

고등학생의 수학 학업성취 특성 분석: 2015-2018년 국가수준 학업성취도 평가를 중심으로¹⁾

이광상 (한국교육과정평가원 연구위원)*

요약

본 연구의 목적은 2009 개정 교육과정을 적용한 고등학교 수학과 국가수준 학업성취도 평가 결과에서 나타난 학업성취 특성 분석을 통해 교수학습 관련 시사점을 도출하는 것이다. 이를 위해 2009 개정 교육과정에 따른 2015년부터 2018년까지의 고등학교 학업성취도 평가 문항을 성취수준별로 교육과정에 제시된 성취기준 숙달여부를 분석하였다. 분석 결과 방정식과 부등식, 도형의 방정식, 함수, 지수와 로그 영역에 관한 성취기준에서 기초학력은 숙달하지 않은 것으로 나타났다. 함수 영역의 경우에는 보통학력의 학생들이 숙달한 성취기준이 없는 것으로 나타나 함수 영역의 성취기준의 적절성과 학습 요소 및 위계에 대한 재검토가 요구된다. 또한 보통학력의 학생들은 다소 복잡하게 여러 개의 학습 요소를 종합한 문항의 경우에는 어려워하는 것으로 나타나 이에 대한 교수학습 개선이 요구된다. 2009 개정 교육과정의 고등학교 수학의 학업성취 특성에 관련된 분석 내용은 향후 교육과정의 개정 방향과 현행 교육과정의 고등학교 수학의 교수·학습 방법에 중요한 시사점을 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

주제어 : 국가수준 학업성취도 평가, 성취기준 숙달, 성취수준, 학업성취 특성

1) 본 논문은 한국교육과정평가원에서 수행한 연구 ‘국가수준 학업성취도 평가 결과에 기반한 2009 개정 교육과정의 학업성취 특성 및 추이 분석(구자옥 외, 2019)’의 고등학교 수학 관련 내용을 재구성한 것임.

* 제1저자, leeks@kice.re.kr

I. 서 론

국가수준 학업성취도 평가(이하 학업성취도 평가)는 교육 환경 및 교육과정의 변화에 따른 국가사회적 요구에 대응하기 위해 표집 규모, 평가 시기, 평가 대상, 평가 방법 등을 변화시키며 평가 체제를 지속적으로 개선해왔다(구자옥 외, 2019, p.3). 학업성취도 평가는 국가수준에서 학교 교육의 질과 교육과정의 정착 정도를 체계적으로 점검하기 위한 평가로 1998년에 ‘국가수준 교육성취도 평가’ 기본 계획 수립을 시작으로 현재까지 시행되고 있다. 이러한 학업성취도 평가 분석 결과는 학교 현장에서 학생 개인의 학업성취 수준과 기초학습 능력이 부족한 학생들을 파악할 수 있어 교사의 교수·학습 방법 개선에 도움을 제공하고 있다. 그리고 학생들이 교육과정에서 제시하는 성취기준을 잘 이행하고 있는지에 대한 점검을 할 수가 있어 교육과정의 효율적인 운영은 물론 향후 교육과정을 개정하는 방향에도 중요한 시사점을 제공할 수 있다(이광상, 2019).

2007 개정 교육과정을 기반으로 출제된 수학과 학업성취도 평가와 관련된 연구는 학업성취도 평가에서 나타난 학생들의 수학에 대한 태도 또는 문항의 유형을 토대로 한 성취를 분석한 연구(이봉주, 2009; 고정화, 도종훈, 송미영, 2008), 일본과 우리나라의 국가수준 학업성취도 평가를 비교한 연구(임해미, 김부미, 2014)와 다문화·탈북 가정 학생의 학교급별 성취 특성을 분석한 연구(조운동, 강은주, 고호경, 2013)등이 있다. 또한 2010년부터 2012년까지의 초등학교 6학년과 중학교 3학년을 대상으로 각 성취수준별로 지속적으로 일정한 숙달도를 보인 성취기준에 해당하는 선다형 문항 분석 연구(조운동, 이광상, 2014; 이광상, 조운동, 2014)가 있다. 이 연구에서는 성취수준별로 학업성취 특성을 추출하고 이와 관련된 교육과정 내용, 교수·학습 방법, 평가에 관련한 시사점을 제공하였다(이광상, 2019, 재인용). 특히 이광상(2019)의 연구에서는 2007개정 교육과정에 해당하는 2010-2014년 학업성취도 평가에 출제된 선다형 문항 중 2015 개정 교육과정과 성취기준이 유사한 문항을 중심으로 분석해서 고등학생의 수학 학업 특성을 성취수준별로 도출하였고, 이를 토대로 2015 개정 교육과정 운영에 필요한 교수·학습 관련 시사점을 제시하였다.

2009 개정 교육과정을 기반으로 출제된 수학과 학업성취도 평가와 관련된 연구로는 김성경(2018), 임해미(2018), 이광상(2016), 박수민, 이광상(2017), 이광상, 박수민(2018)의 연구가 있다. 우선 김성경(2018), 임해미(2018)의 연구에서는 2009 개정 교육과정을 적용한 학업성취도 평가 결과를 성취수준별로 분석해 학업특성을 제시해 교수·학습 및 교육과정에 시사점을 제공하였다. 또한 서답형 문항 분석과 관련된 최근 연구(이광상, 2016; 박수민, 이광상, 2017; 이광상, 박수민, 2018)에서는 고등학교 학업성취도 평가의 서답형 문항을 대상으로 학생들의 답안 내용을 유형별로 분류해 교수·학습에 유의해야 하는 시사점을 제공하였다.

이와 같이 해마다 해당되는 교육과정을 적용한 학업성취도 평가 문항 분석에 대한 연구는 이루어지고 있지만, 고등학교 학생을 대상으로 2009 개정 교육과정에 따른 학업성취도 평가 문항을 종합적으로 분석하여 성취수준별로 교육과정의 성취기준을 어느 정도 달성하고 있는 지에 대한 분석 연구는 미진한 편이다. 2015-2018년에 시행된 학업성취도 평가 문항 분석을 토대로 2009 개정 교육과정의 성취 기준에 대한 학생들의 숙달 여부를 분석하는 것은 2009 개정 교육과정에 제시된 성취기준의 적절성과

학교 현장의 교수·학습 방법의 문제점 및 개선점을 파악하는 데 도움을 줄 수 있다.

고등학교 학업성취도 평가에서는 2019년부터 2015 개정 교육과정을 적용하고 있고, 2020년에는 중학교 학업성취도 평가에도 2015 개정 교육과정을 적용할 예정이다. 고등학교 학업성취도 평가의 경우 2009 개정 교육과정의 「수학 I」, 「수학 II」의 수열, 지수와 로그 영역을 제외한 나머지 내용들이 2015 개정 교육과정의 고등학교 「수학」내용에 포함되어 있다. 따라서 이전 교육과정을 적용한 학업성취도 평가 결과를 분석하는 것은 현행 교육과정에 해당하는 내용의 교수·학습 방법을 효과적으로 운영하는데 중요한 시사점을 제공할 수 있다. 또한 추후에 2009 개정 교육과정에 제시된 성취기준과 유사한 2015 개정 교육과정의 성취기준에 대한 숙달도 분석을 통해 차기 교육과정 개정시 성취기준 설정과 교수·학습 및 평가의 방향 등에도 시사점을 제공할 수 있다.

이에 본 연구는 2009 개정 교육과정에 따른 2015년부터 2018년까지의 고등학교 학업성취도 평가 결과를 분석하여 성취수준별로 교육과정에 제시된 성취기준을 어느 정도 숙달하고 있는지를 도출하고자 한다. 이를 통해 고등학교 수학 교실에서의 교수·학습 방법의 개선, 향후 교육과정 개정에 참고할 수 있는 시사점을 제시하고자 한다.

II. 2015-2018년 학업성취도 평가 개요

본 연구에 대한 이해도를 제고하기 위해 2015-2018년 고등학교 수학과 학업성취도 평가에서 고등학교 수학과 학업성취도 평가 대상과 평가 범위, 성취수준별 연도별 추이 순으로 기술하고자 한다.

2015-2018년 고등학교 수학과 학업성취도 평가 대상은 고등학교 2학년을 대상으로 하고, 학업성취도 평가 범위는 2009 개정 교육과정에 따라 고등학교 1학년에 주로 배우는 「수학 I」, 「수학 II」의 전 범위이다. 그리고 검사지의 문항 수는 선다형 29문항, 서답형 4문항으로 구성되어 있고 시험 시간은 60분이다.

「수학 I」, 「수학 II」의 내용 영역은 ‘다항식’, ‘방정식과 부등식’, ‘도형의 방정식’, ‘집합과 명제’, ‘함수’, ‘수열’, ‘지수와 로그’의 총 7개로 구성되어 있으며, 교육과정의 성취기준 수는 총 53개이다. 성취기준 53개는 ‘다항식’ 5개, ‘방정식과 부등식’ 11개, ‘도형의 방정식’ 11개, ‘집합과 명제’ 8개, ‘함수’ 5개, ‘수열’ 8개, ‘지수와 로그’ 5개로 이루어졌다. 학업성취도 평가에서는 이 성취기준을 근거로 내용 타당도를 확보하고 해당 내용에 대한 학생들의 성취 정도를 파악하는 데 적절한 행동 영역(계산, 이해, 추론, 문제해결)에 맞추어 평가 도구를 개발하고 있다.

학업성취도 평가 결과는 연도별 추이를 분석하기 위한 목적으로 2010년을 기준 연도로 하여 해마다 학생들의 원점수를 척도점수로 변환하여 검사동등화 과정을 거치고 있다. 2010년에 마련한 척도점수는 문항 점수들을 합한 점수인 원점수를 기초로 만든 것으로, 원점수를 아크사인(arcsine)으로 변환한 후 이 값을 다시 특정한 평균과 표준편차를 갖도록 선형 변환한 것이다. 2010년에 새로 개발된

척도점수의 평균은 200점, 표준편차는 30점, 범위는 100~300점이고 증분은 1점이다(김경희 외, 2011, 18-19). 학업성취도 평가는 2009년부터 2016년까지 전수평가 체제를 유지하다가 2017년부터 표집평가 체제로 전환되었다. 현재 고등학교 수학과와 경우 모집단인 고등학교 2학년 학생의 3% 수준으로 표집하여 학업성취도 평가를 시행하고 있다. 2015~2018년의 고등학교 수학과 성취수준별 학생 비율은 <표 1>과 같다.

<표 1> 2015~2018년 고등학교 수학과 성취수준별 학생 비율

단위(%)

연도 성취수준	2015	2016		2017		2018	
우수학력	28.5	30.6	▲	28.3	(1.42)	28.8	(1.30)
보통학력	51.8	47.6	▼	47.5	(0.98)	41.6	(0.79) ▼
기초학력	14.2	16.6	▲	14.3	(0.66) ▼	19.2	(0.73) ▲
기초학력 미달	5.5	5.3	▼	9.9	(0.70) ▲	10.4	(0.66)

* 표집 시행으로 전환된 2017년과 2018년의 경우 ()안에 표준오차를 제시함.

† ▲ : 전년 대비 유의하게 높음, ▼ : 전년 대비 유의하게 낮음

※ 출처: 구자옥 외(2019, p. 20).

<표 1>을 살펴보면, 우수학력의 경우 2015년 28.5%를 기준으로 하면 2016년 30.6%로 2.1%p 증가하였다가 2017년 28.3%로 다소 감소하였고, 2018년은 28.8%로 2017년과 유사한 비율을 유지하였다. 이 중 2016년 비율 증가가 전년 대비 그 차이가 유의미하였다. 보통학력의 경우 4년간 지속적으로 감소하는 경향을 보였는데, 특히 2016년과 2018년에 각각 전년 대비 4.2%p, 5.9%p 차이로 크게 감소하였으며 그 차이가 유의미하였다. 기초학력의 경우 2015년 14.2%부터 2016년 16.6%, 2017년 14.3%, 2018년 19.2%까지 증감을 반복하였는데 2018년에는 전년 대비 4.9%p로 비교적 큰 폭으로 증가하였으며, 2016~2018년 모두 전년 대비 그 차이가 유의미하였다. 기초학력 미달의 경우 2015년 5.5%와 2016년 5.3%는 유사한 비율을 보이다가 2017년에 9.9%로 크게 증가하여 2018년 10.4%까지 비슷하게 유지되었다. 이 중 2016년 비율 감소와 2017년 비율 증가가 각각 전년 대비 유의미한 차이를 보였다.

2015~2018년 성취수준별 학생 비율을 전체적으로 정리하면 우수학력 수준 비율은 연도별로 큰 차이가 없는 반면에 보통학력 수준 비율은 유의미하게 감소하고 있는 경향을 알 수 있다. 또한 보통학력 수준 비율이 감소함에 따라 기초학력과 기초학력 미달 비율이 증가하고 있는 경향도 파악할 수 있다. 이러한 성취수준별 학생 비율의 추이는 보통 학력 수준 이하의 학업 성취 능력을 제고할 필요성이 요구된다.

이에 고등학교 수학과와 학업성취도 평가의 범위에 해당하는 각 영역별 성취기준을 성취수준별로 어느 정도 숙달하고 있는지에 대한 파악과 더불어 그 원인 분석을 하는 것은 보통 학력 수준의 학력을 제고하는 데 중요한 시사점을 제공할 수 있다.

III. 연구 방법

1. 학업성취 특성 분석 대상 문항

고등학교 수학과 2015~2018년 학업성취도 평가 출제 현황을 분석한 결과는 <표 2>와 같다. 2015년부터 2018년까지 출제된 문항 중 공개 문항은 146개이며, 이에 해당하는 교육과정의 성취기준 수는 53개이다. 출제된 문항을 검토한 결과 다항식 영역의 성취기준 ‘다항식의 곱셈과 나눗셈을 할 수 있다.’는 다항식의 곱셈에 관한 문항은 있지만 다항식의 나눗셈에 관련된 문항은 출제되지 않아 분석 대상 성취기준에서 제외하였다. 따라서 본 연구에서 분석한 문항과 성취기준 수는 각각 146개, 52개이다. 성취수준별 학업성취 특성은 성취수준별 대표 문항²⁾과 해당 문항에서 요구하는 인지 특성에 대한 분석을 바탕으로 진술된다(이인호 외, 2014). 출제된 문항 중 15개가 우수학력의 정답률이 70% 미만으로 나타나 특정 학력의 대표문항으로 선정되지 못하였고, 기초학력의 정답률이 70% 이상으로 나타난 문항은 8개였다.

<표 2> 수학과 2009 개정 교육과정 기반 2015~2018년 출제 현황 분석

학교 급	영역	출제 문항 수	성취수준별 대표문항 수			특정 학력 대표문항으로 선정되지 못한 문항 수	출제된 교육과정 성취기준 수
			기초학력	보통학력	우수학력		
고	다항식	12	3	5	4	-	5
	방정식과 부등식	32	-	11	20	1	11
	도형의 방정식	32	-	2	25	5	11
	집합과 명제	22	4	5	10	3	8
	함수	14	-	1	10	3	5
	수열	22	1	7	12	2	8
	지수와 로그	12	-	2	9	1	5
	계	146	8	33	90	15	53

* 서답형 문항은 하위 문항 수로 산정하였으며, 비공개 가교 문항은 분석 대상에 포함하지 않음.

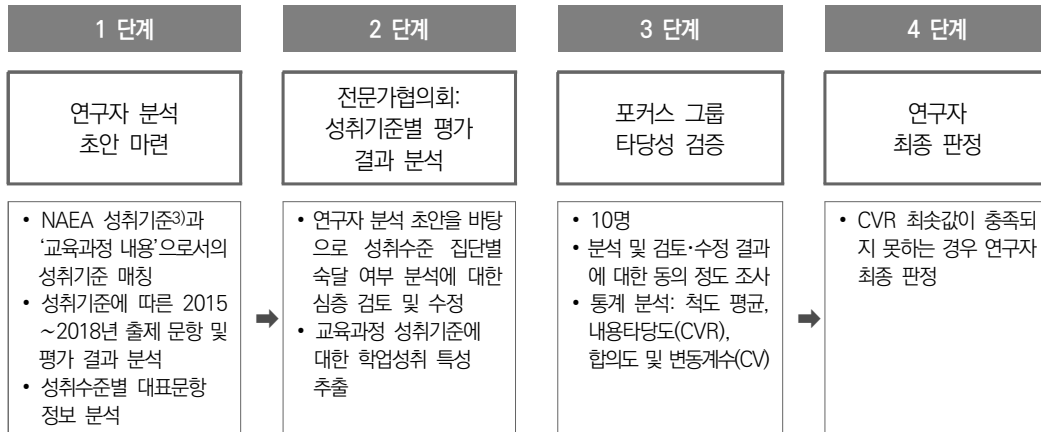
※ 출처: 구자옥 외(2019, p. 49)의 내용을 재구성함.

2. 교육과정 성취기준에 대한 학업성취 특성 분석 방법

고등학교 수학에 대한 학업성취 특성을 파악하기 위해 학업성취도 평가 출제 범위에 해당하는 2009 개정 교육과정의 성취기준을 학업성취도 평가 문항과 연결하고, 성취기준에 대한 출제 문항의 학업

2) 국어, 영어, 사회, 과학과는 선다형 문항 74%, 서답형 문항 65%의 정답률을, 수학과는 교과의 특성을 고려하여 선다형과 서답형 모두 70%의 정답률을 대표문항 선정 기준으로 사용한다(이인호 외, 2014, p. 128)

성취도 평가 결과를 분석하여 성취수준 집단별 숙달 여부를 파악하였다. 이를 위한 절차는 [그림 1]과 같다.



※ 출처: 구자옥 외(2019, p. 53)의 내용을 일부 재구성함.

[그림 1] 교육과정 성취기준에 대한 고등학교 수학과 학업성취 특성 분석 절차

분석 절차의 1단계에서는 연구진이 교육과정 성취기준과 학업성취도 평가 결과를 연계하고, 학업성취 특성 도출을 위한 1차 초안을 개발하였다. 우선 교육과정 성취기준에 대한 학생들의 성취 특성을 파악하기 위해 NAEA 성취기준과 교육과정의 성취기준을 연결하고, NAEA 성취기준에 해당하는 2015~2018년 출제 문항 및 평가 결과를 분석하여 교육과정의 성취기준 숙달 여부를 판단하였다. 교육과정의 성취기준 숙달 여부를 판단하는 과정에서 성취기준이 중복되어 있는 문항 중 어떤 성취기준의 영향으로 결과가 도출되었는지 판단하기 어려운 경우 해당 문항은 분석에서 제외하였다. 이를 토대로 교육과정 성취기준에 대한 학업성취도 평가 출제 문항 정보를 바탕으로 성취수준별 대표문항 정보를 분석하여 각 성취기준에 대한 성취수준 집단별 숙달 여부를 분석한 1차 초안을 개발하였다.

2단계는 1단계에서 도출한 1차 초안에 대해 연구자와 외부 전문가 4명이 포함된 전문가협의회를 통해 성취수준 집단별 숙달 여부 분석에 대한 심층 검토를 하였다. 이를 통해 교육과정 성취기준에 대한 성취수준 집단별 숙달 여부에 대한 1차 초안을 수정하였다.

3) 학업성취도 평가에서 문항 출제를 위해 개발한 성취기준에 대해 정은영 외(2010)는 'NAEA 성취기준(achievement standard for National Assessment of Educational Achievement)'이라 하였고, 노은희 외(2014, pp. 5-6)는 '학업성취도 평가 성취기준'이라 하였다. 동효관 외(2018, p. 61)는 'NAEA 성취기준'으로 통칭하였으며, 이에 따라 본 연구에서도 2009 개정 교육과정에 따른 학업성취도 평가 출제를 위한 성취기준을 'NAEA 성취기준'이라 지칭한다.

〈표 3〉 수학과 성취기준에 대한 성취수준 집단별 숙달 여부 분석 및 판단 기준

코드	설명	세부 코드	설명
A	한 성취기준에 해당하는 문항들의 성취수준별 대표문항 정보가 일치한 경우	A-1	문항이 2개 이상 출제된 경우
		A-2	문항이 1개 출제된 경우
B	한 성취기준에 해당하는 문항들의 성취수준별 대표문항 정보가 상이한 경우	B-1	문항별 평가 내용의 범위가 다른 경우, 성취기준의 내용을 더 포괄하는 문항에 가중치를 두어 판단함.
		B-2	문항별 평가 내용 요소가 서로 다른 경우, 해당 문항들에 대해 모두 숙달한 집단을 선택함(상위 수준 대표문항 정보 활용).
		B-3a	문항 내용 측면에서 난이도에 차이가 있는 경우, 하위 수준 대표문항에 가중치를 두어 판단함.
		B-3b	문항 내용 측면에서 난이도에 차이가 있는 경우, 상위 수준 대표문항에 가중치를 두어 판단함.
		B-4a	문항 형식 측면(서답형/합답형)에서 난이도에 차이가 있는 경우, 하위 수준 대표문항에 가중치를 두어 판단함.
		B-4b	문항 형식 측면(서답형/합답형)에서 난이도에 차이가 있는 경우, 상위 수준 대표문항에 가중치를 두어 판단함.
C	판정 불가	C-1	성취기준에 해당하는 출제 문항이 없는 경우
		C-2	출제된 문항만으로 성취기준 숙달 여부를 판단하기 어려운 경우(예: 출제 내용이 지엽적인 경우)
		C-3	출제된 모든 문항이 여러 가지 성취기준의 내용이 포함되어 있어 어떤 성취기준의 영향으로 결과가 도출되었는지 판단하기 어려운 경우

※ 출처: 구자옥 외(2019, p. 56)의 내용을 재구성함.

1단계와 2단계에서 성취수준 집단별 숙달 여부와 학업성취 특성을 분석하기 위해 교육과정 성취기준에 대한 성취기준별 평가 문항 및 문항 정보(내용 및 행동 영역, 정답률, 대표문항 정보 등)를 고려하였다. 이때 활용한 성취수준 집단별 숙달 여부 분석을 위한 판단 기준은 〈표 3〉과 같다.

3단계 포커스 그룹 의견 조사에서는 전문가협의회를 통해 산출한 2차 자료에 대한 타당성을 검증하기 위해 10명의 포커스 그룹을 구성하고 2차 자료에 대한 동의 정도를 조사하였다. 포커스 그룹은 학업성취도 평가 출제 및 검토, 교육과정 관련 연구 등에 참여한 경험이 있는 교사 및 교과교육학 교수 등으로 구성하였다. 2단계에서 판단이 불가한 것으로 분석된 성취기준(C)은 타당성 검증에서 제외하였고, 대표문항 정보가 상이한 경우(B)와 함께 일부 교과는 대표문항 정보가 동일한 경우(A)도 포함하여 2차 자료에 제시된 분석 결과에 대한 동의 정도를 리커트 4점 척도⁴⁾로 조사하였다.

3단계 조사 결과에 대해 척도 평균, 내용타당도 비율(Content Validity Ratio: CVR), 합의도(Degree of consensus)와 변동계수(Coefficient of Variation: CV) 등을 산출하였으며 구체적인 분석 방법은 다음과 같다. Lawshe(1975)에 따르면 내용타당도 비율(CVR)은 전체 응답자 수 대비 타당하다고

4) 4: 매우 동의한다, 3: 동의한다, 2: 동의하지 않는다, 1: 전혀 동의하지 않는다.

긍정적으로 응답한 수의 비율을 나타낸 것으로, 모든 응답자가 타당하다고 응답하였을 경우 1.00, 절반만 타당하다고 응답하였을 경우 0.00, 절반 미만일 경우 음수로 나타난다. Lawshe(1975)는 응답자의 수에 따라 충족해야 하는 내용타당도 비율(CVR)의 최소값⁵⁾을 제시하였으며, 최소값 이상이 되어야 내용타당도가 확보된 것으로 해석될 수 있다.

본 연구에서는 포커스 그룹의 합의의 정도를 판단하기 위해 합의도와 변동계수(CV)를 산출하였는데, 합의도는 75 백분위점(Q_3), 25 백분위점(Q_1), 중위수(M_{dn})를 이용하여 구할 수 있다(이종성, 2006, p. 60). 합의도의 범위는 0에서 1이며, 75 백분위점(Q_3), 25 백분위점(Q_1)이 일치할 경우 1의 값이 나타나고 1에 가까울수록 높은 합의도를 의미한다.

변동계수(CV)는 표준편차를 산술평균으로 나누어 계산할 수 있으며, 전문가들의 응답이 일치할수록 합의의 정도의 안정성이 높아진다고 할 수 있다. 변동계수(CV)가 0.5 이하인 경우 높은 수준의 합의로 안정성이 확보되었다고 볼 수 있으며, 0.5~0.8인 경우 비교적 안정적이며, 0.8 이상인 경우 낮은 수준의 합의로 추가 설문이 필요하다(노승용, 2006, p. 56; English & Kernan, 1976).

마지막으로 4단계에서는 통계 분석 결과, 내용타당도 비율 및 합의도가 일정 수준 이상 확보되지 않은 성취기준에 대해서 연구자가 전문가협의회의 분석 내용과 포커스 그룹이 동의하지 않는 이유를 총체적으로 고려하여 각 성취기준의 숙달 집단에 대해 최종 판단하였다.

IV. 결과 분석 및 논의

1. 교육과정 성취기준에 대한 성취수준별 숙달 여부 분석 및 타당성 검증

학업성취도 평가 출제 범위에 해당하는 2009 개정 고등학교 수학과 교육과정의 53개 성취기준을 학업성취도 평가 문항과 연결하고, 성취기준별 출제 문항의 학업성취도 평가 결과를 바탕으로 성취수준 집단별 숙달 여부를 분석하였다. 분석 결과에 대해 전문가협의회를 통해 판단 불가에 해당하는 문항과 성취기준별 최소 숙달 집단을 확정하였다. 판단 불가에 해당하는 성취기준은 2개로, 해당 문항의 평가 내용이 지엽적이어서 성취기준에 대한 숙달 여부를 판단하기에 부족한 경우(C-2)가 1개, 어떤 학력의 대표문항으로도 분류되지 못하는 경우가 1개였다. 예를 들어 다항식 영역의 ‘수학1112. 다항식의 곱셈과 나눗셈을 할 수 있다.’는 성취기준의 학습 요소 중 다항식의 나눗셈에 대한 이해를 측정하는 문항이 출제되지 않았기 때문에 이 성취기준은 판단 불가(C-2)로 구분하였다. 또한 ‘수학1332. 좌표평면에서 원과 직선의 위치 관계를 이해한다.’의 성취기준에 해당하는 문항의 경우, 네 문항 중 한 문항만 우수학력의 대표문항이고, 나머지 세 문항은 우수학력도 숙달하지 못한 문항이기 때문에

5) 본 연구에서 수학과는 10명으로 포커스 그룹을 구성하였다. 따라서 Lawshe(1975, p. 568)에 따르면, 각 응답자의 수에 따른 CVR의 최소값은 수학과는 0.62가 된다.

전문가협의회에서 문항과 성취기준 간의 관계를 분석하여 우수학력도 숙달하지 못한 성취기준으로 판단하였다.

하나의 성취기준에 대해 출제된 문항별로 대표문항 정보에 차이가 나는 성취기준(B)은 26개로 나타났으며, 이 성취기준에 대해서 고등학교 수학과 포커스 그룹 10명을 대상으로 최소 숙달 집단 분석 결과의 타당성을 조사하였다. 조사 대상 성취기준에 대한 성취수준별 숙달 여부 분석의 타당성에 대한 응답 척도 평균은 2.9~4, 내용타당도(CVR)는 0.20~1, 합의도는 0.42~1, 변동계수(CV)는 0~0.38로 나타났다.

성취수준별 숙달 여부에 대한 타당도 검증 과정에서 포커스 그룹에서 제시한 논의 사항을 정리하면 <표 4>와 같다. 고등학교 수학과 방정식과 부등식 영역에서는 성취기준 ‘수학1232. 미지수가 3개인 연립일차방정식과 미지수가 2개인 연립이차방정식을 풀 수 있다.’에 대해 활용 문제를 이 성취기준을 대표하는 문항으로 볼 것인지에 대한 논의가 있었다. 2018년에 해당하는 문항 유형이 성취기준을 대표할 수 있는 문항 유형으로 보통학력 수준의 대표문항이고, 서답형 문항에서도 60% 이상의 정답률을 보인다는 점에서 보통학력 학생들까지 숙달할 수 있는 성취기준으로 판단하였다.

도형의 방정식 영역에서는 성취기준 ‘수학1322. 두 직선의 평행 조건과 수직 조건을 이해한다.’에 따라 출제된 세 문항들이 각각 평행 조건 또는 수직 조건만을 묻고 있어 전문가협의회에서 ‘판단 불가’의 기준을 적용하였다. 하지만 성취기준 외의 내용이 일부 포함되어 있으나 성취기준의 숙달 여부는 판별할 수 있는 문항이라는 의견이 개진되었다. 세 문항이 각각 성취기준을 대표할 수 있는 문항은 아니지만 각각의 문항이 부분적으로 평행 조건과 수직 조건을 묻고 있고 우수학력의 대표문항인 점을 고려하여 이 성취기준의 경우 우수학력은 숙달할 수 있다고 판단하였다. 그리고 성취기준 ‘수학1332. 좌표평면에서 원과 직선의 위치 관계를 이해한다.’와 관련된 문항의 경우 문항의 난도가 지나치게 높은 경향이 있어 어느 성취수준이 달성할 수 있는지 판단할 수 없다는 의견이 있었다. 실제 이 성취기준에 따른 문항의 경우 우수학력 수준의 정답률도 60% 미만으로 매우 낮게 나타났다.

<표 4> 고등학교 수학과 성취기준에 대한 성취수준별 숙달 여부 분석의 타당성 검증 결과(일부)

영역	중영역	교육과정 성취기준	숙달 여부		타당성 검증 결과					비고
			최소 숙달 집단	판단 기준	척도 평균	CVR	합의 도	CV		
방정식과 부등식	여러 가지 방정식	수학1232. 미지수가 3개인 연립일차방정식과 미지수가 2개인 연립이차방정식을 풀 수 있다.	우수 →보통	B-4	3.2	0.40	0.50	0.29	(타당성 검증) CVR 0.62 미만 /활용 문제를 판단 기준으로 삼기에는 난이도가 높고, 선다 형 문항을 비교하면 보통학력 수준으로 B-3이 적절함.	
도형의 방정식	직선의 방정식	수학1322. 두 직선의 평행 조건과 수직 조건을 이해한다.	판단불가 →우수	C-2	3	0.40	0.50	0.27	(타당성 검증) CVR 0.62 미만 /성취기준 외 내용이 일부 포 함되어 있으나 성취기준의 숙 달 여부는 판별할 수 있는 문항 으로 판단됨.	
	원의	수학1332.	-	B-4	2.9	0.20	0.42	0.30	(타당성 검증) CVR 0.62 미만	

영역	종영역	교육과정 성취기준	숙달 여부		타당성 검증 결과				비고
			최소 숙달 집단	판단 기준	척도 평균	CVR	합의 도	CV	
	방정식	좌표평면에서 원과 직선의 위치 관계를 이해한다.							/문항들이 난도가 다소 높아 순수한 성취수준의 숙달 이상을 요구함.
수열	등차수열과 등비수열	수학2312. 등차수열의 뜻을 알고, 일반항, 첫째항부터 제 n 항까지의 합을 구할 수 있다.	보통 →우수	B-4	3.2	0.40	0.50	0.29	(타당성 검증) CVR 0.62 미만 / 등차수열에 대한 문항과 등차수열의 합에 대한 문항이 섞여 있어 B-3/C-2로 세분화가 필요함.
	수열의 합	수학2321. \sum 의 뜻을 알고, 그 성질을 이해하고, 이를 활용할 수 있다.	우수	B-4 →B-3	3.1	0.20	0.43	0.32	(타당성 검증) CVR 0.62 미만 / 2017(서4-2)를 형식의 차이보다는 내용 측면의 난이도에서 차이가 있어, B-3으로 판단할 수 있음.

†- : 우수학력도 숙달하지 못한 것으로 판정되어 숙달한 집단이 없는 경우

†→ : 타당성 검증을 통해 분석 결과가 변경된 경우

※ 출처: 구자옥 외(2019, p. 73).

수열 영역에서는 성취기준 ‘수학2312. 등차수열의 뜻을 알고, 일반항, 첫째항부터 제 n 항까지의 합을 구할 수 있다.’에 따라 출제된 문항들이 등차수열에 대한 문항과 등차수열의 합에 대한 문항이 섞여 있어 B-3/C-2로 세분화가 필요하다는 의견이다. 네 문항 중 세 문항이 등차수열의 의미를 알고 있는지를 묻고 있고 보통학력 수준의 대표문항으로 나타났지만, 성취기준을 종합적으로 묻고 있다고 볼 수 있는 등차수열의 일반항과 등차수열의 합을 구하는 문항의 경우에는 우수학력의 대표문항으로 나타났다. 따라서 이 성취기준을 숙달한 성취수준은 우수학력으로 판단했다. 그리고 성취기준 ‘수학2321. \sum 의 뜻을 알고, 그 성질을 이해하고, 이를 활용할 수 있다’와 관련된 문항의 경우 단지 선다형과 서답형과 같은 형식의 차이보다는 내용 측면의 난이도에서 차이가 있어, B-3으로 판단할 수 있다는 의견이 있었다. 문항에 대한 세부적인 검토 결과, 문항의 형식보다는 문항이 묻고 있는 내용에 따라서 정답률의 폭이 크다고 판단해 판단 기준을 B-4에서 B-3으로 수정하였다.

2. 교육과정 성취기준에 대한 학업성취 특성 최종 분석 결과

2015~2018년 학업성취도 평가 결과를 바탕으로 2009 개정 고등학교 수학과 교육과정의 성취기준별 최소 숙달 집단을 분석한 결과는 <표 5>와 같다. 고등학교 수학과 교육과정의 성취기준 중 학업성취도 평가 범위에 해당하는 53개 성취기준 중 판단 불가로 나타난 성취기준은 1개, 우수학력도 숙달하지 못한 성취기준은 1개로 나타났다. 이 두 개의 성취기준에 대한 숙달 여부는 판단하지 않았다. 성취수준 집단별 숙달 여부를 살펴보면, 우수학력 학생들까지 숙달한 것으로 판단되는 성취기준은 37개, 보통학력 학생들까지 숙달한 성취기준은 10개로 나타났다. 기초학력 학생들까지 숙달한 성취기준은 4개로 나타나 다른 성취수준 집단이 숙달한 성취기준에 비해 그 수가 상대적으로 적었으며,

방정식과 부등식, 도형의 방정식, 함수, 지수와 로그 영역에서는 기초학력 학생들까지 숙달한 성취기준은 없었다.

〈표 5〉 고등학교 수학과 2009 개정 교육과정 영역별 성취기준의 최소 숙달 집단 분포

영역	숙달 집단 없음		우수학력		보통학력		기초학력		판단 불가		계	
	빈도	비율	빈도	비율	빈도	비율	빈도	비율	빈도	비율	빈도	비율
다항식	0	0.0%	0	0.0%	3	60.0%	1	20.0%	1	20.0%	5	100.0%
방정식과 부등식	0	0.0%	7	63.6%	4	36.4%	0	0.0%	0	0.0%	11	100.0%
도형의 방정식	1	9.0%	9	81.8%	1	9.0%	0	0.0%	0	0.0%	11	100.0%
집합과 명제	0	0.0%	5	62.5%	1	12.5%	2	25.0%	0	0.0%	8	100.0%
함수	0	0.0%	5	100.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	5	100.0%
수열	0	0.0%	7	87.5%	0	0.0%	1	12.5%	0	0.0%	8	100.0%
지수와 로그	0	0.0%	4	80.0%	1	20.0%	0	0.0%	0	0.0%	5	100.0%
계	1	1.9%	37	69.8%	10	18.9%	4	7.5%	1	1.9%	53	100.0%

※ 출처: 구자욱 외(2019, p. 74).

고등학교 수학과 교육과정의 성취기준에 대한 숙달 여부를 판정한 결과를 제시하면 〈표 6〉과 같다. 다항식 영역의 경우 다항식의 연산에 대한 학습 내용 중 덧셈과 뺄셈과 관련된 성취기준은 기초학력 학생들이 숙달하고, 나머지정리와 인수분해와 관련된 성취기준에 대해서는 보통학력 학생들이 숙달한 것으로 나타났다. 전반적으로 다항식 영역과 관련된 성취기준은 보통학력 이상의 학생들까지 숙달한 것으로 나타났으며, 기초학력의 학생들의 경우는 기본적인 다항식 연산 이외의 학습 내용에 대한 이해도 제고를 위한 교수·학습 방안 마련이 필요하다.

방정식과 부등식 영역의 경우 우수학력의 학생들은 모든 성취기준을 숙달한 것으로 나타났고, 보통학력 학생들은 복소수의 사칙계산, 근과 계수의 관계, 이차함수와 이차방정식의 관계, 절댓값을 포함한 일차부등식과 관련된 성취기준을 숙달한 것으로 나타났다. 그러나 보통학력 학생들은 이차함수와 직선의 위치관계, 이차함수의 최대와 최소, 여러 가지 방정식과 관련된 성취기준은 숙달하는 데 어려움이 있는 것으로 나타나 이에 대한 교수·학습 방안 개선이 필요하다. 또한 기초학력 학생들은 방정식과 부등식 영역에서 숙달한 성취기준이 없어 방정식과 부등식 영역의 학습 내용에 대한 맞춤형 기초학습 자료를 제공해 학습 능력을 제고할 필요가 있다.

도형의 방정식 영역의 경우 우수학력의 학생들은 ‘수학1332. 좌표평면에서 원과 직선의 위치관계를 이해한다.’의 성취기준을 제외하고 모든 성취기준을 숙달하는 것으로 나타났고, 보통학력 학생들은 도형의 평행이동과 관련된 성취기준은 숙달한 것으로 나타났다. 우수학력의 학생들은 원과 직선의 위치관계에 관련된 문항을 해결하는 데 어려움이 있는 것으로 나타나 이에 대한 원인 분석이 필요하다. 그리고 보통학력 학생들은 도형의 평행이동을 제외하고는 평면좌표, 직선의 방정식, 원의 방정식, 부등식의 영역에 관련된 성취기준을 숙달하는 데 어려움이 있는 것으로 나타나 이에 대한 교수·학습 개선이 필요하다. 또한 기초학력 학생들은 도형의 방정식 영역에서 숙달한 성취기준이 없어 도형의 방정식 영역의 학습 내용에 대한 맞춤형 기초학습 자료를 제공해 학습 능력을 제고할 필요가 있다.

집합과 명제 영역의 경우 우수학력의 학생들은 모든 성취기준을 숙달한 것으로, 보통학력 학생들은 집합과 관련된 성취기준을 숙달한 것으로 나타났다. 그리고 기초학력 학생들은 집합과 관련된 성취기준 중 집합의 개념과 두 집합 사이의 포함관계에 관한 성취기준은 숙달하는 것으로 나타났다. 보통학력 이하의 학생들이 명제와 관련된 성취기준을 숙달하는 데 어려움이 있는 것으로 나타나 이에 대한 원인 분석이 필요하다.

함수 영역은 대부분의 성취기준이 우수학력 학생들만 숙달하여 보통학력 이하의 학생들이 함수에 관련된 내용을 배우는 데 어려움이 있는 것으로 나타났다. 구체적으로 보통학력 이하의 학생들은 함수의 뜻과 그래프, 합성함수와 역함수, 유리함수와 무리함수에 관련된 학습 내용에 대한 이해도가 낮은 것을 알 수 있다. 특히 함수와 관련된 학습 내용은 다른 영역의 학습에도 중요한 영향을 미치므로, 각 학교급에서 다루는 성취기준의 적절성과 위계와 관련한 분석을 통해 보통학력 이하의 학생들의 함수 영역에 대한 이해도를 제고할 필요가 있다.

수열 영역의 경우 우수학력의 학생들은 대부분의 성취기준을 숙달한 것으로 나타났고, 보통학력 이하의 학생들은 수열 영역의 학습 내용 중 ‘수학2311. 수열의 뜻을 안다.’의 성취기준만을 숙달한 것으로 나타났다. 보통학력의 학생들은 등차수열과 등비수열의 의미는 알고 있지만 수열의 일반항과 합을 구하는 문항을 해결하는 것에는 어려움이 있는 것으로 나타나 이에 대한 교수·학습 보완이 요구된다. 그리고 기초학력의 학생들은 등차수열과 등비수열의 기본적인 이해가 부족한 것으로 나타나 이에 대한 이해도를 제고할 수 있는 교수·학습 방안이 필요하다.

마지막으로 지수와 로그 영역의 경우 우수학력의 학생들은 모든 성취기준을 숙달하는 것으로, 보통학력 이하의 학생들은 지수와 로그와 관련된 학습 내용에 대한 이해도가 낮은 것으로 나타났다. 보통학력의 학생들은 성취기준 ‘수학2411. 거듭제곱과 거듭제곱근의 뜻을 알고, 그 성질을 이해한다.’와 관련하여 간단한 거듭제곱근은 계산할 수 있지만 제곱근 성질을 포괄적으로 묻는 문항은 어려워하는 것으로 나타났다. 또한 지수가 유리수와 실수까지 확장될 수 있다는 것을 이해하고 간단한 지수법칙을 활용하는 문항은 해결할 수 있지만 다소 복잡한 문항의 경우에는 어려움이 있는 것으로 나타났다. 그리고 기초학력의 학생들은 지수와 로그 영역의 학습 내용에 대한 기본적인 이해도가 낮은 것으로 나타나 이에 대한 원인 분석이 필요하다.

〈표 6〉 고등학교 수학과 성취기준에 대한 성취수준별 숙달 여부 최종 판정 결과

영역	교육과정 성취기준	숙달 여부		
		우수	보통	기초
다항식	수학1111. 다항식의 덧셈과 뺄셈을 할 수 있다.			
	수학1121. 항등식의 의미를 이해한다.			
	수학1122. 나머지정리의 의미를 이해하고, 이를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.			
	수학1131. 다항식의 인수분해를 할 수 있다.			
방정식과 부등식	수학1211. 복소수의 뜻을 알고, 그 성질을 이해하고, 사칙계산을 할 수 있다.			
	수학1232. 미지수가 3개인 연립일차방정식과 미지수가 2개인 연립이차방정식을 풀 수 있다.			

영역	교육과정 성취기준	숙달 여부		
		우수	보통	기초
도형의 방정식	수학1241. 부등식의 성질을 이해하고, 절댓값을 포함한 일차부등식을 풀 수 있다.			
	수학1214. 이차방정식에서 근과 계수의 관계를 이해한다.			
	수학1221. 이차함수와 이차방정식의 관계를 이해한다.			
	수학1212. 이차방정식의 실근과 허근의 뜻을 안다.			
	수학1213. 이차방정식에서 판별식의 의미를 이해하고, 이를 설명할 수 있다.			
	수학1222. 이차함수의 그래프와 직선의 위치 관계를 이해한다.			
	수학1223. 이차함수의 최대, 최소를 이해하고, 이를 활용할 수 있다.			
	수학1231. 간단한 삼차방정식과 사차방정식을 풀 수 있다.			
	수학1242. 이차함수와 이차부등식의 관계를 이해하고, 이차부등식과 연립이차부등식을 풀 수 있다.			
	수학1341. 평행이동의 의미를 이해한다.			
	수학1311. 두 점 사이의 거리를 구할 수 있다.			
	수학1312. 선분의 내분과 외분을 이해하고, 내분점과 외분점의 좌표를 구할 수 있다.			
	수학1321. 여러 가지 직선의 방정식을 구할 수 있다.			
	수학1322. 두 직선의 평행 조건과 수직 조건을 이해한다.			
집합과 명제	수학1323. 점과 직선 사이의 거리를 구할 수 있다.			
	수학1331. 원의 방정식을 구할 수 있다.			
	수학1342. 원점, x 축, y 축, 직선 $y = x$ 에 대한 대칭이동의 의미를 이해하고, 이를 설명할 수 있다.			
	수학1351. 부등식의 영역의 의미를 이해한다.			
	수학1352. 부등식의 영역을 활용하여 최대, 최소 문제를 해결할 수 있다.			
	수학1332. 좌표평면에서 원과 직선의 위치 관계를 이해한다.			
	수학2111. 집합의 개념을 이해하고, 집합을 표현할 수 있다.			
함수	수학2112. 두 집합 사이의 포함 관계를 이해한다.			
	수학2113. 집합의 연산을 할 수 있다.			
	수학2121. 명제와 조건의 뜻을 알고, ‘모든’, ‘어떤’을 포함한 명제를 이해한다.			
	수학2122. 명제의 역과 대우를 이해한다.			
	수학2123. 필요조건과 충분조건을 이해한다.			
	수학2124. 절대부등식의 의미를 이해하고, 간단한 절대부등식을 증명할 수 있다.			
함수	수학2125. 대우를 이용한 증명법과 귀류법을 이해한다.			
	수학2211. 함수의 뜻을 알고, 그 그래프를 이해한다.			
	수학2212. 함수의 합성을 이해하고, 합성함수를 구할 수 있다.			
	수학2213. 역함수의 뜻을 알고, 주어진 함수의 역함수를 구할 수 있다.			
	수학2221. 유리함수 $y = \frac{ax+b}{cx+d}$ 의 그래프를 그릴 수 있고, 그 그래프의 성질을 이해한다.			
	수학2222. 무리함수 $y = \sqrt{ax+b}+c$ 의 그래프를 그릴 수 있고, 그 그래프의 성질을 이해한다.			

영역	교육과정 성취기준	숙달 여부		
		우수	보통	기초
수열	수학2311. 수열의 뜻을 안다.			
	수학2312. 등차수열의 뜻을 알고, 일반항, 첫째항부터 제 n 항까지의 합을 구할 수 있다.			
	수학2313. 등비수열의 뜻을 알고, 일반항, 첫째항부터 제 n 항까지의 합을 구할 수 있다.			
	수학2321. \sum 의 뜻을 알고, 그 성질을 이해하고, 이를 활용할 수 있다.			
	수학2322. 여러 가지 수열의 첫째항부터 제 n 항까지의 합을 구할 수 있다.			
	수학2331. 수열의 귀납적 정의를 이해한다.			
	수학2332. 수학적 귀납법의 원리를 이해한다.			
	수학2333. 수학적 귀납법을 이용하여 명제를 증명할 수 있다.			
지수와 로그	수학2411. 거듭제곱과 거듭제곱근의 뜻을 알고, 그 성질을 이해한다.			
	수학2412. 지수가 유리수, 실수까지 확장될 수 있음을 이해한다.			
	수학2413. 지수법칙을 이해하고, 이를 이용하여 식을 간단히 나타낼 수 있다.			
	수학2421. 로그의 뜻을 알고, 그 성질을 이해한다.			
	수학2422. 상용로그를 이해하고, 이를 활용할 수 있다.			

† 학업성취도 평가 출제 범위에 해당하는 성취기준을 대상으로 하여 분석하였으며, 판단 불가로 분류된 문항은 제외함.

‡ 음영은 해당 집단이 숙달했음을 의미함.

※ 출처: 구자옥 외(2019, pp. 76-77).

〈표 7〉은 〈표 6〉의 내용 중 「수학Ⅰ」, 「수학Ⅱ」의 7개의 내용 영역에서 가장 기본이 되는 성취기준에 대한 숙달 여부를 정리한 것이다. 보통학력 수준의 경우 도형의 방정식, 함수, 지수와 로그 영역에서 기본이 되는 성취기준을 숙달하지 못하였고, 기초학력 수준은 방정식과 부등식 영역까지 성취기준을 숙달하지 못한 것으로 나타났다.

기본 성취기준에 대한 문항 분석 결과, 방정식과 부등식 영역에서 기초학력 수준은 i 에 대한 의미는 알지만 복소수의 계산 과정에서 i^2 과 i^3 의 의미를 잘 이해하지 못하는 것으로 나타났다. 도형의 방정식 영역에서 보통학력 수준은 두 점이 주어져 있을 때 두 점 사이의 거리는 구할 수 있지만 ‘두 점 $A(3,1), B(1,a)$ 의 길이가 $4\sqrt{2}$ 일 때 a 의 값을 구하는 문제의 경우는 다소 어려워하는 경향이 있다. 하지만 기초학력 수준은 두 점 사이의 거리를 구하는 방법을 이해하지 못하는 것으로 나타났다. 함수 영역에서 보통학력 이하 수준은 함수의 뜻과 관련된 정의역, 치역, 공역, 일대일대응 등의 의미를 정확하게 이해를 하지 못해 문제해결에 어려움이 있는 것으로 나타났다. 지수와 로그 영역에서 보통학력 수준은 단순한 거듭제곱근의 값을 구할 수는 있지만 거듭제곱근과 실수의 관계를 어려워하는 것으로 나타났고, 기초학력 수준은 제곱근의 뜻과 성질을 이해하지 못해 단순한 제곱근의 계산도 어려워하는 것으로 나타났다.

〈표 7〉 고등학교 수학과 내용 영역에서의 기본 성취기준에 대한 판정 결과

영역	교육과정 성취기준	숙달 여부		
		우수	보통	기초
다항식	수학1111. 다항식의 덧셈과 뺄셈을 할 수 있다.			
방정식과 부등식	수학1211. 복소수의 뜻을 알고, 그 성질을 이해하고, 사칙계산을 할 수 있다.			
도형의 방정식	수학1311. 두 점 사이의 거리를 구할 수 있다.			
집합과 명제	수학2111. 집합의 개념을 이해하고, 집합을 표현할 수 있다.			
함수	수학2211. 함수의 뜻을 알고, 그 그래프를 이해한다.			
수열	수학2311. 수열의 뜻을 안다.			
지수와 로그	수학2411. 거듭제곱과 거듭제곱근의 뜻을 알고, 그 성질을 이해한다.			

V. 결론 및 제언

본 연구에서는 고등학교 2학년을 대상으로 2009개정 교육과정에 따라 출제가 된 2015년부터 2018년도까지의 학업성취도 평가 문항을 대상으로 성취수준별로 교육과정에서 제시된 성취기준을 어느 정도 숙달하고 있는지를 분석하고, 이를 토대로 성취수준별 학업 특성을 도출하였다.

고등학교 수학과 학업성취도 평가 범위에 해당하는 〈수학I〉과 〈수학II〉 과목의 성취기준 53개를 기반으로 출제된 문항을 분석한 결과, 우수학력은 37개, 보통학력은 10개, 기초학력은 4개의 성취기준을 숙달한 것으로 나타났다. 성취수준별로 교육과정에 제시된 성취기준을 숙달한 내용은 다음과 같다.

첫째, 기초학력 수준의 학생들은 다항식 영역에 해당하는 ‘다항식의 덧셈과 뺄셈’에 관련된 성취기준, 집합과 명제 영역의 ‘집합의 개념과 표현’과 ‘두 집합 사이의 포함 관계’와 관련된 성취기준, 수열 영역의 ‘수열의 뜻’과 관련된 성취기준을 숙달한 것으로 나타났다.

둘째, 보통학력 수준의 학생들은 다항식 영역과 관련된 성취기준은 모두 숙달하였고, 방정식과 부등식 영역은 ‘복소수’, ‘연립방정식’, ‘절댓값을 포함한 일차부등식’, ‘근과 계수의 관계’, ‘이차함수와 이차방정식의 관계’와 관련된 성취기준을 숙달하였다. 또한 도형의 방정식 영역에서는 ‘평행이동’, 집합과 명제 영역에서는 ‘집합의 연산’과 관련된 성취기준을 숙달하였다.

셋째, 우수학력 수준의 학생들은 7개 영역에서 도형의 방정식 영역에 해당하는 ‘원과 직선의 위치 관계’와 관련된 성취기준을 제외하고는 모든 영역의 성취기준을 숙달한 것으로 나타났다.

위의 각 성취수준별로 도달한 성취기준을 토대로 2015 개정 교육과정 운영에 필요한 시사점을 제시하면 다음과 같다.

첫째, 기초학력 수준의 경우 방정식과 부등식, 도형의 방정식, 함수 영역에 관한 성취기준에서 숙달한 성취기준은 없는 것으로 나타나, 이 영역에 대해 기초학력 학생들을 위한 맞춤형 교수·학습 방안이

필요하다. 특히 방정식과 부등식 영역에서 기초가 되는 복소수 i^2 의 의미, 도형의 방정식 영역의 기초가 되는 두 점 사이의 거리를 구하는 방법을 잘 이해하지 못하는 것으로 나타났다. 그리고 함수 영역에서 가장 기본이 되는 함수의 의미를 이해하는 데 어려움이 있는 것으로 나타났다. 이광상(2019)의 2007 개정 교육과정을 적용한 고등학교 수학의 학업성취도 평가 분석 관련 연구 결과에서도 기초학력 수준의 학생들은 문자와 식 영역에서 단순한 다항식의 사칙계산을 숙달하였지만 그 이외의 학습 내용은 어려워한다는 것을 지적하였다. 기초학력 수준 학생들의 학력을 제고하기 위해서는 교육과정에서 제시한 각 내용 영역에서 가장 기본이 되는 성취기준을 숙달하는데 집중하고, 그에 적합한 교수학습 방법 구안이 필요하다.

둘째, 보통학력 수준의 경우에는 주로 다항식과 방정식과 부등식 영역에 관련된 성취기준은 어느 정도 숙달하고 있지만 도형의 방정식, 함수 영역의 경우는 성취기준을 숙달하지 못한 것으로 나타나, 이 영역의 성취기준 숙달을 위한 교수·학습 방안의 강구가 필요하다. 이광상(2019)의 연구에서도 보통학력 수준의 학생들은 함수 영역과 기하 영역의 성취기준에 해당하는 문항은 전체적으로 잘 해결하지 못하는 것으로 나타났고, 특히 기하 영역에 해당되는 문항 중에서 함수의 그래프 활용과 관련된 문항을 어려워한다는 것을 지적한 바 있다. <표 1>에서 제시한 성취수준별 학생 비율에서 보통학력 수준의 비율이 감소하는 이유 중의 하나가 도형의 방정식과 함수 영역의 학습에 대한 어려움 때문인 것으로 판단된다. 특히 함수 영역의 경우에는 보통학력 수준의 학생들이 숙달한 성취기준이 없는 것으로 나타나 함수 영역의 성취기준의 적절성과 학습 요소 및 위계 또는 교과서의 학습 내용 구성에 대한 검토가 요구된다. 또한 도형의 방정식 영역에서 다루는 내용은 함수의 그래프와 관련된 내용들이 많으므로 학생들의 직관적인 이해를 제고할 수 있도록 공학적 도구를 적극 활용하는 방안도 필요하다. 보통학력 수준의 학생들이 어려워하는 문항 유형을 분석한 결과 단순하게 한 개의 학습 요소의 이해도를 묻는 문항은 어느 정도 해결하지만 다소 복잡하게 여러 개의 학습 요소를 종합한 문항의 경우에는 어려워하는 것으로 나타났다. 따라서 보통학력 수준의 학생들에게는 교수·학습 과정에서 학습 요소 간의 관계의 중요성을 강조하고, 이와 관련된 다양한 예시 제공을 통해 성취기준에 대한 숙달도를 제고할 필요가 있다.

셋째, 우수학력 수준도 숙달하지 못한 성취기준은 ‘좌표평면에서 원과 직선의 위치 관계를 이해한다.’이다. 해당 성취기준에 대한 문항 분석 결과 좌표평면에서 원과 직선이 한 점에서 만나는 것과 같은 단순한 위치관계를 묻는 문항은 잘 해결하지만, 두 가지 이상의 위치관계를 복합적으로 묻는 문항의 경우는 어려워하는 것으로 나타났다. 따라서 우수학력 수준에 해당하는 학생에게는 원과 직선의 위치 관계에 대한 학습 내용을 종합적으로 묻는 문항 유형을 다양하게 제시하고 해결하는 기회를 제공함으로써 전체적인 우수학력 수준을 제고할 필요가 있다.

참고문헌

- 고정화, 도종훈, 송미영(2008). 수학과 국가수준학업성취도 평가에서의 성별 차이 분석. **수학교육학연구**, 18(2), 179-200.
- 구자옥, 김경주, 김준식, 박상복, 박지현, 성경희, 이광상, 이소라, 이재봉, 장의서, 강종훈, 신명경, 심규철, 최원호(2019). **국가수준 학업성취도 평가 결과에 기반한 2009 개정 교육과정의 학업성취 특성 및 추이 분석**. 한국교육과정평가원 연구보고 RRE, 2019-7.
- 김경희, 김완수, 최인봉, 상경아, 김희경, 신진아, 김준엽, 손원숙(2011). **국가수준 학업성취도 평가에 나타난 우리나라 학력 향상의 특성 분석**. 한국교육과정평가원 연구보고 RRE 2011-2-4, 18-19.
- 김성경(2018). 2016년 국가수준 학업성취도 평가 결과에서 나타난 고등학생의 수학 학업 특성 분석. **교육과정평가연구**, 21(4), 151-176.
- 노승용(2006). 알기 쉬운 연구방법론7: 델파이 기법(Delphi Technique), 전문적 통찰로 미래예측하기. **국토**, 299, 53-62.
- 노은희, 김영란, 김경주, 조윤동, 이광상, 배주경, 황필아, 이정우, 서민철, 박주현, 이인호, 심재호, 김동영, 김현경(2014). **2009 개정 교육과정에 따른 국가수준 학업성취도 평가의 교과별 성취기준 개선**. 한국교육과정평가원 연구보고 CRE 2014-4.
- 동효관, 김경주, 강민경, 장의선, 성경희, 양성현, 김성경, 이재봉, 구자옥, 박상복, 김소연, 최원호, 김용진, 이기영(2018). **2015 개정 교육과정에 따른 국가수준 학업성취도 평가 출제 방안 연구**. 한국교육과정평가원 연구보고 RRE 2018-4.
- 박수민, 이광상(2017). 국가수준 학업성취도 평가 결과와 연계한 서답형 답안 반응 유형 분석. **교육과정평가연구**, 20(2), 85-111.
- 이광상(2016). 2014년 국가수준 학업성취도 평가의 고등학교 수학과 서답형 문항에 대한 반응 분석. **교육과정평가연구**, 19(3), 71-100.
- 이광상(2019). 2010-2014년 국가수준 학업성취도 평가에서 나타난 고등학생의 수학 학업 특성 분석. **교육과정평가연구**, 22(4), 57-84
- 이광상, 박수민(2018). 2015년 국가수준 학업성취도 평가의 고등학교 수학과 서답형 문항 분석. **수학교육학연구**, 28(2), 159-179.
- 이광상, 조윤동(2014). 2010-2012년 국가수준 학업성취도 평가 결과에 나타난 중학교 수학과 성취수준별 학업성취 특성. **대한수학교육학회지 학교수학**, 16(2), 237-257.
- 이봉주(2009). 수학 학업성취도의 변산도에서 성차 추이 분석. **수학교육학연구**, 19(2), 273-288.

이인호, 김경주, 이상일, 이정우, 서민철, 조운동, 이광상, 김현경, 배주경, 황필아, 심재호, 이기영, 이봉우, 정기문, 김희영(2014). **2014년 국가수준 학업성취도 평가 출제 연구**. 한국교육과정평가원 연구보고 RRE 2014-5-1.

이종성(2006). **델파이 방법**. 서울: 교육과학사.

임해미(2018). 국가수준 학업성취도 평가를 통한 중학교 3학년의 수학과 교육과정 성취기준에 대한 이해도 분석. **교육과정평가연구**, 21(1), 219-241.

임해미, 김부미(2014). 일본과 우리나라의 수학과 교육과정과 국가수준 학업성취도 평가 비교. **대한수학교육학회지 학교수학**, 16(2), 259-283.

정은영, 남민우, 김도남, 김혜숙, 박가나, 이봉주, 권점례, 최원호, 이인호, 조보경, 송민영, 최인봉, 김희경, 김소영(2010). **국가수준 학업성취도 평가의 교과별 평가를 개발 연구**. 한국교육과정평가원 연구보고 CRE 2010-7.

조운동, 강은주, 고호경(2013). 2011년 수학과 국가수준 학업성취도 평가에서 나타난 다문화·탈북 가정 학생의 학교급별 성취 특성 분석. **대한수학교육학회지 학교수학**, 15(1), 179-199.

조운동, 이광상(2014). 2010-2012년 국가수준 학업성취도 평가에서 나타난 초등학교 성취수준별 학업 특성. **한국수학교육학회지 시리즈 A**, 53(2), 219-237.

조운동, 이광상(2015). 학업성취도 평가에서 답지 반응을 분포 그래프를 활용한 중학생의 수학과 학업 특성 분석. **대한수학교육학회지 수학교육연구**, 25(1), 1-19.

English, C. M., & Kernan, G. L. (1976). The prediction of air travel and aircraft technology to the year 2000 using the delfhi method. *Transph Res*, 10, 1-8.

Lawshe, C. H. (1975). A quantitative approach to content validity. *Personnel Psychology*, 28(4), 563-575.

· 논문접수 : 2020.04.06. / 수정본접수 : 2020.05.01. / 게재승인 : 2020.05.14.

ABSTRACT

Analysis of High School Students' Mathematics Academic Achievement Characteristic Appeared in the 2015-2018 National Assessment of Educational Achievement

Kwang-Sang Lee

Research Fellow, Korea Institute for Curriculum and Evaluation

The purpose of this study is to extract implications related to teaching and learning through the analysis of academic achievement characteristics in high school mathematics applied to the 2009 revised curriculum in the NAEA. To this end, we analyzed the achievement standard mastery presented in the curriculum by achievement level by analyzing the NAEA items of high school from 2015 to 2018 according to the 2009 revised curriculum. As a result of the analysis, it was found that 'Basic level' student in the achievement standards for equations, inequalities, equations of equations, functions, exponents and logarithmic domains was unskilled. In particular, in the case of the function area, there is no achievement standard that students of 'Proficient level' have mastered, so it is necessary to review the appropriateness of the achievement standard in the function area and the learning elements and hierarchies. In addition, 'Proficient level' appear to have difficulties in the case of questions that combine several learning elements with more or less complexity, so improvement of teaching and learning are required. The analysis related to the academic achievement characteristics of high school mathematics in the 2009 revised curriculum is expected to provide important implications for the future revision of the curriculum and the teaching and learning method of high school mathematics in the current curriculum.

Key Words : *National Assessment of Educational Achievement, Achievement standards, Achievement level, Academic achievement characteristics*