大韓數學敎育學會誌 數學敎育學硏究 第 10 卷 第 2 號
The Journal of Educational Research in Mathematics
Vol. X, No.2, 161-182. Dec 2000

2000년도 국가수준의 중 · 고등학교 수학과 교육성취도 평가 연구

황 혜 정*

Ⅰ. 서론

국가수준의 교육성취도 평가는 우리 나라 교육의 질을 체계적이고 과학적으로 관리한다는 차원에서 초 · 중 · 고 학교 교육의 성과로서 학생의 교육성취도가 어느 수준에 있는지를 점검하고 이에 대한 정보를 구축하는 작업이라고 할 수 있다. 한국교육과정평가원에서는 국가수준의 교육성취도 평가의 중요성을 인식하고 이를 주기적으로 실시하기 위하여 기본 계획을 세워 순차적으로 장기간 진행할 예정이다. 본 원에서는 지난 10여년간 국립교육평가원에서 일년 주기의 빠듯한 일정 속에서 실시하여 왔던 국가수준의 학업성취도 평가(1986~1997)를 2년 주기로 늘려, 첫 해는 평가를 위한 기초연구 및 준비 기간으로, 이듬해는 평가의 시행 기간으로 정하였다. 이 계획에 따라, <표 1>에서와 같이 작년에는(1999년) 수학 및 사회 과목을 중심으로 예비검사를, 금년(2000년)에는 수학 및 사회 과목에 대한 본검사와 국어, 과학, 영어 과목에 대한 예비검사를 시행하였다.

이러한 국가수준의 교육성취도 평가에서 추구하는 주요 목적은 다음과 같다.

· 국가수준에서 교육성취도를 파악한다.

· 질 높은 양질의 문항 및 평가 기법을 개발하여 활용함으로써 일선 학교의 평가 및 교수-

<표 1> 수학 교과의 교육성취도 평가 2개년 계획

년도	시기구분	수학 평가	배경변인 조사도구
1999 (예비 검사)	평가 준비 및 개선기	· 평가틀 개발 · 성취기준 개발 · 예비 문항 개발 · 현장 적용 실시 및 결과 분석	· 예비 조사도구 개발 · 현장 적용 및 결과 분석
2000 (본 검사)	평가 시행기	· 현장적용 분석 결과를 반영한 예비 문항 보완 및 수정 · 성취기준 검토 및 수정 · 본검사용 검사지 구성 · 본검사 실시 · 결과 분석 및 보고	· 예비 조사도구 보완 및 수정 · 본검사용 조사도구 개발 · 배경변인 분석의 가설 수립 · 본검사 실시 · 결과 분석 및 보고

학습 방법을 선도한다.

· 교육성취도에 영향을 주는 주요 교육체제 배경 변인과의 인과적 관계를 분석하여 교육정책, 장학지도, 교수학습 개선 등 교육의 질 관리에 유용한 자료를 제공한다.

· 시간에 따른 국가수준 교육성취도의 추이를 파악한다.

본 고에서는 수학 교과를 중심으로 금년에 실시된 본 검사와 관련하여 평가도구 의 개발 절차 및 시행, 그리고 그에 따른 결과 분석을 소개하고자 한다. 이의 목적은 국가수준의 교육성취도 평가의 의의를 알리고 그 평가 결과를 토대로 교육과정 및 교과서 개발, 그리고 교수-학습 및 평가 방법 탐구 등의 상황에서 수학교육의 질적 향상을 위한 기초 자료로 이

* 한국교육과정평가원

용될 수 있도록 하는데 있다. 다만, 관련 내용이 워낙 방대하여, 본 고에서는 중학교와 고등학교를 중심으로 평가 결과를 내용(문항별) 분석 결과에 초점을 두어 제시하고자 한다.[1)]

Ⅱ. 수학과 교육성취도 평가도구 개발 및 시행

이 연구에서는 전년도에 설정한 국가수준 교육성취도 평가도구 개발의 기본 틀에 근거하여 평가도구를 개발하고자 하였다. 즉, 수학 교과의 본 검사는 전년도에 마련한 성취기준과 예비문항 등의 검토를 바탕으로 「수학과 교육과정 분석」, 「수학과 성취기준 개발」 「수학과 평가기준 개발」[2)] 「수학과 평가 문항 개발」절차에 의해 평가도구를 개발하였다.

1. 수학과 교육과정 분석

제 7차 수학과 교육과정의 대영역은 '수와 연산', '도형', '측정', '확률과 통계', '문자와 식', '규칙성과 함수'이다. 그런데, 본 연구에서는 대영역 명칭을 <표 2>와 같이 재구성하였는데, 이는 평가 시행 후 그 결과를 분석하고 해석하는데 있어서 각 학교급별로 보다 적절한, 그리고 이해하기 쉬운 내용(용어)을 제시하기 위함이다.

<표 2> 학교급별로 재구성된 대영역 명칭[3)]

제 7차 교육과정 대영역	재구성한 대영역	
	중학교	고등학교
수와 연산	연산	연산
도형	도형	도형
측정	측정	측정
확률과 통계	확률과 통계	확률과 통계
규칙성과 함수	함수	함수
문자와 식	방정식과 부등식	문자와 식

본 연구에서는 제 7차 교육과정을 토대로, 6개 영역에 대하여 각각의 내용 요소를 추출하고 수학 내용상에 있어서 유사한 개념이나 성질끼리 통합하여 '내용 영역'을 구성하였다. 또, 이러한 내용 영역을 중심으로 해당 교육과정상의 내용을 분석·제시하였다(단, 본 고에서는 지면 관계상 제시하지 않음). 이때, 제 7차 교육과정 및 교과서의 내용 분량, 현재 수학 교육에서 강조되고 있는 중요도, 학교 현장에서 실제로 다뤄지고 있는 정도 등을 고려하여 연구자가 일차적으로 분석·선정하고, 이를 수학 교사 및 교수와의 협의회를 거쳐 수정·확정하였다.

1) 본 연구는 크게 평가도구의 개발, 검사지 구성, 표집 및 검사 실시, 성취수준 판정 및 결과 보고 방안 마련, 평가 결과 분석 및 그에 따른 후속 연구 방향 제시 순으로 진행되었다. 본 고에서는 평가도구의 개발 절차를 간단히 소개하고, 평가 결과 부분에서는 성취수준 판정 방식과 그에 따른 교육과정의 대영역별 분석 결과를 개괄적으로 소개하고, 내용(문항별) 분석 결과를 중점적으로 제시하였으며, 배경 변인별 분석 결과는 생략하였다. 본 연구에 관한 보다 상세한 내용은 「2000년도 국가수준 교육성취도 평가 연구 Ⅱ: 사회·수학 영역 예비 문항 개발 및 현장 적용 연구」 보고서(이명희 외, 2000)를 참고하기 바람.

2) 본 연구에서의 평가기준은 여러 성취기준들을 종합하여 '통합적인' 수준에서의 성취 수준에 대한 판단 근거를 제시하고 있는데, 이는 분절적이고 지엽적인 평가보다는 장기적이고 종합적인 평가를 유도하려는 의도에서이다. 이에 따라, 학교급별로 평가기준을 교육과정상의 대영역명(단, 본 연구에서 재구성된 것)을 중심으로 개발하였다. 그런데, 본 연구에서 모든 교과 공히 학생들의 성취 수준의 결과를 제시하는 상황에서 평가기준 그 자체를 인용하지 않았다. 이는 각 영역별로 해당 영역에 속하는 방대한 교과 내용을 한 가지의 평가 기준으로 요약하여 '대표적인' 평가기준을 세운다는 것이 무리라는 연구자들의 지적에 따른 것이며, 이에 관해서는 후속 연구에서 지속적으로 논의하여 다룰 사안으로 여겨진다.

3) 참고로, 초등학교의 대영역명은 수와 식, 도형, 측도, 통계, 규칙성, 문제해결임.

2. 수학과 성취기준 개발

본 연구에서 제시하는 '성취기준'이란 국가 교육과정에 제시되어 있는 수학과 목표와 내용을 학생들이 달성해야 할 능력과 특성의 형태로 진술함으로서, 교사와 학생들에게 그들이 무엇을 가르치고 배워야 하는지, 그리고 더 나아가 무엇을 평가해야 하는지를 구체적으로 제시한 것이다. 다시 말하면, 성취기준은 해당 학년에서의 교수·학습 내용과 그 학년에서 학생들이 성취해야 하는 행동 특성으로 구성된다. 이에 따라, 본 연구에서는 모든 학생들에게 기본적으로 요구되는 공통 학습 요소(minimum essentials)를 중심으로 교수·학습 내용과 행동 목표를 반영하여 학습자들이 정상적으로 노력하면 성취할 수 있는 수준에 초점을 두어 개발하였다.

또, 본 연구에서는 어느 특정 학년의 교육성취도 평가를 지향하는 것이 아니라 학생들의 전반적인 수학 성취 능력을 평가하고자 하므로, 그 기준이 될 수 있는 성취기준을 초등학교 1학년(1-가 단계)에서부터 고등학교 1학년(10-나 단계)까지의 내용의 위계성을 고려하여 개발하였다. 결과적으로, 본 연구를 위한 수학과 성취기준은 제 7차 수학과 교육과정의 수학과 교육 목표와 내용 체제에 준하여 학교급별로 개발하되, 각 학년에서 다뤄지는 수학 내용은 제 6차 교육과정에 준하였다. <부록의 표 1, 2 참조>

3. 수학과 평가도구 개발 및 시행

1) 문항 개발 지침

수학과 교육성취도 평가를 위한 문항은 전 학교급 각각 30문항씩 개발하는 것을 원칙으로 하였다. 문항은 우선적으로 1999년도 국가 수준의 교육 성취도 예비검사 문항을 기초로 하여 각 문항의 정답율과 영역별 내용 비율 등을 고려하여 선제하고, 그 밖에 추가로 개발하였다. 이러한 모든 문항들을 문항 검토 지침에 의거하여 면밀히 검토·수정한 후, 최종적으로 본 검사 문항을 선제·확정하였다.

문항 개발시 주요 유의 사항은 본 검사의 목적이 학생들의 수학 학업 성취 능력을 가름하기 위한 것이므로 그들이 학교 수학을 통하여 습득한 수학적 지식이나 학교 밖의 일상 생활을 영위하는데 있어 요구되는 수학적 기초 지식에 관한 내용을 다루도록 하는 것이었다. 이를 위해서 특정 학교급이나 학년급에서 다뤄지는 수학 내용에 한정하지 않고, 중학교 3학년 학생 대상의 검사에서는 초등학교 1학년부터 중학교 3학년 1학기까지, 그리고 고등학교 2학년 학생 대상의 검사에서는 초등학교 1학년부터 고등학교 1학년 2학기까지 학습한 내용을 포함하였다.

또한, 문항은 단순한 기억력이나 암기력보다는 이해 또는 사고력을 요구하는 것으로 개발하여, 본 검사를 위한 특별한 준비를 하지 않고서도 평소 학교 수업에 충실한 학생이면 가급적 무난히 해결할 수 있도록 하였다. 그리고, 내용 영역과 문항 유형의 비율을 적절히 고려하여 각 학교급별 검사지를 구성하였다(단, 본

4) 금년도 본 연구를 위한 검사 문항은 본 연구자를 포함하여 김태환(창림초), 나철영(행당초), 신국환(신강계초), 이인환(초당초), 김정여(서운중), 김효숙(언북중), 권혁천(서울사대부여중), 나귀수(한국교육과정평가원, 전 신남중), 이윤경(반월중), 류충균(성동여실고), 홍진곤(경기여고)에 의해 개발되었으며, 서동엽(춘천교대, 전 한국교육과정평가원), 신항균(서울교대), 이영하(이화여대), 우정호(서울대), 양운택(경기교육정보연구원), 이장주(선정고), 임광수(교육부), 정은실(진주교대), 박문환(성신여대 강사), 박평우(성균관대)에 의해 검토되었음(단, 작년도 예비검사 문항 개발 및 검토시에만 참여한 교사 또는 교수는 생략함).

고에는 지면 관계상 본검사지에 수록된 문항을 제시하지 않음).[4] <표 3, 4, 5 참조>

<표 3> 내용 영역별 문항 비율

	연산	도형	측정	확률과 통계	함수	방정식과 부등식 (문자와 식)
중학교	27% (8문항)	13% (4문항)	20% (6문항)	10% (3문항)	13% (4문항)	17% (5문항)
고등학교	20% (6문항)	17% (5문항)	17% (5문항)	3% (1문항)	17% (5문항)	26% (8문항)

<표 4> 문항 유형별 문항 비율

	선택형	비선택형	
		단답	서술
중학교	73% (22문항)	20% (6문항)	7% (2문항)
고등학교	77% (23문항)	13% (4문항)	10% (3문항)

<표 5> 시험의 문항 수와 시간

학교급	문항 내용의 수준			계
	초등학교	중학교	고등학교	
중학교	6문항	24문항		30문항
고등학교	2문항	9문항	19문항	30문항

2) 표집 인원

수학과 교육성취도 평가를 위해 서울시, 광역시, 중소도시, 읍면지역 등의 전국에서 표집된 학교 수는 중학교 88개교, 고등학교 92개교이었다. 그리고 평가의 결과 분석을 위해 표집된 학생 수는 전국의 해당 학년 학생 수의 약 0.5%에 해당하는 중학교 3학년 3399명, 고등학교 2학년 4009명이었다. 이러한 표집 절차에 따라 선정된 표집 학교의 표집 학급에 대해서는 2000년 6월 28일 동시에 평가를 실시하였으며, 시험 시간은 중·고등학교 공히 70분씩이고, 총 문항 수는 각각 30문항이었다.

III. 성취 수준 판정 방안

성취 수준이란 '교육을 통해 학생들이 실제 성취한 정도' 혹은 '교육 목표 도달 정도'를 의미한다. 그리고 실제 평가를 통하여 이러한 성취 수준을 판정하기 위해서는 준거(criterion) 혹은 분할점수(cut off score) 설정 작업이 수반된다. 본 연구에서는 전년도 연구를 바탕으로 학생들의 성취 수준을 '우수학력', '보통학력', '기초학력', '기초학력미달'의 4개 등급으로 <표 6>과 같이 구분하였다.

<표 6> 성취 수준의 구분[5]

성취 수준	수준의 의미
우수 학력	해당 학년에서 보통의 학생들이 일반적으로 성취하기를 기대하는 것보다 높은 성취를 보이는 수준, 즉 보통학력에 해당하는 것을 성취함과 동시에 심화·발전된 내용을 추가적으로 성취한 수준을 의미함.
보통 학력	해당 학년에서 보통의 학생들이 일반적으로 성취하기를 기대하는 수준, 즉 기초학력에 해당하는 것을 포함하여 정상적인 교수·학습 활동을 통해 성취할 것이라고 기대하는 일반적인 내용을 추가적으로 성취한 수준을 의미함.
기초 학력	해당 학년의 모든 학생들이 반드시 성취하기를 기대하는 최소필수 목표를 성취한 수준, 즉 일반 국민들이 성취하기를 기대하고 있는 최소한의 지식이나 기능을 성취한 수준을 의미함.
기초 학력 미달	해당 학년의 모든 학생들이 반드시 성취하기를 기대하는 최소필수 목표를 성취하지 못한 수준, 즉 일반 국민들이 성취하기를 기대하고 있는 최소한의 수준에 도달하지 못한 상태를 의미함.

5) 이 수준 구분의 근거는 수학 교과에서 별도로 마련한 것이 아니라, 본 연구와 관련된 평가 전공자들이 주축이 되어 각 교과(즉, 수학, 사회, 국어, 영어, 과학) 연구자들의 합의 하에 설정된 것임.

1. 성취 수준의 판별 준거

수학 교과에서는 위의 네 단계 성취 수준을 판별하기 위하여 3개의 분할점수(준거)를 다음과 같은 준거 하에 설정하였다.[6]

① 각 영역별의 모든 문항을 문항의 곤란도에 따라 상, 중, 하의 세 가지로 구분한다.

② 각 영역별로 곤란도가 상, 중, 하인 문항 각각에 대하여 문항의 점수를 합산한다.

③ 각 영역별로 곤란도가 상, 중, 하인 문항 각각에 대하여 합산한 점수를 기준으로 다음 그림에서 제시한 성취 수준 구분에 기초하여 성취 수준을 구분한다. <그림 1 참조>

· 기초학력 미달 수준에 속하는 학생의 점수는 곤란도가 '하'인 문항의 반(50%) 미만을 맞춘 경우에 해당됨.

· 기초학력 수준에 속하는 학생의 점수는 곤란도가 '하'인 문항을 모두 맞춘 경우에 해당됨.

· 보통학력 수준에 속하는 학생의 점수는 곤란도가 '중'인 문항까지 모두 맞추고, '상' 문항을 반(50%) 이하까지 맞춘 경우에 해당됨.

· 우수학력 수준에 속하는 학생의 점수는 곤란도가 '중'인 문항까지 모두 맞추고, '상' 문항을 반(50%) 이상을 맞춘 경우에 해당됨.[7]

문항의 곤란도	성취수준 구분	성취수준
상	50%	우수
중		보통
하	50%	기초
		기초미달

<그림 1> 성취수준 구분을 위한 준거

2. 성취 수준의 판별 방법

위에서 제시한 성취 수준의 판별 준거를 토대로, 중학교에 대한 평가 결과 분석 방안을 제시하면 다음 <표 7, 8, 9, 10>과 같다.[8]

<표 7> 영역별 문항 점수

학교급		평가영역												
	영역명	연산			도형		측정		확률과 통계		함수		방정식과 부등식	
중학교	문항 유형 (배점)	선택 (3)	서술 (4)	서술 (5)	선택 (3)	서술 (5)	선택 (3)	서술 (4)	선택 (3)	서술 (4)	선택 (3)	서술 (4)	선택 (3)	서술 (4)
	문항 수	6	1	1	3	1	4	2	3	x	3	1	3	2
	점수	18	4	5	9	5	12	8	9	x	9	4	9	8
	총점수	27			14		20		9		13		17	

<표 8> 영역별 성취 수준의 점수 범위

평가영역	만점	점수범위	성취수준	변환점수	가중치
연산	27	25 ~ 27	우수	3	0.27
		11 ~ 24	보통	2	
		6 ~ 10	기초	1	
		0 ~ 5	기초미달	0	
도형	14	11 ~ 14	우수	3	0.14
		6 ~ 10	보통	2	
		3 ~ 5	기초	1	
		0 ~ 2	기초미달	0	
측정	20	18 ~ 20	우수	3	0.20
		8 ~ 17	보통	2	
		4 ~ 7	기초	1	
		0 ~ 3	기초미달	0	
확률과 통계	9	9	우수	3	0.09
		6 ~ 8	보통	2	
		3 ~ 5	기초	1	
		0 ~ 2	기초미달	0	
함수	13	10 ~ 13	우수	3	0.13
		6 ~ 9	보통	2	
		3 ~ 5	기초	1	
		0 ~ 2	기초미달	0	
방정식과 부등식	17	15 ~ 17	우수	3	0.17
		7 ~ 14	보통	2	
		3 ~ 6	기초	1	
		0 ~ 2	기초미달	0	

6) 이러한 판정 수준 구분의 근거는 본 연구자에 의해 마련되었으며, 원외 합의진들과 본 연구팀의 평가 전공자들과의 논의를 거쳐 수정 · 보완한 것임.

7) 위의 ①~④를 점수로 환산하면, ①은 곤란도가 '하'인 문항에 해당되는 점수의 총합의 50% 미만인 경우, ②는 곤란도가 '하'인 문항에 해당되는 점수의 총합만큼 얻은 경우, ③은 곤란도가 '하'와 '중'인 문항 점수의 총합에 '상' 문항 점수의 50% 미만을 얻은 경우, ④는 곤란도가 '하'와 '중'인 문항 점수의 총합에 '상' 문항 점수의 50% 이상을 얻은 경우를 말함.

8) 단, 고등학교에 대한 평가 결과 분석 방안은 동일한 방법으로 설정한 것이므로, 본 고에서는 지면 관계상 이를 생략함.

<표 9> 최종 수학 성취도 수준

가중치를 곱한 점수의 합*	성취도 수준
0.5 미만	기초학력 미달
0.5 이상 ~ 1.5 미만	기초학력
1.5 이상 ~ 2.5 미만	보통학력
2.5 이상	우수학력
① 각 대영역의 성취도 수준에 따라 0, 1, 2, 3점을 부여함 (우수학력= 3, 보통학력= 2, 기초학력= 1, 기초학력 미달 = 0) ② 각 대영역의 배점 비율에 따른 가중치를 곱한 후 그 값들의 합	

<표 10> 성취 수준 판별의 예[9]

대영역	점수 /배점	대영역의 성취도	변환 점수	변환 점수와 가중치의 곱	가중치를 곱한 점수의 합	수학 성취도
연산	11 / 28	보통 학력	2	2×0.27 =0.54	0.54+0.52+0.2 +0.36+0.26 = 1.88	보통 학력
도형	11 / 17	우수 학력	3	3×0.14 =0.52		
측정	4 / 19	기초 학력	1	1×0.20 =0.2		
확률과 통계	9 / 12	우수 학력	3	3×0.09 =0.36		
함수	6 / 13	보통 학력	2	2×0.13 =0.26		
방정식과 부등식	0 / 11	기초 미달	0	0×0.17 =0		

Ⅳ. 수학과 평가 결과

본 연구에서는 교육과정상의 대영역별, 주요 문항별, 배경변인별(성별 · 지역별 · 학교설립유형별)로 교육성취도 평가 결과를 분석하였는데, 앞서 언급한 바와 같이, 본 고에서는 평가 결과 부분에 교육과정의 대영역별 분석 결과를 개괄적으로 소개하고, 내용(문항별) 분석 결과를 중점적으로 제시하였으며, 배경 변인별 분석 결과는 생략하였다.

1. 중 · 고등학교 대영역별 분석 결과

1) 중학교

중학교의 전체 결과를 보면, 중학교 3학년 학생들의 수준은 '보통학력 수준'으로 판명되었다. <그림 2>는 도형 영역과 함수 영역에서는 '기초학력 수준'임을, 나머지 4개 영역에서는 '보통학력 수준'임을 보여 주고 있다.

우수학력							
보통학력							
기초학력							
기초학력 미달							
성취수준(등급) / 대영역	연산	도형	측정	확률과 통계	함수	방정식과 부등식	전체

<그림 2> 중학교 성취 수준 등급 프로파일

영역별로 살펴보면, 연산, 측정, 확률과 통계, 방정식과 부등식 영역에서 '보통학력 수준' 이상의 학생은 65%를 넘는 반면, 도형 영역과 함수 영역에서 '보통학력 수준' 이상의 학생은 55%에 미치지 못하고 있다. 이와 같이, 도형 영역과 함수 영역에서 상대적으로 수준이 떨어지는 것은 그 만큼 교육과정에 시사하는 바가 있는 것으로 보이며, 학생들이 두 영역의 내용을 다룬 문항을 어려워하는 이유를 분석하여 문제점을 찾고 어렵게 하는 요인이 무엇인지 분석할 필요가 있을 것이다. 영역별 '기초학력 미달 수준'을 살펴보면, 연산 영역의 경우 6.0%, 도형 영역은 8.6%, 측정 영역은 13.8%, 확률과 통계 영역은 5%, 함수 영역은 32.3%,

9) 위의 표는 어떤 학생의 점수를 임의로 선정하여 각 영역별 성취 수준 및 최종 성취 수준을 판별하기 위한 과정을 한 예로 제시한 것이며, 이에 대한 성취수준 결과 보고를 위한 프로화일의 예는 생략함. 단, 프로화일은 그림 2, 3과 동일한 형태임.

방정식과 부등식 영역은 8.5%에 달하는 학생들이 '기초학력미달 수준'에 머무르는 것으로 나타났다. 여기서 주목할만한 것은 다른 영역에 비해 함수 영역에 대하여 '기초학력미달 수준'에 머무르는 학생들이 많다는 점이다.

본 연구의 검사 결과에 따른 기술통계치를 살펴보면, 중학교 수학과 교육 성취도 평가의 전체 평균은 51.1점이었으며, 연산, 측정, 확률과 통계, 방정식과 부등식 영역에서는 평균이 각 영역별 만점의 50%를 상회하고 있는 반면, 도형 영역과 함수 영역에서의 평균은 각 영역별 만점의 50%에 미치지 못하였다. 이는 앞서 언급한 바와 같이, 중학교 학생들이 '도형' 영역과 '함수' 영역의 문제를 해결하는데 있어서 타 영역보다 상대적으로 어려워했음을 시사하고 있다.

2) 고등학교

고등학교의 전체 결과 역시 '보통학력 수준'임을 보여주고 있다. <그림 3>은 확률과 통계를 제외한 5개 영역에서 '보통학력 수준'임을 보여 주고 있는데, 확률과 통계 영역은 현 고등학교 1학년 과정에 포함되어 있지 않아 중학교 수준의 1개 문항만을 다루었으므로 이 영역에 대한 학생들의 성취 수준을 판정하기에는 무리가 따른다.

성취수준(등급) / 대영역	연산	도형	측정	확률과 통계	함수	문자와 식	전체
우수학력							
보통학력							
기초학력							
기초학력 미달							

<그림 3> 고등학교 성취 수준 등급 프로파일

영역별로 살펴보면, 연산, 측정, 함수 영역에서 '보통학력 수준' 이상의 등급을 받은 학생은 70%를 상회하고 있으며, 문자와 식 영역이 약 65%, 도형 영역이 약 59%의 비율을 나타내고 있다. 그리고, 영역별 '기초학력미달 수준'을 살펴보면, 연산 영역의 경우 6.5%, 도형 영역은 14.4%, 측정 영역은 10.0%, 확률과 통계 영역은 50.2%, 함수 영역은 8.7%, 문자와 식 영역은 16.5%에 달하는 학생들이 '기초학력미달 수준'에 머무르는 것으로 나타났다. 본 연구의 검사 결과에 따른 기술통계치를 살펴보면, 고등학교 수학과 기초학력 평가의 전체 평균은 47.9점이었으며, 6개 영역별 결과를 보면, 연산 영역을 제외한 5개 영역 모두 평균 점수가 만점의 50%를 상회하지 못하였다. 이는 전반적으로 고등학교 학생들이 대부분의 수학 영역 내용의 문제를 해결하는데 어려움이 따랐음을 나타낸 결과라 하겠다.

2. 중 · 고등학교 주요 문항별 분석 결과

앞서 전술한 바와 같이, 본 연구 결과에서 문항의 정답율과 변별도로 판단할 때, 중 · 고등학교 모두 문항이 양호한 편이었다.[10] 그러나 정답 반응이 예상보다 낮은 문항에 대해서는 좀더 신중히 분석하여 그 결과 및 조치 사항을 학교 수학에 반영할 필요가 있으므로, 이러한 문항에 초점을 두어 분석하기로 하였다(단, 문항 분석시 기초 자료로 사용하였든 문항별 정답율과 답지 반응 빈도를 나타내는 반응 분석 결과표는 지면 관계상 생략함).

1) 중학교

(1) 예비검사 문항을 다룬 문항

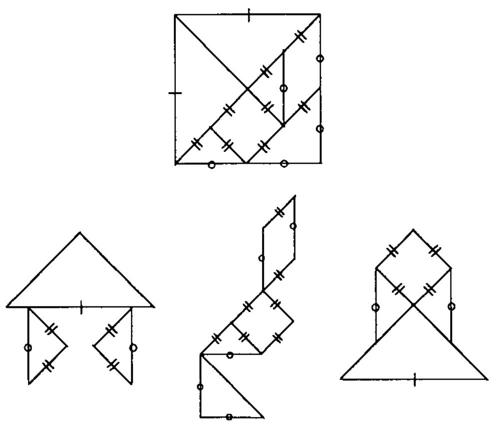
중학교 문항 중에서 작년도(1999년) 예비검

사 문항을 금년도(2000) 본검사 문항에 사용한 문항은 총 16문항이며, 이들 대부분의 정답율은 유사하였다. <부록의 표 1 참조> 하지만, 몇몇 문항의 경우에는 다소 정답율의 차이를 보였다. 예를 들어, 초등학교 4학년에서 다뤄지는 복합도형의 넓이를 구하는 것에 관한 서술형 2번 문항은 정답율이 77.9%에서 54.0%로 낮아졌으며, 간단한 일차함수 $y=ax+b$의 그래프의 개형을 다룬 선택형 21번 문항은 정답율이 53.0%에서 35.1%로 낮아졌다. 반면에, 부채꼴의 넓이를 구하는 것에 관한 선택형 9번 문항의 경우에 정답율이 48.2%에서 60.8%로 높아졌다. 문항별로 좀더 자세히 살펴보면 다음과 같다.

■ 서술형 2번 문항[11)]

이 문항은 초등학교 4학년에서 다루어지는 복합 도형의 넓이를 구할 수 있고, 또 5학년 때 학습한 합동을 알고 있으면 풀 수 있는 문항이다. 다만, 이 문항은 도형의 넓이를 실제로 계산해 봄으로써 도형의 넓이의 크기 순서를 가리는 것이 아니라, 합동인 도형들을 가려내어 여러 개의 도형의 넓이를 상호 비교하여 푸는 문항이다. 그런데, 정답율이 54.4%에 그친 것으로 보아, 특히 초등학생들이 맞힌 41.5%의 정답율과 크게 다르지 않을뿐더러 작년도 예비검사에서 중학생들이 맞힌 77.9%의 정답율보다도 현저히 낮아졌다는 사실을 상정해 볼 때, 학생들이 기본적으로 넓이 공식을 암기하고 이를 이용하여 넓이를 실제로 계산하는데 익숙해 있기 때문에 이 문항과 같이 계산 능력이 아닌 추론 능력을 필요로 하고, 특히 '합동'이라는 또다른 내용(개념)을 복합적으로 이용하여 해결하는 문제에 대하여 어려움을 느끼는 것 같다. 따라서, 수학 교과에서는 개념의 이해가 부족한 상태에서 공식 대입이나 암기 위주의 반복적인 문제 풀이 형태의 학습 결과가 불러오는 문제점을 신중하게 검토해 보아야 한다.

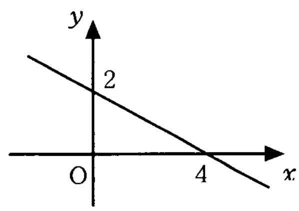
2. 정사각형 모양의 색종이를 다음과 같이 오려 여러 가지 모양을 만들었다. 넓이가 큰 것부터 써 보아라. (　　　)



가　　　나　　　다

■ 선택형 21번 문항

21. 일차함수의 그래프가 아래의 그림과 같을 때, 이 일차함수의 식을 구하면?



① $y=-\frac{1}{2}x+2$　② $y=\frac{1}{2}x+2$

③ $y=\frac{1}{2}x+4$　④ $y=-2x+2$

⑤ $y=2x+2$

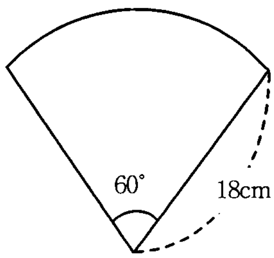
10) 통상적으로 변별도가 0.3 이상이면 그 문항은 변별력, 즉 수학을 잘하는 학생은 주어진 문항을 맞히고, 그렇지 못한 학생은 그 문항을 맞히지 못하는 현상이 있다고 봄.

11) 서술형 2번 문항을 비롯하여 몇몇 문항의 경우에는 지면 관계상 실제로 본검사지에 수록된 형태(가령, 그림의 위치, 보기답안의 위치, 글자크기 등)와 다소 다르게 수정하였음.

이 문항은 일차함수 $y=ax+b$의 그래프를 그리는 것에 관한 가장 간단한 것으로, 그것도 직접 학생들이 그려보는 것이 아니라 주어진 그래프를 보고 알맞은 식을 고르는 선택형의 문항이다. 그럼에도 불구하고, 정답율이 작년과 비교하여 현저히 낮아졌을 뿐만 아니라 모든 오답에의 반응율이 비슷함을 상정해 볼 때, 학생들은 근본적으로 함수의 개념뿐만 아니라 함수의 그래프를 이해하는 데에도 상당한 어려움이 따르는 것으로 판단된다. 따라서, 현장에서 지적하는 바와 같이, 중학교 교육과정 중에서 함수 부분을 내용이나 학년 이동 등의 측면에서 신중히 검토해 볼 필요가 있겠다. 그리고, 우선적으로는 학생들이 직접 기울기와 y절편을 이용하여 그래프를 직접 그려보는 활동이 절실히 필요하다고 하겠다.

■ 선택형 9번 문항

9. 원뿔 모양의 아이스크림을 싸고 있는 포장지의 옆면을 펼쳐보았더니 아래 그림과 같은 부채꼴이 되었다. 이 부채꼴의 넓이를 구하면? (단, 원주율은 π)



① $36\pi\,cm^2$ ② $54\pi\,cm^2$ ③ $81\pi\,cm^2$
④ $180\pi\,cm^2$ ⑤ $324\pi\,cm^2$

이 문항은 주어진 부채꼴의 넓이를 구하는 가장 기초적인 문제임에도 불구하고, 작년도 예비검사에서 낮은 정답율을 보였는데, 금년도 검사에서 정답율이 높아졌음은 다행스러운 일이라 하겠으나, 그래도 여전히 60%를 웃도는 정도의 정답율은 이 문항의 곤란도에 비해 낮은 편이라 할 수 있다. 이는 학생들이 아무리 쉬운 문제일지라도 예전에 배운 내용에 관한 것일 때에는 해당 공식이나 원리를 기억하거나 이해하고 있지 못하는 데에서 기인한 것으로 판단되며, 앞에서도 이미 언급한 바와 같이 수학 교과에서 암기 위주의 반복적인 문제 풀이 형태의 학습에 대하여 다시 한 번 되짚어 보아야 할 것이다.

(2) 초등학교 내용을 다룬 문항

중학교 문항에서 선택형 1, 2, 3, 4번 문항과 서술형 1, 2번 문항은 초등학교에서 다루었던 내용에 관한 것으로, 선택형 문항의 정답율은 각각 93.7%, 52.0%, 81.6%, 84.4%, 서술형 문항의 정답율은 각각 56.1%, 54.40%이다.[12] 선택형 1, 2, 4번 문항의 경우에는 높은 정답율을 보였으나, 선택형 2번 문항과 서술형의 두 문항에 대해서는 낮은 정답율을 보였다. 정답율이 낮은 문항을 중심으로 좀더 자세히 살펴보면 다음과 같다. <서술형 2번 문항은 앞 부분 참조>

■ 선택형 2번 문항

2. 다음 중 들이의 단위를 가장 알맞게 사용한 것은 어느 것인가?

① 광현이는 주전자에 반 친구들이 마실 물을 5L 떠왔다.
② 민호는 매일 학교에서 우유급식으로 500dL의 우유를 마신다.
③ 지선이는 약수터에서 온 가족이 마실 물을 5mL 떠왔다.
④ 정수는 50L짜리 음료수 한 병을 사와서 민호와 나누어 마셨다.
⑤ 수진이는 양동이로 한 번에 500L의 물을 떠다가 청소를 하였다.

이 문항은 학생들이 들이에 대한 양감을 어느 정도 가지고 있는지를 파악하기 위한 것으로, 초등학교 3학년에서 다뤄지는 내용에 관한 것이다. 비록 초등학교 이후 중학교에서 다시 반복하여 다루지는 않지만 일상 생활에서 비교적 쉽게 접할 수 있고 특별히 암기하지 않고도 풀 수 있는 문제임에도 불구하고, 학생들이 전반적으로 들이에 대한 양감이 부족하여 나타난 결과로 생각된다. 따라서, 전술한 바와 같이, 초등학교 수학 수업을 통해 학생들이 직접 주변 상황이나 물체에 대한 단위의 양감을 기를 수 있도록 해야 할 것이다.

■ 서술형 1번 문항

1. 키가 160cm인 지민이가 오후 4시에 자신의 그림자의 길이를 재어 보았더니 320cm였다. 같은 시각 지민이 옆에 있는 국기게양대의 그림자의 길이가 24m라면 그 국기게양대의 높이는 몇 m인가? (   )

이 문항은 초등학교 6학년에서 다루어지는 간단한 비례식을 이용하여 푸는 문제임에도 불구하고, 학생들은 낮은 정답율을 보였다 (56.1%). 이에 대해서 몇 가지로 추측해 볼 수 있는데, 우선, 이 문항은 문제 상황을 문장으로 제시한 형태이어서 학생들이 문제를 제대로 이해하는데 어려움을 겪었을 수도 있고, 아니면 아직도 선택형의 문항에 익숙한 학생들이 직접 답을 써야 하는 단답형 문항에 어려움이 따랐을 수도 있다. 어찌되었거나, 보다 근본적인 이유는 학생들이 비례와 비례식에 대한 내용(개념)을 올바르게 이해하고 있지 못하는 데에서 기인하였다고 보아지며, 이에 따라 초등학교에서의 비와 비율, 비례식 등에 대한 개념 이해가 보다 철저히 이루어져야 할 것이다.

(3) 중학교 내용을 다룬 선택형 중에서 정답율이 낮은 문항

중학교 내용에 관한 문항 중에서 선택형 8번, 11번, 13번, 17번, 21번 문항이 각각 34.8%, 31.6%, 29.8%, 27.9%, 35.1%로 40% 이하의 낮은 정답율을 보였는데, 이의 분석 결과는 다음과 같다. <선택형 21번 문항은 앞 부분 참조>

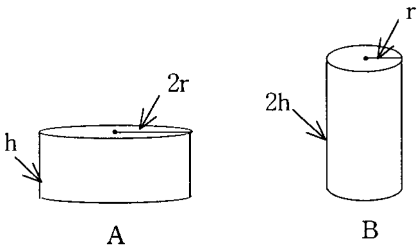
■ 선택형 8번

8. 가로 2.4m, 세로 1.5m인 직사각형 모양의 바닥에 똑같은 크기의 정사각형 타일을 이어 붙이려고 한다. 타일의 개수를 가장 적게 사용하여 바닥을 완전히 메우려고 할 때 타일의 한 변의 길이는 얼마이면 되겠는가?
① 12cm ② 15cm ③ 24cm ④ 30cm ⑤ 36cm

이 문항은 최대공약수를 이용하여 푸는 문제로서 학생들이 정확하게 문제를 이해하지 못한 것으로 추측된다. 현재 초등학교 5학년, 중학교 1학년에서 최소공배수와 최대공약수 내용을 학습하지만 많은 학생들이 이를 이해하는 과정에서 어려움을 느끼며, 특히 실생활 관련의 문장으로 된 문제로 출제되었을 때 더욱 어려워하는 경향이 있다. 이러한 점에서 볼 때, 제 7차 초등학교 교육과정에서는 최대공약수와 최소공배수의 뜻을 알고 이를 구하는 데에 초점을 두고, 이에 관한 활용 부분이 중학교급으로 상향 조정된 것은 바람직하다고 하겠다. 그리고, 이 문항의 경우, 많은 학생들이 ⑤번의 오답(28.1%)을 선택하였는데, 그 이유를 정확히 예측하기는 어려우며, 다만 수학 문제에서 정답이 36인 경우가 많다는 사실을 상기해 볼 때, 학생들이 임의적으로 이 답을 선택한 것으로 추측된다.

12) 참고로, 중학교의 경우 90% 이상의 높은 정답율을 보인 문항은 선택형 1번 문항뿐이며, 이는 초등학교 4학년에서 다뤄지는 자연수의 사칙계산에 관한 내용임.

■ 선택형 11번 문항

> 11. 아래의 그림과 같이 두 개의 통 A, B가 있다. 여기에 딸기잼을 넣으려고 할 때 두 통에 담을 수 있는 딸기잼의 양을 비교한 것으로 옳은 것은?
>
> 
>
>
> ① A에 들어가는 양은 B에 들어가는 양의 1/2배이다.
> ② A에 들어가는 양은 B에 들어가는 양의 2배이다.
> ③ A에 들어가는 양은 B에 들어가는 양의 1/4배이다.
> ④ A에 들어가는 양은 B에 들어가는 양의 4배이다.
> ⑤ A에 들어가는 양과 B에 들어가는 양이 같다.

이 문항은 두 원기둥의 반지름과 높이를 각각 $2r$과 h, 그리고 r과 $2h$로 제시하여 두 원기둥의 부피의 크기를 비교하는 것에 관한 문제이다. 실제로, 이 문항은 원기둥의 부피 공식만을 기억하고 있으면 풀 수 있는 간단한 것임에도 불구하고, 이는 서술형 2번 문항과 마찬가지로, 원기둥의 부피를 구하는데 필요한 반지름의 길이와 높이를 숫자로 주지 않고 문자로 제시함으로써 문제를 해결하는데 어려움이 따른 것으로 예상된다. 특히, 문항의 반응 결과를 보면, 정답율(31.6%)에 비해 오답 ⑤를 선택한 학생들이 무려 55.0%에 이르렀는데, 이는 원기둥의 부피 구하는 공식을 기억하여 문자를 대입하지 않고 직관적으로 두 원기둥의 반지름의 길이와 높이가 각각 $2r$과 h, 그리고 r과 $2h$이므로, 두 원기둥의 부피가 같다고 추측한 것으로 판단된다. 지금껏 학생들이 중학교에 들어서면서 수가 아닌 '문자'를 다루는데 있어서 상당히 어려움을 겪고 있다는 지적함께 이에 대한 우려의 목소리가 높았다. 다시 한 번, 본 검사 결과를 통하여, 수학의 형식화가 요구되는 중학교에서 가장 기초적이면서도 중요한 내용이라 할 수 있는 '문자'의 개념과 그 사용에 대하여 학생들이 올바르게 이해할 수 있도록 해야 할 것이다.

■ 선택형 13번

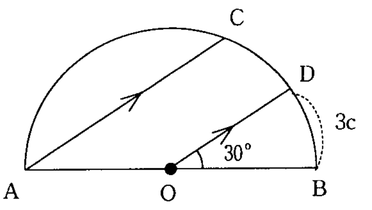
> 13. 길이가 80cm인 끈으로 직사각형을 만들려고 한다. 직사각형의 가로의 길이를 $x$cm 라고 하고 세로의 길이를 $y$cm라고 할 때, y가 가질 수 있는 모든 값의 집합은?
>
> ① {1, 2, 3, ⋯, 39, 40}　② {1, 2, 3, ⋯, 79, 80}
> ③ $\{y \mid 0<y<20\}$　④ $\{y \mid 0<y<40\}$
> ⑤ $\{y \mid 0<y<80\}$

이 문항의 분석 결과를 통하여 학생들이 함수 개념에 대한 이해가 부족함을 알 수 있었다. 특히 이 문항은 직사각형의 둘레의 길이가 80cm이므로 그림을 그려서 가로의 길이와 세로의 길이가 각각 $2x$, $2y$가 됨을 알고, 식 $2x+2y=80$을 세워야 하는데, 많은 학생들이 오답 ⑤를 선택한 결과를 보면(정답율 29.0%), 직사각형의 가로와 세로의 길이를 (문제에서 제시된 그대로) x, y로 받아들여 식 $x+y=80$을 생각한 것 같다. 일반적으로 수학 문제를 해결할 때, 상당 수의 문제는 그림을 그려서 문제를 이해하고 힌트를 얻어 문제를 해결해 나아가는 경우가 많다. 따라서, 초등학교에서부터 식 세우기 전략에만 치중하지 말고, 식 세우기 전략의 보조 전략으로써 그림 그리기나 표 만들기와 같은 방법을 친숙히 다룰 수 있도록 해야 할 것이다.

■ 선택형 17번 문항

이 문항은 동위각과 엇각의 성질을 이용하여 $\angle COA=120°$임을 알고, 중심각과 호의 길이의 관계를 이용하여 $\overset{\frown}{AC}$의 길이를 구하는 문

17. 아래 그림에서 $\overline{AC} /\!/ \overline{OD}$, $\angle BOD = 30°$, $\widehat{BD} = 3cm$일 때, $\widehat{AC}$ 의 길이를 구하면?



① 3cm ② 6cm ③ 9cm ④ 12cm ⑤ 15cm

제이다. 이와 같이, 여러 가지 각과 관련된 성질을 제대로 이해하고 있어야 하고, 동시에 중심각과 호의 길이의 관계도 알고 있어야 하므로, 학생들이 각각의 내용에 관하여 제대로 이해하고 있지 못하면, 이러한 문제를 제대로 해결한다는 것은 어려운 일일 것이다. 그러므로, 그때그때 주어진 문제를 통하여 해당 내용(도형 영역뿐만 아니라 다른 영역의 내용도 마찬가지로)을 암기하는데 그치지 말고, 그 내용에 관한 보다 근본적인 이해를 바탕으로 관련 문제를 해결해 나아갈 수 있도록 해야 할 것이다.

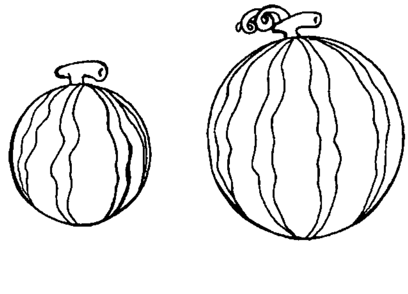
(4) 중학교 내용을 다룬 서술형 중에서 정답율이 낮은 문항

서술형 문항의 경우, 4번, 6번, 7번 문항이 각각 17.4%, 33.3%, 38.2%로 낮은 정답율을 보인 예인데, 이에 관한 분석 결과는 다음과 같다.

■ 서술형 4번 문항

이 문항은 닮음비를 이용하여 두 도형의 부피의 크기를 비교하는 문제로써, 중학교 30개의 검사 문항 중에서 가장 낮은 정답율을 보였다(17.4%). 일반적으로 학생들은 정육면체, 사

4. 예리네 집에 손님이 와서 수박을 준비하려고 한다. 과일 가게에서 크기와 가격을 알아보니 반지름이 11cm, 16cm 정도의 두 종류가 있었고, 값은 각각 5000원, 10000원이었다. 10000원으로 작은 수박 2개를 사는 것과 큰 수박 1개를 사는 것 중 어느 것이 더 많은 양을 먹을 수 있겠는가? 그 이유를 설명하여라. (단, 껍질은 1cm 정도로 생각하고, 모양은 구와 같다고 한다.)



반지름11cm 반지름 16cm

답 : ____________

이유: ____________________

각뿔 등의 입체도형을 대상으로 하는 닮은 도형의 부피의 비를 구하는데 익숙해 있어, 이 문제와 같이 실생활 관련의 문제 상황을 문장으로 제시된 경우에 학생들이 느끼는 문항의 곤란도는 상당할 것으로 생각된다. 그리고, 닮음비에 관한 내용이 중학교 2학년 과정에서 다뤄지므로, 학생들이 이 문제를 (쉽게) 닮음을 이용하여 해결할 수 있음을 숙지하지 못한 것 같다.[13] 더욱이, 이 문항에는 초등학교 서술형 10번 문항과 마찬가지로 의사소통 능력을 측정하기 위한 발문도 포함되었다. 전술한 바와 같이, 학생들은 정확한 답을 구하는 데에는 익숙하지만 그 이유나 결과를 말이나 글로 설명하는 데에는 어려움이 따르는 것으로 사료된다. 그러므로, (주어진) 문제가 정형적인 것이든 아니면 실생활 관련의 서술형이든지 간에, 그 해결 과정이나 이유를 분명하게 말이나 글로 표현할 수 있는 능력을 기르도록 해야 한다.

■ 서술형 6번 문항

> 6. 넓이가 $12cm^2$인 직각삼각형에서 직각을 낀 두 변을 a, b라고 할 때, a와 b의 길이의 합은 10cm이다. 이 때, a를 한 변으로 하는 정사각형과 b를 한 변으로 하는 정사각형의 넓이의 합은 몇 cm^2 인가? (　　　　)

이 문항은 문제의 조건에 맞는 방정식을 세워 인수분해 공식을 이용하여 그 방정식을 해결하는 것에 관한 문제이다. 그런데, 선택형 11번 문항 분석 결과와 마찬가지로, 문제의 조건이 숫자가 아닌 문자로 주어졌기 때문에 학생들이 느끼는 문항의 곤란도는 높았을 것으로 판단된다. <앞의 선택형 11번 문항 분석 결과 참조>

■ 서술형 7번 문항

> 7. 다음 식을 간단히 하는 과정을 쓰고, 그 답을 구하여라.
>
> $$\frac{\sqrt{2}+1}{\sqrt{2}-1}-2\sqrt{2}$$
>
> 과정: ______________________________
>
> 답 : ______________________________

이 문항은 중학교 3학년에서 다루어지는(즉, 학습한 지가 얼마되지 않는) 분모의 유리화를 통해 주어진 식을 계산하기만 하면 되는 문제임에도 불구하고, 낮은 정답율을 보였다(38.2%). 이는 여전히 학생들이 해결 과정을 쓰면서 답을 제시하는 것에 익숙하지 않음을 보여준 예라 할 수 있다. 이에 대한 충분한 연습이 초등학교에서부터 쉽고 간단한 문제를 통하여 서서히 이루어져야 할 것이다.

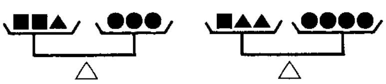
2) 고등학교

앞서 언급한 바와 같이, 중학교와 마찬가지로, 고등학교의 문항은 비교적 양호한 편이였으며, 여기서는 정답 반응이 예상보다 낮은 문항에 대해서 분석하였다.

(1) 예비검사 문항을 다룬 문항

고등학교 문항 중에서 작년도(1999년) 예비검사 문항을 금년도(2000) 본검사에 사용한 문항은 총 13문항이며, 이 문항들 중에서 선택형 10번 문항을 제외한 12문항은 모두 작년도보다 정답율이 낮아졌다. 특히, 이 중에서 7문항(즉, 선택형 8번, 11번, 18번, 20번, 21번, 서술형 3번, 6번, 7번 문항)의 정답율은 작년과 큰 차이가 있었다. <부록의 표 2 참조> 이와 같이 문항의 정답율이 낮아짐에 대한 원인을 두 차례의 점수 결과만을 가지고 규명하는 것은 무리이겠으나, 일단은 고등학교 학생들이 초등학교와 중학교 학생들에 비해 지난 한 해 동안 수학 학업에 소홀한 것으로 추측해 볼 수 있다. 정답율의 차이가 큰 7문항을 중심으로 좀더 자세히 살펴보면 다음과 같다.

■ 선택형 8번

> 8. 무게가 다른 세 종류의 물건을 그림과 같이 천칭에 올려놓았더니 평형을 이루었다.
>
> 
>
> 이 때, 물건▲ 2개는 물건■ 몇 개와 평형을 이루는가?
>
> ① 3　　② 4　　③ 5　　④ 6　　⑤ 7

이 문항에서는 '천칭'을 소재로 한 다항식의 연산에 관한 내용을 다루었는데, 정답율이 67.0%에서 37.9%로 낮아졌다. 이와 같이 학생

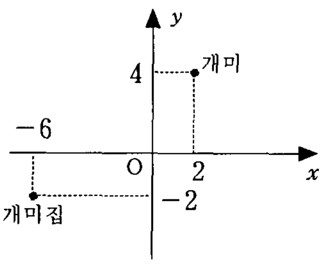
---

13) 금년도와는 달리, 작년도 예비검사 후에는 본인이 직접 학생들의 서술형 답안을 채점하였다. 그때 당시 이 문항의 답안을 채점하면서 상당 부분의 학생들이 이 문제가 닮음비를 이용하여 해결될 수 있다는 사실을 전혀 알지 못하였던 것으로 기억하고 있다.

들이 평소에 접해 보지 않은 문제에 대해서는 그 해결에 있어서 어려움을 겪는 것으로 판단된다. 중학교의 문항별 분석 결과 부분에서도 이미 언급한 바와 같이, 수학 교과에서 지금까지 어떤 공식이나 알고리즘을 이용하여 푸는 문제 풀이가 강조되어 온 결과, 해당 내용(개념)에 대한 충분한 이해가 부족하여 관련 내용(개념)을 응용하거나 여러 내용(개념)이 동시에 수반되는 통합적인 문제가 제시되는 경우, 학생들은 그 문제 해결에 큰 어려움을 겪는 것으로 여겨진다. 여기에서도 마찬가지로 공식 대입이나 암기 위주의 문제 풀이 형태의 학습 결과가 불러오는 문제점을 신중하게 검토해 보아야 할 것이다.

■ 선택형 11, 18, 20번, 서술형 3번

11. 개미와 개미집의 위치를 아래 그림과 같은 좌표평면으로 나타내면, 개미의 좌표는 (2, 4)이고, 개미집의 좌표는 (—6, —2)라고 한다. 개미의 최대속력이 분속 5라고 할 때, 개미가 개미집에 도착하려면 최소 몇 분 걸리는가?



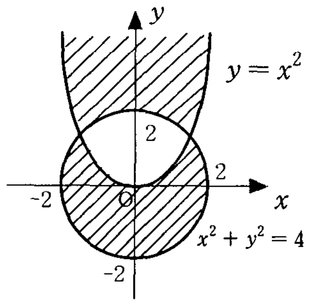
① 1분 ② 2분 ③ 3분 ④ 4분 ⑤ 5분

18. 좌표평면 위의 한 점 A(—2, 3)에 대하여, 점 A로부터 거리가 5인 모든 점의 집합을 바르게 나타낸 것은?

① $\{(x,\ y) \mid (x+2)^2 + (y+3)^2 = 5\}$
② $\{(x,\ y) \mid (x+2)^2 + (y-3)^2 = 5\}$
③ $\{(x,\ y) \mid (x-2)^2 + (y+3)^2 = 25\}$
④ $\{(x,\ y) \mid (x+2)^2 + (y-3)^2 = 25\}$
⑤ $\{(x,\ y) \mid (x+2)^2 + (y+3)^2 = 25\}$

3. 점 $P(a,\ 3)$을 원점에 대하여 대칭이동한 점 Q의 좌표가 $(b-1,\ a+1)$일 때, ab의 값은? (   )

20. 다음 중 아래 그림의 색칠한 영역을 나타내는 부등식은? (단, 경계선은 모두 포함한다.)



① $\begin{cases} x^2+y^2 \le 4 \\ y \le x^2 \end{cases}$ ② $\begin{cases} x^2+y^2 \le 4 \\ y \ge x^2 \end{cases}$

③ $\begin{cases} x^2+y^2 \ge 4 \\ y \ge x^2 \end{cases}$

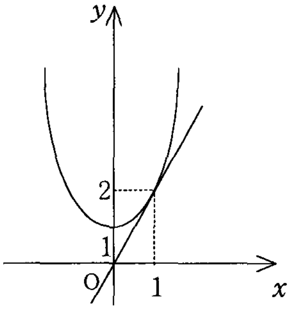
④ $(x^2+y^2-4)(x^2-y) \ge 0$

⑤ $(x^2+y^2-4)(x^2-y) \le 0$

기하 영역(즉, 도형과 측정 영역)을 다룬 선택형 11, 18, 20번 문항과 서술형 3번 문항의 정답율의 변화를 살펴보면 다음과 같다. 선택형 11번 문항은 좌표평면 위의 두 점 사이의 거리를 이용하여 푸는 것으로 정답율이 75.1%에서 57.6%로, 선택형 18번 문항은 원의 방정식을 구하는 비교적 간단한 내용을 다룬 것으로 정답율이 73.6%에서 52.8%로, 선택형 20번 문항은 부등식의 영역을 다룬 것으로 정답율이 64.7%에서 29.5%로, 그리고 서술형 3번 문항도 대칭이동에 관한 것으로 정답율이 67.6%에서 34.8%로 현저히 낮아졌다. 최근 들어, 수학 교육계에서는 학생들이 점차 학년(또는 학교급)이 올라감에 따라 다른 영역에 비해 기하(도형과 측정 영역) 부분의 학습 결손이 두드러짐을 심각하게 논의하여 왔는데, 본 연구에서도 동일한 문제점을 제기하는 바이며, 기하 부분의 교육과정 및 교수-학습 자료, 방법 등에 대한 근본적인 검토 및 개선이 요구된다.

■ 선택형 21번, 서술형 6번

21. 아래 그림과 같이 원점에서 곡선 $y=x^2+1$에 그은 접선이 점 (1, 2)에서 접하고 있다. 함수 $f(x)=x^2+1(x\geq 0)$의 역함수를 $g(x)$라 할 때, 원점에서 곡선 $y=g(x)$에 그은 접선의 기울기는?



① $\frac{1}{2}$ ② $\frac{2}{3}$ ③ 1 ④ 2 ⑤ 3

6. 방정식 $2x^2-4x-3=0$의 두 근을 α, β라 할 때, $\alpha^3+\beta^3$의 값은? ( )

이 문항은 역함수에 관한 내용으로 76.8%에서 36.3%로 정답율이 현저히 낮아졌으며, 근과 계수와의 관계를 다룬 서술형 6번 문항의 정답율도 56.4%에서 24.0%로 낮아졌다. 이 두 문항에서 다루는 내용은 고등학교 수학과 교육과정 중에서 가장 중요한 내용(개념)에 속하는 것으로, 학생들이 이를 이해하는데 어려움이 따랐던 것으로 판단되는데, 두 문항 모두 금년도 본검사에서 작년도 예비검사보다 정답율이 현저히 낮아졌음은 매우 염려스러운 일이라 하겠다. 이와 같이 수학 교과에서 반드시 다뤄져야 하는 중요한 내용 또는 개념임에도 불구하고 학생들이 이를 이해하는데 지속적인 어려움을 겪는다면, 향후 수학과 교육과정 개발시 학년 이동이나 내용 경감 등의 조정을 고려하거나 이에 관한 교수-학습 자료의 구성 및 교사의 교수 방식 등에 관한 검토도 이뤄져야 할 것이다.

(2) 초등학교, 중학교급 내용을 다룬 문항 중에서 정답율이 낮은 문항

고등학교 문항 중에서 선택형 1~7번 문항과 서술형의 1~2번, 5번 문항은 초등학교와 중학교에서 다루었던 내용에 관한 것으로, 이 중에서 낮은 정답율을 보인 문항은 선택형 5번과 6번, 서술형 1번과 5번이며, 이들 문항의 정답율은 각각 49.8%, 39.6%, 24.2%, 9.0%이다. 이 네 문항의 분석 결과는 다음과 같다.

■ 선택형 5번

5. 2, 4, 6, 8의 숫자가 각각 적힌 4장의 카드에서 두 장을 순서대로 뽑아 분수를 만들려고 한다. 먼저 뽑은 카드는 분모에 놓고 나중에 뽑은 카드는 분자에 놓을 때, 그 값이 1 / 2과 같을 확률은?

① $\frac{1}{6}$ ② $\frac{1}{5}$ ③ $\frac{1}{4}$ ④ $\frac{1}{2}$ ⑤ $\frac{2}{3}$

이 문항은 확률을 구하는 것에 관한 문항으로, 이 문항 분석 결과를 통하여 학생들은 알고리즘 공식을 이용하여 푸는 문제보다, 문제 상황에 따라 특정한 공식을 적용하지 않고 문제의 이해 및 사고 능력을 수반하는 문제에 어려워함을 예측할 수 있다.

■ 선택형 6번

6. 다음 중 가장 큰 수는?

① 2억 ② $\sqrt[3]{10}\times 10^8$ ③ 30000000

④ $\frac{5}{3}\times 10^8$ ⑤ $(10^2)^3$

이 문항은 주어진 수들 중에서 가장 큰 수를 고르는 것에 관한 문제로, 고등학교 학생들의 수에 대한 감각이 부족함을 드러내었다. 최근 들어 초등학교 수학과 교육과정에는 공간감각, 단위에 대한 양감, 수 감각 등이 점차 강조되어 반영되고 있는데, 이는 초등학교급에서만

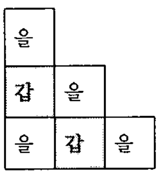
특별히 강조되어 다뤄질 것이 아니라 학교급이 올라감에 따라 그 학교급 또는 학년급에 맞는 내용 수준이나 범위 내에서 지속적으로 다뤄져야 할 것이다.

■ 서술형 1번 문항

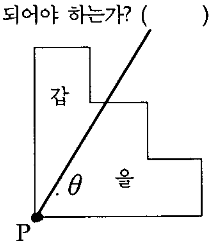
이 문항은 중학교의 서술형 4번 문항과 동일한 것으로(단 고등학교의 경우에는 그림을 제시하지 않았음) 중학교 학생들과 마찬가지로 고등학교 학생들의 경우에도 여전히 닮은 도형의 부피의 비를 이용하여 푸는 문제해결 및 의사소통 능력이 크게 부족함을 나타내었다. <보다 자세한 내용은 중학교 서술형 4번 문항 분석 결과 참조>

■ 서술형 5번 문항

5. [그림 1]과 같이 분포되어 있는 갑, 을 두 사람의 농경지를, 점 P를 지나는 직선을 이용하여 [그림 2]와 같이 두 부분으로 나누고자 한다. 점 P를 지나는 직선의 각을 θ라고 할 때, 갑과 을이 새로 소유하게 되는 농경지의 넓이가 원래의 넓이와 변함이 없으려면 $\tan\theta$의 값은 얼마가 되어야 하는가? (   )



[그림 1]



[그림 2]

이 문항은 삼각비를 이용하여 푸는 문제로서, 제시된 문제 상황이 그리 간단하지 않아 학생들은 이 문제를 해결하는데 어려움이 따랐던 것으로 여겨진다. 하지만, 이 문항이 고등학교 30문항 중에서 가장 낮은 정답율(9.0%)을 보였다는 사실은 학생들의 삼각함수 관련의 기초 지식에 대한 이해가 크게 부족함을 드러낸 것이라 생각된다. 위의 역함수 내용을 다룬 선택형 21번 문항의 분석 부분에서 이미 언급한 바와 마찬가지로, 삼각함수에 관한 부분도 같은 맥락에서 검토되어야 할 것이다. 한편, 이 문항의 정답율이 작년 예비검사 때의 19.8%에서 9.0%로 낮아진 것은 작년에는 이 문항이 선택형으로 제시되었기 때문에 학생들이 정답을 맞힐 가능성이 금년보다 높았던 것으로 여겨진다.

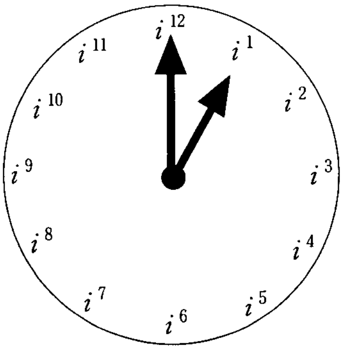
(3) 고등학교 내용을 다룬 문항들 중에서 정답율이 낮은 선택형 문항

고등학교 내용에 관한 문항 중에서 정답율이 낮은 선택형 문항은 선택형 8번, 10번, 14번, 20번, 21번이며, 정답율은 각각 37.9%, 39.0%, 37.3%, 29.5%, 36.3%이다. 한편, 고등학교 30개 문항 중에서 7개가 서술형 문항이었다. 이때 중학교 수준에서 풀 수 있는 서술형 2번 문항과 고등학교 내용을 다룬 서술형 4번 문항을 제외하고는 전체적으로 상당히 낮은 정답율을 보였는데, 이는 이미 여러 차례 언급한 바와 같이, 많은 학생들이 직접 답을 서술해야 하는 단답형이나 서술형 문항에 대하여 상당한 어려움을 겪고 있음을 확연히 알 수 있으며, 한 마디로 우리 나라 고등학교 학생들의 수학 학업 성취 정도를 단적으로 보여주는 예라 하겠다. 여기에서는 선택형의 문항을 중심으로 좀더 자세히 살펴보기로 한다.

■ 선택형 8번, 10번 문항

이미 앞서 언급한 바와 같이, 선택형 10번은 선택형 8번과 마찬가지로, '복소수 시계'라는 새로운(독특한) 소재를 이용하여 복소수의 연산에 관한 내용을 다루었기 때문에 이 문항을 처음 접하는 학생들에게는 다소 생소하였으리라 여겨진다. <보다 자세한 내용은 앞의 선택형 8번 문항 분석 결과 참조>

10. 모형 시계의 눈금을 아래 그림과 같이 그려 놓았다. 아래 그림에서 분침을 10회전시켰을 때, 시침이 가리키는 숫자와 같은 것은? (단, $i=\sqrt{-1}$)



① $-i$ ② i ③ -1 ④ 0 ⑤ 1

■ 선택형 14번 문항

14. 두 동경 OP, OQ가 이루는 각의 크기를 다음 <보기>와 같이 각각 60분법과 호도법으로 나타내었다. 두 동경이 서로 일치하는 것을 모두 고르면?

<보기>

(가) $30°,\ 3\pi$ (나) $120°,\ \frac{2}{3}\pi$ (다) $510°,\ \frac{5}{6}\pi$

① (가) ② (나) ③ (다)
④ (가), (나) ⑤ (나), (다)

이 문항은 일반각과 호도법에 관한 비교적 단순한 내용의 문항임에도 불구하고 낮은 정답율은 보였는데, 이는 학생들이 삼각함수 관련의 기초 지식이 부족함을 나타낸 것으로 해석할 수 있다. 이와 같이, 초·중·고 수학 교육 성취도 검사를 실시한 결과, 문제의 상황이 복잡하지 않음에도 불구하고 학생들이 기초적인 수학적 개념을 제대로 이해하고 있지 못하여 낮은 정답율을 보인 예가 많은데, 이는 앞서 여러 번 언급한 바와 같이, 수학 학습에서의 가장 큰 문제점이 '개념 이해'의 부족 현상을 드러낸 결과로 보아진다. 또한, 이 문항에 대한 답지 반응 빈도 결과를 살펴보면, 정답(정답율 37.3%) 못지 않게 오답 ②에 답한 학생이 많았는데(35.5%), 이는 학생들은 '...두 동경이 서로 일치하는 것을 모두 고르면?'이라는 발문을 제대로 파악하지 못하여 한 개의 정답만 선택한 것으로 여겨진다.

■ 선택형 20번, 21번

고등학교 수학에서 부등식의 영역과 역함수는 학생들이 이해하기 어려워하는 내용(개념)으로 간주되고 있는데, 본 검사에서도 학생들은 이와 관련된 문항에 저조한 정답율을 보였다. 20번 문항은 좌표평면 위에 두 개의 부등식을 만족하는 영역을 올바르게 나타낸 것을 고르는 문항으로, 학생들이 부등식의 영역에 대한 내용과 부등식의 성질을 제대로 이해하지 못하여 이에 대한 학습 결손이 생긴 것으로 여겨진다. 한편, 21번 문항은 고등학교 해석 영역에서 중요한 내용(개념)인 역함수에 관한 것으로, 학생들이 역함수의 뜻과 성질을 이해하는데 어려움이 있는 것으로 판단된다. <보다 제시한 내용은 앞의 선택형 21번 문항 분석 결과 참조>

Ⅴ. 제언[14)]

금년도(2000년) 수학과 교육 성취도 평가에서는 근본적으로 초·중·고 수학 교육을 통해 학생들이 반드시 성취해야 할 기초적이면서도

14) 지면관계상, 본 고에서는 교수-학습 개선을 위한 수학 교과 내용에 관한 제언으로 한정지었는데, 이외에 교육정책 수립을 위한 제언 및 평가도구개발 및 시행, 그리고 추이 분석 등을 위한 제언은 본 보고서를 참고하기 바람.

중요한 수학적 지식이나 기능을 어느 정도 달성했는지 파악하고자 하였으며, 이 연구 결과를 통해 수학교육 및 학교 수업에서 보다 심도 있게 고려하여 반영해야 할 몇 가지 점을 제안하면 다음과 같다.

첫째, 최근 들어 의사소통이나 문제해결 활동이 이른바 수학 교육에서 적극 지향되고 있는데, 아직도 학교 현장의 교수-학습 상황에는 제대로 이뤄지지 않는 것으로 보아진다. 즉, 학생들은 정확한 답을 구하는 데에는 익숙하지만 그 이유나 결과를 말이나 글로 설명하는 데에는 어려움이 따르는 것으로 판단된다. 그러므로, 주어진 문제가 계산 문제이든 실생활 관련의 문제이든지 간에 그 해결 과정이나 해결 결과에 대한 이유를 분명하게 말이나 글로 표현할 수 있는 능력을 기르도록 해야 할 것이다.

둘째, 수학 교육계에서 학생들의 인지 발달 수준 및 성향, 교육 풍토, 시대적 · 사회적 환경 등의 변화에 따른 수학교육 내용의 변화를 거론하면서 현 수학과 교육과정이 부분적으로 해당 학교급의 학생들에게 적합하지 않다는 지적이 있어 왔다. 본 연구 결과에서도 각 학교급마다 특정 내용이나 개념에 대하여 학생들의 이해 부족으로, 관련 내용을 다룬 문항의 정답율이 낮은 경우가 많은 것으로 나타났다. 이와 같이, 어떤 특정 내용이나 개념이 학교 수학에서 반드시 다뤄져야 하는 중요한 것이라 할지라도 학생들이 이를 이해하는데 지속적인 어려움을 겪는다면, 이는 향후 수학과 교육과정 개발시 학년이동이나 내용경감 등의 조정을 고려하고 새로운 교수-학습 자료의 구성 및 교수방식 등에 관한 검토가 이뤄져야 할 것이다.

셋째, 수학 교과에서 지금까지 어떤 공식이나 알고리즘을 이용하여 푸는 문제 풀이가 강조되어 온 결과, 해당 내용(개념)에 대한 충분한 이해가 부족하여 관련 내용(개념)을 응용하거나 여러 내용(개념)이 동시에 수반되는 통합적인 문제가 제시되는 경우, 또는 문제 상황에 따라 특정한 공식을 적용하지 않고 문제의 이해 및 사고 능력이 수반되는 문제가 제시되는 경우, 학생들은 이를 해결하는데 큰 어려움을 겪는 것으로 여겨진다. 또한, 알고리즘이나 공식에 숫자를 대입하여 계산하는 문제의 해결에 익숙해 있기 때문에 차츰 학년이 올라가면서 숫자가 아닌 문자를 다루는데 있어서도 어려움을 겪고 있는 것으로 보아진다. 그러므로, 이러한 공식 대입이나 암기 위주의 문제풀이 학습 결과가 불러오는 여러 가지 문제점을 신중하게 검토해 보고, 이에 대한 교수-학습 지도 및 방법의 개선점을 모색하여야 할 것이다.

넷째, 위와 같이 학생들이 공식이나 알고리즘을 이용하여 푸는 문제에 익숙해 있다고 해서, 이러한 문제가 주어졌을 때 좋은 결과를 나타내는 것도 아니다. 다시 말하면, 해당 공식이나 알고리즘을 학습하는 당시에는 그것을 기계적으로 반복적으로 암기하여 문제를 푸는데 주력하기 때문에 관련 내용을 다루는 문제를 (능숙히) 해결할 수 있지만, 학년이 올라갈수록 점점 많아지는(누적되는) 수학 공식들을 기억하는 데에는 한계가 따른다. 그리하여 결국 간단한 정형 문제를 해결하는 데에도 학생들은 (바로 학습한 내용이 아닌 경우에는) 어려움을 겪고 있다고 하겠다. 그러므로, 수학적 공식이나 개념 원리 등의 결과만을 그때그때 암기하여 문제를 푸는 데 그치지 말고, 그러한 공식이 유도되는 과정이나 그 공식과 관련된 선수학습 내용 등을 충분히 이해할 수 있도록 해야 할 것이다. 이는 교과서, 지도서 등을 포함한 교수-학습 자료 개발 시 고려되어야 할 사안으로 보아지며, 동시에 이러한 자료를 활용하여 다루는 교사들의 지도 및 평가 방법의 변화를 요구하는 문제로 인식된다.

끝으로, 본 연구에서 이 연구를 위하여 검사 문항에서 다뤄진 내용이 과연 초·중등 수학교육을 통해 학생들이 반드시 성취하여야 할 기초적이면서도 중요한 수학적 지식에 해당하는지에 관해서 좀더 겸허한 자세로 신중한 검토가 요구된다. 또한, 학교급을 망라한 방대한 수학 내용의 범위를 포함하는 검사에서 총 30개의 문항이 얼마만큼 학생들의 전체적인 수학 학업 성취 능력을 제대로 평가할 수 있는지, 그 대표성에 관해서도 검토해 보아야 할 것이다. 아무쪼록, 본 연구 결과 및 향후 발전 연구를 기화로, 초·중등 수학에서 진정으로 반드시 다뤄져야 할 기본적이면서도 필수적인 내용은 무엇이며, 그렇다면 이를 위하여 현 수학과 교육과정은 어떻게 수정·보완·강화되어야 하는지, 그리고 이를 위한 교수-학습 방법 상의 개선점은 무엇인지 등에 관하여 지속적인 연구가 추진되어야 할 것이다.

참고문헌

교육부(1992). 수학과 교육과정. 교육부.

교육부(1997). 수학과 교육과정. 교육부.

김명숙 외 8인(1999). 국가수준 교육성취도 평가 연구 Ⅱ : 사회·수학 영역 예비 문항 개발 및 현장 적용 연구. 한국교육평가원 연구보고 RRE 99-9-1.

김정호 외 10명(1999). 제 7차 교육과정에 따른 성취기준과 평가기준 개발 연구 - 초등 학교 1, 2학년 -. 한국교육과정평가원 연구보고 RR 99-5.

허경철 외 8인(1995). 고등학교 국어, 중학교 수학 교육과정 상세화 및 평가기준 개발 연구, 한국교육개발원 연구보고 RR 95-23.

황혜정, 서동엽, 김성숙, 남호영(1999). 중학교 수학과 수행평가 시행 방안 및 자료 개발 연구. 한국교육과정평가원 연구보고 CRE 99-5.

황혜정 외 5인 (1997). 창의력 신장을 돕는 중학교 수학과 학습 평가 방법 연구. 한국교육개발원 연구보고 CR 97-10-1,

황혜정, 최승현 (1998). 국가 교육과정에 근거한 평가 기준 및 도구 개발 연구 - 고등학교 공통수학 - 한국교육과정평가원 연구보고 RRE 98-3-4.

National Council of Teachers of Mathematics (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. Reston, VA: the Author

______(1991). *Professtional standards for teaching mathematics*. Reston, VA: the Author

______(1995). *Assessement standards for school mathematics*. Reston, VA: the Author

______(1998). *Principles and Standards for School Mathematics/ Discussion Draft*. Reston, VA.

National Center for Educational Statistics (1997). *NAEP 1996 mathematics report card for the nation and the states*.

Oregon Department of Education(1994). *Oregon mathematics statewide assessment guide*. Salem, Oregon : Office of Assessment.

A Second Year Study of National Assessment of Educational Achievement in Mathematics Subject

Hye Jeang Hwang (Korea Institute of Curriculum & Evaluation)

This study is to develop assessment framework, test items and questionnaire for the National Assessment of Educational Achievement(NAEA), which administered in the elementary and secondary schools across the country in this year(2000). According to the first year study result of the NAEA, the test was administered in two core subjects, Mathematics and Social Studies. In this study, test items and sets of questionnaire and administered pretest were developed in the last year. In this year, the NAEA was administered with the adjusted test items and questionnaires and the results was analyzed and would be reported to the public.

NAEA was developed on the basis of national curriculum, especially of the nature and objectives of subject curriculum in Mathematics (and also Social Studies). In the framework of assessment, we set up four differentiated levels of student achievement: 'under basic', 'basic', 'intermediary', and 'advanced'. Here 'the intermediary level' means the level of educational achievement in which students can understand average content of subject curriculum. 'Advanced level' indicates the level of educational achievement in which students master all the content of subject curriculum and apply basic concepts and principles to a variety of situations. 'The basic level' means the level of educational achievement in which students do not achieve the intermediary level.

Students who do not understand average content of subject curriculum are classified as belonging to the basic level. Finally, this study would explain how to administer and analyze the test in the future. The test result was analyzed to report students' educational achievement according to regions, content areas, behavioral characteristics, and etc. This study would show how to report test results and how to set up students' academic achievement.

<부록> 수학과 성취기준

<표 1> 중학교 수학과 성취기준

	성취기준	학년	2000년도문항				
			유형	번호	배점	예비검사 문항반영 (번호)	정답율 (예비검사 문항 정답율)
연산	· 자연수의 사칙계산을 할 수 있다.	초등4	선택	1	3	×	93.7
	· 집합의 원소의 개수를 구할 수 있다.	1	선택	6	3	×	42.9
	· 최대공약수, 최소공배수를 이용하여 문제를 해결할 수 있다.	1	선택	8	3	×	34.8
	· 정수의 사칙연산을 할 수 있다.	1	서술	5	4	×	69.6
	· 유리수와 소수 사이의 관계를 이해한다.	2	선택	15	3	○ (가 3)	49.1 (45.7)
	· 10의 거듭제곱을 이용하여 수를 나타낼 수 있다.	3	선택	5	3	×	78.0
	· 제곱근의 뜻과 그 성질에 관한 문제를 풀 수 있다.	3	선택	7	3	○ (가 4)	42.3 (61.8)
	· 근호를 포함한 식의 계산을 할 수 있다.	3	서술	7	5	○ (가 4)	38.2 (42.2)
도형	· 주어진 도형으로 여러 가지 모양을 만들 수 있다.	초등4	선택	4	3	○ (가18)	84.4 (87.2)
	· 중심각과 호의 관계를 이용하여 문제를 해결할 수 있다.	1	선택	17	3	×	27.9
	· 닮음의 성질을 이용하여 문제를 해결할 수 있다.	2	서술	4	5	○ (나 8)	17.4 (7.1)
	· 삼각형의 합동조건을 이용하여 사각형에 관한 간단한 성질을 증명할 수 있다.	2	선택	18	3	○ (가13)	43.7 (47.0)
측정	· 들이의 단위를 안다.	초등3	선택	2	3	○ (가14)	52.0 (59.7)
	· 반올림, 올림, 버림을 할 수 있다.	초등4	선택	3	3	○ (가16)	81.6 (75.3)
	· 몇 개의 기본 도형으로 이루어진 복합도형의 둘레와 넓이를 구할 수 있다.	초등5	서술	2	4	○ (가 7)	54.0 (77.9)
	· 다각형의 외각의 크기의 합을 이용하여 문제를 해결할 수 있다.	1	서술	8	4	○ (나 5)	45.0 (59.7)
	· 부채꼴의 넓이와 호의 길이를 구할 수 있다.	1	선택	9	3	○ 수정 (가 3)	60.8 (48.2)
	· 원기둥의 부피를 구할 수 있다.	1	선택	11	3	×	31.6
확률과 통계	· 도수분포표, 히스토그램, 도수분포다각형을 안다.	1	선택	19	3	○ (가12)	61.3 (64.7)
	· 확률의 기본 성질을 알고 이를 계산할 수 있다.	2	선택	12	3	×	38.5
	· 경우의 수를 구할 수 있다.	2	선택	20	3	○ (나 7)	89.7 (76.0)
함수	· 닮음비를 이용하여 문제를 해결할 수 있다.	초등6	서술	1	4	×	56.1
	· 함수의 뜻을 알고, 정의역, 공역, 치역을 구할 수 있다.	1	선택	13	3	×	29.8
	· 직선의 방정식을 구할 수 있다.	2	선택	21	3	○ (가10)	35.1 (53.0)
	· 이차함수 $y=ax^2$의 그래프의 성질을 이해한다.	3	선택	22	3	×	53.6
부등식과 방정식	· 수량 사이의 관계를 문자를 사용하여 간결하게 나타낼 수 있다.	1	선택	14	3	×	42.1
	· 미지수가 2개인 연립일차방정식을 활용하여 문제를 해결할 수 있다.	2	서술	3	4	○ (가 7)	64.7 (78.0)
	· 부등식을 활용하여 문제를 해결할 수 있다.	2	선택	10	3	×	41.2
	· 인수분해 공식을 이용하여 문제를 해결할 수 있다.	3	서술	6	4	×	33.3
	· 근의 공식을 이용하여 이차방정식을 풀 수 있다.	3	선택	16	3	○ (가 9)	65.8 (65.6)

<표 2> 고등학교 수학과 성취기준

	성취기준	학년	2000년도문항				
			유형	번호	배점	예비검사문항반영(번호)	정답율(예비검사문항 정답율)
연산	· 자연수의 사칙계산을 할 수 있다.	초등4	선택	1	3	×	97.0
	· 명제의 역, 이, 대우를 안다.	1	선택	13	3	×	60.0
	· 연산의 정의를 이해한다.	1	선택	9	3	×	73.3
	· 제곱근의 뜻과 성질을 이용하여 문제를 해결할 수 있다.	중3	선택	4	3	×	61.1
	· 지수를 이용하여 수를 나타낼 수 있다.	중3	선택	6	3	×	39.6
	· 복소수의 뜻을 알고 그 연산을 할 수 있다.	1	선택	10	3	○수정 (가 8)	39.0 (27.7)
도형	· 닮음의 성질을 이용하여 문제를 해결할 수 있다.	중2	서술	1	5	○ (나 8)	24.2
	· 두 점 사이의 거리를 이용하여 문제를 해결할 수 있다.	1	선택	11	3	○ (가13)	57.6 (75.1)
		1	선택	15	3	×	45.3
	· 원의 방정식을 구할 수 있다.	1	선택	18	3	○ (가 3)	52.8 (73.6)
	· 기본적인 대칭이동을 이해한다.	1	서술	3	4	○ (가 2)	34.8 (67.6)
측정	· 들이의 단위를 안다.	초등3	선택	2	3	○ (가 4)	65.1
	· 삼각비를 이용하여 문제를 해결할 수 있다.	중3-2	서술	5	4	○ 수정 (가18)	9.0 (19.8)
	· 여러 가지 도형의 넓이를 구할 수 있다.	중1	서술	2	4	×	72.1
	· 부등식의 영역을 구할 수 있다.	1	선택	20	3	○ (가12)	29.5 (64.7)
	· 최대, 최소에 관한 실생활 관련의 문제를 해결할 수 있다.	1	선택	19	3	○ (가20)	50.8 (59.4)
확률과 통계	· 확률의 기본 성질을 알고, 간단한 확률을 계산할 수 있다.	중2	선택	5	3	○ (나 7)	49.8
함수	· 일차함수를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.	중2	선택	3	3	×	78.2
	· 합성함수를 알고, 이를 이용하여 문제를 해결할 수 있다.	1	선택	12	3	○ 수정 (가11)	60.9 (69.8)
	· 역함수의 그래프와 성질을 이용하여 문제를 해결할 수 있다.	1	선택	21	3	○ (나 3)	36.3 (76.8)
	· 일반각과 호도법의 뜻을 안다.	1	선택	14	3	×	37.3
	· 이차함수의 최대값과 최소값을 구할 수 있다.	1	선택	22	3	×	55.7
문자와 식	· 유리식과 무리식의 계산을 할 수 있다.	1	선택	23	3	×	43.5
	· 근과 계수와의 관계를 이용하여 문제를 해결할 수 있다.	1	서술	6	4	○ (가 3)	24.0 (56.4)
	· 다항식의 덧셈과 뺄셈을 할 수 있다.	중 1	선택	8	3	○ (나20)	37.9 (67.0)
	· 항등식의 성질을 이용하여 문제를 해결할 수 있다.	1	서술	4	4	○ 선택 (나 4)	63.8 (70.3)
	· 인수분해를 이용하여 문제를 해결할 수 있다.	1	선택	16	3	×	64.4
	· 비례식의 성질을 이용하여 문제를 해결할 수 있다.	1	선택	17	3	×	42.9
	· 부등식을 활용하여 문제를 해결할 수 있다.	중2	선택	7	3	×	60.2
	· 부등식의 성질을 이용하여 여러 가지 부등식을 증명할 수 있다.	1	서술	7	6	○ (나 4)	27.2 (41.7)