당 최대 20점, 최소 4점의 점수가 가능하도록 하였으며 총합의 최대 점수는 120점이다. 이렇게 얻은 사전, 사후검사 점수에 대해 통계적으로 유의미한 차이가 있는지 쌍표본 t-검정으로 알아보았다.

결과를 보면 통계적으로 유의미한 차이가 나타난 영역은 없는데 전반적으로 평균 점수가 조금씩 높아졌음을 알 수 있다. 특히 융통성, 반성 영역에서 상대적으로 높은 향상을 보였고 사전, 사후검사의 합계에 대한 평균차의 P값이 0.14로 대체적인 향상이 일어났음을 알 수 있다. 이로부터 본 영재학교 프로그램에 참여한 학생들이 융통성, 반성 등의 수학적 성향에서 크지는 않지만 긍정적인 영향을 받았음을 알 수 있다.

나. 수학과에 대한 학습 태도 검사

본 검사는 성향검사와 마찬가지로 사전, 사후검사지에 누락된 결과가 없는 20명의 학생들을 대상으로 하였고 검사자료는 성향검사와 같은 책에서 얻었다. 이 검사지는 학습태도를 크게 세 가지 하위요소로 나누고 다시 각각 2~3가지로 구분하여 8가지 세부영역으로 나누어 문항을 배정하였다. 전체 40문항에 대하여 각 문항당 1점에서 5점까지의 점수를 부여하였다. 전체 총합은 최대 200점이다. 여기서도 성향검사와 마찬가지로 사전, 사후검사에 통계적으로 유의미한 차이가 나타나는지 쌍표본 t-검정을

<표 5> 수학과 학습 태도 검사 결과

수학과 학습 태도			평 균	표준편차	t-통계치	P값
교과에 대한 자아 개념	우월감-열등감	사전	17.35	3.45	-1.09	0.28
		사후	18.35	3.53		
	자신감-자신감상실	사전	22.20	3.41	-1.07	0.29
		사후	23.15	2.01		
	합 계	사전	39.55	6.10	-1.28	0.21
		사후	41.70	4.40		
교과에 대한 태도	흥미-흥미상실	사전	19.85	4.68	-0.53	0.60
		사후	20.65	4.84		
	목적의식-목적의식상실	사전	22.30	2.52	-1.27	0.21
		사후	23.25	2.22		
	성취동기-성취동기상실	사전	21.65	2.39	-1.36	0.18
		사후	22.55	1.76		
	합 계	사전	63.80	7.85	-1.07	0.29
		사후	66.45	7.81		
교과에 대한 학습 습관	주의집중	사전	19.75	2.45	0.63	0.53
		사후	19.10	3.88		
	자율학습(능동적학습)	사전	18.35	3.83	-0.67	0.50
		사후	19.20	4.15		
	학습기술적용(능률적학습)	사전	20.00	3.46	-0.34	0.74
		사후	20.35	3.08		
	합 계	사전	58.10	7.85	-0.21	0.83
		사후	58.65	8.44		
총 합		사전	161.4	18.5	-0.95	0.35
		사후	166.8	16.9		

하였다.

수학과에 대한 학습태도도 성향검사처럼 통계적으로 유의미한 차이가 발견되지는 않았지만 전반적인 향상은 발견되었다. 특히 교과에 대한 자아개념과 태도가 다소 높은 향상을 보였고 교과에 대한 학습습관은 거의 변화가 없다고 할 수 있다. 목적의식, 성취동기, 우월감의 평균은 사후에 비교적 많이 향상된 것으로 나타났다. 주의집중면에서는 사후점수가 오히려 낮아졌는데 이는 학생들 스스로가 사후평가에서도 많이 밝힌 바와 같이, 수업시간에 장난치고 떠들었다는 점에 대한 반성의 결과에서 비롯된 것이다.

본 영재교육 프로그램에 참여한 아이들은 처음부터 이미 위의 두 표에서 알 수 있는 바와 같이, 수학적 성향이나 태도에서 비교적 높은 점수를 얻고 있다. 그리고 본 프로그램이 일주일에 한 번, 그것도 6주동안에만 이루어졌으므로, 사후에 큰 향상을 기대하기는 어려웠다. 연구자들로서는 이 정도의 변화에도 기쁨을 느낄 수 있었다. 다음 학기에 같은 아이들을 대상으로 다시 프로그램을 구성함에 있어서는 이번에 얻은 수학적 성향과 태도에 관한 결과를 토대로 수업의 형태와 내용을 계획하고자 한다.

(2) 교사의 평가

영재학교 운영에 참여한 현직교사들은 모두 수학교육으로 석사학위를 받았기 때문에 수학교육 연구 경험이 있었다. 이론적 안목과 현직 경험을 모두 가지고 있다고 보아도 무방한 것이다. 그러므로, 사전협의나 프로그램을 직접 적용하는 과정에서 담당교수의 의도를 잘 이해하였다고 생각되며, 수시로 운영상의 문제점을 예리하게 지적해 주었다. 프로그램에 대한 교사들의 사후평가는 영재학교가 운영되는 중간에도 이루어졌지만, 운영이 모두 끝난 후에 형식을 갖추어서 지필로 받았다.

각 교사가 2개씩의 프로그램에 참여하였으므로 각각에 대하여 구분하여 평가하도록 하였는데, 우선 프로그램이 시간상으로, 난이도상으로, 참여도나 의사소통상으로 적절하였는지에 대하여 평가를 하도록 하였다. 그 다음으로 프로그램이 창의성, 논리적 사고력, 지식, 지적 호기심, 과제집착력, 의사소통 능력, 구성원과의 협동능력 면에서 어느 정도의 향상을 유도하였는지에 관하여 평가하도록 하였다.[8] 세 번째로 전반적인 반성과 의견을 적도록 하였다. 효과적이거나 개선을 필요로 하는 부분에 대한 의견이 수합되었다. 검사문항을 5가지 반응으로 하여 1점에서 5점까지 점수를 부여한 다음 평균값을 적어보면 다음 표와 같다.

<표 6> 교사입장에서 본 프로그램 평가 결과

검 사 문 항		응답평균
조직과 운영	프로그램 실시 시간의 적절성	3.000
	학습자료나 교재의 다양성	3.833
	프로그램에서의 계획된 활동 실행정도	4.000
	학생들의 참여도	4.667
	주어진 주제의 학습 깊이	4.333
	교사와 학생, 학생과 학생간의 교류정도	4.500
	프로그램 실시후 평가의 적절성	3.667
	합 계	4.000
적용효과	창의적 문제해결	4.500
	논리적 사고력	4.333
	주제에 대한 지식	4.333
	지적 호기심	4.167
	과제 집착력	4.333
	의사소통 능력	3.500
	구성원과의 협동능력	3.333
	합계	4.071

8. 이들 문항은 한국교육개발원의 연구보고서, 영재교육의 이론과 실제(1996, pp. 175-177)에서 발췌한 것이다.

프로그램의 조직과 운영면에서는 학생들의 참여도, 교사와 학생 또는 학생과 학생간의 의사소통, 주어진 주제의 학습깊이가 높은 평가를 받은 반면에, 시간이나 사후평가, 자료나 교재의 다양성은 상대적으로 낮은 평가를 받았다. 적용효과면에서는 창의적 문제해결과 논리적 사고력, 주제에 대한 지식, 과제집착력 부문에서 높은 평가를, 구성원과의 협동능력과 의사소통능력에서는 상대적으로 낮은 평가를 받은 것으로 나타났다. 대체로 긍정적인 효과를 유발한 것으로 볼 수 있다.

그런데, 교사와 학생간에 교류가 활발하게 일어났다고 보면서도 의사소통능력이 향상되지는 못한 것으로 보는 것은 연구자 입장에서 의아한 결과이었으므로, 그 이유에 대하여 가능한

> 좀 지겨울때면 애들끼리 싸우듯이 토론할때다. 그럴때면 꼭 조선시대때 당파싸움 같아 참견을 하지않아 재미없고 지겨웠던 것이다.

대로 조사해 보았다. 위 학생의 소감문에서 조금은 그 해답을 찾을 수 있다. 합리적인 토론보다는 고집스럽게 자기의견을 주장하는 경우가 많았던 것이다. 자기의견을 굽히기 싫어하고 어떻게든 과제를 자기스타일로 해결하려는 성향이 영재아의 중요한 특성으로 생각된다.

전반적인 반성과 개선을 위한 의견으로는 첫째, 선발된 학생간의 수준차를 고려하지 못하였다는 것이다. 세 교사 모두 한 목소리로 학생들의 수준차 때문에 수업상 어려움이 적지 않았다고 적고 있었다. 둘째, 교구나 학습자료가 이용하기에 부적절한 면이 많았다는 점이다. 예를 들어, 기하판의 경우 플라스틱으로 아이들이 조작하기 쉬울 정도의 크기로 되어 있어야 하는데, 본 프로그램에서는 목재에 못을 박아서 사용함으로써 크기도 재질도 그다지 좋지 못하였다. 차원분열 도형의 경우도 컴퓨터를 이용하기에 앞서 차원에 대한 설명에 이용할 평면도형, 입체도형을 마땅히 구할 수 없었다. 셋째, 시간에 비하여 과제의 양이 많거나 너무 어렵다는 지적이 있었다. 이 점은 영재아를 대상으로 하는 대부분의 프로그램이 범하기 쉬운 오류가 아닐까 생각한다. 영재아이기 때문에 어려운 내용을 다루어야 한다는 생각이 앞서는데, 정규교육과정에서 다루는 내용을 다른 각도로 다루거나 어려운 내용의 경우에는 충분한 시간을 두고 수업해야 함을 알 수 있었다.

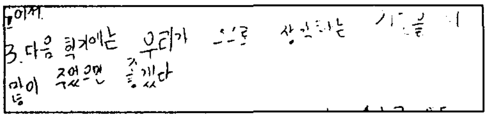
(3) 학생의 평가

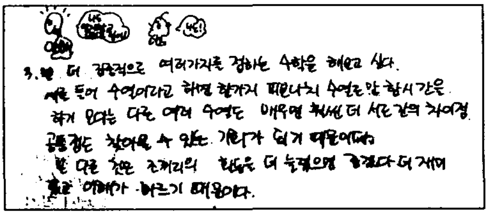
> 1. 처음에 이곳에 왔을 때엔 우리가 모르는 것을 알려주는 학교 정석반과 같은 곳인 줄 알고 있었다 그러나 나의 예상과는 달리 우리가 머릿속으로 생각을 해서 계산... 해 보고 자릿제도 하고 해서 풀어나가는 그런 것을 가르치 주시니 나의 생각이 좀 더 자란것 같았다

> 내가 이런 수학을 깊게 배우는 곳에 온건 처음이다. 그만큼 처음 다닐때는 기대감도 높았다. 그런 나의 기대를 잘 충족해 준 거 같다. 먼저 친구들과 같이 조를 만들어서 하니까 훨씬 재미있게 수학공부를 할 수 있고 또한 다른 특별계 친구를 사귈 수도 있었다. 수학이라면 자신있다는 아이들에게서 선생님들이 앞에서 가르치는 것 말고 소중한 걸 배울 수 있었으니까 굉장히 기분이 좋았다. 또 선생님들께서 직접 하나하나 설명을 해 주시니까 더 이해도 빨랐던거 같다. 선생님들께서 숙제도 해주셔서 책임감이 느껴졌다. 정말 재미있었고 앞으로 하면 더욱더 열심히 해야겠다.

> ① 수학에대해 많이 알게 된것 같다. 피보나치 수열, 칠교판, 퀴즈네어 막대, 닮음비와 크기비의 관계, 닮음비를 이용한 크기구하기를 배우고 나서 한층더 수학에 대해 관심을 더갖게 되었다. 지금까지 수로 만 계산하는 줄 알았던수학. 그래도 수학이 좋았지만 수학의 신비를 조금이나마 벗겨 보았어니 내 자신생각과는 전혀 다른 세상이 펼쳐져 있었다. 앞으로도 수학을 좀더 열심히 공부하고 탐구해서 수학의 비밀을 모두 벗겨 보고 싶다.

> 일주일에 토요일만 하지 않고 일요일에도 했으면 좋겠다. 또 어느 곳에서나 영재학교를 했으면 좋겠다


3. 다음 학기에는 우리가 스스로 생각하는 [illegible]
많이 주었으면 좋겠다


3. 더 집중적으로 여러가지를 접하는 수학을 해보고 싶다.
[illegible] 수업이라고 해도 한가지 [illegible] 수업도 할 시간을
하게 된다는 다른 여러 수업도 배우면 훨씬 더 서로간의 차이점,
공통점도 찾아볼 수 있는 기회가 되기 때문이다.
또 다른 친구들끼리의 토론을 더 늘렸으면 좋겠다. 더 재미
있고 이해가 빠르기 때문이다.

학생들은 대체로 즐겁고 유익한 경험이었다고 생각하였다. 특히, 학교 경시반과는 달리 문제를 풀이하는 기술이나 복잡한 계산기능 향상보다 새롭고 흥미로운 사실을 배운 점이 좋았다고 생각하였다. 수학을 통하여 무궁무진한 세계를 볼 수 있었다거나, 신기하고 재미있었다는 반응이 대부분이었다.

그러나, 다음학기 운영을 위하여 프로그램의 내용과 진행방법에 대한 의견을 조사한 결과 아이들은, (1) 난이도를 좀더 낮추고, (2) 생각할 시간을 충분히 주며, (3) 교사가 바뀌지 않았으면 좋겠고, (4) 토요일 외에도 더 공부할 기회를 가지도록 하며, (5) 좀더 한 주제를 깊이 탐구할 수 있도록 해달라는 의견 등을 제시하였다. 특히, 6주간의 프로그램 가운데 가장 어려움을 느꼈던 것으로 나타난 주제는 '프랙탈'이었다. 이에 관해서는 다음 학기에 다시 다루어주기를 희망하는 학생들이 상당수 있었다.

Ⅲ. 결론

본 영재학교 운영을 통하여 우리 나라의 교육열이 어느 정도인가를 짐작할 수 있었다. 영재로 선발된 부모님들 대부분은 아이들이 공부하는 동안 밖에서 서성대며 기다리곤 하였고, 선발되지 않은 아이의 부모님들 가운데 영재학교에 참여할 수 있는 방법을 문의하는 사람이 적지 않았다. 영재교육 프로그램과 교구준비에 관한 어려움에 덧붙여 이러한 부모님의 기대와 열정이 연구팀에게는 적지 않은 압력으로 작용하였다. 지나치게 어려운 주제를 택하였다거나 학생들에게 짧은 시간에 너무 많은 과제를 해결하도록 하였다는 등 이번 운영을 반성하면서 얻게 된 몇 가지 지적사항들은 이러한 압력과 무관하지 않을 것으로 생각한다. 영재학교 운영을 계획한다거나, 이론적으로 발전시키려는 연구자를 위하여 다음과 같이 본 프로그램의 운영에 대한 반성결과를 제시한다.

첫째, 본 영재학교에서는 속진 위주의 교육보다는 논리적 사고력, 창의적 문제해결력, 의사소통능력 신장을 목표로 하였다. 그러나, 영재아 선발에 사용한 경시대회문제를 역시 이러한 능력을 평가하기에 적합한 형태로 사전에 치밀하게 구성하지 못하였다. 경시대회와 영재학교가 일관된 취지아래 운영될 수 있도록 충분한 준비를 해야 할 것이다.

둘째, 영재아들 간에도 수준의 차이가 있는데, 본 프로그램에서는 조편성이나 과제제시 등 수업에 이를 반영하지 못하였다. 아이들간의 의사소통이 활발한 것으로 보였지만 합리적 토론이라기보다 거의 일방적인 강요에 가까운 주장이 계속되었던 것도 수준차 또는 개인차를 무시하고 일정한 패턴을 따라 수업이 진행되었기 때문으로 생각된다.

셋째, 프로그램의 난이도 조절과 시간배정에서 종종 잘못된 판단을 하였다. 영재아이므로 비교적 어려운 주제를 택하였는데, 적지 않은 아이들이 이해하지 못하고 수업을 끝내는 것으로 보였다. 생각할 시간이 부족하다면서 아이들은 종종 활동지를 집으로 가져가려고 하였다. 영재아라고 해도 새로운 주제를 이해하는 데에는 충분한 고민과 방황의 시간이 필요한 것이다.

넷째, 교수와 현직교사, 도우미 교사들이 계속 바뀌기 때문에, 프로그램 구성의 일반원칙이나 제한조건 등을 사전에 그리고 계속적으로 충분히 논의할 필요가 있다. 본 영재학교는 학

기중에 운영되었고 사전준비가 미흡했기 때문에, 교수나 교사, 도우미 교사 모두가 함께 협의할 시간을 내기가 어려웠다. 아동 개개인의 정보를 다음 프로그램 담당자에게 인계하지 못한 것도 이와 유사한 아쉬움이었다.

다섯째, 영재학교를 운영하는 데 가장 큰 어려움은 교구 제작 문제 였다. 활동적이고 자기주도적인 수업을 위해서는 다양한 교구가 필요한데, 보편화된 교구가 많지 않았다. 본 프로그램운영을 위하여 제작한 여러 가지 교구는 크기나 촉감, 견고성 면에서 너무나 불만족스러웠다. 이를 개선하는 것이 수업내용의 구성보다 더 시급한 문제인지 모른다.

여섯째, 연구자의 참관, 수업녹화 등 연구를 위한 기초자료 수집이 체계적으로 이루어질 필요가 있다. 사실상, 본 영재학교는 연구를 위하여 사전에 설계된 것이 아니기 때문에 이러한 자료수집계획이 불분명하였다. 그러나, 효과적인 영재학교운영을 위해서도 체계적인 자료수집과 반성은 필요하다고 할 수 있다. 다음 연구에서는 이러한 반성결과를 반영할 것이다.

참 고 문 헌

강옥기, 강문봉, 박교식(1991). *교육의 본질 추구를 위한 수학 교육 평가 체제 연구 (II) -수학과 평가 모형 및 예시 도구 개발-*. 서울: 한국교육개발원. 연구보고 RR91-19-5

강완(1984). *수학적 능력 및 발견·발명의 사고과정과 수학 교육*. 서울대학교 대학원 석사학위논문.

김수환, 박경미, 황혜정(1997). *창의력 신장을 돕는 중학교 수학과 학습 평가 방법*. 서울: 서울특별시교육청.

김주훈, 박경미, 최고운, 이은미(1996). *영재를 위한 심화 학습 프로그램 개발 연구 -국어, 사회, 수학, 과학을 중심으로-*. 서울: 한국교육개발원. 수탁연구 CR96-25.

김주훈, 이은미, 최고운, 송상헌(1996). *과학 영재 판별 도구 개발 연구 (I) -기초연구편-*. 수탁연구 CR96-27. 서울: 한국교육개발원.

김홍원, 김명숙, 송상헌(1996). *수학 영재 판별 도구 개발 연구 (I) -기초연구편-*. 연구보고 CR96-26. 서울: 한국교육개발원.

방미경(1994). *중등학교 학생의 수학적 능력에 대한 연구 -사고 과정의 가역성과 유연성을 중심으로-*. 서울대학교 대학원 석사학위논문.

정동권(1995). 피보나치수열과 초등학교에서의 그 지도 가능성. *대한수학교육학회논문집, 제 5권 제 2호*, pp. 13-28.

조석희, 박경숙, 김홍원, 김명숙, 윤지숙(1996). *영재교육의 이론과 실제 -교사용 연수자료-*. 연구보고 CR96-28. 서울: 한국교육개발원.

Anita Straker(1983). Mathematics for gifted pupils. Longman for schools council.

Trudi Hammel Garland(1987). *Fascinating Fibonaccis -Mistery and Magic in Numbers-*. Dale seymour publications.