

대학과목선 이수제 교과목의 효율적 운영 방안

표 용 수 (부경대학교)

박 준 식 (부산외국어대학교)

본 논문에서는 우수한 고등학교 학생들을 대상으로 시행하는 대학과목선 이수제 운영의 문제점과 그 개선방안을 알아보기 위하여, 미적분학I 교과를 중심으로 학생실태 설문조사, 기초학력 진단평가 및 강의 평가 등을 실시하고, 대학과목선 이수제 교과목의 효율적 운영과 학습지도 방안을 제안한다.

I. 서론

대학과목선 이수제(University-level Program: UP)는 우수한 고등학생들이 대학 수준의 과목을 학습하고, 그 결과를 대학 입학 후에 해당 대학의 이수학점으로 인정받을 수 있는 제도이다. 2008학년도에는 미적분학I, II, 일반물리학I, II, 일반화학I, II, 일반생물학I, II와 과학사 등의 9개 이론과목과 일반물리학실험I, II, 일반화학실험I, II, 일반생물학실험I, II의 6개 실험과목에 대한 표준교육과정을 개발하고, 이들을 선이수제 교과목으로 개설할 수 있도록 하였다(교과부, 2008). 선이수제 참여를 희망하는 대학은 운영계획, 교육계획, 교원활용 계획 등을 수립하여 한국대학교육협의회로부터 대학과목선 이수제 교육기관으로 인정받아 해당 교과목을 개설할 수 있으며, 고등학생들의 수강신청 결과에 따라 개강여부를 결정하게 된다.

이 제도는 고등학생들에게 대학 수준의 심화과목을 학습할 수 있는 기회를 제공함으로써 학생들의 학습성취도 고양은 물론, 잠재능력을 계발하고 대학에서 자신이 원하는 과목을 이수할 수 있는 기회를 제공해준다. 또한, 이는 우수한 과학기술 인력을 유인하는 효과적인 장치가 될 수 있으며, 고등학교와 대학이 상호 협력과 이해를 촉진하는 계기가 되어 고등학교와 대학 교육을 긍정적인 방향으로 유도하는 효과도 얻을 수 있을 것이다(교육부, 2007a; 교육부, 2007b).

이 논문에서는 대학과목선 이수제(이하 선이수제라 함) 운영의 문제점을 조사하여 그 개선방안을 제시하고, 선이수제 교과목의 효율적 학습지도 방안에 대해 미적분학I 교과를 중심으로 살펴보고자 한다. 그러나 본 연구는 2007학년도 및 2008학년도 겨울방학을 이용하여, P대학에서 선이수제 교과목으로 개설한 미적분학I 수강학생들을 연구대상자로 하였기 때문에, 연구결과를 일반화하기에는 다음

* 접수일(2009년 3월 17일), 심사(수정)일(2009년 4월 17일), 게재확정일자(2009년 4월 30일)

* ZDM분류 : B45, D45

* MSC2000분류 : 97B40, 97D40

* 주제어 : 대학과목선 이수제, 표준교육과정, 기초학력 진단평가

의 제한점이 있을 수 있다.

① 선이수제를 시행하는 타 대학 또는 타 교과목에 연구결과를 적용하기에는 그 한계가 있으므로, 다양한 변수를 고려하여 적용하여야 할 것이다.

② 수강학생들의 학력 수준과 담당교수의 학습지도 역량은 물론, 해당 대학의 교육환경 등은 학생들의 학업성취도에 영향을 줄 수 있다.

II. 학생실태 설문조사 및 기초학력 진단평가

2007학년도 및 2008학년도 겨울방학(이하 지난 2학기라 함)을 이용하여 선이수제 교과목으로 개설한 미적분학I의 효율적인 학습지도 방안을 마련하기 위하여, 수업진행에 앞서 수강학생을 연구대상자로 선정하여 학생실태 설문조사와 함께 기초학력 진단평가를 실시하였다.

2.1 연구대상자 현황

학년도별 미적분학I 교과목 연구대상자 현황은 다음 표와 같다. 본 논문에서 이수학생은 미적분학I 교육과정을 수료하고 C^0 이상의 유효학점을 취득한 학생을 뜻한다.

<표 II-1> 미적분학I 연구대상자 현황

내 용	2007학년도	2008학년도	계
수강신청자 수	26명	24명	50명
출신 고등학교	일반계 21명, 과학고 5명	일반계 24명	
대학합격자 수	11명	16명	27명
이수학생 수	15명	17명	32명

표에서 수강신청자에는 1학년 2명과 2학년 3명이 포함되어 있으며, 이수학생 중에서 수학교과 전체 내신평균이 1등급인 학생은 19명으로 해당과목 교육의 수월성을 확보하려는 선이수제의 도입 취지는 어느 정도 충족하고 있었다.

2.2 학생실태 설문조사

지난 2학기, 미적분학I 교과목 강의 첫 시간에 출석한 40명(2007학년도 18명, 2008학년도 22명)을 대상으로 실시한 학생실태 설문조사 결과는 다음과 같다.

(1) 선이수제에 대해 알고 있는가? 라는 문항에서 4명은 정확히 알고 있다, 33명은 대강 알고 있다고 답하였으며, 잘 모른다고 답한 학생은 3명뿐이었다.

(2) 수강신청 동기를 묻는 문항에서는 중복선택을 허용하였는데, 자기발전을 위해서라고 응답한 학생이 25명, 학점취득을 위해서라고 응답한 학생이 21명이었으며, 여유시간 활용이 19명, 대학생활 적응을 위해서가 11명이었다.

(3) 고등학교 수학 공부에서 어려웠던 점을 묻는 문항에서는 중복선택을 허용하였는데, 증명문제 22명, 문제풀이 18명, 학습량 과다 8명으로 답하였다. 그러나 기초학력 부진과 개념 이해에 어려움이 있었다고 응답한 학생은 3명과 1명으로 수강학생들은 수학교과 내용에 대해 어려움을 크게 느끼고 있지는 않은 것으로 조사되었다.

(4) 다음 표는 수학교과에 대한 흥미도, 필요성 및 유용성에 대한 각자의 의견을 조사한 것이다.

<표 II-2> 수학교과에 대한 흥미도, 필요성 및 유용성에 대한 인식

문항내용	응답자 수(명)				
	매우 그렇다	그렇다	보통이다	그렇지 않다	전혀 그렇지 않다
수학 교과목에 흥미를 가지고 있는가?	7	22	10	1	0
수학은 자신의 전공분야 공부에 필요한 교과목이라고 생각하는가?	23	10	6	1	0
수학은 자신의 장래 사회생활에 유용한 교과목이라고 생각하는가?	14	17	9	0	0

표에서 보는바와 같이 설문에 응답한 학생들은 대체로 수학교과의 필요성과 유용성에 대해 대부분 인식을 같이 하고 있는 것으로 조사되었다. 이들에 비해 흥미도는 상대적으로 약간 부족함을 알 수 있었다.

(5) 다음 표는 미적분학1 교과목의 표준교육과정에 제시된 세부내용에 대한 수강학생들의 이해도를 설문조사 결과를 토대로 정리한 것이다. 표에서 총점은 해당 내용을 잘 알고 있으면 2점, 보통이면 1점, 잘 알지 못하면 0점으로 평가하여 설문조사에 답한 40명의 점수를 모두 합한 것이다.

<표 II-3> 세부내용별 이해도

세부내용	총점	세부내용	총점
집합과 함수	57	수열의 극한	60
함수의 극한과 연속	57	매개변수방정식과 극좌표	14
미분계수와 도함수	61	미분법의 기본정리와 미분공식	56
지수·로그함수 미분법	47	(역)삼각함수 미분법	33
(역)쌍곡선함수 미분법	12	평균값의 정리	44
함수의 증감과 극값	59	부정적분 정의와 성질	47
치환적분법과 부분적분법	43	유리함수와 무리함수 적분법	34
정적분 정의와 성질	49	이상적분	1
평면도형의 넓이	47	평면곡선의 길이	24
입체의 겉넓이와 부피	42	무한급수와 급수의 수렴	38
무한급수 수렴판정법	33	떡급수 전개	20

표에 따르면 수강생들은 집합과 함수, 수열의 극한, 함수의 극한과 연속, 미분계수와 도함수, 미분법의 기본정리와 미분공식, 함수의 증감과 극값 등에 대해서는 비교적 잘 알고 있는 것으로 응답하였으나, 유리함수와 무리함수 적분법, 무한급수 수렴판정법과 떡급수 전개 등에 대해서는 고등학교 교과내용과의 차이점을 정확하게 알지 못하여, 잘 이해하지 못하거나 어느 정도 이해하고 있다고 잘못 응답한 것으로 생각된다.

이 결과에 따라, 상대적으로 응답 점수가 저조한 매개변수방정식과 극좌표, 역삼각함수와 (역)쌍곡선함수, 이상적분, 무한급수 수렴판정법의 및 떡급수 전개 등에 주안점을 두어 교과를 지도하여야 할 것으로 조사되었다.

2.3 기초학력 진단평가

학생들의 학력수준을 측정하기 위하여 강의 첫 시간에 미적분학 교과에서 요구되는 기초학력 진단평가를 실시하였다. 평가문제는 서술형 12문항으로 함수와 극한, 미분법과 응용 및 적분법과 응용에서 각각 4문항을 출제하였다. 지난 2학기 동안, P대학에서 미적분학I 교과를 이수한 32명의 기초학력 진단평가 결과는 다음의 표와 같다. 각 문항의 점수는 풀이과정의 정확도에 따라 0~3점으로 평가하였으며, 표에서 평균점수는 소수 둘째자리에서 반올림하였다.

<표 II-4> 기초학력 진단평가 결과

영역	문항 수	평균점수(만점)
합수와 극한	4	11.2(12)
미분법과 응용	4	10.0(12)
적분법과 응용	4	8.7(12)
합 계	12	30.0(36)

표에서와 같이 대부분의 학생들은 미적분학I 교과목 수강에 필요한 기초학력을 갖추고 있는 것으로 평가되었으나, 합수와 극한, 미분법과 응용에 비해 적분법과 응용에 대한 이해가 상대적으로 부족하였다. 이 평가에서 27명의 학생은 36점 만점에 30점 이상, 2명은 27점을 취득하였으나, 21점, 16점과 14점을 취득한 학생도 각각 1명이었다. 그리고 2007학년도 이수학생의 평균점수는 30.3점, 2008학년도는 29.7점으로 평가되었다.

III. 교육과정과 학업성취도

한국대학교육협의회(이하 대교협이라 함)에서는 교과목별 표준교육과정에 제시된 평가기준과 평가문항을 참조하여 담당교원이 자체적으로 평가기준을 설정하고 평가문항을 개발하여 절대평가를 실시하도록 하고 있다. 또한, 학습자가 수업목표를 달성할 수 있도록 적절한 학습방법을 제공하고, 학습결과에 대한 평가는 학생들의 개인차보다는 수업목표를 어느 정도 달성하였는지에 주안점을 두어 평가하도록 권장하고 있다(교육부, 2007a).

3.1 미적분학 교육과정 비교

표준교육과정 개발에서 중점적으로 고려한 사항은 계산위주의 학습내용을 지양하고 개념과 정의의 이해에 중점을 두고, 가급적 고등학교 교육과정의 미분과 적분 교과와 내용과 중복을 피하고, 미적분학과 관련된 역사적 사회적 사실을 바탕으로 학습내용을 전개하면서 여러 분야의 응용내용을 충분히 다루도록 하였다(교육부, 2007a).

다음은 미적분학I과 미적분학II 교과목의 표준교육과정과 선이수제에 참여하고 있는 일부 대학의 학습내용을 요약한 것이다. 참여대학의 교과내용은 대학 홈페이지에 탑재된 자료를 활용하였다.

<표 III-1> 미적분학 교과내용 비교

표준교육과정	A대학	B대학	C대학
<ul style="list-style-type: none"> • 실수와 함수 실수집합, 실함수 • 함수의 극한과 연속 극한의 성질 연속함수의 성질 • 미분과 응용 접선과 변화율 연쇄법칙과 응용 최대, 최소 함수의 증가, 감소 • 적분과 응용 넓이와 거리, 정적분 미적분의 기본정리 부정적분, 치환적분 부피와 겹넓이 모멘트, 파푸스 정리 적분의 근사계산 	<p>수열과 함수의 극한 함수의 연속</p> <p>미분법의 기본 정리 여러 함수의 미분법 초월함수 미분법 고계도함수 평균값 정리 테일러 정리 함수의 증감과 극값 곡선의 오목과 볼록</p>	<p>급수, 등비급수 급수의 수렴판정법 멱급수와 수렴반경 지수함수와 멱급수 여러 함수와 멱급수 역함수 정리 평균값 정리 로피탈의 정리 근사다항식 테일러 정리와 급수</p>	<p>역삼각함수와 도함수 (역)쌍곡선함수와 도함수 도함수 응용(부정형) 극좌표와 극방정식 동경과 접선의 교각 매개방정식과 미분법 곡률</p> <p>부정적분 정의와 성질 치환적분법 삼각함수 적분법 쌍곡선함수 적분법 삼각치환법 쌍곡치환법 부분적분법 부분분수 적분법 대수치환법 등</p>
<ul style="list-style-type: none"> • 로그·지수함수 변수분리형 미분방정 식의 응용 쌍곡함수 로피탈의 법칙 • 여러 가지 적분법 부분적분법 이상적분 • 매개함수와 극좌표 매개함수의 미적분 극좌표계에서 넓이와 길이, 원뿔곡선 • 수열과 급수 급수의 판정법 절대수렴, 멱급수 테일러급수와 정리 	<p>부정적분 치환적분법 부분적분법 삼각치환법 유리·무리함수 적분법</p> <p>정적분 정의와 성질 정적분의 계산 이상적분</p>	<p>좌표공간과 좌표계 벡터, 내적 직선과 평면의 방정식 일차독립과 일차종속 기저와 차원 행렬과 선형사상 역행렬, 행렬식 삼차원 공간과 외적</p> <p>매개화된 곡선 가속도벡터, 재매개화 곡선의 길이 영역의 넓이 호의 길이와 재매개화 선적분, 곡률</p>	<p>이상적분 평균영역의 넓이 평면곡선의 호의 길이 회전곡면의 겹넓이</p> <p>무한급수의 수렴 수렴판정법 절대수렴과 조건수렴 멱급수 매클로린의 급수 멱급수 전개식 멱급수의 대수적 연산 테일러의 정리와 급수 근사값의 계산</p>

<표 III-2> 미적분학Ⅰ 교과내용 비교

표준교육과정	A대학	B대학	C대학
<ul style="list-style-type: none"> • 벡터와 좌표계 벡터의 크기와 내적 외적, 원기둥 좌표계 구면 좌표계 행렬과 행렬식 • 벡터함수 곡선의 길이와 곡률 꼬임률 • 다변수함수의 미분 다변수함수의 극한과 연속, 편미분과 전미분 연쇄법칙과 미분법칙 방향미분, 고차편미 분과 테일러 정리 다변수함수의 극값과 이차미분 판별법 제한 조건식이 있는 함수의 최대, 최소 	<p>평면도형의 넓이 극좌표에 의한 넓이 곡선의 길이 입체의 부피 회전면의 겹넓이 일, 유체의 압력 모멘트와 무게중심</p> <p>다변수함수의 극한과 연속, 편도함수 접평면, 방향도함수 이변수함수의 극값 전미분과 근삿값</p>	<p>그래프와 등위면 연속함수 방향미분과 편미분 편미분가능 함수 기울기 벡터와 등위면 라이프니츠 정리 2계 편미분 테일러 정리 임계점 정리 헤세 판정법 라그랑주 승수법 야코비 행렬</p> <p>벡터장, 선적분 잠재함수, 미분형식</p>	<p>삼차원 좌표계 벡터 벡터의 내적과 외적 직선과 평면의 방정식 함수와 곡면 주면과 구면좌표계</p> <p>벡터함수와 공간곡선 벡터함수의 도함수와 적분 호의 길이와 곡률 속도와 가속도</p>
<ul style="list-style-type: none"> • 다중적분 중적분과 부피 삼중적분 영역변환과 치환적분 • 곡선에서의 적분 매개변수화된 곡면 곡면에서의 적분 • 벡터해석 벡터장의 미분 영역의 경계와 향 그린 정리 스톡스 정리 가우스의 발산 정리 보존장과 비압축장의 기본정리 	<p>이중적분 정의와 성질 반복적분 극좌표에서의 이중적분 삼중적분 중적분의 응용</p> <p>무한급수의 수렴 수렴급수의 성질 급수의 판정법 교대급수 절대수렴과 조건부수렴 멱급수와 그 전개 멱급수의 수렴반경 멱급수의 미분과 적분</p>	<p>넓이와 부피 다중적분 푸비니 정리 벡터장과 발산 발산정리 평면벡터장과 회전도 경계와 향 그린 정리 곡면의 넓이, 면적분 벡터장과 면적분 가우스 정리 회전장 스톡스 정리</p>	<p>다변수함수 극한과 연속 편도함수, 접평면 합성함수 편미분법 방향도함수와 구배벡터 최대와 최솟값</p> <p>사각영역위의 이중적분 반복적분 일반영역위의 이중적분 극좌표에서의 이중적분 이중적분의 응용 곡면의 넓이 다중적분에서의 변수 변환</p>

표에서와 같이 각 대학의 미적분학 관련 교과목의 내용은 대교협에서 제시한 표준교육과정과는 상당한 차이가 있음을 알 수 있다. 이는 각 대학의 특성에 따라 기초수학, 선형대수, 공업수학 등의 별도의 수학 관련 교과목 운영에 따른 교육과정의 차별화와 학생들의 학력 수준에 기인하는 것으로 생각한다. 표준교육과정에서 각 대학의 교과내용을 모두 포함하기에는 수강학생들의 학력 수준과 학습량 과다로 인해 불가능하였을 것이다. 그러나 미적분학I을 표준교육과정에 따라 선이수제에서 이수한 후, 각 대학에서 미적분학II를 수강하는 경우 교과목 운영에 상당한 어려움이 있을 수 있을 것으로 예상된다.

또한, 수학용어의 선택에도 세심한 배려가 필요할 것으로 생각한다. 예로서, 쌍곡함수(쌍곡선함수), 매개함수(매개변수함수, 매개변수표시의 함수), 원뿔곡선(원추곡선)은 물론, 급수판정법인 비율판정법(비례판정법, 비판정법), n 제곱근판정법(root판정법, 근판정법) 등으로 다양하게 사용되고 있다. 이 경우, 관련 학회에서 권장하는 통일된 용어와 함께 원어를 동시에 병기하는 것이 바람직할 것이며, 다르게 사용되는 용어도 함께 소개할 필요가 있을 것으로 생각한다.

3.2 미적분학I 학습지도 내용

P대학에서는 대교협에서 제시한 선이수제 미적분학I 교과목의 표준교육과정에서 제시한 교과내용과 수강학생들의 학력수준 등을 고려하여, 다음 표에서와 같이 학습내용과 강의일정을 편성하여 시행하였다. 교재(부경대, 2004; 부경대, 2008)이외에 별도의 강의 자료를 제작하여 수업을 진행하였다.

<표 III-3> 2008학년도 미적분학I 학습지도 내용

구분	학습내용	비고
1일차	과목 소개, 학생실태 설문조사, 기초학력 진단평가, 집합	
2일차	수열의 극한, 함수의 극한과 연속, 연속함수의 성질	
3일차	미분계수와 접선, 여러 가지 함수의 미분법	
4일차	초월함수와 그 미분법, 도함수의 응용	Webwork 과제
5일차	문제풀이, 부정적분의 정의와 성질	
6일차	1차 지필고사, Mathematica 실습	수학실습실
7일차	치환적분법과 부분적분법, 유리함수와 무리함수적분법	
8일차	문제풀이, 정적분의 정의와 성질, 정적분의 계산	
9일차	이상적분, 평면도형의 넓이, 극좌표에서의 넓이	Webwork 과제
10일차	공간도형의 부피, 평면곡선의 길이, 문제풀이	
11일차	2차 지필고사, Mathematica 실습	수학실습실
12일차	회전면의 겉넓이, 무한급수와 급수의 수렴	
13일차	수렴급수의 성질과 판정법, 절대수렴, 멱급수전개	Webwork 과제
14일차	변수분리형 미분방정식, 문제풀이	
15일차	3차 지필고사, 강의개선 설문조사	

3.3 교수-학습지도 방법

미적분학I 교과지도에서 다음 사항에 주안점을 두어 수업을 진행하였다.

- ① 학생들의 기초학력 수준을 평가하여 수준에 적합한 내용으로 강의를 진행한다.
- ② 교재 부실에 따른 문제를 해결하기 위하여 별도의 강의 자료를 준비한다. 이를 위해 2008학년도에는 교재를 바꾸고 교과내용에서 미흡한 (역)쌍곡선함수, 변수분리형 미분방정식 등을 포함한 강의 자료를 제작하여 학생들에게 배부한다.
- ③ 선행학습 내용을 간단히 설명한 다음, 개념설명 위주로 강의를 진행한다.
- ④ 다양한 예제를 제시하여 문제해결 능력과 응용력을 높이도록 한다.
- ⑤ 자주 틀리거나 이해하기 어려운 문제는 학생이 풀이하고 설명하게 하여 토론식 수업이 진행되도록 한다. 이 경우 담당교표를 적극 활용한다.
- ⑥ 교과내용의 이해를 돕고 응용력을 높이도록 Mathematica 실습을 병행한다.
- ⑦ 2008학년도에는 Webwork 시스템을 활용한 과제를 3회 부여하되, 지필고사 시행 직전에 수행하도록 기간을 지정한다.
- ⑧ Webwork 시스템 활용 과제 및 지필고사 시행결과를 학생들에게 즉시 제공하여 잘못된 문제풀이 등을 확인시켜 문제해결력을 높인다.
- ⑨ 담당교표는 학생들의 질문에 항상 답할 수 있도록 준비하며, 출석상황 점검, 과제수행 및 지필고사 준비 등에도 소홀함이 없도록 관심을 가지고 지도한다.
- ⑩ 고등학교 학생들이 졸업 이후에 대학에서의 교과목 수강에 쉽게 적응할 수 있도록 대학생활 전반에 대해 안내한다.

참고로, Webwork는 미국 Rochester대학에서 개발한 수학 및 물리학 교과에 대한 인터넷 기반의 과제물 관리 시스템으로, 동일한 문제에 서로 다른 인수 값을 자동으로 할당하여 개별 학생에게 다른 문제를 제공해주며, 실시간으로 문제풀이에 대한 정답 여부를 확인할 수 있고 정답을 입력할 때까지 반복 수행이 가능하다. 또한, 온라인 시스템으로 시간과 공간의 장애를 받지 않으며, 과제물의 평가 및 관리 업무에 대한 부담을 경감해주는 등의 장점을 지니고 있다.

한편으로, 문제가 영문으로 제공되고, 수학 기호와 수식의 입력으로 고등학교 학생들이 과제를 수행하는데 다소 어려움이 있을 것으로 예상되었지만, 학생용 매뉴얼 제공과 교표의 도움으로 비교적 원만하게 진행되었다. 그러나 인수의 값에 따른 문제의 자동생성으로 인하여, 문제풀이 또는 정답이 아주 복잡해지는 의외의 경우가 간혹 발생하는 단점이 있다.

3.4 학업성취도 평가

선 이수제 교과목의 이수결과는 대교협의 D/B에 통합관리하고, 대학은 개인 정보보호 및 대입 연

계 차단을 위하여 원자료와 이수결과를 타기관이나 개인에게 제공할 수 없도록 규정하고 있으며, 학업성취도는 표준화된 평가기준에 의거하여 개별 교육기관에서 평가하도록 하고 있다. 선이수제 교과목을 이수한 학생이 대학 입학 이후에 학점인정을 신청하면 이수결과를 대학학점으로 인정하여야 하며, 학점인정에 대한 구체적인 사항은 대학에서 학칙으로 정하도록 하였다. 아울러, 선이수제 표준 교육과정에서는 평가의 표준화를 위해 평가항목, 평가내용 및 문제 유형과 예시 등을 상세히 기술하고 있다(교과부, 2008).

2008학년도 학업성취도는 다음의 평가기준에 의해 평가하였다. 지필고사는 3회 실시하였으며, 학습내용에 대한 학생들의 이해력을 세심하게 평가하기 위하여 서술형 풀이문제, 개념설명문제와 증문제목을 대체로 3 : 1 : 1의 비율로 시험범위에서 골고루 출제하였다. 과제물 점수는 Webwork 시스템을 활용한 과제 3회, 문제풀이는 수업시간에 학생들이 직접 풀이하여 설명한 회수와 노트정리로 평가하였다.

<표 III-4> 미적분학I 교과목 평가기준

항 목	지필고사	과제물	문제풀이	출 결	합 계
비율(%)	70	10	10	10	100

지난 2학기 동안, 미적분학I을 이수한 32명의 성적은 A^+ 9명, A^0 8명, B^+ 9명, B^0 2명, C^+ 2명과 C^0 2명이었다. 실제로, 고등학교 수학교과 전체 내신평균이 1등급인 학생 19명 중에서 A^+ 또는 A^0 학점을 취득한 학생은 15명으로 고등학교에서의 학업성과 선이수제 평가결과는 밀접한 관계가 있음을 알 수 있었다.

다음은 학생실태 설문조사에서 미적분학I 교과목을 이수한 32명의 수학 교과목에 대한 흥미도, 필요성 및 유용성 인식에 대한 응답결과와 취득성적의 평균평점을 나타낸 것이다. 표에서 평균평점은 A^+ 4.5, A^0 4.0, B^+ 3.5, B^0 3.0, C^+ 2.5, C^0 2.0으로 평가하여 평균한 것으로, 소수 셋째자리에서 반올림하였다.

<표 III-5> 흥미도, 필요성 및 유용성 인식과 취득성적의 관계

내 용	응답자 수(평균평점)				
	매우 그렇다	그렇다	보통이다	그렇지 않다	전혀 그렇지 않다
흥미도	6(3.92)	19(3.84)	6(3.08)	1(4.00)	0(0.00)
필요성	21(3.86)	5(2.90)	5(3.80)	1(4.50)	0(0.00)
유용성	14(3.87)	11(3.65)	7(3.43)	0(0.00)	0(0.00)

표에 따르면, 수학 교과목의 필요성 인식에서는 수강학생들의 응답결과와 취득성적은 특별한 상관

없는 것으로 조사되었다. 이는 기초학력이 우수한 학생들의 설문에 대한 주관적인 기준에 기인한 것으로 생각한다.

IV. 교수-학습지도 결과 분석

선이수제 교과목에 대한 효율적인 학습지도 방안을 마련하기 위하여, 기말고사에 응시한 33명(2007학년도 15명, 2008학년도 18명)을 대상으로 시험시간에 강의개선을 위한 설문조사를 실시하였다. 그 결과는 <표 IV-1>의 강의에 대한 평가와 <표 IV-2>의 선이수제 참여후의 수강학생의 변화로 구분하여 정리하였다. 이들 표에서의 평균점수는 매우 그렇다 5점, 그렇다 4점, 보통이다 3점, 그렇지 않다 2점, 전혀 그렇지 않다는 1점으로 평가하여 소수 셋째자리에서 반올림하여 구한 것이다.

4.1 담당교수 강의평가

다음 표는 담당교수에 대한 강의평가를 정리한 것이다. Webwork와 Mathematica에 관한 마지막 두 문항은 2008학년도 수강학생만을 대상으로 한 결과이다.

<표 IV-1> 강의개선 설문조사(강의평가)

문항내용		평균점수
교과지도	담당교수는 수업시간에 다룰 수업목표와 주제를 제시하였다.	4.30
	담당교수는 수업시간에 수업내용을 정리해 주었다.	4.49
	수업에 대한 흥미와 학습동기를 가질 수 있도록 하였다.	3.97
	담당교수는 수업내용을 쉽게 이해할 수 있도록 강의하였다.	4.21
	담당교수는 학생들의 관심과 질문에 성의 있게 답하였다.	4.30
	수업은 강의계획서에 따라 무리 없이 진행되었다.	4.30
	교재는 수업시간에 적절히 활용되었다.	4.33
종합 및 기타	문제풀이는 교과내용을 이해하는데 도움이 되었다.	4.42
	교과내용과 수업방법에 대해 전반적으로 만족한다.	4.21
	수업을 통하여 폭넓은 지식을 얻을 수 있었다.	4.09
	나는 진지한 태도로 수업에 임하였다고 생각한다.	4.00
	Webwork 활용 과제는 교과내용 이해에 도움이 되었다.	4.00
	Mathematica 실습은 교과내용을 이해하는데 도움이 되었다.	3.50

표에서와 같이 학생들은 대부분의 문항에서 긍정적으로 평가하여 비교적 높은 점수를 부여하였다. 그러나 “Mathematica 실습은 교과내용을 이해하는데 도움이 되었다.”에서는 가장 낮은 점수인 3.50 점으로 응답하였다. 이는 학생들이 Mathematica 실습을 통한 교과내용의 이해보다는 기본실습 그 자체에 관심을 가진 때문으로 생각한다.

아울러, 별도의 서술형 문항에서는

① 강의방식, 교재, 과제물 및 시험 등에서 가장 인상 깊었던 점으로는 Webwork 시스템 활용 과제(10명), 서술형 시험문제(8명), 조교를 통한 문제풀이(7명), Mathematica 실습(4명) 등의 순으로 답하였으며,

② 미흡했던 점은 교재 내용(5명), 학생 자신의 수업 불성실(2명), 빠른 강의진행(2명), 학생들의 학력수준 심화(1명) 등으로 답하였다. 그리고

③ 교과목의 난이도, 교육환경 등에 대한 소감 및 건의사항 등에서는 교과내용의 수준은 적절하였다(7명), 단기간에 학습내용을 이해하기에는 그 내용이 많았다(6명)와 정확한 개념 및 정의를 이해하는데 도움이 되었다(5명), 교육환경은 좋은 편이었다(3명) 등의 순으로 응답하였다.

4.2 수강학생의 변화 평가

다음 표는 선이수제에 참여한 후, 학생 자신이 변화된 부분에 대한 응답 결과이다.

<표 IV-2> 강의개선 설문조사(학생의 변화)

문항내용	평균점수
수업내용은 나에게 새로웠다.	4.15
대학 공부에 대한 자신감이 생겼다.	3.82
스스로 공부하는 능력이 향상되었다.	3.64
해당 분야에 대한 흥미와 관심이 높아졌다.	3.93
진로 및 전공 선택에 도움이 되었다.	3.72
대학에서의 학습계획 및 장래 비전을 세우게 되었다.	3.97

표에서와 같이 수강학생들은 선이수제 참여가 자신의 진로 또는 장래 비전을 수립하는데 결정적인 역할은 하지 못하는 것으로 응답되었다. 실제로, 미적분학I 이수학생의 다수가 수시모집 전형 등으로 선이수제 참여 이전에 대학입학이 결정되어 있었으므로, 진로와 전공분야 선택에 특별한 도움이 되지 못한 것은 당연하다고 생각한다. 그러나 학생들이 대학에서의 학습계획 및 장래 비전을 세우는데 도움이 될 수 있도록 대학생활 전반에 대해 적절히 안내하여야할 필요가 있다.

4.3 선이수제 학습지도 주안점

수강학생들의 설문조사 결과와 선이수제의 특성을 고려하여, 다음 사항을 유의하여 선이수제 교과목을 운영하여야 할 것이다.

첫째, 선이수제 교과목을 수강하는 학생들은 대학생화에 대한 경험이 전혀 없다는 것이다. 따라서 수업진행 방법은 물론, 평가기준과 서술형 중심의 평가문제 유형 등에 대한 각별한 주의와 설명이 요청된다. 또한, 진학 대학에서의 학습계획 수립은 물론, 장래에 대한 비전을 가질 수 있도록 방향을 제시해 주어야 한다. 이 경우에는 별도의 시간을 통하여 관련 전문가가 지도할 수 있도록 배려할 수도 있을 것이다.

둘째, 해당 교과목에 대한 흥미는 물론, 필요성을 느낄 수 있도록 지도하여야 한다. 선이수제 교과목은 고등학교 학생의 신분으로 필히 이수하여야 할 필요가 없으므로, 수업에 임하는 학생들의 정신자세가 해이할 수 있다. 충분한 기초지식을 갖춘 학생이라 할지라도 해당 교과목에 대한 동기나 흥미가 없으면, 지속적인 유의미한 학습이 이루어질 수 없다. <교수법 가이드 30>(고려대, 2005)에서는 수업에 대한 동기유발을 위한 방법으로 ① 학생들의 주의를 집중시킬 수 있도록 강의 시작 후 5분을 잘 활용하고, ② 매 시간마다 구체적인 수업목표를 제시하고, ③ 교과목 혹은 과제에 대한 자기 관련성을 높여주며, ④ 학생의 수준에 적합한 과제를 부여하거나 스스로 과제를 선택하도록 하고, ⑤ 예측이 가능하지 않은 정보를 제시하고, ⑥ 학생들의 반응에 구체적인 피드백을 즉각적으로 제공할 것을 권장하고 있다.

셋째, 향후 전공분야 공부에 도움이 될 수 있도록 원어를 동시에 사용하고 개념설명 위주의 수업을 전개하여야 한다. 특히, 고등학교 수업과의 차별성에 주력하여 논리적 사고와 개념의 일반화에 대해 중점을 두고 지도하여야 한다. 예로, 미적분학I의 경우, 극한과 무한에 대한 이해, $\epsilon - \delta$ 논법의 이해는 물론, 유한집합과 무한집합의 개념 등을 확실하게 이해할 수 있도록 지도하여야 할 것이다.

넷째, 기초학력이 부진한 학생들에 대한 별도의 학습지도 방법이 요청된다. 학력진단평가를 수업 첫 시간에 시행하여 해당 교과목 수강에 필요한 기초학력이 부진한 학생들을 선정한 다음, 그들의 학력 향상을 위한 지도방안을 마련하여야 할 것이다.

마지막으로, 문제풀이, 과제물 점검 및 지도와 교과내용의 이해에 도움을 주기 위한 수업지원교구의 배정과 Mathematica, Maple 등의 수학학습프로그램을 활용한 수업은 학습효과를 높이는 한 지도방법이 될 것이다.

V. 결론 및 제언

선이수제에 참여하고 있는 각 대학의 미적분학 관련 교과목의 내용은 학생들의 학력수준, 교양수학 교육과정 운영의 특수성 등에 따라 대교협에서 제시한 표준교육과정과는 상당한 차이가 있음을

알 수 있었다. 실제로, 표준교육과정에서 각 대학의 교과내용을 모두 포함하는 것은 학습량 과다로 인해 불가능할 것이다. 하지만, 미적분학I를 표준교육과정에 따라 선이수제에서 이수한 다음, 해당 대학에서 미적분학II를 수강하는 경우 대학에 따라서는 수업진행에 상당한 어려움이 있을 것으로 생각한다.

미적분학I을 이수한 다수의 학생들은 Webwork 시스템을 활용한 과제, 증명과 개념이해 위주의 수업, 조교를 활용한 문제풀이 및 Mathematica 실습 등은 교과내용의 이해에 많은 도움이 되었다고 응답하였다. 그러나 15일의 단기간에 학습내용을 모두 습득하기에는 학습량이 많았으며, 다양한 형태의 서술형 평가문제에도 잘 적용하지 못한 것으로 조사되었다. 특히, 선이수제 미적분학I에 적합한 교재가 없어서 연구자는 일반 교재와 함께 별도의 강의 자료를 제작하여 수업을 진행하였다. 이에 대해 교과내용은 적절하였으나 교재의 내용 부실로 예습과 복습에 어려움이 있었던 것으로 조사되었다. 또한, 학생 스스로 수업에 충실하지 못하였다는 의견도 있었다.

이러한 결론을 토대로 선이수제 교과목의 효율적인 학습지도를 위하여 다음과 같이 제안하고자 한다.

첫째, 표준교육과정에 적합한 교재 개발이 요청된다. 선이수제 교과목 수강학생들의 학력수준을 고려하여, 각 대학의 교과내용을 포괄적으로 포함하는 적절한 교재를 개발하여야 한다. 이 경우, 관련 학회에서 인정하는 공통된 수학용어를 사용하도록 하고 원어도 함께 병기하도록 하여야 할 것이다.

둘째, 수강 포기자에 대한 대책이 강구되어야 한다. 고등학교 학생의 경우 선이수제 교과목에 대한 인식부족과 대학 합격 여부에 따라 처음부터 수강을 포기하거나 중도에 수강을 포기하는 학생이 다수 발생하고 있으므로, 이에 대한 대책이 필요하다.

셋째, 선이수제 운영기간의 연장이 필요하다. 대교협에서는 시행대학의 학사일정과 수강학생들의 편의를 고려하여 선이수제를 적절히 운영하도록 하고 있으나, 단기간(15일)의 일정으로 수업이 진행되고 있어서 학생들은 많은 어려움을 느끼고 있다. 따라서 1일 2시간 또는 주 4일 수업 등을 고려해 볼 수 있을 것이다.

넷째, 교과내용의 이해와 문제해결 능력 향상을 위한 다양한 방법의 학습지도가 요청된다. 조교를 통한 문제풀이, 인터넷 기반의 과제 수행과 수학학습프로그램의 활용 등은 토론식 수업진행과 함께 학습효과를 높이는 방안이 될 수 있을 것이다. 또한, 전공분야 공부에 도움이 될 수 있도록 해당 교과목의 필요성을 강조하고, 논리적 사고와 개념의 일반화가 이루어질 수 있도록 수업을 전개하여야 할 것이다.

마지막으로, 선이수제 교과목의 학업성취도 평가의 객관성이 확보되어야 한다. 선이수제 표준교육과정에 평가항목, 평가내용 및 문제 유형과 예시 등을 상세히 기술하여 표준화된 평가기준에 의거하여 평가가 이루어질 수 있도록 하고 있으나, 운영대학에서 자율적으로 학업성취도를 평가할 수 있도록 하고 있어서, 대학마다 평가기준이 다를 수 있으므로 보다 객관화된 평가기준이 필요하다.

참 고 문 헌

- 고려대 교수학습개발원 (2005). 교수법 가이드 30.
- 교육인적자원부, 한국대학교육협의회 (2007a). 대학과목선 이수제 표준 교육과정(시안).
- 교육인적자원부 (2007b). 2008 대학과목선 이수제 이행방안, 표준교육과정 워크숍('07. 11. 9).
- 교육과학기술부, 한국대학교육협의회 (2008). 대학과목선 이수제 표준 교육과정(시안).
- 부경대 수학교재편찬위원회 (2004). 미분적분학, 서울: 교우사.
- 부경대 수학교재편찬위원회 (2008). 이공계를 위한 미분적분학, 서울: 경문사.

Effective Management Strategies of the Subjects in the University-level Program

Pyo, Yong-Soo

Division of Mathematical Sciences, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

E-mail : yspyo@pknu.ac.kr

Park, Joon-Sik

Department of Mathematics, Pusan University of Foreign Studies, Busan 608-738, Korea

E-mail : iohpark@pufs.ac.kr

In this paper, we utilize student survey, scholastic level assessment and class evaluation in order to address the problems and find out the improvements on operating the subjects in the university-level program(UP), focusing on the Calculus I. We also propose effective management strategies and learning methods for the UP classes consisting of excellent high school students.

* ZDM Classification : B45, D45

* 2000 Mathematics Subject Classification : 97B40, 97D40

* Key Words : university-level program, standard curriculum, scholastic level assessment and class evaluation

[부록 1] 대학과목선이수제 미적분학1 교과목의 교수-학습지도법 마련을 위한 설문조사

이 설문지는 대학과목선이수제 교과목인 미적분학1을 수강하는 학생들을 대상으로 의견을 수렴하여, 보다 창의적이고 효율적인 교수-학습지도 방안을 마련하기 위한 자료로 활용하고자 작성된 것입니다. 성실하게 응답해 주시길 부탁드립니다.

2009년 1월 19일

담당교수

()고등학교, 성명(), 전화번호()

1. 진학 대학교 및 학부(또는 학과)명은?

()대학(교) ()학부(과)

2. 대학과목선이수제에 대해 알고 있습니까?

① 정확히 알고 있다 ② 대강 알고 있다 ③ 잘 모른다 ④ 전혀 모른다

3. 미적분학1 교과목을 신청하게 된 동기는 무엇입니까?(중복선택)

① 학점 취득 ② 자기발전 ③ 여유시간 활용 ④ 대학생활 적응
⑤ 기타()

4. 고등학교에서 수강하였거나 수강중인 교과목은 무엇입니까?(모두 선택)

① 수학I ② 수학II ③ 미분과 적분 ④ 확률과 통계
⑤ 이산수학 ⑥ 실용수학 ⑦ 기타()

5. 수학능력고사 수리영역에서 응시한 유형은 무엇입니까?

① '가'형 ② '나'형 ③ 응시하지 않음

'가'형을 응시한 경우 선택과목은 무엇입니까?

① 미분과 적분 ② 확률과 통계 ③ 이산수학

[부록 2] 미적분학1 기초학력 진단평가 문제지

이 평가는 대학과목선이수제 교과목인 미적분학1 수강생 여러분의 기초학력 수준을 측정하기 위하여 준비한 것입니다. 성적과는 무관하며, 해당 교과목의 효율적인 학습지도 방안을 마련하기 위한 자료로 활용하고자 합니다.

()고등학교, 성명()

1. 구간 $[0, 3]$ 에서 함수 $y = -x^2 + 4x$ 의 최솟값을 m , 최댓값을 M 이라 할 때, $m + M$ 을 구하여라.
2. $\log_{(x-2)}(x^2 - 5x + 4)$ 가 정의되기 위한 정수 x 의 최솟값을 구하여라.
3. 극한값 $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1 - \cos x}{x^2}$ 를 구하여라.
4. $\lim_{x \rightarrow 2} \frac{x^2 + ax + b}{x - 2} = 3$ 를 만족하는 a 와 b 를 구하여라.
5. 다음의 함수 $f(x)$ 가 $x = 1$ 에서 미분가능일 때, a , b 의 값을 구하여라.

$$f(x) = \begin{cases} 3x^2 + 1, & x \geq 1 \\ ax + b, & x < 1 \end{cases}$$
6. $y = \sqrt{x}$ 위의 점 $(4, 2)$ 에서의 접선의 방정식을 구하여라.
7. $y = e^x \ln x$ 의 도함수를 구하여라. 단, $\ln x = \log_e x$ 이다.
8. $f(x) = 3x^4 - 8x^3 + 6x^2$ 의 극값과 변곡점을 구하여라.
9. $\int x e^x dx$ 를 구하여라.
10. $\int \frac{1}{x^2 + x - 2} dx$ 를 구하여라.
11. $\int_0^2 |x^2 - x| dx$ 의 값을 구하여라.
12. 포물선 $y = x^2$ 과 직선 $y = x + 6$ 으로 둘러싸인 영역의 넓이를 구하여라.