

국가수준 학업성취도 평가를 통한 중학교 3학년의 수학과 교육과정 성취기준에 대한 이해도 분석¹⁾

임 해 미(한국교육과정평가원 연구위원)*

<요 약>

이 연구에서는 2009 개정 수학과 교육과정이 적용된 이후 최초로 시행된 2015년 국가수준 학업성취도 평가의 중학교 수학과 평가 결과를 분석하여 2009 개정 수학과 교육과정의 성취기준에 대한 이해도를 살펴보고자 하였다. 이를 위하여 첫째, 2015년 국가수준 학업성취도 수학과 평가의 특징 및 주요 결과를 수학과 평가들의 내용 영역을 중심으로 살펴보았다. 둘째, 2009 개정 수학과 교육과정의 성취기준별 성취도 문항의 정답률을 분석하여 2009 개정 교육과정에 대한 이해도를 살펴보았다. 셋째, 2015년 학업성취도 수학과 평가에 출제된 서답형 문항 중 정답률이 가장 낮고 다양한 유형의 응답 반응이 나타난 서답형 1번 문항의 결과를 분석하였다. 그 결과, 우리나라 중학교 3학년 학생들은 ‘문자와 식’ 영역에 대한 정답률이 가장 높고, ‘함수’ 영역의 정답률이 가장 낮았다. 성취수준별로는 우수학력과 보통학력 수준은 ‘함수’ 영역의 정답률이 가장 낮았으며, 기초학력 이하에서는 ‘수와 연산’ 영역의 정답률이 가장 낮았다. 수학 점수와 가장 상관이 높은 내용 영역은 ‘문자와 식’ 영역이었으며, 이밖에도 내용 영역별 성취기준에 대한 이해도, 성취수준별 성취 특성을 살펴보았다. 2015년 국가수준 학업성취도 평가 결과는 향후 연도별 추이 변화를 살펴보는 기준점이 될 수 있으며, 지속적인 추이 분석을 통해 교수 학습 개선, 교육과정 점검을 위한 의미 있는 결과가 도출할 수 있기를 기대한다.

주제어 : 국가수준 학업성취도 평가, 2009 개정 수학과 교육과정, 성취기준

1) 이 연구는 한국교육과정평가원에서 수행한 “2015년 국가수준 학업성취도 평가 결과 분석 - 수학-” (이인호 외, 2016a), “2015년 국가수준 학업성취도 평가의 서답형 문항 심층 분석 - 수학-” (이인호 외, 2016b)의 내용 중 일부를 토대로 재분석한 것임.

* 제1저자 및 교신저자, rimhm@kice.re.kr

I. 서론

우리나라와 같이 국가교육과정을 적용하는 경우, 국가수준에서 학생들이 교육과정에 대해 어느 정도의 이해도를 가지고 있는지 확인하고 추이를 분석하는 것은 교육의 질 점검 차원에서 매우 중요하다고 볼 수 있다. 국가수준 학업성취도 평가(이하 학업성취도 평가)는 교육과정의 질 관리를 목표로 교육과정에 제시된 교육 내용에 대한 학생들의 이해도를 평가하기 위해 학력을 양화하고 성취수준별 비율을 산출하고 있으며, 수학과 학업성취도 평가에서는 교육과정에 제시된 교육 내용을 기초로 성취기준과 성취수준을 마련하고 이에 근거하여 평가 문항을 개발해왔다(조영미, 2006, p. 202).

국가수준에서 학교 교육의 성과를 점검하는 것에 대한 중요성은 우리나라에서만 강조된 것이 아니라, 노르웨이, 덴마크, 독일, 영국 등의 국가에서도 국가수준의 학업성취도 평가를 전수로 시행하고 있다(김경희 외, 2014, pp.46-48). 우리나라의 국가수준 학업성취도 평가는 1998년 수립된 기본 계획에 따라 2000년에 표집평가로 시작하여 2008년부터 2016년까지 전수평가로 시행해왔으며, 2017년에 다시 표집평가로 전환되었다. 학업성취도 평가의 결과는 평가 교과의 해당 연도의 점수뿐만 아니라 추이변화를 살펴볼 수 있으며, 이와 더불어 성취수준별, 지역별 성취 특성, 설문을 통한 교육맥락변인 영향력 조사 등을 할 수 있다. 전수평가로 시행된 학업성취도 평가 결과는 해당 학년 학생들의 전체적인 성취를 직접적으로 파악할 수 있다는 점에서 매우 의미가 있다.

이 연구에서는 2009 개정 수학과 교육과정이 적용된 이후 최초로 시행된 2015년 학업성취도 평가의 중학교 수학과 평가 결과를 분석하여 중학교 3학년 학생들의 2009 개정 수학과 교육과정 성취기준에 대한 이해도를 살펴보고자 한다. 이를 위하여 첫째, 2015년 국가수준 학업성취도 수학과 평가의 특징 및 주요 결과를 수학과 평가들의 내용 영역을 중심으로 살펴본다. 둘째, 2009 개정 수학과 교육과정의 성취기준별 성취도 문항의 정답률을 분석하여 2009 개정 교육과정에 대한 이해도를 살펴본다. 이와 함께 2009 개정 중점과 관련된 부분의 성취도 함께 살펴보고자 한다. 셋째, 2015년 학업성취도 수학과 평가에 출제된 서답형 문항 중 정답률이 가장 낮고 다양한 유형의 응답 반응이 나타난 서답형 1번 문항의 결과를 분석하고자 한다. 이상의 결과를 토대로 우리나라 중학생들의 수학 성취기준에 대한 이해도 및 서답형 문항에 대한 해결 능력을 종합하여 수학 교수 학습에 대한 시사점을 도출하고자 한다.

II. 2015년 국가수준 학업성취도 평가의 수학과 평가 개요

2015년 학업성취도 평가는 전국의 중학교 3학년 학생을 대상으로 2015년 6월 23일(화)에 실시되었다²⁾. 평가 범위는 평가를 실시하기 전, 전국의 중학교를 대상으로 2015년 5월 31일까지 이수할 것으로 예상되는 교육과정 이수 현황을 조사하여 결정했는데, 평가 범위는 중학교 1학년과 2학년 전 과정과 중학교 3학년 과정 중 ‘다항식의 인수분해’까지였다. 학업성취도 평가의 문항 유형은 크게 선다형과 서답형의 두 가지로 구분되며, 서답형 중 한 문항은 풀이과정과 답을 쓰는 서술형 문항으로 출제되었다. 문항 수는 총 33문항(선다형 29문항, 서답형 4문항)이며, 서답형의 하위문항을 모두 포함하면 총 38문항(선다형 29문항, 서답형 9문항)이었다(이인호 외, 2016a).

2015년 학업성취도 평가의 수학과 평가들은 내용 영역과 행동 영역으로 구분된다. 이때, 내용 영역은 2009 개정 수학과 교육과정의 내용 영역 구분과 동일하게 수와 연산, 문자와 식, 함수, 확률과 통계, 기하의 5개 영역으로 나뉘며, 행동 영역은 계산, 이해, 추론, 문제해결의 4개 영역으로 나뉜다. <표 II-1>은 2015년 학업성취도 평가의 영역별 문항수이다(이인호 외, 2016a, p.7). 문자와 식과 기하 영역의 문항 수가 각각 9문항으로 가장 많고, 확률과 통계 영역의 문항 수가 4문항으로 가장 작았는데, 이는 평가 범위에 포함된 성취기준의 수와 관련된다.

<표 II-1> 2015년 학업성취도 평가의 중학교 영역별 문항 수

행동 영역 내용 영역	계산	이해	추론	문제해결	계
수와 연산	2	2		1	5 (15.2)
문자와 식	4	1	2	2	9 (27.3)
함수		4		2	6 (18.2)
확률과 통계		2	1	1	4 (12.1)
기하		2	4	3	9 (27.3)
계	6 (18.2)	11 (33.3)	7 (21.2)	9 (27.3)	33 (100.0)

출처 : 이인호 외(2016a, p.7)

학업성취도 평가 점수는 평균 200점, 표준편차 30, 범위 50~350점으로 산출한다(김수진 외, 2016). 2015년 학업성취도 평가에는 총 581,344명이 참여했으며, 평균은 198.90점, 표준편차는

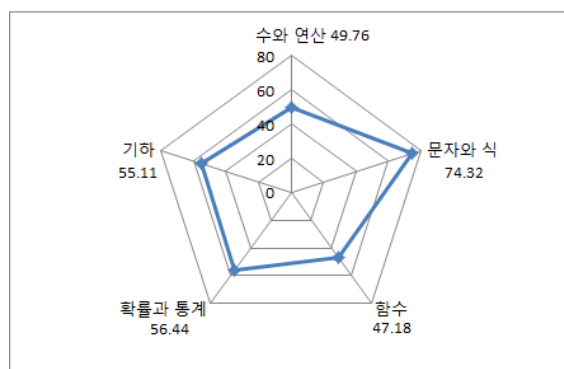
2) 2015년 학업성취도 평가에서 국어, 수학, 영어 교과는 중학교 3학년, 고등학교 2학년을 대상으로 전수 평가로 시행되었고, 사회, 과학 교과는 중학교 3학년을 대상으로 표집평가로 시행됨. 고등학교는 일반 계에 한하여 참여하였으며, 제외 한국학교는 8개교가 참여하였음(이인호 외, 2016c, p.18).

42.59였다. 성취수준별 비율은 우수학력 18.80%, 보통학력 47.41%, 기초학력 29.21%, 기초학력미달 4.58%로 나타났다(이인호 외, 2016a, pp. 17-18). <표 II-2>는 내용 영역별 정답률과 성취수준별 정답률이다.

<표 II-2> 2015년 학업성취도 평가의 중학교 내용 영역별 정답률

내용 영역 \ 정답률	전체 정답률(%)	표준편차	성취수준별 정답률(%)			
			우수	보통	기초	기초학력미달
수와 연산	49.76	11.82	91.92	56.89	17.65	7.60
문자와 식	74.32	10.53	98.94	87.31	46.44	16.52
함수	47.18	2.13	87.17	49.32	23.15	14.21
확률과 통계	56.44	12.22	87.81	59.96	36.83	16.43
기하	54.47	18.50	87.35	59.86	33.16	12.24

평가 문항은 출제 범위에 포함된 내용 영역의 성취기준 수의 비율을 고려하여 구성하였으며, 각 내용 영역 내의 난이도가 고르게 배분되어있기 때문에 평균 정답률을 통해 해당 내용 영역에 대한 학생들의 성취도를 가늠할 수 있다. 2015년 평가 결과, 중학교 수학과 내용 영역의 정답률은 문자와 식, 확률과 통계, 기하, 수와 연산, 함수 순으로 나타났다. 문자와 식 영역은 정답률이 74.32%였고, 함수 영역의 정답률은 47.18%였다. 성취수준별 정답률을 살펴보면, 모든 성취수준에서 문자와 식 영역의 정답률이 가장 높았다. 우수학력과 보통학력 수준은 함수 영역의 정답률이 가장 낮았으며, 기초학력, 기초학력 미달은 수와 연산 영역의 정답률이 가장 낮았다. 수와 연산은 정수, 유리수, 실수를 이해하고 연산을 할 수 있는지에 대한 것으로 수학 학습의 기초가 되는 영역이다. 따라서 기초학력 이하 수준의 학생들을 대상으로 중학교 과정에서 수와 연산 영역에 대한 기초를 탄탄히 할 수 있는 충분한 학습이 이루어질 필요가 있다. 내용 영역별 정답률을 도식화하면 [그림 II-1]과 같다.



[그림 II-1] 내용 영역별 평균 정답률

한편 수학과와 내용 영역들은 서로 다른 영역의 학습에 영향을 주게 되는데, 각 내용 영역별 상관을 분석하면 <표 II-3>과 같다(이인호 외, 2016a, p.26). 전체 수학 점수와 상관이 가장 높은 영역은 문자와 식(.888)이었으며, 그 다음은 기하, 수와 연산, 함수, 확률과 통계 영역의 순이었다. 수와 연산 영역은 문자와 식 영역과 가장 상관이 높았고, 함수 영역은 기하 영역과 가장 상관이 높았다. 확률과 통계 영역도 기하 영역과 상관이 높았으나 다른 영역과의 상관이 가장 낮은 영역으로 나타났다.

<표 II-3> 2015년 학업성취도 평가의 중학교 내용 영역 간 상관

내용 영역 내용 영역	수와 연산	문자와 식	함수	확률과 통계	기하
수와 연산	1	.725	.672	.544	.676
문자와 식	.725	1	.668	.550	.686
함수	.672	.668	1	.548	.687
확률과 통계	.544	.550	.548	1	.566
기하	.676	.686	.687	.566	1
전체	.858	.888	.852	.701	.879

출처 : 이인호 외(2016a, p.26)을 재수정

III. 교육과정 내용 영역별 이해도 점검

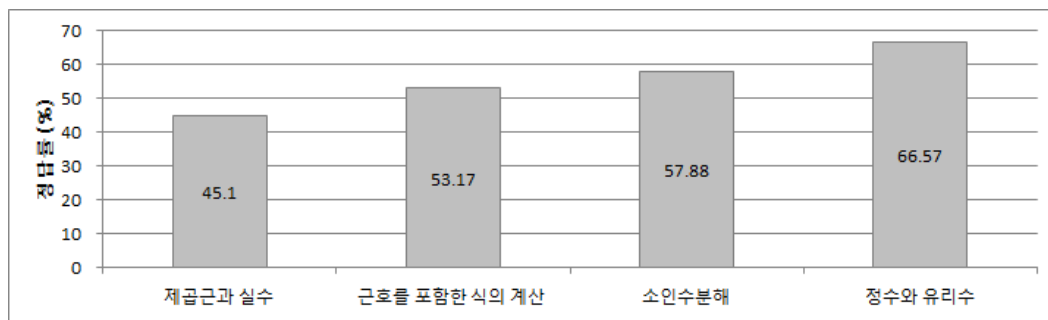
국가수준 학업성취도 평가의 주요 목적은 학생들이 교육과정에 대한 성취수준을 어느 정도 이해하고 있는지를 점검하고, 그 결과를 토대로 교육과정, 교수학습, 교육방법 등에 대한 시사점을 제시하는 데 있다. 이 장에서는 2015 학업성취도 평가 결과를 통해 조사된 교육과정의 내용 영역별, 성취기준별 정답률을 토대로 교육과정에 대한 이해도를 살펴보고자 한다.

정답률에는 문항의 난이도가 반영되기 때문에 정답률이 중영역별 또는 성취기준별 이해도를 비교하는 완벽한 잣대가 될 수는 없으나, 국가수준 학업성취도 평가에서는 해당 성취기준에 대한 이해를 평가할 목적으로 성취기준에 대해 직접적이고 보편적인 문항을 출제하기 때문에, 정답률이 성취기준에 대한 이해도를 가늠하는 정보가 될 수 있다. 내용 영역별로는 해당 영역 내에서 정답률이 가장 높거나 가장 낮은 성취기준, 다른 문항과 비교하여 성취수준별 정답률이 다른 양상을 나타낸 경우를 중심으로 서술하였다. 한편 중학교는 1~3학년군제로 편성되지만 이 장의 일부 내용에서는 독자의 편의를 위해 교과서(수학1, 수학2, 수학3)의 내용 구성 및 대부분의 학교에서 해당 내용을 다루는 학년을 반영하여 제시하였다.

1. 수와 연산 영역

중학교 수학과 교육과정의 수와 연산 영역에서는 수 체계를 실수 체계까지 확장하고 확장한 수 체계에서 사칙계산의 원리와 연산의 구조를 이해할 수 있는지를 중점적으로 다룬다. 학교수학은 수와 그 연산의 개념에 대한 학습으로부터 시작한다고 볼 수 있다(김남희 외, 2008). 내용 영역 간 상관에서 수와 연산 영역의 점수가 중학교 수학에서 가장 큰 비중을 차지하는 문자와 식, 함수 영역 점수와 상관이 가장 높은 것으로 나타난 것은 수와 연산 영역의 학습의 중요성을 보여준다.

2015 학업성취도 평가에서는 소인수분해, 정수와 유리수, 유리수와 순환소수, 제곱근과 실수, 근호를 포함한 식의 계산에서 총 5문항(선다형 4문항, 서답형 1문항)이 출제되었으며 정답률은 34.19~66.57%로 나타났다. 수와 연산 영역의 선다형 문항에 대한 중영역별 정답률은 [그림 III-1]과 같다. 선다형 문항의 배점은 모두 동일하지만, 서답형 문항은 문항별로 하위문항의 수와 배점이 다르기 때문에 서답형 문항의 정답률은 문항마다 [(모든 피험자의 문항 점수의 합)/{(전체 피험자의 수)×(문항 배점)}]×100으로 산출한다(이인호 외, 2016a, p. 21). 따라서 동일한 중영역 안에 선다형과 서답형 문항이 포함된 경우에는 평균 정답률을 산출할 수가 없었고 서답형에 대한 학생들의 응답 경향이 선다형과 차이가 있기 때문에, [그림 III-1]의 중영역별 정답률은 선다형 문항에 대해서만 제시하였다. 이 부분은 이후 내용 영역에 대해서도 동일한 방식으로 제시할 것이다.



[그림 III-1] 수와 연산 영역의 중영역별 정답률

[그림 III-1]에 나타난 바와 같이 수와 연산 영역의 중영역에 대한 선다형 문항의 정답률은 ‘정수와 유리수’에 대한 정답률이 가장 높고, 그 다음은 ‘소인수분해’, ‘근호를 포함한 식의 계산’, ‘제곱근과 실수’의 순으로 나타났다. 2009 개정 수학과 교육과정 이전에는 ‘정수’와 ‘유리수’를 중영역으로 분리하여 각각의 개념, 대소 관계, 사칙계산을 다루었지만, 2009 개정에서는 중영역을 ‘정수와 유리수’로 통합하는 변화가 있었는데(황선옥 외, 2011), 해당 중영역의 정답

률이 높게 나타난 것으로 볼 때 이러한 변화가 무리 없이 안착했음을 알 수 있다.

교육과정 성취기준별로 평가 결과를 살펴보면, <표 III-1>에서와 같이 중학교 1학년 과정보다 3학년 과정에서 다루는 성취기준에 대한 정답률이 낮고, 기초학력 수준 이하의 정답률도 낮게 나타났다. 특히 중학교 3학년 과정에서 다루는 ‘제곱근과 실수’에서 실수의 대소 관계에 대한 정답률이 45.10%로 선다형 문항 중 가장 낮은 정답률을 보였다. ‘근호를 포함한 식의 계산’에 대한 정답률도 53.17%로 낮았으며, 특히 기초학력 수준의 정답률이 16.47%, 기초학력 미달의 정답률이 6.19%로 매우 낮았다. 중학교 3학년에 무리수에 대한 개념이나 연산 능력이 부족하면 이후의 수학 학습이 원활하게 이루어지기 어려우므로 무리수에 대한 충실한 개념 학습 및 연산 연습이 요구된다. 한편 서답형 문항이 ‘유리수와 순환소수’에 대한 정답률(34.19%)이 수와 연산 영역 중 가장 낮았는데, 이때 정답률이 낮은 것도 문제이지만 보통학력 수준 학생들의 이해가 낮고 기초학력 수준 이하 학생들의 정답률이 4.24%, 0.20%로 매우 낮다는 점에도 주목할 필요가 있다. 서답형 1번의 학생 응답 반응에 대한 심층 분석은 IV장에서 상세히 다룰 예정이다.

<표 III-1> 수와 연산 영역의 교육과정 성취기준별 정답률

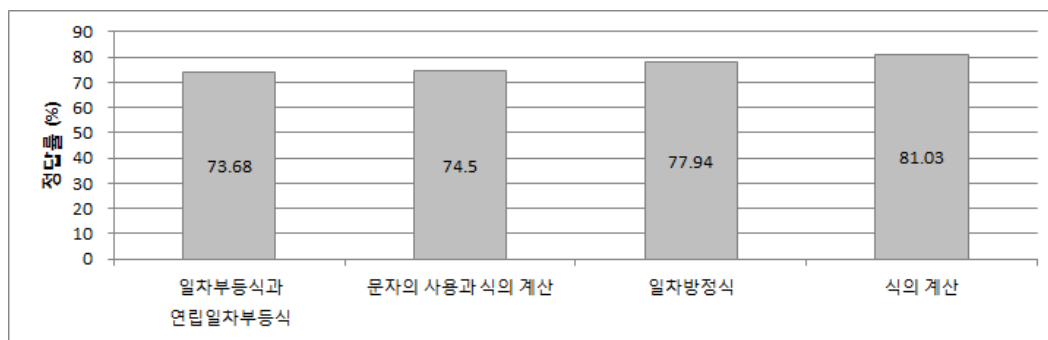
중영역	교육과정 성취기준	문항 번호	정답률	변별도	성취수준별 정답률(%)			
					우수	보통	기초	기초 미달
① 소인수분해	④최대공약수와 최소공배수를 활용하여 여러 가지 문제를 해결할 수 있다.	선다10	57.88	0.46	92.99	62.81	31.64	37.84
② 정수와 유리수	③정수와 유리수의 사칙계산의 원리를 이해하고, 그 계산을 할 수 있다.	선다 3	66.57	0.63	98.56	83.60	27.71	6.88
③ 유리수와 순환소수	②유리수와 순환소수의 관계를 이해한다.	서답 1	34.19	0.59	85.94	35.41	4.24	0.20
④ 제곱근과 실수	③실수의 대소 관계를 이해한다.	선다11	45.10	0.43	87.36	45.16	22.21	17.13
수 근호를 포함한 식의 계산	①근호를 포함한 식의 사칙계산을 할 수 있다.	선다 7	53.17	0.60	95.83	63.41	16.47	6.19

2. 문자와 식 영역

문자와 식은 대수 학습의 기본이 되며, 수학적 의사소통, 추상화 단계에서 개념을 조작하고 적용하는 수단이나 일반화와 통찰을 용이하게 하는 방법을 제공하는 도구가 된다(김남희 외, 2008). 2009 개정 수학과 교육과정의 문자와 식 영역에서는 수학 개념과 실생활 활용을 통합

하여 방정식, 부등식 단원의 도입 부분에서 실세계 상황에서의 문제 해결과 관련되는 내용을 제시하고, 학습 과정에서 실생활 활용 문제를 충분히 풀이할 것을 강조하였다. 그리고 학습자의 부담을 덜어주기 위해 연립방정식의 풀이 과정에서 나오는 좌변, 우변, 양변, 소거, 가감법, 대입법 용어를 삭제하여 방정식 관련 용어를 약화하고 일상적인 용어를 자연스럽게 사용하도록 하였다(황선욱 외, 2011).

문자와 식 영역에서는 문자의 사용과 식의 계산, 일차방정식, 식의 계산, 미지수가 2개인 연립일차방정식, 일차부등식과 연립일차부등식에서 총 9문항(선다형 8문항, 서답형 1문항)이 출제되었으며 정답률은 56.30~87.99%로 나타났다. 문자와 식 영역의 선다형 문항에 대한 중영역별 정답률은 [그림 III-2]와 같다.



[그림 III-2] 문자와 식 영역의 중영역별 정답률

[그림 III-2]에 나타난 바와 같이 문자와 식 영역의 중영역에 대한 선다형 문항의 정답률은 ‘식의 계산’에 대한 정답률이 가장 높고, 그 다음은 ‘일차방정식’, ‘문자의 사용과 식의 계산’, ‘일차부등식과 연립일차부등식’의 순으로 나타났다. <표 III-2>에서와 같이 전체 정답률을 보면 해당 내용을 다루는 학년과 무관하게 대부분 문항에서 유사한 정답률을 보였으나, ‘일차부등식과 연립부등식’ 중 부등식의 기본 성질을 이용한 일차부등식의 풀이에 대한 정답률은 59.36%로 나타나 대체로 낮은 이해를 보였다. 이 문항은 일차부등식을 만족하는 자연수의 개수를 구하는 것으로 기초학력 이하 수준의 학생의 정답률이 낮은 것이 전체 정답률이 낮아지는 요인이 된 것으로 보인다. 문자와 식 영역의 성취수준별 정답률을 살펴보면 기초학력 수준의 학생들도 식의 값 계산, 일차방정식의 풀이, 일차식과 이차식의 계산, 지수법칙에 대해 약 50% 내외의 정답률을 보였다. 그러나 기초학력 미달의 경우, 일차식의 계산, 부등식의 기본 성질에 대한 정답률이 매우 낮게 나타나 해당 성취기준에 대한 학습이 보완될 필요가 있다.

문자와 식 영역에서는 ‘미지수가 2개인 연립일차방정식’에서 서답형이 출제되었는데, 실생활 소재를 도입한 서답형 2번에 대한 전체 정답률은 56.30%로 서답형 문항 중에는 정답률이

가장 높았으나, 기초학력 수준 이하 학생들의 정답률은 기초학력 9.79%, 기초학력 미달은 0.37%로 매우 낮았다. 한편 서답형 2번의 하위문항 2-(2)번은 풀이과정과 답을 작성하는 서술 형으로 출제되었는데 학생들의 응답 반응을 분석한 결과, 연립일차방정식의 풀이 과정에서 학생들은 대체로 소거, 가감법, 대입법 등의 방정식 관련 용어를 사용하지 않고 풀이과정을 작성했으며, 가감법을 사용한 풀이가 대입법을 사용한 풀이보다 약 16배 정도 많았다(이인호 외, 2016b, p. 36).

<표 III-2> 문자와 식 영역의 교육과정 성취기준별 정답률

중영역	교육과정 성취기준	문항 번호	정답률	변별도	성취수준별 정답률(%)			
					우수	보통	기초	기초 미달
① 문자의 사용과 식의 계산	②식의 값을 구할 수 있다.	선다 2	75.89	0.49	98.08	87.86	50.35	23.75
	③일차식의 덧셈과 뺄셈의 원리를 이해하고, 그 계산을 할 수 있다.	선다 1	73.10	0.55	98.17	87.34	43.90	9.02
② 일차방정식	②등식의 성질을 이해하고 일차방정식을 풀 수 있다.	선다22	79.82	0.52	99.72	93.57	53.55	23.44
	③일차방정식을 활용하여 다양한 실생활 문제를 해결할 수 있다.	선다5	76.06	0.42	98.41	82.58	57.25	37.84
③ 식의 계산	①이차식의 덧셈과 뺄셈의 원리를 이해하고, 그 계산을 할 수 있다.	선다 6	84.74	0.49	99.26	96.78	66.12	19.43
	②지수법칙을 이해한다.	선다12	77.32	0.50	99.27	89.45	51.83	24.37
④ 미지수가 2개인 연립일차방정식	③미지수가 2개인 연립일차방정식을 활용하여 다양한 실생활 문제를 해결할 수 있다.	서답 2	56.30	0.67	98.87	73.49	9.79	0.37
수 일차부등식과 연립일차부등식	①다양한 상황을 이용하여 일차부등식과 그 해의 의미를 이해한다.	선다13	87.99	0.47	99.82	98.09	74.3	22.18
	②부등식의 기본 성질을 이용하여 일차부등식을 풀 수 있다.	선다18	59.36	0.61	98.35	71.90	21.72	9.61

3. 함수 영역

함수 개념은 물리적, 사회적, 수학적 세계에서 일어나는 변화 현상에서의 종속 관계를 설명하고 기술하고 조직하기 위해 도입되었다(우정호, 1999). 함수는 수학의 여러 영역을 통합하고 현실 세계의 상황을 이해하는데 매우 중요한 역할을 한다(김남희 외, 2008). 2009 개정 수학과 교육과정에서는 다양한 상황을 표, 식으로 표현하는 활동을 충분히 한 뒤에 이를 근거로 함수 개념을 정의하는 방식으로 도입하도록 하며, 중영역 ‘함수와 그래프’에서 함수 개념, 순

서쌍과 좌표, 함수와 그래프, 함수의 활용을 다루도록 재편하였다. 그리고 함수와 방정식의 연계를 강화하기 위해 일차함수의 활용을 ‘일차함수와 그래프’로 옮기고, 나머지 부분을 ‘일차함수와 일차방정식’으로 변경하였다(황선옥 외, 2011).

함수 영역에서는 함수와 그래프, 일차함수와 그래프에서 총 6문항(선다형 5문항, 서답형 1문항)이 출제되었으며 정답률은 44.13~54.14%였다. 함수 영역 중 ‘일차함수와 일차방정식의 관계’는 2015년 전수평가에 출제되지 않았으며, 시험 시행이 6월에 있는 관계로 이차함수도 평가범위에 포함되지 않았다.

함수 영역의 중영역에 대한 선다형 문항의 정답률은 1학년 과정의 ‘함수와 그래프’의 정답률이 50.99%로 2학년 과정의 ‘일차함수와 그래프’의 정답률인 47.22% 보다 다소 높은 정답률을 보였다. 한편 <표 III-3>에서와 같이 함수 영역의 정답률은 다른 내용 영역과 비교하여 상대적으로 낮은 정답률을 보였다. 특히, ‘함수와 그래프’의 성취기준인 ‘다양한 상황을 표와 식으로 나타내고 함수의 개념을 이해한다.’는 2009 개정 수학과 교육과정부터 변화한 함수 도입 방식과 관련된 것으로 정답률이 47.84%로 낮았으며 우수학력의 정답률도 60.76%로 매우 낮아서 해당 성취기준에 대한 교과서 도입 방식, 관련한 교수 학습에 대한 검토 및 보완이 요구된다. 한편 기초학력 수준 이하의 학생들은 함수의 활용 문제에서 특히 낮은 정답률을 보였다. 기초학력 수준 이하 학생들의 학력을 높이기 위해서는 문장제 문제에 대한 연습 기회와 독서 경험을 늘릴 수 있도록 지원할 필요가 있다.

<표 III-3> 함수 영역의 교육과정 성취기준별 정답률

중영역	교육과정 성취기준	문항 번호	정답률	변별도	성취수준별 정답률(%)			
					우수	보통	기초	기초 미달
① 함수와 그래프	①다양한 상황을 표와 식으로 나타내고, 함수의 개념을 이해한다.	선다24	47.84	0.12	60.76	49.82	41.29	16.26
	③함수를 그래프로 나타낼 수 있다.	선다15	54.14	0.41	92.94	54.48	33.33	30.56
	④함수를 활용하여 여러 가지 문제를 해결할 수 있다.	서답 3	46.40	0.67	97.13	54.56	7.66	0.75
② 일차함수와 그래프	①일차함수의 그래프를 이해하고, 그 그래프를 그릴 수 있다.	선다16	44.13	0.35	84.47	40.82	26.89	22.67
	②일차함수의 그래프의 성질을 이해한다.	선다25	50.67	0.47	96.64	50.77	25.51	21.38
	③일차함수를 활용하여 여러 가지 문제를 해결할 수 있다.	선다27	46.87	0.58	96.87	50.62	14.4	10.01

4. 확률과 통계 영역

2009 개정 수학과 교육과정에서 확률과 통계 영역의 가장 큰 변화는 학습량 감축을 위해 ‘누적도수의 분포’를 삭제하고, ‘줄기와 잎 그림’을 중영역 ‘도수분포와 그래프’에 추가한 것이다(황선욱 외, 2011). 확률과 통계 영역은 도수분포와 그래프, 확률과 그 기본 성질에서 총 4 문항(선다형 4문항)이 출제되었으며 정답률은 41.72~69.36%로 나타났다. 시행 시기와 관련하여 중학교 3학년 과정의 통계 부분은 평가 범위에 포함되지 않았다.

확률과 통계 영역의 중영역에 대한 선다형 문항의 정답률은 ‘확률과 그 기본성질’의 정답률이 68.50%로 ‘도수분포와 그래프’의 정답률인 44.39%보다 높았다. <표 III-4>에서와 같이 전체 정답률을 보면, 확률과 통계 영역에서 ‘도수분포와 그래프’의 정답률이 40%대로 낮았으며, 이 중영역에 해당하는 두 개의 성취기준에 대한 보통학력 이하의 정답률이 다른 문항과 비교하여 매우 낮았다. 반면 ‘확률과 그 기본 성질’의 성취기준에서는 성취수준별로 고른 정답률을 보였다. 중학교 1학년의 ‘통계’ 영역에서의 학습 결손은 중학교 3학년에 배우는 통계 즉, ‘대포깎과 산포도’에 대한 학습 결손으로 이어질 수 있으므로, 통계 소양의 중요성이 부각되고 있는 시점에서 확률과 통계 영역에 대한 개념 학습 및 통계 자료를 정리하고 해석하는 교수 학습이 보완되어야 할 것으로 보인다.

<표 III-4> 확률과 통계 영역의 교육과정 성취기준별 정답률

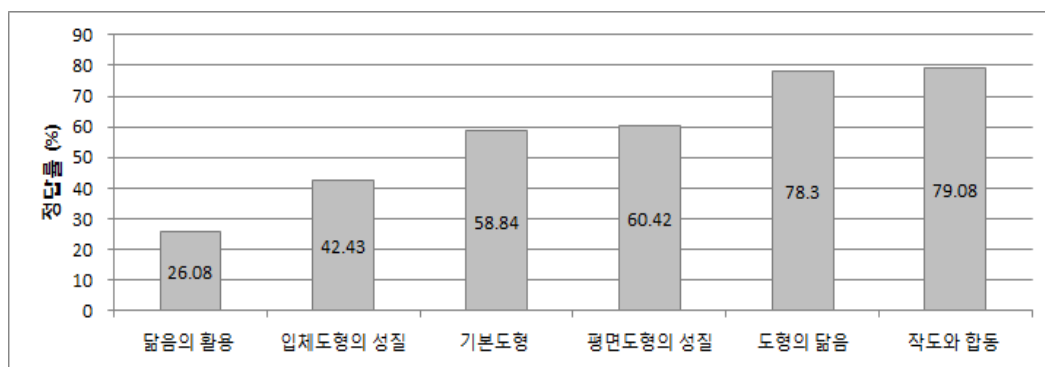
중영역	교육과정 성취기준	문항 번호	정답률	변별도	성취수준별 정답률(%)			
					우수	보통	기초	기초 미달
① 도수분포와 그래프	①줄기와 잎 그림, 도수분포표, 히스토그램, 도수분포다각형을 이해하고 해석할 수 있다.	선다23	47.06	0.35	78.67	49.88	27.73	11.42
	②도수분포표로 주어진 자료의 평균을 구할 수 있다.	선다28	41.72	0.45	90.28	39.38	18.43	15.14
② 확률과 그 기본 성질	①경우의 수를 구할 수 있다.	선다9	67.64	0.33	88.84	74.03	50.89	21.23
	③확률의 계산을 할 수 있다.	선다17	69.36	0.39	93.47	76.55	50.24	17.92

5. 기하 영역

기하 영역은 중학교 교육과정에서 성취기준의 수가 가장 많고 비중이 큰 영역이다. 기하 영역은 수학적 사고의 근원이 되는 추론 능력을 개발하는 데 가장 적합한 영역이기도 하다. 관련하여 학교수학에서 ‘증명’은 연역적 추론과 관련하여 중요하게 다루어져왔는데, 2009 개정 수학과 교육과정의 기하 영역에서는 학생들이 도형을 탐구하여 기하학적 성질을 이해하고 기

하 지식을 습득하는 것을 목표로 하되, 학생의 이해 수준을 고려하여 증명보다는 학생 수준에 합당한 추측이나 정당화(justification) 수준의 교육을 지향한다(황선욱 외, 2011).

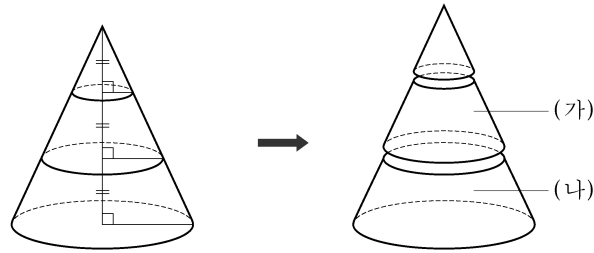
기하 영역에서는 기본 도형, 작도와 합동, 평면도형의 성질, 입체도형의 성질, 도형의 닮음, 닮음의 활용에서 총 9문항(선다형 8문항, 서답형 1문항)이 출제되었으며, 정답률은 26.08~79.08%로 나타났다. 2015년 전수평가에는 ‘삼각형과 사각형의 성질’에 해당하는 문항이 출제되지 않았으며, 시행 시기와 관련하여 중학교 3학년 과정의 기하 부분은 평가 범위에 포함되지 않았다. 기하 영역의 선다형 문항에 대한 중영역별 정답률은 [그림 III-3]과 같다.



[그림 III-3] 기하 영역의 중영역별 정답률

[그림 III-3]과 같이 기하 영역의 중영역에 대한 선다형 문항의 정답률은 ‘작도와 합동’이 가장 높고, 그 다음은 ‘도형의 닮음’, ‘평면도형의 성질’, ‘기본도형’, ‘입체도형의 성질’, ‘닮음의 활용’의 순이었다. ‘닮음의 활용’에서는 성취기준인 ‘닮은 도형의 성질을 활용하여 여러 가지 문제를 해결할 수 있다.’에 대한 선다형 문항(29번)이 출제되었는데([그림 III-4] 참조), 해당 성취기준에 대한 정답률은 26.08%로 2015년 출제된 33문항 중 가장 낮은 정답률을 보였다. <표 III-5>에서와 같이 해당 성취기준에 대한 우수학력 학생의 정답률도 50%대로 매우 낮았기 때문에 닮은 도형의 부피의 비에 대한 학생의 이해를 높일 수 있는 교수 학습 방법이 보완될 필요가 있다. 이밖에도 ‘평면도형의 성질’, ‘입체도형의 성질’의 성취기준에 대한 정답률이 낮았는데, 다각형, 다면체, 회전체 등 다양한 도형을 다루는 충분한 학습 경험을 통해 학생들의 이해가 지속될 수 있도록 하는 교수 학습이 요구된다.

29. 그림과 같이 원뿔을 높이가 삼등분이 되도록 밑면에 평행한 두 평면으로 자른다. 잘라서 생긴 세 입체도형 중 (가)의 부피가 $14\pi \text{ cm}^3$ 일 때, (나)의 부피는?



- ① $36\pi \text{ cm}^3$ ② $38\pi \text{ cm}^3$ ③ $40\pi \text{ cm}^3$
 ④ $42\pi \text{ cm}^3$ ⑤ $44\pi \text{ cm}^3$

[그림 III-4] 2015년 중학교 수학과 선다형 29번 문항 : 가장 낮은 정답률

<표 III-5> 기하 영역의 교육과정 성취기준별 정답률

중영역	교육과정 성취기준	문항 번호	정답률	변별도	성취수준별 정답률(%)			
					우수	보통	기초	기초 미달
① 기본 도형	②평행선에서 동위각과 엇각의 성질을 이해한다.	선다21	58.84	0.59	98.37	69.79	23.32	9.76
② 작도와 합동	②삼각형의 합동 조건을 이해하고, 이를 이용하여 두 삼각형이 합동인지 판별할 수 있다.	선다14	79.08	0.44	98.04	88.49	61.16	18.16
③ 평면도형의 성질	①다각형의 성질을 이해한다.	선다 4	70.47	0.44	96.27	78.77	49.11	14.97
		선다20	50.36	0.51	86.94	57.30	21.85	16.22
④ 입체도형의 성질	①다면체의 뜻을 알고, 그 성질을 이해한다.	선다19	33.56	0.28	67.94	29.21	21.69	13.13
	②회전체의 뜻을 알고, 그 성질을 이해한다.	선다26	51.30	0.58	98.76	57.02	17.88	10.44
⑥ 도형의 닮음	②닮음 도형의 성질을 이해한다.	선다 8	78.30	0.51	97.92	92.02	52.87	18.03
	③삼각형의 닮음조건을 이해하고, 이를 이용하여 두 삼각형이 닮음인지 판별할 수 있다.	서답 4	43.25	0.53	85.36	44.24	20.85	3.16
⑦ 닮음의 활용	②닮음 도형의 성질을 활용하여 여러 가지 문제를 해결할 수 있다.	선다29	26.08	0.18	54.07	19.66	20.74	11.67

IV. 서답형 문항에 대한 응답 반응 분석

서답형 문항은 선다형 문항과 달리 추측에 의한 정답의 가능성을 배제하고 피험자들의 반응으로부터 많은 정보를 얻을 수 있는 장점이 있으며(지은림, 1993), 그 형태에 따라 단답형, 괄호형, 완성형, 서술형 등으로 나눌 수 있다(조지민, 김경훈, 2007). 2009 개정 교육과정에서 교과목의 평가는 선택형 평가보다는 서술형이나 논술형, 수행평가의 비중을 늘려서 교과별 특성에 적합한 평가를 실시하도록 권장하고 있는데(교육과학기술부, 2012), 2015년 국가수준 학업성취도 평가의 수학과 서답형 문항은 단답형과 서술형의 두 가지 형태로 출제되었다.

2015년 학업성취도 평가에는 서답형이 총 4문항(하위문항 기준 9문항)이 출제되었는데, 이 장에서는 서답형 문항 중 가장 정답률이 가장 낮고(34.19%), 학생들의 응답 유형이 다양하게 나타난 서답형 1번에 대한 응답 반응을 분석하고자 한다. 이때 서답형 문항에 대한 유형 분석은 응답 반응 유형을 세밀하게 살펴보기 위해 전국에서 7,396명을 대표집하여 실시하였다. 서답형 문항의 분석은 우선 분석 대상인 문항의 학생 응답을 전산 입력하고, 전산 입력된 답안들의 식별 정보를 기준으로 성취도 점수 등의 평가 결과와 연계한 데이터베이스를 구축한 뒤 답안 내용을 빈도 분석하고 유형화하는 절차를 거쳤다(이인호 외, 2015).

서답형 1번은 수와 연산 영역 중 순환소수의 뜻과 유리수와 순환소수의 관계에 대한 이해를 평가한다([그림IV-1] 참조). 중학교 교육과정에서 순환소수는 무리수를 도입하기 위해 필요하다. 귀류법 증명이나 실수의 연속성을 사용하지 않고 무리수를 도입하려면 무한소수를 이용하여 도입해야 되는데, 이를 위해서는 유리수의 소수 표현, 유리수와 순환소수의 관계, 무한소수 중에서 순환소수가 아닌 수의 존재를 확인하여 무리수를 도입하는 과정을 거치게 된다(김흥기, 2004; 이강섭, 엄규연, 2007). 그러나 유리수와 순환소수는 중학교 2학년에 다루고, 무리수는 중학교 3학년에 다루기 때문에 학생들이 순환소수를 배우는 의미를 잊어버리는 경우가 많고, 순환소수를 분수로 나타내는 절차만을 암기하는 경우가 많으므로 순환소수의 의미를 이해할 수 있도록 적절한 교수 학습이 이루어져야 할 것이다.

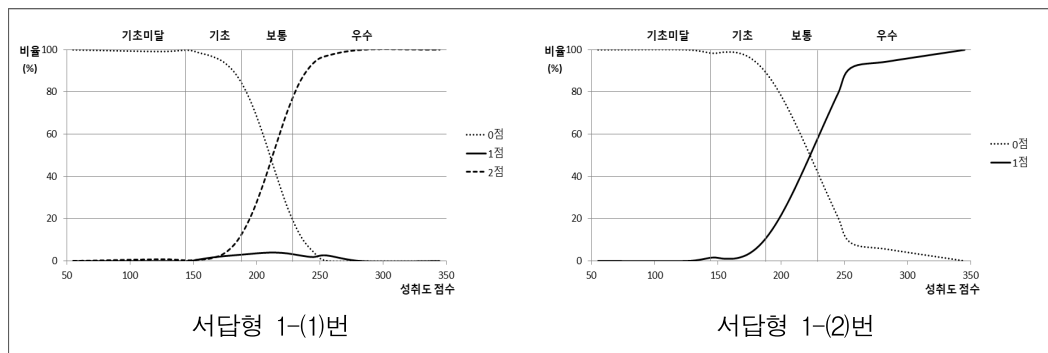
서답형 1번 문항에서는 순환소수에 자연수를 곱하여 유한소수를 구하는 과정을 두 개의 하위문항으로 묻고 있는데, 하위문항 서답형 1-(1)번은 순환소수를 기약분수로 나타내는 것으로, 정답을 구한 경우는 2점, 약분하지 않고 구한 경우는 1점으로 부분점수 배점이 있다. 하위문항 서답형 1-(2)번은 서답형 1-(1)번에서 구한 기약분수를 유한소수로 만드는 가장 작은 자연수를 구하는 것으로 1점 배점의 문항이다. 서답형 1-(1)번의 정답률은 36.87%, 서답형 1-(2)번은 28.83%로 나타났다.

【서답형 1】 순환소수 $0.\dot{2}4$ 에 자연수 a 를 곱하여 유한소수가 되게 하려고 한다. 물음에 답하시오.

- (1) 순환소수 $0.\dot{2}4$ 를 기약분수로 나타내시오.
- (2) 가장 작은 자연수 a 의 값을 구하시오.

[그림 IV-1] 2015년 중학교 서답형 1번 문항

[그림 IV-2]는 학업성취도에 참여한 중학교 3학년 전체 집단의 성취도 점수에 대한 부분점수 분포별 비율 분포 그래프이다. 서답형 1-(1)번 문항에서 만점인 2점의 그래프는 보통학력 이상에 주로 분포하며 보통학력부터 우수학력 수준까지 가파르게 상승하며, 우수학력에서 완만한 형태를 보였다. 부분점수인 1점의 그래프는 보통학력 수준을 중심으로 낮은 비율로 분포했고, 0점의 그래프는 우수학력 하 수준에서도 낮은 비율로 나타났으며, 기초학력 이하에서 높은 비율을 보였다. 이 그래프는 이 문항에 대해 우수학력 학생의 대부분이 만점을 받았고 기초학력 이하 학생의 대부분이 0점을 받아서 대칭적인 형태를 보였다. 한편 서답형 1-(2)번 문항에서 0점을 받은 학생은 주로 보통학력 수준 이하에 분포되어 있고, 만점인 1점을 받은 학생은 보통학력 상 수준 이상에 분포되어 있었다.



[그림 IV-2] 2015년 중학교 수학과 서답형 1번의 부분점수 비율 분포(이인호 외, 2016b, p.21)

1. 서답형 1-(1)번의 응답 유형 분석

서답형 1-(1)번의 응답은 <표 IV-1>과 같이 크게 8개의 유형으로 분류되었는데, 우선 만점인 유형 1과 부분점수에 해당하는 유형 2에 대해 살펴보면 다음과 같다. 먼저 유형 1은 순환

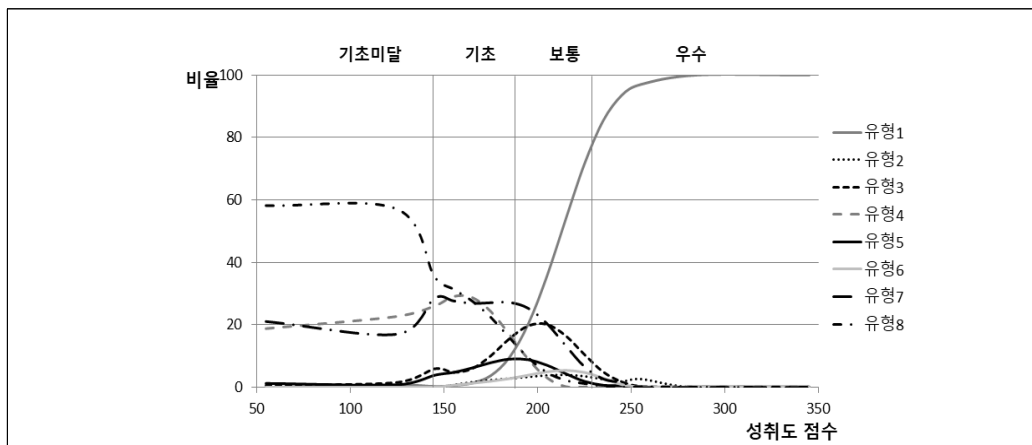
소수 $0.2\dot{4}$ 를 기약분수 $\frac{11}{45}$ 로 옳게 나타낸 경우로, 전체의 36.60%의 답안이 해당되었다. 성취수준별로 살펴보면 우수학력의 91.15%가 옳게 답했지만 보통학력의 38.67%, 기초학력은 3.71%, 기초학력 미달은 0.34%로 보통학력 이하에서 매우 낮은 정답률을 보였다. 유형 2는 순환소수 $0.2\dot{4}$ 를 분수 $\frac{22}{90}$ 로 나타냈으나 문항에서 요구한 기약분수 조건을 만족하지 못한 경우로, 2.70%의 답안이 해당된다. 성취수준별로는 보통학력의 3.84%, 우수학력의 1.89%, 기초학력의 1.74%가 문제의 ‘기약분수로 나타내시오’라는 조건을 파악하지 못한 것으로 나타났다. 이 유형은 기약분수의 개념을 기억하지 못한 경우, 용어가 생소한 경우, 문제를 신중히 읽지 못해서 조건을 놓친 경우 등으로 그 원인을 찾을 수 있다. 유형 2가 적은 비율로 나타나기는 했지만 해당 성취기준에 대한 교수학습 과정 중에 기약분수라는 용어를 사용하고 문제를 풀이한 뒤에 요구하는 답이 맞는지 확인하는 반성 과정을 강조할 필요가 있을 것이다.

다음은 오답에 해당하는 유형을 비율이 높은 순으로 유형 3~6으로 나타내고 분석한 결과이다. 유형 3은 순환소수 $0.2\dot{4}$ 를 분수로 나타내는 과정에서 분모는 바르게 나타냈지만 분자는 순환마디를 고려하지 않고 24로 나타낸 경우로 $\frac{4}{15}$, $\frac{8}{30}$ 등으로 나타내는 오류를 보였으며 전체의 11.99%에 해당한다. 유형 3은 오답 중 비율이 가장 높아 학생들이 가장 많이 범하는 오류 유형으로 볼 수 있다. 성취수준별로는 보통학력의 17.8%, 기초학력의 9.84%, 우수학력의 2.83%가 유형 3에 해당했다. 유형 4는 순환소수 $0.2\dot{4}$ 가 아닌 0.24 를 분수꼴로 나타낸 경우로, 9.87%의 답안이 해당한다. 이 유형의 오류를 보인 학생들은 순환소수에 대한 이해가 전혀 없이 $\frac{6}{25}$, $\frac{24}{100}$ 등으로 답한 것으로, 기초학력 수준의 23.95%, 기초학력미달의 20.41%가 이 유형에 속했다. 유형 4는 특정 오답을 보인 유형 중 기초학력 수준 이하에서 가장 높은 비율을 보인 오답 유형으로, 기초학력 수준 이하 학생들의 유리수와 무리수에 대한 개념 정립을 위해 중학교 3학년에 무리수를 도입하는 과정에서 순환소수의 개념을 다시 설명하고 보정 학습을 실시하여 이해를 높여야 할 것으로 보인다. 유형 5는 순환소수 $0.2\dot{4}$ 를 분수로 나타내는 과정에서 분모를 99, 분자를 24로 나타낸 경우로, 5.34%의 답안이 해당한다. 유형 6은 분자는 바르게 나타냈지만 분모는 순환마디를 고려하지 않고 9로 나타낸 경우로, 3.07%의 답안이 해당한다. 순환소수를 분수로 고치는 과정에서 오류를 보인 유형 3, 5, 6은 전체 응답의 $\frac{1}{5}$ 에 해당하는데, 이는 순환소수를 분수로 나타내는 과정에 대한 관계적 이해가 없이 과정을 공식화하여 기억하는 과정에서 나타난 오류들이다. 한편 유형화가 어려운 응답(유형 7)은 전체의 18.23%, 무응답(유형 8)은 12.20%로 나타났다. 이때 기초학력 학생들의 무응답 비율은 24.36%, 기초학력미달은 57.82%로 그 비율이 매우 높았다.

<표 IV-1> 서답형 1-(1)번의 유형별 성취수준별 정답률

성취수준별 유형 분포(%)	34.19		변별도			0.57
	유형	우수학력	보통학력	기초학력	기초학력 미달	전체
성취수준별 유형 분포(%)	유형1 (만점)	91.15	38.67	3.71	0.34	36.60
	유형2 (부분점수)	1.89	3.84	1.74	0	2.70
	유형3	2.83	17.8	9.84	1.02	11.99
	유형4	0	4.15	23.95	20.41	9.87
	유형5	0.58	6.50	7.05	1.02	5.34
	유형6	1.74	4.80	1.51	0	3.07
	유형7 (기타 오답)	1.60	18.67	27.84	19.39	18.23
	유형8 (무응답)	0.22	5.56	24.36	57.82	12.20
	정답률	90.75	39.17	4.20	0.15	36.87

한편 서답형 1-(1)번에 대한 성취도 점수에 따른 응답 유형 분포는 [그림 IV-3]과 같다. 그래프를 통해 서답형 1-(1)번에서 보통학력과 기초학력 수준의 학생들은 다양한 오답 유형을 보였으며, 우수학력 수준은 대다수가 정답을 맞혔으나 우수학력 하 수준에서는 유형 2, 유형 3 등의 오답이 나타남을 알 수 있다.



[그림 IV-3] 2015년 중학교 수학과 서답형 1-(1)번의 유형별 응답 비율(이인호 외, 2016b, p. 25)

2. 서답형 1-(2)번의 응답 유형 분석

서답형 1-(2)번의 응답은 <표 IV-2>와 같이 크게 6개의 유형으로 분류되었는데, 우선 정답인 유형 1은 유한소수가 되기 위해 기약분수의 분모의 소인수가 2나 5뿐임을 알고 정답인 9를 답한 경우로, 전체의 29.99%가 해당된다. 성취수준별로 살펴보면 우수학력의 78.81%, 보통학력의 29.41%, 기초학력은 4.17%이 유형 1에 해당했으며, 기초학력 미달은 정답률이 0%로 나타났다.

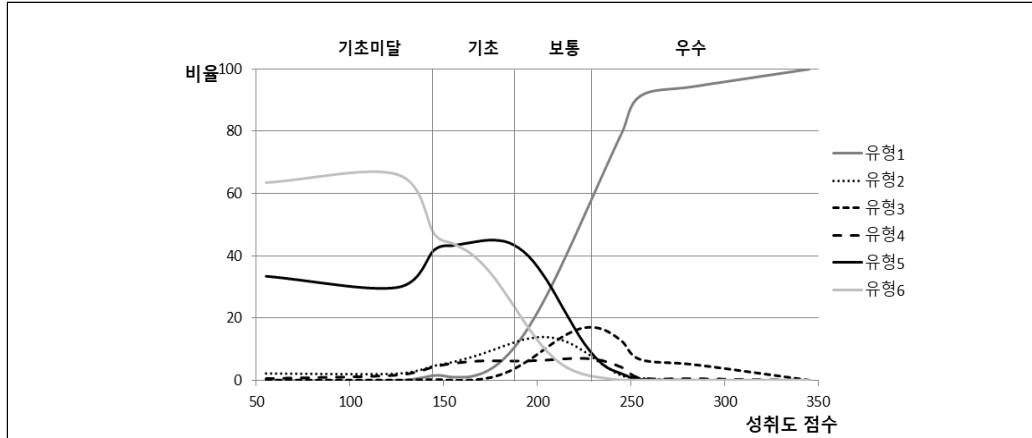
다음은 오답에 해당하는 유형을 비율이 높은 순으로 유형 2~4로 나타내고 분석한 결과이다. 유형 2는 3을 답으로 제시한 경우로, 전체의 9.38%가 이 유형에 해당된다. 유형 2의 오답의 원인은 다양할 수 있으나 그 중 하나는 서답형 1-(1)번의 오답과 연계된 결과로 짐작해볼 수 있다. 예를 들어 서답형 1-(1)번에서 유형 3에 해당하는 $\frac{8}{30}$ 을 쓴 경우에는 1-(2)번의 풀이와 관련하여 옳은 절차를 적용했다 하더라도 3을 답으로 구했을 수 있다. 유형 3은 기약분수의 분모 전체를 곱하는 45를 답으로 제시한 경우로 전체의 7.59%가 해당된다. 이 유형은 문제에서 ‘곱하여 유한소수가 되게 하는’을 ‘곱하여 정수가 되게 하는’으로 잘못 인식하여 분모인 45를 답으로 쓴 경우이다. 유형 4는 기약분수의 분모의 소인수가 2나 5뿐이어야 함을 반대로 이해하여 5를 약분할 수 있는 수를 구한 경우로, 전체의 5.64%가 해당된다. 이 밖에 유형화가 어려운 응답(유형 5)은 29.29%이며, 무응답(유형 6)은 18.12%였다. 이때 기초학력 학생들의 무응답 비율은 35.99%, 기초학력미달은 64.63%로 그 비율이 매우 높았다.

<표 IV-2> 서답형 1-(2)번의 유형별 성취수준별 정답률

전체 정답률(%)		28.83		변별도		0.52
성취수준별 유형 분포(%)	유형	우수학력	보통학력	기초학력	기초학력 미달	전체
	유형1 (만점)	78.81	29.41	4.17	0	29.99
	유형2	2.83	12.94	8.70	2.38	9.38
	유형3	11.25	10.93	0.87	0	7.59
	유형4	3.77	6.53	6	1.02	5.64
	유형5 (기타 오답)	2.9	30.08	44.28	31.97	29.29
	유형6 (무응답)	0.44	10.11	35.99	64.63	18.12
	정답률	76.31	27.88	4.31	0.29	28.83

한편 서답형 1-(2)번에 대한 성취도 점수에 따른 응답 유형 분포는 [그림 IV-4]와 같다. 그래프를 통해 서답형 1-(2)번은 우수학력 수준의 경우에도 정답률이 높지 않고 유형 3, 유형 4 등의 오답 유형이 다양하게 나타났음을 알 수 있다. 보통학력 수준은 정답률이 낮고 다양한

오답 유형이 나타나 학생들의 유리수와 순환소수에 대한 이해도가 낮음을 알 수 있다. 기초학력 이하는 정답률이 매우 낮아서 적절한 보정 학습이 요구되며, 무응답의 비율이 높은 것도 주목할 필요가 있을 것이다.



[그림 IV-4] 2015년 중학교 수학과 서답형 1-(2)번의 유형별 응답 비율(이인호 외, 2016b, p. 28)

V. 결론

2015년 국가수준 학업성취도 평가는 2009 개정 수학과 교육과정을 이수한 학생들을 대상으로 한 첫 번째 전수평가라는 점에서 그 결과가 갖는 의미가 남다르다. 이 연구에서는 2009 개정 수학과 교육과정의 개정 중점 사항과 관련된 부분에 대한 학생들의 성취도, 내용 영역별 성취수준에 대한 이해도를 분석하여 중학교 3학년 학생들의 성취 특성을 분석하고, 수학 교수 학습에서 보완할 부분 특히 성취수준별로 관심을 두어야 할 부분에 대해 살펴보았다.

연구 결과와 시사점을 종합하면 다음과 같다. 첫째, 결과를 전체적으로 살펴보면, 우리나라 중학교 3학년의 수학 점수와 가장 상관이 높은 내용 영역은 ‘문자와 식’ 영역이었으며, ‘문자와 식’ 영역에 대한 정답률이 가장 높고 ‘함수’ 영역의 정답률이 가장 낮았다. ‘함수’에 대한 이해는 다양한 현상에서 포착되는 변화와 대응적인 관계 등을 인식하고 이를 구체적으로 표현하고 분석할 수 있게 한다. 중학교에서의 함수에 대한 이해는 이후 다양한 함수를 이해하고 미적분을 학습하는 토대가 되므로 학생들이 함수의 의미와 중요성을 이해하고 함수 개념을 보다 충실히 이해할 수 있도록 교수 학습 방법이 보완될 필요가 있다.

둘째, 성취수준별로는 우수학력과 보통학력 수준은 ‘함수’ 영역의 정답률이 가장 낮았으며,

기초학력 이하에서는 ‘수와 연산’ 영역의 정답률이 가장 낮았다. 수와 연산은 수학 학습의 기초가 되는 영역이다. 따라서 기초학력 이하 수준의 학생들을 대상으로 중학교 과정에서 수와 연산 영역에 대한 기초를 탄탄히 할 수 있는 충분한 학습이 이루어져야 할 것이다.

셋째, 내용 영역별로 선다형 문항에서 정답률이 낮은 중영역을 살펴보면, ‘수와 연산’ 영역에서는 제곱근과 실수, ‘문자와 식’ 영역에서는 일차부등식과 연립일차부등식, ‘함수’ 영역에서는 일차함수와 그래프, ‘확률과 통계’ 영역에서는 도수분포와 그래프, ‘기하’ 영역에서는 닮음의 활용의 정답률이 가장 낮은 것으로 나타났다. 서답형 문항 중에는 ‘수와 연산’ 영역의 유리수와 순환소수 중영역에서 출제된 문항의 정답률이 가장 낮았는데, 순환소수는 수체계의 확장에서 매우 중요한 의미를 가지므로 해당 부분을 지도할 때에 보다 관심을 기울여야 하며 향후 동형의 문항을 출제하여 추이를 분석, 관리할 필요가 있다.

넷째, 성취수준별로 결과를 살펴보면, 우수학력 수준은 ‘함수와 그래프’에서 다양한 상황을 토대로 함수의 개념을 도입하는 것과 ‘도수분포와 그래프’에서 자료를 줄기와 잎 그래프 등의 다양한 방식으로 나타내고 해석하는 것, ‘입체도형의 성질’에서 다면체의 뜻과 성질을 이해하는 것, ‘닮음의 활용’에서 닮은 도형의 성질을 이용하여 여러 가지 문제를 해결하는 부분에 대한 학습을 보완할 필요가 있다. 보통학력 수준은 ‘유리수와 순환소수’, ‘실수의 대소 관계’, ‘일차함수와 그래프’, ‘도수분포와 그래프’, ‘입체도형의 성질’, ‘닮음의 활용’의 성취기준에 대한 학습이 보완될 필요가 있다. 기초학력 이하 수준에서는 중학교 1학년 과정에서 배우는 수와 연산에 대한 개념부터 시작하여 해당 개념이 갖는 수학적 의미를 되새기면서 충분한 개념 학습과 연산 연습을 할 필요가 있다. 특히 서답형 문항의 정답률이 매우 낮으므로 서답형 문항의 지시문을 읽고 적합한 풀이과정과 답을 작성하는 연습을 충분히 해야 할 것이다.

다섯째, 서답형 문항 중 정답률이 가장 낮은 서답형 1번 문항의 학생 응답 반응 유형을 분석한 결과, ‘수와 연산’ 중 유리수와 순환소수에 대해 학생들이 나타내는 다양한 오답을 확인할 수 있었다. 서답형 1-(1)번의 정답률은 36.87%로 낮았으며, 오답 유형의 대부분은 순환소수를 기약분수로 나타내는 과정에 대한 관계적 이해가 없이 방법을 공식화하여 기억하는 과정에서 나타난 오류들이다. 기초학력 수준 이하의 학생들의 경우에는 순환소수 기호 자체를 이해하지 못하고 있으며 수 체계에 대한 기본적인 개념부터 결손이 있는 것으로 나타났다. 서답형 1-(2)번의 정답률은 28.83%로 더 낮았는데, 우수학력의 하 수준에서도 정답률이 낮았으며 보통학력 수준의 학생들도 다양한 오답 유형을 보이며 이해가 낮음을 나타냈다. 특히 기초학력 학생들의 무응답 비율은 35.99%, 기초학력미달은 64.63%로 무응답 비율도 매우 높아서 ‘유리수와 순환소수’ 영역의 교수 학습에 대한 재점검이 요구된다. ‘유리수와 순환소수’를 지도할 때에는 학생들이 여러 가지 형태의 순환소수를 기약분수로 나타내는 과정을 여러 번 직접 써보도록 하고 학교에서의 평가도 계산보다 과정에 초점을 두어 평가해야 할 것이다. 또한 기초학력 수준 이하의 학생들도 보충 과제 등을 통해 문제 해결 과정을 작성하는 연습을 충분

히 할 수 있도록 하여 서술형 문항에 대한 접근성을 높여줄 필요가 있다.

여섯째, 2009 개정 수학과 교육과정의 개정 중점 사항과 관련하여 평가 결과를 분석한 결과, ‘수와 연산’ 영역에서 중영역을 ‘정수와 유리수’로 통합하는 변화가 있었는데 해당 중영역의 정답률이 높게 나타난 것으로 볼 때 이러한 변화가 무리 없이 안착했음을 알 수 있었고, ‘문자와 식’ 영역에서 방정식 관련 용어를 약화시켰으나 학생들이 무리 없이 해당 풀이과정을 잘 작성하였음을 확인할 수 있었다. 그러나 다양한 상황을 표, 식으로 표현하는 활동을 충분히 한 뒤에 이를 근거로 함수 개념을 정의하는 방식을 도입한 ‘함수’ 영역에서는 학생들의 성취기준에 대한 이해도가 낮게 나타나서, 이와 관련한 교수 학습 방법 및 자료의 개발, 보완이 이루어질 필요가 있다.

2015년 국가수준 학업성취도 평가 결과를 기준점 삼아 연도별 추이 변화를 조사하면 교육과정 성취기준의 이해도에 대한 의미 있는 결과를 산출할 수 있을 것으로 보인다. 특히 서답형 문항에 대한 학생 응답을 분석하는 것은 학생들의 풀이과정과 오답 유형을 파악할 수 있어서 교수학습에서 보완할 부분을 직접적으로 파악할 수 있다는 점에서 의미가 있다. 또한 이 연구에서는 2009 개정의 중점과 내용 영역에 대한 성취기준별 정답률을 중심으로 분석하였지만, 향후 2015 개정 교육과정에 따른 학업성취도 평가에서 평가틀의 한 요소로 교과 역량의 도입에 앞둔 시점에서 추론, 문제해결 등의 행동 영역별로 결과를 분석하는 것도 의미가 있을 것으로 보인다. 다른 교과도 그러하겠지만 특히 수학과는 교육과정의 성취기준에 대한 기본적인 충실한 이해가 없다면 이를 토대로 한 창의성, 문제해결역량 등의 발현은 기대하기 어렵다. 앞으로 국가수준 학업성취도 평가의 결과가 최근 학교에 다양하게 적용되고 있는 새로운 교수 학습 전략이나 교육 정책의 효과를 평가하고 개선하는데 의미 있게 활용되고, 수학과 교수 학습 및 교육과정 점검과 관련하여 기초 자료로 충분히 활용될 수 있기를 기대한다.

참 고 문 헌

- 교육과학기술부(2011). **수학과 교육과정**. 교육과학기술부 고시 제 2011-361호 [별책 8].
- 교육과학기술부(2012). **초·중등학교 교육과정 총론**. 교육과학기술부 고시 제 2012-14호 [별책 1].
- 김경희, 김성숙, 시기자, 노은희, 김수진, 이인호, 신진아, 박인용, 구남옥, 김도남, 김완수, 구슬기, 김부미, 우석진(2014). **국가수준의 기초학력 점검을 위한 초등학교 학업성취도 평가 방안**. 한국교육과정평가원 연구보고 CRE 2014-2.
- 김남희, 나귀수, 박경미, 이정화, 정영옥, 홍진곤(2008). **수학교육과정과 교재연구**. 경문사.
- 김수진, 김완수, 박인용, 서민희, 한정아, 김미희, 민선홍, 이보람, 손준녕(2016). **2015년 중학교 국가수준 학업성취도 평가 결과**. 한국교육과정평가원 연구보고 RRE 2016-32-1.
- 김흥기(2004). 중학교에서 순환소수 취급과 무리수 도입에 관한 고찰. **대한수학교육학회지 수학교육학연구**, 14(1), 1-17.
- 우정호(1999). **학교수학의 교육적 기초**. 서울대학교출판부.
- 이강섭, 엄규연(2007). 순환소수 지도에서의 문제점과 해결방안. **대한수학교육학회지 학교수학**, 9(1), 1-12.
- 이인호, 이광상, 임해미, 박수민(2016a). **2015년 국가수준 학업성취도 평가 결과 분석 - 수학-**. 한국교육과정평가원 연구자료 ORM 2016-31-3.
- 이인호, 이광상, 임해미, 박수민(2016b). **2015년 국가수준 학업성취도 평가의 서답형 문항 심층 분석 - 수학-**. 한국교육과정평가원 연구보고 RRE 2016-9-3.
- 이인호, 이상일, 김승현, 서민철, 성경희, 이광상, 임해미, 동효관, 배주경, 김성혜, 최병택, 권경필, 최원호, 이기영(2016c). **2016년 국가수준 학업성취도 평가 출제 연구**. 한국교육과정평가원 연구보고 RRE 2016-8.
- 이인호, 이상일, 이승현, 이정우, 서민철, 조윤동, 이광상, 김현경, 동효관, 배주경, 김성혜, 권경필, 이규호, 정기문(2015). **국가수준 학업성취도 평가의 서답형 문항 심층 분석**. 한국교육과정평가원 연구보고 RRE 2015-12-2.
- 조영미(2006). 수학과 교육과정의 질 관리 측면에서 『국가수준 학업성취도 평가 연구』 내실화 방안 탐색. **대한수학교육학회지 수학교육학연구**, 16(3), 199-220.
- 조지민, 김경훈(2007). 서답형 문항의 인터넷 기반 채점 시스템 설계 연구. **한국컴퓨터교육학회 논문지**, 10(2), 89-100.
- 지은림(1993). 서답형 문항을 위한 부분점수모형. **교육평가연구**, 6(2), 241-258.
- 황선옥 외 32인(2011). **창의 중심의 미래형 수학과 교과내용 개선 및 교육과정 개정 시안 연구**. 한국과학창의재단 2011-4.

· 논문접수 : 2017.12.14. / 수정본접수 : 2018.02.05. / 게재승인 : 2018.02.19.

ABSTRACT

Analysis on Middle School Third Graders' Understanding of Math Curriculum Achievement Standard from the Results of National Assessment of Educational Achievement

Haemee Rim

Research Fellow, Korea Institute for Curriculum and Evaluation

The purpose of this study is to examine the understanding of the achievement standards of the 2009 revised mathematics curriculum by analyzing the result of the National Assessment of Educational Achievement (NAEA) in 2015 which was first implemented after the 2009 revised mathematics curriculum was applied. First, the characteristics and main results of the NAEA 2015 were examined by focusing on the mathematics content area. Second, we analyzed the correct answer rate of the items according to the achievement standard of the 2009 revised mathematics curriculum. Third, the results of the essay type item in which the correct answer rate was lowest were analyzed. As a result, the third grade students of middle school in Korea showed the highest correctness rate in 'variables and expressions' area and the lowest percentage of 'functions' area. According to achievement level, the percentage of correct answers in the 'functions' domain was the lowest in advanced and proficient level students and the percent of correct answers in the 'number and operation' area was the lowest in the other achievement levels. The content area with the highest correlation with the mathematics score was the 'variables and expressions' area.

Key Words: National Assessment of Educational Achievement, the 2009 revised mathematics curriculum, achievement standards