

우리나라 초등학교 6학년 학생들의 수학 성취수준별 특징 탐색 - 2003년 국가수준 학업성취도 평가 결과 분석 -

조 영 미*

2003년 국가수준 학업성취도 평가에서는 결과 분석의 하나로, 각 문항별로 우수 학력, 보통학력, 기초학력 수준 각각에 속한 학생들의 정답률을 산출하였다. 이 논문에서는 특별히 초등학교 6학년을 대상으로 한 결과 분석 내용을 활용하여, 먼저 문항별 성취수준의 특징을 분석하고, 다음으로 성취수준별 학생들의 특징을 추출하였다. 이 결과는 최근 활발히 논의되고 있는 수준별 교육과정이나 수준별 수업의 운영에 필요한 기본적인 정보로 활용될 수 있을 것으로 생각된다.

1. 서 론

제7차 교육과정에서는 ‘학생들의 개인차에 부응하는 교육과정 운영’이라는 아이디어를 구현하기 위하여 수준별 교육과정을 도입하였고, 교육당국이나 학교에서는 수준별 수업의 운영을 둘러싸고 고심을 하고 있는 상황이다. 여러 고심 중 하나는, 수준을 어떻게 나눌 것인가라는 점과 함께 각 수준의 특징이 무엇인지를 밝히는 것이다. 예컨대 학생들을 상중하식의 세 수준으로 구분한 수준별 수업을 운영한다고 할 때, 그 구분을 어떻게 할 것인가라는 문제를 해결하는 것과 함께, 각 수준의 학생들이 아는 것과 할 수 있는 것, 또는 모르는 것과 하지 못하는 것이 무엇인지를 파악하는 것이 필요하다는 것이다. 한편 수준을 어떻게 구분하는가에 따라 수준의 특징이 달라질 수 있다. 예컨대 전체 학생을 대상으로 상중하로 구분하는 경우와 상하로 구분하는 경우 각 수준별 특징

은 달라질 수밖에 없다. 이러한 상황에서 수준 구분이나 수준별 특징 파악이 의미를 지니려면, 수준 구분 과정 및 절차에서 교육적인 타당성을 갖추기 위한 노력을 기울여야 한다.

이 논문에서는 한국교육과정평가원의 ‘국가수준 학업성취도 평가’에서, 변형된 앙고프 방법(modified Angoff Method)을 통하여 얻은 수준 구분에 터하여 각 수준의 특징을 파악하고자 하였다. 이 방법에서는, 학생들을 가르쳐본 경험이 풍부하고 수학교육목표와 내용을 알고 있는 수학교사나 수학교육연구자들로 구성된 협의회를 운영하면서 그들로 하여금 문항별로 각 수준별 학생집단이 그 문항을 맞힐 기대정답률을 산출하도록 하고, 그 결과로 수준 구분할 점수를 얻는다.

국가수준 학업성취도 평가에서는 학생들의 성취수준을 우수학력, 보통학력, 기초학력으로 구분하여 문항별로 성취수준별 정답률을 산출하고 있다. 예컨대 특정 문항에 대하여 성취수준이 우수학력인 학생들 중에서 그 문항을 맞

* 한국교육과정평가원(ymcho@kice.re.kr)

힌 비율을 산출하는 것이다. 이 결과를 통하여 성취수준별로 학생들이 어떤 문항에 강한지, 또는 취약한지를 파악할 수 있다. 이렇게 파악된 내용을 토대로 하여 성취수준별 특징을 추출해 낼 수 있다.

이하에는 수학과 국가수준 학업성취도 평가에 관해 개략적인 소개를 하고, 2003년 성취도 평가 초등학교 6학년 학생들의 성취수준별 정답률을 토대로 하여 문항별 분석을 하였으며, 그 결과로부터 수학 성취수준별 특징을 추출하였다. 결론에서는 본 논문에서 주장하는 내용의 한계와 유의점을 지적하였으며, 활용 방안과 발전 방향을 제시하였다¹⁾.

II. 수학과 국가수준 학업성취도 평가 개요

1. 국가수준 학업성취도 평가

교육인적자원부와 16개 시도 교육청의 협조 아래 평가원에서 시행하는 국가수준 학업성취도 평가(이하 성취도 평가)는 일종의 절대평가로, 우리나라 초중고 학생들의 학력 파악을 주된 목적으로 하고 있다. 이를 위해 매년 10월 경에 초등학교 6학년, 중학교 3학년, 고등학교 1학년 학생들을 대상으로 하여 국어, 사회, 수학, 과학, 영어 과목의 시험을 치루며, 이듬해에 그 결과를 분석하여 보고서로 내놓고 있다.

2. 표집 방법

성취도 평가에서는 초등학교 6학년, 중학교

3학년, 고등학교 1학년 각각의 학생들의 전국적인 수준의 학력을 파악하려는 것이기 때문에 대표성 있게 학생들을 표집하는 것이 무엇보다 중요하다.

이를 위하여 비례유층 군집표집 방법을 사용하여 각 학교급별로 1%의 학생들을 표집하여 평가를 시행하고 있다. 구체적인 표집방법은 다음과 같다.

- ① 전국의 초중고 학생 수의 1%를 표집하기 위해 학교급별로 전체 학생 수의 1%를 산출한다.
- ② 학급당 최소 인원(초등학교 30명, 중학교 35명, 고등학교 35명)을 기준으로 학교급별 1%에 해당하는 학생 수를 최소 인원으로 나누어 최소 학급 수를 산출한다.
- ③ 표집학교 수를 각 시도 교육청별 학생 수 비율에 따라 배분하여, 시도 교육청별 표집 학교 수를 결정한다.
- ④ 지역(대도시, 중소도시, 읍면지역)과 학교 규모별(3학급 이하, 4-6학급, 7-9학급, 10학급 이상) 학교 비율에 의해 시도 교육청별 표집학교 수를 배분한 후, 시도 교육청별 표집학교 수에 따라 최종 평가대상 학교를 무선 표집한다.

위와 같은 방법에 따라 초등학교 6학년에서 표집한 결과는 <표Ⅱ-1>와 같았다. 실제로 초등학교 6학년에서 성취도 평가를 시행한 결과 평가에 참여한 학생 수는 7,720명이었으며, 그 중 남학생은 4,045명, 여학생은 3,675명이었다.

3. 성취수준 설정 방법

성취도 평가는 교육과정에서 제시하고 있는 교육 목표를 학생들이 얼마나 달성하였는가를 진단하고자 하는 것으로, 그 달성 정도에 따라

1) 이 논문은 「2003년 국가수준 학업성취도 평가 연구-수학」 보고서(조영미 외, 2004)에서 초등학교 6학년에 해당하는 내용 부분을 중심으로 재구성한 것이다.

성취수준을 우수학력, 보통학력, 기초학력, 기초학력 미달로 구분하였다. 성취도 평가는 절대평가를 지향하기 때문에, 성취수준의 구분은 학생들의 석차가 아니라 교육과정에서 목표로 한 내용의 달성 정도에 근거하여 이루어진다. 이를 위하여 전문가 활용 성취수준 설정 회의(modified Angoff Method)를 실시하는 데, 이 과정에서는 현장수학교사들이 주축이 되며 각자 학생들을 지도해 본 현장 경험과 수학과에서 달성해야 할 교육목표를 반영하여 각 성취수준의 의미를 해석하고 합의하는 과정을 거치게 된다. 장시간에 걸친 회의의 결과로 성취수준별, 즉 우수학력, 보통학력, 기초학력의 분할점

수가 산출되었다.²⁾

4. 2003년 초등학교 6학년 성취수준별 빈도와 비율

위와 같이 산출된 분할점수를 통해 얻은 초등학교 6학년의 성취수준별 비율을 보면, 우수학력 21.0%, 보통학력 51.1%, 기초학력 24.2%, 기초학력미달 3.7%로 나타났다. 초등학교의 학급당 평균 학생 수를 30명으로 본다면, 대략한 학급에서 우수학력은 6명, 보통학력은 15명, 기초학력은 7명, 기초학력미달은 2명 정도인 셈이다.

<표 II-1> 2003년 국가수준 학업성취도 평가의 초등학교 6학년 표집대상 분포

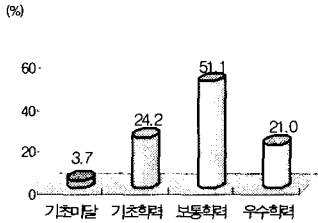
지역	학생(%)	학급 수				합계
		3학급 이하	4~6	7~9	10학급 이상	
서울	1,317 (19.03)	6	20	15	3	44
부산	498 (7.20)	5	8	4		17
대구	382 (5.52)	4	7	2		13
인천	418 (6.04)	4	5	4	1	14
광주	228 (3.30)	3	4	1		8
대전	222 (3.20)	2	3	2		7
울산	186 (2.70)	2	2	2		6
경기	1,600 (23.13)	21	19	11	2	53
강원	198 (2.86)	6	1			7
충북	208 (3.00)	5	2			7
충남	250 (3.62)	7	1			8
전북	261 (3.77)	7	1	1		9
전남	258 (3.72)	8	1			9
경북	347 (5.02)	8	3	1		12
경남	463 (6.69)	10	4	1		15
제주	82 (1.19)	2	1			3
합계	6,918 (100.0)	101	85	51	16	229

2) 자세한 내용은 「2002년 국가수준 학업성취도 평가 결과 분석(1)-수학과의 성취수준 비율을 중심으로-」(조영미 외, 2004)를 참조하기 바란다.

<표 II-2> 초6 수학 성취수준별 빈도와 비율

우수학력	보통학력	기초학력	기초학력 미달	전체
1,620 (21.0)	3,944 (51.1)	1,870 (24.2)	286 (3.7)	7,720 (100.0)

() : 백분율



[그림 II-1] 초6 수학의 성취수준 분포

III. 문항별 성취수준의 특징 분석

이 절에서는 선택형 문항 각각에 대한 반응을 토대로 학생들이 수학 내용 중에서 무엇을, 얼마나, 어떻게 알고 있는지를 분석하였다. 각 문항과 관련된 수학 교육과정의 내용, 전체 정답률, 성취수준별 정답률, 답지 반응 분포 등을 참조하여 성취수준별 특징과 오류 유형을 파악하고, 교육과정과 학습지도에 주는 시사점을 탐색하였다.

1. 수와 연산

가. 수 개념의 이해

문항	문항 설명	전체 정답률 (%)	성취수준별 정답률 (%)		
			기초	보통	우수
A-1	분수를 소수로 바르게 나타낸 것 찾기	98.0	97.5	99.5	99.7
B-1	실생활 소재를 사용하여 수를 바르게 읽은 것 찾기	95.1	93.0	95.5	98.5
B-2	두 수의 공배수를 구하기	94.8	87.1	97.9	99.6

자연수 읽기, 공배수 찾기, 분수를 소수로 바꾸기 등을 다룬 문제에서 대체로 정답률은 95%에 근접하거나 그 이상으로 높게 나타났다. 성취수준별 정답률을 살펴보다도 기초학력 수준에서조차도 가장 낮은 정답률이 87.1%일 정도로, 초등학교 6학년 학생들은 이번 성취도 평가에서 다룬 정도의 수 개념을 상당히 잘 이해하고 있는 것으로 나타났다.

A-1번과 2002년에 출제된 3번 문항을 비교하여 보면, 전체 정답률이 각각 98.0%, 79.1%, 기초학력의 정답률이 각각 76.2%, 29.7%로, 전체 정답률의 격차 19%에 비해 기초학력에서의 격차가 60%로 상당히 크게 나타났다. 이로부터 기초학력 수준에 속한 학생의 강점과 약점을 파악할 수 있는데, 그 수준의 학생은 분모가 10의 거듭제곱인 분수를 소수로 변환하는 데에는 상당히 숙달되어 있지만, 소수의 기본 단위인 0.01의 375를 3.75로 바꾸는 개념적 이해와, $\frac{375}{100}$ 에서 약분을 하거나 $0.75 = \frac{3}{4}$ 로 고쳐 $3\frac{3}{4}$ 을 얻는 것과 같은 절차적 지식에 동시에 요구하는 문항에는 취약한 것으로 나타났다.

A-1. 분수를 소수로 바르게 나타낸 것은 어느 것입니까?

- ① $\frac{7}{10} = 0.17$ ② $\frac{3}{100} = 0.3$
 ③ $\frac{23}{100} = 0.23$ ④ $\frac{9}{1000} = 0.9$
 ⑤ $\frac{41}{1000} = 0.41$

02-03. 다음 중에서 0.01이 375개 모인 수는 어느 것입니까?

- ① $3\frac{1}{4}$ ② $3\frac{3}{4}$
 ③ $3\frac{1}{5}$ ④ $3\frac{4}{5}$
 ⑤ $3\frac{5}{7}$

전체 정답률 (%)	성취수준별 정답률 (%)		
	기초	보통	우수
79.1	29.7	80.7	97.9

나. 계산 능력

문항	문항 설명	전체 정답률(%)	성취수준별 정답률(%)		
			기초	보통	우수
A-2	소수의 덧셈을 바르게 하기	76.1	56.4	84.2	93.7
A-3	간단한 수에 관한 사칙연산이 섞여 있는 식의 계산 순서를 알고 계산하기	46.3	18.5	47.0	86.5
A-4	(소수)×(자연수)를 계산하여 도형의 둘레 구하기	72.3	41.6	82.9	98.1
A-6	생활 장면의 문제를 해결하기 위해 분모가 다른 분수의 덧셈과 뺄셈을 하기	47.7	19.2	49.3	88.2
A-16	실생활 문제를 통해 시간의 덧셈과 뺄셈을 바르게 하기	77.6	62.9	83.6	92.6
B-6	생활 장면의 문제를 해결하기 위해 분모가 다른 분수의 덧셈과 뺄셈을 하기	44.0	29.2	40.5	70.6

계산 능력과 관련된 문항 중에서 전체 정답률이 70% 이상인 문항(A-2, A-4, A-16)들의 특징으로, 간단한 계산 능력을 요구하거나(A-2번), 다른 개념과 관련되기는 하지만 간단한 계산 능력이 필요하거나(A-4번), 실생활에 적용되는 연산이긴 하지만 단순한 것(A-16번)이라고 할 수 있다. 이 문항들의 성취수준별 정답률을 보면, 우수학력은 90% 이상, 보통학력은 80% 이상이고 두 수준 내에서 차이가 10% 이내인 것에 반해, 기초학력은 정답률이 56.4%, 41.6%, 62.9%로 70%를 넘지 못하였고, 그 수준 내에서의 차이도 크게는 20%까지 났다. 이로부터 간단한 계산 능력을 요구하는 문제일지라도 그 문제 안에 어떤 특징이 담겨 있는가가 기초학력 수준 학생들의 정답률에 적지 않은 영향을 끼친다는 것을 알 수 있다.

이를 좀더 분석하기 위하여 기초학력에서 50% 이하의 정답률을 보인 A-4번 문항과 50%

이상의 정답률을 보인 A-2번과 A-16번 문항을 대비하여 보면, A-4번 문항에서는 ‘정사각형’, ‘도형의 둘레’ 등과 같은 용어를 알고 있어야 문제를 해결할 수 있는 반면에, A-2번과 A-16번 문항에서는 문제에서 주어진 숫자를 이해하는 것으로 충분하며, 특히 A-16번에서는 시계에 주어진 시간을 읽어야 하는 단계가 있긴 하지만 그 단계가 초등학교 6학년 학생들에게는 그리 어려운 내용이 아니었을 가능성이 크다. 이러한 차이점으로 이해 전자는 50% 이하, 후자는 50% 이상의 정답률을 보인 것이며, 이러한 결과로 볼 때, 기초학력 수준에서는 문제에 수학적 용어에 대한 개념적 이해가 요구되는 경우에는 단순한 계산 문제에 비해 정답률이 떨어지는 것으로 해석된다.

A-2. 다음 소수의 덧셈을 바르게 한 것은 어느 것입니까?

$$0.253 + 0.14$$

- ① 0.267 ② 0.393
- ③ 0.397 ④ 0.663
- ⑤ 0.762

답지반응 분포(%)	①	②	③	④	⑤
	884 (22.5)	2,988 (76.1)	29 (0.7)	10 (0.3)	13 (0.3)

A-4. 다음 도형은 정사각형 3개를 이어 붙인 모양입니다. 이 도형의 둘레의 길이는 몇 m입니까?



- ① 0.36 m ② 0.72 m
- ③ 0.84 m ④ 0.96 m
- ⑤ 1.2 m

A-16. 다음 시계는 마라톤 대회의 출발 시간을 타낸 것입니다. 1등으로 끝인한 선수의 기록은 2시간 8분 31초였습니다. 1등한 선수가 끝인한 시간은 몇 시 몇 분 몇 초입니까?

- ① 11시 32분 11초
- ② 11시 32분 61초
- ③ 11시 34분 11초
- ④ 12시 32분 61초
- ⑤ 12시 33분 11초



A-6. 진수는 집에서 외삼촌댁까지 가는 데 $4\frac{1}{2}$ 시간이 걸렸습니다. 아침 9시에 집에서 출발하여 기차로 $3\frac{2}{3}$ 시간을 갖고, 다시 버스로 30분을 갔으며 나머지는 걸어서 외삼촌댁에 도착했습니다. 걸어진 시간은 몇 시간입니까?

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

다음으로, 정답률이 70% 미만인 문항(A-3, A-6, B-6)들은 대체로 사칙연산의 혼합계산 문항과 실생활 맥락에서 두 가지 이상의 개념이 동원되면서 다소 복잡한 계산 능력이 요구되는 것이었다. 성취수준별 정답률을 보면, 우수학력 수준에서는 각각 86.5%, 88.2%, 70.6%로 나타나 정답률이 90%를 넘지 못하였으며, 특히 ‘생활 장면의 문제를 해결하기 위해 분모가 다른 분수의 덧셈과 뺄셈을 하기’ 문항에서는 70% 대의 정답률로 우수학력 수준에서는 상대적으로 낮은 수치를 나타내었다. 보통학력 수준에서는 47.0%, 49.3%, 40.5%로 정답률이 50%를 넘지 못하여, 보통학력 수준의 학생들도 이와 같은 문항에서 취약한 것으로 나타났다.

계산 능력과 관련된 것 중에서 특기할 만한 점을 살펴보았다. 첫째, A-2번 문항의 답지 반응 분포를 보면, 소수점이 아니라 각 소수의 끝자리를 맞춰 계산할 경우 나오는 수치(①)에 대한 반응률이 22.5%였다. 소수와 자연수의 계산 방식에는 서로 다른 점이 있는데, 그 학생들은 그 점을 제대로 알지 못하여 자연수의 계산 방식을 그대로 소수에 적용하고 있는 것이다. 이 문항의 결과는 학생들이 자연수의 계산 구조에 기대어 소수의 계산을 하는 오류를 자주 일으킨다는 익히 알려진 사실을 다시 한번 상기시켜주는데, 이에 대한 학습지도 상의 세심한 배려가 필요한 것으로 보인다.

둘째, A-3번 혼합계산 문제의 결과를 보면, 전체 정답률이 46.3%로 낮은 가운데, 답지 반응 분포에서 ③번에 답을 한 학생이 44.6%로 정답률에 가까운 수치를 나타내었다. 사칙연산이 혼합된 계산 문제일 경우에는 곱셈이나 나눗셈 계산을 먼저 해야 하는데, 그런 식으로 계산하지 않고 앞에서부터 차례로 계산하였을 때 ③번의 값이 나올 수 있다. 이런 점을 감안할 때 ③번의 오답을 고른 44.6%의 학생들은 혼합 계산의 특별한 계산 방식을 제대로 학습하지 못하였다고 볼 수 있다. ‘혼합 계산의 특별한 계산 방식’이란 달리 말하면, 문제를 구조

A-3. 다음을 바르게 계산한 것은 어느 것입니까?

$$4 + 3 \times 12 - 8 \div 2$$

- ① 16 ② 36
- ③ 38 ④ 72
- ⑤ 80

답지반응 분포(%)	①	②	③	④	⑤
	97 (2.5)	1,816 (46.3)	1,751 (44.6)	38 (1.0)	222 (5.7)

적으로 보고 계산 순서를 정하는 능력이라고 할 수 있을 것이다. 성취수준별 정답률을 보면, 우수학력은 86.5%로 높은 데 반해, 보통학력은 47.0%로 50%에 이르지 못하여 보통학력 학생들이 이와 같은 혼합계산 문제에서 상당히 취약한 것으로 나타났다.

위의 문제와 2002년에 출제된 5번 문제의 결과를 대비해 보면, 두 문제는 혼합 계산 문제라는 점에서는 같지만, 5번 문제는 괄호가 주어진 것이었다. 이 문제의 전체 정답률은 72.6%, 성취수준별 정답률은 우수학력 93.9%, 보통학력 69.9%, 기초학력 30.2%로, 대체로 2003년 문제의 정답률보다 높게 나타났다. 특히 보통학력에서는 2003년 결과인 47.0%보다 25% 정도 높게 나타났다. 이 결과를 놓고 볼 때 혼합계산 문제에서 괄호의 유무는 보통학력 수준의 학생들의 정답률에 좀더 큰 변화를 가져오는 것으로 보인다.

A-3. 다음을 바르게 계산한 것은 어느 것입니까?

$$4 + 3 \times 12 - 8 \div 2$$

① 16 ② 36
 ③ 38 ④ 72
 ⑤ 80

답지반응	①	②	③	④	⑤
분포(%)	97 (2.5)	1,816 (46.3)	1,751 (44.6)	38 (1.0)	222 (5.7)

02-05. 다음을 계산하면 얼마입니까?

$$70 - 49 \div 7 + \{ 3 \times 7 - (4 + 2) \}$$

① 6 ② 10
 ③ 18 ④ 66
 ⑤ 78

전체 정답률(%)	성취수준별 정답률(%)		
	기초	보통	우수
72.6	30.2	69.9	93.9

다. 대소 비교

문항	문항 설명	전체 정답률(%)	성취수준별 정답률(%)		
			기초	보통	우수
A-5	소수와 분수의 크기를 비교하기	75.1	48.1	84.8	98.4
B-5	분모가 같은 가분수와 대분수의 크기를 비교하기	90.0	79.4	93.5	98.8

분모가 같은 가분수와 대분수의 크기를 비교하는 B-5번 문항에서는 전체 정답률이 90%로 매우 높게 나타났으며, 성취수준별로도 모두 성취도가 높게 나타났다.

분수와 소수의 크기를 비교하는 문항인 A-5번 문항에서는 전체 정답률이 75.1%로 나타났으며, 성취수준별 정답률을 보면 다른 성취수준에 비해 기초학력에서의 정답률이 48.1%로 비교적 낮게 나타났다. 이 문제를 푸는 방법으로 두 가지를 생각해 볼 수 있다. 첫째, 분수를 소수로 고칠 것인가, 아니면 소수를 분수로 고칠 것인가를 결정하고, 그에 따라 분수를 소수로, 또는 소수를 분수로 고쳐서 대소를 비교하는 것이다. 둘째, 제시된 소수와 분수에서 먼저 2를 떼어 내고, 다음에 분수나 소수로 일괄적으로 고쳐서 대소를 비교하는 것이다. 이 두 가지 방법 중에 어느 하나를 학생들이 사용하였을 것으로 보이는데, 그러한 과정들을 밟아가는 것이 우수학력과 보통학력 수준에서는 어렵지 않으나, 기초학력 수준에서는 상당히 어렵다는 것을 알 수 있다. 이 문항과 유사한 2002년 평가의 2번 문항을 보면, 기초학력 정답률이 23.7%로 올해보다도 낮게 나타났다. 기초학력과 같이 학력 수준이 낮은 학생들에게 분수와 소수의 크기 비교를 가르치는 방안을 강구할 때 이 점을 고려할 필요가 있을 것이다.

A-5. 다음 수를 큰 수부터 차례로 나타낸 것은 어느 것입니까?

$2\frac{3}{4}$, 2.1, $2\frac{7}{8}$, 2.79

- ① $2\frac{7}{8}$, 2.79, $2\frac{3}{4}$, 2.1
- ② $2\frac{7}{8}$, $2\frac{3}{4}$, 2.1, 2.79
- ③ 2.79, $2\frac{7}{8}$, 2.1, $2\frac{3}{4}$
- ④ $2\frac{3}{4}$, 2.79, $2\frac{7}{8}$, 2.1
- ⑤ $2\frac{3}{4}$, 2.1, $2\frac{7}{8}$, 2.79

02-02. 다음 수를 큰 수부터 차례로 쓸 때 세 번째 수는 어느 것입니까?

0.68 $\frac{1}{2}$ 0.7 $\frac{35}{100}$ $\frac{5}{4}$

- ① 0.68 ② $\frac{1}{2}$
- ③ 0.7 ④ $\frac{35}{100}$
- ⑤ $\frac{5}{4}$

전체 정답률(%)	성취수준별 정답률(%)		
	기초	보통	우수
70.0	23.7	68.4	91.7

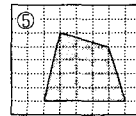
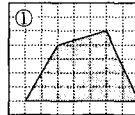
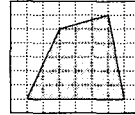
2. 도형

가. 도형의 용어와 예

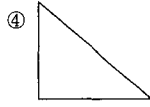
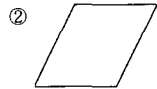
문항	문항 설명	전체 정답 률(%)	성취수준별 정답률(%)		
			기 초	보 통	우 수
A-7	선대칭도형으로 옳은 것 찾기	59.6	35.4	64.3	88.2
A-9	주어진 도형과 합동인 도형 찾기	78.1	66.6	81.2	92.1
B-7	도형에서 수직과 평행의 관계에 있는 선분 바르게 찾기	83.0	58.7	89.8	99.5
B-8	여러 삼각형 중에서 이등변삼각형 찾기	82.3	64.4	85.6	97.4

어떤 개념을 알고 있는가를 평가하기 위하여 그 개념의 외연인 예와 그렇지 않은 예를 제시하고 그 중에서 올바른 예나 잘못된 예를 선택하도록 하는 문항은 흔히 사용되는 평가 기법이다. 위에 제시된 문항들은 모두 그러한 유형에 속한다. 그런데 정답률을 보면, A-7번 문항에서는 정답률이 59.6%로 낮은 반면에 나머지 문항들에서는 정답률이 각각 78.1%, 83.0%, 82.3%로 상당히 높게 나타나 대조적인 양상을 보였다.

A-9. 다음 도형과 합동인 도형은 어느 것입니까?



A-7. 다음 중 선대칭도형은 어느 것입니까?



답지반응 분포(%)	①	②	③	④	⑤
	2,339 (59.6)	883 (22.5)	473 (12.1)	79 (2.0)	139 (3.5)

주어진 예가 개념에 속하는지 판별할 때 그 개념의 정확한 [언어화된] 정의를 사용할 수도

있고, 이미지를 사용할 수도 있다. 그런데, 이미지는 오개념을 일으킬 가능성이 [언어화된] 정의보다 높기 때문에 정의를 사용하는 것이 좀더 안전할 수 있다. 위에 출제된 문항에서 다루고 있는 용어들을 이미지의 측면에서 보면, A-7번 문항의 선대칭도형은 이미지로 인한 오개념이 일어날 가능성이 높으며, 나머지 문항들은 그러한 오개념이 일어날 가능성이 적을 것으로 예상할 수 있다. 앞서 언급한 A-7번 문항과 나머지 문항들 간의 정답률 차이는 그 점을 현실로 보여준 것이다. 특히 A-7번 문항에서 답지 반응 분포를 보면, 오답인 ②번 평행사변형(▱)을 선대칭도형으로 고른 학생 비율이 22.5%로 적지 않은 수치를 나타내었는데, 선대칭도형을 '어떤 직선으로 접어서 완전히 겹쳐지는 도형'으로 생각하지 않고, '선이 나란한 것에 주목'하는 오류를 범하였던지, 또는 평행사변형이 고�학년 중점적으로 다루어지는 데 그러한 친숙함이 오류를 일으킨 한 요인이 되었을 것으로 짐작된다. 성취수준별로 볼 때, 우수학력에서도 그러한 '현실'이 뚜렷하였지만, 보통학력과 기초학력에서 더욱 두드러졌다. 이런 점을 고려할 때, 선대칭도형과 같이 오개념 발생 가능성이 높은 개념과 그렇지 않은 개념을 구분하여, 전자의 경우에는 교과서나 교수학습 지도 방안을 구상할 때 특별한 주의를 기울여야 할 것이다.

여러 가지 용어들이 외형상 용어라는 면에서 모두 같아 보여 유사한 방식으로 다루어지기 쉬운데, 용어마다 함의하는 개념의 층이 다양할 수 있기 때문에, 용어에 따라 개념을 지도할 때 접근하는 방식을 달리하려는 노력이 필요하다.

한편 초등학교 수학교사용 지도서를 보면, 다음 인용문의 밑줄 부분과 같이 어떤 예를 판별할 때 정의를 사용할 것을 지도 방안으로 내

세운 경우들을 볼 수 있었다. 이와 같은 지도 방식에 내실을 기하여 이미지만으로 판단해도 무방한 경우와 그렇지 않은 경우를 구분하고, 후자의 경우에는 정의를 사용할 줄 알도록 하여야 할 것이다.

초등학교 교사용 지도서 수학 3-1. p.102

▷ 정의

(가, 다, 라 삼각형과 같이) 직각이 있는 삼각형을 직각삼각형이라고 합니다.

▷ 지도 내용 및 활동

교과서 54쪽에 주어진 삼각형 중에서 직각삼각형을 찾아보게 한다. 우선 직각삼각형을 찾기 위해서는 직각삼각형이 어떤 도형인지를 먼저 확인하고, 다음 순서에 따라 식별하도록 한다.

① 직각삼각형의 정의를 알아본다.

⇒ 직각이 있는 삼각형이다.

② 식별기준을 정한다.

⇒ 삼각형 중에서 직각이 있는 것을 찾는다.

③ 식별하는 방법을 알아본다.

⇒ 삼각자의 직각 부분을 대 보고 찾는다.

나. 공간 감각

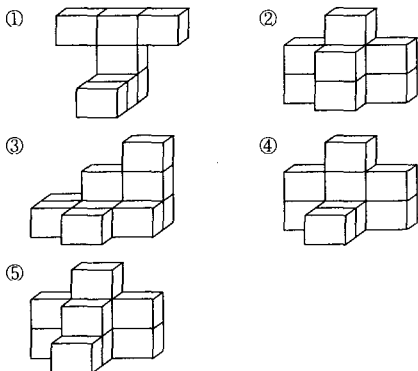
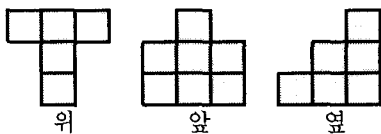
문항	문항 설명	전체 정답률(%)	성취수준별 정답률(%)		
			기초	보통	우수
A-12	위, 앞, 옆에서 본 모양을 보고 쌓기나무로 바르게 만든 것 찾기	89.6	80.9	94.5	99.2
A-29	주어진 한 가지 무늬로 만든 새로운 무늬가 옮기기, 뒤집기, 돌리기 중 사용한 방법이 무엇인지 알기	74.6	57.9	79.3	94.2

A-12번은 제시된 위, 앞, 옆에서 본 모양을 모두 갖춘 입체도형을 답지에서 고르는 문항으로, 전체 정답률이 89.6%로 매우 높게 나타났으며, 성취수준별로도 보면 기초학력의 정답률조차 80.9%로 매우 높게 나타났다. 답지가 입

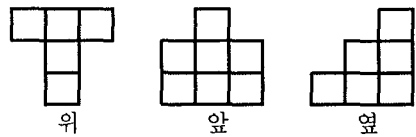
체도형으로 이루어져 문제에 제시한 위, 앞, 옆 모양을 답지 각각의 입체도형에서 찾아보면 쉽게 해결할 수 있는 문항이었기 때문에 정답률이 높게 나타난 것으로 보인다.

이에 반해 2002년의 19번 문항은 답지에 입체도형 그림 대신에 입체도형에 사용된 쌓기나무의 개수가 적혀 있어 답을 찾으려면 학생들이 입체도형을 머리 속으로 상상해야 한다는 어려움이 있다. 따라서 이 문항의 정답률은 앞서 살펴본 문항보다 낮을 수밖에 없었으며, 실제로 전체 정답률은 65.2%, 성취수준별 정답률은 우수학력 88.1%, 보통학력 58.2%, 기초학력 32.2%로 나타나, 앞 문항과의 차이가 전체 정답률은 25%정도, 성취수준별 정답률은 우수학력 11%, 보통학력 38%, 기초학력 48%의 차이를 보였다. 보통학력이나 기초학력에서 정답률이 현저히 낮아진 것으로 보건대, 위, 옆, 앞에서 본 모양과 같은 이차원 표현으로부터 삼차원 입체를 구성하는 능력이 이 두 수준에서는 현저히 떨어지는 것으로 보인다.

A-12. 다음 그림은 쌓기나무를 쌓아 만든 입체도형을 위, 앞, 옆에서 본 모양입니다. 어떤 입체도형을 보고 그린 것입니까?



02-19. 다음 그림은 쌓기나무를 쌓아놓고 위, 앞, 옆에서 본 모양을 그린 것입니다. 이와 같은 모양으로 쌓으려면 쌓기나무는 모두 몇 개가 필요합니까?



- ① 6개 ② 7개
- ③ 8개 ④ 9개
- ⑤ 10개

전체 정답률(%)	성취수준별 정답률(%)		
	기초	보통	우수
65.2	32.3	58.2	88.1

다. 도형의 성질

문항	문항 설명	전체 정답률(%)	성취수준별 정답률(%)		
			기초	보통	우수
A-10	직육면체와 정육면체의 여러 성질을 바르게 찾기	76.0	52.7	84.6	96.9
A-11	주어진 성질을 만족하는 사각형을 바르게 그린 것 찾기	84.6	77.1	87.4	94.2

도형의 성질을 다룬 A-10번과 A-11번 문항의 전체 정답률은 각각 76%, 84.6%로 다소 높게 나타났다. 성취수준별 정답률을 보면, 각각의 문항에서 우수학력은 96.9%, 94.2%, 보통학력은 84.6%, 87.4%, 기초학력은 52.7%, 77.1%로 나타났다. 이로부터 우수학력이나 보통학력보다 기초학력에서 두 문항 사이의 정답률 차이가 큰 것을 알 수 있다.

A-10번 문항은 도형의 그림이 없기 때문에

머리 속으로 직육면체를 생각하고(또는 그려놓고) 제시된 성질이 성립하는지를 하나씩 체크해야 하는데, 머리 속으로 직육면체를 그려놓고 생각하는 데서 학생들의 어려움이 있었을 것이다.

반면에 A-11번 문항은 답지에 그려진 평면도형을 보고 제시된 성질을 하나씩 체크하는 것으로 충분하기 때문에 쉬웠으며, 유사한 이유로 2002년에 출제된 15번 문항의 정답률도 높았던 것으로 보인다.

이 결과로 볼 때, 도형 영역의 문항에서 그림의 유무는 정답률에 적지 않은 차이를 가져오며, 다른 학력수준보다도 기초학력 수준에서 다소 큰 차이를 가져오는 것으로 보아 기초학력 수준의 학생들에게는 도형의 그림에 대한 공부가 더 필요할 것이다.

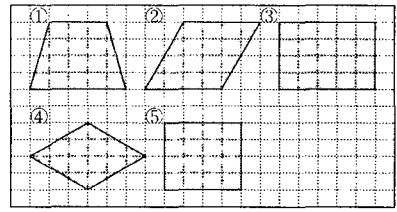
A-10. 다음은 민수네 모둠의 학생들이 직육면체를 보고 이야기 한 것입니다. 바르게 말한 학생끼리 짝지어진 것은 어느 것입니까?

민수 : 직사각형 6개로 둘러싸인 입체도형입니다.
 경은 : 직사각형 2개와 이등변삼각형 4개로 둘러싸인 입체도형입니다.
 경호 : 꼭지점은 모두 6개입니다.
 미영 : 모서리는 모두 12개입니다.
 성일 : 서로 평행인 면은 모두 4쌍입니다.
 지혜 : 한 면에 수직인 면은 모두 4개입니다.

- ① 민수, 경호, 성일
- ② 민수, 미영, 성일
- ③ 민수, 미영, 지혜
- ④ 경은, 미영, 성일
- ⑤ 경은, 미영, 지혜

A-11. 다음 설명을 모두 만족하는 사각형은 어느 것입니까?

- 두 쌍의 마주 보는 변이 서로 평행입니다.
- 두 대각선이 서로 수직입니다.
- 네 변의 길이가 모두 같습니다.
- 네 각의 크기가 모두 같습니다.



02-15. 다음 도형을 보고 바르게 말한 것은 어느 것입니까?

- ① 면의 수는 5개입니다.
- ② 꼭지점의 수는 7개입니다.
- ③ 모서리의 수는 15개입니다.
- ④ 이 도형은 사각기둥입니다.
- ⑤ 옆면의 수는 밑면의 수의 7배입니다.

전체 정답률(%)	성취수준별 정답률(%)		
	기초	보통	우수
91.9	70.3	93.6	99.3

3. 측정

가. 어림 관련 용어

문항	문항 설명	전체 정답률 (%)	성취수준별 정답률(%)		
			기초	보통	우수
A-13	이상, 이하, 초과, 미만의 뜻을 알고 알맞은 수의 범위에 해당하는 수 찾기	93.2	89.1	95.4	98.2
B-15	소수 첫째 자리에서 반올림하여 바르게 나타낸 것 찾기	58.4	30.5	59.2	89.7

A-13번 문항에서는 전체 정답률이나 각 성취수준별 정답률이 높게 나타나 학생들이 '이상, 이하, 초과, 미만의 뜻을 알고 알맞은 수의 범

위에 해당하는 수를 찾는데' 능숙한 것으로 보인다. 반면에 비공개 문항인 B-15번에서는 정답률이 58.4%로 상당히 낮게 나타났으며, 특히 보통학력에서 59.2%, 기초학력에서 30.5%의 저조한 정답률을 나타내었다. B-15번 문항과 유사한 문항이었던 2002년 23번 문항의 결과를 보더라도 정답률이 66.0%였으며, 성취수준별로는 우수학력 89.4%, 보통학력 61.2%, 기초학력 25.3%로 유사한 경향을 보였다. 이 문항은 반올림이라는 용어의 뜻을 정확하게 이해하고 있는지 여부를 평가하려는 것이다. 앞서 '도형의 용어와 예'에서 용어의 뜻을 묻는 문제의 정답률을 살펴보았는데, 선대칭도형을 제외한 나머지 문항의 정답률은 78% 이상으로 높게 나타났다. 이런 결과와 비교해 볼 때, '반올림' 용어의 문항에서 나타난 58.4%의 정답률은 상당히 낮은 것이며, 2002년의 3번 문항의 66.0%의 정답률도 결코 높은 것이 아니며, 오히려 앞서 살펴본 '선대칭도형'의 정답률에 가깝다고 볼 수 있다. 이러한 결과로 미루어 보건대, 반올림이나 올림, 어림 등의 용어를 재생하고 적용하는데, '선대칭도형'의 그것에 버금가는 어려움을 학생들이 안고 있는 것으로 해석되며, 특히

기초학력과 보통학력 학생들에게 그 어려움이 큰 것으로 보인다.

답지 반응 분포를 통해 그 어려움을 한 가지 추정해 볼 수 있을 것이다. 2002년 23번 문항에서 특기할 점으로는, 정답을 제외한 답지 중에서 반응률이 가장 높은 것은 ④번이며, 이 답을 선택한 학생들은 반올림을 해야 할 자리 수를 고려하지 않은 상태에서 주어진 수에서 5 이상인 수를 찾아 그 수를 반올림하여 값을 구한 것으로 추정된다. 즉 이 학생들은 반올림할 때 5 이상의 수를 어떻게 처리하는지를 알고 있지만, 어느 자리값에서 하는 것도 중요하게 고려되어야 한다는 점을 잘 모르고 있는 것이다. 교과서에서 반올림은 "구하려는 자리의 한 자리 아래의 숫자가 0, 1, 2, 3, 4이면 버리고, 5, 6, 6, 7, 9이면 올리는 방법"으로 정의되어 있다. 이 정의에서 이 학생들은 '숫자가 0, 1, 2, 3, 4이면 버리고, 5, 6, 6, 7, 9이면 올리는 방법'은 확실하게 알고 있지만, '구하려는 자리의 한 자리 아래의 숫자'라는 점은 간과하고 있는 것이다. '반올림'을 위시한 어림 개념과 관련하여 지도 방안을 강구할 때 이 점을 고려할 필요가 있다.

02-23. 진수네 집에서 도서관까지의 거리를 재어보았더니 3263 m였습니다. 이것을 반올림하여 천의 자리까지 바르게 나타낸 것은 어느 것입니까? ① 3000 m ② 3200 m ③ 3260 m ④ 3300 m ⑤ 4000 m					
답지 반응 분포(%)	① 66.0	② 5.5	③ 9.6	④ 14.8	⑤ 3.9
전체 정답률(%)	성취수준별 정답률(%)				
	기초	보통	우수		
	66.0	25.3	61.2	89.4	

나. 넓이 구하기

문항	문항 설명	전체 정답률(%)	성취수준별 정답률(%)		
			기초	보통	우수
A-14	직사각형의 넓이 구하기	94.1	89.1	97.6	99.2
A-15	마름모의 넓이 구하기	53.5	28.2	56.3	88.4
B-14	삼각형의 넓이 구하기	74.0	36.3	83.2	98.8

직사각형의 넓이를 구하는 A-14번 문항에서는 전체 정답률과 각 성취수준별 정답률이 매

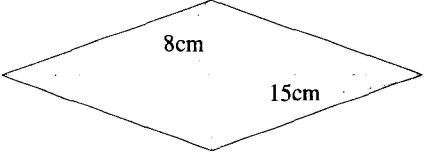
우 높게 나타났다. 반면에 삼각형의 넓이 공식을 묻는 B-14번 문항의 정답률은 직사각형의 정답률보다 20% 정도 낮은 74.2%를 나타내었다. 이 문항의 성취수준별 정답률을 직사각형의 넓이 공식의 성취수준별 정답률과 비교해보면, 우수학력과 보통학력보다는 기초학력에서 두 문항 간의 정답률 차이가 거의 세 배로 크게 나타났다(직사각형: 기초-89.1%, 삼각형: 기초-36.3%). B-14번 문항의 답지반응분포를 보면, 21.1%의 학생들이 오답인 ③번 '24cm²'을 선택하였다. 이 오답은 삼각형의 넓이 공식인 "(밑변)×(높이)÷2"에서 '÷2' 절차를 수행하지 않았을 때 나올 수 있는 수치이다. 직사각형의 넓이 공식 문제와 비교할 때, 학생들은 넓이 공식의 요소에 해당하는 수치 이외에 '÷2'와 같이 부가적으로 더 생각해야 하는 요소가 있을 경우에 정답률에 부정적인 영향을 받는 것으로 보이며, 특히 다른 성취수준에 비해 기초학력에서 그러한 영향력이 크게 작용하는 것으로 보인다.

A-15번의 마름모의 넓이와 2002년 13번의 원의 넓이를 묻는 문항에서는 문제에 공식(가로)×(세로)÷2와 (반지름)×(반지름)×3.14를 이루고 있는 요소에 해당하는 수치 대신에 다른 수치가 제시된 경우로, 각각의 정답률은 53.3%, 77.7%로 나타났다. 학생들은 주어진 수치와 공식의 요소 사이의 대응 여부를 점검하면서 문제를 해결하여야 하는데, 이러한 요구 사항이 정답률을 낮춘 요인으로 해석되며, 특히 마름모의 경우에는, 앞서 언급한 것과 마찬가지로, '÷2'라는 요소로 인해 정답률이 한층 더 낮아진 것으로 보인다.

마찬가지로, 기초학력에서 정답률이 현저히 떨어지는 것으로 보아 그러한 요소들이 정답률에 강하게 영향을 미치는 성취수준은 기초학력인 것으로 보인다.

한편 A-15번 문항의 경우 마름모의 넓이 공식을 적용하는 대신에, 삼각형의 넓이를 구하고 이를 네 배하여, 즉 (8×15÷2)×4로 구할 수 있다. 삼각형의 넓이 공식을 활용하는 데 숙달되어 있다면, 이 문제는 그리 어렵지 않았을 것이며, 실령 마름모 공식을 기억하지 못한다고 하여도 어느 정도 해결할 수 있는 문제였다. 정답률이 53.3%에 불과한 것으로 보아 넓이 공식과 관련하여 그만큼 도구적 이해만을 한 상태, 즉 개념의 표층만을 이해한 상태에 있는 학생들이 적지 않으며, 특히 보통학력과 기초학력에서 정답률이 56.3%, 28.2%로 낮게 나타나 그러한 경향이 강한 것으로 보인다.

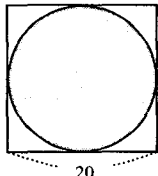
A-15. 다음 마름모의 넓이는 몇 cm²입니까?



① 120 cm² ② 240 cm²
 ③ 300 cm² ④ 360 cm²
 ⑤ 480 cm²

02-13. 지현이는 한 번의 길이가 20cm인 색종이를 이용하여 가장 큰 원을 그려내었습니다. 지현이가 그려낸 원의 넓이를 바르게 구한 것은 어느 것입니까?

① 20 × 20
 ② 10 × 3.14
 ③ 20 × 3.14
 ④ 10 × 10 × 3.14
 ⑤ 20 × 20 × 3.14



전체 정답률(%)	성취수준별 정답률(%)		
	기초	보통	우수
77.7	39.1	77.8	93.9

4. 확률과 통계

문항	문항 설명	전체 정답률 (%)	성취수준별 정답률(%)		
			기 초	보 통	우 수
A-19	줄기와 잎 그림을 바르게 읽기	89.6	80.0	94.8	99.0
A-20	주어진 자료를 나타내는데 어느 그래프가 적절한지 판단하기	72.2	52.2	78.6	93.5
B-19	띠그래프와 원그래프의 뜻을 알고 이용하기	28.0	19.8	25.9	43.1
B-22	꺾은선그래프를 보고 해석하기	67.7	34.4	74.0	94.0

B-19번 문항을 제외한 나머지 문항에서 정답률은 각각 89.6%, 72.2%, 67.7%로 대체로 높게 나타났다. 성취수준별로 보면, A-19번 문항의 경우 기초학력 수준에서조차도 80.0%의 정답률을 보여 학생들에게 쉬운 문항이었음을 알 수 있다. B-22번 문항의 경우 우수학력과 보통학력 수준에서는 정답률이 높게 나타났지만, 기초학력에서는 34.4%의 낮은 정답률을 보여 기초학력 수준의 학생들은 그래프를 해석하는 데 취약한 것으로 나타났다.

A-19. 다음은 순오네 마을에 살고 있는 어른들의 나이를 조사하여 줄기와 잎 그림으로 나타낸 것입니다. 줄기가 4인 사람은 몇 명입니까?

순오네 마을 어른들의 나이 (단위 : 살)

2	0 1 4 6 6 7
3	2 3 5 7 7
4	4 5 5 6 6 8 9
5	0 1 2 3 5 6 6 6
6	1 1 2 3 5 6 6 7 7 8 9
7	0 0 1 1 1 4 5 6 6 6 7 8

① 5명 ② 7명
 ③ 8명 ④ 11명
 ⑤ 12명

B-19번 문항에서는 정답률이 28%로 현저하게 낮게 나왔는데, 2002년 25번의 유사한 문항에서도 비슷한 현상을 찾아 볼 수 있었다. 이 두 문항의 공통점은 답지가 꺾은선그래프, 그림그래프, 막대그래프, 원그래프, 띠그래프 등 초등학교에서 다루는 그래프들로 이루어졌다는 것이다. 문제에서 제시한 상황을 가장 잘 표현하는 그래프를 선택하려면 각 그래프의 정의와 특징, 장점 등을 숙지하고 있으면서 동시에 다른 그래프들과도 비교할 수 있어야 한다. 이러한 인지적 측면에서의 부담이 정답률을 상당히 떨어뜨린 것으로 보인다. 성취수준별 정답률이 우수학력 43.1%, 보통학력 25.9%, 기초학력 19.8%로 나타나 모든 성취수준에서 어려운 것으로 나타났다.

02-25. 다음은 재철이의 몸무게를 나타낸 표입니다. 몸무게의 변화를 가장 알아보기 쉽게 나타낼 수 있는 그래프는 어느 것입니까?

< 재철이의 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

전체 정답률(%)	성취수준별 정답률(%)		
	기초	보통	우수
57.7	23.9	51.0	80.5

5. 문자와 식

초등학교의 문자와 식 영역에서 다루는 내용은 크게 '문제나 식 만들기'와 '문제해결방법'으로 구분할 수 있다. 이 중에서 문제해결방법은 제7차 교육과정에 들어서면서 본격적으로

‘문자와 식’ 영역으로 편성되었다. 문제해결방법의 교육내용을 다시 두 가지로 구분할 수 있으며, 첫째, ‘문제에서 주어진 조건을 안다’와 같은 문제해결의 각 단계와, 둘째, ‘단순화하기를 사용한 문제를 해결할 수 있다’와 같은 문제해결의 여러 가지 전략이다. 이러한 교육과정 상 변화를 반영하여 성취도 평가에서는 문제해결의 ‘단계’와 ‘전략’을 소재로 한 문항을 출제하였다.

한편 문제해결이 비록 문자와 식 영역에 포함되긴 하지만, 나머지 다른 내용 영역에서도 문제해결로 볼 수 있는 내용들이 있다. 이를테면 ‘생활 장면에서 접하게 되는 덧셈과 뺄셈이 관련된 문제 상황을 여러 가지 방법으로 해결할 수 있다’와 같은 것으로, 이 내용은 수와 연산 영역에서 속하지만 학생이 문제해결 전략을 세워 문제를 해결해야 한다는 점에서 문제해결로 충분히 볼 수 있다. 이 점을 감안하여 여기서는 문자와 식 영역뿐만 아니라 다른 내용 영역에서 출제된 문항 중에서도 문제해결에 관련 된다고 볼 수 있는 문항을 함께 분석하였다.

문항	문항 설명	전체 정답 률(%)	성취수준별 정답률(%)		
			기 초	보 통	우 수
A-22	보기에서 제시한 방법처럼 주어진 문제를 해결하기	77.2	62.7	83.6	93.3
A-24	문제를 해결한 풀이과정이 적절한지 검토하여 틀린 것 찾기	74.2	47.5	83.9	97.7
A-26	문제해결과정상에 나타난 오류를 찾아 바로 잡아 옳게 고친 것 찾기	41.4	13.2	40.7	87.7
A-30	대응표에 나타난 규칙에 따라 대응하는 수를 찾기*3)	81.1	67.4	87.2	96.6

위에 제시된 문항은 문제해결의 각 단계를 소재로 한 문항들로, 정답률은 A-26번을 제외한 나머지 문항에서 70% 대 이상으로 높게 나타났다. 이 문항들은 학생들에게 문제 해결의 전단계를 거쳐 답을 이끌어내는 것을 요구하는 것이 아니라 문제의 이해 단계, 문제의 반성 단계 등 특정 단계에 초점을 둔 문항이기 때문에, 문제해결 능력을 부분적으로 평가하고 있는 것이며, 성취도 평가 결과를 놓고 볼 때 학생들이 그런 측면에서는 성취도가 높은 것으로 보인다.

성취수준별로 보면, 우수학력 수준에서는 모든 문항에서 상당히 높은 정답률을 보여 성취도가 높게 나타났으며, 이에 대해 보통학력 수준에서는 대체로 80% 이상의 높은 정답률을 보인 가운데 A-26번 문항에서 40.7%의 낮은 정답률을 나타내었다. A-26번을 A-24번 문항과 대비해 보면, A-24번 문항은 풀이 과정 중에서도 틀린 것만을 찾으면 그것으로 문제가 해결되고, A-26번은 틀린 것을 찾아 고치는 단계까지 진행하여 A-24번 문항보다 한 단계 더 전진하는 것이기 때문에 보통학력 수준에서 정답률이 그만큼 낮아진 것으로 보인다.

따라서 보통학력에서는 주어진 풀이 과정에서 틀린 것을 찾는 데에는 능숙하지만 그 오류를 바로 잡는 데에는 다소간 취약한 것으로 보인다.

기초학력의 경우 A-24번과 A-26번 문항에서 각각 47.5%, 13.2%의 정답률을 보여, 문제에서 틀린 것을 찾는 것이나 오류를 바로 잡는 데 취약한 것으로 나타났으며, 특히 후자에서 심한 것으로 나타났다.

3) 이 문제는 엄밀하게 말하면 규칙성과 함수 영역에 속하지만, 제시된 문제에 규칙을 담은 표가 제시되어 있어 문제해결 단계의 일부가 제시되어 있고 학생은 나머지 단계만을 거쳐 해결하면 된다는 점에서 ‘문제 해결의 단계를 소재로 한 문항’으로 분류하였다.

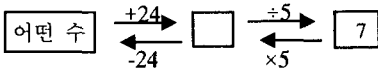
A-22. 보기와 같은 방법으로 문제를 해결하려고 합니다. 어떤 수에 13을 더한 수를 4로 나누었더니 8이 되었습니다. 어떤 수는 얼마입니까?

<보기>

【문제】

어떤 수에 24를 더한 수를 5로 나누었더니 7이 되었습니다. 어떤 수는 얼마입니까?

(풀이)



식 : $7 \times 5 - 24 = 11$

답 : 어떤 수는 11입니다.

- ① 7 ② 11
③ 15 ④ 19 ⑤ 45

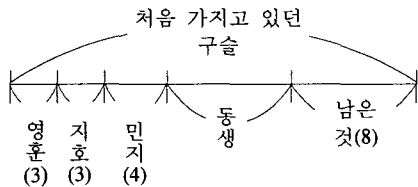
A-24. 다음 문제의 <풀이> 중 틀린 것은 어느 것입니까?

<문제>

지혜는 구슬을 가지고 있습니다. 그 중에서 영훈이와 지호에게 각각 3개씩을 주고 민지에게 4개를 주었습니다. 그리고 남은 것의 $\frac{1}{2}$ 을 동생에게 주었더니 8개가 남았습니다. 지혜가 처음에 가지고 있던 구슬은 몇 개입니까?

<풀이>

- ① 구하려는 것은 지혜가 처음에 가지고 있던 구슬의 개수입니다.
② 영훈, 지호, 민지에게 준 구슬의 수는 $3+3+4$ 입니다.
③ 그림으로 나타내면 다음과 같습니다.



- ④ 동생에게 준 구슬은 영훈, 지호, 민지에게 주고 남은 구슬의 $\frac{1}{2}$ 입니다.
⑤ 구하려는 것은 $3+3+4+8=18$ (개)입니다.

A-26. 다음 문제의 <풀이>에서 틀린 곳을 찾아 바르게 고친 것은 어느 것입니까?

<문제>

병은이네 화단의 넓이는 20 m^2 입니다. 이 화단의 $\frac{1}{5}$ 에는 봉숭아를 심고, 6 m^2 에는 채송화를 심었으며 남은 부분의 $\frac{1}{4}$ 에는 분꽃을 심었습니다. 그리고 남은 부분에는 과꽃을 심으려고 합니다. 과꽃을 심을 화단의 넓이는 몇 m^2 입니까?

<풀이>

과꽃을 심을 밭의 넓이 :
(전체 넓이) - (봉숭아를 심은 밭의 넓이)
- (채송화를 심은 밭의 넓이) - (분꽃을 심은 밭의 넓이)

$$= 20 - 20 \times \frac{1}{5} - 6 - 20 \times \frac{1}{4} = 5 \text{ m}^2$$

- ① $20 - 20 \times \frac{1}{5} - 6 - 20 \times \frac{1}{4} = 7.5 \text{ m}^2$
② $20 - 20 \times \frac{1}{5} - 6 - 16 \times \frac{1}{4} = 6 \text{ m}^2$
③ $20 - 20 \times \frac{1}{5} - 6 - 14 \times \frac{1}{4} = 6.5 \text{ m}^2$
④ $20 - 20 \times \frac{1}{5} - 6 - 12 \times \frac{1}{4} = 7 \text{ m}^2$
⑤ $20 - 20 \times \frac{1}{5} - 6 - 10 \times \frac{1}{4} = 7.5 \text{ m}^2$

문항	문항 설명	전체 정답률 (%)	성취수준별 정답률 (%)		
			기초	보통	우수
A-23	단순화 하여 최단 경로의 수를 구하기	56.0	36.5	57.9	84.9
B-25	규칙을 찾아 해결하기	59.2	35.9	61.4	83.2

위의 문항들은 학생이 문제해결의 전 과정을 밟아 답을 구하는 문제로, 문제의 이해, 전략 선택, 계산 등 전 과정을 거쳐서 답을 찾아야 하는 것이다. 이 문항들의 정답률은 60% 미만으로 앞서 살펴본 유형의 문항들에 비해 낮게 나타났다. 성취수준별로 보면 우수학력의 경우에는 80% 대의 정답률이었으며, 보통학력은 60% 안팎, 기초학력은 30% 대를 나타내었다.

A-23. 다음 그림은 집에서 학교까지 가는 길을 나타낸 것입니다. 집에서 학교까지 가는 가장 짧은 길은 몇 가지입니까?
 ① 5가지 ② 6가지
 ③ 7가지 ④ 8가지
 ⑤ 9가지

문항	문항 설명	전체 정답률(%)	성취수준별 정답률(%)		
			기초	보통	우수
A-6	생활 장면의 문제를 해결하기 위해 분모가 다른 분수의 덧셈과 뺄셈을 하기	47.7	19.2	49.3	88.2
A-17	몇 개의 기본도형으로 이루어진 도형의 둘레의 길이를 구하기	35.2	10.5	32.0	81.2
A-18	몇 개의 기본 입체도형으로 이루어진 복합도형의 부피를 구하기	29.2	24.5	22.5	53.6
A-25	실생활 소재를 사용하여 규칙을 찾아 문제를 해결하기	59.8	41.7	63.1	85.0
B-6	생활 장면의 문제를 해결하기 위해 분모가 다른 분수의 덧셈과 뺄셈을 하기	44.0	29.2	40.5	70.6
B-12	각뿔의 모서리의 수를 주어진 규칙에 따라 구하기	50.6	24.8	51.6	79.2

각 단계의 의미를 알고 있는지를 평가하는 문항, 문제해결의 전 과정을 밟아 스스로 해결전략을 찾고 실제로 해결하여 답을 구하는 문항, 수와 연산, 도형 영역 등과 연관된 문제해결 문항 순으로 정답률이 낮아지는 것을 알 수 있었다. 제7차 수학과 교육과정에서는 문제해결의 각 단계와 전략을 가르칠 경우 문제해결 능력을 신장시키는 데 모종의 도움이 될 것이라고 전제한 것으로 보인다. 이번 성취도 평가의 결과를 시발점으로 하여 그러한 전제가 타당하고 유효한지를 심층적으로 연구해 볼 필요가 있다고 여겨진다.

A-17. 다음 그림은 정사각형을 합동인 4개의 직사각형으로 나눈 것입니다. 한 직사각형의 둘레의 길이가 100 cm일 때, 정사각형의 둘레의 길이는 몇 cm입니까?
 ① 100 cm ② 120 cm
 ③ 160 cm ④ 200 cm
 ⑤ 400 cm

위의 문항들은 문자와 식 영역이 아닌 다른 내용 영역에서 출제된 문제해결 문항으로, 대체로 정답률이 50% 이하로 낮게 나타났다. 성취수준별로는 우수학력의 경우에는 정답률이 50%대 1문항, 70%대 2문항, 80%대 3문항으로 앞서 살펴본 두 번째 유형의 문항들에 비해 정답률 간의 편차가 다소 크게 나타났다. 보통학력에서는 A-25번과 B-12번 문항을 제외하면 정답률이 50% 이하로 나타났다. 이는 보통학력의 정답률이 첫 번째 유형의 문항에서는 80%대, 두 번째 유형의 문항에서 60% 안팎의 정답률을 보였던 것과 대비되었다.

지금까지 문제해결문항의 유형을 세 가지로 나누어 학생 반응을 살펴본 결과, 문제해결의

6. 규칙성과 함수

문항	문항 설명	전체 정답률(%)	성취수준별 정답률(%)		
			기초	보통	우수
A-27	대응표에 나타난 규칙에 따라 대응하는 수를 찾기	93.6	88.8	97.4	99.6
A-30	실생활 소재의 대응표에 나타난 규칙을 찾아 대응하는 수를 찾기	81.1	67.4	87.2	96.6
B-12	각뿔의 모서리의 수를 주어진 규칙에 따라 구하기	50.6	24.8	51.6	79.2
B-27	주어진 비를 간단한 자연수의 비로 나타내기	86.2	64.6	93.0	99.1
B-30	실생활 소재의 대응표에 나타난 규칙을 찾아 대응하는 수를 찾기	59.2	30.2	60.9	89.7

이번 성취도 평가에서 규칙 찾기에 포함될 수 있는 문항은 모두 4문항이었다. 이 중에서 A-27번과 A-30번의 결과를 보면, 두 문항의 전체 정답률이 각각 93.6%와 81.1%로 높게 나타났으며, 성취수준별로는 기초학력에서도 각각 88.8%, 67.8%로 높게 나타나 대부분의 학생들이 쉽게 이 문항들을 풀 수 있었던 것으로 나타났다.

A-27. 다음 대응표의 빈 칸에 알맞은 수는 얼마입니까?

가	1	2	3	...	10	...
나	3	4	5

① 3 ② 4
 ③ 12 ④ 20 ⑤ 30

그런데, 비공개 문항인 B-12번과 B-30번 문항의 결과에서는 각각의 정답률이 50.6%, 59.2%로 낮은 정답률을 나타내었다. 정답률이 높은 공개 문항과 정답률이 낮은 비공개 문항을 비교하여 보면, 전자의 경우에는 문항에 규칙이 적힌 표가 제시되어 있어 학생들이 규칙을 찾기 위해 표를 스스로 만들어 보는 단계 자체가 생략되기 때문에 학생들이 쉽게 문제를 해결 할 수 있었던 것으로 보인다. 반면에 비공개 문항 중 한 문항에서는 학생이 규칙을 찾는 문항이지만 표가 제시되어 있지 않아 학생이 스스로 표를 만들어야 풀 수 있는 문제였다. 즉 문제를 해결하려면 학생은 좀더 많은 문제해결 단계를 스스로 밟아야 하는 것이다. 또 다른 정답률이 낮은 비공개 문항은 규칙이 동반된 상황에 주어진 자료가 복잡한 문항으로, 이를테면 초를 분으로 고치는 과정이 있는데, 규칙을 찾는 것과 상관없이 그 과정이 학생들에게 어려움을 주었던 것으로 보인다.

IV. 초등학교 6학년 학생들의 수학 성취수준별 특징 추출

이 장에서는 지금까지 살펴본 문항 분석 내용을 토대로 하여 각 성취수준별 특징을 추출하였다. 구체적으로 특징들을 열거하기에 앞서, 전체로 삼아야 할 몇 가지 사항을 언급하고자 한다.

먼저 이 연구에서는 성취수준을 우수학력, 보통학력, 기초학력, 기초학력미달로 구분하였다. 2003년 성취도 평가 결과 초등학교 6학년의 각 성취수준별 비율은 21.0%, 51.1%, 24.2%, 3.7%로 나타났으며, 이를 초등학교 학급당 평균 학생 수에 적용하여 보면, 대략 우수학력은 6명, 보통학력은 15명, 기초학력은 7명, 기초학력미달은 2명 정도이다. 이하에서 살펴볼 내용들은 이러한 조건 아래에서 나온 성취수준별 특징이라는 점을 기억해야 할 것이다. ‘조건’이 다를 경우에는 다른 결론이 나올 수 있으며, 이하의 결론을 활용하고자 할 때에는 ‘조건’이 위와 같았다는 점을 염두에 두고 적합하게 활용하여야 할 것이다.

다음으로, 한 성취수준에서 학생들이 ‘할 수 있다’, 또는 ‘안다’로 제시된 내용을 그 수준의 ‘모든’ 학생들은 할 수 있거나 안다로 받아들여서는 안 되며, 대략 70% 이상의 학생들이 ‘할 수 있다’ 또는 ‘안다’라는 식의 확률적 의미를 가지고 받아들여야 할 것이다.

셋째, 한 성취수준에서 여러 가지 특징들이 열거되어 있는데, 그 수준에 속한 학생은 그 모든 특징을 가지고 있다는 ‘교집합’ 의미로 받아들여서는 안 될 것이다. 예컨대 어떤 학생이 기초학력에 속한다고 해서 이하 열거된 기초학력의 특징을 모두 가지고 있는 것은 아니며, 또한 우수학력의 특징을 전혀 가지고 있지 않은 것도 아니다.

넷째, 대체로 상위 성취수준에 속한 학생들은 하위 성취수준의 특징을 포함하고, 반대로 하위 성취수준에 속한 학생들은 상위 성취수준에서 특징으로 진술된 내용에 있어 성취도가 부족한 것으로 받아들일 수 있다.

1. 기초학력 수준

- ◎ 1보다 작고 분모가 10의 거듭제곱인 분수를 소수로 바꾸는 것과 같이 간단한 수 개념을 이해할 수 있다. 그런데 수에 대한 개념적 이해와 약분과 같은 절차적 지식을 동시에 요구하는 문항에서는 취약하다.
- ◎ 시, 분, 초를 사용한 시간의 덧셈과 같이 간단한 계산 문제를 잘 해결할 수 있다. 그런데 간단한 계산 문제이라도 문제에서 수학 용어에 대한 개념적 이해를 요구하는 경우 다소 크게 영향을 받아 정답률이 낮아지는 경향이 있다.
- ◎ 분모가 같은 가분수나 대분수와 같이 단순한 구조를 지닌 수의 대소 비교를 할 수 있다. 그런데 분모가 다르거나 다소 복잡한 분수와 소수를 서로 비교하는 문제에서는 취약하다.
- ◎ 합동과 같이 오개념이 일어날 가능성이 적은 도형의 개념에 해당하는 예를 찾을 수 있다. 그런데 언어적 정의를 사용하여 판별하는 데에는 취약하다.
- ◎ 도형의 그림이 주어진 상태에서 그 도형의 성질을 분석할 수 있다. 그런데 이차원 표현으로부터 삼차원 모양을 상상하여 문제를 해결하는 능력에서는 취약하다.
- ◎ 수의 범위를 나타내는 용어(이상, 이하, 초과, 미만)의 뜻을 알고 해당되는 수를 찾을 수 있다. 그런데 특정 자리에서 어림(예를 들어 반올림)하는 능력은 취약하다.
- ◎ 직사각형의 넓이 공식과 같이 부가적인 요소, 즉 '+2'와 같은 요소가 없는 간단한 도형의 넓이를 잘 구할 수 있다. 그런데 그러한 부가적인 요소가 있는 도형의 넓이를 구하는 데에는 취약하다.
- ◎ 줄기와 옆 그림에서 줄기와 같이 그래프와 관련된 간단한 용어의 뜻을 알 수 있다. 그런데 그래프로부터 여러 가지 사실을 해석하는 데에는 취약하다.
- ◎ 보기에 주어진 간단한 문제해결방법을 따라 문제를 해결할 수 있다. 그런데 문제해결전략을 직접 생각해 내어 해결해야 하는 능력이거나 여러 수학적 개념을 활용하여 실생활 문제를 해결하는 능력은 부족하다.
- ◎ 대응표에서 간단한 규칙을 찾아 대응하는 수를 찾을 수 있다. 그런데 문제에 대응표가 없거나 제시된 상황을 이해하는 데 수학적 개념에 대한 이해가 필요한 경우 낮은 성취도를 나타내었다.

2. 보통학력 수준

- ◎ 1보다 큰 소수를 대분수로 고칠 수 있다.
- ◎ 자리수가 다른 소수의 덧셈을 할 수 있고, 도형에 관한 용어의 이해를 필요로 하는 상황에서 간단한 소수와 자연수의 곱을 계산할 수 있다. 그런데 생활 장면의 문제에서 분수의 사칙계산을 하는 데에는 취약하다.
- ◎ 괄호가 제시된 식의 사칙혼합계산을 할 수 있다. 그런데 괄호가 없는 식의 사칙혼합계산에는 취약하다.
- ◎ 분모가 다르거나 다소 복잡한 분수와 소수를 비교할 수 있다.
- ◎ 도형의 그림을 상상하여 그 성질을 분석할 수 있다.
- ◎ 넓이 공식에 '+2'와 같은 부가적인 요소가 있

는 경우인 삼각형과 마름모의 넓이 공식 중
에서 삼각형의 넓이 공식은 잘 적용하지만
마름모의 넓이 공식은 잘 적용하지 못한다.

- ◎ 통계 그래프를 보고 해석할 수 있다. 그런데 답지에 여러 가지 그래프가 동시에 제시되고 있어 각 그래프의 정의와 특징, 장점 등을 알고 서로 비교하여야 하는 문제에서는 성취도가 매우 낮았다.
- ◎ 문제해결 과정을 보고 틀린 곳을 찾을 수 있다. 그런데 오류를 수정하는 데에는 취약하다.
- ◎ 간단한 전략을 적용하여 문제를 해결할 수 있다. 그런데 여러 수학적 개념을 활용한 실생활 문제를 해결하는 능력은 부족하다.
- ◎ 규칙은 간단하지만 다른 용어의 이해를 필요로 하는 문제에서 규칙을 찾아 문제를 해결할 수 있다.

3. 우수학력 수준

- ◎ 괄호가 없는 사칙혼합계산 문제를 해결할 수 있다.
- ◎ 선대칭도형과 같이 이미지가 복잡한 도형의 용어의 뜻을 알고 해당하는 예를 찾을 수 있다.
- ◎ 복잡한 문제해결과정에서 나타난 오류를 찾아 이를 바르게 고칠 수 있다.
- ◎ 실생활 맥락에서 두 가지 이상의 개념에 대한 이해와 다소 복잡한 계산 능력이 요구되는 문제를 해결할 수 있다.

V. 결 론

이 연구에서는 2003년 수학과 국가수준 학업
성취도 평가를 분석한 결과로 얻은 문항에 따

른 성취수준별 정답률을 통하여 우리나라 초등학교 6학년 학생들의 성취수준별 특징을 추출하였다. 학업성취도 평가에 참여한 학생들은 전국 초등학교 6학년 학생들의 1%로 전국적인 대표성을 갖도록 비례유층 군집표집 방법으로 표집 되었다. 또한 학생들의 성취수준을 구분할 때, modified Angoff Method를 적용하여 9명의 현장 교사들과 함께 장시간 각 성취수준의 의미에 관하여 의견을 나누고 문항별 분석을 통하여 얻은 분할점수를 사용하였다. 이와 같이 학생들의 성취수준을 구분하기까지 각 절차에서 신중을 기하였기 때문에, 그러한 결과에 기초하여 분석한 이 논문의 내용은 일정 부분 타당성을 지닌다고 생각한다.

이 논문에서 밝힌 성취수준별 특징은 수준별 교수학습 방안을 강구할 때 기초 자료로 사용될 수 있을 것이며, 특히 하위 성취수준에서 상위 성취수준으로 수준을 높이하고자 할 때 학습자의 결손을 채워주기 위해 주력해야 하는 교육내용이나 교수·학습 방식이 무엇인지를 파악하는 데 유용한 정보를 줄 수 있다. 또한 교과서에서 ‘보충, 기본, 심화’나, ‘뿌리, 줄기, 열매’ 등과 같은 명칭을 사용하여 교육 내용의 수준을 다루고 있는데, 각 명칭에 해당하는 수준을 어느 정도까지 할 것인지를 정하는 데에도 유용한 지침이 될 수 있을 것으로 기대된다. 특히 이 논문에서는 초등학교 6학년을 대상으로 2학기에 시행된 평가의 결과이기 때문에 이 결과로부터 중학교에 입학하는 학생들의 수준이 대체로 어느 정도인지를 알 수 있으므로, 이는 현행 중학교 1학년 교육내용과 지도 방법 등을 비추어보는 거울 역할을 할 수 있을 것이다.

2003년 성취도 평가에서 초등학교 6학년의 경우 48문항이 출제되었는데, 문항 수에서 알 수 있다시피, 초등학교에서 다루는 많은 내용

들 중에서 시험 문항으로 다루어진 것은 일부
분이다. 따라서 이번 평가에서 다루지 못한 내
용들에 대해서는 학생들의 성취수준을 알 수
없다는 한계를 지니고 있다. 물론 출제된 내용
들에서 나타난 결과를 그렇지 않은 내용들에
대해서도 확대 적용하여 해석할 수는 있지만,
그것도 필시 한계가 있을 것이다. 이후에도 지
속적으로 실시될 국가수준 학업성취도 평가를
통해 이와 같은 종류의 기초 자료를 차곡차곡
쌓은 작업이 계속되어 틈을 메우고 내실을 기
하는 노력이 지속되어야 할 것이다.

참고문헌

- 교육부(1998). **수학과 교육과정**. 서울: 대한교
과서주식회사.
- 나귀수 · 한경혜 · 황혜정 · 이명희 · 채선희 · 설
현수 · 김정희(2001). **2001년도 국가수준 교
육성취도 평가 연구 -수학-**. 한국교육과정
평가원. 연구보고 RRE 2001-5-4.
- 나귀수 · 이봉주 · 한경혜 · 최석진 · 김경희 · 양
명희 · 이명희(2002). **2002년 국가수준 학업
성취도 평가 연구(I) -수학-**. 한국교육과
정평가원. 연구보고 RRE 2002-1-4.
- 조영미 · 이대현 · 이봉주(2004). **2003년 국가수
준 학업성취도 평가 연구-수학-**. 한국교육
과정평가원. 연구보고 RRE-2004-1-4.
- 조영미 · 이봉주 · 나귀수(2004). 2002년 국가수
준 학업성취도 평가 결과 분석(I)-수학과의
성취수준 비율을 중심으로-. **학교수학**, 6(3),
301-312.

Investigations into the Characteristics of Students
in Grade 6 According to Achievement Levels
- The Result Analysis of National Assessment
of Educational Achievement in 2003 -

Cho, Young Mi (KICE)

One of the major results of National Assessment of Educational Achievement in 2003 is that the final test results were reported by four levels such as Advanced, Proficient, Basic, and Below Basic. We used it to investigate into the characteristics of students according to achievement levels, and finally we listed them. We think that these results will be a help to instructions according to achievement levels.

* key words : achievement level(성취수준), national assessment of educational achievement(국가수준학업성취도평가), modified Angoff method(양고프 방법)

논문접수 : 2005. 1. 5

심사완료 : 2005. 3. 9