
한국 수학 영재 교육의 나아갈 길

최 영 한(한국과학기술원)

1. 서 론

현재 교육부는 21세기에 다가오는 정보화·세계화 사회를 대비하여 초·중·고등학교의 교육 과정을 획기적으로 고칠 작정이다. 이는 1952년의 제1차 교육 과정 개정으로부터 따져 제7차 교육 과정 개정이 된다.

교육부는 현재 초등학교 1학년부터 고등학교 1학년까지 10학년을 열 단계의 필수 교과로 구성하고 각 단계에 선택 교과를 들 작정이며 고등학교 2~3학년(통산 11~12학년)은 완전 선택 교과로 운영할 작정이다.

제5차 교육 과정 개정(문교부, 1988)에 따른 과학고등학교의 “수학 III”의 집필에 관여하였고, 제6차 교육 과정 개정(교육부, 1992)에 앞서 과학고등학교 용 “수학 III”의 교과 내용의 기본 자료를 조사·연구하였으나 채택되지 않았던 경험이 있는 필자(최영한, 1992a)는 이번에는 좀 더 폭 넓은 선택 교과 내용의 구성을 위한 기본 자료의 조사에 참여하고자 한다.

이제까지 각급 학교의 교육 과정에 특활반으로써 수학만 등의 선택이 있기는 하였지만 학생들에게 주어진 교과 내용은 모두 단선적이다. 초등학교 1년에서 고등학교 공통수학까지는 아무런 침삭없이 필수이며, 고등학교 2학년에서 몇 갈래로 갈라지기는 하나 각자의 진로에 따라 결정되므로 취사 선택의 여지가 없다.

제7차 교육 과정에서는 이러한 결점들이 해결하여 다양한 교과 내용과 지도 방법 등이 소개되어야 하겠고, 일선 교사들도 이에 대비하여 준비하여야 하리라 본다.

필자는 IMO에 파견되는 한국 대표팀 선발의 준비 단계로 열렸던 한국 수학 올림피아드 여름·겨울 학교를 운영하였던 경험과 외국의 사례들을 조사하였던 내용을 바탕으로 이러한 교과 내용 및 선택 교과의 운영 방법 등을 개발하여 보고자 한다.

베트남 하노이에서 1996년 6월 3~7일에 개최되었던 제7차 동남아 수학 교육 회의(The Seventh Southeast Asian Conference on Mathematics Education, 약칭

SEACME-7)에 참석하고 있는 중에 베트남 고등학교 최종(졸업 자격) 시험(6월 5일)을 치고 있었다.

하노이에서 발행되는 영자신문 Viet Nam News 6월 6일자에 따르면 전체 수험자(고등학교 졸업예정자)는 330,000명이며 이중 269,500명의 정규 학생이며 또 이 중에 5,700명(약 2%)이 수학에 소질을 가진 영재 학생으로 분류하고 있었다.

필자가 매일 아침 식당에서 아침을 먹는 동안 네 대의 TV(필자가 묵은 호텔에서 는 홍콩의 Star TV 채널까지 포함하여 4채널 밖에 없었다.) 중 한 대는 베트남 국영 방송에서 하는 수학 강의를 틀어 놓고 있었다.

이 번 제7차 동남아 수학 교육 회의에서는 Topic Group(우리의 분과 발표회와 비슷하다)은 둘 뿐이었는데 하나는 “정보학(Informatics)이 수학 교육에 미치는 영향”이었고, 다른 하나 “영재 학생의 수학 교육”이었다.

자연 자원이 풍부하지 못한 동남아의 각국은 교육을 하나의 사회에 대한 봉사(또는 기여)로 생각하지 않고 두뇌 개발의 투자로 생각한다. 따라서 각 나라 마다 특색있는 영재 발굴 및 훈련 제도를 갖고 있다.

이러한 현상은 기후와 풍토가 나쁜 동 유럽 국가들에도 마찬가지이다. 조금전 Peter Frankl(1996)의 강연에도 있었지만 헝가리는 인구 1,100만, 면적 9만 3천 km²의 조그마한 나라에서 노벨 수상자가 열 한명이나 나왔다. 이런 관점에서 볼 때 영재 교육은 단순한 사회 봉사 차원을 넘어 투자하여 불만한 사업이다.

2. 역사적 배경

한국이 학교 수학 교육을 시작한 지는 100년을 약간 넘는다. 조선왕조(서기 1392-1910)는 유교를 국교로 정하고 숭상하였기 때문에 자연히 유교에서 강조하는 질서를 매우 중요하게 여겼다. 이 때문에 학교 수학 교과에서도 선택이나 속진 등은 장려하지 않았다.

끝내는 초등학교에서 고등학교에 이르는 모든 학교 교육의 차별성을 없애는 평준화를 시작하였다.

이와는 반대로 외국에서는 그 이전부터 교육도 하나의 투자라 생각하고 두뇌 개발에 힘썼다.

여기서 수학 영재 교육에 관련된 중요한 배경을 잠시 살펴보면

1983 경기과학고등학교 개교
 1984 대전·전남·경남 과학고 개교
 1987 한국수학올림피아드(KMO) 위원회 조직,
 제1회 한국수학올림피아드(경시대회) 개최
 1988 한국수학올림피아드 겨울학교 개설
 국제 수학올림피아드(IMO)에 한국 팀 처음으로 참가
 (동메달 3개로 참가 49개국 중 22위)
 제5차 교육 과정 개정에서 과학고등학교 용 “수학 III” 신설
 으로 이어진다.

3. 제5차 교육 과정에 나타난 수학 III

1991년도 교육부의 의뢰를 받은 한국교육개발원은 제6차 교육과정의 개정을 준비하면서 과학고등학교 용 수학 III의 교육 과정의 기초 조사를 필자에게 의뢰하였다.

1988 확정된 “수학 III”은 역시 한국교육개발원의 의뢰를 받아 박승안(서강대 교수)이 선정하였고 원래 지정된 교과서 없이 과학고 수학 교사가 나름대로 대학교 1학년 용 교재 중에서 쓰도록 하였다.

그 후 과학고 수학 교사와 교장들의 끈질긴 요구로 급기야 교육부는 한국교육대학교 부설 수학 교육 연구소에 의뢰하여 국정 교과서를 만들었다(교육부 1993).

여기서 교육부(1993)의 내용을 잠시 살펴보자.

제 I 장 행렬과 행렬식

1. 행렬과 그 연산
2. 행렬식
3. 연립일차방정식과 행렬
 - (1) 역행렬
 - (2) 연립일차방정식

제 II 장 함수

1. 실 수

2. 합 수
3. 함수의 극한
4. 함수의 연속성

제 III 장 초월함수와 미분법

1. 로그함수와 그 미분법
2. 지수함수와 그 미분법
3. 역삼각함수와 그 미분법
4. 쌍곡선함수와 그 미분법
5. 역쌍곡선함수와 그 미분법

제 IV 장 도함수의 활용

1. 평균값의 정리와 그 확장
2. 함수의 증감과 극값
3. 로피탈의 정리

제 V 장 적분법

1. 부정적분과 정적분
 - (1) 부정적분
 - (2) 정 적 분
2. 치환적분과 부분적분
3. 삼각함수에 관한 적분
 - (1) 역삼각함수가 되는 적분
 - (2) $\sqrt{a^2+x^2}$, $\sqrt{a^2-x^2}$, $\sqrt{x^2-a^2}$ 을 포함하는 적분
4. 유리함수의 적분
5. 특이적분

제 VI 장 정적분의 응용

1. 넓이와 부피

2. 곡선의 길이
3. 무게중심과 관성 모멘트

제 VII 장 평면좌표

1. 극좌표와 직교좌표
 - (1) 유향직선
 - (2) 극 좌 표
 - (3) 극좌표와 직교좌표 사이의 관계
 - (4) 극좌표의 활용
2. 곡선의 극방정식
 - (1) 직선의 방정식
 - (2) 원뿔곡선의 극방정식
3. 곡선의 매개변수방정식
 - (1) 직선의 매개변수방정식
 - (2) 원뿔곡선의 매개변수방정식

제 VIII 장 공간좌표

1. 공간좌표
 - (1) 직교좌표
 - (2) 원기둥좌표
 - (3) 구면좌표
2. 이차곡면의 방정식(표준형)

제 IX 장 벡 터

1. n 차원 벡터
2. 벡터의 내적과 외적
 - (1) 벡터의 내적
 - (2) 벡터의 외적
3. 벡터함수와 그 미분법

제 X 장 편미분법

1. 다변수함수
2. 편도함수와 고계편도함수
3. 전 미 분
4. 편미분법
5. 유향미계수
6. 물매 및 곡면의 접평면
7. 이변수함수의 극대와 극소

제 XI장 중적분과 그 활용

1. 이중적분
2. 반복적분

제 XII 장 수열과 급수

1. 수열과 그 극한
 - (1) 수 열
 - (2) 수열의 극한
 - (3) 극한의 성질
2. 급수의 수렴판정법
 - (1) 무한급수
 - (2) 양항급수
 - (3) 교대급수
3. 절대수렴과 조건수렴
 - (1) 절대수렴과 조건수렴
 - (2) 수렴판정 전략
4. 멱 급 수
5. 함수의 테일러 전개
 - (1) 매클로린 급수
 - (2) 테일러 급수

제 XIII 장 미분방정식

1. 미분방정식의 정의
2. 일계일차미분방정식
3. 일계동차미분방정식
4. 완전미분방정식
5. 적분인수형 미분방정식
6. 일계선형미분방정식
7. 미분방정식의 응용

문교부(1993)은 1988년에 만들어진 과학고등학교 용 “수학 III”의 교과 내용을 그대로 따른 것으로 이공계 대학의 1학년 교재와 별 다를 바가 없다. 필자가 한국과학기술원 학사과정 1학년 학생들을 상대로 수년간 탐문 조사한 바에 따르면 문교부(1993)를 교재로 써서 배운 학생은 아무도 없었다.

필자는 이러한 일이 일어날 것이라는 것을 당시(1991년) 이미 예측하고 있었다. 그 이유는 최영한(1992a)에 자세히 기술하였다.

4. 되풀이 되는 주장

우선 1988년의 제5차 교육 과정 개정때 수학 III의 내용은 어떻게 선정되었나 살펴보자. 당시 한국교육개발원은 투자비를 아끼기 위하여 저명한 수학자 한 사람에게 이 일을 모두 맡겼다. 그는 평소에 영재 교육에 대한 연구를 하지 않았기 때문에 단순히 고등학교 수학보다 한 단계 어려운 대학 1학년 교과 내용을 그대로 옮기면 될 것으로 판단하고 그렇게 하였다.

1) 수학 III의 성격

현행 교육 과정의 수학 III 은 과학 고등 학교를 영재 교육 기관으로써의 특성을 지어 주는 핵심 과목이다.

제6차 교육 과정의 개정의 총론에 나타난 편제 중에서 수학에 관한 것만 골라서 표를 만들면 다음과 같다.

공통 필수 (교육부)	과정 필수 (시·도 교육청)	과정 선택 (학교)	비 고
공통 수학 (8)	수학 I (10)	<ul style="list-style-type: none"> 실용 수학 (8) * 수학 II (10) * 수학 II (10) 수학 III (0 - 10) 	<ul style="list-style-type: none"> · 실업계, · 비 과학계 문과반 · 비 과학계 이과반 · 과학고

* 과정 필수 과목에서 제외된 과목 중에서 해당 과정에 적합한 과목을 선택함

“공통 수학”, “수학 I”, “수학 II”는 과학 고등 학교와 비 과학계 고등 학교의 이과반이 다 함께 다루는 과목으로 거의 대부분의 학교에서는 2년 동안에 이 세 과목을 모두 마친다. 과학 고등 학교에서는 교육 과정이 정상적으로 운영된다면

공통수학 → 수학 I → 수학 II → 수학 III (선택) (1)

의 경우를 택할 것이고, 상황에 따라서는 수능 시험에 날 듯한 문제를 많이 추가하여 지도할 것이다.

최영한(1992a)에서는 다음을 염두에 두고 교과 내용을 선정하였다. 과학고 학생들 중에서 많은 학생들은 수학 III 을 3 학년에 배우게 되겠지만, 더러는 2 학년에서, 더러는 1 학년 때 부터 공부하는 수도 있을 것이다. 또 중학생이나 비 과학계 고등 학교 학생이라도 수학에 특히 취미나 소질이 있는 학생은 독학으로 수학 III 을 공부하거나, 특별 활동 (수학반) 에서 수학 III 을 교재로 하여 공부할 수 있을 것이다.

학교의 사정, 교사들의 준비 및 전문성, 학생들의 소질과 능력에 따라 수학 III 을 일부만 다룰 수 있게 하였다. 따라서 각 단원 사이의 유기적인 연관보다는 각 단원이 독자적인 분야로 다루어져 과목을 채택하는 데 융통성을 강조하였다. 사실 이러한 점은 제5차 교육 과정 개정 때 고등 학교 수학 I 과 전체와 수학 II 에서도 나타나 있지만 고등 학교에서는 일률적으로 차례 대로 가르치고 있었다. 제6차 개정에서는 수학 III 도 이처럼 단원 하나 하나를 다른 단원에 구애받지 않고 다룰 수 있도록 교재가 만들어져야 한다고 여긴다. 경우에 따라서는 수학 II 와 수학 III 의 전체 내용은 학교의 사정에 따라서 순서를 바꾸어서 다루어도 괜찮도록 한다. 위의 (1) 을 모두 다루고

도 시간이 남는다면 (아니면 중간 중간에서) 종합적인 문제를 다루어 문제 풀기의 실력을 올리는 것도 한 방법이다.

2) 내용의 체계

영역		내용
대수	정수	소인수 분해, 합동과 합동식, 오일러의 정리, 페르마의 정리, 정수의 활용
	선형 대수	행렬과 그 연산, 역행렬, 행렬식, 연립 일차 방정식의 풀이, n 차원 벡터, 벡터의 내적과 외적, 선형 변환
	현대 대수	군과 체
	부등식	절대 부등식, 조건 부등식, 코쉬·슈바르츠 부등식, 여러 가지의 부등식, 여러 변수의 부등식
이산 수학		세기, 순열과 조합, 그래프와 알고리즘, 게임 이론, 이산 확률
기하	논증 기하	추론, 기본 도형과 변환, 기본적인 정리, 정리의 확장, 작도 자취, 공간 도형 (직선, 평면, 구), 기하 부등식
	해석 기하	공간 좌표, 직선과 평면의 방정식, 벡터 함수, 공간 도형의 방정식, 극좌표, 곡선의 극 방정식, 복소수 (선형 변환 포함), 복소수와 극형식 (드 르아브르의 정리와 원시근)
해석	미분	함수의 연속성과 극한, 미분과 증분, 평균값의 정리와 로피탈의 정리, 무한 급수와 그 수렴, 테일러의 급수 전개, 편미분, Gradient 와 접평면, 2 변수 함수의 극값, 라그랑주의 배수법
	적분	부정 적분과 정적분, 유리 함수의 적분, 곡선의 길이, 체적과 회전체의 표면적, 이중 적분과 그 응용
	미분 방정식	간단한 미분 방정식, 미분 방정식의 응용

3) 단원별 교과 내용

위의 내용을 단원별로 위으면 다음과 같다.

단원 1 : 정수

1. 정수
2. 합동과 합동식
3. 오일러의 정리
4. 페르마의 정리
5. 정수의 활용
(비둘기 집의 원리)

단원 2 : 이산 수학

1. 세기 (Counting)
2. 순열과 조합
3. 그래프 이론과 알고리즘
4. 게임 이론
5. 이산 확률 (Discrete Probability)
6. 군과 체

단원 3 : 선형 대수

1. 일반 행렬과 그 연산
2. 역 행렬
3. 행렬식
4. 연립 1 차 방정식의 풀이 (Underdetermined 방정식 포함)
5. 벡터 공간
6. 선형 변환

단원 4 : 부등식

1. 절대 부등식
2. 조건 부등식
3. 코쉬 · 슈바르츠 부등식
4. 여러 가지 부등식
5. 여러 변수의 부등식

6. 기하 부등식

단원 5 : 논증 기하

1. 추론
2. 기본적인 정리
3. 작도
4. 자취
5. 공간 도형 (직선, 평면, 구)

단원 6 : 해석 기하

1. 벡터 함수
2. 여러 가지 공간 도형의 방정식
3. 극좌표
4. 곡선의 극 방정식
5. 복소수와 선형 변환
6. 드 브아브르의 정리와 원시근

단원 7 : 미분

1. 여러 가지 함수의 미분
2. 평균값의 정리, 로피탈의 정리
3. 무한 급수와 그 수렴
4. 테일러 급수의 전개
5. 편미분
6. 그래디언트 (Gradient) 와 접평면
7. 2 변수 함수의 극값
8. 라그랑주의 배수법

단원 8 : 적분

1. 여러 가지 함수의 적분
2. 곡선의 길이

3. 회전체의 체적과 표면적
4. 이중 적분
5. 이중 적분의 응용
6. 미분 방정식

5. 결론

이제껏 소개한 것은 제6차 교육 과정 개정때 과학고등학교 용 선택 교과 “수학 III”을 예로 들어 수학 영재 교육의 방향을 예시한 것에 불과하다. 많은 자료와 조사가 되어 있으나 짧은 시간에 이것을 모두 소개하기란 불가능하다. 좀 더 시간적 여유를 두고 가다듬어서 다음 기회에 좀 더 자세하고 명확한 방향을 제시하려고 한다.

참 고 문 헌

- 교육부(1993), “과학고등학교 수학 III”, 서울: 대한교과서 주식회사
- 문교부(1988), “고등학교 수학과 교육과정 해설”(제5차 교육 과정 개정에 따른), 문교부 고시 제88-7호, 서울: 문교부
- 최영한(1992a), “제6차 교육 과정 개정에서 과학고등학교의 수학 III의 위치”, 한국수학교육학회지 시리즈 A 수학교육 31, no.3, 117-133.
- _____ (1992b), “수학 영재의 발굴과 수학 경시 대회”(1992 IMO 결과 포함), 과학교육연구논총 17, no.1, 9-27.
- 한국교육개발원(1992), “제6차 교육 과정 각론 개정 연구 - 초·중·고등학교 수학과”, 연구 보고 RR 92-6, 서울: 한국교육개발원