韓國數學敎育學會誌 시리즈 A <數學敎育>
2004. 11. 제 43권, 제 4호, 349-379.

J. Korea Soc. Math. Ed. Ser. A: The Mathematical Education
November. 2004, Vol. 43, No. 4, 349-379.

우리나라와 주요국의 대학입학 수학 시험문제 비교 연구

이 재 학 (한국교원대학교)
조 승 제 (서울대학교)
박 선 화 (한국교육과정평가원)
박 혜 숙 (서원대학교)

Ⅰ. 서 론

우리나라의 대표적인 대학입학시험인 대학수학능력시험(이하 수능)은 '대학 교육에 필요한 수학능력(修學能力)을 측정하기 위하여 고등학교 교육과정의 내용과 수준에 따라 언어, 수리, 사회탐구, 과학탐구, 외국어(영어) 및 제2외국어 영역별로 통합교과적 소재를 바탕으로 한 사고력 중심의 발전된 학력고사'(한국교육과정평가원, 2002a, p.1)로서, 1993년부터 지금까지 대학진학을 희망하는 고등학교 3학년 재학생과 졸업생을 대상으로 전국적으로 일제히 실시되어 왔다.

수능은 대학에 진학하기 위해서는 필수적으로 치러야 하는 시험[1]으로, 학생들의 대학 진학뿐만 아니라 고등학교 교육에도 지대한 영향을 끼치고 있어서 현재 대다수 인문계 고등학교의 수업은 수능 대비학습이라고 해도 과언이 아니다.

수능이 끼치는 지대한 역할을 생각할 때, 수능 문항의 질은 학생들의 대학에서의 학습 능력 측정뿐만 아니라 고등학교 수업의 방향을 결정짓는 관건이라고 할 수 있으므로, 우수한 시험 문항의 개발 노력은 필수적이라고 말할 수 있다.

본 연구에서는 대학입학 수학 시험의 출제에 오랜 전통과 경험을 축적하고 있는 대표적인 국가인 중국, 일본, 영국, 프랑스, 독일의 대학입학 수학 시험 문제와 각 특징을 우리나라의 수능 수리 영역 시험 문제 및 2005학년도 수리 영역 시험 개편안과 비교해 봄으로써 수리 영역 시험 문제의 형태와 질을 개선하기 위한 시사점을 얻고자 한다. 특히, 우리나라에서는 2005학년도부터 대학입학 수능이 제7차 교육과정에 따라 전면 개편될 예정이므로 수리 영역의 시험문제가 앞으로 어떤 방향으로 설정되어야 할 것인지에 대한 시사점을 얻는 것은 지금 매우 필요한 시점이다.

Ⅱ. 우리나라의 수능 수리 영역 시험 문제의 특징

수능 수리 영역 시험은 대학교육을 받는 데에 필요한 수학(數學)적 능력을 측정하는 시험으로, 고등학교까지의 수학 학습을 통해 습득한 수학적 개념 및 원리 등을 적용하여 문제를 파악하고 해결하는 능력을 통합교과적인 차원에서 측정하는 시험이다.

2004학년도까지의 수리 영역 시험 문제는 인문계, 자연계, 예·체능계 용으로 나누어져 있고, 모든 계열에서 시험 문항 수는 30문항이며, 문항 당 배점은 2점 또는 3점, 4점이고, 총 배점은 80점이다. 시험 시간은 100분간이며, 5지선다형 24문항(80%), 단답형 6문항(20%)이 출제되어 왔다.

시험의 출제범위는 인문계는 공통수학과 수학Ⅰ, 자연계는 공통수학, 수학Ⅰ, 수학Ⅱ, 예·체능계는 공통수학의 내용으로 하고 있으며, 인문계의 경우, 공통수학 : 수학

---

* 본 연구는 부분적으로 한국교원대학교 기성회 학술연구비 보조에 의하여 이루어 졌음.
* 2004년 5월 투고, 2004년 11월 심사 완료.
* ZDM분류 : D64
* MSC2000분류 : 97C40
* 주제어 : 대학입학시험, 평가

1) 최근에는 수시 모집과 전문대학 전형에서 부분적으로 수능 성적에 관계없이 대학 신입생을 선발하기도 하지만, 이 경우에 속하는 학생들은 극히 일부이므로 고려하지 않기로 한다.

Ⅰ의 비율이 7 : 3이고, 자연계의 경우 공통수학 : 수학Ⅰ : 수학Ⅱ의 비율이 5 : 2 : 3이다.

수능은 '고등학교 교육과정의 내용에 맞추어 고차적인 사고력을 측정'(황정규(1992), p. 8)하는 시험으로, 수리영역에서는 수학학습을 통하여 달성될 수 있는 사고력을 계산 능력, 이해력, 추론 능력, 문제해결 능력으로 구분하여 문제를 출제하고 있다. 각 사고력의 특징과 예를 간단히 살펴보면 다음과 같다(한국교육과정평가원, 2002b).

- 계산능력 : 여러 가지 기본적인 계산능력을 포함한 문제해결 절차, 즉 알고리즘을 능숙하게 구사할 수 있는 능력을 말한다. 계산능력의 평가는 계산 훈련 자체가 목표로 지도되는 것을 지양하고 문제해결의 도구로서, 표상의 수단으로서 대수적 방법을 강조하고 개념적 이해를 강화할 수 있도록 함을 목표로 한다.

<표 1> 계산 영역: 2003학년도
인문계 26번(자연계 26번) 문제

무한급수 $\sum_{n=1}^{\infty}\left\{\frac{1+(-1)^n}{3}\right\}^n$ 의 합을 S라고 할 때, $20S$의 값을 구하시오. [3점]

- 이해력 : 수학적 개념·원리·법칙 및 그와 관련된 사항을 이해하고, 주어진 문제 상황을 수학적으로 해석, 번역, 표현할 수 있는 능력을 말한다. 이것에는 주어진 문제 상황에서 적절한 개념과 부적절한 개념의 속성을 구별하여 적용할 줄 아는 능력, 개념을 다양하게 표현하는 능력, 개념의 다양한 의미를 인식하는 능력 등이 있다

<표 2> 이해 영역: 2002학년도
인문계 8번(자연계 8번) 문제

세 자료

A : 1부터 50까지의 자연수
B : 51부터 100까지의 자연수
C : 1부터 100까지의 짝수

의 표준편차를 순서대로 a, b, c라 할 때, a, b, c의 대소관계를 바르게 나타낸 것은? [3점]

① $a=b=c$ ② $a=b<c$
③ $a<b=c$ ④ $a<b<c$
⑤ $a<c<b$

- 추론능력 : 추론능력은 크게 개연적(발견적) 추론, 연역적 추론 즉, 증명으로 나눌 수 있다.
 - 발견적 추론 능력 : 관찰, 열거, 실험 등을 이용한 귀납, 유추, 추측 등을 통해 법칙과 문제해결방법을 발견하는 능력을 말한다.

<표 3> 발견적 추론 영역: 2003학년도
인문계 28번(자연계 28번) 문제

방정식 $x^3=1$ 의 한 허근을 ω라고 할 때, 자연수 n에 대하여 함수 $f(n)$을 다음과 같이 정의한다.

$$f(n)=\frac{\omega^{2n}}{\omega^n+1}$$

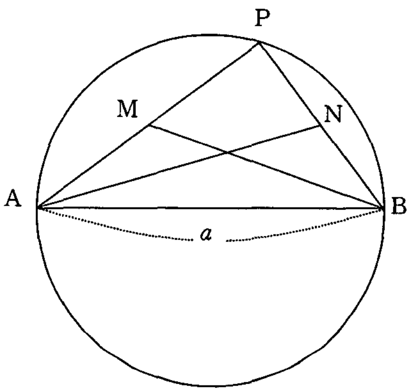
이때, $f(1)+f(2)+f(3)+\cdots+f(20)$ 의 값을 구하시오.

[3점]

 - 연역적 추론 능력 : 조건명제의 증명, 간접증명법, 모순법, 수학적 귀납법 등을 이용하여 수학적 명제를 증명하는 능력과 이러한 증명방법을 사용한 증명을 이해하는 능력을 말한다.

<표 4> 연역적 추론 영역: 2003학년도 인문계 19번(자연계 19번, 예체능계 19번) 문제

그림과 같이 길이가 a인 선분 AB를 지름으로 하는 원 위를 움직이는 점 P가 있다.
선분 PA와 선분 PB의 중점을 각각 M과 N이라고 하면, $\overline{\mathrm{PA}}^2+\overline{\mathrm{PB}}^2=$ ((가))이다.
따라서 $\overline{\mathrm{AN}}^2+\overline{\mathrm{BM}}^2=$((나))이므로 $\overline{\mathrm{AN}}\cdot\overline{\mathrm{BM}}$의 최대값은 ((다))이다.



위의 (가), (나), (다)에 알맞은 것은? [3점]

	(가)	(나)	(다)
①	a^2	$\frac{5}{4}a^2$	$\frac{\sqrt{5}}{2}a^2$
②	a^2	$\frac{5}{4}a^2$	$\frac{5}{8}a^2$
③	a^2	$\frac{3}{2}a^2$	$\frac{3}{4}a^2$
④	$2a^2$	$\frac{3}{2}a^2$	$\frac{\sqrt{5}}{2}a^2$
⑤	$2a^2$	$\frac{5}{4}a^2$	$\frac{5}{8}a^2$

• 문제해결능력 : 수학적인 개념, 원리, 법칙을 적용하고 추론과 사고 전략을 구사하여 문제를 해결하는 능력을 말한다.

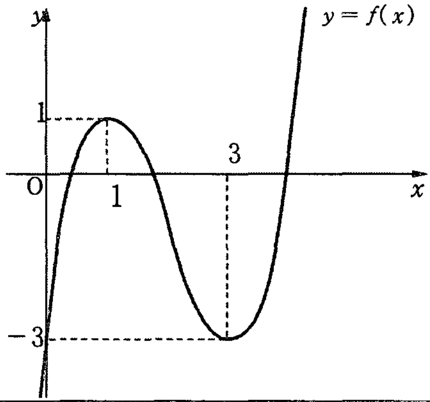
- 수학 내적 문제해결 능력 : 수학 내적인 문제를 수학의 여러 내용 영역 사이의 관련성을 파악하여 해결할 수 있는 능력을 말한다.

<표 5> 수학 내적 문제해결 영역: 2003학년도 인문계 19번(자연계 19번, 예체능계 19번) 문제

그림과 같이 삼차함수 $y=f(x)$가 극대값 $f(1)=1$과 극소값 $f(3)=-3$을 가지며, $f(0)=-3$이다.

이때, $\int_0^3 |f'(x)|dx$의 값은? [3점]

① 6 ② 7 ③ 8 ④ 9 ⑤ 10



- 수학 외적 문제해결 능력 : 일상생활 및 다른 교과의 내용을 소재로 한 수학적 응용문제를 수학 외적인 내용과 수학의 내용 영역 사이의 관련성을 파악하여 문제를 해결할 수 있는 능력을 말한다(<표 6> 참조).

수리 영역에서는 위에서 살펴본 교과목의 대단원별 구분을 내용 영역이라 하고, 사고력별 구분을 행동 영역이라 하여, 이원분류표를 작성하고 내용 영역별, 행동 영역별로 문항이 고르게 출제되도록 하고 있다.

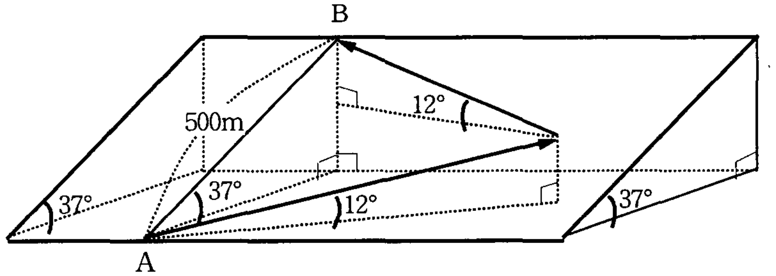
III. 2005학년도 대학수학능력시험 개편 내용

1. 2005학년도 대학수학능력시험

2001년 12월 28일자로 발표된 2005학년도 대학수학능력 수리영역의 출제 범위와 기본 원칙 및 평가 모형은 다음과 같다.

<표 6> 수학 외적 문제해결 영역: 2002학년도 인문계 23번 (자연계 23번 문항과 동일) 문제

직선거리가 500m인 A지점과 B지점을 연결하는 도로를 건설하려고 했지만, 경사도가 37°여서 우회도로가 필요하였다. 그래서 그림과 같이 12°의 경사도를 유지하는 도로를 건설하기로 결정하였다. A지점에서 B지점까지 이 우회도로의 거리는 약 몇 m인가? (단, $\sin 12° = 0.2$, $\sin 37° = 0.6$ 으로 계산한다.) [3점]



① 800m ② 1000m ③ 1200m ④ 1500m ⑤ 1800m

1) 출제범위

▸ '가'형 : 수학Ⅰ+수학Ⅱ+선택과목(선택과목은 미분과 적분, 확률과 통계, 이산수학 중 택1)

▸ '나'형 : 수학Ⅰ

2) 출제기본원칙

▸ 제7차 교육과정의 수학 관련 과목 중 심화선택과목(수학Ⅰ, 수학Ⅱ, 미분과 적분, 확률과 통계, 이산수학)의 내용을 중심으로 출제함.

▸ 초등학교 1학년에서 고등학교 1학년까지 해당하는 국민공통기본교육과정 중의 수학 관련 과목의 내용은 간접적으로 출제함.

▸ 통합교과적 출제를 기본 원칙으로 함.

▸ 학생의 희망에 따라 수리영역 시험의 응시 여부를 결정함.

▸ 수리영역 시험에 응시하는 학생은 '가'형 문제지와 '나'형 문제지 중 한 종류를 택하여 시험을 치러야 함.

3) 평가모형

2005학년도 대학수학능력시험은 대학교육에 필요한 학습능력을 갖추고 있는지 평가하는 시험으로, 그 중 수리영역의 시험은 고등학교까지의 학습을 통해 습득한 수학적 개념과 원리 등에 대한 이해와 이를 적용하여 문제를 이해하고 해결하는 능력을 평가하는 시험이다. 이 시험에서는 '주어진 상황을 수학적 표현으로 바꾸어 해결하는 문제'와 '수학적 표현을 이해하고 해석하는 문제' 및 통합교과적인 문제 등을 통해 수학적 사고력을 측정하는 것을 중심으로 하며, 국민 공통 기본 교육과정에 속하는 내용은 간접적으로만 출제하도록 한다. 2005학년도 대학수학능력시험 수리영역 평가 모형의 내용은 <표 7>과 같다.

<표 7> 2005학년도 대학수학능력시험
수리영역 평가 모형(안)

'가'형	문항 수	30문항(수학 I 12, 수학 II 12, 선택 6)
	시험 시간	100분(문항 당 3.3분)
	문항 형태	5지선다형(70%), 단답형(30%)
	문항 성격	사고력 측정형
'나'형	문항 수	30문항(수학 I)
	시험 시간	100분(문항 당 3.3분)
	문항 형태	5지선다형(70%), 단답형(30%)
	문항 성격	사고력 측정형

㈜ 단답형은 정수 자리 수 4자리까지 확대함.

수리영역 시험의 평가 목표는 학생들이 대학 교육을 받는 데에 필요한 수학적 지식과 수학적 사고력을 고등학교 교육과정에 근거하여 측정하는 것을 목표로 한다.

수학적 지식은 출제범위에 속하는 과목의 내용 영역을 토대로 설정하고 수학 학습을 통하여 달성할 수 있는 사고력은 현재와 거의 마찬가지로 계산능력, 수학적 개념・원리・법칙의 이해력, 추론능력(발견적 추론능력, 연역적 추론능력), 문제해결 능력(수학 내적 문제해결 능력, 수학 외적 문제해결 능력)으로 분류하여 평가한다.

평가 영역은 평가목표에 따라 크게 내용 영역과 행동 영역으로 분류하며, 내용 영역은 출제 범위에 속하는 과목의 대단원명으로 세분하도록 하고, 행동 영역은 평가목표에서 제시된 계산, 이해, 추론, 문제해결로 세분하도록 한 후, 고등학교 교육과정에서 차지하는 비중과 이수

<표 8> 2005학년도 대학수학능력시험의 수리영역 '가'형 이원분류표 예시(안)

과목	내용 영역	행동 영역						문항수	비고
		계산	이해	추론		문제해결			
				발견적	연역적	수학 내적 관련성	수학 외적 관련성		
수학 I	지수와 로그							12 내외	
	행렬								
	수열								
	수열의 극한								
	지수・로그 함수								
	순열과 조합								
	확률								
	통계								
수학 II	분수・무리 방정식							12 내외	
	고차・분수 부등식								
	함수의 극한과 연속성								
	다항함수의 미분법								
	다항함수의 적분법								
	이차곡선								
	공간도형								
	공간좌표								
	벡터								
선택과목 (미분과 적분)	삼각함수							(6 내외)	3과목 중 택1
	함수의 극한								
	미분법								
	적분법								
선택과목 (이산수학)	선택과 배열							(6 내외)	
	그래프								
	알고리즘								
	의사결정과 최적화								
선택과목 (확률과 통계)	자료의 정리와 요약							(6 내외)	
	확률								
	확률변수와 확률분포								
	통계적 추정								
합계								30 이내	

시간 수, 문항의 난이도와 변별도를 고려하여 내용 영역 및 행동 영역별 출제 문항 수를 적절히 배분하여 출제하도록 한다. 또, 출제 범위에 속하는 교육과정의 내용 영역별로 최소 한 문항 이상 출제하여 고등학교 교육과정의 전 영역을 고르게 평가하고자 하므로 '가'형 시험의 경우 내용 영역의 항목이 21개이므로 총 문항 수는 21문항이상이 되어야 하며, 소문항을 포함하여 30문항 이하로 하도록 하고 있다.

이상의 조건에 맞추어 '가'형과 '나'형의 이원분류표를 예시하면 각각 <표 8>, <표 9>와 같다.

2. 2005학년도 대학수학능력시험의 유의사항

2005학년도 대학수학능력시험에서 수리 영역의 출제 및 시행에 따른 유의사항이 다음과 같이 제시되어 있다.

1) '가'형의 경우 수학 I, 수학II, 선택과목의 문항 수는 교육과정의 이수단위를 고려하여 배분하도록 함(수학 I : 수학II : 선택과목 = 2 : 2 : 1).

2) 5지선다형과 단답형의 비율은 문항 수 기준으로 7 : 3(제2안)으로 배분하여 출제하도록 함.

3) 서술형 주관식 문항은 채점 상의 문제로 실행하기가 쉽지 않으므로 단답형으로만 출제함.

4) '가'형에서 출제되는 수 I 문항은 '나'형에서도 가능한 한 공통 문항으로 이용하도록 하여 시험 유형별 학생 집단의 특성을 비교 분석하는 자료로 이용하도록 하고, 출제위원들의 출제 부담을 줄이도록 함.

5) 문항 배점은 다른 교과와 관련지어 차후에 정하도록 함.

6) 신설된 선택과목인 '미분과 적분', '이산수학', '확률과 통계' 사이에 난이도의 균형을 맞추도록 함.

7) 단답형 문항의 답이 숫자가 아닌 다른 기호도 표현할 수 있는 형태로 답안지를 제작하는 방안을 모색하도록 함.

3. 2005학년도 대학수학능력시험의 장점과 문제점

이상에서 살펴 본 2005학년도 대학수학능력시험 수리 영역 시행안에 대하여 예상되는 장점과 문제점을 살펴보면 다음과 같다.

▶ 장점

1) 문항 출제시 고등학교 교육과정에서 차지하는 비중과 이수 시간 수, 문항의 난이도와 변 별도를 고려하여 적절히 배분하여 출제하도록 함으로써 평가 영역별 고정된 출제 문항 수에 얽매임 없이 우수한 문항을 출제할 수 있게 하고, 난이도 조절을 쉽게 할 수 있게 하였다.

<표 9> 2005학년도 대학수학능력시험의 수리영역 '나'형 이원분류표 예시(안)

과목	내용 영역	행동 영역						문항수	비고
		계산	이해	추론		문제해결			
				발견적	연역적	수학 내적 관련성	수학 외적 관련성		
수학 I	지수와 로그							30 이내	
	행렬								
	수열								
	수열의 극한								
	지수·로그 함수								
	순열과 조합								
	확률								
	통계								
합 계								30 이내	

2) 문제의 난이도와 학생들이 문제를 해결하는 데에 걸리는 시간을 감안하여 시험 문항 수를 융통성 있게 조절할 수 있게 하였다.

3) 단답형의 비중을 30%까지 늘려서 학생들이 우연에 의하여 정답을 맞출 가능성을 낮추고 변별력을 높일 수 있으며 풀이 과정의 정확성에 신중을 기하고 정확하

<표 10 > 대학수학능력시험 수리 영역의 6차 교육과정에 따른 인문계 시험범위와 제7차 교육과정에 따른 '나'형 시험 범위 비교

교과		제6차 교육과정에 따른 인문계 시험 범위	제7차 교육과정에 따른 '나'형 시험 범위	제6차 과목명	제7차 과목명
수학	대수	집합과 명제	x	공통	10-가
		실수와 복소수	x	공통	10-가
		다항식	x	공통	10-가
		유리식과 무리식	x	공통	10-가
		방정식(2차, 3차, 4차, 연립)	x	공통	10-가
		부등식(2차, 연립)	x	공통	10-가
		행렬	행렬	수학 I	수학 I
		수열	수열	수학 I	수학 I
	해석	함수(역함수, 합성함수)	x	공통	10-나
		다항함수(2차, 3차)*	x	공통	10-나
		유리함수와 무리함수	x	공통	10-나
		삼각함수	x	공통	10-나
		지수 · 로그함수	지수 · 로그함수	공통	수학 I
		수열의 극한	수열의 극한	수학 I	수학 I
		함수의 극한	x	수학 I	수학 II
		다항함수의 미분법	x	수학 I	수학 II
		다항함수의 적분법	x	수학 I	수학 II
	기하	도형 및 도형의 성질	x	공통	10-나
		도형의 방정식(좌표, 직선, 원)	x	공통	10-나
		도형의 이동	x	공통	10-나
		부등식의 영역	x	공통	10-나
	확률과 통계	순열과 조합	순열과 조합	수학 I	수학 I
		확률	확률	수학 I	수학 I
		통계	통계	수학 I	수학 I

㈜ 7차 교육과정에서는 3차 함수 내용 삭제되었음.
위의 표에서 'x' 는 시험 범위가 아님을 뜻함

고 깊이 있게 수학을 학습하는 태도를 기를 것으로 예상된다.

4) 단답형의 정답 자리 수를 정수부분의 경우 최대 4자리까지 확대(현행 정수: 최대 2자리 소수: 2자리)함으로써 내용 영역 중 '순열과 조합'과 같이 큰 자리 숫자가 빈번하게 사용되는 단원의 문항을 단답형에서 출제할 수 있게 되고, 우연에 의해 정답을 맞출 가능성을 낮출 수 있다.

▶ 문제점

1) '가'형과 '나'형 시험의 출제 범위는 '학생의 수험부담 경감'이라는 취지에서 기존의 제6차 교육과정에 따른 출제 범위 중에서 국민 공통 기본 교육과정에 속하는 10단계까지의 수학 내용은 직접적 출제에서 제외하였다. 제7차 교육과정상의 '수학 I' 교과는 국민공통기본교육과정의 '10단계 수학'을 토대로 한 심층적인 지식이 아니라, 수학의 전체 내용 영역을 '10단계 수학'과 '수학 I'로 나누어 구성한 일부의 내용이기 때문에 '수학 I'만을 시험 범위로 할 경우 특정한 수학적 지식 영역에만 편중된 출제가 이루어지고 대학교육에서 필요로 하는 수학적 지식에 대하여 고르게 측정하기 어렵다. 즉, 제7차 교육과정상 기하 영역은 10단계와 수학 II에서만 다루므로 나형을 선택하는 수험생에게는 시험 범위에서 완전 제외되며, 10단계에서 다루는 필수적 수학 기초 지식 영역인 수와 식, 방정식과 부등식, 함수, 삼각함수 대한 이해를 측정할 수 없다(앞의 <표 10> 참조).

2) <표 11>에서 알 수 있듯이 '나'형의 시험 범위 내용으로는 국민 공통 기본 교육과정의 내용을 간접적으로

<표 11 > 10단계 수학 내용의 출제 가능 여부

10단계수학 내용	수학 I	수학 II	출제가능여부
집합	기초내용	기초내용	불가능
논리	기초내용	기초내용	불가능
실수와 복소수	기초내용	기초내용	불가능
다항식	기초내용	기초내용	불가능
유리식	무관	기초내용	불가능
무리식	무관	기초내용	불가능
방정식	기초내용	기초내용	가능
부등식	기초내용	기초내용	가능
산포도	기초내용	무관	가능
표준편차	기초내용	무관	가능
평면좌표	기초내용	기초내용	불가능
직선의 방정식	무관	기초내용	불가능
원의 방정식	무관	기초내용	불가능
도형의 이동	무관	기초내용	불가능
부등식의 영역	무관	기초내용	불가능
함수	기초내용	기초내용	불가능
유리함수	무관	무관	불가능
무리함수	무관	무관	불가능
삼각함수	무관	무관	불가능

관련지어 출제하기가 거의 불가능하며, 억지로 관련을 지어 출제할 경우 교과서 수준을 크게 뛰어 넘는 수준의 출제가 이루어질 수밖에 없으므로 학생들의 수험 준비 부담 과다와 교육과정 내의 출제 여부에 대한 논란이 초래되는 문제가 출제되기 쉽다.

3) 국민 공통 기본 교육과정의 내용을 간접적으로 관련지어 출제할 경우 내용 수준과 난이도 측면에서 높은 수준의 문제 출제의 비중이 높아지게 되므로, 학생들이 실력 차에 따라 중간집단이 적고 우수집단과 하위집단으로 양극화될 가능성이 있다.

4) '나'형에서 '수학 I'의 내용만으로 출제하고 교육과정의 한계 내에서만 출제하도록 할 경우 학생들이 각 내용의 의미를 수학의 기본 개념과 관련지어 체계적으로 깊이 있게 이해하기보다는 피상적인 수준에서 암기와 반복된 문제집 풀이 중심으로 학습할 가능성이 높다.

5) '가'형의 선택과목 사이에서 학습부담의 형평성이 고려되어 있지 않다.

6) '가'형에서 지정하고 있는 선택과목 중 '확률과 통계' 과목은 '수학 I'의 확률과 통계 영역과 내용이 거의 대부분이 일치하고, '이산수학'의 경우도 절반 정도가 '수학 I'의 순열과 조합 영역과 일치하는 반면, '미분과 적분' 과목은 6차 교육과정에서 자연계에서 다루던 초월함수의 미분과 적분 내용으로써 훨씬 내용 수준이 높고 학습량이 많다.

7) '나'형의 경우, 수학 I 의 내용 영역이 적어서 개념이나 원리가 중복되는 문제가 다수 출제될 수밖에 없으므로, 수 년 내에 새로운 출제 문항의 유형 개발에 한계가 생기고 문항의 유형이 패턴화되어 학생들이 수학적 사고력 향상을 위해 노력하기보다는 반복된 문제집 풀이 중심의 학습으로 나아갈 가능성이 있다.

8) '가'형과 '나'형의 출제 과목이 크게 차이남으로써 '가'형을 선택한 학생들의 수험 준비 부담이 매우 커지므로 각 대학의 입시정책에 따라 '가'형을 선택하는 학생들이 격감할 수 있다. 참고로 2002년 8월 28일 대학교육협의회 보도 자료를 보면, 192개 대학의 자연과학, 공학 및 의학 계열 지원자에 대하여

- '가'형 지원 요구 : 전모집단위의 경우 28개교, 일부모집단위의 경우 16개교.
- '가/나'형을 선택 허용하면서 수리 '가'형이나 과학탐구 영역 응시자를 우대 선발하는 대학 : 115개교('가'형 선택자를 우대하는 학교를 분류해 놓은 정보는 없음)
- 우대 않는 대학 : 13개교.로 되어 있다.

IV. 한국과 주요국의 대학입학 수학 시험 문제 비교

여기에서는 그 동안 대학입학 시험 출제에 오랜 전통과 축적된 경험을 갖고 있는 중국, 일본, 영국, 프랑스, 독일의 대학입학 수학 시험 문제의 특징을 우리나라의 수능 수리 영역 시험 문제와 비교하여 살펴보고자 한다.

그러나 수집한 자료의 한계로 2002년에 각 국에서 시행된 대학입학 수학 시험 문제지 일부만을 대상으로 하였으므로, 각 국의 시험 문제의 분석에는 한계가 있을 수 있다.

1. 중국

중국에서 대학에 진학하기 위해서는 먼저 1차 서류심사를 거친 후, 2차로 '통일고시'라고 하는 본고사를 치러야 한다. 이 통일고시가 대학 입학 시 가장 중요한 전형자료이며, 매년 7월 7일에서 9일 사이에 전국적으로 시행되고 있다.

통일고시의 시험과목은 필수교과와 선택교과로 나뉘는데, 수학은 필수교과에 속하며 문과용과 이과용의 2종류로 제시되고 있다. 각 계열 내에서 수학 시험지는 제 I 시험지(선다형)와 제II시험지(서답형)로 이루어져 있고, 150점 만점이며, 시험 시간은 120분이다.

중국의 수학 시험의 출제 원칙은, 대학이 학생들을 선발하는 데에 도움이 되어야 하고, 고등학교에서 교육과정 표준에 따른 교육이 이루어지도록 해야 한다는 것이다. 대학입학 시험 문항은 수학 올림피아드 문항과 다르므로, 시험 문항의 개발은 교육과정의 표준에 토대를 두어야 하고 시험의 내용은 교육과정 표준을 초월해서는 안 됨을 분명히 하고 있다(대학입시센터, 2002, p.60).

중국에서는 이 원칙에 따라 수학적 지식, 상대난이도, 수학적 능력의 3가지 요인을 고려해서 문제를 출제하고 있다.

수학적 지식은 중국의 교육과정 표준에 제시되어 있는, 고등학교에서 지도해야 할 수학적 지식의 내용과 지도요건에 근거한 것이다. 중국에서는 지도요건을 지식, 이해, 숙달, 응용이라는 4가지 수준으로 나누고 있다(대학입시센터, 2002, p.60).

> '**지식**'은 수학적 개념, 정리, 공식, 규칙 그리고 그래프에 대한 기초적인 생각을 갖고 있고, 그것들을 관련된 문제에서 인식하고 반복할 수 있는 것을 의미한다. 그것들을 기술하는 술어로는 '안다', '인식한다' 등이 있다.
>
> '**이해**'는 수학적 개념, 정리, 공식과 규칙을 이해하고, 설명하며, 추론하고 적용할 줄 아는 것을 의미한다.
>
> '**숙달**'은 훈련을 통해서 수학적 기능을 익히고 간단한 문제에 그것을 적용하는 것을 의미한다. 이것을 기술하는 술어로는 '…을 할 수 있다' 등이 있다.
>
> '**응용**'은 수학적 지식을 종합적으로 융통성 있게 사용하여 문제를 해결하고 수학적 능력을 형성할 수 있는 것을 의미한다.

시험 문항의 내용은 지도 내용을 70% 이상 포함해야 하고, 동일한 내용이 다른 문항에 들어 있어서는 안 되며, 내용의 양은 지도 시간에 비례해야 한다. 일반적으로, 대수(함수 영역 포함)가 시험의 약 65%를 차지하고 있고, 입체 기하 15%, 평면 해석 기하 20%로 구성되어 있다.

실제로, 2002년 통일고시 수학 시험의 내용 영역을 살펴보면, 문과와 이과 모두 우리나라의 공통수학 전체, 수학Ⅰ에서는 수열, 순열과 조합, 수학Ⅱ에서 복소수의 극형식, 이차곡선, 공간도형을 출제범위로 하고 있다.

인문계의 경우에는 우리나라에서는 수학Ⅰ의 내용인 행렬, 극한, 다항함수의 미분과 적분, 확률과 통계를 중국보다 더 포함하고 있고, 대신에 수학Ⅱ의 영역은 출제되지 않는다. 한편, 중국에서는 우리나라 교육과정에서는 다루지 않는 이차곡선의 이심률이 시험 내용으로 나와 있고, 복소수의 극형식을 알아야 쉽게 풀 수 있는 문제가 출제되고 있다.

자연계의 경우에는 우리나라의 시험 범위가 더 넓다고 말할 수 있다. 즉, 수학Ⅰ에서 행렬, 극한, 다항함수의 미분과 적분, 확률, 통계, 수학Ⅱ에서는 벡터, 분수방정식과 무리방정식, 고차부등식과 분수부등식, 초월함수의 미분과 적분을 중국의 이과보다 더 다루고 있다.

내용 영역의 측면에서 볼 때, 우리나라의 대단원명을 기준으로 본다면 중국은 우리보다 적은 내용 영역을 다루고 있지만, 대신에 하나의 영역 안에서 더 깊이 다루고 있다. 예를 들어, 복소수의 경우 우리나라에서는 문과의 경우 복소수의 정의와 사칙연산이 중심인 반면, 중국에서는 복소수의 극형식까지도 다루고 있고 쌍곡선의 경우 이심률을 가르치고 있으며, 함수에서 기함수와 우함수의 성질도 다루고 있다. 또한 이과의 22번(<표 18> 참고)에서 출제된 수열 문제의 경우 수열의 귀납적 정의를 우리보다 훨씬 어려운 수준에서 다루고 있다. 즉, 내용 영역을 기준으로 생각하면, 우리나라는 넓고 얕게, 중국은 좁고 깊게 가르친다고 말할 수 있다.

우리나라와 다른 또 다른 점은 중국에서는 공간도형을 매우 강조해서 다룬다는 것이다. 우리나라의 경우에 인문계에는 공간 도형이 시험 범위에 없고, 자연계의 경우 약 1문제(3.3%)가 출제되는 데 비하여 중국에서는 약 15%가 출제되고, 그것도 주로 증명과 같은 서술형으로 제시됨으로써 공간에 대한 이해를 우리나라에 비해 강조하고 있음을 알 수 있다. 다음은 2002년 공간도형에 관한 통일고시 문과 19번 문제이다.

<표 12> 중국의 2002년 통일고시 문과 19번 문제

사각뿔 P-ABCD의 밑면은 변의 길이가 a인 정사각형이고 PB⊥면ABCD이다. (Ⅰ) 면 PAD와 면 ABCD가 이루는 이면각이 60°일 때, 이 사각뿔의 부피를 구하여라. (Ⅱ) 사각뿔의 높이가 어떻게 변하든지에 관계없이 면 PAD와 면 PCD가 이루는 이면각이 언제나 90°보다 크다는 것을 증명하여라. [배점 12점]

한편, 중국의 경우 문과와 이과의 출제범위는 같지만 이과의 문제가 문과의 문제보다 난이도가 높고, 응용문

제도 더 많이 다루어지고 있다.

또, 시험 문항이나 시험 문제지의 상대난이도(D)는 만점에 대한 그것의 평균점수의 비율을 말하는 것으로, 중국에서는 출제위원들이 경험에 의해 예측한 문항별 상대난이도를 다음의 3가지로 나누고, 쉬운 문제 : 중간문제 : 어려운 문제=4 : 4 : 2의 비율로 출제한다(대학입시센터, 2002, p.61).

- 쉬운 문제(D>0.7) 학생들의 연습문제집에 있는 문항 정도로 어려운 것.
- 중간 문제($0.4 \le D \le 0.7$) 학생들의 연습문제집에 있는 문항보다 조금 더 어려운 것.
- 어려운 문제($D < 0.4$) 복잡한 문제 해결

우리나라의 경우에도 출제시 문항의 난이도를 예측하고 안배하는 작업을 하지만, 미리 비율을 정해놓고 안배하지는 않는다. 그러나 대체로 중국과 크게 차이나지는 않는다.

중국에서는 수학적 능력을 다음과 같이 분류하고 있다(대학입시센터(2002), p. 62).

① 수학적 능력은 수학적 지식과 분리된 채로 존재하는 것이 아니다. 수학적 지식을 숙달하는 것은 수학적 능력을 형성하기 위한 토대이므로, 수학적 능력에는 기본적인 수학적 지식과 기술의 능숙한 숙달이 우선 포함되어야 한다. 기본적인 수학적 지식과 기술에는 개념, 정리, 규칙, 성질, 공식, 그리고 그것들이 수반하는 수학적 사고와 방법, 주어진 흐름과 단계에 따라 계산하는 능력, 자료처리(계산기 사용 포함), 그래프와 표 만들기 등이 있다.

② 기본적인 수학적 지식과 기능 이외에, 수학 학습지도에서 주로 계발해야 하는 수학적 능력에는 다음과 같은 것이 있다.

- 사고력 : 관찰하고, 분석하며, 종합하고, 비교하고, 개념화하고, 일반화하고, 수학 문제와 자료를 탐구하고, 창조를 하는 능력, 귀납, 연역, 유추를 통해 추론하는 능력, 그리고 올바르고 잘 조직된 추론 과정을 제시하는 능력을 의미한다.
- 연산력 : 옳게 계산하는 능력, 연산 원리를 이해한 것에 기초하여 규칙에 따라 조작적 변형을 하는 능력을 의미한다.
- 공간 상상력 : 복잡한 그래프를 구성하고 있는 간단하고 기본적인 그래프를 인식하는 능력, 원소 및 원소들 사이의 관계를 결정하는 능력, 그리고 주어진 조건에 맞게 간단한 공간 그래프를 그리는 능력을 의미한다.
- 문제를 분석하고 해결하는 능력 : 주어진 자료에 있는 진술을 읽고 이해하는 능력, 수학적 언어로 그 관계를 제시하는 능력, 그리고 관련된 수학적 지식과 사고를 사용하여 문제(실생활 문제 포함)를 해결하는 능력

중국에서 말하는 수학적 능력은 우리나라의 그것과 매우 유사함을 알 수 있다. 첫 번째 사고력이라는 부분은 우리나라에서는 추론 능력으로 표현하는 부분이고, 연산력은 계산력, 문제를 분석하고 해결하는 능력은 문제해결력에 해당하는 부분이다. 다음은 중국의 계산력과 실생활 관련 응용문제를 묻는 문제의 예로, 우리나라의 계산 영역 및 수학 외적 문제해결 영역의 문제와 매우 유사함을 알 수 있다.

<표 13> 중국의 2002년 통일고시
문과 2번(이과 2번) 문제

복소수 $\left(\frac{1}{2}+\frac{\sqrt{3}}{2}i\right)^3$ 의 값은?

(A) $-i$ (B) i (C) -1 (D) 1

[배점 5점]

<표 14> 중국의 2002년 통일고시
이과용 12번 문제

2002년 3월 5일 9기인대 5차 회의 <정부사업보고>에 따르면, <2001년 국내생산총액은 95933억원에 도달함으로써 그 전에 비하여 7.3% 늘어났다.> 만일 <2001년 - 2005년> 동안에 국내생산총액이 매년 금년의 성장률만큼 늘어난다면 2005년 말의 총생산액은 약 얼마인가?

(A) 115000억원 (B) 120000억원
(C) 127000억원 (D) 135000억원

우리나라와 다른 점은 수학적 능력에 공간 상상력이라

는 항목이 들어 있는 부분이다. 우리나라의 경우에는 공간에 대한 능력을 별도로 묻는 문항은 없고, 다른 사고력의 영역 안에서 다루고 있다.

한편, 중국에서는 수학적 능력 외에 수학적 지식을 매우 강조하고 있다. 위의 인용문에서도 말하고 있듯이 수학적 지식을 수학적 능력의 토대로 보고 있으며, 실제로 2002년에 출제된 통일고시 문제들을 보면, 교과서에서 배운 수학적 지식을 직접 묻는 문제가 많이 들어 있다. 다음 문제도 그러한 예이다.

<표 15> 중국의 2002년 통일고시
문과 3번(이과 3번) 문제

부등식 $(1+x)(1-|x|)>0$의 해집합은?
(A) $\{x\,|\,0\leq x<1\}$ (B) $\{x\,|\,x<0,\ x\neq 1\}$
(C) $\{x\,|\,-1<x<1\}$ (D) $\{x\,|\,x<1,\ x\neq 1\}$
[배점 5점]

중국의 선택형과 단답형 문제들은 거의 수학적 지식을 묻는 문제이며, 서술형 문항의 경우에도 소문항의 첫 번째 항목은 거의 관련된 수학적 지식을 알고 있는지를 묻는 문항이다. 이러한 유형의 문항은 우리나라의 1993년 이전의 대학입학 학력고사 문제 유형과 같은 것이다. 그 당시 이러한 수학적 지식을 묻는 문제들에 대한 비판의 주된 요점은 학생들이 수학적 개념이나 원리, 법칙을 이해하지 않고, 문제의 유형을 암기하는 맹목적이고 기계적인 학습을 한다는 것으로, 이 문제 때문에 암기된 지식을 묻는 문제가 아니라 사고력을 측정하는 형태로 시험이 바뀌게 되었고, 그것이 현재의 수능이다.

마지막으로, 중국의 문항 형식을 살펴보면, 중국에서는 문제를 빈 칸 채우기(단답형), 선택형, 간단한 문제해결, 복잡한 문제해결의 4가지 형태로 출제하고 있다.

다음의 <표 16>은 2002년 중국 대학입학 수학시험 문제지의 문항 유형과 형식을 보여주고 있다(대학입시센터, 2002, p.58).

중국의 경우, 시험 문항의 개수는 총 22문항이고 소문항을 낱낱으로 세면 27문항이다. 22문항 중에서 4지 선다형 문항이 12문항이고 배점은 60점(40%)을 차지하고 있다. 단답형 문항이라고 할 수 있는 빈칸 채우기 형태의 문제는 모두 4문항이고 총배점은 16점(10.7%)이며, 풀이과정을 쓰거나 증명 또는 설명을 해야 하는 서술형 문항은 총 6문항이고 배점은 74점(49.3%)을 차지하고 있다. 즉, 전체 시험에서 서술형 문항이 거의 절반을 차지

<표 16> 중국의 2002년 대학입학 수학시험 문제지 문항유형과 문항형식 및 배점

문항유형	문항형식	문항의 개수		문항별 배점		문항 형식별 배점		총점	
		A	B	A	B	A	B	A	B
객관식	빈칸채우기 (단답형)	4	12	4	4	16	48	76	64
	선택형	12	4	5	4	60	16		
주관식 (서술형)	간단한 문제해결	2	2	12	12	24	24	74	86
	복잡한 문제해결	4	4	12	14	50	62		
				12	14				
				12	16				
				14	18				
합 계		22	22			150	150	150	150

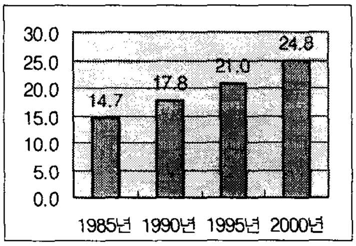
㈜ A는 전국 수학시험의 경우이고, B는 상하이 수학시험의 경우임.

하고 있음을 볼 수 있다.

선택형의 문항은 4지선다형이고, 빈칸 채우기 형은 단답형 문항으로 한 문제에 하나의 답안을 적는 경우도 있고, 아래와 같이 두 개의 답안을 적는 경우도 있다.

<표 17> 중국의 2002년 통일고시 문과 13번 문제

2002년 3월 12일 신화통신사의 소식에 따르면 1985년부터 2000년 사이에 우리 나라 농촌 인구당 평균거주면적은 그림에서 제시하는 바와 같다. 그 가운데서 ______ 년부터 ______ 년까지 5년 사이의 증가가 제일 빠르다.



중국의 수학 시험 문항과 우리나라 수리 영역 시험 문항의 가장 큰 차이점은 서술형 문항이라고 볼 수 있다. 중국의 경우 서술형 문항은 6문항이지만, 배점은 전국 시험의 경우 전체의 절반을 차지하고 있고, 교육개혁 도시인 상하이에서는 약 57%가 출제되고 있다는 점에서 중국 수학 시험의 핵심은 서술형 문항에 있다고 할 수 있다. 특히 상하이의 경우에는 객관식 중에서도 선택형은 4문제만 출제하고 12문제가 단답형으로 출제되고 있다.

즉, 중국에서는 선다형이나 단답형 문항에서는 기본적인 지식을 중심으로 묻고 있고, 대신에 서술형 문항에서 쉽게 해결할 수 있는 문제부터 점진적으로 높은 수준의 사고를 요하는 문제로 나아감으로써 학생들의 수학적 사고 과정이 잘 드러나게 하고, 문제를 풀면서 자신의 생각을 점진적으로 논리적으로 펼쳐가도록 유도하고 있다. 이러한 점은 우리나라의 수능과 좋은 대조를 이루고 있다.

중국의 경우 선택형은 배점기준으로 전국 시험이 40%, 상하이 시험이 약 10%를 출제하는 반면, 우리나라는 선택형이 80%를 차지하고 나머지 20%는 단답형이며, 서술형 문제는 출제되지 않고 있다.

중국에서는 서술형 문항에서 간단한 문제해결 문제(2문항)와 복잡한 문제해결 문제(4문항)를 출제하고 있으며, 복잡한 문제해결 문제 중에 반드시 증명 문제를 포함하고 있다.

특히 다음의 이과 22번 문제(<표 18> 참조)는 수열의 귀납적 정의와 수학적 귀납법을 결합시켜서, 수학적 사고의 과정이 귀납, 유추, 추측을 통하여 먼저 그 결과를 발견하고, 그 결과를 엄밀하게 증명하는 것임을 문제의 소단계를 통해 잘 보여주고 있어, 수학적 사고의 본질적인 부분을 잘 드러내고 있다.

<표 18> 중국의 통일시험 이과 22번 문제

수열 $\{a_n\}$은 다음을 만족시킨다.

$$a_{n+1} = a_n^2 - na_n + 1, \quad n = 1, 2, 3, \cdots$$

(Ⅰ) $a_1 = 2$일 때, a_2, a_3, a_4를 구하고 이로부터 일반항 a_n의 공식을 추측하여 구하여라.

(Ⅱ) $a_1 \geq 3$일 때 모든 $n \geq 1$에 대하여

(ⅰ) $a_n \geq n+2$임을 증명하여라.

(ⅱ) 다음 부등식을 증명하여라.

$$\frac{1}{1+a_1} + \frac{1}{1+a_2} + \cdots + \frac{1}{1+a_n} \leq \frac{1}{2}$$

[배점 14점]

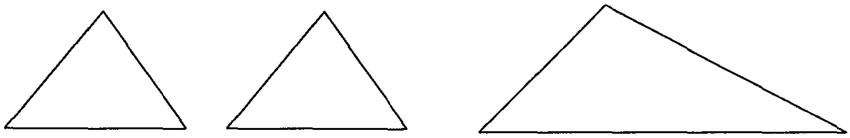
우리나라의 경우에는 객관식 문제 출제의 한계로 인해, 발견적 추론과 증명 영역을 분리하여 묻고 있고, 증명의 경우도 학생들이 직접 증명하는 것이 아니라 서술되어 있는 증명의 빈칸을 채우는 형식이라서 진정한 의미의 증명 문제는 아니라고 할 수 있다. 그러나 아래의 문제와 같이 출제할 경우, 학생들은 발견적 추론과 연역적 추론이 수학에서 하는 역할을 명확히 인식할 수 있고, 특히 수학적 귀납법의 학습 가치를 잘 알 수 있으며, 학생들이 단순히 문제에 대한 답을 구하는 데에만 초점을 맞추기보다는 사고과정의 체계성과 논리적 사고의 중요성을 직접 깨달음으로써 수학의 학습이 사고훈련의 과정임을 분명히 알 수 있게 한다는 점에서 우수한 문제라고 생각된다.

<표 19> 중국의 2002년 통일고시 문과 22번(배점 12점, 부가 문제 4점) 문제

(Ⅰ) 정삼각형 모양의 똑같은 종이([그림 1], [그림 2] 참조)가 두 장 있다. 그 중 한 장은 잘라서 정삼각뿔 모형을 만들고, 다른 한 장은 잘라서 정삼각기둥 모형을 만들려고 한다. 이때, 두 입체의 겉넓이는 처음의 정삼각형의 넓이와 같아야 한다. 이것을 만드는 방법 한 가지를 설계해서 [그림 1]과 [그림 2]에 점선으로 표시한 다음, 그 방법을 간단명료하게 설명하여라.

(Ⅱ) 자신이 만든 정삼각뿔과 정삼각기둥의 부피를 비교하여라.

(Ⅲ) (이 문제는 부가 문제로, 정확히 답을 하면 4점을 더 주지만, 전체 총점 150점은 넘지 않는다.)
만일 임의의 삼각형 모양의 종이가 한 장 주어졌을 때([그림 3] 참조), 이 종이를 잘라서 직삼각기둥 모형을 만들되, 그것의 겉넓이는 처음의 삼각형의 넓이와 같도록 만든다. 이렇게 만드는 방법 한 가지를 설계해서 [그림 3]에 점선으로 표시한 다음 그 방법을 간단명료하게 설명하여라.



[그림 1] [그림 2] [그림 3]

또한 위의 문과 22번(<표 19> 참조)을 보면, 엄밀한 수학적 증명이나 문제 풀이절차를 서술하는 것이 아니라 자신의 방법을 설명하도록 요구하는 문항을 출제하고 있으며, 또 정규문제에 관계없이 부가문제를 출제하여 학생들이 더 어려운 문제에 도전하여 보너스 점수를 얻을 기회를 제공함으로써 학생들이 보다 어려운 문제에 도전하도록 유도하고 있는 점이 인상적이다.

이상으로부터 중국에서는 서술형 문항을 통해 학생들이 최종 정답에만 관심을 갖는 것이 아니라 문제를 푸는 동안의 자신의 사고과정에 주목하게 하고 그것을 논리적, 체계적으로 표현하는 훈련을 통해 수학적 사고를 경험하도록 하는 데에 힘쓰고 있음을 알 수 있다.

2. 일본

일본에서는 국공립대학과 일부 사립대학은 대학입시센터 시험 성적과 각 대학에서 실시하는 2차 대학별 시험 성적을 가지고 입학생을 선발하고, 대부분의 사립대학과 전문대학은 대학의 재량으로 입학생을 선발하고 있다.

대학입시센터 시험의 이용 교과와 과목 수는 각 대학

<표 20> 일본의 2002년도 대학입시센터시험 수학 교과의 과목, 시험시간, 배점

교과	과목	시간(배점)	출제 방법	과목 선택 방법
수학	o 수학Ⅰ o 수학Ⅰ·수학A	60분 (100점)	o 수학Ⅰ·수학A는 수학Ⅰ과 수학A를 종합 출제한 것 o 수학A에서는 수와 식, 평면기하, 수열, 계산과 컴퓨터 중 수와 식을 포함 2항목을 선택한다.	2과목 중 1과목 선택
	o 수학Ⅱ o 수학Ⅱ·수학B o 공업수리 o 부기 o 정보관계 기초	60분 (100점)	o 수학Ⅱ·수학B는 수학Ⅱ와 수학B를 종합 출제한 것 o 수학B에서 벡터, 복소수와 복소평면, 확률분포, 산법과 컴퓨터 중에서 2항목을 선택한다.	5과목 중 1과목 선택

이 임의로 선택할 수 있는데, 대학입시센터 시험을 이용하는 국공립대학과 사립대학의 이용 교과는 외국어, 지리 역사, 수학, 국어, 이과, 공민의 5교과가 가장 일반적이다. 그 중에서 수학 교과의 출제 과목, 시험시간, 배점, 등을 알아보면 앞의 <표 20>과 같다(김주훈(2001), p. 25).

일본의 경우 희망자를 대상으로 수학을 수학 I 과 수학 II로 나누어 각각 60분씩, 합계 120분간 200점 만점으로 시험을 치르고 있다.

일본은 중국이나 우리나라와 달리 희망하는 학생들만 수학 시험을 치르게 하고 있으며, 시험 과목을 여러 형태로 분류하여 각자의 필요에 맞게 한 과목이나 두 과목을 시험 치르게 하고 있다. 이는 우리나라의 경우 계열마다 시험범위의 차이가 많이 있음에도 불구하고 같은 시간, 같은 문항 수, 같은 배점으로 시험 치르는 것과 다른 점이다.

일본의 과목별 시험범위는 수학 I 의 경우, 이차함수, 삼각비, 개수의 처리(집합, 순열과 조합), 확률이고, 수학A의 경우 수와 식, 수열, 평면기하, 계산과 컴퓨터로 되어 있다. 이때, 수학 I 의 시험에서는 모든 내용 영역에서 대 주제별로 큰 문제가 1문제 출제되고 그 안에서 중간 문제가 출제되며, 중간 문제 안에서도 필요에 따라 작은 문제가 부분적으로 출제되고 있다. 수학 I 의 경우 수험생은 출제된 모든 문제를 필수적으로 풀어야 한다. 반면, 수학A의 문제는 수와 식에서 출제된 큰 문제만 필수이고, 나머지 내용 영역에서는 한 영역만 선택해서 그 영역의 큰 문제를 풀면 된다.

한편, 수학 II의 시험범위는 도형과 방정식, 삼각함수, 지수함수 · 로그함수, 미분법, 적분법이고, 수학B의 범위는 벡터, 복소수와 복소수평면, 확률분포, 산법과 컴퓨터로 되어 있다. 수학 II 시험의 출제는 수학 I 과 마찬가지로 대 주제별로 큰 문제가 1 문제 출제되고 그 안에 중간 문제, 작은 문제가 포함되어 있으며, 모든 문제가 필수적으로 풀어야 하는 문제이다. 반면, 수학B의 경우에는 4개의 대 주제 중에서 2개를 선택하여 그 주제 영역의 큰 문제를 풀면 된다. 즉, 일본에서는 수학 I 과 수학 II는 모든 문제가 필수이지만, 수학A와 수학B에서는 각각 2 주제만 풀면 되도록 하여 학생들의 수험 부담을 줄여주고 있다.

일본의 경우, 대학마다 수학을 반영하는 과목이 다르므로 우리나라의 인문계나 자연계와 직접 비교하기 어렵다. 일본의 신주대학 경제학과의 경우를 보면, 수학 I · 수학A와 수학 II의 점수를 요구하고 있다. 이 범위를 우리나라의 인문계와 비교하면, 우리나라에서는 시험범위가 아닌 수학 II의 삼각함수의 합성이 포함되어 있고, 대신에 우리나라에서 시험범위에 속하는 행렬이 일본에서는 시험범위에 속하지 않는다. 일본에서는 행렬을 수학C에서 다루기 때문에 대학별 고사에서만 치르게 된다. 또한 우리나라에서는 이차곡선에 대한 내용을 자연계에서 다루고 있으나 일본에서는 이 내용 역시 대학별 고사에서만 시험을 치르고 있다.

한편, 동경공업대학 이학부의 경우는 수학 I · 수학A와 수학 II · 수학B의 점수를 요구하고 있다. 이것을 우리나라의 자연계와 비교해 보면, 일본에서는 행렬, 초월함수의 미분과 적분이 빠져 있고, 대신에 우리나라에는 컴퓨터와 관련된 프로그래밍과 알고리즘에 대한 단원이 빠져 있다.

<표 21> 일본의 2002년도 대학입시센터시험 수학 I 제2문제 (배점 30점)
(수학 I .수학A의 제2문제와 유사)

반지름이 R인 원에 내접하는 사각형 ABCD가 $AB=\sqrt{3}-1$, $BC=\sqrt{3}+1$, $\cos\angle ABC=-\frac{1}{4}$ 을 만족하고, △ACD의 면적은 △ABC의 면적의 3배라고 한다. 이때, $AC=[①]$ $\sin\angle ABC=\frac{\sqrt{[②③]}}{4}$, $R=\frac{[④]\sqrt{[⑤⑥]}}{[⑦]}$ 이다. 또, △ACD의 면적은 $\frac{[⑧]\sqrt{[⑨⑩]}}{4}$ $AD\times CD=[㉠]$ $AD^2+CD^2-[㉡㉢]$ 가 된다. 따라서, 사각형 ABCD의 둘레의 길이는 $[㉣]\sqrt{[㉤]}+2\sqrt{3}$ 이다.

우리나라의 수능 수리 영역 시험과 일본의 대학입시센터 시험만 비교해 본다면, 일본은 단원을 선택해서 시험을 치를 수 있다는 점에서 우리보다 시험범위가 적다고 할 수 있다. 그러나 간과해서는 안 될 것은, 일본은 이 시험 외에 대학에서 대학별 시험을 별도로 치르고 있으며, 그 경우에는 수학Ⅲ과 수학C도 포함되기 때문에 대학입학시험을 위한 학습량이 결코 우리나라보다 적지 않으며, 그 경우 우리나라보다 더 많은 학습량을 요구하고 있다고 할 수 있다.

다음의 <표 21>, <표 22>는 일본의 2002년 수학Ⅰ과 수학Ⅰ·수학A에서 공통으로 출제된 제1문제와 제2문제이다. 이 문제에서 볼 수 있듯이, 일본의 대학입시센터 시험은 내용 영역의 대 주제별로 큰 문항을 설정하고 그 안에서 작은 문제를 여러 개 출제하는데 중학교 수준의

<표 22> 일본의 2002년도 대학입시센터시험 수학Ⅰ 제1문제 (배점 40)
(수학Ⅰ·수학A의 제1문제와 동일)

[1] a를 정수라 하고, 2차 함수 $y=-4x^2+4(a-1)x-a^2$ 의 그래프를 C라고 한다.

(1) C가 점 (1, -4)를 지날 때, $a=$[①]이다.

(2) C의 꼭지점의 좌표는 $\left(\frac{a-1}{[②]},\ [③④]a+[⑤]\right)$ 이다.

(3) $a>1$라고 하자. x가 $-1\le x\le 1$의 범위에 있을 때,
이 2차 함수의 최대값과 최소값을 조사해 보자. 최대값은
$1<a\le$[⑥]이면 $-2a+$[⑦]
$a>$[⑥]이면 $-a^2+4a-$[⑧] 이다.
또, 최소값은 $-a^2-$[⑨]a 이다.
최대값과 최소값의 차가 12가 되는 것은
$a=-1+$[⑩]$\sqrt{[㉠]}$ 일 때이다.

[2] 두 개의 상자 A, B가 있다.
A의 상자에는 다음과 같은 6장의 카드가 들어 있다.
0의 숫자가 씌어진 카드가 1장
1의 숫자가 씌어진 카드가 2장
2의 숫자가 씌어진 카드가 3장
B의 상자에는 다음과 같은 7장의 카드가 들어 있다.
0의 숫자가 씌어진 카드가 4장
1의 숫자가 씌어진 카드가 1장
2의 숫자가 씌어진 카드가 2장
A의 상자에서 1장, B의 상자에서 2장, 합해서 3장의 카드를 꺼낸다.

(1) 3장의 카드에 씌어진 수가 모두 0일 확률은 $\frac{[㉡]}{[㉢㉣]}$ 이다.

(2) 3장의 카드에 씌어진 수의 곱이 4일 확률은 $\frac{[㉤]}{[㉥㉦]}$ 이다.

(3) 3장의 카드에 씌어진 수의 곱이 0일 확률은 $\frac{[㉦]}{[㉧㉨]}$ 이다.

(4) 3장의 카드에 씌어진 수의 곱의 기대값은 $\frac{[㉩]}{[㉪㉫]}$ 이다.

아주 기초적인 문제부터 마지막의 어려운 문제해결 문제까지 점진적으로 수준을 높여가면서 출제하고 있으며, 마지막 문제를 푸는데 필요한 앞 단계의 풀이 과정을 작은 소문제로 하여 앞쪽에 배치하고 있다. 한편, 제2문제는 소 문제를 설정하지 않고, 문제의 풀이 과정을 보여주면서 중간 중간에 빈칸을 채워 가는 형태로 제시하고 있다. 이는 수학 시험을 객관식 시험의 장점인 채점의 편리성과 객관성, 서술형 시험의 장점인 풀이 과정을 기술하는 것을 모두 살리기 위하여, 서술형 문제 풀이를 풀어놓고 10지선다형의 객관식 문항으로 만들었다고 볼 수 있다.

일본 문제의 수준은 아주 쉬운 기초적인 문제부터 우리나라의 수학 내적 문제해결 문제 수준에 속하는 문제까지 고르게 분포되어 있으나 전반적으로 교과서에 충실한 문항으로서 어렵지는 않다. 이는 이 시험이 일종의 예비고사이기 때문인 것으로 보인다. 실제로 일본에서는 수학 시험의 정답률이 60% 정도가 되도록 출제한다고 한다. 또한, 일본에서는 중국이나 한국과 달리 수학 내적인 문제만 출제하고 수학 외적인 관련성을 보여주는 문제는 다루지 않고 있다.

서술형 문항의 장점을 일부 채용하기 위해 문제 풀이 과정을 기술하고 중간에 빈 칸을 채우는 형식으로 제시된 문항은, 학생들이 풀이에 접근하기는 쉽지만, 학생들의 자유로운 풀이와 사고 과정을 전개할 수 있는 기회를 제한하고 있다는 한계를 가진다.

3. 영국

영국에서 대학진학과 관련된 시험으로는 GCSE 시험과 A-level/ As-level GCE 시험이 있다.

GCSE(General Certificate of Secondary Education)는 의무 교육 기간이 끝나는 만 16세에 치르는 시험으로, 일종의 중등학교 졸업 자격시험이다. 이 시험은 전기 중등교육까지의 학생들의 성취도를 평가하여 그 도달 수준을 증명해 주는 것으로, 시험 결과는 후기 중등교육기관 진학이나 대학 입학 시, 그리고 취직 시에 중요한 참고자료가 된다.

GCSE 시험은 핵심교육내용을 토대로 개발된 과목별 시험으로, 수험생은 5-10과목 정도를 선택하여 응시한다. 시험은 대부분 서술형 문항으로, 고등사고력을 측정하며, 과목별로 2-3시간 또는 5-6시간 동안 측정한다. 시험 시기는 대학 지원이 끝나고 후기 중등학교 교육과정이 모두 끝나는 6-7월경에 시행한다.

GCSE 시험 결과는 등급으로 주어지는데, 등급은 A부터 G까지 7등급이고, 등급의 결정은 시험 결과뿐만 아니라 평소의 실력(특히 말하기, 실험 능력 등 제한된 시간의 지필 검사로 평가하기 어려운 영역)에 대한 교사의 내신 성적도 함께 고려되어 정해진다.

의무 교육 단계인 전기 중등교육을 끝내면서 GCSE시험을 치른 학생들 중 약 60% 정도는 후기 중등교육기관으로 진학을 하고 나머지 40% 정도의 학생들은 취업하게 된다.

영국의 GCSE 수학 시험 문제는 6 수준으로 나누어 제공된다.

기초단계 문제지1, 기초단계 문제지2
중급단계 문제지1, 중급단계 문제지2
상급단계 문제지1, 상급단계 문제지2

학생들은 자신의 능력에 맞는 시험지를 선택하여 시험을 치르게 된다. 그러나 시험지마다 받을 수 있는 최고 등급은 정해져 있어서, 대학 진학을 위한 6형식 학교에 들어가기 위해서는 수준이 높은 문제를 풀어 높은 등급을 받는 것이 유리하다.

기초단계의 문제지는 각각 22문제를 1시간 30분 동안 치르게 되어 있고, 중급과 상급단계 문제지들은 각각 2시간 동안 시험을 치르게 되어 있다. 각 단계별 문제지는 같은 내용의 문제들을 수준별로 제시하고 있다.

기초단계의 문제는 우리나라 초등학교와 중학교 1학년 수준의 수학적 지식을 바탕으로 하고 있고, 중급 문제는 중학교 수준이라고 할 수 있고, 상급 문제는 중학교 수준의 지식이 주류를 차지하고 있지만, 일부 영역은 고등학교 공통수학, 수학Ⅰ, 수학Ⅱ의 내용도 나타나고 있다. 공통수학에 해당하는 내용으로는 삼각함수, 유리수지수, 함수의 그래프의 이동 등이고, 수학Ⅰ에 해당하는 것은 확률과 표본추출에 대한 것이며, 수학Ⅱ에 해당하는 것은 분수방정식 풀이에 대한 것이다.

그 외에는 우리나라 고등학교 1학년 이하의 수준이라고 할 수 있다.

GCSE 시험의 가장 큰 특징은 모든 문제가 서술형으

로 되어 있고, 기초부터 아주 철저히 모든 영역의 수학적 지식을 확인하고 있다. 심지어, 정삼각형, 평행사변형, 오각형을 그려놓고 도형의 이름을 쓰도록 하는 문제도 있고, 직선과 직선 밖의 한 점을 주고, 그 점을 지나면서 평행인 직선, 수직인 직선을 직접 그려보게 하거나 자로 직접 재어 보거나 해당하는 길이를 자를 이용하여 직접 그려 나타내게 하는 등 모든 수학적 활동을 빠짐없이 확인하고 있다.

문제지1에서는 모두 계산기 사용을 금지하고 문제지2에서는 모두 계산기 사용을 허용하고 있다. 그래서 문제지2에서는 응용문제가 많이 다루어지고 있다.

내용 영역을 우리나라와 비교해 보면, 우리나라의 집합과 명제, 복소수, 3차식의 인수분해, 역함수와 합성, 로그함수 등의 단원은 다루지 않고 있다.

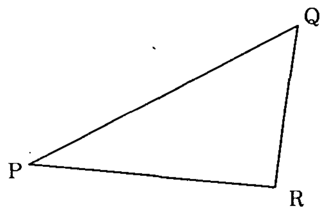
다음의 두 문제는 2003학년도 GCSE 상급 단계 문제지1에 있는 문제이다.

<표 23> 영국의 2003학년도
GCSE 상급단계 1의 6번 문제

다음 연립방정식을 대수적인 방법(그래프를 이용하지 말 것)으로 푸시오. 풀이 과정을 자세히 쓰시오.

$$6x+y=37$$
$$2x+2y=19$$

<표 24> 영국의 2003학년도
GCSE 상급단계 1의 15번 문제



위의 삼각형 PQR에서, PQ의 수직이등분선과 QR의 수직이등분선을 그려라. 두 수직이등분선이 만나는 곳의 점을 O라고 하자. 중심이 O이고, 반지름이 OP인 원을 그려보아라. 이 원은 틀림없이 점 P, Q, R을 지날 것이다. 이런 결과가 나오는 이유를 설명하여라.

위의 6번이나 15번 문제의 경우 학교에서 학습한 수학적인 기초 지식을 확인하는 문제로, GCSE시험이 본래 중등학교 졸업자격시험이기 때문에 출제될 수 있는 문제라고 생각된다. 이 외에도 GCSE 시험에서는, 식을 다른 변수에 대하여 정리하는 문제, 일차방정식이나 일차부등식을 푸는 문제, 삼각함수의 그래프를 직접 그리게 하거나, 9^x이 0과 1 사이에 있는 유리수가 되는 되게 하는 x를 구하게 하거나 $x^{\frac{2}{3}}$이 유리수가 되게 하는 x를 구해보게 하는 등, 지수의 성질을 생각해 보도록 자극하는 문제(상급문제1 17번)가 제시되고 있다. 표본추출을 직접 해보게 하거나 각 집단에서 뽑아야 할 표본의 수를 결정하게 하는 연습(상급문제1의 19번), 주어진 함수의 그래프의 확대, 축소, 대칭, 평행 이동한 그래프를 직접 그려보게 하는 문제도 있다(상급문제1의 21번).

상급 문제지1은 순수 수학적인 문제가 중심인 반면, 문제지2는 주로 응용문제가 주어지고, 계산기 사용이 가능하기 때문에 복잡한 수의 계산도 요구하고 있다. 즉, 소수 둘째 자리 주어진 수를 제곱하고 더하는 일을 하기도 해야 하며, 주어진 삼차방정식에 대하여, 시행착오 방법을 이용해서 소수 첫째자리에서 반올림한 해를 구하라고 하는 방정식의 근사해법과 같은 우리나라에서는 볼 수 없는 문제도 있다.

영국에서 대학에 진학하기 위해서는 2-3 과목의 GCE A-LEVEL (General Certificate of Education Advanced Level) 시험을 치러야 한다. 이 시험은 6형식 학교(Sixth Form College)에서 2-3년간 공부한 후에 치르게 된다. 6형식 학교에 입학하기 위해서는 중등학교 졸업자격시험인 GCSE에서 우수한 성적을 거두어야 한다. 이 학교에서는 보통 한 학생이 GCE-A Level 시험 과목 중 3과목을 각 과목당 일주일에 7시간씩 공부하게 된다. 여기서 시험 과목의 선택은 학생이 진학하고자 하는 대학의 학과에서 요구하는 과목에 따르며, 이 과정의 수준은 한국 대학의 1학년 수준에 해당한다.

예를 들어, 수학과 심화수학(Further Mathematics) 과목을 선택한 학생의 경우, AS-Level의 GCE를 치를 학생들은 순수수학(6개 모듈)과 물리학(5개 모듈), 통계학(3개 모듈)의 총 14개 모듈 중에서 3개 모듈을 선택해서 공부해야 하고, A-Level GCE 시험을 치를 학생들은 14

개 중에서 6개의 모듈을 공부해야 한다.

GCE-A Level 시험문제는 주관식 문제가 큰 비중을 차지하며 과목별 시험시간은 짧게는 2-3시간에서 5-6시간이며, 학생의 이해도를 철저하게 평가한다. A-Level의 대안으로 근래에 이르러 응시자 수가 늘어나고, 또 점점 많은 대학의 환영을 받고 있는 시험으로 GCE AS-Level(Advanced Supplementary Level) 시험이 있다. 이 시험은 1990년 처음으로 시행되었으며, 학생들이 공부할 내용의 수준은 A-Level과 같으나 그 범위를 A-Level의 절반으로 줄임으로써 한 과목을 공부하던 노력으로 두 과목을 공부할 수 있도록 하고 있다.

2-3년간의 후기 중등교육을 끝낸 학생들은 학위 과정의 대학에 진학한다. 대학의 입학시험에는 GCSE 시험 등급, GCE A-Level 또는 AS-Level 시험 등급, 내신 점수, 학교장 추천서, 담임교사 의견서 및 소개서, 그리고 면접 결과 등이 전형의 자료로 사용된다.

다음의 <표 26>부터 <표 31>까지는 영국 GCE A/AS Level 수학에서 치르는 시험의 모듈과 각 모듈에 속하는 내용 범위를 보여주고 있다. 영국에서 대학에 진학하기 위해서는 일반적으로 GCE A/AS Level의 성적이 더 중요한 역할을 한다고 한다. GCE A/AS Level 수학 시험의 내용 수준은 우리나라의 자연계 수학의 범위와 상당히 많이 일치하지만 arcsin, arccos, arctan, 수치적분, 다변수 미분방정식 등은 우리나라 고등학교 수학의 수준을 넘어서는 내용이고, GCE A/AS Level 심화수학의 수준도 상당히 많은 내용이 우리나라의 교육과정의 수준을 넘어서는 것으로 대학 1학년 수준의 수학이라고 할 수 있다.

다음은 GCE A-Level 수학문제의 한 예이다(대학입시센터, 2002, p. 74).

<표 25> 영국 GCE A-Level 수학문제 사례

복소수 z가 방정식 $\lvert z\rvert=\lvert z+2\rvert$를 만족하면 z의 실수부분이 -1임을 보여라. 또, 복소수 z는 또한 방정식 $\lvert z\rvert=2$를 만족한다. 좌표평면에 두 자취의 개형을 그리고, 두 방정식을 모두 만족하는 z의 허수부분으로 가능한 두 값을 구하여라. 이 때, 그에 대응하는 $\arg z$의 두 값을 써라. z의 가능한 두 값을 z_1과 z_2라고 하자. 여기서 $\mathrm{Im}\, z_1 > \mathrm{Im}\, z_2$이다. (i) z_1과 z_2를 두 근으로 하는 이차방정식을 $az^2+bz+c=0$의 형태로 써라. 단, 여기서 계수 a, b, c는 실수이다. (ii) z_1의 제곱근을 $x+iy$꼴로 답하여라.

이 문제는 전형적인 서술형 문제 유형의 하나로 주어진 조건을 만족하는 복소수 z에 대하여 다각도에서 묻고 있다. 이와 같은 종합형의 문제는 앞의 GCSE 문제에서 볼 수 있었듯이 복소수와 관련된 철저한 이해를 확인하려는 영국 문제의 전형적인 특징으로 보인다.

이상에서 알 수 있는 것은 영국의 시험 문항은 교육과정 또는 교과서의 지도 내용에 충실하고, 학생들의 수준을 교육과정의 수준에서 철저하게 종합적으로 확인하려는 특성을 가진 것으로 생각된다.

<표 26> 영국 GCE A/AS Level 모듈 P1 : 순수수학1

대 영역	내 용	한국의 관련과목
대수와 함수	1. 모든 유리수 지수에 대한 지수법칙 2. 무리수의 사용과 연산 3. 이차함수와 그 그래프 판별식, 완전제곱하기, 이차방정식의 풀이 4. 연립방정식 : 예를 들어, 일차방정식과 이차방정식의 대입에 의한 해석적 풀이 5. 일차 및 이차 부등식의 풀이 6. 전개와 동류항 정리, 인수분해를 포함하는 다항식의 대수적 조작 인수 정리의 사용 인수분해, 소거, 대수적 나눗셈을 포함하여 유리식을 간단히 하기 7. 함수의 그래프 방정식의 대수적 해결에 대한 기하학적 해석 함수 그래프의 교점을 이용하여 방정식 풀기 8. $y=f(x)$의 그래프를 $y=af(x)$, $y=f(x)+a$, $y=f(x+a)$, $y=f(ax)$로의 간단한 변환한 결과 및 이런 변환의 결합에 대한 지식	수학 10
수열과 급수	9. 수열, 일반항이 주어진 수열도 포함 10. Σ 기호의 사용 11. 등차급수, 처음 n개 항의 합에 대한 공식 포함 12. 유한한 등비급수의 합, 수렴하는 등비급수의 무한대까지의 합	수학 I
삼각함수	13. 호도법, 호의 길이, 부채꼴의 넓이 14. 사인, 코사인, 탄젠트 함수. 그 그래프, 대칭성, 주기성 15. 주어진 구간에서의 간단한 삼각방정식의 풀이	수학 10
미적분	16. $y=f(x)$에 대한 한 점에서의 접선의 기울기로서의 $f(x)$의 도함수; 극한으로서의 접선의 기울기; 변화율로서의 해석; 이계 도함수 17. x^n 및 x^n꼴의 항의 합과 차의 미분법 18. 기울기, 극대와 극소, stationary points, 증가 및 감소 함수 19. 미분법의 역으로서의 부정적분 20. x^n의 적분법 21. 정적분의 계산. 정적분을 곡선 아래의 넓이로 해석하기.	수학 I

<표 27> 영국 GCE A/AS Level 모듈 P3 : 순수수학3

대 영역	내 용	한국의 관련과목
대수와 함수	1. 유리함수, 부분분수(반복된 일차항보다 덜 많이 복잡하지는 않은 분모)	수학 10
평면에서의 좌표기하학	2. 원의 좌표기하학. $(x-a)^2+(x-b)^2=r^2$ 형태로 된 원의 방정식 3. 곡선에 대한 데카르트적 방정식과 매개변수적 방정식 및 두 형태 사이의 변환	수학 10 <매개변수방정식은 수학II>
급수	4. 임의의 유리수 n에 대한 이항급수	<없음>
삼각함수	5. 삼각함수의 역함수 6. 2배각 공식에 대한 지식과 사용; $\sin(A\pm B)$, $\cos(A\pm B)$, $\tan(A\pm B)$에 대한 공식의 사용; $a\cos\theta+b\sin\theta$와 같은 식을 동치인 $r\cos(\theta\pm\alpha)$ 또는 $r\sin(\theta\pm\alpha)$ 형태로 사용	수학II <삼각함수의 역함수는 없음>
미분법	7. $\sin x$, $\cos x$, $\tan x$ 와 그것들의 합과 차의 미분법 8. 곱셈 규칙, 나눗셈 규칙 그리고 $\frac{dy}{dx}=\frac{1}{\frac{dx}{dy}}$ 의 사용에 의한 미분법 9. 음함수 미분법 또는 매개변수 미분법 10. 간단한 미분 방정식의 형성	수학II
적분법	11. $\sin x$, $\cos x$ 의 적분법 12. 치환적분법과 부분적분법의 간단한 경우. 각각 합성규칙과 곱셈규칙의 역과정 방법. 13. 부분 분수를 이용하는 적분의 간단한 경우 14. 다변수를 가진 간단한 일차 미분방정식의 해석학적 풀이	수학II <다변수미분방정식 없음>
수치적 방법	15. 간단한 반복법을 사용한 방정식의 근사해	<없음>
벡터	16. 2차원 벡터와 3차원 벡터 17. 벡터의 크기 18. 벡터의 덧셈과 실수배에 의한 곱셈에 대한 대수적 연산, 그것들의 기하학적 해석 19. 위치 벡터. 두 점 사이의 거리. 직선의 벡터 방정식 20. 내적. 내적을 이용한 두 직선 사이의 각의 계산	수학II

<표 28> 영국 GCE A/AS Level 모듈 P2 : 순수수학2

대 영역	내 용	한국의 관련과목
대수와 함수	1. 나머지 정리 2. 함수의 정의, 함수의 정의역과 치역, 함수의 합성, 역함수 3. 함수 및 역함수의 그래프; 간단한 방정식으로 정의된 곡선의 개형 그리기 4. 절대값 함수	수학 10
평면에서의 좌표 기하학	5. $y-y_1=m(x-x_1)$와 $ax+by+c=0$꼴의 직선의 방정식 두 직선이 서로 평행이거나 수직일 조건	수학 10
수열과 급수	6. $x_{n+1}=f(x_n)$ 형태의 단순 반복 관계에 의해 생성된 수열 7. 양의 정수 n에 대해 $(1+x)^n$의 이항 전개 기호 $n!$과 C_r^n	수학 I
삼각함수	8. secant, cosecant, cotangent arcsin, arccos, arctan에 대한 지식. 사인, 코사인, 탄젠트 사이의 관계 9. $\tan\theta=\frac{\sin\theta}{\cos\theta}$와 $\sin^2+\cos^2=1$에 대한 지식과 사용 10. 주어진 구간에서의 간단한 삼각방정식의 풀이	수학 10 <arcsin, arccos, arctan는 없음>
지수와 로그	11. e^x 함수와 그 그래프 12. $\ln x$ 함수와 그 그래프; e^x의 역함수로서의 $\ln x$; 로그의 성질 $\log_a x+\log_a y=\log_a(xy)$ $\log_a x-\log_a y=\log_a(x/y)$ $k\log_a x=\log_a(x^k)$ 13. 지수적 성장과 붕괴 14. $a^x=b$ 형태의 방정식의 해결	공통수학
미적분	15. e^x, $\ln x$ 및 그것들의 합과 차의 미분법 16. 접선과 법선에 대한 미분법의 응용 17. e^x, $1/x$의 적분법 18. 회전체의 부피 계산	수학 II
수치적 방법	19. $f(x)$가 연속인 x의 구간에서 $f(x)$의 부호의 변화를 생각함으로써 $f(x)=0$의 근의 위치 구하기 20. 함수의 수치 적분	수학 I <수치적분없음>

<표 29> 영국 GCE A/AS Level 모듈 P4 : 순수수학4

대 영역	내 용	한국의 관련과목
대수	1. 부분 분수	수학 10
미적분	2. $\sin^{-1}x$, $\cos^{-1}x$, $\tan^{-1}x$의 미분법 3. 반복된 부분적분법 간단한 회귀 공식 4. $\frac{1}{a^2+x^2}$, $\frac{1}{\sqrt{a^2-x^2}}$의 적분법 5. 쌍곡선 함수 및 쌍곡선 함수의 역함수; 정의, 그래프, 도함수, 적분 6. 미분방정식 $y'+p(x)y=q(x)$와 $ay''+by'+cy=f(x)$ (단, a, b, c는 상수)의 해석학적 해결 경계 조건을 만족시키는 풀이 7. 유한 급수의 합 $\sum r$, $\sum r^2$, $\sum r^3$의 사용 8. Maclaurin 정리 $(1+x)^n$, e^x, $\ln(1+x)$, $\sin x$, $\cos x$, $\tan^{-1}x$의 급수 전개 유도 이런 전개에 관한 간단한 연습문제, 그것에 의한 근사, 그리고 그것에 대한 간단한 variation 급수 전개를 이용한 무한급수의 합 $\sin x \approx x$, $\cos x \approx 1-1/2x^2$, $\tan x \approx x$	4, 7 : 수학II <나머지는 없음>

<표 30> 영국 GCE A/AS Level 모듈 P5 : 순수수학5

대 영역	내 용	한국의 관련과목
선형 대수학	1. 행렬 : 덧셈, 곱셈, 영행렬과 단위 행렬. 2원일차연립방정식과 3원일차연립방정식의 해결. non-singular 행렬의 역행렬 계산 2. 평면에서의 선형 사상과 변환 3. 행렬식 : 다음의 행렬식의 zero value의 함의 (i) 간단한 변환 행렬 (ii) 연립일차방정식의 계수 행렬 4. 3×3 행렬의 eigenvalues와 eigenvectors	수학 I 수학 II <3원일차연립방정식 없음> <eigenvalues와 eigenvectors 없음>
군	5. 이항 연산과 군; 원소의 주기성; 순환군, 군 사이의 동형사상. 부분군	<없음>
벡터	6. 직선에 대한 데카르트 방정식 7. 벡터의 외적 8. 평면에 대한 벡터 방정식과 데카르트 방정식 평면에 수직인 직선과 평행인 직선; 직선에 수직인 평면과 평행인 평면; 직선과 평면 사이의 각; 두 평면의 교선의 방정식	수학 II

<표 31> 영국 GCE A/AS Level 모듈 P6 : 순수수학6

대 영역	내 용	한국의 관련과목
삼각함수	1. 삼각방정식의 일반해	수학II
증명	2. 수학적 귀납법에 의한 증명	수학 I
좌표 기하학	3. 원에 대한 심도 깊은 좌표 기하학 4. 데카르트 형태와 매개변수적 형태로 된 포물선과 타원에 대한 좌표 기하학적인 간단한 취급	수학 10 수학II
복소수	5. 복소수 : 데카르트 형식과 극좌표 형식, 절대값, 편각, 켤레복소수, 두 복소수의 합, 차, 곱, 몫 Argend diagrams 간단한 자취, 예를 들면; $\lvert z-a\rvert=r$ $\arg(z-a)=\theta$ $\lvert z-a\rvert=\lvert z-b\rvert$ $\lvert z-a\rvert=\lambda\lvert z-b\rvert$ $\lvert z-a\rvert+\lvert z-b\rvert=c$ 6. 증명은 제외한 일반적인 지수에 대한 드 므와브르 정리. 복소수의 n번째 근 복소수의 지수적 표현 실계수를 가진 간단한 다항식의 복소수 근	수학II <복소수의 지수적 표현 없음>

<표 32> 프랑스의 바깔로레아 계열별 시험유형 및 시험시간

계열	시험과목	시험위치	배점계수	시험시간	비고
인문(L)	수학-정보과학	예비시험 필수과목	2	1시간 30분	필수
	수학	최종시험 선택과목			8개 중 2개 선택하는 과목군의 하나
과학(S)	수학	최종시험 필수과목	7 또는 9*	4시간	필수
	수학	최종시험 전공과목			5개중 1개 선택하는 과목군의 하나
경제사회(ES)	수학	최종시험 필수과목	5 또는 7*	3시간	필수
	수학	최종시험 전공과목			5개중 1개 선택하는 과목군의 하나

* 은 전공과목으로 수학을 선택한 경우의 배점 계수임.

4. 프랑스

프랑스의 대학입학 시험은 바깔로레아(Baccalauréat)라고 한다. 바깔로레아는 원래 고등학교 졸업 수준을 결정하는 고등학교 졸업자격 국가고사였으나 1820년에 처음 시행된 이후로 많은 보완 및 개정을 거쳐 오늘날에는 대학 입학 자격시험의 성격을 갖게 되었다.

바깔로레아는 각 지역교육청의 시험국에서 담당하며, 전국적으로 일시에 시행된다. 바깔로레아의 종류로는 일반, 기술, 직업의 3종이 있으며, 각 종류별로 그 안에서 다양한 계열로 다시 나누어진다. 예를 들어, 일반 바깔로레아에는 인문(L), 경제사회(ES), 과학(S) 계열이 있다. 각 계열마다 공통필수, 선택필수, 선택과목이 있으며, 시험은 필기시험(과목당 2-8시간), 구두시험(15-20분), 실기시험(산업기술 등) 등으로 구성되어 있다. 특히, 필기시험은 과목당 2-3개 주제가 출제되는데 수험자들은 그 중 하나의 주제를 선택하고 그 주제에 관해 주어진 일련의 문제(서술형, 논술형) 혹은 논술형 한 문제에 답하게 되어 있다.

바깔로레아 시험은 해마다 6월에 실시되는데, 고등학교 2년차 말에 실시되는 예비 시험과 3년차 말에 실시되는 최종 시험으로 나뉜다. 예비 시험 과목으로는 이전에는 프랑스어만 치렀으나, 2002년부터는 계열별로 과학교육, 수학-정보과학 과목이 추가되었다. 최종 시험은 최종 학년말에 실시되며 대부분의 교과 시험들로 구성되어 있다.

수학 시험의 경우, 일반 바깔로레아의 인문 계열에서는 예비시험에서 수학-정보과학 과목을 필수로 부과하고, 최종시험에서는 선택 과목 중의 하나로 포함되어 있다.

과학 계열과 경제사회 계열에서는 최종시험에서 필수 과목 중의 하나로 수학을 부과하고 있으며, 전공 선택 과목 중의 하나에도 속해 있다(<표 32> 참조).

모든 과목은 20점 만점이며, 바깔로레아는 선발시험이 아니라 자격시험이기 때문에 전과목 평균 10점 이상이면 합격이다. 평균이 8점 미만인 학생들은 불합격 처리되며, 8점 이상 10점 미만인 학생들에게는 제2군 구술 재시험(만회 시험)의 기회가 주어진다. 12점 이상의 점수에는 다음과 같은 평점이 부여된다(남명호 외, 2002, p. 20).

우수한 편 : 평균 12점 이상 14점 미만
우수 : 14점 이상 16점 미만
매우 우수 : 16점 이상

바깔로레아 평점은 엔지니어 학교, 고등교육기관인 그랑제꼴 준비반 등 높은 수준의 학교에 입학하는데 결정적이다. 2000년의 경우, 일반 바깔로레아 취득자의 32.4%가 평점을 받았는데, 그 중 1.9%가 '매우 우수' 평점을 받았고, 기술 바깔로레아 취득자의 42%가 평점을 받았으며, 그 중 0.5%가 '매우 우수' 평점을 받았으며, 직업 바깔로레아의 경우 44.5%가 평점을 받았으며, 그 중 0.5%가 '매우 우수' 평점을 받은 것으로 나타났다.

문과 계열에서 수학-정보과학 예비 시험 시간은 1시간 30분이며, 최종 시험의 선택과목으로서의 수학 시험은 3시간 동안 치러지고, Exercise 문제가 2문제 주어지고 각 Exercise 안에서 중간 문제, 작은 문제가 추가로 출제된다.

과학 계열과 경제사회 계열의 경우 최종 시험에서 필수과목으로서 수학 시험을 치르고 전공선택 과목으로 다시 수학을 선택하여 시험을 치를 수 있다. 과학 계열의 수학 시험 시간은 4시간이고, 경제 계열의 시험 시간은 3시간이다.

다음의 <표 33>은 2002년 과학계열 최종시험의 필수 문제 중 하나이다.

이 문제에서 볼 수 있듯이, 프랑스도 영국과 마찬가지로 한 가지 문제 상황을 주고 그 안에서 다각도로 질문을 함으로써 학생들의 사고를 종합적으로, 철저하게 확인하고 있다.

5. 독일

독일의 대학입학 시험인 아비투어는 고등학교 졸업 자격시험 및 대학입학자격시험의 성격을 갖는다. 아비투어의 합격자는 원하는 대학의 원하는 학과에 입학이 가능(총 840점 만점에 280점 이상이면 합격)하지만, 의과대학 등 정원이 제한된 학과는 별도의 입학시험을 실시하고 있다.

학업 성적이 우수한 학생으로 대학 진학을 희망하는 학생은 김나지움에 입학하고, 김나지움 과정에서 마지막

<표 33> 프랑스의 2002년 바깔로레아 과학계열 최종시험 필수문제 : Exercise1

모두 같은 외형을 지닌 100개의 동전 더미에는 두 면이 같은 동전(동전을 던졌을 때 각 면이 나올 확률이 같은 동전) 60개와 두 면이 서로 다른 동전 40개가 섞여 있다.
두 면이 다른 동전을 한번 던졌을 때, <숫자가 새겨진 면>이 나타날 확률은 3/4이다.
두 면이 같은 동전을 한번 던졌을 때, <숫자가 새겨진 면>이 나타날 확률은 1/2이다.
서로 독립적으로 연속해서 동전을 던지는 경우를 가정해 보자.
사건 A의 확률은 p(A)로, A의 여사건은 A'으로 나타내며, 사건 B가 일어났을 때 A의 조건부 확률을 p(A/B)로 표시하기로 한다. 답은 기약분수의 형태로 제시하시오.

1. 동전 하나를 우연히 집어들어 던질 때,
   <두 면이 서로 다른 동전>을 집어들어 던진 경우를 <사건 T>,
   <두 면이 동일한 동전>을 집어들어 던진 경우를 <사건 P>라 하자.
   a. <숫자가 새겨진 면>이 나타날 확률을 계산하라. (확률 갈래표를 사용할 수 있다.)
   b. <숫자가 새겨진 면>이 나타났을 때, 그 동전이 양면이 다른 동전일 확률은 얼마인가?

2. 동전 하나를 우연히 집어들어 네 번 던질 때,
   네 번 던지는 동안, <숫자가 새겨진 면>이 네 번 나왔다면, 그 동전은 버리고,
   그 외의 경우에는 그 동전을 가지기로 한다.
   <동전을 버리는 것>을 <사건 E>라 하자.
   a. 집어든 동전이 두 면이 동일한 동전인 경우, 동전이 버려질 확률은 얼마인가?
   b. 집어든 동전이 두 면이 서로 다른 동전인 경우, 동전이 남아 있게 될 확률은 얼마인가?
   c. 두 면이 동일한 동전을 집어들어 그 동전이 버려지는 경우 또는 두 면이 서로 다른 동전을 집어들어 그 동전이 남게 되는 경우의 확률은 얼마인가?

1년 반(12학년 2학기와 13학년)의 성적이 아비투어 응시 자격 부여의 판정 근거(평균 성적[2]이 '만족' 이상이어야 함)가 되기 때문에 우리나라의 입시 준비에 못지 않게 시험준비에 전력을 기울인다(국립교육평가원, 1995, p.611).

시험 시행은 주 단위로 운영되며, 합격 평가는 각 주 상호간에 인정된다. 시험 과목, 시험 문제의 등의 적합성 평가는 학교 단위로 운영한다. 단, 일부 주(Hessen, Bayern)에서는 시험 문제를 주 단위로 통일하여 실시한다.

시험은 13학년 2학기에 실시하며, 아비투어 시험 성적 산출 방법은 (13학년 2학기 성적)×1 + (아비투어 시험 성적)×4로 한다(국립교육평가원, 1995, p.617).

합격생에게는 대학입학 자격증이 발부되고, 불합격한 학생은 1회에 한해 재시험이 가능하다.

아비투어 시험 과목은 12, 13학년에서 이수한 과목 중 4과목이며, 심화코스 2과목, 기초코스 2과목이다. 그 중 3 과목은 필기시험, 1 과목은 구술 시험으로 실시한다. 예체능 교과를 아비투어 시험 과목으로 선택하였을 때는 반드시 실기 시험이 실시된다. 필기 시험 시간은 보통

---

2) 독일의 학력 평가의 평점은 다음 6단계가 있다.
(1) 아주 좋음 : 능력이 요구 수준을 특별한 정도로 충족하였을 때에 부여
(2) 좋음 : 요구수준에 만족하도록 충족시켰을 때에 부여
(3) 만족 : '만족'은 요구수준을 일반적으로 충족시켰을 때 부여
(4) 성공 : 요구수준을 충족시키기는 하였으나 부족한 점이 약간 있을 때 부여
(5) 부족 : 요구 수준은 충족시키지 못했지만 필요한 기초지식을 지니고 있으며 가시적 기간 내에 성공할 수 있는 가능성이 있을 때 부여
(6) 낙제 : 요구수준을 충족시키지 못하였으며 기초 지식도 부족하고 가시적 기간 내에 성공 가능성이 보이지 않을 때 부여

전공 과정은 5시간, 기초 과정 교과는 3시간, 구술 시험 시간은 20-30분으로, 시험 과목 수가 적은 반면 과목당 시험 시간이 길다는 것이 특징이다.

다음 문제는 기초 과정의 수학 문제이다. 기초 과정의 수학에서는 미적분, 확률과 통계, 해석기하의 세 영역으로 나누어 각 영역마다 큰 문제 2개를 주고, 그 안에서 여러 개의 중간 문제나 작은 문제를 주고 있다.

<표 34> 독일의 아비투어
미적분 I번 문제 사례

I.

1. 정의역이 Df=ℝ\{1}인 함수 f: x → x-2 + $\frac{4}{x-1}$ 가 주어져 있고, 그 그래프를 Gf로 나타내도록 한다.
   a) 정의역의 경계에서 f가 어떻게 움직이는지를 알아보아라. Gf의 모든 점근선의 방정식을 구하여라.
   b) Gf의 극점의 위치와 종류를 정하여라.
   c) f(-4), f(0), f(2), f(6)을 구하여라. 지금까지의 결과를 이용하여 -4≤x≤6의 범위에서 Gf 및 그 점근선을 그려라.
   d) 직선 g의 방정식이 y= -3x + 10일 때, g는 Gf의 접선임을 보이고 접점 P의 좌표를 구하여라. [부분 결과:xp=2]
   e) 위의 직선 g와 직선 x=3으로 둘러싸인 부분 A의 넓이를 계산하여라.

2. 함수 $v(t)=5\cdot(1-e^t)(t\geq 0)$가 있다.
   a) 다음 함수들의 그래프를 공통된 좌표체계의 $t\geq 0$ 인 범위에서 순서대로 그려나감으로써 v의 그래프를 대략적으로 그리도록 하여라.
      i) $t\to e^t$ ii) $t\to -e^t$
      iii) $t\to -e^t+1$ iv) $t\to v(t)$
   b) 마찰로 인해 감속하는 자유낙하 물체의 속도를 알아보는 실험을 하고 있다. 함수 v는 t의 값에 따라 변하는 자유낙하 물체의 속도의 값을 근사적으로 나타낸다. 이러한 맥락에서 v의 그래프를 해석해 보아라. 특히 $t\to\infty$일 때, 이 그래프가 어떻게 되는지를 밝혀라.

이 문제에서 알 수 있는 것은 독일의 아비투어 수학 문제가 매우 철저히 단계형으로 주어져 있다는 점이다. 학생들에게 처음부터 최종결과를 구하도록 하지 않고, 아주 쉬운 수준에서부터 점진적으로 하나씩 단계를 밟아 상위 수준의 문제로 접근할 수 있게 도와주고 있다. 이것은 미적분 내부의 큰 문제 I과 II 사이에서도 수준의 상승이 나타나고 있고, 문제 I 안에서도 철저하게 단계적 상승을 취하는 형태로 문제를 제시함으로써, 학생들이 자신의 수준에 맞는 정도까지 최대한 풀 수 있도록 안내하고 배려하고 있음을 볼 수 있다.

<표 35> 독일의 아비투어
미적분 II번 문제 사례

II.

실수 위에서 정의된 다음과 같은 함수군이 주어져 있다. $f_a : x \to e^x(x-a)$, $a\in\mathbb{R}$,
이 때, fa의 그래프를 Ga로 나타낸다.

1. a) Ga와 좌표축의 교점을 구하여라. x→+∞일 때 fa가 어떻게 되는지를 알아보아라.
   b) Ga의 극점의 위치와 종류를 구하여라. Ga의 오목, 볼록에 대해서 알아보고 변곡점의 위치를 구하여라.
   c) 실수 전체에서 그래프 G1은 G2의 위쪽에 놓여 있음을 보여라.
   d) f1(-3)과 f1(2)를 구하여라. 지금까지의 결과를 사용하여 G1과 G2의 그래프를 공통된 좌표체계의 -3≤x≤2의 범위에서 나타내어라.

2. a) x∈ℝ에 대해 fa+1은 fa의 원시함수임을 보여라.
   b) 그래프G1, x축, y축은 4사분면에서 넓이가 A인 유한한 부분을 구성한다. A를 계산하여라.
   c) 2b)에서의 넓이 A는 적당한 사분원의 넓이를 이용해서 어림잡을 수 있다. 이 근사치는 참값으로부터 얼마나(소수점 첫째 자리까지 정확히) 벗어나 있는가?
   d) 다음 수식이 나타내는 기하학적 의미를 서술하여라.

$$\int_{-3}^{1} f_1\ (x)dx - \int_{-3}^{2} f_2\ (x)dx$$

V. 한국의 대학수학능력시험 수리 영역 문항의 질 개선을 위한 시사점

대학수학능력시험은 원래 역할인 선발의 기능을 수행할 뿐만이 아니라 의도되었건 그렇지 않았건 중등학교의 교수, 학습 방법에 지대한 영향을 끼친다. 우리나라에서 대학별 본고사가 없어지고 대학입학학력고사에서부터 지금까지의 대학수학능력시험의 수학(수리) 영역이 객관식 선다형과 단답형 문제만으로 출제되어왔기 때문에 해가 거듭될수록 문항의 내용이 어느 정도 예측 가능하게 되었고 이에 대비한 수험 준비에서, 정상적인 개념의 이해와 종합적인 문제 해결 능력을 신장시키는 데 소홀한 반면 패턴화된 문제에 대하여 빠르게 정답을 찾는 기술-예를 들면 역산하여 정답을 고른다거나 직관적으로 그럴듯한 답을 구별하는 기술-의 습득으로 변질되고 있다. 특히 이와 같은 경향은 수학능력시험에서 성취 수준이 상대적으로 낮은 학생에 대하여 더욱 두드러지게 나타나며[3], 장시간에 걸친 꾸준한 노력으로 수학 능력을 기르기를 싫어하고 요행으로 정답을 맞추고자 한다. 이와 같은 현상은 정상적인 학교 수업의 진행뿐만이 아니라 대학수학능력시험의 본래의 취지에도 어긋나며 이들이 대학에 입학한 후의 수학 능력에도 심각한 문제를 초래한다.

수학의 평가는 얼마나 많은 지식이나 개념을 가지고 있는가도 측정해야 하지만 이보다는 다양한 실제적인 문제 상황에서 학생 스스로 알고 있는 지식이나 기능을 이용하여 주어진 문제를 해결하는 수학적인 힘과 이를 표현하는 의사소통 능력을 측정하는 것이 더욱 중요하다. 이와 같은 평가를 하기 위해서는 평가도구가 학습자의 사고과정을 세밀하고 정확하게 판단할 수 있도록 구안되어야 한다. 정답을 포함한 몇 개의 답안이 제시되어 있는 선다형 객관식 문제를 통하여 학생들의 능력을 올바르게 평가하는 데에는 한계가 있으나 그 보다 더욱 절실한 문제점은 이러한 문제를 대비하는 수험 공부로는 수학의 근본 목적인 논리적 사고력 배양이나 창의성 계발과 다양한 사고 방법을 통한 문제 해결력을 기르는 데 별 도움이 되지 않는다는 점이다.

앞에서 살펴본 주요국의 대학입학 수학시험 문제의 특징을 간단히 비교하여 제시하면 다음의 <표 36>과 같다.

이 표에서 알 수 있듯이 주요국의 대학입학 수학 시험 문제의 출제 형식에는 반드시 서술형의 문제가 중요하게 취급되고 있음을 발견할 수 있다. 특히 유럽 국가들은 단순히 문제의 풀이 과정을 서술하는 형태를 넘어, 논술형에 가까운 문제를 출제하고 주어진 문제 상황을 주제로 하여 그 안에서 다각도로 질문을 함으로써 학생들의 사고를 종합적으로, 철저하게 확인하고 있다. 문제 수는 아주 적으면서도 충분한 시간(1시간 20분-3시간)을 줌으로서 문제해결과정에서의 필연적으로 나타나는 추리력, 논리적 표현력 등을 관찰해 보려는 배려가 있는 것으로 보인다.

중국이나 일본의 경우는 유럽국가와는 다르게 문제수가 많이 주어지기는 하지만 서술형 문제가 역시 중요하게 다루어지고 있다. 중국의 경우 풀이과정을 쓰거나 증명 또는 설명을 해야 하는 서술형 문항은 총 6문항이고 배점은 74점(49.3%)을 차지하고 있다. 즉, 전체 시험에서 서술형 문항이 거의 절반을 차지하고 있음을 볼 수 있다. 여기에 우리나라 대학수학능력시험에서 주관식이라고 주장하는 단답형 문항까지 합하면 60%이상을 주관식 형태로 출제하고 있는 것이다. 일본의 경우 서술형의 문제는 아니지만 풀이 과정을 기술하는 것과 같은 효과를 얻기 위하여, 서술형 문제 풀이를 늘어놓고 10지선다형의 객관식 문항을 이용한다. 여기서 간과해서는 안 될 것은, 일본은 이 시험 외에 대학에서 대학별 시험을 별도로 치르고 있으므로 서술형 문제의 비중이 다른 나라보다 작다고 말할 수 없을 것이다. 미국의 SAT, SAT2에 대한 비교를 별도로 한다면 선진국 가운데 수학시험을 객관식만으로 치르는 나라는 우리나라뿐이라고 할 수 있을 것이다. 이는 대학수학능력시험 도입 당시에 학생 선발의 한 축을 담당했던 대학별고사가 폐지되면서 생긴 현상이다. 대학별고사의 실시가 불가능한 현 상황에서는 대학수학능력시험에서 수학 문제의 출제 형태를 바꾸어 서술형 문제를 도입해 보는 것을 진지하게 검토해야 할 필요가 있을 것이다. 지식화, 정보화 사회라고 불리워지

---

3) 난이도가 매우 낮으나 매력적인 오답이 제시된 문항의 정답률은 20% 이하가 되며 이는 상위 수준의 수험생 외는 대부분 문제를 실제로 풀지 않고 정답을 추측한다는 증거가 된다.

<표 36> 주요국의 대학입학시험 수학문제 특징 비교

구 분	한국	중국	일본	영국	프랑스	독일
명칭 (종류)	대학수학능력시험	통일고시	대학입시센터 (대학별 고사)	GCSE A-level, GCE AS-level	바깔로레아	아비투어
구분	가형(수학I, 수학II, 선택1과목) 나형(수학I)	문과, 이과	수학I, 수학A, 수학II, 수학B, (수학III,수학C)	기초1,2 중급1,2 상급1,2	일반(인문,경제 사회,과학), 공학, 직업	기초코스, 심화코스
형식	선다형70% 단답형30%	선다형40% 단답형10% 서답형50%	단답형	서술형	서술형	서술형
수험 시간	100분	2시간	수학I 1시간 수학II 1시간	기초 90분 중급 2시간 상급 2시간	예비시험 90분 최종시험 3시간	기초코스 3시간 심화코스 5시간
내용	계산력, 이해력, 추론능력, 문제해결능력	사고력, 연산력, 공간 상상력 문제의 분석과 해결능력	종합적사고력을 단계별로 측정	종합적사고력	종합적사고력	종합적사고력
특징 (범위)	수학 기초와 수학 10단계 까지는 직접 출제할 수 없음	수학 전반에서 골고루 출제, 선다형: 기본 문제 서술형: 고난도	전 영역에서 골고루 출제, 대주제별 큰문항 설정 그 안에서 단답형 소문제	GCSE:기초적 전영역 출제 A-level:한국 대학1년 수준	수학 전반에서 출제, 자격시험 10/20 : 합격 8-10 : 구술 재시험	수학 전반에서 출제, 자격시험 단계형

는 현대와 미래의 사회에서 필요로 하는 시민의 양성을 염두에 둔다면 단순히 행정적 편의(답지의 채점에서 편의성과 객관성을 확보하고 전 영역의 시험을 하루 만에 마칠 수 있는 수험 시간의 배정)만을 고려한 현행의 100분 제한 시간의 선다형 수학 문제를 지양하고 서술형 문제중심으로 전환하는 것을 지금은 반드시 고려해야 할 시점이라고 생각된다. 즉, 세계적 경향과 동떨어진 수학에서의 선다형 위주의 평가 방법은 대학에서의 修學能力을 저하시키고 이는 장래 우리나라 과학기술의 국제경쟁력에 심각한 문제를 초래할 것으로 보인다. 특히 수학은 서술형이라 하더라도 채점의 공평성을 유지하는 것에는 큰 제약이 따르지 않으며 선지원-후시험(지원 학교에서 채점)이나 대학별 본고사와 같은 제도 변경을 고려한다면 얼마든지 다양한 형태의 서술형 문항을 출제하여 학생들의 종합적 사고 능력과 표현 능력의 계발에 도움이 되게 할 수 있을 것이다. 그러나 2005학년도 대학입학수학능력시험의 수리영역 개편안을 보아도 이와 같은 배려는 없으며, 오히려 앞에서 알아본 바와 같이 10단계까지의 수학 영역이 직접 출제범위에서 제외[4] 되므로 인하

4) 앞에서도 언급한 바와 같이, 수학의 기초 영역과 10단계 수

여 학생들의 기초 지식이 빈약해지며, 시험 출제 범위가 매우 한정적이므로 학생들의 수학 학습 또한 매우 편파적으로 이루어질 것이 명확해지고 있다. 또한, 가형의 경우 선택과목(미분과 적분, 확률과 통계, 이산수학)간의 학습량과 난이도의 불균형도 시급히 조정되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

국립교육평가원 (1995). 세계화를 위한 교육의 국제 비교. 국립교육평가원. 서울

김주훈 (2001). 일본, 중국, 대만 대학입시제도 연구. RRE 2001-12. 한국교육과정평가원. 서울

남명호 외 13인 (2002). 2005학년도 대학수학능력시험 세부 시행 방안 연구, 한국교육과정평가원. 서울

대학입시센터 (2002). 국제심포지움 : 문제작성으로 본 대학입시. 독립행정법인 대학입시센터.

한국교육과정평가원 (2001). 한·중·일 대학 입시 제도 국제 비교 세미나. 연구자료 ORM 2001-9. 한국교육과정평가원. 서울

한국교육과정평가원 (2002a). 2003학년도 대학수학능력시험 출제 워크숍(총론). 한국교육과정평가원. 서울

한국교육과정평가원 (2002b). 2003학년도 대학수학능력시험 출제 워크숍 (수리영역). 한국교육과정평가원. 서울

황정규 (1992). 대학수학능력시험과 교수-학습방향. 대학수학능력시험과 교수-학습방향 전국교육평가심포지엄 보고서 제9집 92-2. 국립교육평가원. 서울

2002년 바깔로레아 예비시험 인문계열 수학-정보과학 문제지.

2002년 바깔로레아 최종시험 과학계열 수학 문제지.

2002년 아비투어 기초 수학 문제지.

2002년 일본 대학입시센터 수학Ⅰ, 수학Ⅰ·수학A, 수학Ⅱ, 수학Ⅱ·수학B 문제지.

2002년 중국 보통고등학교초생전국통일시험 문과 문제지.

2002년 중국 보통고등학교초생전국통일시험 이과 문제지.

2002학년도 대학수학능력시험 수리 영역 인문계, 자연계, 예·체능계 문제지.

2003학년도 대학수학능력시험 수리 영역 인문계, 자연계, 예·체능계 문제지.

2003학년도 영국 GCSE MATHEMATICS 문제지.

http://www.ccea.org.uk/pdf/a2mas.pdf.

http://www.wjec.co.uk/gcse.html.

www.ac-reunion.fr/bad_2002.

학이 직접 출제 범위에서 제외된다는 것은 이들 내용만으로는 출제할 수 없으며, 수학 I, 수학 II 또는 선택 과목의 문항에서 이전 단계의 내용이 자연스럽게 포함되는 경우에만 출제 가능하다는 뜻이다. 수능 수리 영역 응시자의 70% 이상이 선택하는 '나'형의 경우 시험 범위는 수학 I에만 한정된다.

A Study on the Mathematics Examination of the College Entrance Examinations in Several Countries

Lee, Jae Hak
Dept. of Math. Education, The 3rd college of Korea National University of Education, Chongju, Chungbuk, Korea
E-mail: jaelee@knue.ac.kr

Jo, Seung Je
Dept. of Math. Education, College of Education, Seoul National University. Seoul, Korea
E-mail: sungj@snu.ac.kr

Park, Sun Hwa
Office for the College Scholastic Ability Test, Korea Institute of Curriculum and Evaluation, Seoul, Korea
E-mail: shpark@kice.re.kr

Park, Hye Sook
[5])Dept. of Math. Education, Seowon University, Chongju, Chungbuk, Korea
E-mail: hyespark@seowon.ac.kr

In Korea, the new system of college entrance examination is established and it will be conducted from the year 2005. There are many worries for the mathematics examination of the new system in the society of mathematics in Korea.

In this study, we compare the characteristics of the mathematics examination for the college entrance examination of Korea to those of China, Japan, France, England and German. From this comparison, we point out some predictable problems of the new system of Korea and suggest some complemental methods.

* ZDM classfication : D64
* 2000 Mathematics Subject Classification : 97C40
* Key Word : College Entrance Examination, Evaluation