

2001년도 국가수준의 초등학교 수학과 교육성취도 평가 연구

황해정(조선대학교)

한경혜(한국교육과정평가원)

I. 서론

국가수준에서 시행하는 교육성취도 평가 연구는 학교 교육의 질을 체계적이면서도 과학적으로 관리하는 차원에서 초·중등 학생들의 교육성취도와 관련된 각종 기초 데이터를 산출하고, 성취도와 관련된 여러 배경 변인들에 대한 정보를 수집·정리하여, 이들을 종합적으로 분석·해석하는 중요한 연구라고 할 수 있다. 한국교육과정평가원에서는 국가수준 교육성취도 평가(이하 '성취도 평가')의 이러한 중요성을 인식하고, 이를 평가원의 중점 과제로 설정하여 추진해 오고 있다. 특히, 금년도(2001)의 연구는 현재 우리 나라 초·중등 학생들의 학력 저하에 대한 우려가 확산되고 있는 상황에서 실시됨에 따라, 표집 집단을 종전의 연구에서 전체 학생의 0.5%로 하던 것을 1%로 늘려 실시하고 원래 계획과는 달리 예비검사를 하지 않고 곧바로 본 검사를 실시하였으며 평가 대상 학년도 고등학교 1학년을 추가하게 되었다. 궁극적으로, 이 연구는 우리 나라 초·중·고등학교 교육의 성취 정도를 종합적으로 평가하여 제반 교육 정책에 필요한 구체적이고 실증적인 자료를 산출함을 기본 목적으로 하고 있다. 이에 관해 좀더 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 국가수준의 교육과정에서 규정하고 있는 수학과 교육 목표에 대한 학생들의 교육성취 정도를 진단하여 교육과정의 개선을 위한 구체적인 자료를 산출한다.

둘째, 우리나라 초·중등 학생들의 수학 기초 필수 학력에 대한 성취 정도를 진단하여 정부 차원에서 기초 필수 학력 보장을 위한 대책을 마련한다.

셋째, 국가수준에서 수학 성취도의 중·장기적 추이를 분석하여 우리나라 초·중등 학생들의 학력의 변동

상황을 진단한다.

넷째, 우리나라 초·중등 학생들의 수학 성취도를 종합적으로 진단·분석하여 관련 교육정책에 대한 개선책을 제안한다.

이를 위하여 이 연구는 크게 평가도구의 개발, 검사지 구성, 표집 및 검사 실시, 성취수준 판정 및 결과 보고 방안 마련, 평가 결과 분석 및 시사점 제시 등으로 이뤄졌다. 이에 따라, 본고는 수학 교과를 중심으로 평가도구의 개발 절차 및 시행, 그에 따른 결과 분석을 소개함으로써 성취도 평가의 의의를 알리고 그 평가 결과를 토대로 교육과정 및 교과서 개발, 그리고 교수-학습 및 평가 개선 등의 상황에서 유용한 기초 자료로 활용될 수 있도록 하는 데 목적이 있다. 단, 지면 관계상 초등학교를 중심으로 평가도구의 개발 절차를 간단히 소개하고 성취수준 판정 방안과 그에 따른 내용(문항별) 분석 결과를 중점적으로 제시하고자 한다.¹⁾

II. 수학과 교육성취도 평가도구 개발 및 시행

수학과 성취도 평가를 위한 평가도구 개발은 수학과 교육과정 분석, 수학과 성취기준 설정, 수학과 평가 문항 개발의 순으로 진행되었으며, 이에 관하여 살펴보면 다음과 같다.

1) 본 연구에 관한 보다 상세한 내용은 「2001년도 국가수준 교육성취도 평가 연구 -수학-」 보고서(나귀수, 이명희 외, 2001)를 참고하기 바람.

1. 수학과 교육과정 분석

이 연구에서는 제 7차 수학과 교육과정을 토대로 하되, 1999년과 2000년에 수행된 성취도 연구 결과를 참고하여 성취도 평가의 틀을 마련하였다. <부록 표 2 참조> 또한, 본 평가의 대상은 제 6차 교육과정을 이수한 학생들이지만, 제 7차 교육과정이 현재 부분적으로 시행되고 있고 이후의 성취도 평가가 제 7차 교육과정을 토대로 이루어질 것을 감안하여 가급적 제 7차 교육과정상에 제시된 내용을 중심으로 평가도구 개발에 임하였다. 제 7차 수학과 교육과정에는 수학 교육의 목표 및 내용이 단계별로 '대영역-중영역-소영역'으로 세분화되어 제시되어 있으며, 또 해당 영역에 필요한 '학습 지도 상의 유의점'이 구체적으로 드러나 있다. 이에 따라, 이 연구에서는 제 7차 교육과정상의 대영역('수와 연산', '도형', '측정', '확률과 통계', '문자와 식', '규칙성과 함수')을 평가영역으로 삼아 이를 토대로 중영역과 소영역의 목표 및 내용, 그리고 학습 지도 상의 유의점 등을 참고하여 성취기준을 개발하였다.

2. 수학과 성취기준의 개발

성취기준이란 교수-학습 활동에서 실질적인 기준 역할을 할 수 있도록 국가수준의 교육과정 등에 근거하여 수학과 교육 목표와 내용을 학생들이 성취해야 할 능력과 특성의 형태로 진술한 것을 말한다. 즉, 각 교과별 교수-학습 활동에서 교사와 학생이 무엇을 가르치고 무엇을 배워야 하는지를 구체적이면서도 명료하게 제시한 것이다. 그러므로, 성취기준은 학생들이 교육 목표를 어느 정도 달성했는가를 평가하는 기준의 역할을 할 수 있으며, 이는 곧 평가 문항을 개발하는데 있어서 직접적인 준거가 될 수 있음을 뜻한다.

금년도 성취도 평가를 위한 수학과 성취기준은, 수와 연산, 문자와 식, 규칙성과 함수, 도형, 측정, 확률과 통계의 6개 평가영역을 중심으로, 제 7차 수학과 교육과정의 내용과 1999년과 2000년 교육성취도 연구에서 개발된 성취기준을 근거로 개발하였다. <부록의 표 1 참조> 이 표에서 알 수 있는 바와 같이, 이 연구에서의 성취기준은 평가 상황을 전제로 개발한 것이며, 또한 한 개의 성취기준에 대하여 한 개의 문항 개발을 원칙으로 하였다.²⁾

3. 수학과 평가 문항의 개발

초등학교 수학과 성취도 평가를 위한 최종 문항은 40개로 정하고, 최종 문항 확정을 위하여 문항 검토 지침에 의거하여 몇 배수의 문항을 개발하여 각 문항을 면밀히 검토·수정한 후 본검사를 위한 최종 문항을 선제·확정하였다. 평가 문항 개발 및 선제의 방향은 다음과 같으며, 이에 따른 평가 문항 분석표는 부록 표 2³⁾와 같다.

- 성취도 평가는 학생들이 학교 교육을 통하여 교육과정상에 제시된 교육 목표 및 내용을 얼마만큼 제대로 이수하고 있는가를 가름하기 위한 것이므로, 문항은 (이러한 취지에 맞춰 개발된) 성취기준에 근거하여 이에 부합하는 것으로 개발하여야 한다.

- 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 한다. 이를 위해서는 특정 학교급이나 학년급에서 다루지는 수학 내용에 한정하지 않도록 한다. 즉, 초등학교 6학년 학생들을 대상으로 하는 검사에서는 초등학교 3학년부터 5학년까지 학습한 내용의 범위를 포함하도록 한다.

- 문항은 단순한 기억력이나 암기력보다는 이해 또는 사고력을 요구하는 것으로 개발하여, 본 검사를 위

2) 여기서 '원칙'이라는 용어의 의미는 이러한 원칙 선정 여하에 따라, 임의의 성취기준은 그 내용의 양이 충분히 달라지게 되고, 이러한 양의 변화는 내용상의 폭과 깊이의 변화를 수반하게 된다는 뜻이다.

3) 부록 표 2에 제시된 '행동 영역'은 1999년도 성취도 연구에서 문헌 연구를 토대로 마련한 5개 행동영역을 그대로 따른 것이고, '문항 유형'은 해당 성취기준의 도달 여부를 질문하는 문항의 유형인 선택형과 수행형(단답형/서술형)을 말하며, '목표 요구'는 수학과 교육과정상에 제시된 기본 내용과 그 중에서 특히 기초 필수에 해당하는 내용을 말한다. 또한, 비교란에 제시된 공통/동형/동일 문항은 추이 분석을 위하여 마련된 것으로, 공통 문항은 초·중등 평가에서 공통으로 사용된 것, 동형 문항은 작년도 성취도 평가 문항을 숫자나 소재만을 바꾸어 비슷한 유형으로 제시한 것, 그리고 동일 문항은 작년도 성취도 평가 문항을 그대로 사용한 것을 말한다.

한 특별한 준비를 하지 않고서도 평소 학교 수업에 충실한 학생이면 무난히 해결할 수 있도록 한다.

- 학생들이 여러 가지 수학 외적 현상을 수학적인 안목에서 얼마나 파악할 수 있는지, 또는 이미 알고 있는 수학적 지식을 사용하여 수학 내적, 외적 문제를 해결할 수 있는 지를 평가하기 위해서, 가급적 판에 박힌 정형 문제보다는 참신하고 새로운 소재를 도입하도록 한다.

- 평가 문항의 유형은 선택형과 수행형으로 구분하며, 이때 선택형은 오지선다형의 문항을, 수행형은 엄밀한 의미에서 답만을 제시하는 '단답형'과 답에 이르기까지의 해결 과정도 제시하는 '서술형'의 문항을 뜻한다.

- 문항을 개발하는 과정에서 내용 영역, 문항 유형, 문항 난이도의 비율을 적절히 고려한다.

4. 표집

금년 연구에서는 종전에 전국 학생 수의 약 0.5%만을 표집 대상으로 하였던 것을 금년도 연구에서는 1%로 늘려 한 학교에서 한 학급만을 표집하였는데, 이는 자료의 신뢰도를 높이려는 의도에서였다. 즉, 평가 대상 전국 학생 수의 약 1%에 해당하는 학생 수를 선정하고, 학급당 인원 기준(30명)을 고려하여 1%의 학생 수 확보에 필요한 학교 및 학급 수를 산출하였다. 결과적으로, 수학과 교육성취도 평가를 위해 서울시, 광역시, 중소도시, 읍면지역 등의 전국에서 표집된 초등학교 수는 총 222개교의 222개 학급이고, 평가 결과

분석을 위해 표집된 초등학교 6학년 학생 수는 총 8142명이었다. 평가는 이러한 절차에 따라 선정된 표집 학교의 학생들을 대상으로 2001년 6월 28일에 80분(즉, 선택형 28문항을 위한 40분과 수행형 12문항을 위한 40분)에 걸쳐 시행되었다.

III. 성취 수준 판정 방안

성취수준이란 '교육을 통해 학생들이 실제 성취한 정도', 또는 '교육 목표 도달 정도'를 의미한다. 그리고 실제 평가를 통하여 이러한 성취수준을 판정하기 위해서는 준거(criterion)나 분할점수(cut off score)를 설정해야 하는데, 이 연구에서는 학생들의 성취수준을 '우수학력', '보통학력', '기초학력', '기초학력미달'의 4개 수준으로 구분하였다.

가. 성취수준의 판별 준거

수학과의 경우 '우수학력', '보통학력', '기초학력', '기초학력미달'의 성취수준을 판별하기 위하여 3개의 분할점수(준거)를 다음과 같이 설정하였다.

- 평가영역별 모든 문항을 문항의 난이도에 따라 상, 중, 하의 세 가지로 구분한다.
- 평가영역별로 난이도가 상, 중, 하인 문항 각각에 대하여 문항의 점수를 합산한다.
- 평가영역별로 난이도가 상, 중, 하인 문항 각각에 대하여 합산한 점수를 기준으로 다음의 <표 1>과 [그림 1]에 제시한 준거에 기초하여 성취수준을 구분한다.

<표 1> 성취수준의 판별 준거 및 실제 점수 환산 방법

	성취 수준 판별 준거	실제 점수 환산 방법
우수학력	난이도가 '하', '중'인 문항 모두에서 옳은 답을 하고, '상' 수준 문항에서 50% 이상 옳은 답을 한 경우	난이도가 '하'와 '중'인 모든 문항에 해당하는 점수의 총합에 '상' 문항에 해당하는 점수의 50% 이상을 얻은 경우
보통학력	난이도가 '하', '중'인 문항 모두에서 옳은 답을 하고, '상' 수준 문항에서 50% 미만 옳은 답을 한 경우	난이도가 '하'와 '중'인 모든 문항에 해당하는 점수의 총합에 '상' 문항에 해당하는 점수의 50% 미만을 얻은 경우
기초학력	난이도가 '하'인 문항에서 모두 옳은 답을 하고, '중' 수준 문항에서 50% 미만 옳은 답을 한 경우	난이도가 '하'인 모든 문항에 해당하는 점수의 총합에 '중' 문항에 해당하는 점수의 50% 미만을 얻은 경우
기초학력미달	난이도가 '하'인 문항에서 50% 미만 옳은 답을 한 경우	난이도가 '하'인 문항에 해당되는 점수의 50% 미만을 얻은 경우

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

[그림 1] 성취수준 구분을 위한 준거4)

나. 성취수준의 판별 방법

여기서는 위에서 제시한 성취수준의 판별 준거를 토대로, 성취수준 판별 방법을 제시하고자 한다. 이를 위하여 우선 평가영역별 문항 점수 분석⁵⁾에 기초하여 평가영역별 성취수준의 점수 범위를 산정해야 한다. <표 2 참조> 이러한 평가영역별 성취수준의 점수 범위를 토대로 각 영역별 성취수준 및 수학 전체 성취수준을 판별할 수 있는데, 다음의 <표 3>은 초등학교 6학년 학생의 점수를 임의로 선정하여 그 학생의 영역별 성취수준 및 수학 전체 성취수준을 판별하는 과정을 보여준 예이다. 이때, <표 3>에서 알 수 있는 바와 같이 가중치를 곱한 점수의 합의 결과로 수학 전체 성취수준의 등급을 판정하게 되며, 이의 판정 근거는 <표 4>에 제시된 바와 같다.

IV. 수학과 평가 결과

이 장에서는 평가영역별 성취수준 분석, 추이 분석, 배경변인별 성취도 결과 분석, 주요 문항별 분석, 기초

- 이 그림에서 4개의 화살표가 가리키는 아래 방향은 각각 해당 성취수준에 도달하기 위해서는 최소한 화살표 아래 방향 지점과 닿는 점선(만큼의 점수의 합)에 이르러야 함을 뜻한다.
- 여기서는 지면 관계상 평가영역별 성취수준의 점수 범위를 산정하기 위한 기초 자료인 평가영역별 문항 점수 분석표는 생략하였으므로, 이에 관한 내용은 본 보고서를 참조하기 바람.

필수 문항 분석 결과를 소개하고자 한다.

1. 평가영역별 성취수준 분석 결과

초등학교 수학과 교육 성취도 평가의 결과를 10점 단위로 나누었을 때 점수대별 빈도 및 백분율을 살펴 보면, 50점 이상의 점수대에서 80% 이상의 분포를 보이고 있으며 70점과 80점 사이에 가장 많은 학생들이 몰려 있다. 또한, 전체 평균은 69.92점(작년도 66.0점), 표준편차는 18.95점(작년도 19.1점)이고, 최고 점수는 100점(작년도 100점), 최소 점수는 6점(작년도 2점)이었다. 각 영역별 평균 점수는 100점을 기준으로 환산했을 때, 수와 연산 72.6점, 문자와 식 74.7점, 규칙성과 함수 78.7점, 도형 60.0점, 측정 76.5점, 확률과 통계 72.6점으로 전 영역 모두 만점의 60%를 상회하고 있으며, 각 영역별 최소값 및 최대값은 모두 0점 및 만점이었다. 이러한 점수는 단순히 6개의 평가영역 각각에 속하는 문항에서 얻은 점수들로서, 문항의 난이도가 고려되지 않은 점수이다. 따라서 각 영역별로 학생들의 성취 정도를 보다 정확하게 알기 위해서는 문항의 난이도를 고려한 성취수준 분석이 필요한데, 그 결과는 다음과 같다.

여섯 개 평가영역 및 전체 성취도 수준을 4개의 등급으로 나누어 판정한 결과, 아래의 <표 5>와 [그림 2]에서 알 수 있는 바와 같이, 규칙성과 함수 영역은 우수학력 수준이고 나머지 5개 영역은 보통학력 수준이며, 전체 성취도 결과는 보통학력 수준으로 나타났다. 여기서 여섯 개 평가영역 및 전체 성취도 수준에 관한 평가 결과를 좀더 자세히 살펴보면 다음과 같다. <표 6 참조> 전체적으로는 우수학력의 비율이 28.3%이고, 규칙성과 함수 영역에서는 우수학력 등급의 비율이 69.6%로 가장 높았다. 다음으로 문자와 식, 확률과 통계 영역에서 우수학력의 비율이 각각 49.0%, 42.9%이었으며, 그 비율이 가장 낮은 영역은 24.9%를 나타낸 측정 영역이었다. 전 영역에 걸쳐 보통학력 이상 등급의 비율이 80%를 넘었고, 수와 연산, 도형, 측정의 3개 영역에서는 보통학력 등급을 기록한 학생의 비율이 각각 50%를 상회하고 있으며, 확률과 통계, 문자와 식의 영역에서는 각각 40%, 30%를 웃돌았다. 기초학력 이하의 비율이 가장 높은 영역은 문자와 식으로 그 수치가 20.6%에 달했는데, 표준편차 역시 가장

<표 2> 평가영역별 성취수준의 점수 범위

대영역	만점	점수범위	성취수준	변환점수	가중치
수와 연산	32	28 ~ 32	우수	3	0.32
		17 ~ 27	보통	2	
		5 ~ 14	기초	1	
		0 ~ 4	기초학력미달	0	
	해당문항(선택형8문항; 수행형4문항)번호:1,2,3,4,5,15,17,20,수행1,수행2,수행9,수행10				
문자와 식	6	5 ~ 6	우수	3	0.06
		3 ~ 4	보통	2	
		2 ~ 2	기초	1	
		0 ~ 1	기초학력미달	0	
	해당문항(선택형3문항)번호:21,24,25				
규칙성과 함수	9	7 ~ 9	우수	3	0.09
		3 ~ 6	보통	2	
		1 ~ 2	기초	1	
		0 ~ 0	기초학력미달	0	
	해당문항(선택형2문항; 수행형1문항)번호:22,23,수행11				
도형	25	17 ~ 25	우수	3	0.25
		6 ~ 16	보통	2	
		2 ~ 5	기초	1	
		0 ~ 1	기초학력미달	0	
	해당문항(선택형7문항; 수행형3문항)번호:7,8,12,13,18,26,27,수행4,수행6,수행12				
측정	21	20 ~ 21	우수	3	0.21
		12 ~ 19	보통	2	
		3 ~ 11	기초	1	
		0 ~ 2	기초학력미달	0	
	해당문항(선택형6문항; 수행형3문항)번호:6,9,10,11,14,16,수행3,수행5,수행8				
확률과 통계	7	7 ~ 7	우수	3	0.07
		3 ~ 6	보통	2	
		1 ~ 2	기초	1	
		0 ~ 0	기초학력미달	0	
	해당문항(선택형2문항; 수행형1문항)번호:19,28,수행7				

<표 3> 한 학생의 성취수준 판별의 예

대영역	점수/배점	대영역의 성취수준	변환점수	변환점수와 가중치의 곱	가중치를 곱한 점수의 합	수학전체 성취수준
수와 연산	25 / 32	보통학력	2	2×0.32=0.64	0.64+0.18+0.27+0.50+0.21+0.14=1.94	보통학력
문자와 식	5 / 6	우수학력	3	3×0.06=0.18		
규칙성과 함수	9 / 9	우수학력	3	3×0.09=0.27		
도형	17 / 25	보통학력	2	2×0.25=0.5		
측정	10 / 21	기초학력	1	1×0.21=0.21		
확률과 통계	3 / 7	보통학력	2	2×0.07=0.14		

크게 나타난 영역이었다. 기초학력 미달의 비율은 전체적으로 0.2%에 불과해 초등학교 6학년 학생들의 수학 학력은 대체로 양호한 편이라고 할 수 있으나, 확률과 통계 영역과 문자와 식 영역에서는 그 비율이 5.2%, 4.5%로 다소 높게 나타났다.

<표 4> 수학과 전체 성취수준 판정

가중치를 곱한 점수의 합*	성취수준
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(우수=3, 보통=2, 기초=1, 기초미달 = 0)
 ② 각 대영역의 배점 비율에 따른 가중치를 곱한 후 그 값들의 합

<표 5> 초등학교 수학과 전체 성취도 수준 등급⁶⁾

평가영역	수와 연산	문자와 식	규칙성과 함수	도형	측정	확률과 통계	전체
기술통계							
변환점수평균	2.11(2.17)	2.24(1.95)	2.62(2.60)	2.28(2.38)	2.06(1.91)	2.23(2.44)	2.18(2.24)
표준편차	.66	.88	.64	.60	.67	.82	.60
등급	보통학력	보통학력	우수학력	보통학력	보통학력	보통학력	보통학력

우수학력							
보통학력							
기초학력							
기초학력미달							
성취수준(등급)							

[그림 2] 초등학교 수학과 평가영역 및 전체 성취도 수준의 등급에 대한 프로필

<표 6> 초등학교 평가영역별 성취수준의 빈도 및 백분율

평가영역	수와 연산	문자와 식	규칙성과 함수	도형	측정	확률과 통계	전체
우수학력	2151(26.8)	3930(49.0)	5584(69.6)	2830(35.3)	1997(24.9)	3441(42.9)	2273(28.3)
보통학력	4628(57.7)	2447(30.5)	1965(24.5)	4624(57.6)	4647(57.9)	3405(42.4)	4919(61.3)
기초학력	1197(14.9)	1288(16.1)	360(4.5)	522(6.5)	1280(16.0)	759(9.5)	815(10.2)
기초학력미달	47(0.6)	358(4.5)	114(1.4)	47(0.6)	99(1.2)	418(5.2)	16(0.2)
합계	8023(100.0)	8023(100.0)	8023(100.0)	8023(100.0)	8023(100.0)	8023(100.0)	8023(100.0)

한편, 평가영역별로 각각의 성취수준에 도달한 학생의 수학적 능력을 구체적으로 서술하려면 <부록 표 3>에 제시된 수학적 능력을 토대로 그 설명이 가능하다. 예를 들어, 초등학교 수와 연산 영역에서 보통학력에 도달한 47.7%의 학생들은 자연수의 사칙연산이 혼합된 계산 문제를 해결할 수 있고, 소수를 분수로, 분수를 소수로 나타낼

수 있으며, 분수, 소수의 사칙연산과 관련된 문제를 해결할 수 있으며, 또한 기초학력에서 제시된 수학적 능력을 가지고 있다고 볼 수 있다.⁷⁾

6) 변환점수평균 부분의 ()안의 숫자는 2000년도 성취도 연구 결과를 나타낸 것이며, 결과적으로 작년도와 금년도 초등학교 수학과 성취도 평가 결과에서 6개 영역 모두 동일한 성취수준(등급)을 보여주었다.

7) 수학과외의 경우, 성취도 평가에서 활용된 모든 문항들은 교육과정에 근거하여 개발하였으며, 그 중에서도 특히 반드시 숙지하고 있어야 할 기초적인 수학 내용에 대한 학생들의 성취도를 알아보기 위하여 '기초 필수'에 해당하는 문항을 일부(6문항) 개발하였다. 결과적으로, 기초 필수 평가 문항에서 83.54점(100점만점 기준), 기초 필수를 제외한 일반 교육과정 평가 문항에서 67.89점 도달하였으며, 전체적으로는 69.92점인 것으로 나타났다.

2. 추이 분석⁸⁾

여기에서는 2000년과 2001년도의 가교 문항으로 사용된 동일 문항과 동형 문항을 중심으로 수학 성취도 결과를 비교하여 학생들의 성취도의 추이를 분석하고자 하였다. 우선, 동일 문항의 연습 효과를 검증하기 위하여 2000년과 2001년도 평가에서 사용된 5개 동일 문항(선택형 16, 19, 22, 수행형 1, 4)에 대한 정답율과 변별도를 살펴보면, 정답율 차이는 0.1~5.1, 난이도 모수 차이는 0.19~1.54, 변별도 차이는 0.03~0.05 정도였다. <부록 표 4, 5 참조> 전반적으로 그 차이가 크지 않게 나타났으므로 동일 문항에 대한 연습 효과는 그다지 작용하지 않았다고 할 수 있다. 그러나, 교육성취도 평가가 학생들에게 부담감이 높은 시험으로 바뀔 경우, 학생들이 전년도에 시행된 성취도 검사 문제를 미리 풀어보고 시험에 임하는 현상이 발생한다면 동일 문항에 대한 연습 효과가 크게 나타날 가능성이 있는 점에 주의할 필요가 있다.

한편, 동형 문항의 동등성 검증하기 위하여 5개 동형 문항(선택형 6, 26, 수행형 6, 7, 9)에 대한 정답율과 변별도를 살펴보면, 정답율 차이는 0.8~8.2, 난이도 모수 차이는 0.06~0.49, 변별도 차이는 0.06~0.16 정도로 나타났다. <부록 표 3과 4 참조> 개별 문항에 따라 차이는 있겠지만, 전체적으로 동일 문항에 비해 정답율, 난이도 모수, 변별도의 차이가 더 크다는 것을 알 수 있다. 이러한 연구 결과는 경험적 자료를 토대로 하지 않고 전문가가 임의적으로 개발한 동형 문항은 그 동등성을 인정하기가 어려우므로, 동형 문항을 이용하여 두 검사를 동등화하고자 할 때는 반드시 예비 검사를 통해 동형 문항의 측정학적 동등성을 확보한 이후에 동등화가 이루어져야 함을 시사하고 있다.

3. 배경변인별(성별, 지역별) 성취도 결과 분석⁹⁾

초등학교 성별에 따른 교육성취도의 차이는 문자와 식, 측정 영역을 제외한 4개의 평가영역 및 전체 결과 모두 유의도 0.05의 수준에서 여학생이 남학생보다 우수한 성적을 나타냈다. <이에 관한 표 생략> 한편, 각 성취수준의 등급에 속하는 비율을 구체적으로 살펴보면, 여학생과 남학생 전체에서 우수학력의 비율이 각각 29.0%, 27.7%이고, 보통학력의 비율은 여학생, 남학생 각각 62.1%, 60.6%로, 결국 보통학력 이상의 비율은 여학생(91.1%)이 남학생(88.3%)보다 3% 정도 높았으며, 또한 기초학력 이하의 비율도 여학생(8.9%)에 비해 남학생(11.3%)이 높은 것으로 나타남으로서 초등학교의 경우 남학생보다 여학생의 수학 성취 능력이 다소 높음을 시사하고 있다. <표 7 참조>

한편, 지역에 따른 성취수준의 차이를 살펴보면 다음과 같다. 서울시와 광역시 및 중소도시 간의 차이는 상대적으로 적은 데 비해, 읍면 지역 학생들의 분포는 타 지역에 비해 크게 다른 것을 볼 수 있다. <표 8 참조> 또한, 6개 영역 및 전체 점수에 대하여 유의도 0.05 수준에서 유의미한 차이를 보여 주고 있는데, <이에 관한 표 생략> 모든 평가영역 및 전체 평균에서 서울시 학생들이 가장 높고, 다음으로 광역시, 중소도시, 읍면 지역의 순으로 이어지고 있다. 특히, 전체 평균을 보면 서울시와 광역시 및 중소도시의 평균의 차이가 근소한 반면 중소도시와 읍면 지역의 평균의 차이는 5.19점에 달하고 있어 읍면 지역의 평균이 상대적으로 매우 낮음을 나타냈다.

8) 본 연구에서 이루어진 추이 분석은 2001년 검사에 포함된 5개의 동일 문항이 검사 내용 대표성을 확보할 만큼 충분한 숫자가 아니라는 점에서 한계를 지닌다. 따라서 금년도 연구에서의 추이 분석은 2002년도 이후의 성취도 평가에서의 추이 분석을 위한 기초 작업이라고 할 수 있다.

9) 초등학교 성별, 지역에 따른 학업성취도 차이 분석에 관한 보다 자세한 내용은 이 연구에 관한 보고서를 참고하기 바라며, 특히 금년 연구에서는 평가 결과를 보다 심층적으로 이해하기 위해, 수학 총점과 다양한 학생 변인과의 상관관계를 조사하였다. 조사 대상이 된 학생 변인은 학생 방과 후 활동, 학습 전략, 가치 및 태도, 학교 생활 및 수학 공부 방식 및 태도이며, 초등학교 6학년 학생 7289명을 대상으로 상관 관계를 조사하였는데, 이에 관해서는 본 고에서 지면 관계상 생략하였으므로, 이에 관해서도 본 보고서를 참고하기 바람.

<표 7> 성별에 따른 교육성취도 차이 분석

성취수준 \ 성별	남학생	여학생	합계
우수학력	1171 (27.7)	1102 (29.0)	2273 (28.3)
보통학력	2561 (60.6)	2358 (62.1)	4919 (61.3)
기초학력	480 (11.4)	335 (8.8)	815 (10.2)
기초학력미달	11 (.3)	5 (.1)	16 (.2)
합계	4223 (100.0)	3800 (100.0)	8023 (100.0)

<표 8> 지역별 수학 성취수준 빈도(백분율)

성취수준 \ 지역	서울시	광역시	중소도시	읍면지역	합계
우수학력	518(34.7)	687(29.1)	644(30.0)	424(21.0)	2273(28.3)
보통학력	849(56.9)	1465(62.1)	1315(61.2)	1290(63.8)	4919(61.3)
기초학력	123(8.2)	205(8.7)	185(8.6)	302(14.9)	815(10.2)
기초학력미달	2(.1)	3(.1)	5(.2)	6(.3)	16(.2)
합계	1492(100.0)	2360(100.0)	2149(100.0)	2022(100.0)	8023(100.0)

4. 주요 문항별 분석 결과

학생들의 평균 정답율은 선택형 문항이 71.6%, 수행형 문항이 69.6%(이 중에서 단답형 74.3%, 서술형 문항 60%)인 것으로 나타났다. 여기에서 선택형 문항보다 단답형 문항의 정답율이 더 높게 나타난 것은 -- 비록 여전히 서술형 문항에 답하는 데 어려움을 겪고 있지만 -- 초등학교 학생들 스스로 수행형 문항에 대한 성의 있는 응답을 통하여 자신들의 수학적 능력을 발휘한 것으로 보여진다. 또한, 부록의 표 4와 5는 선택형 문항과 수행형 문항 각각에 대한 정답율, 문항모수치(item difficulty parameters), 변별도를 나타낸 것이다. 이 연구 결과, 문항의 정답율과 변별도로 판단할 때 전반적으로 비교적 문항이 양호한 편이었으나¹⁰⁾ 정답율이 낮은 문항에 대하여 좀더 신중히 분석하여 그 결과 및 조치 사항을 학교 수학에 반영할 필요가 있으므로, 이러한 문항에 초점을 두어 (평가영역별로¹¹⁾ 분

석하기로 하였다.

가. 수와 연산 영역

수와 연산 영역의 수행형 10번 문항은 전체 40문항 중에서 가장 낮은 정답율(34.8%)을 보였으며, 선택형 15번 문항도 수와 연산 영역의 선택형 문항 중에서 가장 낮은 정답율(53.8%)을 보였다. 이 두 문항에 대하여 살펴보면 다음과 같다.

■ 수행형 10번

10. 식용유가 $1\frac{4}{5}$ L 있었는데, 이 중에서 $\frac{2}{3}$ 를 튀김을 하는데 사용하였다. 이 때 사용한 식용유는 몇 L인가?

1) 식을 써 보아라.
 2) 계산 과정이 나타나도록 계산하여 보아라.
 3) 답을 써 보아라. ()L

수행형 10번 문항은 5학년때 다루지는 분수의 곱셈을 이용하여 푸는 문제이다. 이 문항이 비록 문장제로 제시되었긴 하지만 이것은 일상 생활과 관련된 복잡한 문제 상황이나 조건이 주어지지 않은 비교적 간단한

정도로 높게 나타나고 문자와 식 영역도 다른 영역에 비해 비교적 정답율이 높으므로, 이 두 영역에 대해서는 문항 분석을 하지 않았다.

10) 일반적으로 변별도가 0.3 이상인 문항은 변별력이 있다고 할 수 있는데, 이는 수학적 능력이 있는 학생은 그 문항에 옳은 답을 하고, 그렇지 못한 학생은 그 문항에 옳은 답을 하지 못한다는 의미이다.
 11) 규칙성과 함수 영역의 경우에는 평균적으로 우수학력 판정을 받을 정도로 점수가 양호하게 나왔을 뿐만 아니라 평균 정답률도 가장 낮은 서술형 문항이 72.8%를 기록할

계산 문제에 속한다고 볼 수 있다. 그럼에도 불구하고 가장 저조한 정답율을 보인 것은 일단 학생들이 직접식을 쓰고 계산 과정을 나타내어야 하는 번거로움과 어려움이 있었을 터이고, 또한 주어진 대상(식용유)의 양이 대분수이고 그 양의 몇 배에 해당하는 수가 자연수(물론, 이 문제의 경우에는 자연수로 몇 배가 될 수는 없지만)나 단위분수가 아닌 진분수로 제시되어 있기 때문인 것으로 여겨진다. 만약 이 문제를 단순화하여 '식용유가 8L 있었는데, 이 중에서 $\frac{1}{2}$ 을 튀김을 하는 데 사용하였다. 이 때 사용한 식용유는 몇 L인가?'라고 하였다면, 학생들은 이 문제를 해결하는데 큰 어려움을 겪지 않았을 것이다. 따라서, 학생들로 하여금 스스로 해결 과정을 작성하게 하는 활동 경험을 가급적 충분히 갖도록 해야 할 것이며, 복잡한 수를 포함하는 사칙연산(덧셈, 뺄셈, 특히 곱셈과 나눗셈)에 관한 반복적인 연습 문제 풀이의 숙달 못지 않게(처음에는 간단한 수를 이용하여) 그 사칙연산, 즉 덧셈, 뺄셈, 곱셈, 나눗셈 각각이 본래 지니고 있는 의미와 덧셈과 뺄셈의 관계, 곱셈과 나눗셈의 관계 등을 좀더 명확히 이해할 수 있도록 지도해야 할 것이다.

■ 선택형 15번

15. 윤정이와 수련이는 6월 1일부터 줄넘기를 시작하기로 하였다. 윤정이는 2일마다, 수련이는 3일마다 줄넘기를 한다면 6월에 두 사람 모두 줄넘기를 하는 날은 며칠이겠는가?
 ① 1일 ② 2일 ③ 3일 ④ 4일 ⑤ 5일

선택형 15번 문항은 최소공배수의 뜻을 알고 이를 이용하여 푸는 문제이다. 즉, 최소공배수에 관한 개념을 정확히 이해하고 있을 때, 이 문항이 그러한 내용과 관련되어 있음을 인식할 수 있다. 그리고, 최소공배수를 구할 수 있어야 하며, 더 나아가 '한정된 수'(여기서는 6월 한달동안의 총 일 수인 30을 뜻함)의 범위 내에서 그 수가 몇 번 들어 있는지를 구해야 하는 문제해결형의 문항이다. 그런데, 위에서 언급한 바와 같이, 이 문항의 정답율이 53.8%에 그치고, 수와 연산 영역의 선택형 문항 중에서 가장 낮은 정답율을 보였다는 점, 그리고 이 문항의 오답인 ①번을 선택한 학생(15.3%)과 ④번을 선택한 학생(15.0%)의 수가 비슷한

점 등으로 미루어 볼 때, 학생들은 최소공배수의 뜻을 제대로 이해하고 있지 못하고, 이로서 최소공배수, 최대공약수를 이용하여 실생활 관련 문제를 해결하는데 큰 어려움이 따르는 것으로 판단된다. 만약 이 문제를 단순화하여 '1부터 30까지의 수 중에서 2와 3의 최소공배수는 몇 개인가?'로 제시하였다면, 학생들의 반응 결과는 상당히 달랐을 것이다.

지금까지(제 6차) 초등학교 5학년에 최소공배수와 최대공약수에 관한 내용을 도입하여 이를 활용하는 부분까지를 모두 다루고, 이를 중학교 1학년 때 다시 반복하여 왔었다. 더욱이, 지금까지 학생들은 교과서 이외의 여러 교수 학습 자료를 통하여 위의 선택형 15번 문항보다도 훨씬 복잡한 문제 상황과 조건이 주어진 문장제를 접해 왔을 것이다. 이러한 점을 고려해 볼 때, 제 7차 교육과정에서와 같이 초등학교에서는 최소공배수(최대공약수)의 뜻을 알고 이를 구하는 데에 초점을 두고, 그 이외에 공배수(공약수)에 관한 실생활 관련 문제 해결은 심화 과정으로 두고, 최소공배수(최대공약수)에 관한 실생활 관련 문제 해결은 중학교의 심화 과정으로 상향 조정하는 것은 매우 바람직한 일이라 하겠다.

위의 분석과 더불어 수와 연산 영역에 관한 문항 정답율을 전체적으로 살펴보면 상대적으로 낮음을 알 수 있는데, 이는 수와 연산 영역에 관한 문항들이 '계산' 문제뿐만 아니라 해당 내용의 기본 개념의 이해를 토대로 주어진 문제 상황에 적절하게 대처해야 하는 '이해', '문제해결' 문제를 다수 포함하였기 때문일 것이다. 따라서, 수와 연산 영역의 학습을 통하여 학생들이 능숙한 계산 능력을 갖추는 것도 중요하지만, 그 이외에도 수와 연산에 관한 수학적 개념의 중요성을 충분히 숙지하여 이의 이해를 바탕으로 여러 가지 다양한 형태의 문제들을 해결해 나아갈 수 있도록 해야 할 것이다.

나. 도형 영역

도형 영역 중에는 선택형 8번 문항이 정답율 37.3%로 40문항 중 두 번째로 가장 낮은 정답율을 보였고, 수행형 12번 문항은 정답율 45.6%로 세 번째로 가장 낮은 정답율을 보였으며, 선택형 18번 문항도 46.8%, 선택형 12번 문항도 48.2%의 저조한 정답율을 보였다.¹²⁾ 이 문항들에 대하여 살펴보면 다음과 같다.

■ 선택형 8번

8. 다음은 민지가 어떤 도형을 보고 관찰하여 적은 것이다. 민지가 관찰한 도형은 어느 것인가?
 ○ 변이 3개, 각이 3개, 꼭지점이 3개이다.
 ○ 두 변의 길이가 같다.
 ○ 한 각이 둔각이다.

선택형 8번 문항은 전체 28개의 선택형 문항 중 가장 낮은 정답율(37.3%)를 보였다. 이 문항은 초등학교 4학년 때까지 다루지는 여러 가지 삼각형의 뜻과 성질을 이해하고 있는가를 알아보기 위한 것으로, 궁극적으로는 둔각이등변삼각형을 찾는 것에 관한 것이다. 여기서 ‘두 변의 길이가 같다’와 ‘한 각이 둔각이다’라는 두 조건 중에 하나에만 치중하여 오답을 한 경우에 대하여 생각해 보면 다음과 같다. 이때, 두 조건 중 하나에만 치중한 이유는 아마도 다른 하나의 조건을 상기하기 못하였거나 이해하지 못하였을 것으로 여겨진다. 우선, ‘두 변의 길이가 같다’는 조건만을 만족하는 ④번의 오답을 선택한 학생들을 보면 26.9%나 되는데, 이는 그들이 이등변삼각형에 대한 상(image)을 답지의 그림 ④와 같이 정형화된 것을 주로 갖고 있기 때문으로 여겨진다. 만약 그들이 이등변삼각형에 대한 상을 다양하게 갖고 있다면, ‘한 각이 둔각이다’라는 조건을 인식하지 못하였어도 ⑤번의 답을 선택하였을 것이다. 물론, 그 결과 본의 아니게 정답을 맞힌 학생도 있을 것으로 예상된다. 또한, ‘한 각이 둔각이다’라

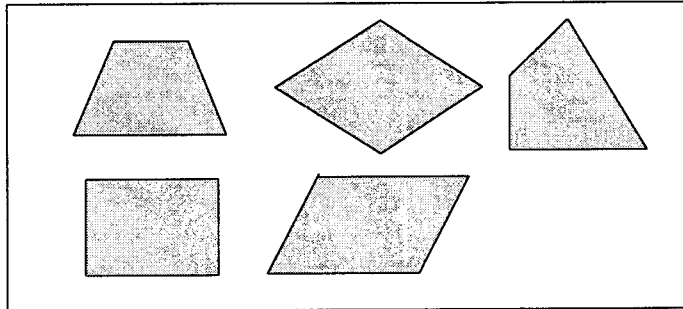
는 조건을 만족시키는 ②번의 오답을 선택한 학생도 16.3%로 높은 편인데, 이등변삼각형과 마찬가지로 학생들은 둔각삼각형에 대한 상을 ②와 같이 정형화된 것을 주로 갖고 있기 때문에 ⑤를 둔각삼각형으로 인식하는 것이 쉽지 않았으리라는 추측이다.

이와 마찬가지로, 선택형 12번 문항은 초등학교 4학년에 다뤄지는 여러 가지 사각형에 관한 것이다. 즉, 이 문항은 평행사변형에 포함되는 도형이 무엇인지를 물어보면서 여러 가지 사각형의 뜻과 성질을 이해하고 이를 바탕으로 그들 사이의 관계를 통합적으로 이해하고 있는지를 알아보기 위한 것인데, 정답률이 48.2%에 그친 것으로 미루어보아 이 부분의 학습이 제대로 이뤄지고 있지 못함을 알 수 있다. 또한, 학생들이 선택한 ②번의 오답율이 31.7%나 된 점을 상기해 볼 때, 위에서 언급한 이등변삼각형, 둔각삼각형과 마찬가지로, 평행사변형도 일부 정형화된 것(가령, ④번의 직사각형과 가장 흔히 제시되고 있는 ⑤번 형태의 평행사변형)만이 여기에 속하는 것으로 잘못 인식하고 있음을 알 수 있다.

12) 그런데, 사실 선택형 18번 문항의 경우에는 각의 크기를 재는 것에 관한 측정 영역에 속하는 문제인데 연구 진행 과정에서 도형 영역으로 잘못 처리되었다.

■ 선택형 12번

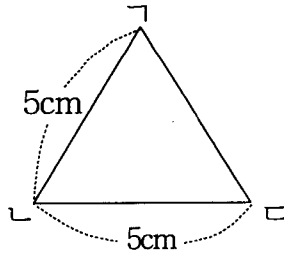
12. 다음 도형 중 평행사변형은 모두 몇 개인가?



- ① 1개 ② 2개 ③ 3개 ④ 4개 ⑤ 5개

■ 수행형 12번

12. 경호는 다음 삼각형과 합동인 삼각형을 그리려고 한다. 물음에 답하여라.

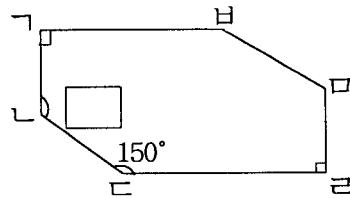


- 1) 합동인 삼각형을 그리려고 할 때, 더 알아야 할 조건 한 가지를 써 보아라.
- 2) 그리는 방법을 설명하여라.

수행형 12번 문항은 합동의 성질을 이해하고 합동인 삼각형을 그릴 수 있는지를 알아보는 문제로 정답을 45.6%를 나타내었으나, 완벽하게 문제를 해결한 학생의 비율은 26.5%에 그쳐, 합동인 삼각형의 성질을 이해하고 있더라도 작도하는 데 보다 큰 어려움을 겪는 것으로 간주할 수 있다. 그러므로, 초등학교 3-나 단계의 '원의 구성 요소' 영역에서 컴퍼스를 이용하여 여러 가지 모양을 그려보는 활동을 시발점으로 하여, 5-나 단계의 '합동과 대칭' 영역에서 자와 컴퍼스를 이용하여 조건에 맞는 삼각형을 실제로 그려보는 활동이 충분히 이뤄져야 할 것이다. 그럼으로서 이를 바탕으로 7-나 단계의 '작도와 합동' 영역에서 보다 본격적으로 다루지는 여러 가지 도형에 관한 작도 활동에 충실히 임할 수 있을 것이다.

■ 선택형 18번

18. 다음 도형에서 변 \overline{AB} 과 변 \overline{CD} 은 평행이다. 각 $\angle C$ 의 크기는 몇 도인가?



- ① 120° ② 130° ③ 140°
④ 150° ⑤ 160°

선택형 18번 문항은 초등학교 4학년에서 다루지는

평행선의 성질의 이해를 바탕으로, 동위각과 엇각을 이용하거나 사각형의 내각의 합을 이용하여 해결하는 측정 영역에 관한 것이다. 4학년 학생들이 근본적으로 평행선의 성질을 이해하고 이에 관한 여러 각의 성질을 이해하는 것이 그리 쉽지 않다는 일부 지적이 있어 왔는데, 이 연구에서도 상당히 낮은 정답율을 보임으로 해서(정답율 46.8%) 학생들이 평행과 수직의 관계, 평행선의 성질 등에 대한 올바른 이해가 부족한 것이라 할 수 있겠다. 이 문항의 경우, ④번의 오답을 선택한 학생이 30.7%나 되는 것으로 미루어보아 이 문제에 주어진 그림에서 주어진 한 각의 크기가 구하고자 하는 각의 크기와 비슷하게 보여 직관적으로 같을 것이라는 가정 하에 답을 선택한 것으로 추측된다.

결과적으로, 지금까지 위에서 언급한 바와 같이, 삼각형, 평행사변형, 다각형, 평행선 등과 같은 도형의 뜻과 성질에 대한 올바른 이해를 높이려면, 보다 다양하고 풍부한 여러 가지 형태의 도형들을 예로 제시함으로써 풍부한 관찰과 조작 활동을 통하여 교수-학습이 이뤄져야 할 것이다. 그런데, 이는 교사에게 국한된 노력과 책임이라기보다는 교과서 개발자를 비롯하여 여러 가지 교수-학습 자료를 개발하는 전문가들이 이의 중요성을 인식하고 실천에 옮겨야 할 것이다.

다. 측정 영역

측정 영역의 경우, 선택형 10번 문항은 작년도에 출제된 것과 동형으로 초등학교 3학년때 다루지는 들이의 양감에 관한 내용임에도 불구하고 작년과 마찬가지로 여전히 낮은 정답율을 기록하였다(정답율 51.4%). 이 문항에서 정답 다음으로 높은 반응을 나타낸 오답은 ④번이며(반응율 20.3%), 이는 문제를 제대로 이해하지 못하여 들이의 단위를 알맞게 사용한 경우를 선택한 것으로 여겨진다. 여기서 문제를 잘못 이해하여 알맞게 사용한 것을 선택한 경우, 학생들이 ④번을 선호한 것은 제 6차 교육과정에 따른 교과서에 실제로 주전자를 가지고 들이의 양감을 다루고 있어 그 소재에 친숙함을 느끼고, 또 4L에 대한 양감을 보다 쉽게 판단하였을 것으로 여겨진다. 다른 오답지의 경우, 들이에 대한 경험적 감각의 부족으로 인해 임의로 반응했을 것으로 보인다.

결국, 한 마디로 학생들은 여전히 들이에 대한 양감이 부족한 것으로 판단되며, 이를 위한 해결책으로 보

다 적극적으로 학생들이 주변 상황이나 물체를 대상으로 들어 뿐만 아니라, 넓이, 길이, 부피 등의 단위에 대한 양감을 지속적으로 기를 수 있는 기회를 갖도록 해야 할 것이며, 이의 책임과 노력은 역시 교사와 교과서 및 교수-학습 자료 개발자의 몫으로 여겨진다.

■ 선택형 10번

10. 다음은 여러 가지 그릇의 들이를 말한 것이다. 들이의 단위를 알맞게 사용하지 않은 것은 어느 것인가?

- ① 어머니께서 사오신 주스는 1.8L 짜리이다.
- ② 실험실에서 사용한 비커의 들이는 250L이다.
- ③ 우리가 학교에서 먹는 급식 우유는 200mL이다.
- ④ 우리 집에서 사용하는 주전자의 들이는 4L이다.
- ⑤ 오늘 아침에 먹은 요구르트병의 들이는 80mL이다.

라. 확률과 통계 영역

확률과 통계 영역 중 가장 낮은 정답율을 보인 것은 선택형 19번 문항으로(정답율 58.4%), 이 문항은 꺾은선그래프의 뜻과 특징을 알고 있는지를 알아보기 위한 것이다. 이 문항에서 정답 다음으로 높은 반응율을 보인 것은 ③번의 막대그래프인데(반응율 22.4%), 이는 학생들이 막대그래프와 꺾은선그래프의 특징과 용도를 제대로 파악하고 있지 못함에서 비롯된 것이라 할 수 있다. 확률과 통계 영역에서 초등학교 2학년, 3학년에서 각각 그림그래프와 막대그래프를 다루고, 4학년에서 연속적인 변량에 초점을 두어 이를 표로 만들어 꺾은선그래프로 나타내는 것에 관하여 다루고 있는데, 여기서 특히 유의해야 할 것은 막대그래프와 꺾은선그래프를 비교하여 그 차이점을 이해하고 각각의 특성과 용도를 알 수 있도록 지도해야 한다는 점이다. 더욱이, 6학년에서 다루지는 비율그래프의 이해와 더불어, 학생들 스스로 자료를 수집하고, 수집된 자료를 적절한 그래프로 나타내고, 이를 해석할 수 있는 일련의 활동을 통하여 주어진 자료의 특성을 잘 나타낼 수 있는 그래프를 선택할 수 있는 안목을 형성할 수 있도록 해야 할 것이다.

■ 선택형 19번

19. 다음은 재철의 몸무게를 나타낸 표이다. 몸무게의 변화를 적절하게 나타내려면 어떤 그래프로 그리는 것이 가장 좋은가?

재철의 몸무게

월	3	4	5	6	7	8
몸무게(kg)	32.5	32.8	33.2	34.1	34.5	34.6

① 꺾은선그래프 ② 그림그래프
 ③ 막대그래프 ④ 원그래프 ⑤ 띠그래프

5. 기초 필수 문항 분석 결과

기초 필수를 제외한 교육과정 목표에 해당하는 문항 중에서 분석을 필요로 하는 문항은 이미 평가영역 별 문항 분석에서 살펴보았으므로, 여기서는 ‘기초필수’ 문항으로 개발된 선택형 1, 2, 9, 14, 27번 문항 및 수행형 7번 문항만 분석의 대상으로 삼는다.

그런데, 이 연구 결과에서 초등학교 40문항 중에서 3문항이 90% 이상의 정답율을 보였는데, 이 중에서 선택형 1번과 9번 문항은 기초 필수에 해당하는 문항으로 선정된 것이므로 다행스러운 일이라 하겠다. 선택형 9번 문항은 초등학교 4학년에서 다루지는 시간(초단위) 읽기에 관한 것이고(정답율 94.3%), 그 다음으로 선택형 1번 문항으로 4학년에서 다루지는 큰 수에 관한 것이다(정답율 92.2%).¹³⁾ 그 밖에, 3번째로 높은 정답율을 보인 것은 선택형 27번 문항으로(정답율 88.1%), 이 문항은 주어진 도형으로 여러 가지 모양을 만들거나 덮을 수 있는지를 알아보기 위한 것이다. 이 정도의 높은 정답율을 보인 것은 이 문항이 제 7차 교육과정에서 새롭게 강조되고 있는 공간 감각에 관한

13) 참고로, 기초필수 문항이 아니면서 90% 이상의 정답율을 보인 유일한 문항은 수행형 1번이며, 이는 작년과 동일한 문항으로 작년에 이어 금년에도 92.2%의 높은 정답율을 보였다. 이 문항은 여섯 자리의 수의 크기를 비교하는 문제로, 큰 자리 수부터 하나씩 각 자리 수의 숫자의 크기를 비교해 가는 ‘추론’ 능력이 요구된다. 성취도 평가의 대상이었던 6학년 학생들이 이미 4학년 때부터 다섯 자리 이상의 큰 수를 다루었기 때문에 이러한 문제를 해결하는데 별 어려움이 없었던 것으로 판단된다.

것이지만, 예전에도 공간 감각이라는 용어를 강조하여 드러내지 않았을 뿐 이에 관한 문제를 어느 정도 다루어왔기 때문에 도형에 대한 기본적인 (공간) 감각을 갖추고 있다고 볼 수 있다.

이제, 6개의 기초 필수 문항 중에서 남은 3개의 문항에 대하여 살펴보기로 한다. 이 세 문항의 공통점은 기초 필수 문항 정답율의 평균인 83.5%에 미치지 못하고 있으며, 모두 70%대의 정답율을 보이고 있다.

■ 선택형 2번

2. 다음을 계산하면 얼마인가?

$$3 \times 5 + 20 \div (5 - 3)$$

① 12 ② 16 ③ 22 ④ 25 ⑤ 45

선택형 2번 문항은 자연수의 사칙연산을 정해진 순서에 따라 할 수 있는지를 알아보기 위한 것으로 수와 연산 영역에서 지극히 기초적인 문제에 해당하는 것임에도 불구하고 76.7%의 정답율에 그친 것은 단순히 사칙연산만을 수행해서 해결하는 것이 아니라 괄호 안의 식을 먼저 셈하고 나서 곱셈, 나눗셈 그리고 덧셈, 뺄셈의 순으로 연산을 해 나아가야 했기 때문인 것으로 판단된다.

■ 선택형 14번

14. 어머니께서 정육점에서 돼지고기를 샀다. 저울에 나타난 수는 1650이었다. 어머니께서 산 돼지고기의 무게를 바르게 말한 것은 어느 것인가?

① 1650 kg ② 1kg 650g ③ 16kg 50g
 ④ 10kg 650g ⑤ 16kg 500g

선택형 14번 문항에서는 4학년에서 다루는 무게의 단위와 그 관계를 알고 있는지를 기본적으로 묻고 있으며, 이와 더불어 일상 생활에서 어머니가 정육점에 가서 돼지고기를 사고 이를 저울에 올려놓을 수 있는 정도의 양을 추측할 수 있는 양감을 가지고 있는지를 알기 위한 것이다. 그런데, 문제의 조건이나 내용이 단순한 점을 고려해 볼 때, 정답율이 74.4%라 함은 그다

지 높다고는 볼 수 없으며, 특히 정답 이외에 ①번과 ③번에 높은 반응율(각각 11.3%, 10.3%)을 보인 점을 고려해 보면, ①번의 경우 학생들은 1650kg의 돼지고기 양이 얼마만큼 많은지 신중히 생각하지 않았거나 이에 대한 양감이 근본적으로 부족하다고 볼 수 있다. 또, ③번의 경우에는 kg과 g의 관계의 이해 부족, 그리고 저울의 눈금을 읽는데 익숙하지 못한 것으로 해석할 수 있다.

■ 수행형 7번

7. 다음은 성민이가 제기를 찬 수를 기록한 표이다. 성민이는 제기를 한 번에 평균 몇 개씩 찮다고 할 수 있는가?

제기를 찬 수					
순서	첫 번째	두 번째	세 번째	네 번째	다섯 번째
제기를 찬 수(개)	19	22	17	18	24

()개

수행형 7번 문항은 평균을 구하는 방법만 알고 있으면, 문제에서 이미 '평균'이라는 용어를 언급하고 있어 이 문제가 평균에 관한 문제임을 쉽게 알 수 있고 또 문제에 별다른 장애 조건이 주어지지 않으며, 변량의 개수도 많지 않고 변량에 해당하는 숫자도 자연수인, 비교적 쉽게 해결할 수 있는 계산 영역의 문제이다. 그럼에도 불구하고, 정답율이 78.2%에 그친 것에 대하여 쉽게 납득하기 어려우나, 계산 과정에서 실수를 범하였을 가능성을 생각해 볼 수 있다.

이상으로, 기초 필수 문항에 관한 분석을 토대로 다음과 같은 시사점을 생각해 볼 수 있다. 수학을 가르쳐야 하는 이유로 흔히 수학적 가치를 바탕으로 하는 것을 제안하는 데, 그 첫 번째가 수학의 실용적 가치에 관한 것이다. 즉, 수학 교과와 특성 상 다른 교과의 학습을 돕는 기초적인 도구 교과로서의 역할과 실제 생활에서도 직간접적으로 유용하게 활용되고 있다는 점이다. 위에서 분석한 '기초 필수' 문항은 이러한 수학의 실용적 가치에 근거하여 초등학교 6학년이면 무난히 해결할 수 있는 정도의 것을 전제로 하였다. 그러므로 평균 정답율

83.54%는 대체로 양호한 편이지만, 그 중에서 사칙연산에 관한 문항인 선택형 2번과 주어진 변량의 평균을 구하는 문항인 수행형 7번의 정답율이 상대적으로 낮은 것에는 좀더 관심을 가질 필요가 있겠다. 수학 교과목에서 가장 기본적인 기능이라 할 수 있는 사칙연산을 그 순서와 더불어 좀 더 능숙히 숙달할 수 있도록 하고, 아울러 확률과 통계 영역에서 수학적 통계의 가장 기본적인 내용이라 할 수 있는 평균의 뜻을 알고 이를 구할 수 있는 기본적인 학습 능력의 형성을 위한 대책이 강구되어야 할 것이다. 또한, 끝으로 도형이나 무게 등의 모든 수학 내용에 있어서 각각의 대상(가령, kg과 g 각각)에 대한 단편적인 이해뿐만 아니라 그들 사이의 관계(가령, 1kg=1000g)의 이해를 더욱 견고히 해야 함을 강조하는 바이다.

V. 제언

학생들이 특정 내용에 대해 전체적으로 낮은 성취도를 보이거나, 또는 어떤 특정한 집단에 속해 있는 학생들이 다른 집단의 학생들보다 낮은 성취도를 보이는 데는 여러 가지 요인이 작용한다. 다시 말해서, 그 특정 내용 또는 특정 집단에 대한 교육과정상의 취약점, 교수·학습 과정에서의 문제점, 교육정책상의 미흡한 점 등이 학생들의 수학 성취도에 복합적으로 영향을 미친다고 볼 수 있다. 그러므로 평가의 기본적인 틀이 가지는 한계로 인한 오류를 배제할 수 없기는 하지만 위의 제반 문제점을 수정·보완하여 나갈 수 있도록 시사점을 발견하고 이를 적용하는 것은 이 연구의 의의와 관련해서 매우 중요한 일이라고 하겠다.

아울러 이 연구를 위하여 개발된 40개의 문항이 과연 학교 현장에서의 수학교육을 통해 학생들이 반드시 이수하여야 할 수학과 교육과정의 내용의 양과 질을 대표할 수 있는 지에 대해서는 비판적인 시각에서 검토가 이뤄져야 할 것이다. 이 연구 결과 및 향후 발전 연구를 토대로, 학교 수학 교육에서 반드시 다뤄야 할 기본적인면서도 필수적인 내용은 무엇이며, 이를 위하여 현 수학과 교육과정은 어떻게 수정·보완·강화되어야 하는지, 그리고 교수-학습 방법상의 개선점은 무엇인지 등이 지속적으로 모색되어야 할 것이다. 본 고에서는 지면 관계상 교육과정에 대한 시사점은 지금까지

지 본 고의 주요 문항별 분석 결과와 기초 필수 문항 분석 결과 부분에서 제안한 것으로 대신하기로 하고, 여기서는 수학과 교수-학습과 교육정책 측면에서 고려해야 할 점에 관하여 소개하고자 한다.

1. 교수-학습에 대한 시사

본 연구의 결과를 토대로 수학과 교수-학습 측면에서 고려해야 할 점은 다음과 같다.

첫째, 초등학교 학생들의 평균 정답율은 선택형 문항에 대해서 71.6%, 수행형 문항에 대해서는 69.6%인 것으로 나타났다. 특히 선택형 문항보다 단답형 문항의 정답율이 더 높은 점이 눈에 띄는데, 중학교 이상의 상급학교에서 학생들이 선택형 문항보다 일반적으로 수행형 문항을 더 어려워하는 것에 비하면 초등학교 학생들의 수학적 표현 능력이 상대적으로 더 나음을 알 수 있다. 하지만 이 연구 결과, 다시 한 번 학생들이 서술형 문항에 대한 답을 작성하는 데 어려움이 따르며, 특히 답은 정확히 구할 수 있다 하더라도 그 과정을 설명하는 데 보다 큰 어려움이 따르는 것으로 보인다. 이는 여전히 의사소통이나 문제해결을 위한 학습 활동의 강조가 이른 수준에 머무르고 실제의 교수-학습 상황에는 제대로 이행되고 있지 않음을 시사하고 있다. 따라서, 교육 현장에서는 주어진 내용(문제)의 특성에 구애받지 말고 학생들 스스로 해결 과정이나 그 결과에 대한 이유를 분명하게 말이나 글로 표현할 수 있도록 가급적 충분한, 다양한 기회를 부여해야 할 것이다.

둘째, 이 연구에서는 성취도 평가 결과를 보다 심층적으로 이해하기 위하여 학생들의 특성과 수학 성취도의 상관관계를 조사하였는데, 조사 대상이 된 학생 변인 범주는 방과 후 활동, 일반적인 학습 전략과 가치 및 태도, 학교 생활, 수학 공부 방식 및 태도 등이다. 조사된 학생 배경변인 중에서 수학 성취도에 가장 긍정적인 영향을 미치는 범주는 수학 공부 방식 및 태도이다. 학생들의 수학 공부 방식 및 태도와 수학 성취도의 상관계수는 $-0.376 \sim 0.383$ 에 분포하는 것으로 나타났다. 이는 학생들의 공부 방식 및 태도와 수학 성취도 사이에 유의미한 상관관계가 존재함을 의미한다. 특히 수학 공부 방식 및 태도와 관련된 항목 중에서, 수학 성취도에 가장 긍정적인 영향을 주는 내용의 항

목은 '복잡한 수학문제도 잘 풀 수 있다', '지금보다 더 어려운 수학문제에 도전하기를 좋아한다', '나는 수학 과목을 재미있다고 생각한다' 이다. 이 항목들과 수학 성취도의 상관계수는 각각 0.382, 0.344, 0.320으로, 수학 성취도에 각각 15%, 12%, 10% 정도 긍정적인 영향을 미친다고 할 수 있다. 또한 일상 생활에서 수학을 좋아하고 문제 풀이를 즐겨할 뿐만 아니라 수학의 유용성을 인정하는 태도를 지닌 학생이 수학 과목에서 높은 성취도를 보임을 알 수 있었다. 이는 수학 과목의 교수-학습과정에서 수학에 대한 자신감과 흥미를 기르는 것이 중요하며 이를 위한 보다 지속적인 관심과 주의가 필요함을 시사하고 있다.

2. 교육정책 및 기타

여기서는 본 연구의 결과 교육정책을 비롯한 여러 가지 측면에서 고려해야 할 사항이나 주목할 만한 내용을 제시하도록 한다.

첫째, 초등학교 성별에 따른 교육 성취도 차이 분석 결과, 문자와 식, 측정 영역을 제외한 4개 영역 및 전체 결과 모두 유의도 0.05의 수준에서 여학생이 남학생보다 우수한 성적을 기록했다. 이러한 현상이 금년 초등학교 6학년 학생들에 한정된 것인지, 지속적인 것인지에 관해서는 보다 장기적인 추이 분석이 요구되긴 하지만, 여학생의 수학적 능력이 뒤떨어진다는 통념이 적어도 초등학교 단계에서는 들어맞지 않음을 보여주었다. 성별에 따른 수학 학력의 차이는 수학 교수-학습과 관련하여 중요시 다뤄져야 할 사항이며, 이러한 학력의 차이가 어디서부터 나기 시작하는지를 관찰하여 해당 단계에서부터 학력 차이 해소를 위한 대책을 마련해야 할 것이다.

둘째, 지역별 배경 변인에 따른 분석 결과에서는 6개 영역 및 전체 점수에 대하여 유의도 0.05 수준에서 유의미한 차이를 보여 주고 있다. 서울시와 광역시 및 중소도시 간의 차이는 상대적으로 적은 데 비해, 읍면 지역 학생들의 분포는 타 지역에 비해 크게 다른 것을 볼 수 있다. 모든 영역 및 전체 평균에서 서울시 학생들이 가장 높고, 다음으로 광역시, 중소도시, 읍면 지역의 순으로 이어지고 있다. 특히, 전체 평균을 보면 서울시와 광역시 및 중소 도시의 평균의 차이가 근소한 반면 중소도시와 읍면 지역의 평균의 차이는 5.19

점에 달하고 있어 읍면 지역의 평균이 상대적으로 매우 낮다는 것을 알 수 있다. 그리고 읍면 지역만이 전체 평균보다 낮은 점수를 기록하였다. 수학은 계통성이 강한 교과목이므로 상급 학년이나 상급 학교로 올라갈수록 학습 능력의 차이가 많이 나는 교과목이므로, 읍면 지역 초등학생들의 학력을 높일 수 있는 다양한 방안을 강구해야 할 것이다.

셋째, 본 고에서는 지면 관계상 교사의 배경 특성을 알아보기 위해 실시한 설문조사 결과를 제시하지 않았지만, 교사의 응답 결과 43%가 '과밀학급' 문제를 지적했다. 이는 특히 수학과 교과목의 수업 진행에서 가장 큰 난점으로 작용하리라고 보아진다. 수학은 개인의 수준 차가 가장 크게 나는 교과목이므로 개별 지도, 또는 그룹 단위의 수준별 지도가 요구되며, 이러한 점에서 볼 때 효과적인 수학 수업을 위해서도 과밀학급 문제는 시급히 해결되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- 교육부(1997). *수학과 교육과정*. 교육부.
- 김명숙 외 8인(1999). *국가수준 교육성취도 평가 연구 II : 사회·수학 영역 예비 문항 개발 및 현장 적용 연구*. 한국교육과정평가원 연구보고 RRE 99-9-1.
- 이명희 외 7명(2000). *2000년도 국가수준 교육성취도 평가 연구(I) : 사회·수학 본검사 실시 및 결과 분석*. 한국교육과정평가원 연구보고 RRE 2000-9.
- 김정호 외 10명(1999). *제 7차 교육과정에 따른 성취기준과 평가기준 개발 연구 - 초등 학교 1, 2학년 -*. 한국교육과정평가원.
- 부재울, 양길석(1999). 수행평가의 개념과 양호도. 한국교육과정평가원 연구 포럼 발표 논문.
- 임인재(1996). 절대기준평가에서의 기준설정 방법에 관한 종합적 고찰과 학급검사에서의 기준설정 방법. *교육이론*, 10, 서울대학교 사범대학 교육학과 허형 외(1974) *가정 환경의 제변인과 학업 성취와의 관계*, 한국행동과학연구소.
- Petersen, N. S., Kolen, M. J., & Hoover, H. D.(1989). Scaling, norming, and equating, In: R. L. Linn(Ed.), *Educational measurement*. N.Y.: Macmillan.
- Traub, R. E.(1993). On the equivalence of the traits assessed by multiple-choice and constructed-response tests. In R. E. Bennett, & W. C. Ward(Eds.). *Construction versus choice in cognitive measurement*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Harris, D. T. & Martinovich-Barhite, D. (1998). *Practical and Technical Issues in the use, development, scoring and equating of performance assessments*. NCME Training session.
- McMillan, J. H. (1997). *Classroom Assessment: Principles and practice for effective instruction*. Boston : Allyn and Bacon.

The Study of National Assessment of Educational Achievement in Elementary Mathematics in 2001

Hwang, Hye Jeang

Department of Mathematics Education, Chosun University, 375 Susuk-dong, Dong-gu,
Gwangju, Seoul, Korea, 501-759, e-mail: sh0502@kice.re.kr

Han, Kyeong Hye

Division of Mathematics Education, Korea Institute of Curriculum and Evaluation, 25-1, Samchung-Dong,
Chongro-ku, Seoul, Korea, 110-230, e-mail: stem251@hanmail.net

The goal of the National Assessment of Educational Achievement(NAEA) 2001 was to affirm the accountability of school education, to scientifically manage and elevate the quality of education at the national level, and to articulate the final design of the NAEA. It was implemented on June 28th of the year 2001. The assessment frame for NAEA includes the achievement standards, the assessment standards, the instruction for the item development, and the grading policy for mathematics subject. Most of items are multiple-choice types, but the performance-based items should be at least thirty percent of the total items, also 30% in case of mathematics. Approximately 1% of students among entire population of the Grades 6 were randomly selected. Therefore, the finally sampled examines were 8023 at Grade 6.

The result of the analysis of the NAEA revealed that Grade 6 students was labelled as 'average' level in general (Number and Operation: average, Geometric figures: average, Patterns and Functions: excellent, Measurements: average, Letters and Expressions: average, Probability and Statistics: average). The most characteristic finding was that except for Grade 6(its average is 69.92), most secondary students obtained low test scores and its average of each grade is below 50 out of 100. Especially, the scores on the performance-based items were by and large very low. This finding implies that Korean students are not familiar with the kind of test items which requires expression of ideas and feelings and they are rather familiar with the multiple-choice items.

Another interesting finding was that the students in small towns and remote areas showed significantly low scores in all four skills compared with Seoul, metropolitan cities and medium and small cities. This may be attributed from the fact that the remote areas do not have equal learning environment with regard to social and cultural experience, supply of various teaching materials, extracurricular lessons which are directly related to teaching and learning. These findings may be utilized as a reliable resource for improving curriculum and teaching and learning in Mathematics.

<부록 표 1> 초등학교 수학과 성취기준

평가영역	성취기준	번호
수와 연산	10000 이상의 큰 수에 대하여 읽고 쓸 수 있다.	1
	자연수의 덧셈, 뺄셈, 곱셈, 나눗셈이 혼합된 계산 문제를 풀 수 있다.	2
	최대공약수, 최소공배수를 구할 수 있다.	3
	분수, 소수의 크기를 비교할 수 있다.	4
	소수를 분수로, 분수를 소수로 나타낼 수 있다.	5
	최대공약수, 최소공배수를 이용하여 문제를 해결할 수 있다.	15
	등분할의 의미로서 분수의 뜻을 이해한다.	17
	분수, 소수의 사칙연산이 관련된 실생활 문제를 해결할 수 있다.	20
	10000 이상의 큰 수의 크기를 비교할 수 있다.	수1
	분수의 덧셈, 뺄셈, 곱셈, 나눗셈(나누는 수가 분수인 나눗셈은 제외)을 할 수 있다.	수2
문자와 식	주어진 문제를 적절한 해결 방법을 선택하여 해결할 수 있다.	21
	주어진 문제를 적절한 해결 방법을 선택하여 해결할 수 있다.	24
	주어진 자료를 이용하여 문제를 만들고, 이를 해결할 수 있다.	25
규칙성과 함수	두 양 사이에서 대응 규칙을 찾고, 이를 이용하여 문제를 해결할 수 있다.	22
	규칙을 추측하고 말이나 글로 표현할 수 있다.	23
	대응표를 통하여 대응을 이해하고, 그 규칙을 설명할 수 있다.	수11
확률과 통계	꺾은선그래프의 뜻과 특징을 안다.	19
	막대그래프, 꺾은선그래프의 특징을 안다.	28
	평균의 뜻을 알고, 이를 구할 수 있다.	수7
도형	원을 알고, 중심, 반지름, 지름의 관계를 이해한다.	7
	여러 가지 삼각형의 뜻과 성질을 이해한다.	8
	여러 가지 사각형의 뜻과 성질을 이해한다.	12
	선대칭도형, 점대칭도형의 뜻을 알고, 이를 그릴 수 있다.	13
	평행선의 성질을 이용하여 문제를 해결할 수 있다.	18
	정육면체의 전개도의 뜻을 알고, 이를 그릴 수 있다.	26
	주어진 도형으로 여러 가지 모양을 만들거나, 또는 여러 가지 모양으로 주어진 도형을 덮을 수 있다.	27
	삼각형의 내각의 크기의 합을 이용하여 문제를 해결할 수 있다.	수4
측정	반올림, 올림, 버림을 할 수 있다.	6
	초 단위까지의 시각을 읽을 수 있다.	9
	생활에 자주 사용되는 그릇의 들이를 알고, 이를 활용할 수 있다.	10
	각도를 이해하고 각도의 합과 차를 구할 수 있다.	11
	무게의 단위(g, kg)와 그 관계를 이해한다.	14
	몇 개의 기본도형으로 이루어진 복합도형의 둘레와 넓이를 구할 수 있다.	16
	반올림, 올림, 버림을 활용하여 실생활의 문제를 해결할 수 있다.	수3
	길이의 단위(m, cm, mm, km)를 알고, 길이의 덧셈과 뺄셈을 할 수 있다.	수5
여러 가지 평면도형의 넓이를 구할 수 있다.	수8	

<부록 표 2> 초등학교 평가 문항 분석표

문항 번호	내용영역	행동 특성					난이도			목표요구		비고			
		계산	이해	추론	문제 해결	의사 소통	상	중	하	교육 과정	기초 학력	학년	문항 유형	배점	공통/동일/ 동일
선택1	수와 연산		○					○	○	○	4	선택	2		
2	수와 연산	○					○		○	○	4	선택	2		
3	수와 연산		○					○	○		5	선택	2		
4	수와 연산		○					○	○		4	선택	2		
5	수와 연산		○				○		○		5	선택	2		
6	측정		○				○		○		4	선택	2	동형	
7	도형		○					○	○		3	선택	2		
8	도형		○				○		○		4	선택	2		
9	측정		○					○	○	○	4	선택	2		
10	측정		○				○		○		3	선택	2		
11	측정		○					○	○		4	선택	2		
12	도형		○				○		○		4	선택	2		
13	도형		○					○	○		5	선택	2		
14	측정					○	○		○	○	4	선택	2		
15	수와 연산				○		○		○		5	선택	2		
16	측정	○					○		○		5	선택	2	공통(동일)	
17	수와 연산		○				○		○		3	선택	2		
18	도형				○		○		○		4	선택	2		
19	확률과 통계		○				○		○		4	선택	2	공통(동일)	
20	수와 연산				○		○		○		5	선택	2		
21	문자와 식				○		○		○		4	선택	2		
22	규칙성과 함수			○			○		○		4	선택	2	공통(동일)	
23	규칙성과 함수			○				○	○		4	선택	2		
24	문자와 식				○		○		○		5	선택	2		
25	문자와 식				○			○	○		5	선택	2	동형	
26	도형			○				○	○		5	선택	2		
27	도형				○			○	○	○	5	선택	2		
28	확률과 통계		○					○	○		4	선택	2		
수행1	수와 연산			○				○	○		4	단답	3	공통(동일)	
2	수와 연산	○						○	○		5	단답	3		
3	측정		○					○	○		4	단답	3		
4	도형				○		○		○		4	단답	3	공통(동일)	
5	측정	○						○	○		3	단답	3		
6	도형		○					○	○		5	단답	3	동형	
7	확률과 통계	○						○	○	○	5	단답	3	동형	
8	측정	○						○	○		5	단답	3		
9	수와 연산	○						○	○		5	서술	5	동형	
10	수와 연산	○					○		○		5	서술	5		
11	규칙성과 함수			○			○		○		4	서술	5		
12	도형					○	○		○		5	서술	5		

<부록 표 3> 초등학교 평가영역별 성취수준의 해석

영역	성취수준	수학적 능력
수와 연산	우수 학력	등분할의 의미로서 분수의 뜻을 이해하며, 대분수와 진분수의 곱셈과 관련된 실생활의 문제를 해결할 수 있다. 또한 최대공약수, 최소공배수를 이용하여 실생활 문제를 해결할 수 있으며, 보통학력과 기초학력에서 제시한 수학적 능력을 가지고 있다.
	보통 학력	자연수의 덧셈, 뺄셈, 곱셈, 나눗셈이 혼합된 계산 문제를 해결할 수 있다. 그리고 소수를 분수로, 분수를 소수로 나타낼 수 있으며, 분수, 소수의 사칙연산과 관련된 문제를 해결하기 위한 식을 세울 수 있다. 또한 기초학력에서 제시한 수학적 능력을 가지고 있다.
	기초 학력	10000 이상의 큰 수를 읽고 쓸 수 있으며, 그 크기를 비교할 수 있다. 또한 분수, 소수의 크기를 비교할 수 있다. 또한 최대공약수, 최소공배수를 구할 수 있다.
	기초 학력 미달	10000 이상의 큰 수를 읽고 쓸 수 없거나 그 크기를 비교하지 못하는 등 초등학교 6학년 학생이 반드시 성취하기를 기대하는 최소 목표를 이루지 못한 수준이다.
문자 와식	우수 학력	수와 연산에 관련된 문제 해결의 여러 가지 방법을 비교하여 주어진 문제 상황에 적절한 방법을 선택하여 식을 세우고 문제를 해결할 수 있다. 또한 보통학력과 기초학력에서 제시한 수학적 능력을 가지고 있다.
	보통 학력	주어진 문제를 적절한 방법을 선택하여 해결할 수 있다. 또한 기초학력에서 제시한 수학적 능력을 가지고 있다.
	기초 학력	제시된 자료를 이용하여 문제를 만드는 과정을 이해할 수 있다.
	기초 학력 미달	위의 기초학력에 이르지 못한 수준이다.
규칙 성과 함수	우수 학력	문제 상황에서 두 양 사이의 대응 관계를 대응표로 만들고 그 규칙을 찾아 문제를 해결하고 설명할 수 있다. 또한 보통학력과 기초학력에서 제시한 수학적 능력을 가지고 있다.
	보통 학력	주어진 대응표를 보고 대응 규칙을 찾고, 이를 이용하여 문제를 해결할 수 있다. 또한 기초학력에서 제시한 수학적 능력을 가지고 있다.
	기초 학력	규칙을 추측하고 말이나 글로 표현할 수 있다.
	기초 학력 미달	주어진 문제 상황에서 규칙을 추측하지 못하는 등 초등학교 6학년 학생이 반드시 성취하기를 기대하는 최소 목표를 이루지 못한 수준이다.
도형	우수 학력	평행선의 성질, 삼각형의 내각의 크기의 합을 이용하여 문제를 해결할 수 있다. 또한 합동의 성질을 이해하여, 합동인 삼각형을 그릴 수 있으며 여러 가지 삼각형과 사각형의 뜻과 성질을 이해한다. 그리고 점대칭 위치에 있는 도형의 뜻을 알고, 이를 그릴 수 있다. 또한 보통학력과 기초학력에서 제시한 수학적 능력을 가지고 있다.
	보통 학력	선대칭도형과 점대칭도형의 뜻을 알고 여러 가지 도형에서 이를 구분해 낼 수 있다. 또한, 정육면체의 전개도의 뜻을 알고, 이를 그릴 수 있으며, 기초학력에서 제시한 수학적 능력을 가지고 있다.
	기초 학력	주어진 도형으로 여러 가지 모양을 만들거나, 또는 여러 가지 모양으로 주어진 도형을 덮을 수 있다. 그리고 원을 알고, 중심, 반지름, 지름의 관계를 이해한다.
	기초 학력 미달	원의 개념을 파악하지 못하는 등 초등학교 6학년 학생이 반드시 성취하기를 기대하는 최소 목표를 이루지 못한 수준이다.
확률 과 통계	우수 학력	여러 가지 그래프(꺾은선그래프, 막대그래프, 원그래프, 그림그래프, 띠그래프)중에서 주어진 자료의 특징에 가장 적절한 그래프를 확인할 수 있다. 아울러 아래의 보통학력과 기초학력에서 서술한 수학적 능력을 가지고 있다.
	보통 학력	막대그래프와 꺾은선그래프의 뜻과 특징을 알고, 그 차이점을 비교할 수 있다. 아울러 아래의 기초학력에서 서술한 수학적 능력을 가지고 있다.
	기초 학력	평균의 뜻을 알고, 이를 구할 수 있다.
	기초 학력 미달	평균의 뜻을 알지 못하는 등 초등학교 6학년 학생이 반드시 성취하기를 기대하는 최소 목표를 이루지 못한 수준이다.
측정	우수 학력	생활에 자주 사용되는 여러 가지 그릇의 둘이를 알고, 이를 활용할 수 있다. 또한 보통학력과 기초학력에서 제시한 수학적 능력을 가지고 있다.
	보통 학력	무게의 단위(g, kg)와 그 관계를 이해하며 길이의 단위(m, cm, mm, km)를 알고, 길이의 덧셈과 뺄셈을 할 수 있다. 또한 여러 가지 평면도형의 넓이를 구할 수 있고, 몇 개의 기본도형으로 이루어진 복합도형의 둘레와 넓이를 구할 수 있다. 그리고 각도를 이해하고 각도의 합과 차를 구할 수 있다. 또한 기초학력에서 제시한 수학적 능력을 가지고 있다.
	기초 학력	만올림, 올림, 버림을 활용하여 실생활의 문제를 해결할 수 있으며, 초 단위까지의 시각을 읽을 수 있다.
	기초 학력 미달	만올림, 올림, 버림을 하지 못하거나, 초 단위까지의 시각을 읽을 수 없는 등 초등학교 6학년 학생이 반드시 성취하기를 기대하는 최소 목표를 이루지 못한 수준이다.

<부록 표 4> 초등학교 선택형 문항에 대한 반응 분석

문항번호	정답률	변별도	난이도 (문항 모수치)	답자반응분포(%)					
				1	2	3	4	5	무응답
1	92.2	0.26	-1.67	84 (1.0)	49 (0.6)	154 (1.9)	7401 (92.2)	332 (4.1)	3 (0.0)
2	76.7	0.52	-0.19	174 (2.2)	1044 (13.0)	198 (2.5)	6156 (76.7)	429 (5.3)	22 (0.3)
3	85.9	0.43	-0.91	185 (2.3)	303 (3.8)	6888 (85.9)	402 (5.0)	236 (2.9)	9 (0.1)
4	86.0	0.41	-0.93	169 (2.1)	295 (3.7)	6902 (86.0)	181 (2.3)	461 (5.7)	15 (0.2)
5	72.0	0.63	0.12	1371 (17.1)	437 (5.4)	5773 (72.0)	158 (2.0)	261 (3.3)	23 (0.3)
6	73.8	0.52	0.01	173 (2.2)	5917 (73.8)	176 (2.2)	1072 (13.4)	655 (8.2)	30 (0.4)
7	87.9	0.44	-1.12	199 (2.5)	375 (4.7)	102 (1.3)	277 (3.5)	7054 (87.9)	16 (0.2)
8	37.3	0.46	2.00	714 (8.9)	1310 (16.3)	841 (10.5)	2158 (26.9)	2989 (37.3)	11 (0.1)
9	94.3	0.24	-2.03	33 (0.4)	7568 (94.3)	332 (4.1)	58 (0.7)	21 (0.3)	11 (0.1)
10	51.4	0.49	1.25	768 (9.6)	4120 (51.4)	616 (7.7)	1627 (20.3)	872 (10.9)	20 (0.2)
11	68.9	0.58	0.3	1211 (15.1)	254 (3.2)	428 (5.3)	5531 (68.9)	583 (7.3)	16 (0.2)
12	48.2	0.30	1.42	870 (10.8)	2545 (31.7)	3867 (48.2)	698 (8.7)	34 (0.4)	9 (0.1)
13	57.4	0.39	0.94	4604 (57.4)	728 (9.1)	1677 (20.9)	528 (6.6)	465 (5.8)	21 (0.3)
14	74.4	0.48	-0.03	903 (11.3)	5969 (74.4)	824 (10.3)	168 (2.1)	148 (1.8)	11 (0.1)
15	53.8	0.21	1.13	1226 (15.3)	351 (4.4)	888 (11.1)	1203 (15.0)	4317 (53.8)	38 (0.5)
16	70.2	0.58	0.23	5630 (70.2)	783 (9.8)	614 (7.7)	677 (8.4)	291 (3.6)	28 (0.3)
17	62.1	0.47	0.69	201 (2.5)	257 (3.2)	2395 (29.9)	174 (2.2)	4983 (62.1)	13 (0.2)
18	46.8	0.37	1.49	3751 (46.8)	978 (12.2)	500 (6.2)	2466 (30.7)	305 (3.8)	23 (0.3)
19	58.4	0.48	0.89	4686 (58.4)	198 (2.5)	1798 (22.4)	187 (2.3)	1141 (14.2)	13 (0.2)
20	75.7	0.55	-0.12	299 (3.7)	541 (6.7)	6075 (75.7)	713 (8.9)	371 (4.6)	24 (0.3)
21	66.4	0.56	0.45	516 (6.4)	839 (10.5)	974 (12.1)	5328 (66.4)	338 (4.2)	28 (0.3)
22	82.1	0.48	-0.58	176 (2.2)	385 (4.8)	6587 (82.1)	244 (3.0)	610 (7.6)	21 (0.3)
23	89.6	0.44	-1.31	85 (1.1)	154 (1.9)	250 (3.1)	328 (4.1)	7190 (89.6)	16 (0.2)
24	69.3	0.49	0.29	229 (2.9)	5556 (69.3)	935 (11.7)	618 (7.7)	658 (8.2)	27 (0.3)
25	88.3	0.42	-1.17	162 (2.0)	281 (3.5)	200 (2.5)	278 (3.5)	7088 (88.3)	14 (0.2)
26	69.2	0.49	0.29	848 (10.6)	474 (5.9)	5550 (69.2)	812 (10.1)	325 (4.1)	14 (0.2)
27	88.1	0.40	-1.14	186 (2.3)	178 (2.2)	445 (5.5)	7069 (88.1)	130 (1.6)	15 (0.2)
28	78.3	0.43	-0.30	202 (2.5)	238 (3.0)	650 (8.1)	640 (8.0)	6282 (78.3)	11 (0.1)

* 부록 4의 표는 8023명의 피험자 중 7774명을 분석대상으로 한 것이며, 표의 음영은 정답을 의미함.

<부록 표 5> 초등학교 수행형 문항에 대한 반응 분석

문항번호	정답률	변별도	난이도 (문항 모수치)	답지반응분포(%)					
				0	1	2	3	4	5
1	92.2	0.33	-1.73	626 (7.8)			7397 (92.2)		
2	76.6	0.59	-0.26	1958 (24.4)			6065 (75.6)		
3	89.0	0.43	-1.31	886 (11.0)			7137 (89.0)		
4	49.6	0.56	1.05	4042 (50.4)			3981 (49.6)		
5	78.9	0.52	-0.47	1693 (21.1)			6330 (78.9)		
6	51.0	0.56	0.98	3935 (49.0)			4088 (51.0)		
7	78.2	0.51	-0.42	1750 (21.8)			6273 (78.2)		
8	78.7	0.58	-0.46	1708 (21.3)			6315 (78.7)		
9	87.4	0.54	-0.22	535 (6.7)	9 (0.1)	520 (6.5)	361 (4.5)	55 (0.7)	6543 (81.6)
10	34.8	0.58	1.38	4818 (60.1)	178 (2.2)	333 (4.2)	123 (1.5)	97 (1.2)	2474 (30.8)
11	72.8	0.67	0.37	630 (7.9)	777 (9.7)	469 (5.8)	1039 (13.0)	1152 (14.4)	3956 (49.3)
12	45.6	0.63	1.09	2848 (35.5)	475 (5.9)	1080 (13.5)	956 (11.9)	540 (6.7)	2124 (26.5)

* 부록 5의 표는 8023명의 응답자 중 7535명을 분석대상으로 한 것이며, 표의 음영은 각 문항의 응답범주를 뜻함.