

대학수학능력시험 수리 영역 출제 체제에 관한 고찰

남 진 영*

대학수학능력시험은 1993년 시행된 1994학년도 수능 이래 크고 작은 변화를 거듭하여 왔다. 2012학년도 수능에서도 수리 영역은 적용되는 교육과정이 달라짐에 따라 출제 범위 등에 변화가 있을 예정이다. 전 영역에 2009년 개정 교육과정이 적용되는 2014학년도 수능에서는 더 큰 변화가 예상된다. 2014학년도 수능 체제 개편을 앞두고, 본 논문에서는 제7차 교육과정이 적용되었던 2005학년도~2011학년도 수능 수리 영역의 결과를 분석하고, 이를 토대로 하여 수리 영역 출제 체제에 관한 제언을 하고자 한다. 첫째, 수험생들의 시험 부담 경감 및 학습 동기 고취를 위하여 더 쉽게 출제하고, 이에 따라 문항 수 및 배점을 재구성할 필요가 있다. 둘째, 선발고사로서의 변별력 확보와 시험의 신뢰성, 타당성 제고를 위하여 단답형 문항의 비율을 늘릴 필요가 있다. 셋째, 한 문항 내에 하위 문항을 출제하여 상황 파악에 소요되는 시간은 줄이고 주어진 상황을 다각도에서 심도 있게 탐구하도록 할 필요가 있다. 넷째, 요령과 기술에 의한 득점이 가능해진 특정 유형의 문항 출제를 지양하고 새로운 문항 유형을 개발하여야 한다.

1. 서론

대학수학능력시험(이하 수능)은 1993년 치러진 1994학년도¹⁾ 수능을 시작으로 하여, 지난해 치러진 2011학년도 수능까지 총 19회 치러졌다. 지난 18년 동안 수능의 출제 체제는 여러 차례 변화를 거듭하여 왔고, 수리 영역 내에서도 전체 체제의 변화 및 적용되는 교육과정에 따라 크고 작은 변화가 있어 왔다. 금년에 있을 2012학년도 수능 수리 영역에도 상당한 변화가 있을 예정이다. 시험 범위가 달라져, 인문·예체능계열 수험생들을 주 대상으로 하는 수리 ‘나’형에 미분과 적분이 포함되고, 이공계열 수험생들을 주 대상으로 하는 수리 ‘가’형에

심화 선택과목이 없어진다(이양락 외, 2008; 신일용 외, 2010). 변화의 이유는 2007년 개정 교육과정이 적용되기 때문이다.

2012학년도 수능에는 수리 영역과 외국어 영역에만 2007년 개정 교육과정이 적용되지만, 수능 전 영역에 2009년 개정 교육과정이 적용되는 2014학년도 수능부터는 수능 전반에 걸쳐 상당한 변화가 있을 예정이다. 기존의 언어 영역, 수리 영역, 외국어 영역이 국어, 수학, 영어로 바뀌고, 국어와 영어도 수학과 같이 수준에 따라 A형과 B형으로 나누어 치른다. 2014학년도 수능 출제 체제 및 시험의 세부 방안은 관련 기관에서 2011년~2012년에 연구, 확정, 발표할 예정이다.

본 논문에서는 수능 수리 영역 세부 출제 방

* 한국교육과정평가원(jynam@kice.re.kr)

1) 수능의 공식 명칭은 대학입학년도를 기준으로 한다. 1993년에 치러진 수능은 1994학년도 대학 신입생을 선발하는 시험이므로 ‘1994학년도 대학수학능력시험’이다.

안과 관련된 몇 가지 제언을 제시하고자 한다. 이 제언은 제7차 교육과정이 적용된 2005학년도~2011학년도 수능의 결과에 대한 분석을 기반으로 한다. 결과 분석에서 수리 '가'형의 선택과목(과목당 5문항씩 출제됨)은 응시생의 95% 이상이 선택하였던 '미분과 적분'을 대상으로 한다.

II. 배점과 문항 비율

1. 제7차 교육과정 적용 수능 수리 영역의 문항 배점/유형별 결과 분석

제7차 교육과정이 적용되었던 수능은 7개년 동안 치러진 2005학년도~2011학년도 수능이다. 수리 영역의 1회 시험에서 출제된 문항 수는 '가'형 40문항, '나'형 30문항이지만, '가'형의 경우 심화 선택과목인 '미분과 적분', '확률과 통계', '이산수학'에서 5문항씩 출제되었고, 수험생은 이 중 한 과목만 선택하여 풀면 되었다. 따라서 수험생이 실제로 풀어야 하는 문항 수는 '가'형과 '나'형 모두 30문항씩이다. 30문항은 5지선다형 21문항과 단답형 9문항으로 구성되어, 단답형 문항이 전체의 30%를 차지한다. 7년 동안 수능 수리 영역에서 출제된 총 문항 수는 420문항('가'형 210문항, '나'형 210문항)²⁾이고, 5지선다형과 단답형 문항 수는 각각 294문항('가'형, '나'형 각각 147문항), 126문항('가'형, '나'형 각각 63문항)이다.³⁾

제7차 교육과정이 적용된 수능에서 수리 영역은 문항별로 차등 배점하여, 한 문제지 내의 30문항 중에서 2점 문항이 3개, 3점 문항이 14개, 4점 문항이 13개 출제되었다. 이에 따라

2005학년도~2011학년도 수능에서 출제된 2점 문항의 비율은 전체의 10%('가'형, '나'형 각 21문항), 3점 문항의 비율은 전체의 46.67%('가'형, '나'형 각 98문항), 4점 문항의 비율은 전체의 43.33%('가'형, '나'형 각 91문항)이었다. 배점과 문항 유형에 따른 출제 비율을 정리하면 <표 II-1>, <표 II-2>와 같다.

'가'형과 '나'형 모두 2점 문항은 5지선다형으로 출제되었다. 출제 비중이 가장 높았던 문항은 5지선다형 3점 문항으로, '가'형은 전체의 34.29%(72문항), '나'형은 전체의 32.86%(69문항)가 출제되었다. 학생들이 가장 부담을 많이 느끼는 단답형 4점 문항은 '가'형에서는 전체의 17.62%(37문항), '나'형에서는 전체의 16.19%(34문항)가 출제되어 이공계열 진학 학생들이 치르는 '가'형에서 인문, 예체능계열 진학 학생들을 주 대상으로 하는 '나'형보다 약간 높게 출제되었다.

<표 II-1> 전체 대비 문항 유형/배점별 출제 비율(%)

유형 배점	'가'형			'나'형		
	5지선다	단답	계	5지선다	단답	계
2점	10.00 (21)*	0.00 (0)	10.00 (21)	10.00 (21)	0.00 (0)	10.00 (21)
3점	34.29 (72)	12.38 (26)	46.67 (98)	32.86 (69)	13.81 (29)	46.67 (98)
4점	25.71 (54)	17.62 (37)	43.33 (91)	27.14 (57)	16.19 (34)	43.33 (91)
계	70.00 (147)	30.00 (63)	100 (210)	70.00 (147)	30.00 (63)	100 (210)

* 괄호 안은 문항 수입.

<표 II-2> 문항 유형/배점별 출제 비율(%)

유형 배점	'가'형			'나'형		
	5지선다	단답	전체	5지선다	단답	전체
2점	14.29	0.00	10.00	14.29	0.00	10.00
3점	48.98	41.27	46.67	46.94	46.03	46.67
4점	36.73	58.73	43.33	38.78	53.97	43.33
계	100	100	100	100	100	100

2) '가'형 선택과목 문항을 합하면, 490문항('가'형 280문항, '나'형 210문항)이다.

3) '가'형 선택과목 문항을 합하면, 5지선다형 350문항('가'형 203문항, '나'형 147문항)과 단답형 140문항('가'형 77문항, '나'형 63문항)이 출제되었다.

문항 유형별, 배점별 출제 비율을 보면, 5지선다형 문항에서 차지하는 2점, 3점, 4점 문항의 비율은 ‘가’형의 경우 각각 14.29%, 48.98%, 36.73%이었고, ‘나’형의 경우는 각각 14.29%, 46.94%, 38.78%로 나타나 ‘가’형과 ‘나’형 모두 3점 문항의 비율이 가장 높았다. 즉, 5지선다형 문항은 2점이나 4점보다 3점으로 더 많이 출제되었다. 단답형 문항의 경우, 2점 문항은 출제되지 않았고, 3점 문항과 4점 문항의 비율이 ‘가’형에서는 각각 41.27%, 58.73%이었고, ‘나’형에서는 각각 46.03%, 53.97%이었다. 즉, 단답형 문항은 4점 문항으로 더 많이 출제되었다.

<표 II-3> 배점별 평균 정답률(%)과 평균 변별도

유형 배점	‘가’형			‘나’형		
	5지선다	단답	계	5지선다	단답	계
2점	91.41 (0.39)*	-	91.41 (0.39)	77.17 (0.47)	-	77.17 (0.47)
3점	62.65 (0.41)	60.30 (0.54)	62.02 (0.44)	52.64 (0.51)	44.88 (0.64)	50.34 (0.55)
4점	51.03 (0.34)	30.97 (0.42)	42.87 (0.37)	40.41 (0.36)	23.22 (0.55)	33.98 (0.43)
계	62.49 (0.38)	43.08 (0.47)	56.66 (0.41)	51.40 (0.45)	33.19 (0.59)	45.94 (0.49)

* 괄호 안은 평균 변별도임

문항 유형/배점별 평균 정답률과 평균 변별도를 살펴보면 <표 II-3>과 같다.4) 본 논문에서 다루는 변별도는 전체 응시 집단을 대상으로 산출한 변별도이다. 문항마다 변별하고자 하는 대상은 같지 않으므로, 전체 집단을 대상으로 하는 변별도가 높지 않다고 해서 그 문항의 변별력이 없다고 볼 수는 없다. 이를테면 상위권을 변별하고자 하는 문항의 경우 해당 집단 내에서 산출한 변별도와 전체 집단에서 산출한 변별도가 다르다. 즉, 전체 집단에서 산출한 변별도는 다소 떨어지는 문항도 특정 학생들에 한정하여 다

시 계산하면 높게 나타난다. 평균 정답률이 높은 문항, 임의 추측에 의해 대답하기 쉬운 5지선다형 문항의 경우도 변별도가 다소 떨어진다. 또, 같은 문항이라도 ‘나’형의 변별도가 ‘가’형보다 높게 나타난다. ‘나’형 응시 집단이 ‘가’형보다 훨씬 크고(3~4배에 이름), 응시 집단 내의 학력 수준 차이가 크기 때문이다.

<표 II-3>에서 볼 수 있듯이 ‘가’형에서 출제된 5지선다형 문항과 단답형 문항의 평균 정답률은 각각 62.49%, 43.08%로 나타났고, 평균 변별도5)는 각각 0.38, 0.47로 나타났다. ‘나’형에서 출제된 5지선다형 문항과 단답형 문항의 평균 정답률은 각각 51.40%, 33.19%로 나타났고, 평균 변별도는 각각 0.45, 0.59로 나타났다. ‘가’형과 ‘나’형 모두 단답형 문항의 평균 정답률이 5지선다형 문항의 평균 정답률보다 20% 정도 낮게 나타나고 있다. 이것은 5지선다형 문항의 경우, 임의 추측에 의하여 정답을 맞힐 가능성이 확률적으로 20%나 되고, 단답형 문항은 작은 실수에 의해서도 틀릴 수 있기 때문이다. 그렇지만 단답형 문항의 변별도가 5지선다형 문항보다 높게 나타나는 것은 주목할 필요가 있다.

배점별 평균 정답률과 평균 변별도를 살펴보면, ‘가’형의 경우 2점, 3점, 4점 문항의 평균 정답률은 각각 91.41%, 62.02%, 42.87%이었고, 평균 변별도는 각각 0.39, 0.44, 0.37로 나타났다. 2점 문항과 3점 문항의 평균 정답률 차이는 30% 정도, 3점 문항과 4점 문항의 평균 정답률 차이는 20% 정도이다. 변별도는 모든 배점의 문항이 양호하였으나, 그 중에서도 3점 문항의 변별도가 가장 높았다. ‘나’형의 경우 2점, 3점, 4점 문항의 평균 정답률은 각각 77.17%, 50.34%, 33.98%이었고, 평균 변별도는

4) 이하 제시되는 수능의 정답률 및 변별도는 한국교육과정평가원 수능 수리 영역 결과 분석 자료(비공개)를 바탕으로 한다.

5) 여기서 평균 변별도는 해당 문항의 변별도의 산술평균이다. 변별도는 문항별 산출이 원칙이나 이 글에서는 전반적인 경향을 파악하는 데에 목적이 있으므로 평균 변별도를 논의의 대상으로 하겠다.

각각 0.47, 0.55, 0.43으로 나타났다. '나'형에서 2점 문항과 3점 문항의 평균 정답률 차이는 27% 정도, 3점 문항과 4점 문항의 평균 정답률 차이는 17% 정도로 나타났다. 2점 문항의 평균 정답률은 '나'형이 '가'형보다 15% 정도 낮게 나타났고, 3점 문항은 12% 정도, 4점 문항은 9% 정도 낮게 나타났다. '나'형 문항의 평균 변별도는 '가'형보다 더 높게 나타나고 있다. 이것은 앞에서도 언급하였듯이 '나'형 응시 집단의 크기가 '가'형의 3배 안팎에 이르고, 집단 내 학력 수준의 차이가 크기 때문이다.

배점이 2점인 문항의 평균 정답률은 '가'형이 91.41%, '나'형이 77.17% 이었다. 1회 시험의 총 30문항 중에서 3문항 출제되는 2점 문항은 대체로 2문항이 '가'형과 '나'형 공통으로 출제된다. 그리고 나머지 1문항의 난이도도 다른 2문항과 비슷한 수준으로 출제된다. 따라서 2점 문항에 대한 '나'형의 평균 정답률이 '가'형보다 15% 정도 낮게 나타난 것은 응시 집단의 수준 차이를 나타낸다고 할 수 있다. '가'형과 '나'형의 공통 문항의 경우, 대체로 아주 쉬운 문항과 아주 어려운 문항은 10% 내외의 정답률 차이를 보이지만 중간 난이도의 문항은 30% 이상 차이 나기도 한다.

전체 문항의 46.67%가 출제된 3점 문항의 평균 정답률은 '가'형의 경우 5지선다형 문항이 62.65%이었고 단답형 문항이 60.30%로 나타나 두 유형의 정답률 차이가 크지 않았다. 그러나 평균 변별도는 5지선다형 문항이 0.41, 단답형 문항이 0.54로 나타나 단답형 문항의 변별력이 높음을 알 수 있다. 이것은 '나'형의 경우 더욱 그러하다. '나'형에서 출제된 3점 5지선다형 문항과 단답형 문항의 평균 정답률은 각각 52.64%, 44.88%로 나타나 5지선다형 문항의 평균 정답률이 더 높았지만, 평균 변별도는 5지선다형 문항이 0.51, 단답형 문항이 0.64로 나타나

단답형 문항의 변별력이 뛰어남을 알 수 있다.

전체 문항의 43.33%가 출제된 4점 문항의 평균 정답률은 '가'형의 경우 5지선다형 문항이 51.03%이었고 단답형 문항이 30.97%로 나타나 두 유형의 정답률 차이가 20% 이상 벌어졌다. 즉 4점 단답형 문항의 난도가 높았음을 알 수 있다. 그러나 평균 변별도는 5지선다형 문항이 0.34, 단답형 문항이 0.42로 나타나 3점 문항과 마찬가지로 단답형 문항의 변별도가 더 높게 나타났다. '나'형의 경우도 '가'형과 같은 결과이다. '나'형에서 출제된 4점 5지선다형 문항과 단답형 문항의 평균 정답률은 각각 40.41%, 23.22%로 나타나 단답형 문항의 평균 정답률이 5지선다형 문항보다 17% 정도 낮게 나타났지만, 평균 변별도는 5지선다형 문항이 0.36, 단답형 문항이 0.55로 나타나 단답형 문항의 변별력이 매우 높았음을 알 수 있다.

2. 배점과 문항 비율에 관한 제언

1절에서 살펴본 2005학년도~2011학년도 수능 수리 영역의 결과를 토대로 할 때, 수능 수리 영역의 출제 체제에서 다음을 검토해볼 필요가 있다. 그런데 이하의 제언들은 시험 시간과 관계가 있다. 시험 시간에 대해서는 아직까지 정해진 바 없으므로, 현재와 같이 100분을 전제로 하겠다.

첫째는 4점 문항의 비율을 줄이고, 2점과 3점 문항의 비율을 늘리는 것이다. <표 II-1>, <표 II-2>, <표 II-3>을 보면 '가'형과 '나'형에서 지난 7년 동안 5지선다형 3점 문항이 가장 많이 출제되었고, 평균 변별도도 가장 높게 나타나고 있다. 반면, 5지선다형 4점 문항은 다른 유형의 문항에 비해 평균 변별도가 다소 떨어진다. 이것은 4점 문항의 난도가 높아 전체 집단을 변별하는 기능보다는 중상위권이나 상위

권 학생들을 변별하는 기능을 가지기 때문이다. 또, 직접 풀지 않고 임의 추측에 의해 득점하는 것도 변별도를 낮추는 원인이 된다. 단답형 문항의 경우, 임의 추측에 의한 득점을 완전히 배제할 수는 없지만, 득점의 확률은 5지선다형보다 낮다. 현재 수능에서 출제되는 5지선다형 문항은 답이 1개인 경우만 출제되므로, 임의 추측에 의해 답을 맞힐 확률이 높은 편이다. 임의 추측에 의한 득점은 비교육적이기도 하고, 시험의 공정성 및 신뢰성을 저해하는 요인이 된다. 따라서 5지선다형 4점 문항을 줄이고, 3점 문항의 비율을 늘리는 것과, 현재 출제되지 않는 단답형 2점 문항의 출제를 적극 검토할 필요가 있다.

둘째, 4점 문항을 줄이고, 점수 배점이 낮은 문항의 비율을 늘리기 위해서는 전체 문항 수를 늘릴 필요가 있다. 현 수능 체제에서는 30문항이 출제되는데, 정해진 시간 내에 풀어야 할 문항 수가 늘어나면 학생들의 부담이 늘어나는 것이 아닌가 하는 의견이 있을 수 있다. 그런데 현재 30문항도 고등학교 3년 동안 배운 내용을 평가하는 데에는 부족하다. 물론, 출제 범위는 고등학교 2학년부터 배운 내용이지만, 수학의 위계성을 고려할 때, 고등학교 3년 동안 배운 내용을 평가하는 것이라고 할 수 있다. 이 많은 내용을 단 30문항으로 평가하는 것은 다소 무리이다. 30이라는 문항 수를 고정시킨다면 시험 시간을 줄여야 한다. 그러나 이 경우 시험의 타당도와 신뢰도가 떨어질 수 있다. 따라서 본 논문에서는 시험의 타당도와 변별력 확보를 위하여 시험 시간은 그대로 두고, 문항의 난도는 낮추되 전체 문항 수를 현재보다 늘리는 것을 제안한다. 이때 전체 문항 수는 이후에 논의할 하위 문항 수를 포함하는 것이다.

셋째, 평가의 공정성과 신뢰성을 보다 높이기 위하여 5지선다형 문항의 비율을 줄이고,

단답형 문항의 비율을 늘릴 필요가 있다. 특히 평균 정답률이 90% 이상 나타나는 ‘가’형의 2점 5지선다형 문항을 계속해서 출제할 것인지에 대해서 근본적인 재검토가 필요하다. 문항에 따라서 95%에 가까운 응시생들이 정답을 맞히는 경우도 있다. 이와 같은 문항은 문항의 난도를 높이든가 단답형으로 출제하는 것이 변별력 측면에서 더 합리적이라고 판단된다.

지난 7년간 치러진 수능의 평균 정답률을 보면 5지선다형 문항보다 단답형 문항의 정답률이 18~20% 정도 떨어진다는 것을 알 수 있다. 그러나 단답형 문항은 임의 추측에 의하여 정답을 맞힐 확률이 적기 때문에 변별도가 높다. 특히 3점 단답형 문항의 평균 변별도는 ‘가’형 0.54, ‘나’형 0.64로 매우 높은 편이다. 5지선다형 문항에 비해 단답형 문항이 변별력이 높다는 데 대해서는 이견이 없을 것이다. 다른 나라의 사례를 보아도, 일본의 전국단위 대학입학 수학시험인 센터시험에서는 거의 모든 문항이 단답형으로 출제되고 있고(서보억, 남진영, 2010), 중국의 전국단위 대학입학 선발시험인 까오카오 수학 시험에서도 서술형 문항과 단답형 문항이 차지하는 비율이 4지선다형 문항이 차지하는 비율보다 훨씬 높게 출제되고 있다(신일용 외, 2010).

그런데 단답형 문항은 수험생들의 사소한 실수에도 틀릴 수 있다는 단점이 있다. 5지선다형 문항에서는 문두를 잘못 해석하거나 실수하여 틀린 답이 나왔을 때, 5개 답지 내에 자신의 답이 없으면 다시 풀어볼 수 있다는 장점이 있다. 그러나 단답형 문항은 세 자리 자연수 답이 나온 한, 이와 같은 반성을 유도할 수 없다. 따라서 문두를 잘못 해석하거나 실수할 여지가 많은 문항을 단답형으로 출제할 때에는 특별한 주의를 기울여야 한다. 이런 점을 고려하여 그동안 수능에서는 경우의 수, 순열, 조합 문항을 주로 5지선다형으로 출제하여 왔다. 수

험생이 문두를 오해할 소지가 있는 문항은 지금처럼 5지선다형으로 출제하는 것이 바람직할 것이다. 그러나 그렇지 않은 문항은 5지선다형보다 단답형 문항으로 출제하는 것이 정직하게 풀어서 맞힌 학생이 득점하도록 한다는 측면에서 교육적으로 더 바람직해 보인다.

III. 문항 난이도

1. 제7차 교육과정 적용 수능 수리 영역의 정답률 구간별 결과 분석

2005학년도~2011학년도 수능 수리 영역의 정답률 구간별 평균 정답률 및 평균 변별도는 <표 III-1>과 같다.

<표 III-1> 구간별 문항 비율(%)/정답률(%)/변별도

정답률 구간	'가'형			'나'형		
	문항 비율	평균 정답률	변별도	문항 비율	평균 정답률	변별도
0-20*	7.14 (15)**	11.95	0.26	6.67 (14)	11.92	0.44
20-40	15.71 (33)	32.37	0.34	33.33 (70)	30.80	0.47
40-60	30.00 (63)	49.30	0.38	35.24 (74)	49.15	0.50
60-80	31.43 (66)	69.91	0.49	19.52 (41)	67.62	0.53
80-100	15.71 (33)	88.87	0.42	5.24 (11)	83.18	0.44
전체	100 (210)	56.66	0.41	100 (210)	45.94	0.49

* 구간은 '~이상, ~미만'을 나타냄.

** 괄호 안은 문항 수입

'가'형에서 가장 많이 출제된 문항은 정답률 60%이상~80%미만인 문항으로, 전체의 31.43%가 출제되었고, 정답률 40%이상~60%미만인 문항도 전체의 30.00%가 출제되었다. 즉, 전체 문항의 61.43%가 정답률 40%이상~80%미만인 구간에 속하였다. '나'형에서 가장 많이 출제된

문항은 정답률 40%이상~60%미만인 문항으로, 전체의 35.24%를 차지하였다. 다음으로 많이 출제된 문항은 정답률 20%이상~40%미만인 문항으로, 전체의 33.33%를 차지하였다. 즉, '나'형에서는 전체 문항의 68.57%가 정답률 20%이상~60%미만인 구간에 속하였다.

평균 변별도는 전반적으로 양호하였다. 특히 '나'형에서는 전 구간에서 높은 변별도를 보이고 있다. 이것은 '나'형 응시 집단이 크고, 응시 집단 내에 학력 차가 뚜렷하기 때문인 것으로 판단된다. '가'형과 '나'형 모두 정답률 60%이상~80%미만인 구간의 평균 변별도가 가장 높게 나타나고 있다. 이것은 60%이상~80%미만인 구간에 속하는 문항은 전체 집단에서 중하위권 이상을 변별하고자 하는 문항이기 때문이다. 각 문항의 변별도는 그 문항이 변별하고자 하는 대상에 따라 전체 집단보다는 특정 집단에 한정하여 산출할 필요가 있다. 그러나 문항별 변별도 논의는 본 논문의 논지를 벗어나므로 이 글에서는 전체 집단을 대상으로 산출한 변별도에 한정하기로 한다.

<표 III-2> 5지선다형 문항의 구간별 비율(%)

정답률 구간	'가'형			'나'형		
	문항 비율	평균 정답률	변별도	문항 비율	평균 정답률	변별도
0-40*	12.24 (18)**	30.88	0.20	27.21 (40)	32.14	0.35
40-60	31.29 (46)	48.56	0.32	41.50 (61)	49.21	0.47
60-80	36.05 (53)	69.99	0.47	23.81 (35)	67.24	0.52
80-100	20.41 (30)	89.55	0.41	7.48 (11)	83.18	0.44
전체	100 (147)	62.49	0.38	100 (147)	51.40	0.45

* 구간은 '~이상, ~미만'을 나타냄.

** 괄호 안은 문항 수입

<표 III-2>와 <표 III-3>은 <표 III-1>의 결과를 문항 유형별로 나누어 구간별 평균 정답률과 평균 변별도를 분석한 것이다. '가'형과 '나'형에서

출제된 문항 중에서 정답률 20%미만인 5지선다형 문항과 정답률 80%이상인 단답형 문항의 수는 매우 적다. 따라서 5지선다형 문항은 아래 두 구간을 합하여 정답률 40%미만인 문항으로 분석하였고, 단답형 문항은 위 두 구간을 합하여 정답률 60%이상인 문항으로 분석하였다.

<표 III-2>를 보면, 5지선다형 문항 중에서 가장 많이 출제된 문항은 ‘가’형에서는 정답률 60%이상~80%미만인 구간에 속하는 문항으로, 147 문항의 36.05%에 해당하는 53문항이 이 구간에 속하였다. 그리고 5지선다형 전체의 67.34%의 문항이 정답률 40%이상~80%미만의 구간에 속하였다. ‘나’형에서는 정답률 40%이상~60%미만인 구간에 속하는 문항이 전체 5지선다형 문항의 41.50%를 차지하였고, 정답률 40%이상~80%미만의 구간에 속하는 문항은 65.31%를 차지하였다. 가장 적게 출제된 구간은 ‘가’형에서는 정답률 40%미만인 문항으로, 7년 동안 18문항이 출제되어, 1회 시험에서 2~3문항이 출제되었음을 알 수 있다. ‘나’형에서는 정답률 80%이상인 문항이 가장 적게 출제되어, 7년 동안 11문항이 출제되었다. 이것은 1회 시험에서 1~2문항 출제되었음을 의미한다.

평균 변별도는 전반적으로 양호하였다. ‘가’형과 ‘나’형 모두 정답률 60%이상~80%미만인 구간에 속하는 문항의 변별도가 가장 높았다. 다만, 정답률 40% 미만인 구간에 속하는 5지선다형 문항의 변별도가 다른 구간에 비해 다소 떨어지는 것을 볼 수 있다. 이 구간에 속하는 문항은 상위권 변별을 목표로 한 어려운 문항이기 때문에 전체 집단을 대상으로 산출한 변별도는 떨어질 수밖에 없다. 또, 5지선다형 문항은 임의 선택에 의하여 정답을 맞힐 가능성이 높은 것도 원인이 된다.

단답형 문항의 결과를 분석한 <표 III-3>을 보면, ‘가’형의 경우, 정답률 구간별로 출제된

문항 비율이 20%미만의 경우를 제외하고는 비

<표 III-3> 단답형 문항의 구간별 비율(%)

정답률 구간	‘가’형			‘나’형		
	문항 비율	평균 정답률	변별도	문항 비율	평균 정답률	변별도
0-20*	19.05 (12)**	10.40	0.29	22.22 (14)	11.92	0.44
20-40	28.57 (18)	31.49	0.44	47.62 (30)	29.01	0.64
40-60	26.98 (17)	51.29	0.55	20.63 (13)	48.84	0.66
60-100	25.40 (16)	71.88	0.55	9.52 (6)	69.84	0.57
전체	100 (63)	43.08	0.47	100 (63)	33.19	0.59

* 구간은 ‘~이상, ~미만’을 나타냄.

** 괄호 안은 문항 수임

슷함을 알 수 있다. 정답률 20%미만인 문항은 7년 동안 총 12문항이 출제되어 1회당 1~2문항이 출제되었다. 즉, ‘가’형에서는 상위권 변별을 위한 정답률 40%미만의 5지선다형 문항과 정답률 20%미만의 단답형 문항이 7년 동안 총 30문항 출제되어, 1회 시험에서 4~5문항(13.3%~16.7%) 정도 출제되었음을 알 수 있다.

‘나’형의 경우 정답률 40%이상~60%미만인 구간이 전체의 47.62%를 차지하여 가장 높은 출제 비율을 보였다. 반면, 정답률 60%이상인 단답형 문항은 63문항 중 6문항에 불과하여 1회당 1문항 정도 출제되었다. 이러한 결과는 ‘나’형은 응시 집단의 특성을 말해준다. ‘나’형에서는 5지선다형 문항의 정답률이 80%를 넘기 어렵고, 단답형 문항의 정답률도 60%를 넘기 어렵다.

단답형 문항의 평균 변별도는 5지선다형 문항에 비해 전반적으로 높게 나타나고 있다. 지난 7년 동안의 평균 변별도는 ‘가’형이 0.47, ‘나’형이 0.59로 나타나 수능 수리 영역 단답형 문항의 변별력이 매우 우수하였음을 알 수 있다.

2. 난이도에 관한 제언

이상의 문항 분석 결과를 보면, 정답률 구간 별 문항의 비율 및 평균 변별도가 ‘가’형과 ‘나’형에서 다르게 나타남을 알 수 있다. 2014학년도 수능부터는 수리 영역이 ‘가’형과 ‘나’형이 아닌 수학 A형과 수학 B형으로 구분된다. 그러나 본 논문의 논의는 제7차 교육과정이 적용된 수능의 결과를 기반으로 하므로, 혼동을 피하기 위해 이하의 제언은 기존 체제를 따라 수리 ‘가’형과 수리 ‘나’형으로 구분하여 제시한다.

수리 ‘가’형에서는 정답률 40%미만인 5지선다형 문항의 변별도와 정답률 20%미만인 단답형 문항의 변별도가 다른 문항에 비해 높지 않다. 이 문항들은 이공계열에 진학하려는 학생들 중에서도 상위권 변별을 위한 것이므로 전체 집단을 대상으로 산출한 변별도가 다소 떨어지는 것은 불가피하다. 수능이 선발고사의 기능을 유지하는 한 이 구간에 속하는 문항 출제는 필요하다. 출제 빈도를 보면 1회 시험에서 4~5문항 출제되고 있는데, 이 구간에 속하는 문항 비율은 더 이상 늘리지 않는 것이 바람직해 보인다. 반면, 평균 정답률 90%를 넘기고 있는 수리 ‘가’형의 5지선다형 2점 문항은, 평가 문항으로서의 기능이 다소 떨어진다. 따라서 이러한 종류의 문항은 5지선다형 문항보다는 단답형 문항으로 출제하는 것이 바람직해 보인다.

수리 ‘나’형의 경우는 5지선다형 문항과 단답형 문항 모두 정답률 전 구간에서 높은 변별도를 보이고 있다. 다만, 정답률 40%미만인 5지선다형 문항의 변별도가 다른 구간에 비해 떨어지는 편이다. 이 문항은 출제 비율이 27.21%로 ‘가’형보다 높게 나타나고 있는데, 이것은 어려운 문항이 많이 출제되어서가 아니라, ‘나’형 응시 집단의 특성 때문이다. 수리 ‘나’형에서는 임의 선택에 의하여 정답을 맞히

는 비율이 높다. 임의 선택에 의한 득점을 완전히 막을 수는 없겠지만, 그 경우가 많아지면 시험의 신뢰도, 타당도, 변별도가 떨어지고 공정성도 훼손되며, 교육적으로도 좋지 않다. 따라서 수리 ‘나’형도 상위권 변별을 위한 고난도 문항은 5지선다형보다 단답형으로 출제하는 것이 바람직해 보인다. 다만, 단답형 문항은 5지선다형보다 평균 정답률이 15~20% 정도 떨어지는 경향을 보이므로 지금보다 쉽게 출제하여야 할 것이다.

전반적으로 수리 ‘나’형의 단답형 문항은 지금보다 더 쉽게 출제하는 것이 바람직해 보인다. 2014학년도 수능 개편에서 의도하는 것도 수학 A형은 현 수리 ‘나’형보다 쉬운 것이다. 제7차 교육과정 적용 수능 결과를 보아도 쉬운 단답형 문항의 변별도가 높다. <표 III-3>에 의하면 정답률 40%이상~60%미만인 단답형 문항의 평균 변별도가 5지선다형 문항과 단답형 문항을 통틀어 가장 높게 나타나고 있다. 따라서 이 구간에 속하는 문항의 출제 비율을 늘릴 필요가 있다. 또한, 정답률 60%이상인 단답형 문항도 늘리는 것이 바람직해 보인다. 지난 7년 동안 이 구간에 속하는 단답형 문항은 전체 단답형 문항의 10%에 불과하였고, 전체 문항 대비로는 5%에 불과하다. 이에 비해 평균 변별도는 0.57로 높게 나타나고 있다. 학생들의 수학에 대한 부정적인 시각을 없애고, 해보려는 의욕과 학습 동기를 고취시키기 위하여 쉬운 단답형 문항, 즉 정답률 40%이상인 단답형 문항의 비율을 늘릴 필요가 있다. 반면, 정답률 20% 미만의 어려운 문항은 지금처럼 1회에 1~2문항으로 제한하는 것이 바람직해 보인다. 이 제언의 요점은 전반적으로 시험은 더 쉽게 출제하면서, 변별력을 확보하자는 것이다.

문항에 따라서는 사고력을 요하거나 제시된 상황에 대해 좀 더 깊이 있는 탐구가 필요한

경우가 있다. 이런 경우에는 하위 문항을 출제하는 방법을 생각할 수 있다. 이를테면 정답률 40%미만인 5지선다형 문항을 하위 문항으로 나누어 출제할 수 있다. 다음은 2011학년도 수능 수리 '가'형 문항으로, 부분적분법과 치환적분법을 모두 이용하여야 풀 수 있는 문항이다. 이 문항의 정답률은 40%를 넘지 않았다.

28. 실수 전체의 집합에서 미분가능한 함수 $f(x)$ 가 있다. 모든 실수 x 에 대하여 $f(2x) = 2f(x)f'(x)$ 이고,

$$f(a) = 0, \int_{2a}^{4a} \frac{f(x)}{x} dx = k \quad (a > 0, 0 < k < 1)$$

일 때, $\int_a^{2a} \frac{\{f(x)\}^2}{x^2} dx$ 의 값을 k 로 나타낸 것은? [3점]

① $\frac{k^2}{4}$ ② $\frac{k^2}{2}$ ③ k^2
 ④ k ⑤ $2k$

이 문항을 맞히지 못한 경우, 부분적분법을 못해서일 수도 있고, 부분적분법은 했으나 치환적분법을 못해서일 수도 있으며, 사소한 계산 실수에 의해서일 수도 있다. 상황 하나에 1 문항만 출제되는 현 체제에서는 무엇을 못해서 틀렸는지 알 수 없다. 이 문항은 다음과 같이 나누어 출제할 수 있다.

※ 문두의 조건은 그대로 이용한다.

(1) $\int_a^{2a} \frac{\{f(x)\}^2}{x^2} dx = \int_a^{2a} \frac{2f(x)f'(x)}{\boxed{\text{가}}}$ 이다. (가)에 알맞은 식은?
 ① $\frac{x}{2}$ ② x ③ $2x$ ④ x^2 ⑤ $2x^2$

(2) $\int_a^{2a} \frac{f(2x)}{x} dx$ 의 값을 k 로 나타낸 것은?
 ① $\frac{k}{2}$ ② $\frac{k}{4}$ ③ k ④ $2k$ ⑤ $4k$

위와 같이 변형하면, (1)에서 우변 적분 기호 안의 분자에 있는 식이 좌변 분자를 미분한 것

임이 드러나므로 부분적분법 사용을 유도할 수 있다. 또, 부분적분법 이용 시 어느 함수를 미분할 것으로 두고, 어느 함수를 적분할 것으로 둘 것인 지에 대한 힌트도 준다. (2)에서는 치환적분을 할 수 있는지를 묻고 있다. 학생들은 치환적분보다 부분적분을 더 어려워하는 경향이 있다. 위와 같이 변형하게 되면, 부분적분을 못하는 학생과 치환적분을 못 하는 학생을 구분할 수 있으며, 학생 입장에서 부분점수라도 받을 수 있으므로 유리하다.

IV. 문항 유형

1. 제7차 교육과정 적용 수능 수리 영역의 특정 문항 유형 결과 분석

2005학년도~2011학년도 수능에서는 일부 유형의 문항이 패턴화되어 매 시험에서 출제되었다. 증명 또는 풀이 과정을 제시하고 빈 곳에 알맞은 것을 찾으려 한 ‘완성형 문항’, 실생활 또는 타교과의 상황에서 도출되는 식을 제시하고, 그 식에 적절한 값을 대입하여 특정 값을 계산하도록 한 수학 외적 문제해결 문항(이하 ‘외적 문항’), 일정 비율로 변하는 도형의 넓이 또는 길이를 구하도록 한 문항(이하 ‘도형 문항’), 그리고 <보기>에 있는 명제 중에서 참인 명제를 찾으려 한 ‘합답형 문항’이 그것이다. 완성형 문항, 외적 문항, 도형 문항, 합답형 문항은 지난 7년 동안 대부분 5지선다형 문항으로 출제되었다.

이 유형의 문항은 매 시험마다 출제되었기 때문에 예측과 대비가 가능하다. 이 때 시험은 수능뿐 아니라 6월·9월 모의평가도 포함한다. 이와 같이 특정 문항이 패턴화 되어 예측 가능하게 되면, 그 문항이 다루는 개념에 대한 이해

<표 IV-1> 특정 유형의 평균 정답률(%)과 평균 변별도

유형	'가'형			'나'형		
	문항 비율	평균 정답률	변별도	문항 비율	평균 정답률	변별도
완성	3.81 (8)*	66.03	0.43	3.81 (8)	47.57	0.41
외적	2.86 (7)**	67.82	0.48	3.33 (8)**	41.00	0.55
도형	3.33 (7)	57.99	0.49	3.33 (7)	31.15	0.38
합답	17.14 (36)	49.89	0.31	11.43 (24)	38.66	0.33

* 괄호 안은 문항 수임

** 2009학년도 수능에서는 외적 문항이 합답형 문항으로 출제됨.

보다는 요령과 기술에 의해 정답을 맞힘으로 본래의 평가 목적이 훼손되게 된다. 시중 참고서에도 유사한 문항이 많이 실리기 때문에, 이를 피하여 출제하려면 많은 노력과 시간이 필요하다. 이 문항의 출제 빈도, 평균 정답률, 평균 변별도는 <표 IV-1>과 같다.

<표 IV-1>을 보면, '가'형에서 외적 문항의 정답률이 가장 높고, 이어서 완성형 문항, 도형 문항, 합답형 문항 순으로 나타나고 있다. '나'형에서는 완성형 문항의 정답률이 가장 높고, 이어서 외적 문항, 합답형 문항, 도형 문항 순으로 나타나고 있다. 그런데 2009학년도 수능에서는 외적 문항이 합답형으로 출제되어 예년에 비해 정답률이 현저히 낮았다. 2009학년도를 제외하면 외적 문항의 평균 정답률은 '가'형과 '나'형 모두 더 높다.

평균 변별도를 살펴보면 '가'형의 경우, 도형 문항의 평균 변별도가 가장 높게 나타났고, 외적 문항의 평균 변별도도 도형 문항과 비슷하다. 합답형 문항의 평균 변별도는 다른 유형에 비해 낮게 나타났다. '나'형의 경우는 외적 문항의 평균 변별도가 가장 높았고, '가'형과 마찬가지로 합답형 문항의 평균 변별도가 가장 낮게 나타났다. <표 III-2>와 <표 IV-1>을 비교

하여 보면 '나'형에서 완성형 문항의 변별도가 평균 변별도보다 다소 떨어짐을 알 수 있다.

완성형 문항, 외적 문항, 도형 문항은 대부분 '가'형과 '나'형의 공통문항으로 출제되었다. 2005학년도에 '나'형에서만 출제된 외적 문항의 정답률은 '나'형 외적 문항의 평균 정답률과 1% 미만의 차이를 나타내고, 변별도 역시 평균 변별도와 미미한 차이만 보였다. 따라서 <표 IV-1>에 있는 완성형 문항, 외적 문항, 도형 문항에 대한 데이터를 통하여 '가'형과 '나'형에서 공통으로 출제된 문항의 특성을 유추하는 것이 가능하다. 완성형 문항, 외적 문항, 도형 문항의 '가'형과 '나'형에서 나타나고 있는 평균 정답률과 변별도 차를 비교해보면, 외적 문항과 도형 문항은 27%정도, 완성형 문항은 18.5% 정도 '가'형이 더 높다. 평균 변별도는 일반적으로 '가'형보다 '나'형이 높은데, 특이하게도 이 유형의 문항들은 외적 문항을 제외하고 '가'형의 변별도가 더 높게 나타나고 있다.

외적 문항은 수학 외적 상황에서 수학이 응용되는 것을 보여줌으로 수학의 가치와 유용성을 음미하도록 하며, 상황을 표현하는 식을 이해하고 그 식을 이용하여 문항에서 요구하는 값을 계산할 수 있는지를 평가하는 데에 그 목적이 있다. '가'형의 경우는 2009학년도에 출제된 합답형 문항을 제외하면 대부분 문항에서 70%가 넘는 정답률을 나타내고 있다. 따라서 '가'형에서는 외적 문항이 의도하는 기능과 변별 기능을 함께 한다고 볼 수 있다. 그러나 '나'형의 경우는 다르다. '나'형에서 외적 문항의 정답률은 5지선다형 평균 정답률인 51.40%에 못 미치고 있다. 이것은 곧 외적 문항이 '나'형 응시 학생들에게 어려운 문항에 속함을 의미한다.

도형 문항은 '가'형에서는 평균 57.99%, '나'형에서는 31.15%의 정답률을 나타내고 있다.

도형 문항 역시 주로 5지선다형으로 출제됨을 감안하면, '나'형의 정답률은 상당히 낮은 편이다. 이것의 원인 중 하나는 '나'형의 출제 범위가 수학 I 에 한정되어 있기 때문이다. 도형 문항은 수열 또는 수열의 극한 단원에서 출제되지만, 기하적 요소가 들어있는 문항이다. 그런데 수학 I 에서 다루는 내용은 지수와 로그, 지수함수와 로그함수, 행렬, 수열, 수열의 극한, 순열과 조합, 확률, 통계뿐이다. 이것은 '나'형을 응시하는 학생들이 기하 문항에 친숙하지 않음을 의미한다. '가'형 응시 학생들은 수학 II 에서 이차곡선, 공간도형, 공간좌표, 벡터 등을 접하기 때문에 기하 문항에도 친숙하다. 따라서 도형 문항은 '나'형 응시 학생들에게 상대적으로 불리한 문항일 수 있다. 일각에서 수학 I 에 한정되어 출제되는 '나'형의 단점을 보완하기 위해 도형 문항이 오히려 더 필요하다는 견해도 있지만, 도형 문항이 '나'형 학생들에게 어려움은 분명하다.

도형 문항은 규칙적으로 변하는 도형의 아름다운 음미하고, 그 안의 규칙을 파악하도록 하는 데에 평가 목적이 있다. 그러나 이것이 매 시험마다 고정적으로 출제되고, 또 무한등비수열 또는 무한등비급수 문항으로 출제되면서 본래의 평가 목적을 제대로 살리지 못한다는 비판이 있다. 출제의도대로 넓이 또는 길이의 여러 값을 구해보며 변화 규칙을 발견하는 것이 아니라 구하고자 하는 값이 등비수열을 이름으로 전제로 하고, 기계적으로 첫째 항과 공비를 구하는 문항으로 변질되고 있다는 비판이다.

완성형 문항은 서술형 문항의 출제가 불가능한 수능의 단점을 보완할 수 있는 유형으로, 주어진 증명 또는 풀이 과정을 따라가면서 빈 곳에 알맞은 것을 추론하는 능력을 평가하는 문항이다. 완성형 문항의 평균 정답률은 '가'형

의 경우 66.03%이고, '나'형의 경우는 47.57%로 나타났다. '가'형에서는 외적 문항과 완성형 문항의 정답률 차이가 크지 않았지만, '나'형에서는 외적 문항에 비해 완성형 문항의 평균 정답률이 높다.

그러나 이것이 '나'형 응시 학생들이 완성형 문항을 외적 문항보다 쉽게 여김을 의미하지는 않는다. 완성형 문항 역시 매 시험마다 출제되면서, 본래의 출제 의도와 달리 요령과 기술에 의해 정답을 맞히는 경우가 늘어나게 되었다. 기존에 출제된 대부분의 완성형 문항에서 빈 곳은 3곳이고, 이 3곳에 알맞은 것을 조합하여 5지선다형 답지를 만들었기 때문에 제시된 증명(풀이 과정)을 읽지 않고, 답지만 보면서 정답을 유추할 수 있었다. 또, 답지를 보고 이를 제시된 증명(풀이 과정)에 역으로 대입하여 정답을 맞힐 수도 있었다. '나'형에서 완성형 문항의 변별도가 떨어졌음은 이와 같은 문제가 있음을 뒷받침한다. 이에 따라 2011학년도 수능 6월 모의평가부터는 완성형 문항 유형이 변형되어 빈 곳에 알맞은 식을 정확히 알지 않고는 답을 구할 수 없는 형태로 출제되고 있다. 즉, 답지를 보고 역으로 대입하여 정답을 유추하거나, 답지의 빈도수로 정답을 유추하는 것이 불가능하게 된 것이다. 그러나 문항의 형태가 변하면서 6월 모의평가, 9월 모의평가, 수능에서 '가'형과 '나'형 모두 예년에 비해 평균 정답률이 20% 이상 큰 폭으로 하락하였다.

합답형 문항은 두 가지 유형으로 출제된다. 하나는 <보기>의 ㄱ, ㄴ, ㄷ에 제시된 명제로서로 영향을 주지 않는 유형으로, 각 명제의 참, 거짓을 독립적으로 판단하여야 한다. 다른 하나는 보기의 ㄱ, ㄴ, ㄷ이 서로 관련되어, 하나가 다른 하나의 참, 거짓 판단에 힌트 또는 가교가 될 수 있는 형태이다. 대체로 ㄷ에 있는 명제가 어려울 때, ㄱ 또는 ㄴ에서 ㄷ에 힌

트를 주는 형태이다.

완성형 문항, 외적 문항, 도형 문항은 1회 시험에서 1문항씩 출제되었지만, 합답형 문항은 여러 문항씩 출제되었다. 합답형 문항은 한 문항 안에 3문항이 있는 것이라고도 볼 수 있으므로 풀이에 시간이 소요되고, 제시된 집합 또는 함수의 성질을 파악하여야 하므로 학생들이 대체로 어려워한다. ‘나’형의 경우, 2005학년도 수능에서는 6문항까지 출제되었으나 점점 줄어 2010학년도 수능과 2011학년도 수능에서 2문항씩만 출제된 배경에는 이러한 이유도 있다.

<표 IV-1>에서 볼 수 있듯이 다른 문항 유형에 비해 합답형 문항의 정답률과 변별도가 다소 떨어진다. ‘가’형의 경우 49.89%의 정답률을 보이고 있지만, <표 III-2>에 있는 정답률 동구간의 다른 문항에 비해 평균 변별도가 다소 낮게 나타났다. ‘나’형의 경우는 합답형 문항이 40%미만의 정답률을 보이고 있고, 평균 변별도 역시 동구간의 다른 문항에 비해 다소 낮게 나타났다. 이것은 합답형 문항의 특성상 문항에서 평가하고자 하는 내용 요소를 몰라도 답지만으로 유추하여 득점이 가능하기 때문이다.

합답형 문항의 답지 구성에는 5지선다형 문항으로서 본질적인 어려움이 있다. 현재 수리 영역에서 출제되고 있는 형태는 <보기>의 3개 명제 중에서 옳은 것을 모두 고르는 것이다. 따라서 가능한 답은 모두 틀린 경우를 배제한 7가지(‘ㄱ’, ‘ㄴ’, ‘ㄷ’, ‘ㄱ, ㄴ’, ‘ㄱ, ㄷ’, ‘ㄴ, ㄷ’, ‘ㄱ, ㄴ, ㄷ’) 중에 하나이다. 이 7가지 중에 5개를 선택하여 답지를 구성하여야 하는데, 이때 불가피한 힌트를 제공하게 된다. 답지에 등장하는 빈도가 높은 <보기>의 명제를 선택하는 것이 한 예이다. 2009학년도 수능 수리 ‘가’형과 ‘나’형에서 공통으로 출제된 12번 문항을 보자.

이 문항에서 ㄱ이 거짓이면 ② 또는 ④가 답이다. 그렇게 되면 ②와 ④에 공통적으로 ㄴ이

있으므로 ㄴ의 참, 거짓은 판단할 필요가 없게

12. 집합 U 를

$$U = \left\{ \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \mid a, b, c, d \text{는 } 1 \text{이 아닌 양수} \right\}$$

라 하자. U 의 부분집합 S 를

$$S = \left\{ \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \mid \log_a d = \log_b c, a \neq b, bc \neq 1 \right\}$$

이라 할 때, 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

[4점]

<보기>

- ㄱ. $A = \begin{pmatrix} 4 & 9 \\ 3 & 2 \end{pmatrix}$ 이면 $A \in S$ 이다.
- ㄴ. $A \in U$ 이고 A 가 역행렬을 가지면 $A \in S$ 이다.
- ㄷ. $A \in S$ 이면 A 는 역행렬을 가진다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

된다. 따라서 ㄱ은 참일 가능성이 높다. ①, ③, ⑤ 중에는 ㄷ이 2개 들어 있으므로 ㄷ이 거짓이면 ㄴ은 판단할 필요가 없게 된다. 따라서 ㄷ은 참일 가능성이 많다. 즉, ③ 또는 ⑤가 답일 확률이 높다. 실지로 이 문항의 정답은 ③이다. 이와 같이 5지선다형으로 출제되는 합답형 문항은 문제를 제대로 풀지 않아도 답지만 보고 정답을 유추할 수 있다는 단점이 있다. 이를 피하고자 다른 답지 구성을 하여도 그 구성은 또 다른 문제를 안게 된다. 지난 7년 동안의 시험에서 출제된 합답형 문항의 정답과 답지 구성의 패턴을 파악하고, 이를 암기하여 답하는 경우도 있다. 이와 같은 합답형 문항 답지 구성의 부작용은 문항 자체의 신뢰도와 타당도에 심각한 훼손을 입히는 것이므로 개선이 필요하다.

2. 문항 유형에 관한 제언

제7차 교육과정이 적용된 수능 시험은 모의 평가를 포함하여 총 21회 치러졌다. 장기간 동안 같은 성격의 시험이 여러 차례 시행되고,

특정 문항 유형이 고정적으로 출제됨에 따라 본래의 출제 의도가 훼손되고, 그 문항에서 다루는 개념에 대한 충실한 이해 없이 요령과 기술에 의하여 정답을 맞히는 문항으로 변질되고 있다면, 아무리 좋은 유형이라도 평가 도구로서의 신뢰성과 타당성이 떨어지게 된다. 인성 교육적 차원에서 그 유형은 변형시키거나 출제를 지양하여야 할 것이다. 이런 의미에서 수능 수리 영역의 문항 유형에 대해 다음 제언을 하고자 한다.

첫째, 수능에서 현실적으로 서술형 문항의 출제가 불가능하다면, 이 제한점을 다소나마 보완할 수 있는 완성형 문항의 출제는 지속되어야 할 것이다. 그러나 과정에 대한 이해 없이 답지에 있는 식 또는 숫자의 빈도를 세어서 정답을 맞힌다거나, 답지에 있는 식을 빈 곳에 대입하여서 정답을 맞힐 수 있는 형태는 지양하여야 한다. 최근에 바뀐 유형과 같이 빈곳에 들어갈 식 또는 숫자를 정확히 알아야 맞힐 수 있는 형태로 출제하여 문항의 타당도, 신뢰도를 높여야 할 것이다.

둘째, 외적 문항 출제의 의미를 살릴 수 있는 방안을 모색하여야 한다. '나'형의 경우 외적 문항의 평균 정답률은 5지선다형 평균 정답률보다 10% 정도 낮게 나타나고 있다. 이것은 곧, '나'형 응시 학생들에게 외적 문항이 수학의 유용성과 가치를 느끼게 하기보다는 어려운 문항으로 부담이 될 수 있다는 의미이다. 외적 문항은 실생활이나 타교과 상황을 배경으로 하지만, 문항의 공정성을 위하여 배경 지식이 필요하거나 사용되는 용어가 어려워서는 안 된다. 이에 따라 출제 범위가 제한적인 '나'형에서 외적 문항을 출제하기가 매우 어렵다. 이를 해소할 수 있는 방안 중 하나는 기존 수능 및 모의평가에서 출제했던 상황, 교과서 등에서 접할 수 있는 상황을 재출제하는 것이다. 그러

면 상황이 덜 낯설게 되므로 '나'형 응시 학생들이 덜 어려워할 수 있고, 출제위원들의 부담도 줄일 수 있을 것이다.

셋째, 도형 문항의 형태를 변형시킬 필요가 있다. 매년 도형이 이루는 규칙이 등비수열을 이루는 경우만 출제되었기 때문에 학생들이 규칙을 발견하는 것이 아니라, 규칙을 가정하고 첫째 항과 공비를 구하는 문항으로 변질되고 있다. 도형 문제가 가지는 심미적 효과와 발견적 추론 문항으로서의 기능을 살리면서 요령과 기술에 의한 기계적 풀이를 방지하기 위해서는 도형이 이루는 규칙이 등비수열이 아닌 경우를 출제하여야 한다. 다만, 처음에는 정답률이 급격히 하락할 수 있으므로 모의평가에서 먼저 시도하는 것이 좋을 것이다.

또한, '나'형에서 도형 문항을 계속적으로 매 시험에서 출제할 것인지에 대한 재검토가 필요하다. 도형 문항에서 제시된 그림에 심미적 기능이 있음은 분명하다. 그러나 수능은 선발고사이고, 문항을 풀어야 하는 학생의 입장에서 이를 다르게 받아들일 수 있다. <표 IV-1>에 의하면 도형 문항은 '나'형 응시 학생들에게 어려운 문항이다. 도형 문항의 본질적 평가 요소는 수열의 규칙성을 발견하는 것이고, 기하적 요소는 부차적인 것이다. 부차적인 요소가 어려워 본질적인 요소를 답하기 어렵다면, 반드시 도형 문항으로 그 요소를 평가하여야 하는가에 대한 비판이 있을 수 있다. 현 교육과정상 '나'형 응시 학생들이 고등학교에서 배우는 수학에 기하 영역의 비중이 상대적으로 낮음을 고려하면, 도형 문항을 매 시험에서 출제하여야 한다는 주장은 정당성 확보가 어려워 보인다.

넷째, 합답형 문항의 개선이 필요하다. 합답형 문항은 조건에 맞는 집합이나 함수의 특성을 문항 내에서 심도 있고 다양하게 물을 수

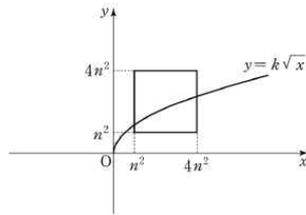
있는 장점이 있다. 그러나 현재와 같이 평가하고자 하는 요소와 무관하게 답지만을 보고 정답을 유추하여 득점하는 것은 피해야 한다. <보기>의 명제를 4개 이상으로 늘리는 것도 하나의 방법이 될 수 있다. 그러나 판단하여야 하는 명제가 늘어남으로 시간이 더 많이 소요되고 문항이 어려워질 수 있다. 본 논문에서는 합답형 문항과 관련하여 <보기>의 명제를 늘리는 것 외에 두 가지 제안을 하고자 한다. 하위 문항을 출제하거나 답지에서 여러 개를 택하여 답하는 선다형 또는 단답형 문항으로 출제하는 것이다. 다음 문항은 2007학년도 수능 수리 '가'형과 '나'형 공통으로 출제된 문항이다.

16. 좌표평면에서 자연수 n 에 대하여 A_n 을 4개의 점

$$(n^2, n^2), (4n^2, n^2), (4n^2, 4n^2), (n^2, 4n^2)$$

을 꼭지점으로 하는 정사각형이라 하자.

정사각형 A_n 과 함수 $y = k\sqrt{x}$ 의 그래프가 만나도록 하는 자연수 k 의 개수를 a_n 이라 할 때, <보기>에서 옳은 것을 모두 고른 것은? [4점]



<보 기>

ㄱ. $a_5 = 15$

ㄴ. $a_{n+2} - a_n = 7$

ㄷ. $\sum_{k=1}^{10} a_k = 200$

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

이 문항에서 함수 $y = k\sqrt{x}$ 가 A_n 과 만나기 위해서는 $k\sqrt{n^2} \leq 4n^2$ 이고 $k\sqrt{4n^2} \geq n^2$ 이어야 하므로, $\frac{n}{2} \leq k \leq 4n$ 이다. 이 조건을 만족시키는 자연수 k 의 개수는 $n = 2m$ (m 은 자연수)이면 $7m+1$ 이고 $n = 2m-1$ (m 은 자연수)이면 $7m-3$

이다. 따라서 ㄴ과 ㄷ이 참이다. 이 문항도 답지만 보고 정답 유추가 가능하다. ㄴ이 포함된 답지가 4개이므로 ㄴ은 참이라고 보아야 한다. ㄱ을 포함한 답지는 2개이고, ㄷ을 포함한 답지는 3개이므로 결론적으로 ㄴ과 ㄷ을 포함한 답지인 ④가 답일 가능성이 높다. 실지로 ④가 정답이다.

이 문항의 초점은 ㄷ에 있다고 할 수 있다. ㄷ을 구할 수 있으면 ㄱ과 ㄴ도 구할 수 있기 때문이다. 그러나 ㄱ과 ㄴ 없이 바로 ㄷ을 구하는 것은 어렵다. 그렇기 때문에 이 문항을 합답형으로 출제하여 수열 $\{a_n\}$ 에 대한 이해를 도우려 하였으리라 짐작된다. 이 문항은 다음과 같이 변형시킬 수 있다.

※ 수열 $\{a_n\}$ 의 정의 및 그림은 그대로 활용한다.

(1) a_3 을 구하시오.

(2) $n = 2m$ (m 은 자연수)이면, $a_n = pm+1$ 이다. p 의 값을 구하시오.

(3) $\sum_{k=1}^{10} a_k$ 의 값을 구하시오.

변형시킨 문항의 (1)과 (2)는 (3)에 바탕이 된다. 그리고 (1)에서는 특수 항을, (2)에서는 일반 항을, (3)에서는 수열의 합을 구하도록 함으로, 한 상황에서 수열에 대한 여러 내용을 평가할 수 있다. 이렇게 상황 내 하위 문항을 출제하면 전체 문항 수는 늘지만, 파악해야 하는 상황은 줄어드는 효과를 얻을 수 있다. 현 수능에서는 총 30개의 문제 상황을 학생들이 파악해야 한다. 상황 수를 줄이고 하위 문항을 출제하게 되면 상황 파악에 소요되는 시간을 줄이고, 대신 주어진 상황을 깊이 있게 탐구할 수 있다. 이것은 4점 5지선다형 문항을 줄이고 2점과 3점 단답형 문항의 수를 늘리는 것보다 연결된다.

합답형 문항과 관련된 다음 제언은 합답형 문항을 답지에서 여러 개를 택하여 답하는 선다형 또는 단답형으로 출제하는 것이다. 주어진 집합 또는 함수의 특성을 다각도로 탐구하는 합답형 문항은 장점이 뛰어나므로 앞으로도 출제가 필요해 보인다. 그러나 답지를 보고 정답을 유추하는 것은 피하여야 한다. 앞에서 사례로 든 2009학년도 수능 12번 문항을 보자. 이 문항에서는 <보기>의 세 명제가 각각 다른 특성을 묻고 있다. 이 경우, 각 명제에 대한 참, 거짓을 직접 답하도록 하는 방법이 있다. 이를테면 ㄱ을 ①, ㄴ을 ②, ㄷ을 ③이라 하고, 옳은 것을 OMR 카드에 모두 표하도록 하는 것이다. 2009학년도 수능 12번은 ㄱ과 ㄷ이 참이므로 ①과 ③에 모두 표기하여야 맞게 된다.

또는, 세 자리 자연수에 한정하고 있는 현 단답형 체제를 유지하면서 단답형으로 출제하는 방법이 있다. 예를 들어, 참이면 OMR 카드에 1을, 거짓이면 2를 표하되, ㄱ의 참, 거짓은 백의 자리에, ㄴ의 참, 거짓은 십의 자리에, ㄷ의 참, 거짓은 일의 자리에 표하도록 하는 것이다. ㄱ과 ㄷ이 참이면 답지에 121을 표하고, ㄴ과 ㄷ이 참이면 211을 표한다. 이렇게 하면, 답지를 보고 정답을 유추하는 것은 피할 수 있다. 그러나 적용 시간이 필요하고, 현 합답형보다 어렵게 느낄 수 있다.

앞에서도 언급하였지만, 현 수능 수리 영역 체제에서는 한 상황에서 1문항이 출제된다. 이와 같은 체제는 문항마다 상황을 달리해야 하기 때문에 출제에 부담을 준다. 또, 주어진 상황에 여러 개념 요소가 포함되는 경우에도 1문항만 출제하기 때문에 물을 수 있는 것에 한계가 있게 된다. 경우에 따라서는 상황에 대한 점진적인 탐구가 필요한 것도 있는데, 현 체제에서는 합답형 이외에 점진적인 탐구를 유도할 수 있는 방법이 없다. 합답형 문항 역시 학생

들이 어려워하기 때문에 한 시험지 내에서 출제할 수 있는 문항 수에 한계가 있다. 또, 합답형 문항은 <보기> 명제의 참, 거짓을 다 맞춰야 득점할 수 있다는 단점도 있다. 따라서 한 상황 내에 여러 하위 문항을 출제하는 것을 긍정적으로 검토할 필요가 있다. 일본 센터시험 수학 시험이나 중국 까오카오 수학 시험에서도 하위 문항은 출제되고 있다. 수능 시험이 현실적으로 고등학교 학교 교육에 미치는 영향을 고려하면 이와 같이 하위 문항을 출제하며 한 상황을 다각도에서 심도 있게 탐구하게 하는 것이 필요해 보인다.

V. 요약 및 결론

수능은 고등학교까지의 교육과정 안에서 대학에서 수학(修學)하기 위해 필요한 사고 능력을 평가하는 시험이며, 국가 수준에서 시행되는 선발 시험이다. 선발 시험의 본질적인 특성과, 세계적으로 유명한 우리나라의 교육열이 조합되면서 수능은 교육의 실제에 상당한 영향을 미치는 민감한 시험이 되었다. 이로 인하여 수능 출제 체제의 변화는 단순한 체제의 변화가 아닌, 제반 교육 문제를 총체적으로 고려하여 계획해야 하는 것이 되어 있다. 본 논문에서는 2014학년도 수능 체제 개편을 앞두고, 2005학년도~2011학년도 수능 결과를 분석하고, 이를 바탕으로 몇 가지 제언을 하였다. 이를 종합하면 다음 4가지로 요약된다.

첫째, 기존 수능보다 쉽게 출제하여 학생들의 시험 부담을 경감시키고, 학습 동기를 고취시키며, 수학에 대한 부정적인 인식을 갖지 않도록 할 필요가 있다. 이것은 학생들로 하여금 학창 시절에 다양한 경험을 하면서 창의성, 인성을 신장시키도록 하자는 2009년 개정 교육과

정의 취지에도 부합된다. 이를 위하여 문항 수 및 배점의 재구성이 필요하다.

둘째, 선발 시험으로서의 수능의 기능을 고려하여 쉽게 출제하면서도 변별력을 확보할 수 있는 단답형 문항의 수를 늘릴 필요가 있다. 임의 선택에 의한 득점의 확률이 높은 어려운 5지선다형 문항의 비율을 줄이고, 쉬운 단답형 문항을 더 많이 출제하자는 것이다. 국제 학업 성취도 평가에서 우수한 성적을 나타내면서 우리나라와 경쟁 관계에 있는 중국과 일본의 국가 수준에서 치러지는 대학입학 시험에서도 단답형 문항이나 서술형 문항의 비중은 선다형 문항에 비해 월등히 높다.

셋째, 상황 하나에 하나의 문항이 출제되는 현 체제를 바꾸어 하위 문항을 출제하는 것을 고려할 필요가 있다. 하위 문항을 출제하면 개별 문항의 난도를 낮출 수 있고, 상황 파악을 위해 소요되는 시간은 줄어들며, 한 상황을 다각도에서 심도 있게 탐구할 수 있게 된다. 중국의 가오카오와 일본의 센터시험에서도 하위 문항은 출제되고 있다.

넷째, 고정적으로 출제된 특정 문항 유형은 평가하고자 하는 개념 및 원리의 이해 없이 기술 및 요령에 의한 득점이 가능해지고 있다. 이러한 유형의 문항은 출제를 지양하거나 변형

하고, 새로운 유형의 문항을 개발하여야 한다. 새로운 유형의 문항은 수험생들의 적응 및 대비를 위하여 모의평가에서부터 출제하는 것이 바람직하다.

참고문헌

- 서보익·남진영(2010). 한국과 일본 대학입학시험의 수학 문항에 대한 비교 분석. 한국수학교육학회지 시리즈 A. **수학교육** 49(4) 395-410.
- 이양락·조윤동·박선화·고호경·이진호(2008). **2012학년도 대학수학능력시험 수리 영역 출제체제 연구**. 한국교육과정평가원 연구보고서 CAT 2008-17.
- 신일용·남진영·조윤동·이광상·김부미(2010). **2012학년도 대학수학능력시험 선택 과목별 문항 배분 연구**. 한국교육과정평가원 연구보고서 CAT 2010-7.
- 신일용·박기범·박종훈·남진영·전영주·김용명·고현숙·박진동·황인표·신항수·장의선·강대현·이정우·동효관·최혁준·김현경·구자욱·이용백·장호성·변은주(2010). **중국 대학입학시험 문항 분석**. 한국교육과정평가원 연구자료. ORM 2010-63.

On the Setting of Mathematics Test in the CSAT

Nam Jin Young (Korea Institute for Curriculum and Evaluation)

To provide some suggestions on the setting of mathematics test in the College Scholastic Ability Test(CSAT), this paper analyses the result of mathematics test in the CSAT from 2005 to 2011, on which the 7th national mathematics curriculum has been applied. From the result, four suggestions are drawn out. First, the mathematics test needs to be easier to reduce the burden of test-taker. Accordingly, the number of items and their scores need to be adjusted. Second, the proportion of multiple-choice items has to be reduced whereas that of short-answer items has to be increased to enhance the function of the CSAT as a selection test. Third, the sub-item system needs to be adopted. Fourth, new item-types have to be developed.

* key words : College Scholastic Ability Test(대학수학능력시험), CSAT, mathematics(수학), university entrance examination(대학입학시험).

논문접수 : 2011. 1. 29

논문수정 : 2011. 3. 3

심사완료 : 2011. 3. 11