교육과정평가연구
The Journal of Curriculum and Evaluation
2019, Vol. 22, No. 4, pp. 57~84

2010-2014년 국가수준 학업성취도 평가에서 나타난 고등학생의 수학 학업 특성 분석

이 광 상(한국교육과정평가원 연구위원)*

<요 약>

본 연구의 목적은 고등학교 국가수준 학업성취도 평가 결과에서 나타난 성취수준별 학업 특성을 도출하는 것이다. 이를 위해 2007 개정 교육과정에 따른 2010년부터 2014년까지의 5년에 걸친 고등학교 학업성취도 평가 문항 중 3년 이상 동일한 성취기준에 따라 출제된 선다형 문항을 분석하였다. 분석 결과 우수학력 수준의 경우에는 교육과정에서 제시하는 수학적인 용어의 개념 및 기본 성질을 잘 적용하여 학업성취도 평가 문항을 잘 해결하고 있는 것으로 나타나 관련 성취기준은 숙달했다고 판단할 수 있다. 그리고 보통학력 수준의 경우에는 수와 연산 영역의 '집합의 연산 법칙'과 문자와 식 영역의 '다항식의 사칙계산'과 '이차방정식의 근과 계수의 관계'와 관련된 문항은 잘 해결했지만, 기하 영역과 함수 영역의 내용에 대한 이해도가 다소 낮아 이 영역에 관련된 성취기준은 숙달하지 못한 것으로 나타났다. 또한 기초학력 수준의 경우에는 단순한 다항식의 연산 이외에는 대부분의 내용을 잘 이해하지 못하는 것으로 나타났다. 2007 개정 교육과정의 고등학교 수학의 성취기준과 관련된 분석 내용은 2015 개정 교육과정의 성취기준의 내용과 유사해, 본 연구 결과는 현행 교육과정의 고등학교 수학의 교수·학습 방법에 중요한 시사점을 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

주제어 : 국가수준 학업성취도 평가, 성취기준, 성취수준, 학업 특성

Ⅰ. 서론

국가수준 학업성취도 평가(이하 학업성취도 평가)는 국가수준에서 학교 교육의 질과 교육과정의 정착 정도를 체계적으로 점검하기 위한 평가로 1998년에 '국가수준 교육성취도 평가' 기본 계획 수립을 시작으로 현재까지 시행되고 있다.

* 제1저자 및 교신저자, leeks@kice.re.kr

특히 2009년부터는 2008년 정부가 추진한 ‘기초학력보장정책’(교육과학기술부, 2008)에 따라 개별 학생의 학업 성취 정도를 파악하고 각 단위 학교의 학력 수준을 점검하기 위하여 표집 평가에서 전수평가로 확대하여 2016년까지 실시하였다. 이러한 전수평가를 분석한 결과는 학교 현장에서 학생 개인의 학업성취 수준과 기초학습 능력이 부족한 학생들을 파악할 수 있어 교사의 교수·학습 방법 개선에 도움을 제공하고 있다. 그리고 학생들이 현행 교육과정에서 제시하는 성취기준을 잘 이행하고 있는지에 대한 점검을 할 수가 있어 교육과정의 효율적인 운영은 물론 향후 교육과정을 개정하는 방향에도 중요한 시사점을 제공할 수 있다.

학업성취도 평가를 통한 다양한 분석 자료는 학교 교육과 관련된 여러 연구에도 활용이 되고 있다. 현재까지 국내에서 이루어진 학업성취도 평가 관련 연구는 주로 학교급별로 시・도 교육청(또는 지역교육청)의 교과별 학업성취 수준 결과를 중심으로 지역규모별 학력 차이를 설명(김성숙 외, 2011)하거나 학업성취도 평가에서 나타난 학생들의 수학에 대한 태도 또는 문항의 유형을 토대로 한 성차를 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(조윤동, 강은주, 고호경, 2013)등이 있다.

또한 매년 전년도의 학업성취도 평가 결과를 분석한 연구(이봉주, 조윤동, 김미경, 2011; 조윤동 외 2012; 조윤동 외 2013; 조윤동, 이광상, 이인호 2014; 조윤동, 이광상, 이인호 2015)에서는 학생들의 성취수준별[1], 성별, 지역별 정답률과 문항 분석 결과를 토대로 성취수준별 학업 성취 특성과 더불어 교수·학습 방법의 개선 등에 필요한 시사점을 제공하고 있다. 그리고 선다형 문항 분석에 관한 연구(조윤동, 이광상, 2014; 이광상, 조윤동, 2014)에서는 2010년부터 2012년까지의 초등학교 6학년과 중학교 3학년을 대상으로 각 성취수준별로 지속적으로 일정한 숙달도를 보인 성취기준에 해당하는 선다형 문항 분석을 토대로 성취수준별로 학업성취 특성을 추출하고 이와 관련된 교육과정 내용, 교수·학습 방법, 평가에 관련한 시사점을 제공하였다. 또한 서답형 문항 분석과 관련한 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. 그리고 김성경(2018)과 임해미(2018)의 연구는 2009 개정 교육과정을 적용한 학업성취도 평가 결과를 성취수준별로 분석해 학업특성을 제시해 교수·학습 및 교육과정에 시사점을 제공하였다.

이와 같이 해마다 학업성취도 평가 결과 자료를 이용한 다양한 연구가 이루어지고 있지만, 고등학교 학생을 대상으로 특정 교육과정에 따른 학업성취도 평가 문항을 종합적으로 분석하여 성취수준별로 교육과정의 성취기준을 어느 정도 달성하고 있는 지에 대한 분석 연구는 미진한 편이다. 따라서 2007 개정 교육과정을 적용한 2010년부터 2014년까지의 고등학교 학업

1) 학업성취도평가에서는 성취수준을 우수학력, 보통학력, 기초학력, 기초학력미달의 네 수준으로 분류하고 있다.

성취도 평가 문항을 대상으로 동일한 성취기준에 따라 지속적으로 출제된 문항을 중심으로 성취수준별 학업 특성을 파악하는 것은 교육과정에 제시되어 있는 성취기준 도달 여부는 물론 학교 현장의 교수·학습 방법의 개선에도 유익한 정보를 제공할 수 있다. 특히 2007 개정 교육과정에 따른 고등학교 학업성취도 평가의 출제 범위는 2015 개정 교육과정을 적용한 고등학교 학업성취도 평가의 출제 범위와 유사해 학교 현장의 교수 · 학습 방법 개선에 유용한 시사점을 제공해 줄 수 있다.

이에 본 연구는 2007 개정 교육과정에 따른 고등학교 학업성취도 평가 결과를 분석하여 성취수준별 학업 특성을 도출하고자 한다. 이를 통해 2015 개정 교육과정 기반의 고등학교 수학 교실에서의 교수・학습 방법의 개선, 향후 교육과정 개정에 참고할 수 있는 시사점을 제시하고자 한다.

Ⅱ. 학업성취도 평가 개요 및 선행 연구

1. 2010-2014년 학업성취도 평가 결과 개요

본 연구에 대한 이해도를 제고하기 위해 2010-2014년 고등학교 수학과 학업성취도 평가 대상과 평가 범위, 학업성취도 점수 평균과 표준편차, 성취수준별 비율 순으로 기술하고자 한다.

2010- 2014년 학업성취도 평가 범위는 2007 개정 교육과정에 따른 고등학교 1학년 전 과정이었고, 문항 수(선다형 29문항, 서답형 4문항)와 시험 시간(60분)은 변동이 없었다. 문항 유형의 차이점으로는 학생들의 합답형 문항에 대한 문제해결 부담을 줄이기 위해 2012년부터 내용 영역 간 또는 성취기준 간 연계할 수 있는 세트형 문항[2)]을 출제한 것이었다. 학업성취도 평가에서 적용하는 교육과정 성취기준은 모두 56개로 수와 연산 8개, 문자와 식 18개, 기하 11개, 함수 16개, 확률과 통계 3개로 구성되어 있다. 즉 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

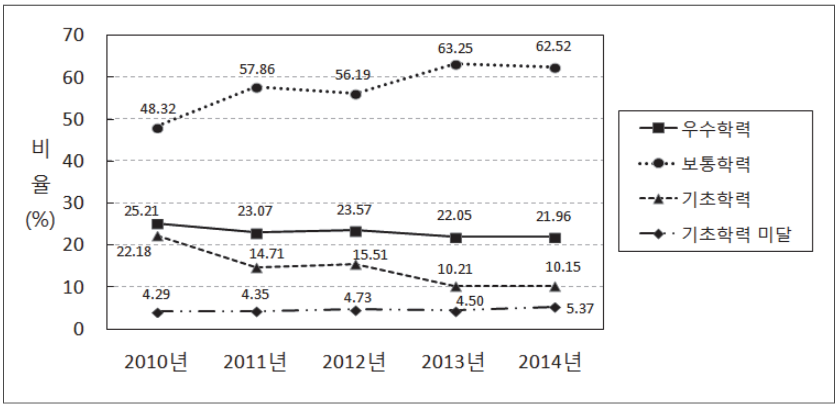
2) 세트형 문항이란 선다형 문항 중 공통 문두를 제시하고 성취기준이 각각 다른 두 문항을 한 세트로 구성하는 문항을 말한다. 2010-2014년의 세트형 문항은 선다형 28번과 29번으로 구성되어 있다.

것이다. 2010년에 새로 개발된 척도점수의 평균은 200점, 표준편차는 30점, 범위는 100~300점이고 증분은 1점이다(김경희 외, 2011, pp. 18-19).

<표 Ⅱ-1>와 [그림 Ⅱ-1]은 일반계 고등학교 2학년의 2010-2014년 성취수준의 비율을 연도 사이에 비교할 수 있도록 제시한 것이다. 5년 동안의 성취수준별 비율을 살펴보면, 공통적으로 보통학력이 가장 큰 비율을 차지하고 다음으로 우수학력, 기초학력, 기초학력 미달의 순서로 나타났다. 또한 우수학력과 기초학력의 비율은 전체적으로 감소하는 경향이 있는 반면에 보통학력은 증가하는 경향이 있는 것으로 나타났고, 기초학력 미달의 비율은 큰 차이가 나지 않는 것으로 나타났다. 구체적으로 2010년과 2014년을 비교하면 우수학력은 3.25p%가 감소한 반면에 보통학력은 14.20p%가 증가했다. 고등학생의 학력을 제고하기 위해서는 보통학력 수준을 한 단계 상승시켜 우수학력 수준 비율을 높이는 방안 모색이 요구된다.

<표 Ⅱ-1> 2010~2014년 고2 성취수준별 빈도와 비율

성취수준	2010	2011	2012	2013	2014
우수학력	120,118(25.21)	109,843(23.07)	118,830(23.57)	103,609(22.05)	102,065(21.96)
보통학력	230,202(48.32)	275,508(57.86)	283,234(56.19)	297,193(63.25)	290,633(62.52)
기초학력	105,659(22.18)	70,065(14.71)	78,183(15.51)	47,958(10.21)	47,168(10.15)
기초학력 미달	20,454(4.29)	20,733(4.35)	23,838(4.73)	21,146(4.50)	24,978(5.37)
계	476,433(100.0)	476,149(100.0)	504,085(100.0)	469,906(100.0)	464,844(100.0)



[그림 Ⅱ-1] 고2 성취수준별 비율의 연도별 비교

※ 출처 : 조윤동, 이광상, 이인호(2015), p. 107

2. 2007 개정, 2015 개정 교육과정의 고등학교 학업성취도 평가 범위

2007 개정, 2009 개정, 2015 개정 교육과정에 따른 고등학교 학업성취도 평가 범위는 모두 고등학교 1학년에 배우는 수학 과목이지만 내용 영역을 기준으로 할 때 다소 차이가 있다. 2009 개정 교육과정의 고등학교 학업성취도 평가 범위에 해당하는 과목은 <수학Ⅰ>과 <수학Ⅱ>이고 내용 영역은 총 7개 영역[3]으로 2007 개정/2015 개정 교육과정의 내용 영역과 다르다. 하지만 2007 개정 교육과정의 고등학교 <수학>과목의 내용영역은 ‘수와 연산’, ‘문자와 식’, ‘기하’, ‘함수’, ‘확률과 통계’의 5개 영역으로 구성되어 있는데, <표 Ⅱ-2>와 같이 2015 개정 교육과정의 고등학교 <수학>의 내용 영역과 동일하게 구성되어 있다. 따라서 2007 개정 교육과정을 기반으로 한 학업성취도 평가 문항을 분석하는 것은 2015 개정 교육과정 운영뿐만 아니라 향후 교육과정 개정 방향에도 중요한 시사점을 제공해 줄 수 있다.

<표 Ⅱ-2> 2007 개정 교육과정과 2015 개정 교육과정의 고등학교 수학 내용 비교

영역	2007 개정	2015 개정	비고
수와 연산	• 집합의 연산 법칙, 명제, **실수**, 복소수	• 집합, 명제	• 실수 관련 성취기준 삭제 • 복소수의 내용은 문자와 식으로 이동
문자와 식	• 다항식과 그 연산, 나머지정리, 인수 분해 • **약수와 배수, 유리식과 무리식** • 이차방정식, 고차방정식과 연립방정식 • 이차부등식과 절대부등식	• 다항식의 연산, 나머지정리, 인수분해 • 복소수와 이차방정식, 이차방정식과 이차함수 • 여러 가지 방정식과 부등식	• 약수와 배수, 유리식과 무리식 관련 내용 삭제
기하	• 평면좌표, 직선의 방정식, 원의 방정식 • 도형의 이동, **부등식의 영역**	• 평면좌표, 직선의 방정식 • 원의 방정식, 도형의 이동	• 부등식의 영역 관련 내용 <경제수학>으로 이동
함수	• 함수, 이차함수의 활용 • 유리함수와 무리함수, **삼각함수** • **삼각형에의 응용**	• 함수, 유리함수와 무리함수	• 이차함수와 관련된 내용은 문자와 식으로 이동 • 삼각함수와 삼각형에의 응용은 <수학Ⅰ>으로 이동
확률과 통계	• 경우의 수, 순열과 조합	• 경우의 수, 순열과 조합	

<표 Ⅱ-2>의 내용에서 2007 개정 교육과정과 2015 개정 교육과정의 내용 영역은 동일하지만 학생들이 학습하는 내용 요소는 변화가 있다. 우선 ‘수와 연산’영역의 경우 2007 개정 교육과정에서 제시되었던 실수와 관련된 성취기준은 삭제가 되었다. 그리고 복소수와 관련된 내용은 ‘문자와 식’의 내용으로 이동되었다.

그리고 ‘문자와 식’ 영역의 약수와 배수, 유리식과 무리식 관련 성취기준과 ‘기하’ 영역의 부등식의 영역과 관련된 성취기준이 삭제되었다. 또한 ‘함수’ 영역에서는 삼각함수와 관련된 성취기준이 삭제되었고, ‘확률과 통계’ 영역의 내용 요소의 변화는 없다. <표 Ⅱ-3>의 내용은 2007

3) 수학Ⅰ과 수학Ⅱ 과목의 내용 영역은 총 7개 영역으로 ‘다항식’, ‘방정식과 부등식’, ‘도형의 방정식’, ‘집합과 명제’, ‘함수’, ‘수열’, ‘지수와 로그’으로 구성되어 있다.

개정 교육과정에서는 제시되었지만 2015 개정 교육과정에서는 제시되지 않은 성취기준을 영역별로 제시한 것이다.

<표 II-3> 2015 개정 교육과정의 고등학교 <수학>에서 삭제된 성취기준

영역	2007 개정 성취기준
수와 연산	3 실 수 ① 실수의 연산에 관한 성질을 이해한다. ② 실수의 대소 관계를 이해한다.
문자와 식	4 약수와 배수 ① 다항식의 약수와 배수의 뜻을 알고, 이를 구할 수 있다. ② 다항식의 최대공약수와 최소공배수의 뜻을 알고, 이를 구할 수 있다. 5 유리식과 무리식 ① 유리식의 뜻을 알고, 그 계산을 할 수 있다. ② 무리식의 뜻을 알고, 그 계산을 할 수 있다.
기하	5 부등식의 영역 ① 부등식의 영역의 의미를 이해한다. ② 부등식의 영역을 활용하여 최대 문제와 최소 문제를 해결할 수 있다.
함수	4 삼각함수 ① 일반각과 호도법의 뜻을 안다. ② 삼각함수의 뜻을 안다. ③ 사인함수, 코사인함수, 탄젠트함수의 그래프를 그릴 수 있고, 그 그래프의 성질을 이해한다. ④ 삼각함수의 성질을 이해한다. ⑤ 간단한 삼각방정식과 삼각부등식을 풀 수 있다. 5 삼각형에의 응용 ① 사인법칙과 코사인법칙을 이해한다. ② 삼각함수를 활용하여 삼각형의 넓이를 구할 수 있다.

이에 본 연구에서는 2010년부터 2014년까지 출제된 문항을 분석할 때, 2015 개정 교육과정의 성취기준에 해당되지 않은 문항은 분석하지 않고, 2007 개정 교육과정과 2015 개정 교육과정의 고등학교 수학과 성취기준에 공통으로 포함되는 내용에 해당하는 문항을 중심으로 분석하였다.

3. 선행 연구

학업성취도 평가 문항을 중심으로 분석한 최근의 선행 연구는 2007 개정 교육과정과 2009 개정 교육과정과 관련된 연구로 구분할 수 있다. 2007 개정 교육과정을 적용한 학업성취도 평가 관련 연구는 조윤동, 이광상(2014, 2015), 이광상, 조윤동(2014), 이광상(2016)의 연구가 있다. 그리고 2009 개정 교육과정을 적용한 학업성취도 평가 관련 연구는 이광상, 박수민(2018), 임해미(2018), 김성경(2018)의 연구가 있다.

2007 개정 교육과정을 적용한 연구는 세부적으로 선다형과 서답형에 관한 연구로 구별할 수 있다. 우선 선다형과 관련지어서 조윤동, 이광상(2014)의 연구는 2010년부터 2012년까지

초등학교 6학년 대상의 학업성취도 평가 문항 중 2년 이상 출제된 성취기준에 해당되는 선다형 문항을 분석하여 성취수준별로 수학의 어떤 내용을 숙달하고 있는지를 도출하였다. 그리고 이광상, 조윤동(2014)의 연구에서는 중학교 3학년을 대상으로 각 성취수준별로 지속적으로 일정한 숙달도를 보인 성취기준에 해당하는 선다형 문항 분석을 토대로 성취수준별로 학업성취 특성을 추출하고 이와 관련된 교육과정 내용, 교수·학습 방법, 평가에 관련한 시사점을 제공하였다. 또한 조윤동, 이광상(2015)의 연구에서도 선다형 문항의 답지 반응률 분포 그래프를 활용한 중학생의 수학과 학업 특성을 분석하였다. 이 연구에서는 답지 반응률 분포 그래프를 이용하여 문항 전체뿐만 아니라 답지가 담고 있는 내용에 대하여 학생들이 어떠한 특성을 보이는지를 분석하였다. 이를 위해 2010년부터 2013년에 출제된 116개의 선다형 문항을 5개의 그래프 유형(S형/직선-S형/직선형/직선-J형/F형)으로 분류하여 성취수준별로 분석하였다.

2007 개정 교육과정을 적용한 학업성취도 평가의 서답형 문항에 대한 연구로는 이광상(2016)의 연구가 있다. 이 연구에서는 2014년도 고등학교 학업성취도 평가 서답형 문항을 대상으로 학생들의 답안 내용을 유형별로 분류하고 각 유형의 특징을 학업성취도 평가 결과와 연계하여 분석하였다. 특히 고등학교 2학년 학생들의 '수와 연산' 영역과 '기하' 영역의 서답형 문항에 대한 학업 성취 특성을 성취수준과 답안 유형별로 파악하여 이를 토대로 학교 현장에서의 교수 · 학습에 필요한 시사점을 제시하였다.

2009 개정 교육과정을 적용한 서답형 문항 분석 연구(이광상, 박수민, 2018)에서는 2014년도 연구와는 다르게 2015년 학업성취도 평가의 고등학교 수학과 서답형 문항에 대한 학생의 답안 유형별 빈도 분포와 비율 분포를 나타낸 그래프의 분석을 통해 '도형의 방정식'과 '방정식과 부등식' 영역에 관련된 교수 · 학습 시사점을 제시하였다. 그리고 김성경(2018)의 연구는 2009 개정 수학과 교육과정을 토대로 출제된 2016년 학업성취도 평가의 고등학교 수학과 평가 결과를 성취수준별로 분석하여 학생들의 학업 특성을 살펴보고 교수·학습 시사점을 제시하였다. 또한 임해미(2018)의 연구는 2009 개정 수학과 교육과정이 적용된 이후 최초로 시행된 2015년 학업성취도 평가의 중학교 수학과 평가 결과를 분석하여 2009 개정 수학과 교육과정의 성취기준에 대한 학생들의 이해정도를 제시하였고, 이를 기초로 교수·학습 및 교육과정과 관련된 시사점을 제시하였다.

위의 선행 연구는 학업성취도 평가의 목적인 교육과정 개선을 위한 기초자료를 제공하고, 학교 현장의 교수·학습 방법을 개선하는 데 중요한 시사점을 제공하고 있다. 하지만 2007 개정 교육과정을 적용한 고등학교 학업성취도 평가 문항을 전체적으로 분석한 연구는 미진한 편이다. 2007 개정 교육과정을 적용한 시기에 해당하는 2010년부터 2014년까지의 고등학교 학업성취도 평가 문항을 분석하는 것은 2015 개정 교육과정을 운영하는 데 의미 있는 시사점을 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

Ⅲ. 연구 방법

1. 연구 대상 및 절차

본 연구에서는 2010년부터 2014년까지 5년간 축적된 일반계 고등학교 2학년 학업성취도 전수 평가 자료를 활용하였다. 4년간 출제한 선다형 문항 중에서 성취수준별로 3년 이상 다루어진 성취기준에 해당하는 문항을 선정하고 성취수준별 대표 문항[4]을 토대로 해당 성취수준 집단의 학업 특성을 분석하여 교수･학습의 시사점을 도출하였다. 성취수준별로 학업 성취 특성 분석 절차는 [그림 Ⅲ-1]과 같다.

2010-2014년 문항별 성취기준 확인 ➜ 3년 이상 숙달 성취기준 추출 ➜ 성취수준별 대표 문항 확인 ➜ 문항 분석 ➜ 성취수준별 학업 성취 특성 추출

[그림 Ⅲ-1] 학업성취 특성 분석 절차

위에서 제시한 고등학교 수학과 성취수준별 학업성취 특성 분석 절차를 구체적으로 기술하면 다음과 같다.

첫째, 2010-2014년에 출제된 모든 문항의 성취기준을 확인하면서 3년 이상 출제된 성취기준을 선별하였다.

둘째, 선별한 성취기준에 해당하는 문항 중 성취수준별로 대표 문항 여부를 파악하였다. 대표 문항의 기준은 각 성취수준별로 60%이상의 정답률을 보일 경우에 해당하며, 대표 문항으로 선정되었다는 것은 그 성취수준에서 해당 문항에 대해 어느 정도 숙달도를 보였음을 의미한다.

셋째, 3년 이상 동일한 성취기준에서 성취수준별 대표문항으로 선정된 문항을 분석하였다. 문항 분석은 문항의 출제의도, 문항 내용, 정답률 등을 중심으로 이루어졌다. 그리고 동일한 성취기준에 대해 지속적인 숙달도를 보이지 않은 문항에 대해서도 성취수준별로 그 원인이 무엇인지를 분석하였다.

4) NAEP나 TIMSS 등 대규모 학업성취도 검사에서 정답률이 50%-80% 사이의 정답률을 대표 문항 선정의 기본적인 기준으로 적용하고 있는 점을 참고하고, 숙달수준에 추측도를 고려하여 대표 문항 선정기준을 선다형의 경우 60%로 정했다(박정 외, 2006). 어떤 성취수준이 선다형 문항에 대해 숙달도를 보였다는 의미는 그 문항에 대해 60%이상의 정답률을 획득했다는 것을 말한다. 또한 '학업성취 특성'은 성취기준별 대표문항의 내용을 중심으로 학생들이 숙달한 내용을 의미한다.

넷째, 위의 분석을 바탕으로 일반계 고등학교 2학년 학생들의 학업성취 특성을 성취수준별로 추출하였다. 성취수준별 학업성취 특성은 3년 이상 동일한 성취기준에 해당하는 문항이지만 출제의도에 따라 난이도가 달라질 수 있기 때문에 문항 내용을 중심으로 교육과정의 성취기준과 연계하여 기술하였다.

위의 절차에 따라 분석한 결과, 3년 이상 성취수준별로 숙달한 성취기준은 16개, 이에 해당하는 문항은 모두 63개였다. 내용 영역별로 성취기준 개수를 정리하면 수와 연산 3개, 문자와 식 3개, 기하 3개, 함수 4개, 확률과 통계 3개였다. 그리고 분석 대상 문항은 내용 영역별로 수와 연산 14개, 문자와식 11개, 기하 11개, 함수 15개, 확률과 통계 12개이다. 2007 개정 교육과정의 고등학교 <수학>의 내용 중 2015 개정 교육과정의 고등학교 <수학>에서 삭제되거나 이동된 내용을 제외하고 분석한 성취기준 및 문항 수는 <표 Ⅲ-1>과 같다.

<표 Ⅲ-1> 2007 개정 교육과정 고등학교 <수학> 성취기준 수 및 분석 대상

영역	성취기준 수		2010-2014 선다형 문항	분석 대상 문항
	2007 개정	2015 개정		
수와 연산	8	8	26	14
문자와 식	18	16	39	11
기하	11	9	30	11
함수	16	5	37	15
확률과 통계	3	3	13	12
계	56	41	145	63

2. 성취수준별 대표문항 추출

3년 이상 동일한 성취기준에 따라 출제된 문항을 정리하면 <표 Ⅲ-1>과 같다. <표 Ⅲ-1>을 살펴보면, 3년 이상 숙달된 성취기준의 개수는 우수학력 수준 18개, 보통학력 수준 5개로 나타났다.

<표 Ⅲ-1> 3년 이상 출제된 2007 개정 교육과정 성취기준의 성취수준별 대표문항

영역	교육과정 성취기준	연도(문항번호)	우수	보통	기초
수와 연산	집합의 연산법칙을 이해한다.	2010(10)	88.70	59.50	31.20
		2011(4)	89.77	76.27	44.28
		2012(4)	97.89	79.79	39.50
		2014(1)	99.48	89.60	44.50
	필요조건과 충분조건을 이해한다.	2010(7)	97.90	84.00	35.30
		2011(10)	77.64	31.12	11.52
		2012(24)	77.64	31.03	15.67
		2013(7)	94.41	67.14	31.04
		2014(12)	92.21	39.90	10.08

영역	교육과정 성취기준	연도(문항번호)	우수	보통	기초
문자와 식	복소수의 뜻을 알고, 기본성질을 이해한다.	2010(10)	81.11	48.52	26.09
		2011(13)	95.21	50.24	21.75
		2012(1)	99.06	85.88	33.54
		2013(3)	98.24	59.54	14.58
		2014(2)	99.31	74.45	28.76
	다항식의 사칙계산을 할 수 있다.	2010(2)	99.60	97.20	61.60
		2011(6)	99.50	89.16	37.88
		2012(2)	98.88	94.05	61.72
	이차부등식과 연립이차부등식을 풀 수 있다.	2010(9)	93.20	64.60	27.70
		2011(24)	86.50	41.88	27.35
		2012(19)	96.54	58.92	15.05
		2013(18)	92.87	33.11	10.25
	이차방정식에서 근과 계수의 관계를 이해한다.	2011(2)	99.68	79.05	15.53
		2012(8)	99.85	81.69	23.71
		2013(4)	98.92	76.24	24.26
		2014(17)	98.36	57.11	21.31
기하	평행이동의 의미를 이해하고, 평행이동한 도형의 방정식을 구할 수 있다.	2010(26)	83.90	31.50	20.00
		2011(11)	92.23	51.91	21.72
		2012(25)	69.00	26.19	25.80
		2014(20)	99.31	61.19	22.43
	선분의 내분과 외분을 이해하고, 내분점과 외분점의 좌표를 구할 수 있다.	2010(16)	90.20	42.80	15.00
		2012(12)	86.74	41.16	27.76
		2013(6)	94.23	54.42	23.26
		2014(9)	97.87	50.73	18.86
	원의 방정식을 구할 수 있다.	2010(20)	61.87	26.79	21.30
		2012(13)	96.97	56.37	12.37
		2013(22)	89.12	22.01	8.66
함수	함수의 합성과 그 성질을 이해하고, 합성함수를 구할 수 있다.	2011(22)	93.34	42.84	22.29
		2012(7)	99.34	75.25	21.59
		2014(15)	96.88	56.08	26.45
	역함수의 뜻을 알고, 주어진 함수의 역함수를 구할 수 있다.	2010(18)	78.80	38.80	19.50
		2011(7)	95.10	36.19	10.07
		2012(11)	65.69	22.55	7.53
		2013(21)	71.95	23.99	9.88
		2014(6)	99.22	59.49	10.81
	함수 $y=\dfrac{ax+b}{cx+d}$의 그래프를 그릴 수 있고, 그 그래프의 성질을 이해한다.	2011(16)	97.06	47.84	21.49
		2012(22)	73.31	40.02	31.78
		2013(27)	63.08	24.08	19.19
	함수 $y=\sqrt{ax+b}+c$의 그래프를 그릴 수 있고, 그 그래프의 성질을 이해한다.	2010(25)	62.20	30.60	24.50
		2011(23)	71.76	32.26	28.63
		2013(23)	78.54	44.45	22.72
		2014(28)	87.71	31.29	15.54

영역	교육과정 성취기준	연도(문항번호)	우수	보통	기초
확률과 통계	합의 법칙, 곱의 법칙을 이해하고, 이를 이용하여 경우의 수를 구할 수 있다.	2011(9)	95.89	88.65	65.20
		2012(9)	99.13	91.10	53.61
		2013(24)	80.99	45.68	21.77
		2014(21)	91.92	52.37	21.15
	순열의 뜻을 알고, 순열의 수를 구할 수 있다.	2011(27)	65.43	26.96	13.53
		2012(6)	92.74	65.15	36.74
		2013(20)	85.83	40.50	24.46
		2014(14)	87.90	51.06	34.51
	조합의 뜻을 알고 조합의 수를 구할 수 있다.	2010(12)	91.30	62.70	40.40
		2012(20)	79.31	49.55	27.83
		2013(11)	78.24	36.77	17.62
		2014(8)	90.36	43.45	20.07

* 음영 부분은 성취수준별 대표문항을 나타낸 것임

위의 <표 Ⅲ-1>의 내용을 정리하여 3년 이상 출제된 성취수준별 대표 문항 수와 성취기준 수를 정리한 표는 <표 Ⅲ-2>와 같다. <표 Ⅲ-2>를 살펴보면, 16개의 성취기준에 따른 63개의 문항에 대한 성취수준별 대표 문항은 우수학력 43문항, 보통학력 17문항, 기초학력 3문항으로 나타났다.

<표 Ⅲ-2> 3년 이상 출제된 성취수준별 대표 문항 수와 성취기준 수

영역	출제 문항 수	성취수준별 대표문항 수			출제된 교육과정의 성취기준 수
		우수학력	보통학력	기초학력	
수와 연산	14	7	7	-	3
문자와 식	11	4	5	2	3
기하	11	10	1	-	3
함수	15	14	1	-	4
확률과 통계	12	8	3	1	3
계	63	43	17	3	16

Ⅳ. 결과 분석 및 논의

이 장에서는 먼저 위에서 선정한 내용 영역별 성취기준에 해당하는 문항을 분석하였다. 문항 분석은 각 내용 영역별로 1개의 성취기준을 사례로 제시하였고, 다른 성취기준에 대한 문항 분석 내용은 성취수준별 학업 특성 부분에 통합하여 기술하였다.

1. 내용 영역별 문항 분석 사례

가. 수와 연산

수와 연산 영역에서는 ‘복소수’에 관련된 성취기준을 사례로 제시하였다. 다음은 “복소수의 뜻과 그 기본성질을 이해한다.”의 성취기준에 따른 문항과 답지 반응분포를 나타낸 것이다. 네 문항 모두 복소수의 뜻과 기본 성질을 적용할 수 있는지를 묻고 있다. 2010년과 2011년 문항은 i의 의미뿐만 아니라 허수 $z=a+bi$를 제곱했을 때 실수가 되기 위한 조건을 구하는 문항이다. 2012년 문항은 $i^2=-1$을 적용하는 문항이고, 2013년 3번 문항은 두 복소수의 같을 조건을 이용해 해결하는 문항이다. 그리고 2014년 문항은 켤레복소수의 의미를 이해하고 이를 적용할 수 있는 지 묻고 있는 문항이다. 성취수준별 정답률을 살펴보면, 2010, 2011, 2013년 문항은 우수학력 대표문항이고, 2012, 2014년 문항은 보통학력 대표문항으로 나타났다. 즉 우수학력 수준의 학생들은 복소수의 뜻과 성질에 대한 이해를 기초로 다양한 문제를 해결할 수 있다는 것을 알 수 있고, 보통학력 수준은 $i^2=-1$인 것과 $\overline{a+bi}=a-bi$의 관계를 이해하고 있다는 것을 알 수 있다.

<table>
<tr><td>성취기준</td><td colspan="2">복소수의 뜻과 그 기본성질을 이해한다.</td></tr>
<tr><td>2010(10)/
2011(13)</td><td>10. 복소수 $z=(a^2-5a+4)+(a-2)i$에 대하여 z^2이 실수가 되도록 하는 모든 a의 값의 합은? (단, a는 실수이다.)
① 1 ② 3 ③ 5 ④ 7 ⑤ 9</td><td>13. 복소수 $z=(a^2-2a)+ai$에 대하여 z^2이 음의 실수일 때, 실수 a의 값은?
① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5</td></tr>
<tr><td>2012(1)/
2013(3)</td><td>1. $1+i+i^2$의 값은? (단, $i=\sqrt{-1}$)
① i ② $2i$ ③ 1 ④ $1+2i$ ⑤ $2+i$</td><td>3. 다음 등식을 만족시키는 실수 x, y에 대하여 $x+y$의 값은? (단, $i=\sqrt{-1}$)
$2x+3i=4+(x-y)i$
① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5</td></tr>
<tr><td>2014(2)</td><td colspan="2">2. 실수 a, b에 대하여
$\overline{a+3i} - 5+bi$
일 때, $a+b$의 값은? (단, $\overline{z}$는 복소수 z의 켤레복소수이다.)
① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5</td></tr>
</table>

연도	문항 번호	변별도	답지반응분포(%)					성취수준별 정답률(%)		
			①	②	③	④	⑤	우수	보통	기초
2010	10	0.41	5.40	11.89	22.97	52.14	7.07	81.19	50.06	27.90
2011	13	0.53	13.56	54.76	13.94	11.32	6.07	95.21	50.24	21.75
2012	1	0.52	77.36	3.62	5.94	4.44	8.51	99.06	85.88	33.54
2013	3	0.57	61.12	6.03	15.29	11.76	5.43	98.24	59.54	14.58
2014	2	0.51	1.15	72.18	11.30	11.82	3.34	99.31	74.45	28.76

정리하면, 보통학력 수준의 경우 $i^2=-1$, 켤레복소수를 이해하고 적용할 수 있지만, 복소수가 $z=a+bi$ 형태로 제시되었을 때 z^2이 실수가 되는 조건이나 다소 복잡한 식의 계산이 포함된 문항은 잘 해결하지 못하는 것으로 나타났다. 또한 기초학력의 경우에는 복소수의 뜻과 기본성질에 대한 이해가 부족한 것으로 나타났다.

나. 문자와 식

문자와 식 영역에서는 '이차부등식'에 관련된 성취기준을 사례로 제시하였다. 다음은 "이차부등식과 연립이차부등식을 풀 수 있다."의 성취기준에 따른 문항과 답지 반응분포를 나타낸 것이다. 네 문항의 출제의도를 살펴보면, 2010년과 2012년의 문항은 연립이차부등식을 만족시키는 x값의 합을 구할 수 있는지를 묻고 있고, 2011년의 문항은 좌표평면위의 세 점이 주어졌을 때 삼각형의 넓이와 관련된 이차부등식을 해결할 수 있는지를 묻고 있다. 또한 2013년 문항은 x에 대한 이차부등식 $x^2-3nx+2n^2 \le 0$을 만족시키는 자연수 x의 개수가 10이 되도록 하는 자연수 n의 값을 구할 수 있는지를 묻고 있다. 네 문항 중 2010년 문항은 보통학력 대표문항이고 나머지 세 문항은 모두 우수학력 수준의 대표문항으로, 우수학력 수준의 학생들은 이차부등식과 관련된 문항과 연립이차부등식과 관련된 문제를 잘 해결하는 것으로 나타났다. 그리고 보통학력 수준의 경우에는 x에 관한 연립이차부등식을 만족시키는 해는 잘 구하는 것으로 나타났지만, 이차부등식의 해를 활용한 문제는 어려워하는 것으로 나타났다.

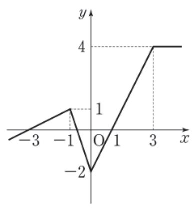
성취기준	이차부등식과 연립이차부등식을 풀 수 있다.	
2010(9)/ 2011(24)	9. 연립부등식 $\begin{cases} x^2-3x-10 \le 0 \\ x^2-2x-3>0 \end{cases}$ 을 만족시키는 모든 정수 x의 값의 합은? ① 6 ② 7 ③ 8 ④ 9 ⑤ 10	24. 좌표평면 위의 세 점 A$(m,\ 0)$, B$(2m,\ 0)$, C$(m,\ m+1)$을 꼭짓점으로 하는 삼각형 ABC의 넓이가 1 이상 36 이하가 되도록 하는 자연수 m의 개수는? ① 6 ② 7 ③ 8 ④ 9 ⑤ 10
2012(19)/ 2013(18)	19. 연립이차부등식 $\begin{cases} x^2-6x+5 \le 0 \\ x^2-5x+6>0 \end{cases}$ 을 만족시키는 모든 정수 x의 값의 합은? ① 6 ② 7 ③ 8 ④ 9 ⑤ 10	18. x에 대한 이차부등식 $x^2-3nx+2n^2 \le 0$을 만족시키는 자연수 x의 개수가 10이 되도록 하는 자연수 n의 값은? ① 5 ② 6 ③ 7 ④ 8 ⑤ 9

연도	문항 번호	변별도	답지반응분포(%)					성취수준별 정답률(%)		
			①	②	③	④	⑤	우수	보통	기초
2010	9	0.48	9.36	54.29	13.45	16.54	5.99	93.20	64.60	27.70
2011	24	0.42	11.20	16.56	48.75	15.51	7.62	86.50	41.88	27.35
2012	19	0.60	8.72	7.69	10.06	14.54	58.58	96.54	58.92	15.05
2013	18	0.60	13.24	13.50	15.30	14.81	42.72	92.87	33.11	10.25

정리하면 보통학력 수준의 경우에는 단순하게 제시된 연립이차부등식의 해는 어렵지 않게 구할 수 있지만, 이차부등식의 성질을 활용하는 문항이나 좌표 평면 위에 주어진 식을 시각화하여 문제를 해결하는 문항은 어려워하는 것으로 나타났다. 이에 기본적인 부등식의 해를 구하는 것 이외에 이차부등식과 연립부등식을 활용하는 다양한 문항에 대한 문제해결력을 제고하는 교수·학습 방안이 요구된다. 또한 기초학력 수준의 경우에는 기본적인 연립이차부등식의 해를 구하는 방법에 대한 이해가 부족한 것으로 나타났다.

다. 기하

기하 영역에서는 ‘평행이동’과 관련된 성취기준을 사례로 제시하였다. 다음은 “평행이동의 의미를 이해한다.”의 성취기준에 따른 문항과 답지 반응분포를 나타낸 것이다. 문항의 내용을 살펴보면, 2010, 2011년, 2014년에는 주어진 원의 방정식과 이차함수의 그래프를 x축과 y축의 방향으로 평행이동한 도형의 방정식과 관련된 문항이고, 2012년은 평행이동한 함수의 그래프를 주고 이전 함수의 그래프를 추론할 수 있는지를 묻고 있다. 위의 네 문항 중 2014년 문항은 보통학력 수준의 대표문항이고, 나머지 세 문항은 우수학력의 대표문항으로 나타났다. 보통학력 수준의 학생들은 2010년 문항과 같이 함수의 그래프를 시각화하는 전략을 사용하거나 2012년 문항처럼 평행이동한 그래프를 보여주면서 평행이동하기 전의 그래프를 가역적으로 추론하는 문항을 어려워했던 것으로 보인다.

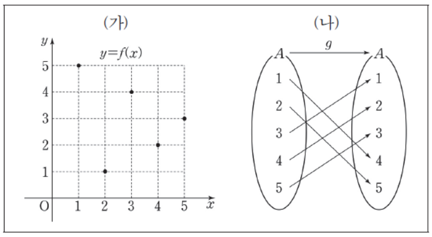
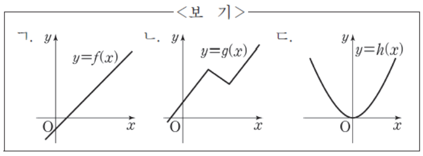
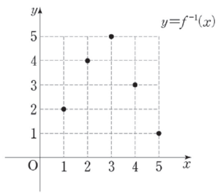
성취기준	평행이동의 의미를 이해하고, 평행이동한 도형의 방정식을 구할 수 있다.	
2010(26)/ 2011(11)	26. 원 $x^2+y^2-2x+4y-4=0$을 x축의 방향으로 m만큼, y축의 방향으로 n만큼 평행이동한 원을 O라 하자. 원 O가 x축과 y축에 동시에 접하고 중심이 제1사분면에 있을 때, $m+n$의 값은? ① 6 ② 7 ③ 8 ④ 9 ⑤ 10	11. 원 $x^2+y^2-4x+6y+9=0$을 x축의 방향으로 2만큼, y축의 방향으로 a만큼 평행이동한 도형의 방정식이 $(x-b)^2+(y-2)^2=4$일 때, $a+b$의 값은? (단, a, b는 상수이다.) ① 3 ② 5 ③ 7 ④ 9 ⑤ 11
2012(25)/ 2014(20)	25. 그림은 함수 $y=f(x)$의 그래프를 x축의 방향으로 2만큼, y축의 방향으로 1만큼 평행이동한 그래프를 좌표평면 위에 나타낸 것이다. $f(-3)+f(1)$의 값은?  ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5	20. 좌표평면에서 이차함수 $y=x^2+2x-1$의 그래프를 x축의 방향으로 2만큼, y축의 방향으로 3만큼 평행이동하였더니, 이차함수 $y=x^2+ax+b$의 그래프가 되었다. a^2+b^2의 값은? (단, a, b는 상수이다.) ① 6 ② 8 ③ 10 ④ 12 ⑤ 14

연도	문항 번호	변별도	답지반응분포(%)					성취수준별 정답률(%)		
			①	②	③	④	⑤	우수	보통	기초
2010	26	0.47	12.25	41.01	19.87	17.86	8.66	84.00	31.71	18.36
2011	11	0.52	7.36	18.52	12.81	55.31	5.76	92.23	51.91	21.72
2012	25	0.31	9.33	21.37	35.52	19.68	13.49	69.00	26.19	25.80
2014	20	0.61	4.26	63.40	13.41	13.37	5.24	99.31	61.19	22.43

정리하면, 보통학력 수준의 경우에는 함수의 그래프를 활용해 평행이동의 개념을 적용하는 문항을 어려워하고, 기초학력 수준의 경우에는 전체적으로 평행이동한 도형의 방정식과 관련된 문항을 어려워하는 경향이 있는 것으로 나타났다. 따라서 좌표평면에서의 평행이동의 의미를 직관적으로 이해할 수 있는 학습 활동을 제공하고, 이를 기초로 평행이동한 도형의 방정식과 관련된 다양한 문제를 해결할 수 있는 학습 기회를 제공할 필요가 있다.

라. 함수

함수 영역에서는 '역함수'와 관련된 성취기준을 사례로 제시하였다. 다음은 "역함수의 뜻을 알고, 역함수를 구할 수 있다."의 성취기준에 따른 문항과 답지 반응분포를 나타낸 것이다. 2010년 문항은 합성함수의 역함수의 함숫값을 묻고 있고, 2011년 문항은 두 함수의 합성함수가 항등함수일 때 역함수의 함숫값을 구할 수 있는지 묻고 있다. 또한 2012년과 2013년 문항은 주어진 함수와 역함수의 그래프의 관계를 이해할 수 있는지를 묻고 있고, 2014년 문항은 일차함수의 역함수를 구할 수 있는지를 묻고 있다. 다섯 문항 모두 우수학력 수준의 대표문항으로 이 수준의 학생들은 함수 개념에 대한 정확한 이해와 역함수의 뜻에 대한 이해를 기초로 역함수와 관련된 다양한 문제를 해결할 수 있는 것으로 나타났다. 반대로 보통학력 수준은 2014년 문항 과 같이 단순한 역함수의 값을 구하는 문항은 어느 정도 해결하고 있지만 함수의 그래프를 제시하거나 합성함수와 관련된 문항은 어려워하는 것으로 나타났다.

성취기준	역함수의 뜻을 알고, 역함수를 구할 수 있다.	
2010(18)/2011(7)	**18.** 집합 $A=\{1, 2, 3, 4, 5\}$에 대하여 A에서 A로의 두 함수 f, g가 있다. (가)는 함수 f의 그래프이고, (나)는 함수 g의 대응을 나타낸 것이다. $(f^{-1} \circ g)^{-1}(1)$의 값은?  ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5	**7.** 함수 $f(x)=4x-3$에 대하여 함수 g가 $(g \circ f)(x)=x$를 만족시킬 때, $f^{-1}(5)+g^{-1}(5)$의 값은? ① 11 ② 13 ③ 15 ④ 17 ⑤ 19
2012(11)/2013(21)	**11.** 실수 전체의 집합에서 정의된 세 함수 f, g, h의 그래프에 대하여 <보기>에서 역함수가 존재하는 것을 모두 고른 것은? <보 기>  ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ	**21.** 집합 $A=\{1, 2, 3, 4, 5\}$에 대하여 A에서 A로의 함수 f가 있다. f의 역함수 f^{-1}의 그래프가 다음과 같을 때, $(f \circ f)(x)=3$을 만족시키는 x의 값은?  ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
2014(6)	**6.** 함수 $f(x)=2x+3$의 역함수를 $f^{-1}(x)$라 할 때, $f^{-1}(5)$의 값은? ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5	

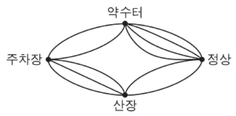
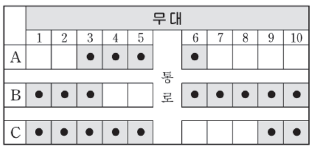
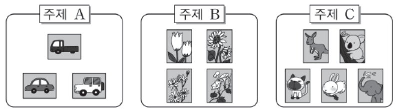
연도	문항 번호	변별도	답지반응분포(%)					성취수준별 정답률(%)		
			①	②	③	④	⑤	우수	보통	기초
2010	18	0.42	6.30	43.48	16.68	19.40	13.95	78.84	39.55	18.21
2011	7	0.63	3.87	12.51	15.05	23.48	44.68	95.10	36.19	10.07
2012	11	0.45	29.59	4.09	16.20	39.71	10.04	65.69	22.55	7.53
2013	21	0.47	32.32	24.93	16.13	16.52	9.90	71.95	23.99	9.88
2014	6	0.65	60.45	7.68	11.92	12.79	6.89	99.22	59.49	10.81

정리하면, 보통학력 이하 수준의 경우에는 역함수의 뜻을 정확하게 인지하고 있지 않고, 함수와 그 역함수의 그래프의 관계를 잘 이해하고 있지 못한 것으로 나타났다. 이 수준의 학생들에게는 함수와 역함수의 관계를 식으로뿐만 아니라 직관적으로 그래프를 통해 인지시키는 교수·학습 활동을 강조할 필요가 있다.

마. 확률과 통계

확률과 통계 영역에서는 ‘경우의 수’와 관련된 성취기준을 사례로 제시하였다. 다음은 “합의 법칙, 곱의 법칙을 이해하고, 이를 이용하여 경우의 수를 구할 수 있다.”의 성취기준에 따른 문항과 답지 반응분포를 나타낸 것이다.

2011, 2012년 문항은 2013, 2014년 문항보다 단순한 조건을 이용하여 경우의 수를 구할 수 있는지를 묻고 있다. 성취수준별 정답률을 살펴보면 위의 네 문항 중 2011년도 문항은 기초학력 수준의 대표문항, 2012년도의 문항은 보통학력 수준의 대표문항, 2013, 2014년도의 문항은 우수학력 수준의 대표문항인 것으로 나타났다. 2011년과 2012년 문항은 단순한 합의 법칙과 곱의 법칙을 적용하는 문항으로 2011년 문항은 그 해에 가장 높은 정답률을, 2012년 문항은 그해에 두 번째로 높은 정답률을 나타냈다. 반면에 2013년 문항과 2014년 문항은 2011년과 2012년 문항보다 고려해야 할 조건이 다소 복잡해 정답률이 낮게 나온 것으로 판단된다. 경우의 수를 구하는 방법의 복잡성 여부가 정답률에 영향을 주었다고 볼 수 있다.

성취기준	합의 법칙, 곱의 법칙을 이해하고, 이를 이용하여 경우의 수를 구할 수 있다.	
2011(9)/ 2012(9)	9. 1부터 15까지의 자연수가 하나씩 적혀 있는 카드 15장 중에서 한 장을 뽑을 때, 3의 배수 또는 7의 배수가 적혀 있는 카드가 나오는 경우의 수는? ① 5 ② 6 ③ 7 ④ 8 ⑤ 9	9. 그림은 어느 산의 네 지점인 주차장, 약수터, 산장, 정상을 연결하는 등산로를 나타낸 것이다. 주차장을 출발하여 등산로를 따라 정상까지 가는 경우의 수는? (단, 같은 지점은 다시 지나지 않는다.)  ① 12 ② 14 ③ 16 ④ 18 ⑤ 20
2013(24)/2014(21)	24. 그림은 A열, B열, C열에 각 10개씩, 모두 30개의 좌석이 있는 어느 소극장의 좌석 예약 현황이다. ● 는 예약된 좌석을 나타내고, □ 는 예약 가능한 좌석을 나타낸다. 다섯 좌석을 예약하려고 할 때, 두 좌석이 이웃하고 세 좌석이 이웃하게 예약하는 경우의 수는?  ① 11 ② 12 ③ 13 ④ 14 ⑤ 15	21. 어느 학생이 동아리 활동으로 찍은 12장의 사진을 서로 다른 주제별로 정리하였더니, 주제 A, 주제 B, 주제 C에 대한 사진이 각각 3장, 4장, 5장이었다. 이 12장의 사진 중에서 서로 다른 두 주제의 사진을 각각 1장씩 모두 2장을 뽑는 경우의 수는?  ① 39 ② 41 ③ 43 ④ 45 ⑤ 47

연도	문항 번호	변별도	답지반응분포(%)					성취수준별 정답률(%)		
			①	②	③	④	⑤	우수	보통	기초
2011	9	0.30	2.19	7.00	84.25	4.51	1.90	95.89	88.65	65.20
2012	9	0.42	4.28	83.99	5.37	4.03	2.11	99.13	91.10	53.61
2013	24	0.36	13.06	16.97	49.46	12.98	7.12	80.99	45.68	21.77
2014	21	0.45	5.24	8.91	13.87	15.90	55.78	91.92	52.37	21.15

정리하면 보통학력 수준은 학생들에게 익숙한 합의 법칙을 이용하는 문항이나 곱의 법칙을 이용하는 문항을 잘 해결하고 있는 것으로 파악되었다. 또한 기초학력 수준은 자연수가 적힌 카드를 활용하는 경우의 수와 같이 합의 법칙을 활용하는 문제는 잘 해결하는 것으로 나타났다. 하지만 상황이 다소 복잡한 문항에서는 정답률이 낮게 나타나, 보통학력 수준 이하의 학생들에게는 합의 법칙과 곱의 법칙과 관련된 다양한 문제 해결 활동을 강화할 필요가 있다.

2. 성취수준별 학업 특성

본 절에서는 1절에서 다룬 문항 분석 결과를 토대로 우수학력, 보통학력 수준에서 숙달한 성취기준과 문항의 내용 특성을 기술하고, 이를 이용하여 성취수준별로 3년 이상 숙달한 문항과 그렇지 못한 문항에 대해 학업 특성을 도출하였다. 보통학력 수준의 대표문항에 대한 학업 성취 특성은 우수학력 수준의 학업 성취 특성에 포함되기 때문에 중복해서 기술하지는 않았고, 2010년부터 2014년까지 성취기준에 따른 문항의 유형이 서로 다를 수 있기 때문에 학업 특성은 해당 문항의 내용을 중심으로 기술하였다.

가. 보통학력 수준의 학업 특성

보통학력 수준이 숙달한 성취기준 및 문항 특성은 <표 Ⅳ-1>과 같다. 보통학력 수준의 경우 수와 연산 영역 1개, 문자와 식 영역 2개의 성취기준에 해당하는 문항에서 숙달기준을 충족한 것으로 나타났다.

수와 연산 영역에서는 전체집합과 부분집합의 관계를 이해하고, 이를 토대로 여집합과 차집합의 성질 및 분배법칙과 드모르간의 법칙을 적용하여 문제를 해결할 수 있는 것으로 나타났다. 즉 보통학력 수준은 집합의 연산법칙을 적용하여 여러 가지 문제를 해결할 수 있는 것으로 판단된다. 하지만 “∼이기 위한 ∼이다.”와 같이 문장으로 제시하고 각 조건의 참과 거짓 여부를 묻는 문항에 대해서는 잘 이해를 하고 있지 못하는 것으로 나타났다. 그리고 $i^2=-1$이라는 사실과 $\overline{a+bi}=a-bi$을 적용할 수 있지만 $z=a+bi$일 때 z^2이 실수가 되는 조건이나 다소 복잡한 식의 계산이 포함된 문항은 잘 해결하지 못하는 것으로 나타났다.

<표 Ⅳ-1> 보통학력 수준의 숙달 성취기준 및 문항 특성

영역	성취기준	연도	문항 특성
수와 연산	집합의 연산법칙을 이해한다.	2010(6)	집합의 연산 법칙(분배법칙, 드모르간의 법칙)을 적용하여 집합의 포함관계 판단하기
		2011(4)	$A\cap(A-B)^C$와 같은 집합 찾기
		2012(4)	$n(A^C\cap B^C)$의 값 구하기

영역	성취기준	연도	문항 특성
문자와 식	다항식의 사칙계산을 할 수 있다.	2010(2)	두 다항식의 곱셈을 전개하여 정리하기
		2011(6)	2차 다항식으로 3차 다항식을 나누어 몫과 나머지를 구하기
		2012(2)	두 다항식의 곱셈을 전개하여 x^2의 계수 구하기
	이차방정식에서 근과 계수의 관계를 이해한다.	2011(2)	이차방정식의 두 근을 α, β라 할 때, $(\alpha+1)(\beta+1)$구하기
		2012(8)	이차방정식의 두 근을 α, β라 할 때, $\frac{1}{\alpha}+\frac{1}{\beta}$구하기
		2013(4)	이차방정식의 두 근을 α, β라 할 때, $\frac{\beta}{\alpha}+\frac{\alpha}{\beta}$구하기

문자와 식 영역에서 다항식의 사칙계산과 관련해서는 다항식의 곱을 전개해서 정리할 수 있고 전개식에서 계수의 의미도 잘 이해하고 있고, 3차 다항식을 2차 다항식으로 나누었을 때의 몫과 나머지도 구할 수 있는 것으로 나타났다. 또한 이차방정식과 관련해서는 이차방정식 $ax^2+bx+c=0(a \neq 0)$의 근과 계수의 관계에서 두 근의 합은 $-\frac{b}{a}$이고 두 근의 곱은 $\frac{c}{a}$라는 것을 잘 이해하고 있고 이와 관련된 문항도 잘 해결하고 있는 것으로 나타났다. 따라서 보통학력 수준은 다항식의 사칙계산과 이차방식의 근과 계수의 관계에 관련된 문항은 잘 해결할 수 있는 것으로 판단된다. 하지만 이차부등식과 연립이차부등식과 관련된 문항에서는 이차부등식의 성질이나 좌표평면을 활용하여 문제를 해결하는 문항은 어려워하는 것으로 나타났다.

기하 영역에서 보통학력 수준의 학생들은 원의 방정식 또는 함수 $y=f(x)$의 그래프를 x축, y축 방향으로 평행이동한 원의 방정식을 구하는 것과 수직선 위의 두 점 또는 좌표평면위의 두 점을 외분하는 것에 대해 어려워하고 있는 것으로 나타났다. 그리고 좌표평면에서 중심과 반지름의 주어졌을 때 원의 방정식은 어느 정도 구할 수 있지만 두 점을 지름의 양 끝점으로 하는 원의 방정식을 구하는 문제는 어려워하고 있는 것으로 나타났다.

함수 영역에서는 보통학력 수준의 학생들은 그래프를 보고 역함수의 존재여부를 파악하는 문항과 합성함수를 이용해 역함수의 값을 묻는 문항과 역함수의 그래프를 제시했을 때 이를 가역적으로 해석하는 문항을 어려워하는 것으로 보아 역함수의 의미를 정확하게 이해하고 있지 못하는 것으로 나타났다. 그리고 함수 $y=\frac{k}{x}(k \neq 0)$의 그래프와 $y=\frac{k}{x-p}+q(k \neq 0)$ 그래프의 관계를 잘 이해하지 못하고 있는 것으로 나타났다.

확률과 통계 영역에서 보통학력 수준의 학생들은 합의 법칙과 곱의 법칙을 적용하는 간단한 경우의 수를 구하는 문제는 잘 해결하는 것으로 나타났지만 상황이 다소 복잡한 경우의 수를 구하는 문항은 잘 해결하지 못하는 것으로 나타났다. 또한 순열과 조합의 수를 구하는 식이 제시되었을 때는 어느 정도 문제를 해결할 수 있지만, 문제 상황이 제시되었을 때 순열과 조합의 수를 구하는 문항은 어려워하는 것으로 나타났다. 순열과 조합의 수를 구하는 식은 인지하고 있지만, 그 식을 주어진 상황에 적용하는 데에는 어려움이 있는 것으로 판단된다.

나. 우수학력의 학업 특성

우수학력의 학업 특성은 ‘수와 연산’, ‘문자와 식’, ‘기하’, ‘함수’, ‘확률과 통계’ 영역 순으로 제시하고자 한다. 보통학력의 학업성취 특성은 우수학력의 학업성취에도 포함되기 때문에 중복해서 기술하지 않았다.

<표 Ⅳ-2> ‘수와 연산’ 영역의 숙달 성취기준 및 문항 특성

성취기준	연도	문항 특성
필요조건과 충분조건을 이해한다.	2010(7)	두 조건이 부등식으로 주어질 때, p가 q이기 위한 충분조건 이해하기
	2011(10)	두 조건이 주어질 때 필요조건, 충분조건, 필요충분조건 판단하기
	2012(24)	두 조건이 주어질 때 필요조건, 충분조건, 필요충분조건 판단하기
	2013(7)	두 조건에 대하여 명제 $p \rightarrow q$가 참이 되게 하는 값 구하기
복소수의 뜻을 알고, 기본성질을 이해한다.	2010(10)	복소수 z가 있을 때, 복소수 z^2이 실수가 되는 조건 이해하기
	2011(13)	복소수 z가 있을 때, 복소수 z^2이 음의 실수가 되는 조건 이해하기
	2012(1)	$1+i+i^2$ 값 구하기
	2013(3)	복소수가 서로 같을 조건 이해하기
	2014(2)	켤레복소수의 의미 이해하기

<표 Ⅳ-2>는 수와 연산 영역에서 숙달한 성취기준 및 대표 문항의 특성을 나타낸 것이다. 첫째, 우수학력 수준은 두 조건 p,q가 부등식으로 나타내어지고 p가 q이기 위한 충분조건을 묻는 문항을 잘 해결하는 것으로 나타났다. 또한 “p는 q이기 위한 ~조건이다.”와 같이 문장으로 제시하고 각 조건의 참과 거짓 여부를 묻는 문항에 대해서도 잘 해결하는 것으로 나타났다. 즉 $p \rightarrow q$가 참이면 p는 q이기 위한 충분조건이고 $q \rightarrow p$가 참이면 p는 q이기 위한 필요조건이라는 것을 이해하고 있다는 것을 의미한다. 이는 우수학력 수준이 필요조건과 충분조건의 의미를 이해하고 이를 토대로 문제를 해결할 수 있다고 판단된다. 둘째, 복소수의 뜻과 그 기본성질 관련해서는 $i^2=-1$이라는 사실과 복소수가 $a+bi$ 형태로 이루어져있고 a는 실수부분, b는 허수부분이라는 의미는 잘 이해하고 있는 것으로 나타났다. 또한 $z=a+bi$일 때 z^2이 실수가 되도록 하는 조건과 복소수가 서로 같을 조건도 잘 이해하고 있는 것으로 나타났다. 즉 우수학력 수준의 학생들은 복소수의 뜻과 성질에 대한 이해를 기초로 다양한 문제를 해결할 수 있다고 판단된다.

<표 Ⅳ-3> ‘문자와 식’ 영역의 숙달 성취기준 및 문항 특성

성취기준	연도	문항 특성
이차부등식과 연립이차부등식을 풀 수 있다.	2010(9)	간단한 연립이차부등식을 만족시키는 값의 합 구하기
	2011(24)	좌표평면위의 세 점으로 만든 삼각형의 넓이를 이용하여 연립이차부등식을 풀기
	2012(19)	간단한 연립이차부등식을 만족시키는 값의 합 구하기
	2013(18)	$x^2-3nx+2n^2 \le 0$을 이용하여 x의 개수에 맞는 n의 값 구하기

<표 Ⅳ-3>은 문자와 식 영역에서 숙달한 성취기준과 대표 문항의 특성을 나타낸 것이다. 이차부등식과 연립이차부등식과 관련된 문항에서는 각 이차부등식이 인수분해가 되는 비교적 단순한 연립이차부등식의 경우에는 부등식을 만족시키는 해를 잘 구하는 것으로 나타났고, 연립부등식이 직접 주어지지 않고, 삼각형의 넓이를 이용하여 연립부등식을 세워야하는 문항도 어렵지 않게 해결하는 것으로 나타났다. 또한 2013년 문항처럼 이차부등식 $x^2-3nx+2n^2\le 0$의 해를 이용한 응용문제도 잘 해결하는 것으로 나타났다. 이러한 사실들은 우수학력 수준이 이차부등식과 연립이차부등식 성취기준에 관련된 문항을 해결하는 성취 특성이 있음을 보여주는 것이라고 판단된다.

<표 Ⅳ-4> '기하' 영역의 숙달 성취기준 및 문항 특성

성취기준	연도	문항 특성
평행이동의 의미를 이해하고, 평행이동한 도형의 방정식을 구할 수 있다.	2010(26)	원의 방정식을 x축과 y축 방향으로 평행이동한 원이 좌표평면의 x축과 y축에 동시에 접하게 만들기
	2011(11)	원의 방정식을 x축과 y축 방향으로 평행이동한 도형의 방정식 구하기
	2012(25)	함수 $y=f(x)$의 그래프를 x축과 y축 방향으로 평행 이동한 그래프를 보고 $f(x)$의 함숫값 구하기
	2014(20)	이차함수의 그래프를 x축과 y축 방향으로 평행이동한 도형의 방정식 구하기
선분의 내분과 외분을 이해하고, 내분점과 외분점의 좌표를 구할 수 있다.	2010(16)	좌표평면 위의 두 점 A,B에 대하여 외분점 좌표 구하기
	2012(12)	수직선 위의 두 점 A,B에 대하여 선분 AB의 외분점과 내분점의 좌표 구하기
	2013(6)	수직선 위의 두 점 A,B에 대하여 선분 AB의 외분점의 좌표 구하기
	2014(9)	좌표평면 위의 두 점 A, B에 대하여 선분 AB의 내분점의 좌표 구하기
원의 방정식을 구할 수 있다.	2010(20)	좌표 평면 위의 두 점을 지나고 한 직선에 접하는 원의 방정식 구하기
	2012(13)	좌표평면에서 원의 중심과 반지름의 길이를 이용하여 원의 방정식 구하기
	2013(22)	좌표평면 위의 두 점이 있을 때, 그 두 점을 지름의 양 끝점으로 하는 원의 방정식 구하기

<표 Ⅳ-4>는 기하 영역에서 숙달한 성취기준 및 문항 특성을 나타낸 것이다. 첫째, 평행이동의 의미에 대한 이해를 기초로 해결하는 문항에 대해서 우수학력 수준은 원의 방정식 또는 함수 $y=f(x)$의 그래프를 x축, y축 방향으로 평행이동한 원의 방정식을 잘 구할 수 있었고, 평행이동한 그래프를 이용해 원래 함수의 함숫값을 구하는 문항도 잘 해결하는 것으로 나타났다. 우수학력 수준은 방정식 $f(x,y)=0$이 나타내는 도형을 x축 방향으로 a만큼, y축의 방향으로 b만큼 평행이동한 도형의 방정식이 $f(x-a,\,y-b)=0$이라는 것에 대한 이해를 기초로 이와 관련된 문항도 잘 해결할 수 있는 성취능력이 있다고 판단된다. 둘째, 선분의 내분점과 외분점에 관련된 문항에 대해서는 수직선 위의 두 점 또는 좌표평면위의 두 점을 외분하는 것에 대한 문항을 잘 해결하는 것으로 나타났다. 따라서 우수학력 수준은 내분과 외분의 의미와 더불어 내분점과 외분점의 의미를 잘 이해하고 있는 것으로 판단된다. 셋째, 원의 방정식과 관련된 문항에서는 좌표평면에서 중심과 반지름이 주어졌을 때의 원의 방정식과 두 점을

지름의 양 끝점으로 하는 원의 방정식을 잘 구하는 것으로 나타났다. 또한 두 점을 지나고 직선에 접하는 원의 방정식을 구하는 문항도 어느 정도 잘 해결하는 것으로 나타났다. 따라서 우수학력 수준은 원의 방정식 $(x-a)^2+(y-b)^2=r^2$의 의미를 잘 이해하고 있으며 어떤 조건이 주어졌을 때 원의 방정식을 구하는 문항도 잘 해결할 수 있는 능력이 있다고 판단된다.

<표 Ⅳ-5> ‘함수’ 영역의 숙달 성취기준 및 문항 특성

성취기준	연도	문항 요소
함수의 합성과 그 성질을 이해하고, 합성함수를 구할 수 있다.	2011(22)	일차함수 $f(x)$와 $g(x)=(f\circ f)(x)$의 그래프의 기울기 이용하기
	2012(7)	두 일차함수 $f(x), g(x)$에 대하여 $(g\circ f)(3)$의 값 구하기
	2014(15)	두 일차함수 $f(x), g(x)$에 대하여 $f\circ g=g\circ f$를 이용하여 문제해결하기
역함수의 뜻을 알고, 주어진 함수의 역함수를 구할 수 있다.	2010(18)	함수 $y=f(x)$의 그래프와 $y=g(x)$의 대응 관계를 이용하여 $(f^{-1}\circ g)^{-1}(1)$의 값 구하기
	2011(7)	함수 $y=f(x)$에 대하여 함수 g가 $(g\circ f)(x)=x$를 만족시킬 때 f와 g의 역함수의 함숫값 구하기
	2012(11)	역함수가 존재하는 그래프 찾기
	2013(21)	함수 f의 역함수 f^{-1}의 그래프를 이용하여 합성함수의 함숫값 구하기
	2014(6)	함수 $f(x)$의 $f^{-1}(5)$의 값 구하기
함수 $y=\frac{ax+b}{cx+d}$의 그래프를 그릴 수 있고, 그 그래프의 성질을 이해한다.	2011(16)	함수 $y=\frac{k}{x}$의 그래프를 x축과 y축의 방향으로 평행이동한 분수함수 구하기
	2012(22)	$y=\frac{k}{x-2}-1(k>0)$의 그래프의 성질 이해하기
	2013(27)	분수함수 $y=\frac{x+2a-5}{x-4}$ 그래프의 개형을 이해하기
함수 $y=\sqrt{ax+b}+c$의 그래프를 그릴 수 있고, 그 그래프의 성질을 이해한다.	2010(25)	함수 $y=a+\frac{b}{x+c}$의 그래프를 보고 $y=\sqrt{ax+b}+c$의 그래프 개형 찾기
	2011(23)	함수 $y=\sqrt{ax+b}+c$의 그래프를 보고 $y=\sqrt{bx+c}+a$의 그래프 개형 찾기
	2013(23)	무리함수 $y=-\sqrt{x+1}+2$의 그래프를 이해하기
	2014(28)	$f(x)=ax^2+bx+c$의 그래프를 보고 함수 $y=\sqrt{ax+b}+c$의 그래프 개형 찾기

<표 Ⅳ-5>는 함수 영역에서 숙달한 성취기준 및 대표 문항의 특성을 나타낸 것이다. 첫째, 함수의 합성과 관련된 문항에서, 두 일차함수가 주어졌을 때 함수의 합성함수를 구할 수 있고, 이와 관련된 다양한 문제를 해결할 수 있는 것으로 나타났다. 둘째, 함수의 역함수와 관련된 문항에서는 역함수의 그래프를 보고 역함수의 존재여부를 파악하는 문항과 합성함수를 이용해 역함수의 값을 묻는 문항을 잘 해결하는 것으로 나타났다. 또한 역함수의 그래프를 제시했을 때 원래 함수의 합성함수를 이용해 함숫값을 구하는 문제도 잘 해결하는 것으로 나타났다. 셋째, 분수함수와 무리함수의 그래프 개형과 그래프의 성질, 분수함수와 무리함수 그래프의 관계 이해 등에 관련된 문항을 잘 해결하는 것으로 나타났다.

<표 Ⅳ-6> '확률과 통계' 영역의 숙달 성취기준 및 문항 특성

성취기준	연도	문항 특성
합의 법칙, 곱의 법칙을 이해하고, 이를 이용하여 경우의 수를 구할 수 있다.	2011(9)	자연수가 적힌 카드를 뽑는 단순한 상황에서 경우의 수 구하기
	2012(9)	등산로와 관련된 단순한 상황에서 경우의 수 구하기
	2013(24)	극장의 좌석을 선택하는 다소 복잡한 상황에서 경우의 수 구하기
	2014(21)	세 가지 주제 A, B, C에 대한 사진이 있을 때, 서로 다른 두 주제의 사진을 뽑는 경우의 수 구하기
순열의 뜻을 알고, 순열의 수를 구할 수 있다.	2011(27)	5개의 숫자가 적혀있는 공을 4개의 상자에 넣는 경우의 수 구하기
	2012(6)	${}_n\mathrm{P}_2 + {}_n\mathrm{P}_1 = 64$를 만족시키는 n의 값 구하기
	2013(20)	5개의 숫자를 사용하여 다섯 자리 수를 만드는 경우의 수 구하기
	2014(14)	화분을 일렬로 나열할 때 이웃하지 않도록 나열하는 경우의 수 구하기
조합의 뜻을 알고 조합의 수를 구할 수 있다.	2010(12)	${}_n\mathrm{P}_2 = 30$일 때, ${}_n\mathrm{C}_2$의 값 구하기
	2012(20)	서로 평행한 직선으로 만들어지는 평행사변형의 개수 구하기
	2013(11)	자연수가 적혀 있는 8장의 카드에서 홀수와 짝수가 적혀있는 카드를 뽑는 경우의 수 구하기
	2014(8)	1부터 8까지의 숫자 중에서 서로 다른 4개의 숫자로 이루어지는 경우의 수 구하기

<표 Ⅳ-6>은 확률과 통계 영역에서 나타난 우수학력 대표 문항의 특성을 나타낸 것이다. 첫째, 경우의 수에 관련된 문항에서는 자연수가 적혀 있는 카드를 뽑는 것, 등산로와 관련된 비교적 단순한 상황과 극장의 좌석과 관련된 비교적 복잡한 문제 상황에서 경우의 수를 구하는 문제는 합의 법칙과 곱의 법칙을 적용하여 어렵지 않게 해결하는 것으로 나타났다. 즉 우수학력 수준은 교육과정의 성취기준에 제시되어 있는 합의 법칙과 곱의 법칙에 대한 이해를 기초로 다양한 상황에서 경우의 수를 구할 수 있는 것으로 판단된다. 둘째, 순열과 관련된 내용에서는 ${}_n\mathrm{P}_2 + {}_n\mathrm{P}_1 = 64$와 같은 순열의 수를 구하는 공식의 의미를 이해하고 있으며, 숫자가 적혀있는 5개의 공을 4개의 상자에 조건에 맞게 넣거나 5개의 숫자를 이용하여 다섯 자리 수를 만드는 것과 관련된 다소 복잡한 경우의 수를 구하는 문제도 잘 해결하는 것으로 나타났다. 이러한 결과로 보아 우수학력 수준은 순열과 관련된 공식의 의미를 이해하고 있으며 주어진 상황에 맞는 경우의 수도 순열을 구할 수 있는 것으로 판단된다. 셋째, 조합과 관련된 문항에서는 순열과 조합을 구하는 공식을 잘 사용할 수 있고, 서로 평행한 직선으로 만들어지는 평행사변형의 개수를 구하는 문항이나 자연수가 적혀있는 카드가 주어졌을 때의 경우의 수도 어렵지 않게 해결하는 것으로 나타났다. 즉 우수학력 수준은 순열과 조합의 수를 구하는 방법을 구별하여 여러 가지 상황에 적용할 수 있는 것으로 판단된다.

Ⅴ. 결론 및 제언

본 연구에서는 고등학교 2학년을 대상으로 2007개정 교육과정에 따라 출제가 된 2010년부터 2014년도까지의 학업성취도 평가 문항에서 3년 이상 동일한 성취기준으로 출제된 문항을 분석하여 성취수준별 학업 특성을 도출하였다. 각 내용 영역(수와 연산, 문자와 식, 기하, 함수, 확률과 통계)에 해당하는 문항을 중심으로 분석한 성취수준별 학업 특성 결과를 토대로 2015 개정 교육과정의 고등학교 <수학>과목의 교수·학습 및 향후 교육과정개정시 필요한 시사점 등을 제공하고자 한다.

첫째, 기초학력 수준 학생들의 학력을 제고하기 위해 수와 연산 영역과 문자와 식 영역의 학습 능력을 강화할 수 있는 교수·학습 방안이 필요하다. 기초학력 수준 학생들의 수와 연산 영역과 문자와 식 영역의 학습 부진은 기하, 함수 영역의 학습에도 중요한 영향을 미칠 수 있기 때문이다. 문항 분석 결과에서 제시한 바와 같이 기초학력 수준의 학생들은 수와 연산 영역에서 집합의 연산법칙, 필요조건과 충분조건, 복소수의 기본 성질을 잘 이해하지 못하는 것으로 나타났고, 문자와 식 영역에서는 다항식의 사칙계산과 관련된 단순한 문항 이외의 이차부등식과 이차방정식에서의 근과 계수의 관계에 대한 내용은 잘 이해하지 못하는 것으로 나타났다. 따라서 중학교에서 학습한 수와 연산, 문자와 식 영역의 학습 내용과 고등학교에서 배우는 학습 내용의 관련성 등을 교수·학습에서 강조하여 기초학력을 제고할 필요가 있다.

둘째, 보통학력 수준의 학력을 제고하기 위해 함수 영역과 기하 영역의 학습 내용을 연계하여 지도할 필요가 있다. 고등학교 내용 영역의 특성상 기하 영역에 해당하는 내용들은 거의 함수의 그래프에 대한 기본적인 학습 능력을 요구하기 때문에 이 두 영역의 내용은 상당히 밀접한 관계가 있기 때문이다. 문항 분석 결과, 보통학력 수준의 학생들은 수와 연산 영역과 문자와 식 영역의 일부 성취기준에 대해서는 어느 정도 숙달한 것으로 나타났다. 하지만 함수 영역과 기하 영역의 성취기준에 해당하는 문항은 전체적으로 잘 해결하지 못하는 것으로 나타났다. 특히 기하영역에 해당되는 문항 중에서 함수의 그래프 활용과 관련된 문항을 어려워하는 것으로 나타났다. 따라서 중학교에서 배운 함수에 대한 이해 및 함수의 그래프와 관련해서 부족한 지식이 무엇인지를 파악하여 부족한 부분을 보완하는 것이 필요하다. 그리고 함수 또는 기하 영역에 관련된 내용을 가르칠 때는 두 내용 영역의 연계성을 고려한 교수·학습 방법을 적용할 필요가 있다. 이와 관련하여 향후 교육과정 개정시에 기하와 함수 영역에서 직관적인 이해를 제고할 수 있도록 공학적 도구 사용을 구체적으로 언급할 필요가 있다. 현재 교육과정에서는 ‘직선의 방정식, 원의 방정식, 도형의 이동을 다룰 때 공학적 도구를 이용할 수

있다(교육부, 2015, p. 50).', '함수의 그래프를 다룰 때 공학적 도구를 이용할 수 있다(교육부, 2015, p. 52)'로 권고하는 수준에 머무르고 있다. 따라서 기하와 함수 영역의 공학적 도구 사용에 대해 현재와 같은 권고 수준이 아니라 성취기준 및 교수·학습 방법 및 유의사항 등에 구체적으로 언급해 학교 현장에서 공학 도구를 적극적으로 활용할 수 있는 분위기를 조성할 필요가 있다.

셋째, 확률과 통계 영역의 순열과 조합에 관련된 교수·학습에서 경우의 수를 구하는 공식의 적용과 실생활과의 관련성을 강조하여 흥미를 유발할 필요가 있다. 문항 분석 결과, 보통학력 수준의 학생들은 경우의 수를 구하는 공식을 적용하는 단순한 문항에 대해서는 어느 정도 숙달하고 있지만 실생활과 관련된 내용을 분석하여 경우의 수를 구하는 다소 복잡한 문항의 경우는 정답률이 낮게 나타났다. 특히 순열과 조합에 관련된 내용은 실생활과 밀접한 관련이 있으므로, 다양한 실생활 문제를 해결하게 함으로써 경우의 수를 구하는 공식을 주어진 문제 상황에 적용시키는 교수·학습 활동이 필요하다. 2015 개정 교육과정의 확률과 통계 영역의 '교수·학습 방법 및 유의 사항'에서도 '실생활 문제를 해결해 봄으로써 다양한 상황에서 순열과 조합의 필요성과 유용성을 인식하게 한다(교육부, 2015, p. 53).'라고 제시하여 실생활과 관련된 교수·학습 활동을 강조하고 있다.

넷째, 우수학력 대표 문항 중에서도 기하 영역의 '원의 방정식' 관련 문항, 함수 영역의 '역함수', '유리함수', '무리함수', 확률과 통계 영역의 '순열', '조합'과 관련된 문항의 정답률이 다른 문항의 정답률 보다 낮은 것으로 나타났다. 우수학력 중 수준 이하의 학생들이 이러한 문항 유형에 대해 어려워하는 이유를 분석하고, 이를 교수·학습 활동에 반영하여 전체적인 우수학력을 제고할 필요가 있다.

다섯째, 고등학교 학업성취도 평가의 경우 중학교에서 다루지 않은 일부 내용을 포함시키는 방안에 대해 심도 있게 논의할 필요가 있다. 현재 중학교 3학년 학업성취도 평가의 경우 중학교 3학년 1학기에 배우는 내용 중 일부를 다루고 있기 때문에 그 이외의 성취기준에 대해서는 학생들이 어느 정도 이해하고 있는지를 점검하기는 어려운 상황이다. 예를 들면, 이광상, 조윤동(2014)의 연구에서 중학생 중 보통학력 수준의 학생들이 일차함수 그래프의 성질을 잘 이해하지 못하는 있다는 것을 지적한 바 있는데, 이러한 학업 성취 능력의 결손이 이차함수 그래프를 학습하는 데 어떠한 영향을 주는지에 대한 것을 확인하기가 어렵다. 특히 이차함수의 그래프 관련 내용은 고등학교 수학의 기하와 함수 영역에서 활용되고 있기 때문에 이에 대한 학생들의 성취 특성을 파악하는 것은 학생들을 효과적으로 지도하는 데 중요한 정보가 될 수 있다. 물론 평가 범위와 평가 시기 등 여러 가지로 고려할 점이 있겠지만, 학생들이 어려워하는 내용 영역에 대한 이해정도를 파악하는 것도 학업성취도 평가의 중요한 목적이니만큼 신중하게 고려할 필요가 있다.

참 고 문 헌

고정화, 도종훈, 송미영(2008). 수학과 국가수준학업성취도 평가에서의 성별 차이 분석. **수학교육학연구, 18**(2), 179-200.

교육과학기술부(2008). **'08년 초·중·고 학생대상 국가수준 기초학력 진단 및 학업성취도 평가 기본 계획**(교육과학기술부 학력증진지원과-423).

교육부(2015). **수학과 교육과정**. 교육부 고시 제2015-74호 [별책 8]

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.

김성숙, 송미영, 김준엽, 이현숙(2011). 국가수준 학업성취도 평가 결과의 지역 간 학력 차이에 따른 초, 중, 고 학교 특성 분석. **교육평가연구, 24**(1), 51-72.

박수민, 이광상(2017). 국가수준 학업성취도 평가 결과와 연계한 서답형 답안 반응 유형 분석. **교육과정평가연구, 20**(2), 85-111.

박정, 김경희, 김수진, 손원숙, 송미영, 조지민(2006). **국가수준 학업성취도 평가-기술보고서-**. 한국교육과정평가원 연구보고 RRO 2006-4, 77.

이광상(2016). 2014년 국가수준 학업성취도 평가의 고등학교 수학과 서답형 문항에 대한 반응 분석. **교육과정평가연구, 19**(3), 71-100.

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.

이봉주, 조윤동, 김미경(2011). **2010년 국가수준 학업성취도 평가 결과 분석 - 수학 -**. 한국교육과정평가원 연구보고 RRE 2011-3-4.

임해미(2018). 국가수준 학업성취도 평가를 통한 중하곡 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.

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

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

조윤동, 이광상(2015). 학업성취도 평가에서 답지 반응률 분포 그래프를 활용한 중학생의 수학과 학업 특성 분석. **대한수학교육학회지 수학교육학연구,** 25(1), 1-19.

조윤동, 이광상, 이인호(2014). **2013년 국가수준 학업성취도 평가 결과 분석 - 수학 -**. 한국교육과정평가원 연구보고 ORM 2013-37-3.

조윤동, 이광상, 이인호(2015). **2014년 국가수준 학업성취도 평가 결과 분석 - 수학 -**. 한국교육과정평가원 연구자료 ORM 2015-45-3.

조윤동, 이광상, 전영주, 김동영(2013). **2012년 국가수준 학업성취도 평가 결과 분석 - 수학 -**. 한국교육과정평가원 연구보고 ORM 2013-37-3.

조윤동, 조성민, 최인선, 김미경(2012). **2011년 국가수준 학업성취도 평가 결과 분석 - 수학 -**. 한국교육과정평가원 연구보고 RRE 2012-2-3.

· 논문접수 : 2019.10.03. / 수정본접수 : 2019.11.01. / 게재승인 : 2019.11.14.

ABSTRACT

Analysis of High School Students' Mathematics Learning Characteristic Appeared in the 2010-2014 National Assessment of Educational Achievement

Kwang-Sang Lee
Research Fellow, Korea Institute for Curriculum and Evaluation

The purpose of this study is to extract the learning characteristics in achievement stan dards from the date of the National Assessment of Educational Achievement in high scho ol. For this, we analysed items written by the same achievement standards over more tha n three years from 2010 to 2014. The results showed that 'Advanced level' students are w ell solved achievement standards-related items to better apply the mathematical concept a nd basic properties presented in curriculum. And, 'Proficient level' students tend to difficul t of test items belong to geometry and function area, 'Basic level' students seemed to diffi cult for the most of items except for simple operation of polynomial. The analysis of high school mathematics achievement standards of the 2007 revised curriculum is similar to the achievement standards of the 2015 revised curriculum. The results of this study are expec ted to provide important implications for teaching and learning methods of high school ma thematics in the current curriculum.

Key Words : National Assessment of Educational Achievement, Achievement standards, Achievement level, Learning characteristics