

수학과 AP(Advanced Placement) 결과 분석 및 교육과정 연구

- 2005학년도 교육인적자원부 지원 AP제도를 중심으로 -

방 승 진 (아주대학교)

최 중 오 (경기과학고등학교)

세계 여러 나라에서 진행되고 있는 AP(Advanced Placement)에 대해 고찰하고, 2005학년도에 시범 실시된 교육인적자원부 AP제도에서 진행된 수학AP에 대한 연구를 통해 AP제도의 개선점을 찾고자 한다. AP제도는 교육의 '수월성' 측면에서 수학영재학생들의 지적 욕구 및 진로 결정에 매우 큰 영향을 줄 수 있다. 따라서, 체계적이고 효과적인 수학AP제도의 운영에 대한 연구는 고등학교 수학영재학생들의 실질적인 지도를 위해 반드시 필요하다고 판단된다.

I. 서 론

1. AP제도의 추진 배경과 목적

AP제도는 대학과목선 이수제도를 의미하는 Advanced Placement의 약자로 우수한 학생들이 자신의 능력·적성·진로에 맞는 대학의 교과목을 고교나 대학에서 미리 이수하고 이를 대학의 학점으로 인정할 수 있도록 하는 제도로, 1950년대 미국에서 처음 시작 되었다. AP제도는 대학이 주축이 되어 성적이 우수한 고등학생에게 깊이 있는 전공지식을 습득할 수 있는 기회를 제공하기 때문에 고등학교와 대학교 간의 교육적인 연계성을 강화하는 기능뿐만 아니라, 우수한 고등학생들을 대상으로 하는 수월성 교육 차원에서 세계적으로 널리 시행되고 있다.

학생들의 평등성과 교육기회의 균등을 추구하는 고등학교 교육은 교육과정을 뛰어넘는 우수한 학생들의 지적 성취도를 만족시키고 잠재력을 계발시키기에는 여러 가지 어려운 점이 있다. 이와 같은 문제점을 극복하기 위해 도입되는 AP제도의 목적은 다음과 같다.

첫째, 교육의 수월성 추구

우수한 학생들에게 자신의 능력과 적성에 맞는 양질의 수업을 제공하여 학문적인 성취도를 높이고 자신의 잠재능력을 발휘 할 수 있도록 한다.

* ZDM 분류 : B44

* MSC2000 분류 : 97B40

* 주제어 : 수학 AP제도, 고등학교 수학영재

둘째, 고등학교 교육과 대학 교육의 연계

현재 우리나라의 고등학교 교육은 자신의 능력과 적성을 키우기 위한 목적교육이 아니라 단순히 대학입시를 위한 도구교육이 되고 있다. 이를 극복하기 위한 방안으로, AP제도는 교육의 평등성과 기회 균등을 추구하는 고등학교 교육과 수월성을 추구하는 대학 교육 간의 연계를 통해 우수한 학생들에게 고등학교 재학시절부터 자신의 능력과 적성에 맞는 양질의 교육 프로그램을 제공받을 수 있는 기회를 제공하고, 대학에서의 학점을 인정해 줌으로써 학생들의 성취감을 만족시킨다.

셋째, 고등학교 영재교육의 활성화

2000년도에 제정된 영재교육진흥법에 따라 우수한 학생들의 수월성 교육 기회 확대를 목표로 영재학급, 영재학교, 과학영재교육원에서 영재아를 선발하고 교육시키고 있다. 하지만 그 대상자는 극히 일부분에게만 제한되어 있으며, 특히 대부분의 영재교육이 초등학교생이나 중학생을 대상으로 하고 있어 고등학교에 재학 중인 영재아가 자신의 능력을 계발하고 성취감을 느낄 수 있는 교육 기회를 갖는다는 것은 매우 어려운 일이다.

2. 연구의 목적

교육인적자원부는 현행 평준화 제도 하에서 학교 교육의 보편성과 수월성을 조화롭게 병행하기 위하여 2010년까지 전국 초등학교생, 중학생, 고등학교생의 5%로에 해당하는 40만 여명에게 수월성 교육을 실시한다는 내용의 '수월성 종합 대책'을 발표했다. 그 내용 중에 고등학교생을 대상으로 하는 것은 영재학교의 추가 신설과 AP제도의 도입이다. 이에 따라, 2002년 개교한 한국영재학교는 KAIST와 협약을 맺어 AP제도를 실시하고 있으며, 2005년 전국 8개 시도교육청을 선정하여 지역 대학과 연계한 AP제도를 시범 운영하였고, 2006년도에는 전국 16개 시도교육청으로 확대 실시할 계획이다.

본 연구의 목적은 교육인적자원부가 2005년도에 시범 실시한 수학과 AP 교육과정을 분석하고, 개선점을 제안하여 실제적으로 적용 가능한 수학과 AP 교육과정을 제시하고자 한다.

3. 연구 방법 및 절차

본 연구는 경기도교육청과 서울대학교 공동 주관으로 수학, 물리, 화학, 생물, 지구과학, 영어 등 6개 과목에 대한 교육인적자원부 지원 AP제도를 시범 운영하게 되어 이에 대한 수학과 AP 교육과정을 개발하면서 시작되었다.

연구 방법은 효과적인 수학과 AP 교육과정을 구성하기 위하여, 미국 수학과 AP 교육과정과 우리나라에서 실시되고 있는 수학과 AP 교육과정에 대한 자료 분석, 경기도교육청과 광주광역시교육청 주관 수학과 AP 교육과정 분석, 수학과 AP 수업을 수강한 학생들의 설문 결과 분석 등 주로 자료

분석을 통해 우리나라의 실정에 맞는 수학과 AP 교육과정을 구성하고자 하였다. 본 연구의 진행 절차는 다음과 같다.

- 첫째, 2005학년도 수학과 AP진행위원 및 강사진 구성 및 수학과 AP 교육과정 협의
- 둘째, 미국 수학과 AP 교육과정 및 우리나라 수학과 AP 교육과정 분석
- 셋째, 경기도교육청과 서울대학교 공동주관 수학과 AP 교육과정 설계
- 넷째, 경기도교육청과 광주광역시교육청 주관 수학과 AP 교육과정 및 설문지 결과 분석
- 다섯째, 고등학교와 대학과의 연계성 있는 수학과 AP 교육과정 연구

4. 연구의 내용

위의 연구 목적을 달성하기 위한 연구 내용은 다음과 같다.

가. 미국의 수학과 AP 교육과정 분석

1950년대 AP제도를 처음 도입한 이래 50여 년간 이 제도를 시행하고 있는 미국의 수학 AP 교육과정의 분석은 이제 결을마를 시작하는 우리에게 많은 시사점을 줄 것이다. 이를 통해 보다 실질적이고 시행 가능한 수학AP 교육과정을 제시할 수 있을 것이다.

나. 우리나라의 수학AP 교육과정 분석

현재 한국영재학교와 연계하여 AP제도를 시행하고 있는 KAIST의 수학과 AP와 2001년에 AP등 각종 시험을 주관하는 미국의 ETS(Educational Test Service)로부터 AP시험에 적합한 조건과 소정의 자격 기준을 갖춘 학교로 인정받은 민족사관고등학교의 수학과 AP에 대한 분석은 우리나라의 교육 환경에 맞는 수학과 AP 교육과정에 대한 의미 있는 결과를 줄 것으로 기대되며, 2005년도에 처음 실시한 교육인적자원부 수학과 AP 교육과정 중에서 경기도교육청과 광주광역시교육청이 주관하여 실시한 수학과 AP를 분석하여 상호 비교함으로써 보다 효과적인 수학과 AP 교육과정을 제시할 수 있을 것이다.

다. 수학과 AP를 통한 수학영재교육의 활성화 모색

우리나라의 AP제도는 고등학교에 재학 중인 영재아의 수월성 교육을 목적으로 하는 '수월성 종합 대책'의 중요 사업으로 시행되고 있다. 따라서 수학과 AP 교육과정은 수학 영재들을 위한 수월성 교육과 연계하여 개발되어야 한다.

라. 설문조사 분석

본 연구에 사용된 설문지는 크게 두 가지가 있다. 첫째는 2005학년도에 교육인적자원부 지원으로 경기도교육청과 서울대학교 공동주관으로 실시한 수학과 AP 프로그램을 수강한 학생들이 과정을 이수한 후에 작성한 설문지이고, 두 번째는 광주광역시교육청과 전남대학교 공동주관으로 실시한 수학과 AP 프로그램을 수강한 학생들이 작성한 설문지이다. 경기도교육청에서 실시한 설문지는 사전 협의 거쳐 작성된 것이고, 광주광역시교육청에서 실시한 설문지는 조사 결과만을 참고로 서술하였다. 이 두 설문지에서 수학과 AP 교육과정에 대한 공통적인 문항만을 골라 그 결과를 분석하여 수학과 AP에 대한 학생들의 반응을 살펴보고 이를 통해 2006학년도에 실시할 예정인 수학과AP의 교육과정을 개발하는데 참고하는 것은 의미 있는 연구가 될 것이다.

II. 본 론

1. 미국의 수학과 AP제도

미국에서 50여 년 전에 처음으로 AP제도를 도입한 이래 그 효과에 대한 연구는 학생의 만족감, 교사의 만족감, 학생의 성취도, 장래 전공 선택에 기여 등 폭넓은 분야에 걸쳐 이루어졌다(The College Board 2002). 실제 AP제도를 이수한 학생들이 대학에 입학한 후에 AP제도를 이수하지 않은 학생들에 비해 더 많은 과목에 수강신청을 했으며, 학점 취득에 있어서도 AP를 이수하지 않은 학생보다 더 높은 점수를 취득한 것으로 나타났다. 또한 일반 학생들에 비하여 약 2배의 학생들이 대학원에 진학하는 것으로 조사되었다.

가. 수학과 AP 개설과목

현재 미국에서는 자연과학뿐만 아니라 컴퓨터, 미술, 설계, 경제, 외국어 등 33개의 AP과정이 개설되어 매년 미국 고등학생의 10%에 해당하는 93만 여명이 AP프로그램에 참여하고 있다.

<표 1> 미국 AP 개설 교과목명

영역	AP개설 교과목명
자연과학	미적분학AB, 미적분학BC, 물리학B, 물리학C, 화학, 생물학, 전산과학A, 전산과학AB, 통계학, 환경과학
인문과학	영어 및 작문, 외국인을 위한 영어, 영문학 및 작문, 프랑스어, 프랑스 문학, 독일어, 라틴어, 라틴문학, 스페인어, 스페인문학, 미국역사, 미술사, 유럽사, 세계사
사회과학	미시경제, 거시경제, 정부와 정치, 비교정치학, 미국인류지리학, 심리학
예 술	음악이론, 회화, 이차원디자인, 삼차원디자인

위 표에서 보는 바와 같이 수학 관련 AP프로그램은 미적분학 AB, 미적분학 BC, 통계학 등 세 과목이 있다. 이 중 통계학은 미적분에 기초하지 않은 대학 통계학 개론 과목으로 수업에서 다루는 주요 주제가 자료 조사, 측정, 예측, 그리고 통계학적 모델 만들기 등으로, 단순한 지식의 습득보다는 컴퓨터와 계산기를 이용하여 자료를 분석하고 결과를 도출하는 능력을 중요시한다. 통계학은 우리나라 고등학교 교육과정과는 많은 차이가 있어 연계성을 찾기 어렵다.

나. 미적분학AB와 미적분학BC의 교육과정

(1) 미적분학AB와 미적분학BC의 차이점

미적분학AB는 대학 미적분학 개론 과목에서 다루는 미분학과 적분학을 다루고 있으며, 미적분학BC는 미적분학AB를 포함해서 미분, 적분, 급수(Series)의 추가적인 주제를 포함하고 있어 대부분의 대학에서 미적분학BC를 미적분학AB보다 높은 단계로 인정하고 있다.

(2) 미적분학AB와 미적분학BC를 수강하기 위한 선수학습 내용

대수학(algebra), 기하학(geometry), 삼각법(trigonometry), 해석 기하학(analytic geometry), 선형함수, 다항함수, 유리함수, 지수함수, 삼각함수 등의 기본함수(elementary functions)

(3) 교육과정의 목표

미적분학AB와 미적분학BC의 교육목표는 다음과 같으며 서로 같다.

- 학생들은 다양한 방식(그래픽적, 수치적, 해석학적, 언어적)으로 표현된 함수를 다룰 수 있다.
- 변화율과 국소 영역의 관점에서 도함수의 의미를 이해할 수 있고, 다양한 문제를 해결하기 위하여 도함수를 사용할 수 있어야 한다.
- 부정적분의 의미를 이해할 수 있고, 다양한 문제를 해결하기 위하여 적분을 사용할 수 있어야 한다.
- 미적분학의 기본정리(the fundamental theorem of calculus)의 양면으로 표현된 도함수와 부정적분 사이의 관계를 이해한다.
- 기록된 문장이나 구두로 수학적 내용을 의사소통할 수 있어야 하며, 문제의 풀이과정과 답을 설명할 수 있어야 한다.
- 함수, 미분방정식, 적분을 사용하여 물리적 상황을 모델링 할 수 있다.
- 문제를 해결하고, 실험하고, 결과를 해석하고, 결과를 확인하기 위하여 수학적 표현방법을 사용할 수 있다.
- 부호, 크기, 상대적 정확성, 측정 단위들 포함한 해답의 적절성을 결정할 수 있다.
- 지식의 통합 성취도면에서 미적분에 대한 이해를 발전시킬 수 있다.

2. 우리나라의 수학과 AP

가. 민족사관고등학교의 수학과AP 분석

국내 대학 진학을 희망하는 학생들로 구성된 국내계열과 외국 유학을 희망하는 학생들로 구성된 국제계열을 나누어 교육과정을 운영하는 민족사관고등학교는 2001년 3월에 AP등 각종 시험을 주관하는 미국의 ETS(Educational Test Service)로부터 AP시험에 적합한 조건과 소정의 자격 기준을 갖춘 학교로 인정받아, 국내의 고등학교로는 처음으로 AP Exam Center 로 인증 받았다.

민족사관고등학교는 일반 학교와는 다른 자립형 사립고로 교육과정 운영상의 자율성을 기초로 하여 국제계열 교육과정에 학생 선택 교과로 AP 과정(대학과정의 교과)를 운영하고 있다. 민족사관고등학교의 학생이 AP시험에 응시하려 할 때, AP 과목을 수강하고 응시하도록 권유하고 있지만 실제로는 미국의 고등학교와 같이 AP과목을 수강하지 않은 학생도 응시할 수 있으며, 한 학생이 보통 4~5개 과목을 응시하는 것으로 나타났다.

<표 2> 2003학년도 민족사관고등학교 수학과 AP 시험 신청자 현황

과목	국제계열			국내계열			다학교학생	졸업생	계
	1학년	2학년	3학년	1학년	2학년	3학년			
미적분학BC	24	13	2	0	2	4	13	0	58
통계학	0	0	1	0	0	0	0	1	2

위 표에서 보는 바와 같이 2003학년도 수학과 AP 시험에서 학생들은 대부분이 수학BC를 신청하였고, 수학AB는 0명, 통계학은 1명이 시험에 응시하였다. 2005학년도 교육과정에도 미적분학-BC를 개설하여 국제계열 전원을 대상으로 주4시간씩 운영하였으며, 학생들의 희망에 따라 2006학년도에는 미적분학BC와 통계학을 교육과정에 개설할 예정이다. 미적분학BC와 통계학의 교육과정은 미국 AP 교육과정과 동일하며 실제 미국 고등학교에서 사용하는 원서를 교재로 사용할 예정이다.

나. 한국영재학교의 수학과 AP 분석

과학기술부와 교육인적자원부의 집중적인 지원으로 2003학년도에 첫 신입생을 받은 한국영재학교는 2,3학년의 경우 대학교의 교육과정처럼 학생들이 필수과목과 선택과목을 신청하여 수업을 듣고 학점을 인정받고 있다. 현재 KAIST와 협약을 맺어 학점인정 과목을 개설하여 운영함과 동시에 재학생이 다른 대학에서 수업을 듣고 받은 학점에 대해서도 유사과목이 있는 경우 영재학교의 학점으로 인정받을 수 있다.

현재 한국영재학교는 KAIST와 협약을 맺어 KAIST 계절학기 AP과정을 신청 받아 미적분학 I, II 과목을 개설하고 있다. KAIST 수학과 교수 및 과학영재교육원 교수가 분담하여 KAIST에서 사용하는 교재로 동일한 수준에서 강의를 진행하며, 평가 기준도 KAIST 재학생과 동일하다. 한국영재학교 학생이 재학 중에 대학교 과정의 수학 관련 과목으로 모두 12학점을 인정받을 수 있으며, 수학

<표 3> 한국영재학교 AP 인정 과목

교과구분	한국영재학교 AP인정과목	KAIST 학점 인정과목
기초선택	선형대수(3학점) 미분방정식(3학점)	선형대수학개론(3학점) 응용미분방정식(3학점)
기초필수	미분적분학 I (3학점)미분적분학II(3학점) 해석기하학(3학점)	미분적분학 I (3학점)미분적분학II(3학점)

관련 AP의 교육과정은 KAIST 관련 과목의 교육과정과 동일하다.

3. 교육인적자원부 수학과 AP 운영의 실제

가. 경기도교육청 AP 제도

2005학년도 경기도에서 실시한 교육부주관 AP는 경기도교육청이 서울대학교와 경기과학고등학교, 의정부과학고등학교 그리고 과천외국어 고등학교와 협약을 맺어 물리, 화학, 생물, 지구과학, 수학, 영어 등 모두 6개 과목을 여름방학기간에 45시간씩 운영하였다.

2005년도에 교육인적자원부는 대학과의 협약을 통해 전국 8개 시도교육청에서 시범적으로 AP제도를 운영하였다. 2004년도부터 경기도 자체 지원금으로 실시한 경기도 지원 AP와 교육인적자원부에서 지원하여 실시한 AP는 몇 가지 차이점을 보이고 있다.

첫째, 대상 학생이 다르다.

경기도 지원 AP는 과학고등학교 재학생을 대상으로 신청자를 받고 대학교수와 강의 협약을 맺어 실시하고 있다. 교육부 지원 AP는 과학고등학교 재학생과 일반고 학생을 일정한 비율로 정하여 신청자를 받아서 운영하였다. 교육부 지원 AP는 특목고 재학생뿐만 아니라 일반고에 재학 중인 우수 학생에게도 그 혜택이 미치게 하였는데 큰 의미가 있다.

둘째, 강사구성이 다르다.

경기도 지원 AP는 과학고 교사가 전공별로 강좌를 개설하고, 강의를 할 대학교수를 초빙하여 수업이 이루어진다. 다시 말해 수업은 전적으로 대학교수가 진행하며, 교사는 학생을 관리해 주는 역할만 하는 것이다. 이와 다르게 교육부 지원 AP는 교육청이 대학과 협약을 맺어 그 대학 교수들이 전공별로 수업을 실시하되, 전체 수업 45시간 중에서 대학 교수가 30시간, 각 과목 담당교사가 15시간을 맡아 수업을 실시하였다. AP의 도입 목적 중에 하나인 고등학교 교육과 대학교 교육의 연계성 확립에 비추어 본다면 교육부 지원 AP제도가 보다 AP 도입 목적에 부합한다고 생각된다. 수업을 진행하는 교사가 대학교 1,2학년이 배우는 전공교과목을 지도해야 하므로 대학 강사 정도의 자격 기준에 맞는 교사가 수업을 진행하는 것이 바람직하다고 판단되며, 실제 경기과학고에서 각 전공별 AP 수업을 담당하는 교사는 박사 혹은 박사과정 수료자 이상으로 선발하여 수업을 진행하였다.

셋째, 개설 과목이 확대되었다.

경기도 지원 AP는 과학영재의 양성을 목적으로 시작되어 과학과 수학과목만 개설되어 운영된 반면에 교육부 지원 AP는 여기에 영어 과목을 추가하여 외국어 우수학생도 혜택을 받을 수 있도록 하였다.

(1) 수학과 AP 과정의 학생 선발과 구성

2005학년도에 시범 실시된 교육부 주관 수학과 AP는 2005년 6월 29일, 30일 이틀간 세 개의 거점 학교인 경기과학고, 의정부과학고, 과천외고에서 원서를 접수받고, 일반계고등학교 학생 50%, 과학고 학생 50% 내외로 20명을 선발하였다. 일반계고 학생의 경우 수학과목 석차 백분율과 성적 우수자를 학교장 추천으로 지원받았으며, 과학고 학생의 경우는 각 학교별로 추천 순위를 정하여 선발하였다.

수학과 AP 수업은 의정부과학고등학교에서 실시하였으며, 학생들은 희망자에 한하여 학교의 기숙사와 식당을 사용할 수 있도록 하였다. 최종 선발된 학생들의 인적 구성을 살펴보면 과학고 학생 9명, 일반계고 학생 11명으로 학생들의 수학 과목 선수학습 정도를 살펴보면 수학10단계 까지 이수한 학생(1학년)이 9명, 수학 I 까지 이수한 학생(2학년)이 10명, 수학 II 까지 이수한 학생(3학년)이 1명으로 집계되었다.

(2) 수학과 AP의 교육과정

수학과 AP의 총 수업시수는 45시간으로 담당 교수가 30시간, 담당 교사가 15시간을 수업하였으며, 수업은 여름방학 기간에 3주간 월, 수, 금 하루 5시간씩 수업을 진행하였다.

수학과 AP 과정의 학습 내용과 순서는 서울대학교의 미분적분학 1학기 진도를 기준으로 여름방학 AP과정의 45시간 분량으로 조정하여 정하였으며, 이 때 학생들의 선수학습 정도를 고려하여 학생들의 수준에 맞게 난이도를 조정하였다. 아래의 표는 실제 수업이 진행된 수학과AP 교육과정으로 서울대학교에서 진행되는 미분적분학 1학기 분량의 수업을 실시하기 위해서는 수업시수가 적어도 60시간 이상이 필요하다.

<표 4> 의정부과학고등학교 수학과AP 교육과정

수업횟수	누적 수업시수	수업 내용
1	5	수열과 급수, 등비급수, 비교판정법, 멱급수판정법
2	10	비율판정법, 적분판정법, 교대급수와 절대수렴급수
3	15	멱급수, 멱급수와 수렴반경, 지수함수와 멱급수, 삼각함수와 멱급수, 쌍곡선함수, 역삼각함수와 멱급수, 역함수 정리
4	20	코시의 평균값정리, 로피탈의 정리, 무한소와 근사다항식
5	25	테일러 정리, 테일러급수, 임의의 점을 기준으로 한 테일러 급수
6	30	좌표공간, 극좌표계, 원기둥좌표계와 구면좌표계
7	35	평행이동, 유한선분과 벡터, 벡터의내적, 직선과 평면의 방정식, 일차독립과 일차종속
8	40	행렬, 전치행렬, 정사각행렬, 행렬의 연산, 선형사상
9	45	평가 및 설문

(3) 수학과 AP 평가

수학과AP의 평가는 지필점수(60점), 출석점수(20점), 과제점수(20점)를 모두 합산하여 100점 만점으로 채점하였으며, 지필평가는 수업시간에 배운 내용 중에서 증명과 문제해결력 중심으로 3시간 동안 평가하였다. 평가결과 A^+ 3명, A^0 4명, B^+ 5명, B^0 4명, C^- 1명, 그리고 나머지 세 명은 시험에 응시하지 않아 미수로 처리되었다. A 학점 이상을 받은 7명 모두가 일반계고등학교 2학년에 재학 중인 학생이었고, 과학고 1학년 학생들의 성적은 중·하위권에 머물러 그 이유에 대하여 설문조사를 통해 조사해본 결과 대학과정의 수준으로 진행되는 수학과 AP를 수강하고 이해하기 위해서는 적어도 수학 I 이상의 수학적 지식이 필요한 것으로 조사되었다. 따라서 수학 10-가,나 정도의 학습을 진행한 과학고 1학년 학생들이 수업을 이해하기에는 다소 어려웠던 것으로 판단된다.

나. 광주광역시교육청 수학과AP제도

광주광역시교육청도 2005학년도에 시범 실시된 교육부 주관 AP를 전남대학교와 협약을 맺어 진행하였고, 특히 수학과AP를 담당할 국민규 교수는 수학과AP 표준 교육과정을 개발하여 수학과AP 시범운영 결과 보고서를 제출하였다. 이 보고서에서 대학 미분적분학과 고등학교 교육과정과의 연계성을 중요성을 강조하고 있으며, 수학과AP 교육과정은 대학의 미분적분학의 내용을 중심으로 개발되어야 함을 강조하고, 수업은 재미있고 유의한 느낌을 받을 수 있도록 하기 위하여 다양한 교육방법이 개발되어야 함을 주장하였다.

(1) 수학과AP 교육과정

영역	수업 내용	
대수	행렬과 선형사상	행렬의 성질, 행렬식, 선형사상
해석	실수의 성질	유리수와 무리수, 완비성공리
	수열과 급수	극한의 존재성, 여러 가지 수열 및 급수의 수렴과 발산, 급수의 수렴판정법, 교대급수와 절대수렴급수
	떡급수와 테일러급수	떡급수와 수렴반경, 테일러 정리, 테일러 급수
	여러 가지 함수	지수함수와 로그함수, 쌍곡선 함수, 극좌표 함수
	함수의 연속성	최대최소정리, 중간값정리
	미분법	미분의 정의, 평균값정리, 로피탈의 정리, 미분의 응용, 벡터함수의 도함수
	적분법	적분의 정의, 미적분학의 기본정리, 적분의 응용, 질량중심과 파푸스 정리
기하	벡터	벡터의 성질, 벡터의 내적, 직선과 평면의 방정식, 벡터의 외적
	곡선	곡선의 매개화와 재매개화, 곡선의 길이, 곡선의 접선벡터, 법선벡터, 중법선벡터, 곡선의 곡률

(2) 교수 학습 방법

수업을 듣는 학생들이 대부분 수학 분야에서 뛰어난 능력을 소지하였다 하더라도 수업에서 성과를 얻기 위해서는 학생들의 적극적인 참여를 이끌어 내야 한다. 이를 위해 수업은 학생 흥미를 유발

해야 하며 이를 위해 다양한 학습 방법이 개발되어야 하며, 수업을 진행하는 교수 혹은 교사는 교재에 제시된 세부 사항에 너무 제한되지 말고 스스로 다양한 강의 소재를 개발하여 사용하는 것이 바람직하다. 이를 위한 학습 방법을 몇 가지 제시하였다.

- 강의+토론+연습문제 풀이
- 주제발표 및 주요 내용 강의+조별토론+ 조별발표
- 설명+조별 인터넷 검색+조별 토론 및 정리+ 조별 발표+ 교수에 의한 주제와 관련된 교과내용 설명
- 학습내용 소개+컴퓨터를 이용한 그래픽 구현
- 문제제기+문제를 해결하기 위한 다양한 방법에 대한 토론+내용 설명+각 조별 토론 및 정리+ 조별 발표+ 최종 정리
- 기본 원리 설명+심화된 내용 토론

(3) 수학과 AP 평가

수업은 70명을 수학1반 36명과 수학2반34명으로 나누어 진행하였으며 평가는 교수가 출제한 중간고사 40점, 교사가 출제한 기말고사 20점, 과제물 및 발표점수에서 교수 수업에서 20점, 교사 수업에서 10점, 그리고 출석 및 기타로 10점등 모두 100점 만점으로 환한 하였다. 평가 결과는 A⁺ 6명, A 18명, B⁺ 12명, B 10명, C⁺ 5명, C 5명, D⁺ 3명이고 나머지 11명은 출석일수 부족으로 미수료 처리되었다. AP과정을 마친 후 설문조사에서 강의 내용이 이해하기에 적당하였는가에 대한 질문에 어렵거나 혹은 매우 어려웠다고 응답한 학생들이 전체 32명 중에 23명으로 나타나 수학과AP과목으로서 대학 미분적분학을 수학하고 이해하기 위해서는 선수학습이 충분히 되어야 함을 알 수 있다.

다. 설문조사 분석

수학과AP 과목으로서 대학 미분적분학의 타당도를 알아 볼 수 있는 설문을 의정부과학고등학교에서 수학과AP 과정을 이수한 17명에 대하여 실시하여 그에 대한 분석을 하면 다음과 같다. 의정부과학고등학교에서 실시한 수학과AP의 교재는 서울대학교 1학년 학생들이 수강하는 미적분학과목을 기준으로 고등학교 교육과정과의 연계성을 고려하여 45시간 분량의 수업내용 선별하여 진행하였다. AP 과정 이수 후에 수학과AP의 교육과정의 적절성에 관한 설문조사 결과는 다음과 같다.

	매우	약간	보통	전혀	의견 없음
[질문1]. 수학과 AP의 강의 내용으로 미분적분이 적절하였나요?	3	10	4	0	0
[질문2]. 수학 성적이 우수한 고등학교 2학년이 수강하기에 적합하였나요?	7	5	3	0	1

[질문1]에서 수학과AP에서 미분적분학을 강의하는 것에 대한 질문에 대부분의 학생들이 매우 혹은 약간 적절하다고 하여 고등학교 교육과정과의 연계성 면에서 미적분학이 수학과AP로서 적절하다고 판단된다. [질문2]는 대학 미분적분학과 고등학교 교육과정과의 연계성에 대한 질문으로 일반 인문계 고등학교에서 고등학교 1,2학년 과정에서 수학10가,나와 수학 I, II 그리고 학교에 따라서 2학년에 미분적분을 선택과목으로 지정하기 때문에 대학 미분적분학을 이해하는데 적당하다고 생각된다.

[질문3]. 수학과AP 강의 내용이 어려웠나요?	매우	약간	보통	전혀	의견 없음
	2	11	4	0	0

[질문3]에서는 수학과AP의 수업을 듣는 학생들의 반 이상이 과학고 1학년에 재학중인 학생으로 아직 고등학교 교육과정에서 다루는 미분적분에 대한 충분한 이해가 부족해 강의 내용을 이해하는데 어려움이 있었다고 판단된다. 실제, 수학과AP수업을 이해하기 위해서 꼭 알아야할 고등학교 수학과목은 무엇인가에 대한 질문에 4명의 학생이 수학II, 13명의 학생이 미적분학까지라고 대답하였다.

이상의 내용으로 볼 때, 수학과AP를 수강한 학생들은 AP과목으로서 대학 미분적분학이 적당하다고 여기며, 수업을 듣고 이해하기 위해서는 최소한 수학II에서 다루는 미적분을 이해하고 있어야 한다고 판단하고 있다.

4. AP제도와 수학영재교육

수학 분야에서 우수한 능력을 보이고 있는 고등학교 영재학생들은 이미 1,2학년 재학 중에 고등학교 수학 교육과정을 뛰어 넘는다. 이런 학생들에게 반복적으로 제시되는 고등학교 수학 내용이 흥미를 일으킨다는 것은 불가능하며, 이와 같은 일이 반복된다는 것은 우수한 학생들의 잠재력을 저해하고 학습권을 박탈하는 것이 될 것이다. 영재교육은 동일연령 수준의 학생들이 배우는 교육과정을 뛰어 넘는 학생들을 대상으로 한다는 면에서 선수학습 및 심화학습과 매우 깊게 연관된다. 이런 면에서 수학과 AP 교육과정은 수학영재 혹은 수학우수아에게 수학적인 흥미와 깊이 있는 이해의 기회를 주는 면에서 볼 때 수학영재교육과 연계하여 개발되어야 한다고 판단된다.

III. 결 론

1. 결 론

본 연구에서는 고등학교 교육과 대학교육간의 연계성 측면에서 수학과AP의 교육과정으로 적절한 과목이 무엇인가에 대해 논하였다. AP를 도입한 목적 중에 하나가 우수한 성취도를 가지고 있는 고

등학교 학생들의 지적 호기심을 충족시키며 고등학교와 대학교 교육 간의 연계성을 높이기 위한 점을 고려한 것 뿐 만아니라, 수학 혹은 과학을 공부하는 학생들의 학문적 기초가 되는 과목이 무엇인가에 대한 문제와 연관된다.

학생들의 호기심과 고등학교와 대학 교육과정의 연계성 측면에서 볼 때, 미적분학은 수학의 다양한 영역에서 문제의 해결 능력을 높여줄 뿐만 아니라 미분, 적분이 다루어지기까지 공부하는 수의 성질, 수열, 극한 그리고 무한 개념 등에 내포된 수학의 기본적이며 구조화된 개념의 전개는 학생들에게 수학의 큰 즐거움을 알게 할 뿐만 아니라 문제 해결력을 높이기 위한 도구로서의 수학의 힘을 느낄 수 있게 할 것이다. 또한 수학뿐만 아니라 자연과학, 공학, 경제학을 공부하는 학생들에게 깊이 있는 학문을 학 수 있는 커다란 밑거름이 될 것이라 판단된다.

2. 연구과제

수학과AP교육과정으로서의 대학 미분적분학은 고등학교 교육과정과의 연계성이나 활용 면에서 볼 때 유익하지만, 수학과AP 교육과정으로 정착이 되기 위해서는 다음과 같은 내용의 지속적인 연구가 필요하다.

첫째, 수학과AP 강의에서 다루어야 할 최소 수준과 평가 기준을 정해야 한다.

둘째, 고등학교 교육과정과 고등학생의 지적 수준을 고려하여 미분적분학의 내용을 편성해야 한다.

셋째, 수학과AP 수강 대상자를 선발할 때 수학II와 미적과 적분과목을 충분히 이해하고 있는지를 평가해야 한다.

넷째, 고등학교와 대학교육간의 연계성을 높이기 위해 우수한 고등학교 교사와 대학 교수간의 지속적인 연구 네트워크가 형성되어야 한다.

이제 막 걸음마를 댄 우리나라의 수학과AP가 정착되기 위해서는 교육과정뿐 만 아니라 교육내용과 평가를 관할하는 전국 단위의 대학위원회가 설립되어 장기적이고 체계적인 안목을 가지고 지속적으로 연구되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- 곽민규 (2005). 수학과 AP 표준 교육과정 개발, 전남대학교
 AP제도 운영 결과 보고서 (2005). 경기도교육청
 박선미 외 (2004). 선수학습 인증 시험에 관한 연구, KAIST과학영재교육원
 김하석 (2004). AP 제도 도입 방안 연구, 서울대학교

김홍중 (2000). 미분적분학1, 서울대학교 출판부
고영소 외 (1997). 미분적분, 서울대학교 출판부
수학과 교육과정 (1997). 교육인적자원부
<http://www.collegeboard.com>

A Study on the mathematics AP program

Bang, Seung-Jin

Dept. of Math., Ajou Univ., San 5 Woncheon-dong, Yeongtong-gu, Suwon, Gyeonggi 402-751, Korea
E-mail: emath@naver.com

Choi, Jung-oh

Kyunggi Sci. High Sch., Songjuk-dong, Jangan-gu, Suwon, Gyeonggi 440-210, Korea
E-mail: setfree1@hanmail.net

We integrated and utilized the currently existing international AP(Advanced Placement) program in mathematics. In 2005, the KMEHRD(Korean Ministry of Education and Human Resources Development) began the mathematics AP program; we attempt to maximize its effectiveness through continuous development. In boosting educational excellence, our AP program will affect the intellectual desire and enhance the performance of mathematically gifted learners. This program assists high school students to achieve their fullest potential.

* ZDM Classification : B44

* MSC2000 Classification : 97B40

* Key Word : Advanced Placement in mathematics, mathematically gifted learners in high school