

미분적분학 단계별 교육을 위한 교과내용 및 방법 연구1)

심 재 동 (한국기술교육대학교)
하 준 홍 (한국기술교육대학교)
이 경 희 (한국기술교육대학교)
천 창 범 (한국기술교육대학교)

I. 서 론

시대적인 특성, 세계적인 조류 및 미래의 교육상을 고려해야 하는 이유로 초·중등교육과정은 항상 새롭게 재구성되어야만 하는 속성을 지니고 있다. 이에 따라 우리나라의 교육과정도 많은 개정을 거쳐 현재 제7차 교육과정이 시행되고 있다. 제7차 교육과정 특성은 학생 선택 중심의 교육과정의 도입, 단계별 교육과정의 도입, 학습량의 최적화(최소화), 창의성 및 정보화 능력 배양을 들 수 있다(교육인적자원부, 1997). 이 개정에 따라 나타난 제7차 수학과 교육과정의 특징은 고등학교 2, 3학년 과정에 해당하는 교과목을 학생들의 흥미, 능력, 적성에 따른 다양한 학습이 가능한 선택 교과목으로 설정하고 있는 것이다. 예를 들어, 실용수학, 수학 I, 수학 II, 미분과 적분, 확률과 통계, 이산수학 등이다(교육인적자원부, 1997). 현재와 같은 입시제도하에서 새로운 교육과정의 성공여부에 대해서 속단하기 이르지만 향후 고등학교 교육의 풍토를 많이 바꾸어 놓을 것으로 판단된다. 따라서 고등학교 교육의 영향을 받게 되는 대학의 교육과정도 상당 부분 개선되어야 할 것이다.

본 연구 목적은 제6차 교육과정으로 대학에 입학한 학생들을 대상으로 고등학교에서 학습한 수학 기초지식과 대학에서 학습한 미분적분학의 학습능력에 대한 자료 조사를 분석하고, 그 결과를 토대로 제7차 교육과정으로 입학할 학생들을 효과적으로 교육할 수 있는 미분적분학의 교육과정을 개발하는 것이다. 본 연구에 있어 교육과정 개발의 핵심적인 내용은 “단계별 교육의 필요성 조사” 및 “단계별 교육과정에 사용될 교과내용의 도출”이다.

대학에서 단계별 학습은 왜 필요한가? 그 이유는 제7차 교육과정 이수형태의 다양성으로 인해 2005년부터 입학할 학생들의 수학 학습 능력이 상당히 다양할 것이라는 예측 때문이다. 제7차 교육과정에 의하면 미분과 적분을 부분적으로 배우거나 또는 전혀 학습하지 않아도 대학에 입학할 수 있

1) 이 연구는 2002년도 학술진흥재단(과제번호 KRF-2002-076-C00009)의 지원을 받아 수행한 연구의 일부임.

* ZDM분류 : I10, R20

* MSC2000분류 : 26B12, 97U50

* 주제어 : 미분적분학, CAS

게 되어 있다. 그러므로 제6차 교육과정으로 대학에 입학한 학생들에게서 현저하게 나타난 기초학력 저하문제가 새로운 교육과정으로 대학에 입학하게 되는 학생들에게도 나타날 것이다(계승혁, 2002). 그러므로 이들에게 기존의 교과과정(미분적분학 I, II로 구분하는 교과과정)을 그대로 이수하게 할 경우, 미 이수자의 증가, 자신감 상실, 교육시간의 부족, 전공학습의 지장 초래 등과 같은 여러 가지 부작용이 예상된다. 따라서 이러한 부작용을 사전에 방지하기 위한 차원에서 단계별 교육과정이 필요하다고 하겠다.

본 연구에서는 단계별 교육과정을 만드는데 필요한 정보를 수집하기 위해 2002학년도 한국기술교육대 신입생의 대학입학 수학능력시험 수리영역 수학 점수와 대학의 미분적분학 성적에 대한 자료 조사를 실시한다. 또한 고등학교 교육과 대학 교육의 연계성을 충분히 반영하여 반복적인 교육을 지양하기 위해 각 교육내용을 비교 조사하고, 조사된 자료를 총괄적으로 분석하여 단계별 교육의 교육 내용 및 교육방법을 제시하고자 한다.

본 연구의 구체적인 실행 순서는 다음과 같다. II절에서는 최근 사회문제로 대두된 수학 학력저하의 실태를 2002년도 신입생의 수능 수리영역 수학 성적과 대학의 미분적분학 성적과의 상관관계를 통하여 조사 및 분석한다. 이러한 분석을 통하여 단계별 교육에 대한 필요성을 도출한다. III절에서는 II절의 자료 조사와 분석의 결과로 얻어진 단계별 교육을 정착시킬 수 있는 방안을 연구한다. 즉, 단계별 교육을 실시하기 위한 교육내용의 선정, 발표 및 토론 학습을 활성화하기 위한 이수체계의 운영방식, 실험적 통찰을 통하여 수학의 개념의 이해에 도움을 줄 수 있는 CAS(Computer Algebra System)교육의 필요성을 연구한다. 마지막으로 IV절에서는 증가 추세에 있는 실업계 출신자를 고려한 단계별 교육에 대한 일례를 소개하고 또한 운영에 있어 나타난 문제점을 개선하기 위한 방안을 제시한다.

II. 학습능력판정

이 절에서는 단계별 교육의 필요성에 대한 어떤 지표를 얻기 위해 수학능력시험 수리분야 수학 성적과 대학의 미분적분학의 성적의 분포를 조사하여 그들 간의 상관관계를 조사 및 분석한다. 2002년에 입학한 신입생들을 대상으로 연구하였다.

세부적인 연구내용은 수학능력시험 수리영역 수학 점수 및 미분적분학의 학점 취득 현황을 조사 분석하여 그들의 상관관계를 분석하였으며 이를 통하여 단계별 학습에 대한 필요성을 도출하고 단계별 학습에 사용될 교과내용 및 교육방안을 제시하고자 한다.

1. 수학능력 수리영역 수학 점수 조사 및 미분적분학의 학점 취득 현황 조사

수리영역 수학 점수를 8개의 그룹으로 나누어 미분적분학의 학점취득 현황을 조사하였다. 수리영

역 수학 점수를 8개의 그룹인 G1-G8로 나누었으며 G1그룹이 가장 작은 점수를 취득한 학생들의 그룹이다. 그룹 간 점수의 차는 10점이다.

<표 1. 2002년도 수학능력 수리영역 수학 점수>

	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	합계
기계계열	1	8	13	37	55	39	8	0	161
정보계열	0	4	15	34	55	36	11	1	156
타계열	0	6	6	22	44	20	4	0	102
합계	1	18	34	93	154	95	23	1	419
비율(%)	0.2	4	8.1	22	37	23	5.5	0.2	100

<표 2. 2002년도 미분적분학 취득학점>

	F	D	C	B	A	합계
기계계열	52	18	33	35	23	161
정보계열	23	25	52	38	18	156
타계열	16	10	30	33	13	102
합계	91	53	115	106	54	419
비율(%)	22	13	27	25	13	100

참고: [미분적분학의 성적평가 지침]

(가) 교재: 미분적분학(J. Stewart, 2002)

(나) 성적평가내용

중간시험	기말시험	퀴즈	과제	출석
35%	35%	20%	5%	5%

*퀴즈는 학기당 4회 실시함

(다) 성적평가기준(100점 만점)

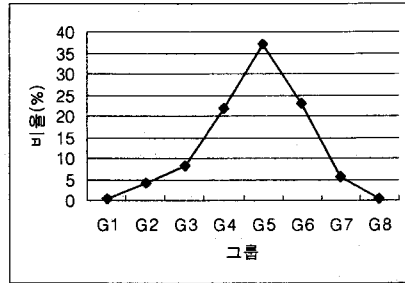
F	D	C	B	A
50이하	50-59	60-69	70-84	85이상

(라) 성적은 공통시험과 절대평가를 원칙

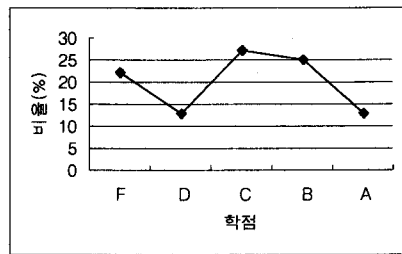
(마) 위의 성적평가기준에 의거 A와 B는 우수, C는 보통(평균) 및 D와 F는 낙제로 간주함

2. 그래프를 통한 자료의 분석

<그림 1>은 수리영역 수학 성적 분포에 대한 비율을 나타낸 것이고 <그림 2>는 미분적분학의 학점분포에 대한 비율을 나타낸 것이다.



<그림 1. 수리영역 수학 성적분포의 비율>



<그림 2. 미분적분학 학점분포의 비율>

<그림 1>과 <그림 2>로부터 수리영역의 수학 성적에 대한 미분적분학의 학점현황을 분석하면 다음과 같은 사실을 관찰할 수 있다.

(가) 수리영역 수학 성적은 정규분포를 나타내고 있음을 알 수 있다. 이는 학생들의 지식이 외관상으로 평균화되어 있음을 의미한다.

(나) D와 F의 비율은 35%로 상당히 높다. 이는 기초적인 수학지식이 부족한 학생들의 학업성취도가 낮음을 보여준다.

(다) 교육과정과 교육방법에 큰 문제점이 없는 한 두 그래프는 같은 분포이어야 함에도 불구하고 두 그래프의 모양이 일치하지 않음을 알 수 있다. 이에 대한 분석이 필요하다.

3. 수리영역 수학 성적과 미분적분학의 학점 사이의 상관관계 조사 및 분석

<표 2>로부터 D와 F를 취득한 비율은 35%로 상당히 높은 편임을 알 수 있다. 이러한 현상은 학생들의 기초학력부족이 그 근본적인 원인인 것으로 예상되지만, 보다 세밀한 분석을 위해 수리영역의 수학 점수와 미분적분학의 학점 사이의 상관관계를 조사하였다. 또한 각 그룹에서 어느 정도의 비율로 D와 F 학점을 취득하는지 계산하였다. 각 비율은 각 그룹에 속하는 총인원에 대한 D와 F 학점을 취득한 학생수의 백분율이다.

<표 3. 상관관계>

	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	합계
F	3	14	17	24	27	9	1	1	96
D		3	2	18	20	5	1		49
C		1	9	29	39	31	6		145
B		1	4	13	52	29	6		105
A			1	9	17	20	7		54
합계	3	19	33	93	155	94	21	1	419

<표 4. 그룹별 F와 D를 취득한 비율>

	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8
F/D	3	17	19	42	47	14	2	1
비율(%)	100	90	58	45	30	15	10	100

조사결과:

(가) G1과 G2에 속한 학생들의 미 이수율이 각각 100%, 90%로 거의 대부분의 학생들이 이수하지 못했다. 이들은 거의 실업계이거나 인문계열 출신들로 예측한 결과와 일치한다.

(나) G3에 속하는 학생들의 이수율은 42%로 절반 이상의 학생들이 미 이수하였다.

(다) 중위그룹 G4와 G5에 속하는 학생들의 이수율은 각각 55%, 70%로 이수율이 높은 편이다.

(라) 상위그룹 G6과 G7에 속하는 학생들의 이수율이 각각 85%, 90%로 예측한 결과이다.

분석 및 대책:

(가) 전체의 미 이수율은 35%이고 그 중에서 상위그룹에 해당하는 G6-G8에 속하는 학생들을 제외하고도 전체의 미 이수율은 31%에 이른다. 따라서 이들에 대한 대책이 요구된다. 즉 이들은 입학 후 첫 학기에 미분적분학을 이수할 수 없는 학생들로 볼 수 있다.

(나) G3-G5에 속하는 학생들의 절반 정도가 미 이수하였다. 이들에 대한 기초학력을 진단하기 위한 진단테스트 제도가 요구된다. 진단테스트는 미국 대부분의 대학에서 실시하고 있다. 대책으로 수학능력 진단시스템을 도입하여 각자 수준에 맞는 과정을 수강하도록 유도하는 것이 한 방법일 수 있다. 또 이에 대한 보완책으로 Precalculus 과목을 신설하여 미적분학을 수강할 수학능력이 없는 학생들에게 제공한다.

(라) 실업계 출신 학생들과 수학 기초학력이 미진한 학생들에게 Precalculus 과목을 이수하도록 한다. 한국기술교육대학교의 경우는 겨울 방학 중에 실시하는 단기집중교육에서 우수한 성적을 받은 학생에 한해서 이 과목의 수강을 면제해 주고 있다.

참고: 단기집중교육은 실업계 고교 출신자의 기초수학능력을 배양할 목적으로 1998년도부터 동계 계절학기 동안 희망자에 한하여 운영해 오고 있는 제도이다. 보다 자세한 내용은 IV를 참조하기 바란다.

III. 단계별 학습

이 절에서는 현행 미분적분학 교육과정을 3단계 교육과정으로 분리하여 교육하기 위한 교과내용과 교육방법을 소개한다. 3단계 교육을 성공적으로 정착시키기 위해서는 다음과 같은 요소를 충분히 고려하여 교육에 반영할 필요가 있다.

- 교육내용의 최적화
- 자기 주도적 학습
- CAS의 활용

이 세 가지 요소를 바탕으로 교육내용을 최적화하기 위해 각 단계별 적정한 학습량을 도출하고, 학생 주도적 학습을 실현하기 위해 수업시간에 토론 및 발표를 적극적으로 도입하며 개념이해와 창의력 배양을 위해 CAS의 활용을 확대한다. 특히, 발표 및 토론 학습을 정착시키고, 수학을 실험적인 측면에서 배울 수 있도록 CAS의 활용을 정착시키기 위한 구체적인 방안을 평가방법의 개선을 통하여 마련한다.

1. 교과내용의 중복성

우리나라의 많은 학생들이 중등수학 학습에 실패하는 주요한 원인 중 하나는 학교에서 다루지는 수학의 교과내용의 방대한 양이라고 지적하고 있다(황혜정, 2002). 대학의 미분적분학 교육에 있어서도 똑같은 현상을 관찰할 수 있었다(미분적분학 수업평가, 2002).

현재 대부분의 대학들은 고등학교에서 배운 미분과 적분에 대한 부분을 반복 교육시키고 있는 실정이다. 내용의 중복으로 인해 미분적분학의 교육내용이 증가하여 공학에서 요구되는 벡터해석 등과 같은 부분의 교육은 거의 이루어지지 않고 있다. 이러한 문제를 해소하기 위해서는 고교 교과내용과 중복된 내용을 미분적분학에서 제외하여야 한다.

이를 위해 제7차 수학 교과과정에서 제시된 고등학교 수학의 교과내용과 대학의 미분적분학의 교과내용을 조사했다.

(1) 고등학교 수학 교과내용

① 교과목: 공통수학(10-가, 나)

이수학년: 1학년

이수구분: 필수

교과내용: 10-가: 수와 연산, 문자와 식, 통계(산포도와 표준편차)

10-나: 도형, 측정, 함수(유리, 무리, 삼각함수 및 응용)

② 교과목: 수학 I

이수학년: 2, 3학년

이수구분: 선택

교과내용: · 행렬

- 지수와 로그, 지수함수와 로그함수
- 수열과 수열의 극한, 무한급수
- 순열과 조합, 확률, 통계(확률분포, 통계적 추정)

② 교과목: 수학 II

이수학년: 2, 3학년

이수구분: 선택

교과내용: · 방정식과 부등식(분수, 무리, 고차)

- 함수의 극한과 연속성
- 다항함수의 미분법
- 다항함수의 적분법
- 이차곡선, 공간도형과 공간좌표
- 벡터

참고: 미분과 적분 교과목에 대한 고등학교 이수형태가 불분명하므로 이 조사에서 제외한다. 이 교과목 이수에 대한 특별한 인센티브를 대학이 부여하지 않는 한 이 교과목을 수강하는 학생수는 상당히 적을 것으로 판단되기 때문이다.

(2) 대학교 미분적분학의 교과내용

미분적분학 I의 교과내용은 다음과 같다.

- 극한과 변화율
- 다항함수, 유리함수, 무리함수의 미분법
- 미분법의 응용
- 다항함수, 무리함수, 유리함수, 삼각함수, 지수로그 함수의 적분법
- 적분법의 응용
- 적분법의 기법

미분적분학 II의 교과내용은 다음과 같다.

- 매개변수와 극좌표
- 무한수열과 무한급수
- 테일러급수와 그 응용
- 벡터와 공간기하학, 벡터함수
- 편도함수
- 중적분
- 벡터해석

(3) 중복내용

중복된 내용은 다음과 같다.

- (극한의 엄밀한 해석을 제외한) 유리함수의 극한과 변화율
- 다항함수의 미분법과 적분법
- (역급수 및 Taylor급수를 제외한) 수열의 극한 및 무한급수의 극한
- 공간도형과 공간좌표
- 2차원벡터 내적과 직선 및 평면의 방정식

(4) 문제점 및 대책

고등학교의 교과내용과 대학의 교과내용의 상당 부분이 중복되어 있음을 알 수 있다. 대학에서 중복된 내용을 반복적으로 교육하는 것은 수학의 기초가 부족한 학생에게는 도움이 될 수 있지만, 수학의 기초지식이 충분한 학생에게는 흥미를 잃게 하는 요인이 되기도 한다. 또한 교육시간의 부족과 과다한 수업내용이라는 문제점이 발생한다. 이러한 문제점의 부정적인 측면은 곁핍기식 교육을 실시할 수밖에 없어 미분적분학의 응용능력을 개발시켜 주지 못한다는 것이다.

이러한 문제점을 극복하고 보다 심도 있는 미분적분학 교육을 실시하기 위해 이미 고등학교에서 이수한 유리함수의 극한 및 함수에 대한 도함수까지의 교과내용을 미분적분학 I에서 제외한다. 제외된 부분에 대한 교육이 필요한 학생 과 고등학교에서 수학 II를 이수하지 않은 학생들은 Precalculus를 이수하게 한다. 또한 수열의 극한 및 무한급수에 대한 극한의 일부분을 미분적분학 II의 교과내용에서 제외하고 그 제외된 내용은 Precalculus에서 배우도록 한다.

2. 자기 주도적 학습

교수의 일방적인 설명식 학습지도는 간단한 수학적 사실을 이해하고 활용하는 측면에 있어서는 효과적일 수 있지만 수학적 개념, 원리, 법칙을 학생 스스로 탐구, 발견하고 창조하는 능력을 기르는 데에는 적절하지 않다. 현대는 지식정보사회로 이 순간에도 헤아릴 수 없을 정도의 정보와 지식이

창출됨과 동시에 소멸되고 있다. 이러한 수많은 정보와 지식 가운데서 필요한 것을 발췌하고 그를 기반으로 새로운 것을 창출하는 주체를 학생으로 설정해야 한다. 즉, 학생이 스스로 관찰, 조직, 분석, 종합하는 활동을 통하여 수학적 원리나 법칙을 예측하고 추론할 수 있는 환경을 구축해야 한다.

자기 주도적 학습이 가능한 환경을 마련하기 위한 구체적인 방안으로 대부분 강의 중심으로 되어 있는 미분적분학의 이수과정에서 이론수업을 줄이고 연습시간을 늘려 학생이 자율적으로 수업에 참여할 수 있도록 하는 것이다. 미분적분학을 선택으로 지정하고 있거나 미분적분학에 대한 교육시간이 축소된 대학은 발표 및 토론학습을 위해 교육시간의 확보에 노력해야 할 것이다.

한국기술교육대학교의 사례

연습에도 1학점을 부여하여 학점-강의-연습시간(3-3-0)을 3-2-2로 개정하였다(한국기술교육대학교 2002년도 교과과정개정). 이 개정으로 형식적으로 시행되어 왔던 토론 및 발표는 정규적인 교과과정의 일부가 되게 되었다.

3. CAS 활용의 확대

수학교육에 있어 그래픽 계산기의 도입은 자연스러운 반면 컴퓨터대수체계에 대한 도입은 대단히 신중한 편이다(김영국, 2000). 그러나 세계의 시대적 조류는 컴퓨터대수체계의 적극적인 활용으로 학생들의 창의력 개발에 필요한 콘텐츠 개발에 상당한 역점을 두고 있다(김영국, 2000). 현재 많은 국가에서 고등학교 교육에 적합한 컴퓨터대수체계의 콘텐츠 개발과 그것을 입시에 반영하기 위한 정책들이 연구되고 있다(CAME, 1999, Gina M. Foletta, 2002). 이에 비해 우리나라는 고등학생을 대상으로 교육할 수 있는 컴퓨터대수체계의 콘텐츠 개발과 정책은 절대적으로 부족한 형편이다. 가까운 장래에 이는 학생들의 독창력을 배양시키는 교육 환경 조성에서 대단히 부정적인 요소로 작용할 가능성이 크다. 대학의 경우 개별적 또는 산발적으로 교육을 위한 콘텐츠가 개발되고 있는 형편이다(한동승, 2002).

이제 CAS를 이용한 교육은 회피할 수 없는 현실임을 직시하여 미분적분학의 개념 이해와 창의력 개발을 위한 CAS 사용을 학생들에게 적극적으로 권장해야 할 것이다.

4. 평가방법

발표와 토론 학습 및 CAS 사용을 활성화하기 위해서는 학생들을 지속적으로 관리할 수 있는 시스템이 반드시 필요하다. 이를 위해 중간시험과 기말시험에 의해 학생들의 학력을 평가해 왔던 제도를 대폭 수정하여 발표와 토론 학습 및 CAS의 사용에 대한 평가항목을 추가한다. 또한 학기 중 학습효과를 높이기 위해 수시시험을 실시하여 그의 비중을 높이고 중간시험과 기말시험의 비중을 대폭

축소한다. 이는 중간고사와 기말고사에 절대 의존하는 기존의 평가방법의 대전환이 될 것이다.

한 예를 제시하면 다음과 같다. 여기서 수시시험에 대한 비율을 대폭 증가시킨 근본적인 이유는 평상시 공부하는 자세와 습관을 기르도록 하기 위해서이다.

중간시험	기말시험	수시시험	CAS과제	기타
20%	20%	40%	10%	10%

*기타는 발표 및 출석에 대한 평가

4. 각 단계별 교과내용

1단계는 고교 교육과정에 포함된 미분적분학의 기초내용을 포함하는 Precalculus이고, 2단계 및 3단계는 현재 미분적분학 I, II의 내용을 재구성하여 강의, 토론, 발표 및 CAS의 연습이 모두 가능하도록 하면서, 특히 공학기초의 역할을 충분히 할 수 있도록 한다.

[1단계]

- a. 교과명 : Precalculus(신교과목)
- b. 이수체계 : 3-2-2(3학점, 이론 2, 연습 2)
- c. 교과내용
 - 수와 식
 - 함수와 그래프
 - 다항식의 근
 - 지수함수와 로그함수
 - 삼각함수
 - 원추곡선
 - 연립방정식과 부등식
 - 수열과 그 극한
 - 유리함수의 극한과 연속
 - 다항함수의 미분 및 적분
- d. 교육방법

이 강좌의 목표는 교과내용의 개념을 정확하게 숙지시키는 데 있다. 따라서 이를 달성하기 위한 방법으로 단원마다 개념과 관련된 다수의 연습문제를 학생들에게 제시하여 반복적으로 풀 수 있도록 한다. 구체적으로 2시간의 연습시간에서 1시간은 자기 주도적으로 문제를 풀 수 있도록 정하고 나머지 1시간은 그룹간의 토의 및 발표의 시간으로 정한다. 이 단계에서 CAS의 활용은 가능하면 억제한다.

[2단계]

a. 교과명 : 미분적분학 I

b. 이수체계 : 3-2-2(3학점, 이론 2, 연습 2)

c. 교과내용

- 도함수에 대한 복습
- 도함수의 응용
- 일차근사식과 미분
- 최대값과 최소값
- 최적화 문제
- 정적분에 대한 복습
- 적분의 응용 I (면적, 부피 및 회전체 부피)
- 적분의 기법
- 적분의 응용 II (호의 길이, 회전곡면의 길이, 물리학에의 응용)
- 매개변수방정식과 극좌표
- CAS 연습

d. 교육방법

이론과 연습을 철저히 분리하여 연습 2시간은 학생 주도로 수업이 이루어지게 한다. 수학의 개념을 실험적 방식으로 이해할 수 있는 CAS 프로그램을 개발하여 WEB에 탑재하여 시간과 장소에 대한 제약 없이 이용할 수 있도록 한다. 특히, CAS 사용에 대한 체크를 위해 학기당 약 2회에 걸친 과제를 제시하여 개별적으로 과제를 접수받는다. 단, 과제는 해당 교수가 교과서와는 별도로 작성하여 수학 홈페이지를 통하여 공지한다. CAS[Maple] 사용법에 대한 한글 매뉴얼은 WEB에 제공한다. 본 대학의 경우 수학 홈페이지를 이용한다. [<http://general.kut.av.kt/~math>]

[3단계]

a. 교과명 : 미분적분학 II

b. 이수체계 : 3-2-2(3학점, 이론 2, 연습 2)

c. 교과내용

- 무한수열과 무한급수
- 벡터와 공간기하학
- 벡터함수
- 편도함수
- 중적분
- 벡터해석

- CAS 연습
 - d. 교육방법
- 2단계와 유사하다.

IV. 단기집중교육 프로그램

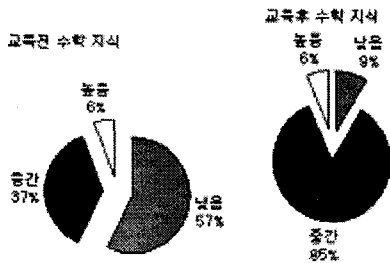
실업계 고등학교의 교육과정을 견실하게 이수한 학생이라면 대학 입학 후 곧 바로 대학교육을 이수하는데 큰 어려움은 없겠지만, 현실적으로 실업고 출신과 인문고 출신 학생들을 동일한 조건하에서 교육한다는 것은 불가능하다(유병훈, 2002). 따라서 이들에게 정규과정 이외의 특수한 교육 과정을 교육하여 정규과정을 원활히 이수할 수 있는 제도의 확립이 필요하다. 이를 위해 실업고 출신 학생들의 기초학력의 배양을 목표로 한국기술교육대에서 실시하여온 단기집중교육 프로그램을 단계별 교육의 일례로서 소개한다. 또 이를 분석한 후 개선점을 찾아 단계별 교육의 효율적인 모델로 제시하고자 한다.

현재 한국기술교육대학교의 특성상 신입생 중 25%는 실업계 고교의 졸업생이다. 실업계 고교는 인문고교와는 전혀 다른 교과과정을 이수한다. 이로 인해 실업계 고교 출신자들의 경우 대학의 수학 교육과정을 원활히 이수하는 데 많은 어려움이 있어 본 대학은 겨울방학 중에 계절학과와 같은 형태로 공통수학을 집중적으로 교육하고 있다. 이를 “단기집중교육 프로그램”이라 한다. 단기집중교육은 수학의 기초가 부족한 학생들이 미분적분학을 수강할 수 있도록 단계별 학습에서 1단계에 해당하는 Precalculus를 집중 강의한다. 이 프로그램을 통과한 학생들은 정규과정[2,3단계]을 수강하도록 하고 이수를 못한 경우 입학 후 첫 학기에 1단계의 과정을 수강하도록 한다.

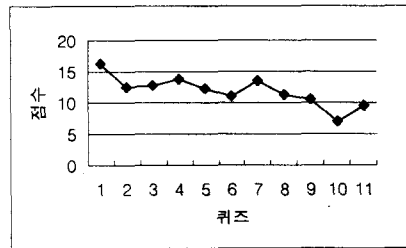
단기집중교육 프로그램을 분석하고 개선점을 제시하기 위해 <표 3>에서 G1-G3에 속하는 학생들에 대하여 좀 더 자세히 분석하여 보자. G1-G3에 속하는 학생 중에서 16명이 C 이상의 학점을 취득하였다. 이들에 대한 면밀한 분석을 위해 2002년 겨울방학 한 달 동안 실시한 단기집중교육 프로그램의 구체적인 자료를 조사하였다. 166명이 이 프로그램에 참가하여 19명이 A학점, 40명이 B학점을 취득하였고 그 외의 학생은 학점을 취득하지 못하였다. 따라서 59명이 입학 후 미분적분학 I을 수강하였고 또한 학점을 취득하지 못한 학생 105명은 입학 후 다시 precalculus를 수강하였다. 이를 종합하면 59명 중 16명이 미분적분학에서 보통 이상의 성적을 취득하였다는 것을 알 수 있다. 만약 16명이 A학점을 취득한 19명에 모두 속한다면 B학점을 받은 40명은 모두 미분적분학을 미 이수하였거나 중도 탈락한 것이 된다. 이러한 예측으로 볼 때 본 교육의 최초의 의도 - B 이상의 학생은 미분적분학 I을 충분히 이수할 수 있는 정도의 기초적인 실력을 겸비한 것으로 간주한 것 -가 충분히 달성되었다고 할 수 없다. 따라서 이러한 현상이 발생한 것에 대한 원인 분석을 위해 2003년도 단기집중교육 프로그램에 참가한 학생을 대상으로 설문조사하였다. 교육 후 기초실력의 향상에 대한 질문에 대부분의 학생들이 집중교육을 받은 후 기초수학실력은 대단히 향상되었다고 답하였다. <그림 3>은

이 설문에 대한 결과이다. 따라서 교육의 효과는 충분히 인정되었다고 자평할 수 있다. 반면 대다수의 학생들은 교육기간이 짧았고 교육내용이 방대하였다고 답하였다. 이러한 답변은 일별로 실시한 수시시험의 점수를 관찰해 볼 때 예측할 수 있다. 실제로 <그림 4>를 통하여 교육일수가 증가할수록 퀴즈의 평균점수가 감소하고 있다는 것을 볼 수 있다.

<그림 3. 교육 전후 수학 지식습득 정도>



<그림 4. 퀴즈별 평균점수>



결론적으로 단기집중교육 프로그램에 있어 제일 먼저 개선해야 할 점은 교육기간이라는 사실을 알 수 있다. 그러나 교육기간의 연장은 학교의 교육지원 시설과 밀접하게 연관되어 있어 현실적으로 불가능하다. 그 대안으로 e-learning 시스템을 활용하는 방법이 있다. 구체적으로 수시모집으로 합격한 학생을 대상으로 적당한 기간을 정한 다음 인터넷을 통하여 on-line 교육과 off-line 교육을 실시하고, 겨울방학 기간을 이용하여 e-learning 교육에 참가한 학생들에게 나머지 교육을 실시한다. 이 교육방법의 장점으로 제7차 교육과정에서 제창하고 있는 여러 가지 문제에 직접적으로 대응할 수 있다는 점을 들 수 있다.

V. 결론 및 제언

본 연구는 수강학생들의 수학능력을 고려한 미분적분학의 단계별 교육모델 개발을 목적으로, 크게 세 가지 방향으로 분류하여 진행하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째로 대학 신입생의 입학성적과 미분적분학의 성취도 사이의 상관관계를 조사하였다. 수학능력 시험 성적 저조한 학생은 특별한 몇몇 학생을 제외하면 계속해서 낮은 학점을 받고 있다. 이는 수학의 연계성 측면에서 볼 때 선수 학습에서 수학적 개념의 결핍에 따른 누적 결과로 보인다. 이의 보완을 위해 대학은 신입생을 대상으로 사전진단테스트를 실시하여 그 결과를 토대로 단계별 학습에 참여할 수 있도록 지도해야 한다.

둘째, 첫 번째 항목에서 조사된 내용을 바탕으로 단계별 교육이 필수적임을 살펴볼 수 있었고, 단계별 교육의 효과적인 수행을 위해서는 현행 교육내용과 방법을 학생들의 능력에 알맞게 재설정하여야 한다. 이를 위해 제7차 수학과 교육과정에서 제시된 고등학교 수학의 교과내용과 대학 미분적분

학의 교과내용을 비교분석한 결과 고등학교의 교육내용과 대학 교육내용의 상당 부분이 중복되어 있음을 알 수 있다. 따라서 기초실력이 미진한 학생들의 학습의욕 상실을 막고 실질적인 학습 능력을 배양하기 위해 기초과정을 마련하여 운영하고, 동시에 교육 내용의 질 하락으로 미분적분학의 교육 목표 상실, 고교 교육의 반복으로 인한 고득점자의 학습의욕 상실등 부작용을 방지하기 위해, 7차 교과과정과 현행 미분적분학의 교육내용에서 중복된 부분을 기초과정으로 옮겨 효과적인 교육이 될 수 있도록 한다. 그 결과, 단계별 교육내용의 1단계는 고교 교육과정에 포함된 미분적분학의 기초내용을 포함하고, 2단계 및 3단계는 공학기초의 역할을 충분히 할 수 있도록 현 미분적분학 I, II의 내용을 재구성한다. 단계별 교육 방법으로는 자기 주도적 학습 분위기를 조성하기 위해 충분한 연습 시간을 할당하여 실시하고, CAS 프로그램을 적극적으로 도입하여 학습의 보조도구로 활용한다.

셋째, 한국기술교육대학교의 경우 특성화된 입학자원에 속하는 실업계 고등학교 출신자에게 입학 전에 단기집중교육을 실시하였고, 이 프로그램을 통해서 학생들의 수학에 대한 관심도가 커지고 거기에 따른 수학 기초지식이 증가하고 있음을 알 수 있었다. 이와 같은 단기집중교육 프로그램을 단계별 교육의 효율적인 방법으로 활용할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

교육인적자원부 (1997). 고등학교 수학과 교육과정 해설.

김영국 (2000). 대학 미분적분학 교육의 국제적인 경향, 대한수학회소식, 73, pp.10-14.

계승혁 (2002). 자연계 학생의 기초학력 저하에 따른 문제점과 대처방안, 제19회 수학교육 심포지움.

한동승 (2002). The calculus education and Maple, 대한수학회 가을연구발표회.

황혜정·신항균 (2002). 영국과 우리나라의 수학과 교육과정 비교 분석 연구 : 수와 대수 영역을 중심으로, 한국수학교육학회지 시리즈 A <수학교육>, 41(3), pp.233-256.

Stewart(수학교재편찬위원회 역) (2001). 미분적분학, 서울: 청문각..

Summary of Computer algebra activities in eight countries, CAME, 1999

<http://metric.ma.ic.ac.uk/came/events/weizmann>

Gina M. Foletta (2002). *High School Teacher and Her Students' Use of Representations While Using the CAS - Intensive Mathematics Curriculum*, the 80th Annual Meeting of the 3-256

National Council of Teachers of Mathematics, Las Vegas, Nevada, April 21, 2002.

A Study on a Step-wise level Educational Model for Calculus

J. D. Shim

Division of Liberal Arts, Korea University of Technology and Education,
Chunan, Chungnam, Korea, 330-708
sjd@kut.ac.kr

J. H. Ha

Division of Liberal Arts, Korea University of Technology and Education,
Chunan, Chungnam, Korea, 330-708
hjh@kut.ac.kr

K. H. Lee

Division of Liberal Arts, Korea University of Technology and Education,
Chunan, Chungnam, Korea, 330-708
khlee@kut.ac.kr

C. B. Chun

Division of Liberal Arts, Korea University of Technology and Education,
Chunan, Chungnam, Korea, 330-708
cdchun@kut.ac.kr

The rapid change in school mathematics curricula occurred over last some periods requires lots of change or improvement in the education method for the university mathematics, especially in calculus.

As an effort in this direction we restrict our concern to the freshmen of year 2002 of the Korea university of technology and education to investigate a correlation between their mathematics score on the national entrance examination and achievement score measured by their final grades in a calculus course. As a result of this research we propose a step-wise level educational model for the calculus education.

In the model an appropriate teaching contents and method proceeding through the three steps are suggested and implementation issues are discussed. We believe that carrying out mathematics curricular are suggested in the model will be of service to calculus education particularly for student under the 7th national curriculum reform.

* ZDM classification : I10, R20

* MSC2000 Mathematics Classification : 26B12, 97U50

* key word : Calculus, CAS