

국가수준의 초등학교 수학과 교육성취도 평가 연구

황 혜 정 (한국교육과정평가원)

I. 서 론

국가수준의 교육성취도 평가는 우리 나라 교육의 질을 체계적이고 과학적으로 관리한다는 차원에서 초·중등 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. 본원에서는 지난 10여년간 국립교육평가원에서 일년 주기의 빠듯한 일정 속에서 실시하여 왔던 국가수준의 학업성취도 평가(1986~1997)를 2년 주기로 늘려, 첫 해는 평가를 위한 기초 연구 및 준비 기간으로, 이듬해는 평가의 시행 기간으로 정하였다. 이 계획에 따라, 1999년에는 수학 및 사회 과목을 중심으로 예비검사를, 2000년에는 수학 및 사회 과목에 대한 본검사와 국어, 과학, 영어 과목에 대한 예비검사를 시행하였다. <표 1 참조> 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-학습 방법을 선도한다.
- 교육성취도에 영향을 주는 주요 교육체계 배경변인과의 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 본검사와 관련하여 평가도구의 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 이용될 수 있도록 하는데 있다. 이를 위하여 실제로, 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. 그런데, 본 고에서는 지면관계상 초등학교를 중심으로 평가도구의 개발 절차를 간단히 소개하고, 평가 결과 부분에서는 성취수준 판정 방식과 그에 따른 교육과정의 대역역별 분석 결과, 그리고 배경 변인별 분석 결과를 개략적으로 소개하고, 내용(문항별) 분석 결과를 중점적으로 제시하고자 한다.¹⁾

II. 수학과 교육성취도 평가도구 개발 및 시행

이 연구에서는 전년도(1999년)에 설정한 국가수준 교육성취도 평가도구 개발의 기본 틀에 근거하여 평가도구를 개발하고자 하였다. 즉, 수학 교과의 본검사는 전년도에 마련한 성취기준과 예비문항 등의 검토를 바탕으로 「수학과 교육과정 분석」→「수학과 성취기준 개발」→「수학과 평가기준 개발」→「수학과 평가 문항 개발」절차에 의해 평가도구를 개발하였다.²⁾

- 1) 본 연구에 관한 보다 상세한 내용은 「2000년도 국가수준 교육성취도 평가 연구(I) : 사회·수학 본검사 실시 및 결과 분석」 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 대역역명(단, 본 연구에서 재구성된 것)을 중심으로 개발하였다. 그런데, 본 연구에서 모든 교과 공히 학생들의 성취 수준

<표 1> 수학교과와 교육 성취도 평가 계획

년도	시기구분	수학 평가	배경변인 조사도구
1999년 (예비 검사)	평가 준비 및 개선기	<ul style="list-style-type: none"> · 평가를 개발 · 성취기준 개발 · 예비 문항 개발 · 현장 적용 실시 및 결과 분석 	<ul style="list-style-type: none"> · 예비 조사도구 개발 · 현장 적용 및 결과 분석
2000년 (본 검사)	평가 시행기	<ul style="list-style-type: none"> · 현장적용 분석 결과를 반영한 예비 문항 보완 및 수정 · 성취기준 검토 및 수정 · 본검사용 검사지 구성 · 본검사 실시 · 결과 분석 및 보고 	<ul style="list-style-type: none"> · 예비 조사도구 보완 및 수정 · 본검사용 조사도구 개발 · 배경변인 분석의 가설 수립 · 본검사 실시 · 결과 분석 및 보고

1. 수학과 교육과정 분석

제 7차 수학과 교육과정의 대영역은 '수와 연산', '도형', '측정', '확률과 통계', '문자와 식', '규칙성과 함수'인데, 본 연구에서는 대영역 명칭을 '계산', '도형', '측정', '통계', '규칙성', '문제해결'로 재구성하였다. 이는 평가 시행 후 그 결과를 분석하고 해석하는데 있어서 각 학교급별로 보다 적절한, 그리고 이해하기 쉬운 내용(용어)을 제시하기 위함이다. 본 연구에서는 제 7차 교육과정을 토대로, 6개 영역에 대하여 각각의 '내용 요소'를 추출하고 수학 내용상에 있어서 유사한 개념이나 성질끼리 통합하여 '내용 영역'을 구성하였다. <표 2 참조>³⁾ 이러한 내용 영역 및 내용 요소는 제 7차 교육과정 및 교과서의 내용 분량, 현재 수학 교육에서 강조되고 있는 중요도, 그리고 학교 현장에서 실제로 다루지고 있는 정도 등을 고려하여 연구자가 일차적으로 선정하고, 이를 수학 교사 및 교수와의 협의회를 거쳐 수정·확정하였다.

의 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) 단, 본 고에서는 지면 관계상 '확률과 통계' 영역에 대해서만 제시함.

<표 2> 초등학교 내용 영역 및 요소의 예

	내용 영역	교육과정	단계	문항 반영 여부
		'내용 체계' 요소		
확률 과 통계	여러 가지 그래프	꺾은선 그래프	4-나	
		여러 가지 그래프로 나타내기	4-나	선택 12
	자료의 표현	줄기와 잎 그림	5-나	
		평균	5-나	선택 13
	비율 그래프	비율그래프	6-가	선택 14, 선택 15
경우의 수	경우의 수와 확률	6-나		

2. 수학과 성취기준 개발

본 연구에서 제시하는 '성취기준'이란 국가 교육과정에 제시되어 있는 수학과 목표와 내용을 학생들이 달성해야 할 능력과 특성의 형태로 진술함으로써, 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 수학을

성취 능력을 평가하고자 하므로, 그 기준이 될 수 있는 성취기준을 초등학교 1학년(1-가 단계)에서부터 6학년(6-나 단계)까지의 내용의 위계성을 고려하여 개발하였다. 결과적으로, 본 연구를 위한(즉, 평가 문항 개발을 위한) 수학과 성취기준의 개발은 제 7차 수학과 교육과정의 내용 영역 및 내용 요소를 바탕으로 이루어졌다. 단, 이때 각 학년마다 수업시간에 실제로 다루지는 수학 내용은 제 6차 교육과정에 따르기로 하였기 때문에, 제 7차 교육과정에 새롭게 도입된 내용은 본검사를 위한 문항 개발에서 배제하고, 반대로 제 7차 교육과정에서는 6-나 단계에서 다루어지지만 제 6차 교육과정에서는 6학년 1학기에 다루어지고 있으면 이러한 내용은 본검사를 위한 문항 개발에 포함시키기로 하였다. <표 3, 부록 1 참조>

<표 3> 초등학교 성취기준 개발의 예

	성취기준	학년	2000년도문항				
			유형	번호	배점	1999년 예비검사 문항 반영(번호)	정답율(1999년 예비검사 문항 정답율)
통계	· 주어진 자료에 알맞은 그래프를 찾을 수 있다.	4	선택	12	3	○ (가10)	53.3 (61.2)
	· 주어진 자료의 평균을 구할 수 있다.	5	선택	13	3	○ (가11)	79.0 (81.1)
	· 비율로 표시된 자료를 띠그래프나 원그래프로 나타내고, 두 그래프의 특징을 안다.	6	선택	14	3	○ (가12)	64.4 (71.5)
		6	선택	15	3	×	79.3

3. 수학과 평가도구 개발 및 시행

가) 문항 개발 지침

초등학교 수학과 교육성취도 평가를 위한 문항은 30문항을 개발하는 것을 원칙으로 하였다. 이때, 문항은 우선적으로 1999년도 국가수준의 교육성취도 예비검사 문항을 기초로 하여 각 문항의 정답율과 영역별 내용 비율 등을 고려하여 선제하고, 그밖에 추가로 개발하였다.<부록 1 참조>4) 예비 검사 문항 개발시 그

리고 본 검사 문항 선정 및 개발시 주요 유의 사항은 다음과 같다.

- 본 검사의 목적이 학생들의 수학 학업 성취 능력을 가늠하기 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 않고, 6학년 학생을 대상으로 초등학교 1학년부터 6학년 1학기까지 학습한 내용을 포함한다.
- 본 검사 문항은 단순한 기억력이나 암기력보다는 이해 또는 사고력을 요구하는 것으로 개발한다.
- 본 검사 문항은 학생들이 이미 알고 있는 수학적 지식을 사용하여 수학 내·외적 문제를 해결할 수 있는지를 평가할 수 있도록 하며, 이를 위하여 가급적 판에 박힌 정형 문제보다는 참신하고 새로운 소재를 도입하도록 한다.
- 본 검사 문항 유형은 선택형과 서술형이며, 이때 선택형은 오지선다형의 문항으로, 서술형은 엄밀한 의미에서 답만을 제시하는 '단답형'과 답에 이르기까지의 해결 과정도 제시하는 '서술형'의 문항으로 정한다.
- 본 검사 문항을 개발하는 과정에서 내용 영역과 문항 유형의 비율을 적절히 고려한다.<표 4, 5 참조>5)

4) 본 연구의 총론팀에서는 각 교과별로 총 문항 수의 70% 정도를 1999년도 예비검사 문항에서 발췌하도록 요청하였으며, 이에 따라 수학과에서는 <부록 1>에서와 같이 총 30문항 중에서 22문항을 1999년 예비 검사 문항에서 발췌하여 각 문항의 내용 및 보기 등을 검토·수정하고, 그 밖에 8개 문항을 추가로 개발하였음.

5) 표 4, 5의 지침(안)은 1999년 예비검사와 2000년 본검사 문항 개발 당시, 본 연구 관련 평가 및 수학교육 전공의 원내 연구자, 수학 교사 및 교수로 구성된 외부 전문가에 의하여 논의된 것임. 이러한 지침에 따라 선정, 개발된 문항은 문항 검토 지침에 의거하여 검토·수정된 후, 최종적으로 본검사 문항이 선제·확정되었음. 본검사 문항 개발 및 검토진은 원내 연구자를 포함하여 김태환(창립초), 나철영(행당초), 신국환(신강계초), 신항균(서울교대), 이영

<표 4> 내용 영역별 문항 비율

문항비율	연산	도형	측정	통계	규칙성	문제해결
1999년 지침(안)	20%	20%	30%	10%	10%	10%
2000년 지침(안)	(20+a) %	20%	(30-a) %	10%	10%	10%
2000년 검사결과	27% (8문항)	17% (5문항)	20% (6문항)	13% (4문항)	13% (4문항)	10% (3문항)

<표 5> 문항 유형별 문항 비율

문항비율	선택형	비선택형	
		단답	서술
1999년 지침(안)	70%	15%	15%
2000년 지침(안)	70%	(15+a)%	(15-a)%
2000년 검사결과	67% (20문항)	27% (8문항)	6% (2문항)

나) 표집

국가 수준에서 학생들의 교육성취도를 파악하기 위해서는 전국의 해당 평가 대상을 대표할 수 있도록 표집해야 하므로, 이를 위해 전국 학생수의 약 0.5%를, 지역(대도시, 중·소도시, 읍·면 지역)과 학교 규모(학년당 학급 수 기준)를 고려하여, 비례 유층 표집하였다. 전국의 초등학교 6학년 학생을 대표할 수 있는 평가 대상 학생의 표집은 다음과 같이 이루어졌다.

먼저, 표집 학생 수 확보를 위한 학교급별 학교 수를 산출하였다. 즉, 평가 대상 전국 학생 수의 약 0.5%의 학생 수를 산정하고, 학급당 인원 기준(30명)을 고려하여 각 0.5%의 학생 수 확보에 필요한 학교 수를 산출하였다. 이는 평가 시행의 효율성을 위해서는 학생 단위의 표집보다는 학교 단위의 표집이 용이하기 때문이다. 이에 따라 초등학교 101개를 표집학교 수로

하(이화여대), 이인환(초당초), 우정호(서울대), 임광수(교육부), 정은실(진주교대), 박문환(성신여대 강사), 박평우(성균관대), 홍진곤(경기여고)에 의해 검토되었음(단, 1999년도 예비검사에만 참여한 문항 개발자 및 검토자 명단은 생략함).

선정하였다. 다음으로, 계획된 표집학교 수를 각 시·도교육청별 학생 수 비율에 따라 배분하여, 시·도교육청별 학교 수를 확정하였다(학교급별 학교 수×해당 시·도교육청 학생 수 비율). 끝으로, 각 시·도교육청별 표집학교 수를 지역별·학교규모별 학교 비율에 따라 배분한 후, 시·도교육청별 표집학교 수에 따라 최종 평가대상 학교를 무선 표집하였다(단, 지면 관계상 평가대상 학교 및 학급 선정 시 유의사항은 생략함).

결과적으로, 수학과 교육성취도 평가를 위해 서울시, 광역시, 중소도시, 읍면지역 등의 전국에서 표집된 초등학교 수는 101개교이고, 평가의 결과 분석을 위해 표집된 학생 수는 전국의 해당 학년 학생 수의 약 0.5%에 해당하는 초등학교 6학년 3694명이었다. 이러한 표집 절차에 따라 선정된 표집 학교의 표집 학급에 대해서는 2000년 6월 28일 동시에 평가를 실시하였으며, 시험 시간은 60분이고, 총 문항 수는 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 다음과 같이 구분하였다.<표 6 참고>

1. 성취 수준의 판별 준거

수학 교과에서는 앞서 제시한 4단계의 성취 수준을 판별하기 위하여 3개의 분할점수(준거)를 다음과 같은 준거 하에 설정하였다.

- 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, 표 7참조>

<표 6> 성취 수준의 구분

성취 수준	수준의 의미
우수학력	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.
보통학력	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.
기초학력	해당 학년의 모든 학생들이 반드시 성취하기를 기대하는 최소필수 목표를 성취한 수준, 즉 일반 국민들이 성취하기를 기대하고 있는 최소한의 지식이나 기능을 성취한 수준을 의미함.
기초학력 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.

<표 7> 성취 수준의 실제 점수 환산 방법

	가상의 점수 상기에 따른 성취 수준 판별 근거	성취 수준 판별 근거에 따른 실제 점수 환산 방법
우수 학력	곤란도가 '하', '중'인 문항 모두를 맞히고, '상' 수준의 문항을 50% 이상 맞힌 경우	곤란도가 '하'와 '중'인 문항에 해당하는 점수만큼의 총합에 '상' 문항에 해당하는 점수만큼의 50% 이상을 얻은 경우
보통 학력	곤란도가 '하', '중' 문항은 모두 맞히고, '상' 수준의 문항은 50% 이하 맞힌 경우	곤란도가 '하'와 '중'인 문항에 해당하는 점수만큼의 총합에 '상' 문항에 해당하는 점수만큼의 50% 미만을 얻은 경우
기초 학력	곤란도가 '하'인 문항을 모두 맞힌 경우	곤란도가 '하'인 문항에 해당되는 점수만큼 얻은 경우,
기초 학력 미달	곤란도가 '하'인 문항을 50% 미만 맞힌 경우	곤란도가 '하'인 문항에 해당되는 점수만큼의 50% 미만을 얻은 경우,

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

[그림 1] 성취수준 구분을 위한 준거

위의 그림 1에서 4개의 화살표가 가리키는 아래 방향은 각각 해당 성취수준에 도달하기 위해서는 최소한 화살표 아래 방향 지점과 닿는 점선(만큼의 점수의 합)에 이르러야 함을 뜻한다.

2. 성취 수준의 판별 방법

본 연구에서 제시한 4단계의 성취 수준 구분의 근거는 본 연구와 관련된 평가 전공자들이 주축이 되어 각 교과 연구자들의 합의 하에 설정된 것이며, 또한 총론팀에서는 4단계 성취수준을 판정하기 위해 교과별로 대영역별 3개의 분할점수(준거)를 설정하고 그 절차를 다음에 따르도록 지시하였다. 첫째, 출제 및 검토 위원을 중심으로 약 5-10명 정도의 평가위원을 구성한다. 이 경우에, 분할점수가 지나치게 높거나 혹은 낮게 설정되지 않도록, 학생들의 실제 능력에 대한 직접 경험이 풍부한 교사를 포함시키도록 한다. 둘째, 각 성취수준의 경계선에 해당하는 최소능력집단을 가상적으로 상정한다. 즉, 우수학력의 최소능력집단, 보통학력의 최소능력집단, 기초학력의 최소능력집단을 가상적으로 상정한다. 셋째, 문항의 곤란도를 고려하면서, 각 수준의 최소능력집단이 받을 수 있는 분할점수를 설정한다.

이 경우, 전년도 예비검사를 통해 나타난 영역별 점수 분포와 문항의 곤란도의 정보를 제공하고, 평가위원들의 검토 및 협의 절차를 거치도록 한다. 결과적으로, 이러한 지침에 따라 수학과에

서는 초등학교 영역별 및 최종 성취 수준의 판별 방법을 마련하게 되었다. 앞에서 제시한 성취 수준의 판별 준거를 토대로, 평가 결과 분석 방안을 제시하면 다음과 같다.

■ 영역별 문항 점수

학교급	영역명	평가영역											
		계산		도형		측정		통계		규칙성		문제해결	
초등학교	문항 유형 (배점)	선택 (3)	서술 (4)	선택 (3)	서술 (4)	선택 (3)	서술 (4)	선택 (3)	서술 (4)	선택 (3)	서술 (4)	선택 (3)	서술 (4)
	문항 수	4	4	3	2	5	1	4	×	3	1	1	2
	점수	12	16	9	8	15	4	12	×	9	4	3	8
	총점수	28		17		19		12		13		11	

■ 영역별 성취 수준의 점수 범위

학교급	평가영역	만점	점수 범위	성취 수준	변환 점수	가중치
초등학교	계산	28	25 ~ 28	우수	3	0.28
			11 ~ 24	보통	2	
			6 ~ 10	기초	1	
			0 ~ 5	기초미달	0	
	도형	17	13 ~ 17	우수	3	0.17
			6 ~ 12	보통	2	
			3 ~ 5	기초	1	
			0 ~ 2	기초미달	0	
	측정	19	16 ~ 19	우수	3	0.19
			7 ~ 15	보통	2	
			4 ~ 6	기초	1	
			0 ~ 3	기초미달	0	
	통계	12	9 ~ 12	우수	3	0.12
			6 ~ 8	보통	2	
			3 ~ 5	기초	1	
			0 ~ 2	기초미달	0	
	규칙성	13	10 ~ 13	우수	3	0.13
			6 ~ 9	보통	2	
			3 ~ 5	기초	1	
			0 ~ 2	기초미달	0	
문제해결	11	10 ~ 11	우수	3	0.11	
		7 ~ 9	보통	2		
		3 ~ 6	기초	1		
		0 ~ 2	기초미달	0		

■ 최종 수학 성취도 수준

포를 보이고 있으며 60에서 70점 사이에 가장 많은 학

기준점수/점수 범위	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

■ 성취 수준 판별의 예

다음에는 어떤 학생의 점수를 임의로 선정하여 각 영역별 성취 수준 및 최종 성취 수준을 판별하기 위한 과정과 그 결과를 프로파일의 형태로 제시하였다.

대영역	점수/배점	대영역의 성취도	배점 점수	성취도 점수	성취도 점수 합	수학 성취도
계산	24 / 28	보통학력	2	$2 \times 0.28 = 0.56$	0.56+0.51+0.19+0.36 +0.26 = 1.88	보통학력
도형	13 / 17	우수학력	3	$3 \times 0.17 = 0.51$		
측정	3 / 19	기초학력	1	$1 \times 0.19 = 0.19$		
통계	9 / 12	우수학력	3	$3 \times 0.12 = 0.36$		
규칙성	6 / 13	보통학력	2	$2 \times 0.13 = 0.26$		
문제해결	0 / 11	기초미달	0	$0 \times 0.11 = 0$		

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 교육과정의 대영역별, 배경변인별 분석 결과를 개괄적으로 소개하고, 내용(문항별) 분석 결과를 중점적으로 제시하고자 한다.

1. 대영역별, 배경변인별 분석 결과⁶⁾

초등학교 수학과 교육 성취도 평가의 결과를 10점 단위로 나누었을 때 점수대별 빈도 및 백분율을 살펴보면, 40점에서 90점 사이의 점수대에서 10%이상의 분

생들이 있다. 또한, 초등학교 수학과 교육성취도 평가 결과, 전체 평균은 66.0점, 표준편차는 19.1점이었으며, 최고점수는 100점, 최소점수는 6점이었다. 6개 대영역 및 전체 성취도 수준을 4개 등급에 따라 등급화 한 결과를 살펴보면, <표 8 참조> 규칙성 영역에서 우수학력 수준을, 나머지 5개 영역에서는 보통학력 수준을, 그리고 전체 결과에 대한 등급은 보통학력 수준의 등급을 보여 주고 있다. <그림 2 참조>

대영역 및 전체 성취도 수준에 대한 프로파일의 결과를 좀더 자세히 살펴보면, <표 9 참조> 계산, 도형, 규칙성 영역에서는 보통학력 이상의 등급을 기록한 학생의 비율이 90%를 상회하고 있으며, 통계 영역은 80%, 측정과 문제해결 영역에서는 70%를 상회하는 정도이다. 통계와 규칙성 영역을 제외한 다른 영역이나 전체 결과의 경우 보통학력 수준의 학생의 비율이 가장 높고, 다음으로 우수학력 수준의 비율이 높은 반면, 통계와 규칙성 영역에서는 우수학력 수준에 속한 학생의 비율이 각각 63.9%와 70.6%로 가장 높게 나타났다.

6) 이 부분은 박정(한국교육과정평가원)에 의해서 작성되었으며, 본 고의 내용은 이 중에서 발췌한 것이다.

<표 10> 초등학교 성별에 따른 학업성취도 차이 분석

대영역		성별	남자 (n=1896)	여자 (n=1786)	t
계산 (28)	평균		19.6	19.7	-0.635
	표준편차		6.2	6.0	
도형 (17)	평균		11.1	11.1	-0.050
	표준편차		4.3	4.2	
측정 (19)	평균		11.8	10.7	2.656**
	표준편차		4.8	4.8	
통계 (12)	평균		8.3	8.3	-0.299
	표준편차		3.5	3.4	
규칙성 (13)	평균		9.6	9.5	1.106
	표준편차		3.2	2.8	
문제해결 (11)	평균		6.5	6.6	-0.541
	표준편차		3.1	3.0	
전체 (100)	평균		66.1	65.9	0.492
	표준편차		19.5	18.6	

* p<.05 ** p<.01

<표 10> 초등학교 지역에 따른 학업성취도 차이 분석

대영역		지역별	서울시 (n=754)	광역시 (n=1051)	중소도시 (n=872)	읍면지역 (n=1005)	F
계산 (28)	평균		20.5	20.3	19.4	18.5	22.7**
	표준편차		5.8	5.9	6.2	6.3	
도형 (17)	평균		11.6	11.1	11.1	10.6	7.9**
	표준편차		4.2	4.3	4.1	4.2	
측정 (19)	평균		11.8	11.2	11.0	9.8	28.5**
	표준편차		4.5	4.8	4.7	4.8	
통계 (12)	평균		8.7	8.7	8.4	7.5	27.4**
	표준편차		3.2	3.3	3.3	3.5	
규칙성 (13)	평균		9.9	9.9	9.6	9.0	19.6**
	표준편차		2.8	3.0	3.1	3.1	
문제해결 (11)	평균		7.1	6.8	6.6	5.9	30.1**
	표준편차		2.9	3.1	3.0	3.0	
전체 (100)	평균		69.8	68.0	65.9	61.3	35.0**
	표준편차		18.1	18.9	18.7	19.4	

* p<.05 ** p<.01

2. 주요 문항별 분석 결과

본 연구 결과, 문항의 정답율과 변별도로 판단할 때, 기대 이상으로 문항이 양호한 편이었다. <부록 2, 3 참조> 그러나 정답 반응율이 낮은 문항에 대해서는 좀 더 신중히 분석하여 그 결과 및 조치 사항을 학교 수학에 반영할 필요가 있으므로, 이러한 문항에 초점을 두어 분석하기로 하였다.⁷⁾

가. 예비검사와 본검사에서 정답율의 차이를 보인 문항

초등학교 문항 중에서 1999년 예비검사 문항을 2000년 본검사 문항에 다시 사용한 문항은 총 22문항이며, 이 문항들 중에서 선택형 11번, 선택형 20번, 서술형 6번 문항을 제외하고는 정답율이 작년과 거의 유사하였다. <부록 1 참조> 도형의 부피를 구하는 것에 관한 선택형 11번과 답음의 개념을 이해하고 도형의 넓이를 이용하여 해결하는 선택형 20번 문항의 경우에 각각 71.2%에서 58.2%로, 77.9%에서 41.5%로 1999년도 예비검사 때보다 정답율이 낮아졌으며, 이와는 반대로 규칙을 알아맞히는 서술형 6번 문항은 46.5%에서 87.7%로 정답율이 높아졌다. 이에 관해 문항별로 좀 더 자세히 살펴보면 다음과 같다.

■ 선택형 11번 문항

11. 다음 그림은 왼쪽의 정육면체를 쌓아서 만든 것이다. 이것의 부피는 얼마인가?

① 15cm^3 ② 30cm^3 ③ 60cm^3 ④ 120cm^3 ⑤ 240cm^3

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

선택형 11번 문항은 정육면체의 부피를 구하여 주어진 정육면체가 몇 개인지를 알면 해결할 수 있는 비교적 간단한 '측도' 영역의 문제임에도 불구하고, 50% 정도의 그다지 높지 않은 정답율을 보였다. 이 문항에 대한 답지 반응 빈도 결과를 살펴보면, <부록 2 참조> 정답인 ④번을 선택한 학생이 58.2%, ②번을 선택한 학생이 20.2%, ③번을 선택한 학생이 15.3%인 것으로 나타났다. 이 문항에서 주어진 정육면체의 한 변의 길이가 2cm이므로, 8cm^3 의 부피값을 구하여야 하는데, 상당수의 학생들은 정육면체부피의 값을 한 변의 길이인 2cm 또는 한 변의 길이의 두 배인 4cm로 계산(간주)하였다. 이는 ②번의 30cm^3 을 답으로 선택한 학생의 경우에, 정육면체의 한 변의 길이인 2cm와 정육면체의 개수 15를 곱하여 30을 얻은 것으로, 그리고 ③번의 60cm^3 을 답으로 선택한 학생의 경우에는 한 변의 길이의 두 배인 4cm와 정육면체의 개수 15를 곱하여 60을 얻은 것으로 추측할 수 있다. 결과적으로, 이 문항으로부터 초등학교 6학년에 재학중인 많은 학생들이 정육면체의 부피를 제대로 구하지 못함을 알 수 있다.

또한, 이러한 학습 결손은 이와 관련된 상위 학습 내용, 즉 각기둥이나 원기둥 등과 같은 입체도형의 부피를 구하는데 영향을 미칠 수도 있으므로, 제 7차 교육과정에서와 같이 각기둥과 원뿔의 부피에 관한 내용을 중학교로 상향 조정하는 것은 바람직하다고 볼 수 있다.

■ 선택형 20번 문항

20. 정사각형 모양의 색종이를 다음과 같이 오려 여러 가지 모양을 만들었다. 넓이가 큰 것부터 나열한 것은 어느 것인가?

가 나 다

① 가 - 나 - 다 ② 나 - 다 - 가
④ 다 - 나 - 가 ⑤ 다 - 가 - 나

③ 나 - 가 - 다

선택형 20번 문항은 2000년도 본검사 문항 유형의 전체적 비율을 고려하는 상황에서, 1999년도 단답형의 예비검사 문항을 2000년도 본검사에서는 선택형 문항으로 바꾸었다. 그런데, 이 문항은 문제의 특성(내용) 상 문항 유형에 따라 문항의 곤란도가 달라지는 않을 것이며, 이 문제에 해당하는 수학 내용의 학습 상태에 문제가 있는 것으로 판단된다. <보다 자세한 내용은 이후 선택형 20번 분석 결과 참조 >

서술형 6번 문항은 '수가 3씩 증가한다'는 간단한 규칙을 알아맞히는 문제임에도 불구하고, 1999년도 예비검사 결과에서는 상당히 저조한 정답율을 보였다. 그 결과 수학적으로 간단한 문제(내용)일지라도 문제 상황을 문장으로 제시하여 첨가하면 학생들이 어려워한다고 판단하였는데, 2000년도 검사 결과 학생들이 높은 정답율을 보인 것은 수학적 문제 해결력의 신장 측면에 있어서 매우 고무적인 일이라 할 수 있겠다.

■ 서술형 6번 문항

6. 현주와 영희가 숫자카드를 가지고 규칙 알아 맞추기 놀이를 한다. 현주가 숫자카드를 보여주면, 영희는 다음과 같이 일정한 규칙에 따라 숫자카드를 낸다.

현주가 보여준 카드	영희가 낸 카드
3	6
4	7
5	8
6	9

만약 현주가 숫자카드 10을 보여주면 영희는 어떤 카드를 내겠는가? ()

나. 정답율이 낮은 문항과 높은 문항

초등학교 문항 중에서 정답율이 낮은 것은 선택형 3번, 5번, 8번, 18번, 20번, 서술형 5번, 10번이며, 각각의 정답율은 46.3%, 42.3%, 47.2%, 38.3%, 41.5%, 26.3%, 23.4%이다. 이에 관해 좀더 자세히 살펴보면 다음과 같다.

■ 선택형 3번 문항

3. 1.5t 까지 물건을 실을 수 있는 트럭이 있다. 이 트럭에 16.5kg짜리 사과 상자를 몇 상자까지 실을 수 있겠는가?

① 9개 ② 10개 ③ 90개
 ④ 91개 ⑤ 909개

선택형 3번 문항은 비교적 짧은 발문으로 되어 있는 하지만, 우선 무게 단위를 환산할 수 있어야 하고(즉, t(톤)을 kg으로), 소수의 나눗셈을 할 수 있어야 하며, 문제에서 요구하는 대로 트럭에 사과 상자를 최대한 실을 수 있는 수의 범위를 알아야만 해결할 수 있는 문항이다. 이 문항에 대한 답지 반응 빈도 결과를 살펴보면, <부록 2 참조> 정답인 ③번을 선택한 학생이 46.3%, ④번을 선택한 학생이 18.8%, ②번을 선택한 학생이 16.2%인 것으로 나타났다. 여기에서, ④번을 선택한(즉, 91개의 사과 상자를 실을 수 있다고 생각한) 학생들의 경우에는 무게의 단위를 환산하여 소수의 나눗셈까지는 제대로 하고, 최대한 실을 수 있는 사과 상자의 수를 구하는데 실패한 것으로 간주할 수 있다.

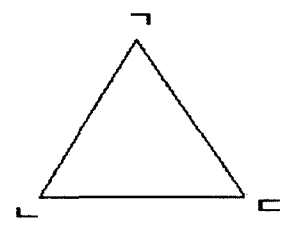
그러나, ②번을 선택한(즉, 10개의 사과 상자를 실을 수 있다고 생각한) 학생들의 경우에는 1t=1000kg임을 모르고 무게의 단위는 고려하지 않은 채 큰 수(16.5)를 작은 수(1.5)로 나누어 답한 것으로 추측할 수 있다.

■ 선택형 5번 문항

선택형 5번 문항은 도형의 합동에 관한 것으로, 삼각형의 합동조건을 정확히 알고 있어야 풀 수 있는 문항이다. 그런데, 학생들의 답지 반응 빈도 결과를 보면, <부록 2 참조> 정답 ③에 답한 학생들과 비교해 볼 때 (42.3%) 답지 ②에 답한 학생들도 상당히 많은 편인데 (26.8%), 이는 삼각형의 세 각의 크기가 같으면 합동조건

이 되는 것으로 잘못 알고 있는 데에서 기인한 것으로 합동조건과 닮음조건을 혼동하고 있는 학생들이 비교적 많음을 시사하고 있다. 지금껏 종종 초등학교 교육과정에서 합동과 대칭의 개념을 다루는 것이 무리라는 지적이 있어 왔는데, 이 부분에 대한 내용 전개 방식이나 교수-학습 방법의 개선, 더 나아가 차기 교육과정에서 상급 학교급으로의 이동 등에 대하여 고려해 볼 필요가 있겠다.

5. 다음 도형과 합동인 도형을 바르게 그릴 수 있는 사람은 누구인가?



① 지은 : 변 a와 변 c의 길이를 재어 두 변의 길이가 같게 그렸다.
 ② 민수 : 세 각의 크기를 재어 세 각의 크기가 같게 그렸다.
 ③ 지훈 : 변 a, 변 c의 길이와 각 abc의 크기를 재어 같게 그렸다.
 ④ 정희 : 각 abc와 변 c, 변 ac의 길이를 재어 같게 그렸다.
 ⑤ 경일 : 변 c의 길이와 각 abc의 크기를 재어 같게 그렸다.

■ 선택형 8번 문항

8. 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.

선택형 8번 문항은 학생들이 들이에 대한 양감을 어느 정도 가지고 있는지를 파악하기 위한 것으로, 초등학교 3학년에서 다루지는 내용에 관한 것이다. 최근 들어 수학교육에서 들이나 무게, 부피 등의 단위에 대한 양감은 단위 자체의 뜻이나 계산 못지 않게 중요시 다루어지는 추세이다. 그리고, 이 문항에 관한 내용이 초등학교 이후 중학교에서 다시 반복하여 다루이지 않는다고 하더라도 학생들이 단위의 내용(개념)을 일상 생활에서 비교적 쉽게 접할 수 있을 뿐만 아니라, 특별히 기억하거나 암기하지 않고도 경험을 통하여 쉽게 해결할 수 있다. 그럼에도 불구하고, 정답율이 47.2%에 지나지 않고 특히 중학교 검사지에도 동일한 문항을 수록하였는데, 정답율이 52.0%이었다.

결국, 학생들이 전반적으로 들이에 대한 양감이 부족한 것으로 판단되며, 학생들이 직접 주변 상황이나 물체에 대한 단위의 양감을 기를 수 있는 경험을 갖도록 해야 할 것이다.

■ 선택형 18번

선택형 18번 문항은 일상 생활에서 흔히 접할 수 있는 할인하여 살 수 있는 물건값을 구하는 문제이다. 이 문항에 대한 답지 반응 빈도 결과를 살펴보면, <부록 2 참조> 20000원을 30% 할인한 물건값이 14000원임을 나타내는 정답 ③에 반응한 학생들이 38.8%인 데 반해, 오답 ①(즉, 할인된 가격 6000원)에 반응한 학생

들도 33.4%나 되었다. 이 점을 고려해 볼 때, 학생들이 이 문제에서 구하고자 하는 것과 할인된 만큼의 물건값을 혼동한 것으로 예상된다.

18. 어떤 옷가게에서 모든 물건값을 정가에서 30%할인하여 판다고 한다. 정가가 20000원인 옷을 얼마에 살 수 있는가?

① 6000원 ② 10000원 ③ 14000원
 ④ 17000원 ⑤ 19400원

■ 선택형 20번

선택형 20번 문항은 초등학교 4학년에서 다루어지는 복합 도형의 넓이를 구할 수 있고, 또 5학년 때 학습한 합동 개념을 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 41.5%에 그친 것으로 보아, 도형을 이루는 선분의 길이를 구체적으로 명시하여 이의 넓이를 실제로 계산하는데 익숙해 있는 우리 나라 학생들의 경우, 한 개의 도형의 넓이를 기준으로 하여 도형의 넓이를 비교해 보는 추론 능력이 부족함을 알 수 있다. 특히, 동일한 문항을 중학교 학생들에게도 제시하였는데, 정답율이 54.4%에 그쳐 초등학교 학생들과 같은 문제점을 지닌 것으로 사료된다.

■ 서술형 5번 문항

5. 영주는 문구점에서 가진 돈의 $\frac{1}{3}$ 을 쓰고, 다음 가게에서 남은 돈의 $\frac{2}{3}$ 를 썼다. 지금 남은 돈이 1000원이라면, 영주가 처음에 가지고 있던 돈은 얼마인가?
 ()원

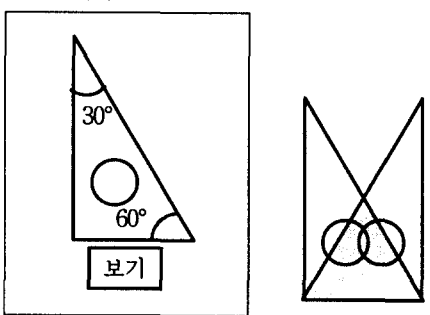
서술형 5번 문항에서는 문제해결 방법 중에서 ‘거꾸로 풀기’ 방법을 이용하여 해결하는 전형적인 내용을 다루고 있는데, 그동안 지적되어온 바와 같이, 여전히 학생들은 거꾸로 풀기 방법을 이용하여 푸는 문제에

대하여 어려움을 겪는 것으로 보인다. 그러므로, 초등학교급에서 반드시(최소한) 다루어야 하는 문제해결 방법은 무엇인지, 그리고 그러한 방법을 어떻게 이용하여 주어진 문제를 해결해야 하는지 좀더 신중히 생각해 볼 필요가 있다. 간혹 문제해결 방법을 다루기 위하여 '문제를 위한 문제'가 다루어지는 경우도 있는데, 이러한 문제를 해결하는 과정에서 학생들은 어려움과 수학에 대한 거부감을 느낄 수도 있다고 생각된다.

■ 서술형 10번 문항

서술형 10번 문항은 삼각형의 합동의 이해 정도를 측정하는 것으로, 초등학교 30문항 중에서 가장 낮은 정답율(23.4%)을 보였다. 그 이유는 학생들이 위에서 전술한 바와 같이, 학생들이 합동의 개념을 어려워하는 측면도 있겠으나, 이 문항의 특징은 답뿐만 아니라 그 이유를 서술해야 하는 의사소통 능력을 측정하는 것이었다. 결국, 이 문항 분석 결과를 통하여, 최근 들어 의사소통이나 문제해결 활동이 이른바 수학교육에서 적극 지향되고 있지만, 아직도 학교 현장의 교수-학습 상황에는 제대로 이뤄지지 않고 있음을 시사하고 있다. 또, 학생들이 정확한 답을 구하는 데에는 익숙하지만 그 이유나 결과를 말이나 글로 설명하는 능력은 부족하다는 것을 알 수 있다. 궁극적으로, 주어진 문제의 유형에 상관없이 그 해결 과정이나 이유를 분명하게 말이나 글로 표현할 수 있는 능력을 기르도록 해야 할 것이다.

10. 아래의 도형은 보기와 같은 삼각자 2개를 겹쳐놓은 것이다.



(1) 겹쳐진 부분은 어떤 삼각형인가? ()

(2) 왜 그렇게 생각하였는지 간단히 설명하여라.

설명: _____

지금까지 정답율이 낮은 문항에 대하여 살펴보았는데, 반대로 초등학교 문항 중에서 90% 이상의 높은 정답율을 보인 것은 선택형 7번과 19번, 그리고 서술형 1번 문항이다. 선택형 7번 문항은 원기둥의 전개도를 그릴 수 있는지를 묻는 것으로, 작년 예비 검사에서도 높은 정답율을 보였는데, 도형의 모양을 이해하고 그 전개도를 그리는 것이 초등학교 '도형' 영역에서 중요한 내용이라 판단하여, 본검사에서도 동일한 문항을 다루었다. 비록 채점상의 어려움으로 이 문항을 실제로 학생들이 그려보게 하는 서술형으로 제시하지 못하여 실제로 얼마만큼 정확히 원기둥의 전개도를 그릴 수 있는지에 대하여 확인할 수는 없으나, 예비검사 결과와 마찬가지로 본검사 결과에서도 역시 학생들은 원기둥의 모양과 그 전개도를 올바르게 이해하고 있다고 볼 수 있다. 선택형 19번 문항은 수학 교과에서 학생들이 스스로 주어진 문제를 적절한 방법을 찾아 해결해 보는 활동은 물론 최근 들어 적절한 조건을 이용하여 스스로 문제를 만들어 보는 활동이 점차 강조되고 있음을 고려하여, 이에 관한 문항을 선택형으로 제시하였는데, 학생들은 문제에 주어진 조건들 중에서 주어진 식에 적합한 조건을 찾아내는 데 성공적이었다.

그리고, 서술형 1번 문항은 두 여섯 자리의 수의 크기를 비교해 보게 하는 것으로, 이미 4학년 때에 큰 수를 다루었기 때문에 학생들이 이 문제를 해결하는데 별 어려움이 없었던 것으로 판단된다. 하지만, 이 문항은 각각 임의의 한 자리 숫자가 제시되지 않은 상태에서 비교해야 하기 때문에 큰 자리 수부터 하나씩 각 자리 수의 숫자의 크기를 비교해 가는 '추론' 능력이 요구된다고 볼 수 있다. 그런데, 이와 같이 중요한 수학적 사고 능력 중의 하나인 추론 능력을 요구하는 문항에 대하여 초등학교 학생들이 92.3%라는 높은 정답율을 보인 것은 고무적인 일이라 하겠다.

V. 결론 및 제언

국가수준의 교육성취도 기본 계획에 의거하여, 1999년에는 수학 교과에서 2000년도 본검사를 실시할 것에 대비하여 평가틀과 성취기준을 마련하고, 그것에 근거하여 예비 문항을 개발하는 동시에 교육성취도에 영향을 줄 것으로 예상되는 다양한 배경변인들에 대한 정

보를 파악하기 위한 조사 도구를 개발하였다. 이러한 예비적 연구 및 작업을 바탕으로 2000년도 본검사를 실시하였는데, 이 평가 계획에서 가장 특징적인 것은 '평가틀'이라는 개념을 설정한 것이라 할 수 있는데, 이러한 '평가틀'에 준하여 교육성취도 평가를 계획, 실시하고 그 결과의 분석까지를 일관되게 하고자 하였다. 이러한 취지하에 수학과에서도 1999년도에는 행동 영역과 내용 영역 모두를 고려한 평가틀을 설정하였으나, 2000년에는 교육부 요청의 교과별 '기초학력 평가' 시행과 결부되면서 내용 영역만이 고려되어 검사가 시행되었다. 그런데, 사실 국가수준의 교육성취도 평가를 통하여 교육 정책의 효과 내지 교수-학습 방법의 효과에 관한 정보를 제공하기 위해서는 교육성취도의 변화 과정을 토대로 하는 장기 추이 분석 연구가 필요하다. 그런데, 성취도 평가에서 장기 추이를 살펴보기 위해서는 공통된 평가틀에 기초하여 평가가 실시되어야 할 것이며, 그러기 위해서는 평가틀에 관한 보다 폭넓은 의견 수렴 및 합의 과정이 수반되어야 할 것이다.

또한, 본 연구에서는 성취기준에 대한 학생들의 성취 정도를 측정할 수 있는 준거로서 '성취 수준'이라는 개념을 설정하고 개발하였으나, 실제로 평가 결과 분석에서 주로 정답률에 의거한 분석이 주를 이루었고 성취 수준을 중심으로 한 분석은 제대로 이루어지지 못하였다. 학생들의 학습 상황에 대한 보다 정확한 정보를 알기 위해서는 성취 수준에 따른 평가 도구 개발과 결과 분석이 차기년도 연구에서 요구된다. 이와 같은 몇몇 제한점에도 불구하고, 2000년도 수학과 교육성취도 평가에서는 근본적으로 초·중등 수학 교육을 통해 학생들이 성취해야 할 기초적이면서도 중요한 수학적 지식이나 기능을 어느 정도 달성했는지 파악하고자 하였으며, 이러한 연구 결과를 통해 수학교육 및 학교 수업에서 보다 심도 있게 고려하여 반영해야 할 몇몇 사항을 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 보인다. 즉, 학생들은 정확한 답을 구하는 데에는 익숙하지만 그 이유나 결과를 말이나 글로 설명하는 데에는 어려움이 따르는 것으로 판단된다. 그러므로, 주어진 문제가 계산 문제이든 실생활 관련 문제이든 간에 그 해결 과정이나 해결 결과에 대한 이

유를 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 종종 있는 것으로 나타났다(참고로, 본 연구에서 학교급이 올라갈수록 이 현상은 더욱 뚜렷이 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 학년 이동이나 내용 경감 등의 조정을 고려하고 새로운 교수-학습 자료의 구성 및 교수 방식 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 보인다. 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 점

점 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 선수 학습 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, 학년을 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, 초등 수학에서 진정으로 반드시 다뤄져야 할 기본적인 내용도 필수적인 내용은 무엇이며, 그렇다면 이를 위하여 현 수학과 교육과정은 어떻게 수정·보완되어야 하는지, 그리고 이를 위한 교수-학습 방법상의 개선점은 무엇인지 등에 관하여 지속적인 연구가 추진되어야 할 것이다.

참고 문헌

- 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. 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.

A Study on the National Assessment of Educational Achievement in Elementary School Mathematics

Hwang, Hye Jeang

Division of Mathematics Education, Korea Institute of Curriculum and Evaluation,
25-1, Samchung-Dong, Chongro-ku, Seoul, Korea, 110-230, e-mail: sh0502@kice.re.kr

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 1> 초등학교 수학과 성취기준

성취기준	학 년	2000년도문항			1999년예비 검사문항 반영(번호)	정답율 (1999년예비 검사문항 정답율)
		유형	번 호	배 점		
· 10000 이상의 큰 수에 대하여 읽고, 쓰고, 크기를 비교할 수 있다.	4	서술	1	4	○선택(가 1)	92.3(85.6)
· 자연수의 덧셈, 뺄셈, 곱셈, 나눗셈이 혼합된 계산 문제를 풀 수 있다.	4	서술	2	4	×	55.8
· 소수의 곱셈을 할 수 있다.	5	선택	2	3	○(나 1)	79.7(80.9)
· 최대공약수, 최소공배수의 관계를 이용하여 문제를 해결할 수 있다.	5	선택	4	3	○(가15)	59.3(59.3)
· 소수와 분수의 크기를 비교할 수 있다.	6	선택	1	3	○(나 2)	53.3(64.4)
· 나누는 수가 분수인 분수의 나눗셈을 할 수 있다.	6	서술	8	4	○(가 9)	73.6(81.1)
· 나누는 수가 소수인 소수의 나눗셈을 할 수 있다.	6	서술	9	4	×	79.2
· 소수의 나눗셈을 이용하여 실생활 문제를 해결할 수 있다.	6	선택	3	3	○(가 3)	46.3(47.8)
· 삼각형의 내각의 크기의 합을 이용하여 문제를 해결할 수 있다.	4	서술	3	4	×	53.0
· 합동의 성질을 이해하고, 합동인 삼각형을 그릴 수 있다.	5	선택	5	3	×	42.3
· 선대칭도형과 점대칭도형의 뜻을 알고, 이를 그릴 수 있다.	5	서술	7	4	○(나 5)	57.9(54.1)
· 각기등과 각뿔을 안다.	6	선택	6	3	×	85.0
· 원기둥의 전개도를 그릴 수 있다.	6	선택	7	3	○(나13)	94.4(93.1)
· 들이의 단위를 안다.	3	선택	8	3	○(가14)	47.2(59.1)
· 반올림, 올림, 버림을 할 수 있다.	4	선택	9	3	○(가16)	69.7(75.3)
· 사다리꼴과 마름모의 넓이를 구할 수 있다.	4	선택	10	3	○(가 5)	72.2(74.0)
· 몇 개의 기본 도형으로 이루어진 복합 도형의 둘레와 넓이를 구할 수 있다.	5	선택	20	3	○서술(가 7)	41.5(77.9)
· 몇 개의 직육면체와 정육면체로 이루어진 복합 도형의 부피를 구할 수 있다.	6	선택	11	3	○(나 6)	58.2(71.2)
· 원의 둘레를 이용하여 문제를 해결할 수 있다.	6	서술	4	4	○(가 1)	26.3(32.9)
· 주어진 자료에 알맞은 그래프를 찾을 수 있다.	4	선택	12	3	○(가10)	53.3(61.2)
· 주어진 자료의 평균을 구할 수 있다.	5	선택	13	3	○(가11)	79.0(81.1)
· 비율로 표시된 자료를 띠그래프나 원그래프로 나타내고, 두 그래프의 특징을 안다.	6	선택	14	3	○(가12)	64.4(71.5)
	6	선택	15	3	×	79.3
· 두 양 사이에서 대응 규칙을 찾고, 이를 이용하여 문제를 해결할 수 있다.	4	선택	16	3	○(가17)	84.2(81.2)
	4	서술	6	4	○(가 9)	87.7(46.5)
· 비와 비율을 알고, 이를 이용하여 문제를 해결할 수 있다.	6	선택	18	3	○(나11)	38.8(48.4)
· 비례식을 알고, 이를 이용하여 문제를 해결할 수 있다.	6	선택	17	3	×	79.6
· 여러 가지 문제해결 방법 중에서 적절한 방법을 선택하여 해결할 수 있다.	4	서술	5	4	○(가 2)	42.9(61.8)
· 주어진 문제를 해결하고, 그 해결 과정을 설명할 수 있다.	5	서술	10	4	○(가10)	23.4(18.2)
· 주어진 자료를 이용하여 문제를 만들고, 이를 해결할 수 있다.	6	선택	19	3	×	90.4

<부록 2> 초등학교 선택형 문항의 반응 분석 결과

문항	정답률	변별도	답지 반응 빈도(%)						정답
			①	②	③	④	⑤	무응답	
1	53.3	0.50	1962(53.3)	346(9.4)	678(18.4)	382(10.4)	298(8.1)	16(0.4)	①
2	79.7	0.51	124(3.4)	2936(79.7)	136(3.7)	255(6.9)	206(5.6)	25(0.7)	②
3	46.3	0.36	345(9.4)	597(16.2)	1705(46.3)	694(18.8)	296(8.0)	45(1.2)	③
4	59.3	0.37	200(5.4)	2182(59.3)	223(6.1)	877(23.8)	130(3.5)	70(1.9)	②
5	42.3	0.38	251(6.8)	987(26.8)	1558(42.3)	492(13.4)	372(10.1)	22(0.6)	③
6	85.0	0.40	236(6.4)	53(1.4)	3130(85.0)	215(5.8)	36(1.0)	12(0.3)	③
7	94.4	0.20	64(1.7)	3477(94.4)	20(0.5)	14(0.4)	102(2.8)	5(0.1)	②
8	47.2	0.39	1738(47.2)	717(19.5)	368(10.0)	438(11.9)	384(10.4)	37(1.0)	①
9	69.7	0.46	110(3.0)	2568(69.7)	126(3.4)	569(15.5)	277(7.5)	32(0.9)	②
10	72.2	0.53	218(5.9)	405(11.0)	2657(72.2)	255(6.9)	127(3.4)	3682(0.5)	③
11	58.2	0.52	80(2.2)	736(20.0)	562(15.3)	2143(58.2)	145(3.9)	16(0.4)	④
12	53.3	0.45	1961(53.3)	118(3.2)	858(23.3)	117(3.2)	610(16.6)	18(0.5)	①
13	79.0	0.46	333(9.0)	2910(79.0)	213(5.8)	124(3.4)	81(2.2)	21(0.6)	②
14	64.4	0.47	212(5.8)	110(3.0)	834(22.7)	2371(64.4)	142(3.9)	13(0.4)	④
15	79.3	0.44	44(1.2)	148(4.0)	300(8.1)	248(6.7)	2921(79.3)	21(0.6)	⑤
16	84.2	0.44	83(2.3)	148(4.0)	3101(84.2)	98(2.7)	233(6.3)	19(0.5)	③
17	79.6	0.41	96(2.6)	263(7.1)	235(6.4)	132(3.6)	2931(79.6)	25(0.7)	⑤
18	38.8	0.37	1228(33.4)	70(1.9)	1429(38.8)	833(22.6)	84(2.3)	38(1.0)	③
19	90.4	0.33	3329(90.4)	136(3.7)	58(1.6)	90(2.4)	44(1.2)	25(0.7)	①
20	41.5	0.31	106(2.9)	1125(30.6)	225(6.1)	1529(41.5)	665(18.1)	32(0.9)	④

<부록 3> 초등학교 서술형 문항의 반응 분석

문항	정답률	변별도	점수별 빈도(%)		
1	92.3	0.30	0점 : 284 (7.7)	4점 : 3398 (92.3)	
2	55.8	0.49	0점 : 1626 (44.2)	4점 : 2056 (55.8)	
3	53.0	0.51	0점 : 1730 (47.0)	4점 : 1952 (53.0)	
4	26.3	0.55	0점 : 589 (16.0)	2점 : 2126 (57.7)	4점 : 967 (26.3)
5	42.9	0.58	0점 : 2103 (57.1)	4점 : 1579 (42.9)	
6	87.7	0.42	0점 : 454 (12.3)	4점 : 3228 (87.7)	
7	57.9	0.53	0점 : 1551 (42.1)	4점 : 2131 (57.9)	
8	73.6	0.49	0점 : 469 (12.7) 3점 : 211 (5.7)	1점 : 54 (1.5) 4점 : 2710 (73.6)	2점 : 238 (6.5)
9	79.2	0.45	0점 : 534 (14.5) 3점 : 52 (1.4)	1점 : 44 (1.2) 4점 : 2915 (79.2)	2점 : 137 (3.7)
10	23.4	0.53	0점 : 933 (25.3) 3점 : 701 (19.0)	1점 : 22 (0.6) 4점 : 862 (23.4)	2점 : 1164 (31.6)