

## 영국, 호주, 일본의 대학입학 수학시험 개정

남 진 영\*

본 연구에서는 최근에 대학입학 수학시험 개정이 발표된 영국, 호주, 일본의 개정 사례를 통하여 우리나라 대학입학 수학시험의 개정에 대한 시사점을 얻고자 하였다. 영국의 A-level 시험은 순수수학과 응용수학의 조화를 이루는 방향으로 개정되어 각 시험의 과목 및 내용이 조정되고, 문항 유형의 변화가 예고되었다. 호주 NSW주의 대학입학 시험은 기본적으로 수학을 강화하는 교육과정 개정 방침에 발맞추는 방향으로 개정되고 있다. 일본의 대학입시센터 시험은 고등학교와 대학을 연결시키는 교육 개혁의 일환으로 새로운 시험을 도입한다. 새로운 수학 시험에서는 이해력, 판단력, 표현력을 강조하고 수기식 단답형 문항이 출제된다. 이와 같은 영국, 호주, 일본의 사례를 바탕으로 본 연구에서는 우리나라 대학입학 수학시험의 목적과 성격, 시험 체제와 문항 유형, 학계의 뒷받침에 관하여 논하였다.

### I. 서론

최근 우리나라에서는 2015 개정 교육과정에 따른 대학입학 수학능력 시험(이하 '수능') 개편에 대한 논의가 다각도에서 이루어지고 있다. 현재의 상대평가 체제를 절대평가 체제로 바꾸는 데에 대한 논의, 통합형 교육과정의 취지에 적합하게 문·이과 구분을 없애는 것과 관련된 논의, 개정되는 수능 수학 시험에 포함되는 과목에 대한 논의 등이 그것이다. 특히 수능의 개편 확정이 내년(2018년)으로 미루어진 상황이라 더욱 더 다양한 관점에서 수능 체제를 검토하고, 각계의 의견을 수렴하는 일이 필요한 시점이라고 할 수 있다. 이에 본 연구에서는 외국의 대학입학 수학 시험의 최근 개정 사례를 통하여 수능 개편에 대한 기초 자료를 제공하고 시사점을 이끌어내고자 한다.

외국의 대학입학 시험 사례를 통하여 수능에 대한 시사점을 이끌어내고자 한 연구는 그동안 꾸준히 수행되어 왔다. 한국, 중국, 미국, 일본의 대학입학 수학시험의 분석을 통하여 조윤동, 남진영, 고호경(2009)은 내용영역 및 문항 수를 늘리는 것, 선다형 문항의 답지 수를 문항의 특성에 맞게 다양화하는 것, 추측에 의한 응답을 최대한 억제하는 것, 단답형에서 하위 문항을 두는 것, 서술형 문항의 출제 등을 제안하였고, 조성민, 김재홍, 최지선, 최인선(2014)은 미국의 SAT와 중국의 까오카오 시험 분석을 통하여 우리나라 수능의 출제범위가 계속 줄어 미국이나 중국의 대학입학시험보다 내용영역이 약화되었음을 지적하면서 학생의 진로 희망에 필요한 내용을 공부할 수 있도록 선택권을 강화하는 수능체제의 도입을 제안하였다. 미국, 영국, 호주, 싱가포르, 일본의 대학입학 수학시험을 분석한 남진영, 탁병주(2016)는 수능 수학 시험의 다양화를 통한

\* 경인교육대학교, jynam@ginue.ac.kr

학생의 선택권 강화, 학생의 필요에 적합한 출제 대상 내용영역 조정, 서술형 문항의 도입, 하위 문항 출제 확대, 시험 결과의 상세한 공개 등을 제안하였다.

단일 국가의 시험 사례를 집중적으로 분석한 연구도 다양하게 수행되었는데, 일본 대학입시센터 시험의 분석(서보익, 남진영, 2010)을 통해서 다양한 유형의 시험 제공, 단답형 문항 형식의 변화 및 비율의 확대, 합답형 문항과 완성형 문항의 답지 형식 조절, 선지와 정답의 수를 다양화하는 선다형 문항 형식의 변화, 시험의 수준과 문항 난이도를 반영하는 점수 체제의 도입이 제안되었다. 중국의 까오카오 시험의 분석 연구(남진영, 정연준, 2011; 전영주, 2011)에서는 문제풀이 과정을 평가할 수 있는 방안의 강구, 복수의 정답을 가진 선다형 문항 등의 다양한 문항 유형 개발, 사고력 평가 및 역량 검사가 될 수 있도록 문항 수 및 시험 시간 재고, 수험생의 수준에 적합한 문항 설계 틀의 구안 등이 제안되었다. 미국의 SAT의 통계 문항과 수능 통계 문항에 대한 비교 분석 연구(이정무, 유진수, 이정아, 이경화, 2016)에서는 수능 통계 문항이 통계적 소양을 측정하는 데에 한계가 있고 개념 이해보다는 절차의 숙달을 추구하게 할 가능성이 있음이 지적되면서 비판적 해석 및 평가하기와 관련된 문항 개발의 필요성이 제안되었다. 또한 대만의 대학입학 시험인 학과능력측정시험과 지정과목고시를 분석한 연구(최인선, 이민희, 2017)에서는 대만의 시험이 우리나라 수능보다 많은 내용영역을 다루고 있음이 지적되면서 대학 전공에 따라 필요한 내용이 수능에 포함되어야 함과 다양한 문항 유형의 개발이 제안되었다.

이상의 연구를 보면 외국의 대학입학 수학시험 분석에서 두 가지가 공통적으로 제안되고 있음을 알 수 있다. 첫째는 수능 수학시험의 다양

화이다. 대학입학 선발시험으로서의 수능의 역할과 공교육에 미치는 영향력을 고려하면서 수험생의 희망 진로를 준비하게 할 수 있도록 내용영역을 다양화 하고 수험생의 선택권을 보다 강화하는 시험 체제 개발의 필요성이 제안되었다. 둘째는 다양한 유형의 문항 개발이다. 비판적 사고를 측정할 수 있고 문제풀이 결과뿐 아니라 과정을 함께 평가할 수 있는 서술형 문항의 출제 가능성 모색과 함께, 선지가 5개로 제한되지 않고 정답이 1개 이상인 선다형 문항의 개발, 현재와 같은 세 자리 자연수에 답이 한정되지 않고 하위 문항을 허용하는 단답형 문항 등의 개발이 제안되었다. 또한 문항 수와 시험 시간에 대한 재고의 필요성도 지적되었다.

본 연구에서는 이상의 연구 결과를 기반으로 두고 최근에 발표된 영국, 호주, 일본의 대학입학 시험 개정을 조사하고자 한다. 이 세 국가에서는 2017년에 대학입학 수학시험의 개정 방향을 발표하였고, 각각 2018년(영국), 2019년(호주), 2020년(일본)부터 새로운 시험을 시행할 예정이다. 실제 시험이 시행된 것은 아니지만, 예고된 개정 방향 및 내용을 살펴봄으로 수능 수학시험 개편 방향에 유의미한 시사점을 얻고자 한다.

## II. 영국의 A-level 시험

영국의 대학입학 수학시험은 GCE A-level<sup>1)</sup> 시험으로, 정부(Ofqual: Office of Qualifications and Examinations Regulation)의 승인을 받은 5개 기관이 출제와 시행을 담당한다(남진영, 탁병주, 2016). 영국에서는 10학년(고등학교 1학년)까지만 정부에서 국가 교육과정을 개발하고, 11학년과 12학년은 A-level 시험을 준비하는 기간으로 여겨 A-level 시험 출제와 시행을 담당하는 기관에서

1) GCE A-level은 기본 수준에 해당하는 AS-level과 심화 수준에 해당하는 A2-level로 나뉜다.

<표 II-1> 개정된 영국 A-level 시험의 평가 목표(Ofqual, 2014)

표준적인 기술을 사용한다.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (적절한) 일상적인 절차를 선택하고 올바르게 수행한다.</li> <li>• 사실, 용어, 정의를 정확하게 기억한다.</li> </ul>
수학적으로 추론하고, 해석하고, 소통한다.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (증명을 포함하여) 엄밀한 수학적 주장을 펼친다.</li> <li>• 연역과 추리를 한다. • 수학적 주장의 타당성을 평가한다.</li> <li>• 자신의 추론을 설명한다. • 수학적 언어와 기호를 올바르게 사용한다.</li> </ul>
수학 및 다른 문맥에서 문제를 해결한다.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 수학적 및 비수학적 문맥의 문제를 수학적 절차로 바꾼다.</li> <li>• 문제의 답을 원래의 문맥에서 해석하고, 적절한 곳에서 그 답의 정확도와 한계를 평가한다.</li> <li>• 문맥의 상황을 수학적 모델로 바꾼다. • 수학적 모델을 사용한다.</li> <li>• 문맥에서 모델링의 산출물을 평가하고, 모델의 한계를 인식하며, 적절한 곳에서 그것을 어떻게 개선할 수 있는지 설명한다.</li> </ul>

정부의 방침에 따라 개발한 교육과정을 정부가 승인하는 체제이다.

Ofqual에서는 2013년부터 새로운 대학입학시험을 준비해왔다. 근본적인 개정의 방향은 학생들의 역량을 강화시키는 방향으로, 고등학교를 졸업하고 진출하는 직업 또는 학업을 위해 보다 더 준비되어야 한다는 입장이다(Ofqual, 2014; Pye Tait Consulting, 2014).

### 1. A-level 시험의 개정 방향

A-level 시험의 개정을 위해 Ofqual에서는 먼저 각 과목별로 위원회를 구성하여 기존의 A-level 시험을 전반적으로 검토, 분석하고 개선 의견을 수렴하도록 하였다. 수학은 The A level Content Advisory Board (ALCAB)에서 담당하였다. 2013년에 구성된 ALCAB은 각계의 의견을 수렴하여 기존 A-level 수학 시험의 문제점 및 개선 방향에 대한 결과를 2014년에 발표하였다. 이에 근거하여 영국 교육부(Department for Education (DfE))는 A-level 수학 시험의 개선 방향을 확정하였다.

ALCAB이 최종적으로 제기한 기존 A-level 수학 시험의 문제점은 다음과 같다(ALCAB, 2014).

- 최우수 학생들의 수학적 사고가 발휘되지 않는다.
- A등급과 A\* 등급<sup>2)</sup>의 구분이 참된 수학적 능력보다 부주의한 실수를 면하는 것에 근거하고 있어 우수한 잠재력을 지닌 학생 선발의 근거가 되지 않는다. A\* 등급은 평범한 계산을 정확하게 하는 능력이 아닌 이해력과 재능을 보이는 학생들에게 부여되어야 한다.
- 응용수학에서 학생들이 무엇을 배우는지 분명하지 않다.
- 통계학 시험이 해석과 이해가 아닌 평범한 계산에 초점을 두는 경향을 보인다.

이들은 기존의 A-level 수학 시험이 실질적인 수학적 능력보다 스피드와 정확도를 테스트하고 있고, 수학적으로 깊이 있는 문제를 탐구하게 하는 데에는 시험시간인 1.5시간이 너무 짧다는 점, 자격<sup>3)</sup> 간 중복되는 내용이 많다는 점, 유사

2) AS-level의 성적은 A에서 E까지 5 등급으로 부여되고, A2-level의 성적은 A\*를 추가하여 6 등급으로 구분된다. 이외에 낙제에 해당하는 U(unclassified) 등급이 있다.

3) A-level 수학 시험의 명칭은 'AS level 수학', 'A level 심화수학'과 같이 붙여진다. 본 연구에서는 A-level 시험이 일종의 자격(qualification) 시험의 의미라는 점에서 'AS level 수학', 'A level 심화수학' 등은 '자격'으로 칭하고, 각 '자격' 내의 시험과목(예. 순수수학, 통계학, 역학)은 '과목'으로 칭하였다.

한 문항이 반복적으로 출제되어 예상 가능해졌다는 점, 문항들이 지나치게 서로 의존적이라는 점 등을 비판하였다.

ALCAB이 권고하는 A-level 시험은 탐구하는 문제를 많이 포함하고, 문제해결 및 상황의 해석을 드러내도록 하여 보다 깊은 이해를 강조시키는 것이다. 또한, A-level 수학 시험을 치른 학생들이 수학과보다는 경제학, 자연과학, 공학과 같이 수학을 활용하는 분야로 진출하는 경우가 많으므로, 이들이 배운 다양한 수학적 개념, 방법, 기술을 관련 분야에서 잘 적용할 수 있도록 하여야 한다는 점을 지적하였다. 이를 위해서는 순수수학과 응용수학이 조화를 이루며 상호작용해야 하고, 수학 용어를 올바르게 사용하며 그래프와 다이어그램을 그리면서 수학을 분명하고 논리적으로 제시하는 것을 배워야 한다. 따라서 A-level 수학의 변화는 문제해결과 해석, 이해 및 의사소통의 평가를 강화하는 방향으로 이루어져야 하며, 순수수학 문맥에서든 응용수학 문맥에서든 덜 구조화된 문제를 사용할 것을 권장하였다. 특히 A-level 심화수학은 AS-level 수준에서도 행렬과 복소수를 반드시 포함할 것을 제안하였다. 또한 통계학 시험과 관련하여, 통계적 측정을 요약하는 평범한 계산이나 통계적 다이어그램을 손으로 그리는 것과 같은 것을 평가하기보다 데이터의 이해와 해석, 데이터로부터의 추론을 강조하고, 실제 상황에서 발생하는 빅 데이터가 교수·학습 과정과 평가에 들어 있어야 한다고 하였다.

ALCAB의 보고서를 바탕으로 영국 교육부에서는 A-level 수학 시험 개선 방향을 확정하고 각 시행 기관으로 하여금 새로운 A-level 교육과정 및 시험을 준비하도록 하였다. 개정된 A-level의 수업은 2017년 9월부터 운영되고, 시험은 AS-level은 2018년부터, A-level<sup>4)</sup>은 2019년부터 시행된다. 개정된 A-level의 가장 큰 변화는 자격

의 단순화라고 할 수 있다. 기존 A-level 시험에서 시행되던 순수수학 자격은 폐지되고, 수학, 심화수학 자격만으로 단순화된다. 다만 기관에 따라 (심화) 통계 자격을 마련하여 별도로 시험을 치르기도 한다(예. Edexcel). 이러한 자격의 조정은 순수수학과 응용수학이 조화를 이루게 하고, 자격 간 중복되는 내용이 없애기 위한 것으로, 2절에서 사례를 보겠지만 A-level 수학 자격과 심화수학 자격은 모두 순수수학과 응용수학을 필수로 한다.

개정된 A-level의 평가 목표는 <표 II-1>과 같다. 기존의 평가 목표는 수학적 지식의 회상과 사용, 논리적인 수학적 주장과 증명, 수학적 모델의 사용, 현실 문맥의 수학적 전환 이해, 테크놀로지를 비롯한 자료의 효과적 사용의 다섯 가지였지만(Ofqual, 2011), 개정된 A-level에서는 평가 목표를 표준적인 기술의 사용, 수학적 추론 및 의사소통, 문제해결의 세 영역으로 나누고 각 영역에서 구체적인 목표를 상세하게 제시하고 있다. 수학적 모델의 사용과 현실 문맥의 수학적 전환 이해는 문제해결 영역으로 합쳐졌고, 테크놀로지의 효과적 사용은 평가목표에서 제외되었다. 그러나 이것이 테크놀로지 사용이 약화된 것을 의미하지는 않는다. 오히려 수업 및 평가에서 현대 테크놀로지를 적극적으로 활용하도록 권고하고 있고(Ofqual, 2014), 기존에는 계산기 없이 치러야 하는 시험이 있었지만(C1) 개정된 A-level 시험에서는 모든 시험에서 계산기 휴대가 허용된다.

내용과 관련하여, 기존에는 각 자격과 수준에서 학생들의 선택권이 강했지만(남진영, 탁병주, 2016) 개정된 A-level 시험에서는 필수로 치러야 하는 부분이 강화된다. AS-level은 정부에서 제시하는 내용을 모두 포함해야 하고 A-level은 정부에서 제시하는 내용을 50% 정도 포함하고 나머지는 내용 확장이든 심화든 기관 자율로 선택할

4) 개정된 A-level 시험부터는 A2-level이라는 명칭 대신 A-level로 통칭하고 있다.

<표 II-2> 개정된 Edexcel A-level 시험 체제(Edexcel, 2017a; 2017b; 2017c; 2017d; 2017f; 2017g)

자격		시험(비중)	시간	점수	내용
수학	AS-level	시험1(67%)	2시간	100점	순수수학
		시험2(33%)	1시간	50점	역학, 통계
	A-level	시험1(33%)	2시간	100점	순수수학 (AS와 같은 내용, 수준은 A-level 수준으로)
		시험2(33%)	2시간	100점	순수수학 (A-level 내용)
		시험3(33%)	2시간	100점	역학, 통계
심화 수학	AS-level	시험1(50%)	1.5시간	75점	순수수학 1 (필수)
		시험2(50%)	1.5시간	75점	순수수학 2, 통계, 역학, 의사결정 수학 중 택1
	A-level	시험1(25%)	1.5시간	75점	순수수학 1 (필수)
		시험2(25%)	1.5시간	75점	순수수학 2 (필수)
		시험3(25%)	1.5시간	75점	순수수학 3, 4, 통계 1, 2, 역학 1, 2, 의사결정 수학 1, 2 중 택2
		시험4(25%)	1.5시간	75점	
통계	AS-level	시험1(50%)	1.5시간	60점	통계 일반
		시험2(50%)	1.5시간	60점	통계 일반
	A-level	시험1(33%)	2시간	80점	데이터와 확률
		시험2(33%)	2시간	80점	통계적 추론
		시험3(33%)	2시간	80점	실제에서의 통계

수 있다. 정부에서 원하는 내용의 포함 비율도 강화되었지만 학생들이 공부해야 하는 내용도 순수수학과 응용수학을 모두 포함하며 강화되었다고 할 수 있다. 개정의 구체적인 내용은 A-level 시험 출제 및 시행 승인을 받은 5개 기관의 시험 중에서 영국에서 가장 많은 수험생이 채택하고 있는 Edexcel A-level 시험의 사례를 중심으로 자세히 살펴보겠다.

## 2. 개정된 Edexcel A-level 수학시험

기존 Edexcel의 A-level 자격에는 수학, 순수수학, 고급수학이 있었다(남진영, 탁병주, 2016). 각 자격은 기본수학(C1, C2, C3, C4), 심화순수수학(FP1, FP2, FP3), 통계학(S1, S2, S3, S4), 역학(M1, M2, M3, M4, M5), 의사결정 수학(D1, D2)에서 3과목(AS-level) 또는 6과목(A2-level)을 선택할 수 있었고, 고급수학의 경우는 기본수학을 제외한 과목에서 택할 수 있었다. 이 중 필수적

으로 학생들이 선택해야 하는 과목은 기본수학 일부 또는 심화순수수학에 한정되었다. 개정된 Edexcel의 A-level 자격은 수학, 심화수학, 통계의 세 가지 이다. 또한 <표 II-2>에서 볼 수 있듯이 각 자격에서 필수로 치러야 하는 시험이 강화되었다. 기존에는 A-level 시험을 치를 때, (심화)순수수학 또는 통계학과 역학 중 한 가지만을 집중하여 공부하여 자격을 얻을 수 있었지만 개정된 A-level 시험에서는 순수수학과 통계학 역학을 모두 공부해야 한다. 선택권이 주어지는 경우는 심화수학 자격뿐이다.

시험시간 및 배점은 기존에는 모든 과목이 각각 1.5시간 동안 치러졌고, 75점이 만점이며 모든 과목의 비중이 같았다. 그러나 개정된 시험은 <표 II-2>에서 볼 수 있듯이 과목별로 시험 시간, 배점, 비중이 다르며, AS-level에서도 2시간 동안 치르는 시험이 있다. 같은 내용을 수준을 달리하여 출제하는 과목(AS-level 수학 시험1과 A-level 수학 시험1)이 있는 것도 특징적이다.

<표 II-3> 개정된 AQA A-level 시험 체제(AQA, 2017a; 2017b; 2017c; 2017d)

자격	시험(비중)	시간	점수	내용	
수학	AS-level	시험1(50%)	1.5시간	80점	순수수학, 역학
		시험2(50%)	1.5시간	80점	순수수학, 통계
	A-level	시험1(33.3%)	2시간	100점	순수수학
		시험2(33.3%)	2시간	100점	역학
		시험3(33.3%)	2시간	100점	통계
심화 수학	AS-level	시험1(50%)	1.5시간	80점	순수수학
		시험2(50%)	1.5시간	80점	통계+이산수학, 통계+역학, 역학+이산수학 중 택1
	A-level	시험1(33.3%)	2시간	100점	순수수학(필수)
		시험2(33.3%)	2시간	100점	순수수학(필수)
		시험3(33.3%)	2시간	100점	이산수학+통계, 통계+역학, 역학+이산수학 중 택1

이와 같은 체제는 시험을 담당하는 기관마다 조금씩 다르다. 또 다른 출제 기관인 AQA의 개정된 체제를 보면(<표 II-3>), AQA에서는 통계학 자격을 따로 마련하지 않고 수학과 심화수학의 두 가지 자격만 개발하고 있음을 알 수 있다. 또한 AS-level 수학 자격에서 Edexcel은 시험1에서 순수수학을, 시험2에서 통계와 역학을 출제하며 비중을 달리하지만 AQA에서는 시험1에서 순수수학과 역학을, 시험2에서 순수수학과 통계를 출

제하며 각 시험의 시험시간과 비중, 점수를 모두 같게 하고 있다. A-level 심화수학 자격의 선택과목 체제도 Edexcel과 다르다. 이와 같이 각 기관 별로 자격 내에서 치르는 시험의 체제는 조금씩 다르지만, 한 자격 내에 순수수학과 응용수학을 모두 공부하게 하였고, 시험시간을 늘였으며, 학생들의 선택의 경우를 단순화한 것은 두 기관의 공통된 특징이다.

체제의 변화 이외에도 새로운 유형의 문항 출제가 예고되어 있다(Edexcel, 2017e). 이는 유사한 문항이 반복 출제되어 예상 가능해짐에 따라 학생들의 탐구 및 이해력을 평가하지 못한다는 ALCAB의 지적에 의한 것이다.

Edexcel의 [예시문항1]은 수학적 주장의 타당성을 평가하는 문항이다. [예시문항1]에서는 학생들이 (삼각)방정식을 풀 때 범하기 쉬운 실수의 유형을 제시하고, 이로 인해 얻은 결과의 시비를 판정할 수 있는지, 올바른 풀이 방법을 알고 있는지를 평가하고 있다. 이 문항에 제시된 범하기 쉬운 실수 사례는 양변을 어떤 수로 나눌 때 그 수가 0이 아닌 것을 확인하지 않는 것(학생A의 사례)과, 양변을 제공해서 풀 때 양변을 같은 부호로 만드는 결과만 채택할 수 있음을 확인하지 않는 것(학생B의 사례)이다.

[예시문항2]는 수학적 모델에 관한 것이다. 이

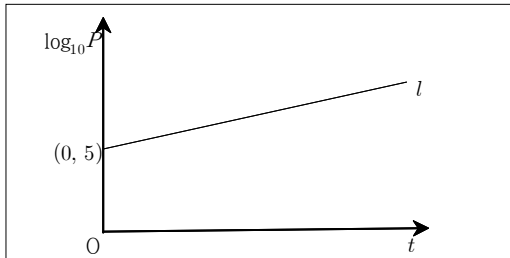
[Edexcel 예시문항1]

A-level 학급 학생들에게 다음 문제가 주어졌다.  
 $-90^\circ < \theta < 90^\circ$  일 때, 방정식  $\cos\theta = 2\sin\theta$ 를 푸시오.  
 두 학생이 다음과 같이 풀었다.

<p><b>학생 A</b></p> $\cos\theta = 2\sin\theta$ $\tan\theta = 2$ $\theta = 63.4$	<p><b>학생 B</b></p> $\cos\theta = 2\sin\theta$ $\cos^2\theta = 4\sin^2\theta$ $1 - \sin^2\theta = 4\sin^2\theta$ $\sin\theta = \pm \frac{1}{\sqrt{5}}$ $\theta = \pm 26.6^\circ$
--	---

(a) 학생 A가 범한 실수를 찾으시오.  
 (b) 학생 B가 범한 실수를 찾고, 이것이 해에 어떤 영향을 주었는지 설명하시오.  
 (c) 올바른 해를 구하시오.

[Edexcel 예시문항2]



어느 마을의 인구  $P$ 는 방정식  $P=ab^t$ 로 모델링된다. 여기서  $a, b$ 는 상수이고  $t$ 는 인구 조사가 최초로 실시된 이후 경과된 햇수이다. 그림의 직선  $l$ 은 100년이 넘는 기간 동안의  $t$ 와  $\log_{10} P$ 의 선형 관계를 나타낸다. 직선  $l$ 은 세로축과 점  $(0, 5)$ 에서 만나고 기울기는  $\frac{1}{200}$ 이다.

- (a) 직선  $l$ 의 방정식을 구하시오.
- (b)  $a, b$ 의 값을 각각 구하시오.
- (c) 모델을 참고하여 상수  $a$ 의 값을 해석하시오.
- (d) 모델에서 예측하는  $t=100$ 일 때의 인구를 10만 단위로 구하시오. 또, 인구가 20만 명에 도달할 때 걸리는 햇수를 구하시오.
- (e) 이것이 현실적인 인구 모델이 되지 않을 수도 있는 이유를 두 가지 쓰시오.

문항에서 사용한 모델은 시간  $t$ 와 인구  $P$ 의 지수함수 관계뿐 아니라  $t$ 와  $\log P$ 의 선형관계를 다루면서 지수, 로그, 직선의 방정식 개념을 모두 사용하고 있다. 또한, 식  $P=ab^t$ 에서 상수  $a$ 가 의미하는 바( $t=0$ 일 때의 인구)를 묻는 (c)와 모델을 사용하여 현실의 문제를 해결하게 한 (d), 수학적 모델의 한계를 묻는 (e)를 통하여 <표 II-1>의 평가 목표를 종합적으로 다루고 있음을 볼 수 있다.

이 외에도 Edexcel에서는 방정식을 풀 때, 대수적인 방법만 쓴다거나 그래프만으로 구하면 점수를 얻을 수 없음을 문항에 표시하여 대수적인 방법과 해석적인 방법을 모두 적절하게 사용할 수 있는지를 평가하는 예시문항 등을 발표하였다.

3. 논의

이상에서 살펴본 바와 같이 영국의 A-level 시험의 개정은 체제와 문항 유형 모두에서 변화를 추구하고 있다. 여기에서 우리나라 수능과 관련하여 주목할 만한 것으로 세 가지를 생각할 수 있다. 첫째, ALCAB에서 조사한 기존 A-level 시험의 문제점이다. 수능 수학시험도 이 문제점들에 비춰볼 수 있다. 수능이 학생들의 수학적 사고를 발휘하게 하는지, 참된 수학적 능력보다 부주의한 실수 여부에 결과가 좌우되지 않은지, 개념의 참된 이해와 적용보다는 반복 출제로 인해 익숙해진 유형의 문제 풀이 능력을 평가하고 있는 것은 아닌지 등에 대해 비판적으로 검토하고 개선 방안을 마련할 필요가 있다. 현재 우리나라에서는 수능 수학 시험의 절대평가에 관한 논의가 진행되고 있다. 그러나 절대평가 실시 여부를 결정하기 이전에 학생들의 수학적 능력을 어떻게 평가할 것인가가 더 중요해 보인다. 학생들의 수학적 능력을 높은 신뢰도와 타당도를 가지고 평가할 수 있지 않다면 절대평가로 인한 결과에 대한 신뢰와 수궁이 이루어지기 어렵다. 현재와 같이 선지가 5개로 한정되고 답이 1개로 정해져 있는 선다형과 세 자리 이하 자연수로 답이 제한되는 단답형 문항으로 학생들의 수학적 능력을 신뢰롭게 평가할 수 있는지는 의문스럽다. 현재와 같은 체제는 결과만을 평가하는 것이다. 그 결과가 나오기까지 어떻게 사고하였는지, 창의적인 풀이과정을 거쳐 정답을 얻었는지, 우연에 의한 득점인지 알 수 없고, 오답인 경우에도 작은 실수로 인하여 오답을 얻었는지 문항에서 평가하고자 하는 핵심적인 수학적 지식과 사고력이 부족하여 오답을 얻었는지 알 수 없다. 이렇게 문제 해결 과정이 아닌 결과만으로 절대평가를 할 때 그 결과의 타당성과 신뢰성은 떨어질 수밖에 없다. 영국 A-level 시험은 모든 문항이 서답형으로 답이 수능처럼 한정되지 않고, 결과보다 풀이과정을 중요하게 평가하는 체제이다. 수능에서도

패턴화된 문제 풀이 능력이나 사소한 실수도 범하지 않는 능력보다는 수학적 사고와 능력 및 창의적인 아이디어를 적절한 신뢰도와 타당도를 유지하며 평가할 수 있는 방안 마련이 필요하다.

둘째는 시험의 목적과 관련된 것이다. 수능은 대학 교육에 필요한 수학 능력을 측정하여 선발의 공정성과 객관성을 확보하고, 고등학교 교육과정의 내용과 수준에 맞는 출제로 고등학교 학교교육의 정상화에 기여하며 개별 교과의 특성을 바탕으로 신뢰도와 타당도를 갖춘 시험으로서 공정성과 객관성 높은 대입 전형자료를 제공하는 것을 목적으로 한다(한국교육과정평가원, <http://www.suneung.re.kr>). 이와 관련하여 4차 산업혁명이 이루어지고 있는 현대 사회 및 대학에서 필요로 하는 수학적 사고와 능력을 규정하고 이에 적합한 수능 시험 체제의 개발이 필요해 보인다. A-level 시험에서는 이 방안으로 한 자격에 순수수학과 응용수학을 모두 포함하도록 하였고, 수학적 모델링을 강화하였으며, 문제풀이 속도가 아닌 탐구 능력을 평가하기 위해 시험 시간을 늘렸다. 또한 계산기 사용을 모든 시험으로 확대하였다. 심화수학에서는 우리나라 2009 개정교육과정에서 제외된 행렬과 제7차 교육과정부터 제외된 복소수(복소평면 포함)를 반드시 포함하도록 하였다. 우리나라도 행렬과 복소수를 고급수학에서 다루긴 하지만 과학계열 전문교과 교육과정에서 다를 뿐, 일반 고등학교에서는 배우지 않으며 수능에도 포함되지 않는다. 경제학과나 자연계, 공학계로 진학하는 학생들이 많이 선택하는 A-level 시험의 심화수학과는 다르다. 또한, 수능은 교육과정 개정에 따른 출제 내용영역의 변화는 꾸준히 있어왔지만 평가하고자 하는 수학적 사고와 관련된 행동영역은 변화가 거의 없었다. 학생들의 진로와 현대사회의 요구 등을 고려하며 수능 수학시험의 성격과 평가하고자 하는 내용영역 및 행동영역을 새롭게 규정할 필요

가 있어 보인다.

셋째는 새로운 문항 유형의 개발이다. Edexcel의 예시문항은 수학적 주장의 타당성을 평가하고 수학적 언어와 기호를 올바르게 사용하여 자신의 추론을 정당화하는 수학적 의사소통과 현실을 수학적 모델로 표현하고 문제를 해결한 후 이를 다시 현실 문맥에서 해석하며 수학적 모델의 한계를 명확히 하는 수학적 모델링이 강화된 문항이라고 볼 수 있다. 현대 사회에서는 과거보다 수학적 의사소통 능력과 수학적 모델링이 강조되고 있다. 국제학업성취도 평가인 PISA에서도 수학적 모델링과 실제적 문제해결을 위해 수학을 도구로 활용할 수 있는 능력의 중요성이 이전보다 강조되고 있다(임해미, 2013). 이러한 시대적 요구에 부합하는 이 예시문항과 같은 형식의 문항은 정답이 1개만 있는 5지선다형과 세 자리 자연수로 답이 제한되는 단답형으로 구성된 현 수능 수학시험 문항 체제에서는 구현하기 어렵다. 또한, 패턴화된 수능 수학시험 문항이나 EBS 연계로 인한 부작용 등은 앞에서 분석한 연구를 포함하여 여러 곳에서 지적되었고, 개선 방안도 다양하게 제안되었다. 이러한 방안을 포함하여 새로운 문항 유형을 보다 적극적으로 개발하고, 시험에 실제 적용하기 이전에 적용 가능성과 타당성을 다각도로 연구할 필요가 있다.

### III. 호주 NSW주의 HSC

호주는 주별로 교육과정 및 대학입학 시험이 다르다. 시드니가 주도이고 호주에서 인구가 가장 많은 뉴 사우스 웨일즈(New South Wales (NSW))주의 교육부(NSW Education Standards Authority (NESA))에서는 최근 개정된 교육과정 및 대학입학시험 체제와 운영 방안을 발표하였다(Board of Studies Teaching & Educational



Standards NSW (BOSTES), 2016; NESA, 2017e; 2017f). 이 개정은 30년 만에 가장 큰 규모로 이루어진 개정(BOSTES, 2016)으로, 2018년(2018년 11학년, 2019년 12학년)부터 적용되고, 2019년부터 이에 따른 대학입학 시험이 치러진다. 새 교육과정은 NESA의 전신인 BOSTES가 3년 동안 각계의 의견을 수렴하여 개발한 것으로, 학교교육이 사회와 경제의 인프라의 기본 토대가 된다는 가정 하에 현대 사회의 상황과 필요를 반영하기 위한 것이다. NSW의 대학입학 수험시험 성적은 빅토리아 주와 마찬가지로 고등학교 내신 성적과 주에서 치르는 HSC 시험 성적이 합산되어 산출되므로(남진영, 2013). 2019년부터 개정된 주 단위 HSC 시험이 치러지지만 고등학교 내신 성적의 산출의 변화에서부터 대학입학시험의 변화라고 할 수 있다.

### 1. 개정된 교육과정

교육과정 개정은 기존의 고등학교 졸업 자격(Higher School Certificate (HSC))을 강화하는 방향으로 이루어졌다(Stronger Higher School Certificate). 6단계(11학년, 12학년)의 교육은 학생들의 졸업 후의 삶, 곧 직업이든 진학이든 학생들의 미래를 준비시키는 방향이어야 하므로, 학생들이 보다 많은 기능을 갖추게 하여 진로 선택 가능성을 높이게 한 것이다(BOSTES, 2016).

수학 역시 깊이와 넓이가 증가하도록 개정된다(NESA, 2017g). 첫째, 11학년과 12학년에 필수로 배우는 과목이 늘어나고, 모든 학생을 대상으로 기초학습능력 평가가 2020년부터 신설된다. 고등학교를 졸업하는 모든 학생들이 일상생활과 진학 또는 직업을 위한 최소 수준의 문해능력(literacy)과 수해능력( numeracy)에 도달하였음을

보이기 위한 시험이다. 이 시험은 10~12학년 중에 온라인으로 치를 수 있고, 고등학교 졸업 후 5년까지 치를 수 있다. 즉, 이 시험에 통과하지 않아도 고등학교 졸업이 가능하지만, 기초 문해 능력과 수해능력은 입증되지 않는다.

둘째, 학생들의 과도한 스트레스를 줄이려고 하였다. 이를 위하여 내신 성적에 반영되는 과제를 줄여 과목별로 11학년에서는 3개, 12학년에서는 4개까지로 제한한다. 이 중에서 필기시험 형태의 과제는 1개로 제한되고 탐구조사, 프리젠테이션, 프로젝트 형태의 과제를 반드시 1개 이상 수행하도록 한다. 그리고 과제에 부여되는 점수 비중의 최소치와 최대치를 규정한다. 이것은 교수학습 과정에서 시험을 위한 피상적 학습을 피하고, 지식과 기능을 가르치는 데에 보다 집중하며 학생들의 탐구 기회를 증가시키기 위한 것이다. 또한, 과제 수행 시 표절이나 이미 준비된 답을 제시하는 것을 줄이고 학생의 능력과 창의력을 발휘할 수 있도록 새로운 과제 개발 노력이 병행될 예정이다.

셋째, 수학의 과목 간 수준의 반영이다. 수학에서 지적된 문제점 중에 하나는 쉬운 과목과 어려운 과목의 점수가 동일하게 부여되어 능력이 있음에도 불구하고 대학 입학에 위해 유리하다고 생각되는 쉬운 시험을 택하는 것이다. 이를 방지하고 자신의 능력에 맞는 시험을 택하게 하는 방향으로 평가 체제가 개선된다.

이와 함께 교육 내용이 재구조화되고 수학의 응용과 모델링이 강화된다. 그 일환으로 ‘네트워크5’라는 주제가 새롭게 추가되고, 테크놀로지 사용이 강화되며 컴퓨터 기반 평가에 대한 연구 및 사용이 확대된다. 기초 문해능력과 수해능력을 위한 평가가 온라인으로 진행될 예정인 것도 이러한 방향에 발맞춘 것이다.

5) 네트워크의 내용에는 주어진 상황을 그래프로 표현하거나 모델링하는 것, 과제의 논리적 배열 및 사람이나 요소 사이의 관계를 분명히 이해하는 것 등이 포함된다(NESA, 2017f).

<표 III-1> 개정된 HSC 시험에서 강조하는 수학적 활동(NESA, 2017b; 2017c; 2017d; 2017f)

활동	내용
이해	경험과 관련된 개념을 연결하며 아이디어를 점진적으로 개발하고 확장한다.
유창성	사실적 지식과 개념을 회상해내고 적절한 절차를 유연하고 정확하게 효과적으로 적용한다.
의사소통	수학적 상황, 개념, 방법과 문제의 해를 적절한 언어, 기호, 또는 다이어그램을 사용하는 다양한 방법의 프리젠테이션을 통해 묘사, 표현, 형식화, 명시, 설명한다.
문제해결	단순 또는 복잡한, 친숙 또는 낯선 상황에서 수학을 사용하여 문제를 해석하고, 형식화하고, 조사하고, 모델링하고, 해결한다.
추론	분석, 평가, 설명, 추리, 일반화, 연역을 통하여 결론에 도달한다.
정당화	사용한 전략과 전략적 사고 및 도달된 결론을 정당화하고, 산출물의 타당성을 설명하고, 필요하다면 결과를 증명한다.

## 2. HSC 시험의 개정

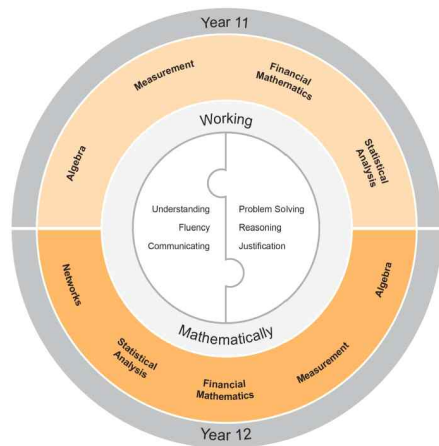
주에서 치르는 HSC 시험은 개정되는 교육과정과 일관성을 이루도록 수학의 내용과 깊이를 강화하는 방향으로 이루어진다. 이를 위하여 과목명이 기존의 일반수학(Mathematics General)에서 표준수학(Mathematics Standard)으로, 수학에서 심화수학(Mathematics Advanced)으로 바뀌고, 각 과목 교육내용이 조정된다.

개정된 HSC에서는 표준수학, 심화수학, 확장수학1, 확장수학2, 생활수학의 다섯 과정이 개설되는데, 현재는 표준수학과 생활수학만 개정 방향이 확정되었다. 나머지 세 과목은 2017년 말에 확정, 발표되고 2019년부터 시행된다. 모든 과정의 개정 내용이 확정, 발표된 것은 아니지만, 표준수학(NESA, 2017f)과 다른 과정의 개정 최종안(NESA, 2017b; 2017c; 2017d)에 나타난 HSC의 개정 방향과 내용은 다음과 같다.

첫째, 깊이 있는 수학적 지식과 기능의 적용 및 문제해결력을 평가할 수 있도록 시험 체제 및 문항 유형이 변화될 예정이다. 보다 신뢰롭고 타당한 성취 평가를 위해 시험 시간의 조정이 있을 예정이다. 또한, 깊이 있는 분석력을 발휘할 수 있는 문항을 출제하고, 매년 유사한 방식으로 문항이 출제되어 예측 가능하고 공식화된

학습이 이루어지며 사전에 준비된 답을 할 수 있다는 비판을 해소하기 위해 예상하기 어려운, 학생들이 자신의 지식과 기능을 활용하여 답을 해야 하는 방향으로 문항을 변화시킬 예정이다.

둘째, 수학적 활동(working mathematically)이 강조된다. HSC에서 강조하는 수학적 활동은 이해, 유창성, 의사소통, 문제해결, 추론, 정당화이다(<표 III-1>). 이와 같은 수학적 활동은 이전 과정에서는 명시되지 않았던 것이다. 개정된 HSC에서는 수학의 다섯 과정 모두에서 이 활동을 중심으로 학습과 평가가 이루어지도록 하였다. [그림 III-1]은 표준수학의 사례이다.



[그림 III-1] 표준수학의 내용과 수학적 활동(NESA, 2017f, p. 21)

### 3. 논의

호주 NSW주의 개정된 교육과정에 따른 HSC 시험의 체제나 문항의 예시는 아직 확정, 발표되지 않은 상태이다. 보다 깊이 있는 수학적 지식과 기능의 적용력, 문제해결 능력을 구체적으로 어떤 체제 하에서 어떤 유형의 문항으로 평가할지, 예컨대 시험 시간이나 시험 방식, 문항 수, 문항 형식이 어떻게 조정되고, 어떤 새로운 문항 유형이 출제될지에 대해서 아직 발표되지 않았다. 그러나 기본적으로 HSC의 자격을 강화한다는 개정의 방향 및 수학적 활동과 관련하여 두 가지를 생각해볼 수 있다.

첫째는 4차 산업혁명이 이루어지고 있는 현대 사회를 살아갈 학생들을 준비시키기 위하여 교육내용 및 자격 요건을 강화시켰다는 것이다. 기초 문해능력과 수해능력을 평가하는 시험은 지금까지 시행되지 않은 것으로, 이를 마련하고 이를 일종의 자격시험화 하여 고등학교 졸업 이후에도 5년 내에는 치를 수 있도록 한 것은 NSW 교육 당국도 인정하듯이 큰 변화이다. 같은 맥락에서 HSC도 학생들의 잠재력을 최대한 이끌어내는 방향으로 교육과정의 내용을 강화시켰고 네트워크 내용을 새롭게 포함시켰다. 또한 수학적 활동을 규정하고 모든 수업과 평가에서 이 활동이 주축을 이루도록 하였다. 이러한 NSW주의 개정에 비추어볼 때 영국의 A-level의 경우에서도 지적하였지만 수능의 행동영역에 대한 재고와 개편 및 이에 따른 체제와 문항 유형의 변화가 필요해 보인다. 현재 수능 수학기험에서 평가하는 행동영역은 계산, 이해, 추론, 문제해결 능력(한국교육과정평가원, 2017)으로 이는 1993년 처음 수능이 시작된 이래 큰 변화 없이 유지되어 왔다. 행동영역은 수학적 사고력의 평가 영역으로 내용영역과 함께 수능 문항 출제의 토대가 된다. NSW 주가 강조하는 수학적 활동에는 기

본 계산 및 알고리즘 구사 능력(수능의 계산 능력)이 따로 구분되지 않는다. 오히려 기본 계산 및 알고리즘 등을 유연하고 정확하게 효과적으로 적용하는 유창성을 중요시한다. 유창성을 평가하는 문항이 어떤 식으로 출제될 지에 대해서는 아직 발표된 바 없지만, 영국의 A-level 시험에서처럼 대수적인 방법과 해석적인 방법을 모두 사용하게 하는 것이 한 가지 방법일 수 있다. 유창성 이외에도 의사소통과 정당화 능력은 수능의 행동영역에서 강조하지 않는 능력이다. 의사소통 능력과 관련하여 현 수능에서 ‘수학적 읽기’ 능력은 단연코 필요하지만 수학적으로 자신의 생각을 표현하는 능력이나 정당화 능력은 현 체제로는 평가하기 어렵다. 수능에서도 현대 사회에서 필요한 수학적 능력이 무엇이고 이를 평가하기 위해 어떤 체제와 형태를 띠어야 하는지, 현 수능에서 평가하기 어려운 수학적 능력은 어떤 식으로 보완될 수 있는지 등에 대한 연구가 필요해 보인다.

둘째는 반복과 훈련에 의하여 답할 수 있는 패턴화된 문항을 지양하고 학생들의 역량을 평가하고자 하였다는 한다는 점이다. NSW 주에서는 내신 성적에 반영되는 과제의 수를 줄이는 대신 과제 유형을 탐구, 프로젝트, 프리젠테이션 등과 같은 형식으로 하여 학생들의 탐구능력이 평가되도록 하였다. HSC 문항 역시 학생들이 훈련에 의해 미리 준비된 답을 하게 하는 반복적으로 출제되는 문항을 지양하고 학생들의 능력이 발휘될 수 있는 문항을 출제하겠다고 하였다. 영국의 A-level 시험도 새로운 유형의 문항을 개발하고 있음을 보였다. 시험에서 학생들이 전혀 대비할 수 없는 문항이 출제되는 것은 다소 무리가 있고 부작용을 낳을 수 있다. 그러나 반복과 훈련에 의해 알고리즘적으로 문제를 풀어내는 것 역시 바람직하지 않다. 이러한 관점에서 수능의 EBS 연계 정책을 재고하고, 해마다 반복

적으로 출제되는 문항의 수를 줄이며 수험생들의 수학적 능력이 발휘될 수 있는 새로운 문항 유형을 지속적으로 개발하는 노력이 필요해 보인다. 이와 함께 100분 동안 30문항을 풀어내야 하는 현 체제의 개선도 고려해야 할 것이다.

#### IV. 일본의 대학입시센터시험

일본의 대학입학 시험에는 독립행정법인 대학입시 센터(이하 ‘입시센터’)에서 주관하는 대학입시센터시험(이하 ‘센터시험’)과 대학별로 시행하는 대학별 고사가 있다. 센터시험은 대학 입학 지원자들의 고등학교 단계에서의 기초적인 학습 달성 정도를 판정하는 것을 주된 목적으로 한다. 그렇기 때문에 고등학교에서 배우는 5과목(수학Ⅰ, 수학Ⅱ, 수학Ⅲ, 수학A, 수학B) 중에서 4과목을 출제범위로 한다(서보억, 남진영, 2010; 남진영, 탁병주, 2016). 여기서 제외되는 수학Ⅲ은 대학별고사에서 치러진다. 대학은 각각의 판단에 따라 센터시험과 대학별고사를 적절하게 이용하여 대학 교육을 받기에 합당한 능력, 의욕, 적성 등을 다면적이고 종합적으로 평가한다.

일본 문부과학성(文部科學省)에서는 ‘고-대 연결 시스템 개혁 회의 최종 보고서(高大接續システム改革會議, 2016)’를 기반으로 고등학교와 대학교의 연결을 강화하는 개혁 방침을 2017년 7월 발표하였다(文部科學省, 2017). 이 개혁은 고등학교 교육 개혁, 대학입학시험 개혁, 대학교육 개혁의 세 측면에서 진행된다. 고등학교 교육의 개혁은 교육과정의 개정과 고등학생들의 기초 진단을 실시하는 것을 포함한다. 대학입학 시험 개혁은 센터시험을 폐지하고 새로운 대학입학시험인 ‘대학입학 공통테스트(이하 공통테스트)’를 실시하며 현재 이루어지는 수시입시 등의 평가 역시 다면적으로 학생들의 능력을 평가하는 방

향으로 개혁할 예정이다. 2017년에 방향과 성격이 확정·발표된 공통테스트는 이후 여러 차례의 실험평가를 거쳐 2020년부터 실시된다.

##### 1. 공통테스트의 개요

공통테스트는 센터시험이 담당해 온 고등학교의 기초 학습 달성 정도를 판정하는 기능을 전제로 하면서 ‘고-대 연결 시스템 개혁 회의’의 최종 보고서를 근거로 대학 교육을 받는 데 필요한 능력을 다면적이고 종합적으로 평가하기 위한 것이다(獨立行政法人 大學入試センター, 2017b). 이 능력은 ‘학력의 3요소’로 규정되는데, 첫째는 고등학교 교육을 통해 길러지는 지식과 기능이고, 둘째는 지식과 기능을 활용하여 과제를 해결하는 데에 필요한 사고력, 판단력, 표현력이다. 셋째는 주체성을 가지고 다양한 사람들과 협력하는 능력이다.

공통테스트에서 가장 눈에 띄는 변화는 서술형 문항의 도입과 민간 기관의 시험 성적을 인정하는 것이다. 서술형 문항은 수험생들의 사고력, 판단력, 표현력 평가를 더욱 강화하기 위한 것으로, 국어(일본어)와 수학에서 먼저 도입되고, 2019년에 고등학교 교육과정 개정이 이루어지면 이에 따라 치러지는 시험부터 다른 과목으로도 확대시킬 예정이다. 민간 기관의 시험 성적이 인정되는 과목은 영어이다. 이는 언어의 네 가지 기능인 말하기, 듣기, 읽기, 쓰기를 모두 평가하기 위한 것으로, TOEFL, TOEIC, IELTS 등의 성적을 인정한다. 나아가 영어시험을 공통테스트에서 없애는 방안도 연구 중이다.

또 다른 변화는 공통테스트의 결과 보고이다. 센터시험에서는 각 과목의 결과만 대학에 제공하였지만 공통테스트에서는 그 과목의 결과뿐만 아니라 수험생의 마크시트식 문항과 서술형 문항에 대한 답과 전체 집단에서의 상대적인 위치

등을 제공하여 각 대학에서 공통테스트 결과를 다양하게 자율적으로 활용하도록 할 예정이다.

또한, 컴퓨터 기반 평가(CBT)의 도입을 검토 및 준비하고 있다. 이 체제는 보다 긴 준비와 연구를 통해 2024년 이후 모의시험을 거쳐 도입할 예정이다.

## 2. 공통테스트 수학 시험

공통테스트 수학 시험의 개정의 방향은 ‘일상과 친밀한 과제를 주제로 하여 수학을 활용하는 장면을 설정하고 수학적 사고(이해력, 판단력, 표현력)를 심화시키는 것(獨立行政法人 大學入試センター, 2017b)’이다. 즉, 실생활 문맥에서의 문제해결을 강조하고, 수학적 이해와 판단 및 의사소통을 강화하는 방향으로 개정된다고 할 수 있다. 구체적인 실행 방안의 하나로 일본 문부과학성에서는 공통테스트 수학 시험에 서술형 문항의 도입을 결정하였다.

기존 센터시험의 수학 문항은 풀이 과정이 제시되고, 과정 중에 비어 있는 곳을 채우는 형태이다. 이것을 입시센터에서는 ‘문제 해결의 구상에서 결론에 이르는 과정이 미리 문맥으로 제시되고 수검자는 주어진 프로세스에 따라 필요한 수치를 찾아가는, 주어진 문제 해결 과정을 재현하는 힘을 측정하는 문항’으로 규정한다(獨立行政法人 大學入試センター, 2017c, p.10). 이때 빈 곳은 자필로 쓰는 것이 아닌 부호 또는 숫자가 이미 표시되어 있는 카드에 마킹하는 형태이다(서보억, 남진영, 2010; 남진영, 탁병주, 2016). 이에 대하여 ‘고·대 연결 시스템 개혁 회의’에서는 주어진 문제해결 과정을 재현하는 능력을 평가할 뿐 참된 수학적 이해력, 판단력, 표현력을 평가하는 문항은 아니라고 보았다.

서술형 문항의 도입의 이유를 요약하면 다음과 같다(獨立行政法人 大學入試センター, 2017b).

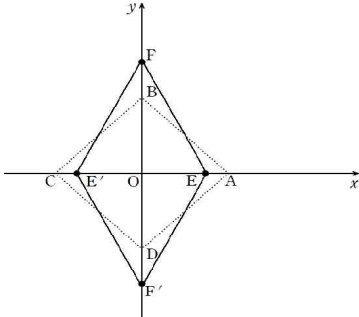
수학은 넓은 의미에서 언어와 같은 역할을 하며, 각 교과목의 문제해결의 기초가 되는 도구 교과목이다. 따라서 수학적 지식과 기능뿐 아니라 주어진 문맥을 수식, 표, 그래프와 같은 수학적 표현으로 나타내고, 수학적 문제해결을 통해 얻어진 결과가 문맥에서 의미하는 바를 생각하게 하는 것이 매우 중요하다. 서술형 문항은 표, 그래프 등을 이용하여 자신이 생각한 것을 수식 등으로 나타내거나 문제 해결 방법을 쓰고 표현하는 능력 등을 평가하기 위한 것이며, 수학을 활용한 문제 해결을 위해 구상·예측하는 능력의 평가를 중시한다. 서술형 문항뿐 아니라 기존에 출제되었던 마크시트식 문항도 사고력(이해력), 판단력, 표현력을 더욱 강화하는 문항 출제가 되도록 한다는 것이 공통테스트 수학 시험의 기본 방침이다. 일본에서는 이러한 변화가 고등학교 수학 지도의 개선으로 이어질 것을 기대하고 있다.

서술형 문항의 도입은 수학 내에서 점진적으로 이루어진다. 전 과목 전 문항이 서술형으로 출제되는 것이 아니라 수학 I 과목에서 3문항 정도 출제되는 것으로 시작한다. 센터시험에는 수학 I, 수학 I+수학A, 수학II, 수학II+수학B의 4가지 유형이 있는데, 공통테스트에서도 이 유형은 유지하되, 수학 I 과 수학 I+수학A의 시험에 서술형이 도입되는 것이다. 이때, 과도기적 시기가 필요하므로 도입 초부터 문제해결의 전 과정을 기록하게 하는 것이 아니라 단답형 답안을 답란에 직접 쓰게 하는 방식에서 시작한다.

서술형 문항의 도입에는 체점이 큰 걸림돌로 작용한다. 일본에서는 수기식 단답형 문항의 출제는 입시센터를 중심으로 진행하지만 체점은 경험이 있는 민간 사업자를 활용하기로 하였다. 2020년 도입 이전에 2017년부터 2019년까지 여러 차례의 모의평가를 통해 수험생과 학교, 시험 출제 및 채점 담당 기관을 준비하게 할 예정이다. 2017년에 이미 두 차례 수기식 단답형 문항

[공통테스트 예시문항1]

그림과 같이 좌표평면에 네 점  $A(2,0)$ ,  $B(0,2)$ ,  $C(-2,0)$ ,  $D(0,-2)$ 를 꼭짓점으로 하는 사각형 ABCD가 있다. 점 E는 점 A에서 출발하여  $x$ 축 위를 움직이고, 점 F는 점 B를 출발하여  $y$ 축 위를 움직인다. 두 점 E, F는  $\overline{BF}=2\overline{AE}$ 를 만족시킨다. 두 점 E, F의 원점에 대하여 대칭인 점을 각각  $E'$ ,  $F'$ 라고 할 때, 네 점 E, F,  $E'$ ,  $F'$ 을 꼭짓점으로 하는 사각형의 넓이를  $S$ 라고 하자. 다음 물음에 답하시오.



(1) 점 E는 점 A를 출발하여  $x$ 축의 음의 방향으로 원점 O까지 이동하고 점 F는 점 B를 출발하여  $y$ 축의 양의 방향으로 이동한다. 점 E가 원점 O와 일치하는 경우는 생각하지 않는다.

(i) 점 E가  $(\frac{5}{3}, 0)$ 에 있을 때  $S = \frac{\square}{\square}$ 이다.

(ii)  $S$ 가 취할 수 있는 범위를 부등식으로 나타낼 수 있다. 답  $\square$ 을 답안에 서술하시오.

정사각형 ABCD의 넓이를  $T$ 라고 하자.

(2) 점 E는 점 A를 출발하여  $x$ 축의 음의 방향으로 점 C까지 이동하고 점 F는 점 B를 출발하여  $y$ 축의 양의 방향으로 이동한다. 점 E가 원점 O와 일치하는 경우는 생각하지 않는다.  $S=T$ 가 되는 것은 점 E가 점 A와 일치할 때와  $AE = \square$ ,  $\frac{\square + \sqrt{\square}}{\square}$  일 때이다.

(3) 두 점 E, F의 이동 방향을 반대로 생각하자. 점 E는 점 A를 출발하여  $x$ 축의 양의 방향으로 이동하고 점 F는 점 B를 출발하여  $y$ 축의 음의 방향으로 이동한다. 점 F가 원점 O와 일치하는 경우는 생각하지 않는다. 이때 다음 ①~③에서 옳은 것을 모두 고르면  $\square$ 이다.

① 점 E가 점 A와 일치하는 경우를 제외하면  $S=T$ 가 되는 점 E의  $x$ 좌표는 두 개다.

②  $S$ 가  $T$ 의 2배가 되도록 하는 점 E의  $x$ 좌표는 하나뿐이다.

③  $S$ 의 최댓값은  $T$ 의 9배이다.

④ 점 E가 점 A와 일치하는 경우 이외에도 사각형 EFE'F'은 정사각형이 될 수 있다.

이 포함된 모의평가를 시행하였고, 이 결과를 바탕으로 시험 시간이나 문제 수를 조정해나가고 있다. 또한 마크시트식 문항으로 출제되었을 때와 수기식 단답형으로 출제되었을 때의 정답률을 비교하고, 채점 기준에 대한 의견을 수렴하며, 시험을 치른 학생들이 예상하는 점수와 실제 점수의 차이 등 서술형 문항의 도입과 관련된 다각도의 연구 및 의견 수렴이 진행 중이다.

[공통테스트 예시문항1]과 [공통테스트 예시문항2]는 2017년에 입시센터에서 시행한 공통테스트 모의평가에서 출제된 문항 사례이다. 입시센터는 이 문항의 출제 의도를 다음과 같이 밝히고 있다(獨立行政法人 大學入試センター, 2017a).

사각형의 넓이의 변화를 포착하는 장면에서 스스로 변수를 설정하여 이차함수에 대응 짓는 구상력과 이차함수의 식이나 그래프를 활용하여 문제를 처리하는 능력을 물었다. 현행 시험에서는 문제해결의 구상에서 결론에 이르는 과정이 문맥 안에 모두 표현되어 있지만, 본 문제는 변수의 설정 및 그것을 이용한 함수의 표현 등에 대해 응시자의 주체적인 사고력을 필요로 한다.

출제의도에 나타나 있듯이, 기존의 센터시험 문항은 문제풀이 과정을 전체적으로 제시하고 과정 곳곳의 빈 칸에 알맞은 부호 또는 숫자를 컴퓨터 시트에 마크하는 형식이었다. 답 역시 [예시문항1]의 (1)-(i)과 같이 답에 대한 힌트를 많이 제공하였었다. (1)-(i)의 정답은

$S = \frac{\square}{\square} = \frac{80}{9}$ 로, 학생들은 이 정답이 분수 형태

이고 분모는 한 자리 자연수, 분자는 두 자리 자연수임을 알 수 있다. 변화가 눈에 띄는 문항은 (1)-(ii)이다. (1)-(ii)의 답은  $0 < S \leq 9$ 인데, 이전에는 이를  $\square < S \leq \square$ 과 같이 주고  $\square$ 과  $\square$ 에 알맞은 수를 컴퓨터 시트에 마크하는 형식이었다. 공통테스트 예시문항에서는  $S$ 의 범위를 직접 쓰

[공통테스트 예시문항2]

$\overline{AB}=8$ ,  $\overline{AC}=t$ ,  $\angle ABC=60^\circ$  인  $\triangle ABC$ 는 두 가지 존재한다.  $t$ 의 값의 범위를 구하기 위하여 다음 [방법1]과 [방법2]를 생각할 수 있다.

[방법1]  $\overline{BC}=x$ 라 하면 코사인법칙에 의하여  $x$ 에 대한 이차방정식  $x^2 - \square x + \square - t^2 = 0$ 이 성립한다. 이 방정식이  $\square$ 을 가짐을 이용하여  $t$ 의 값의 범위를 구한다.

[방법2] 점 B를 지나고 직선 AB와  $60^\circ$ 의 각을 이루는 반직선을  $l$ 이라고 할 때,  $\square$ 이  $l$ 과 서로 다른 두 점에서 만나는 값의 범위를 구한다. 다음 물음에 답하시오.

(1) [방법1]의  $\square$ 에서  $\square$ 에 알맞은 수를 구하시오.  
 (2) 방법1의  $\square$ 에 해당하는 것을 다음 ①~④에서 선택하시오.  
 ① 서로 다른 두 실근 ② 서로 다른 두 양의 실근  
 ③ 서로 다른 두 음의 실근 ④ 중근  
 (3) [방법2]의  $\square$ 에 알맞은 것을 ①~⑤에서 고르시오.  
 ① 점 A가 중심이고 반지름의 길이가  $t$ 인 원  
 ② 점 B가 중심이고 반지름의 길이가  $t$ 인 원  
 ③ 점 A가 중심이고 반지름의 길이가  $\frac{t}{2}$ 인 원  
 ④ 점 B가 중심이고 반지름의 길이가  $\frac{t}{2}$ 인 원  
 ⑤ 점 A가 중심이고 반지름의 길이가  $\frac{\sqrt{3}}{2}t$ 인 원  
 ⑥ 점 B가 중심이고 반지름의 길이가  $\frac{\sqrt{3}}{2}t$ 인 원  
 (4)  $a, b$ 가 양의 실수이고  $\theta$ 는 예각일 때,  $\overline{AB}=a$ ,  $\overline{AC}=b$ ,  $\angle ABC=\theta$ 인  $\triangle ABC$ 에 대하여,  $a$ 와  $\theta$ 가 일정할 때  $b$ 의 값에 따라  $\triangle ABC$ 의 모양이 어떻게 달라지는지  $b$ 의 값의 범위에 따라 나누어 답하시오. 단,  $\triangle ABC$ 가 불가능한 경우 '0가지'라고 답하시오. 답은 답란  $\square$ 에 쓰시오.

도록 하고 있다.

[예시문항1]의 (3)은 맥락은 같지만 (1), (2)의 이동과 반대 방향으로 점이 이동할 때를 생각하게 한다. 문항 형식을 보면, 4개의 선지 가운데에서 옳은 것을 모두 고르는 문항이다. 이 문항의 선지는 4개이지만, [예시문항2]의 (2)는 5개, (3)은 6개로 문항에 따라 선지의 수가 다르게 출제되고 있다. 문항에 따라 선지의 수를 달리하는 것은 센터시험에서도 적용되었다. 공통테스트에

서 달라진 것은 센터시험의 문항에서는 옳은 것이 2개일 경우  $\square$ ,  $\square$ 과 같이 표현되어 2개를 골라야 함을 미리 알 수 있었으나, [예시문항1]의 (3)에서는  $\square$ 만 제공되었기 때문에 옳은 것의 개수를 알 수 없다. 이 문항의 정답은 ①, ③이다.

또 다른 유형은 [예시문항2]의 (4)와 같이 학생이 경우를 나누어 답해야 하는 것이다. 이 문항의 답  $\square$ 은 다음과 같다.

$0 < b < a \sin \theta$ 인 경우 0가지

$b = a \sin \theta$ ,  $b \geq a$ 인 경우 1가지

$a \sin \theta < b < a$ 인 경우 2가지

이 문항과 같은 경우 센터시험에서는 문항에 각 경우가 모두 제시되고, 학생은 빈 곳에 알맞은 부호나 수만을 마크하면 되었다. 공통테스트에서는 학생이 경우도 나누어야 하고, 각 경우의 삼각형의 모양의 가짓수도 답해야 한다. 이 문항은 [예시문항1]의 (3)보다 더 큰 변화를 준 형식이다. 또한, [예시문항2]와 같이 한 문항을 여러 가지 풀이 방법으로 해결하도록 한 것도 특징적이다.

### 3. 논의

일본에서 입시센터 시험을 폐지하고 공통테스트를 마련한 것은 마치 우리나라에서 학력고사를 없애고 수능을 마련한 것과 같은 상당히 큰 변화이다. 이 변화의 배경은 '고-대 연결 시스템 개혁 회의'의 최종 보고서이다. 고-대 연결 시스템 개혁 회의'에서는 미래 사회에 요구되는 지식과 기능을 규정하고, 이를 함양하기 위해 고등교육을 개혁하고자 하였다. 이 개혁은 고등학교 교육과정 및 교수학습, 대학입학시험, 대학교육의 개혁으로 나누어지며 그 중 대학입학시험의 개혁이 가장 먼저 이루어지고 있다. 공통테스트

를 도입함으로 대학입학시험을 먼저 개선하면 고등학교 교육의 개선으로 이어지리라고 기대하고 있다. 면접이나 실기 등 다른 형태의 대학입시에서도 일관적으로 ‘학력의 3요소’를 반영하도록 권고한다. 새로운 대학입학시험의 체제와 형식을 준비하여 2020년부터 시행하고 2019년에 고등학교 교육과정의 개정이 이루어지면 향후 내용영역이나 기타 시행하면서 발생한 문제점 등이 조정될 예정이다.

이러한 일본 대학입학시험의 개정으로부터 세 가지를 생각해볼 수 있다. 첫째, 현재 및 미래 사회를 살아갈 학생들에게 필요한 수학적 능력을 규정하고 이를 위해 필요한 체제를 도입하였다는 점이다. 대학입학시험은 고등학교 교육을 기반으로 하여 대학 수학에 필요한 능력을 평가하는 것이다. 여기에서 일본은 대학입학시험과 고등학교 교육, 대학 교육 모두를 시대적 요구를 반영하여 개혁하고 있다. 이들이 생각하는 미래 사회를 살아가는 데 필요한 능력은 ‘학력의 3요소’이다. 이를 평가하기 위해 센터시험을 폐지하고 공통테스트를 마련한 것이다. 2018년에 개편이 확정될 수능은 문제해결, 추론, 창의·융합, 의사소통, 정보처리, 태도 및 실천을 6가지 수학교과 역량으로 규정하고 이를 함양할 것을 목표로 하는 2015 개정 교육과정에 토대를 둔다. 수능은 적어도 이 6가지 교과 역량을 충실하게 평가할 수 있는 방향으로 개선되어야 할 것이다. 현 체제에서 어려운 점이 있다면 이를 보완할 수 있는 대학입시 체제를 연구해야 할 것이다.

둘째, 일본에서는 수학이 타 교과와 기초가 되며 언어적 역할을 함을 강조하며 서술형 문항의 도입을 결정하고 있다. 이것은 곧 수학적 사고력, 표현력, 의사소통 능력을 평가하기 위한 것이다. 원칙적으로 풀이 과정을 다 나타내도록 해야 하지만, 적응 및 정착 기간이 필요한 이유로 먼저 수기식 단답형 문항을 도입하고, 차차 이를

더욱 강화하여 과정 기술식 문항으로 개선할 예정이다. 이와 함께 과정 기술식 문항의 출제는 입시센터에서 담당하지만 각 대학이 이를 대학별 고사 문항으로 활용하는 방안도 검토하고 있다(獨立行政法人 大學入試センター, 2017b). 수능에서도 서술형 문항의 출제가 필요함은 앞의 여러 선행연구에서 지적된 바 있다. 그렇긴 하지만 수능이 가지는 부담과 사회적 영향력을 고려할 때, 서술형 문항을 근래에 도입하는 것은 현실적으로 어려울 수 있다. 그렇다면 차선으로 공통테스트와 같은 수기식 단답형 문항의 도입을 고려해볼 필요가 있다. 이러한 문항은 현재 수능 수학 시험이 가진 선다형 문항과 단답형 문항의 문제점을 어느 정도 보완할 수 있을 것이며 과정 기술식 문항보다는 채점 기간이나 기준 설정 등에서 비교적 운용이 용이할 것이다.

셋째로, 새로운 시험을 도입하는 것이나 기술식 문항을 도입하는 것에 비해 작은 변화라고 할 수 있지만, 학생이 주도적으로 문제를 풀도록 형식이 변화되고 있다는 점이다. 센터시험에서는 풀이 과정이 주어지고 학생은 이를 따라가며 빈 곳에 적절한 부호나 수를 채워 넣도록 하였지만 공통테스트에서는 주어진 풀이 과정 없이 학생 스스로 문항을 풀어내도록 하는 것으로 유형을 바꾸고 있다. 이것은 문항이 더 어려워지는 것이라고 할 수 있다. 일본에서 2017년에 시행된 모의평가에서도 정답률이 다소 떨어지는 현상을 볼 수 있었다. 그러나 이를 받아들이려는 추세이다. 또한 예시문항 2와 같이 한 문제에 대해 여러 가지 풀이 방법을 생각하도록 하는 문항도 출제될 예정이다. 한 문제를 여러 방법으로 접근하여 해결하는 것은 일본뿐 아니라 영국 A-level의 예시문항에서도 등장하고 있다. A-level에서는 오류를 바로잡는 형식이었고, 공통테스트에서는 두 방법 모두 올바른 답에 이르는 방법이라는 차이는 있지만, 이와 같이 한 문제를 여러 방법



으로 접근하는 것은 중요한 수학적 능력이다. 수능에서도 새로운 문항 유형을 개발할 필요가 절실히 보인다.

## V. 요약 및 결론

본 연구에서는 2015 개정 교육과정에 따른 수능 개편의 기초 자료를 제공하고자 영국, 호주, 일본의 대학입학시험 개정 내용을 살펴보았다. 이 장에서는 이 3개국의 대학입학시험 개정에서 공통적으로 나타나는 현상을 분석하고, 이를 바탕으로 수능 수학시험의 개선 방안을 대학입학시험의 목적과 성격, 시험 체제와 문항 유형, 학계의 뒷받침의 세 측면에서 논하고자 한다.

영국, 호주, 일본의 대학입학시험 개정 방향을 보면 모두 같은 방향으로, 수험생들의 미래를 보다 잘 준비시키도록 하는 것이다 영국에서는 A-level 시험을 치른 학생들이 대학에서 수학을 전공하기보다 수학이 이용되는 분야인 경제학, 물리학, 공학 등을 전공하고 있으므로 이를 위해 순수수학과 응용수학을 조화시키는 방향으로 개정하였고, 호주에서는 고등학교 졸업 후의 취업 및 진학에 학생들이 더 많이 준비될 수 있도록 기초학력평가를 도입하고, 강화된 HSC(Stronger HSC)를 개발하고 있다. 일본에서는 미래 사회에 필요한 역량을 규정하고 이를 위해 대학입학시험과 고등학교 교육, 대학교 교육을 모두 개혁하고 있으며 그 일환으로 기존의 입시센터 시험을 폐지하고 공통테스트를 도입할 예정이다. 즉, 3개국 모두 대학입학시험의 목적과 성격을 고등학교에서 학습한 내용의 충실한 평가보다 학생들의 진학과 진로 및 미래 사회에서의 삶을 더 잘 준비시키려는 방향으로 진행되고 있음을 알 수 있다.

고등학교 교육에서 학생들의 취업 및 진학 등

의 미래 준비 역할을 강조하는 것은 타국의 사례에서도 찾아볼 수 있다. 미국에서는 고등학교 졸업 이후 대학 진학 또는 취업 등의 미래를 준비시키기 위하여 새로운 평가 체제(PARCC)를 개발하였다(Matarese, 2015; 김성숙, 임해미, 2015). PARCC는 학생의 진학과 취업에 필요한 지식, 기술의 습득과 진보를 공정하고 신뢰롭게 측정하기 위해 여러 주가 연합하여 구성한 평가 형태이다. 국제학업성취도 평가(PISA) 역시 학생들이 삶을 살아가는 데에 필요한 역량을 평가하는 방향으로 변화하고 있다. 수학적 소양의 정의와 강조 영역이 시대에 발맞춰 변화하고 있고, 컴퓨터 기반 평가가 도입되었다(임해미, 2013). 예컨대 수학이 주영역이었던 2003년과 2012년을 비교하면, 2012년의 평가에서 수학적 모델링과 실제적 문제해결을 위해 수학을 도구로 활용할 수 있는 능력이 현대 사회에서 요구하는 수학적 소양으로 여겨지며 강조되었다.

수학적 모델링과 수학을 도구로 활용하는 능력 및 수학을 활용한 의사소통의 강화는 영국, 호주, 일본 대학입학시험 개정의 공통 내용이다. 영국의 A-level 시험에서 제시된 풀이 내용을 비판적으로 평가하고 자신의 생각을 쓰도록 한 것이나, 수학적 모델로 표현된 상황을 이해하여 문제를 해결한 후 이 결과를 현실 문맥에 적용하여 해석하며, 수학적 모델을 적용했을 때의 한계를 지적하도록 한 예시문항은 이를 보여준다. 호주의 NSW 주에서는 이해, 유창성, 의사소통, 문제해결, 추론, 정당화를 수학적 활동으로 규정하고 교수학습과 평가 모두 이를 기반으로 이루어지게 할 예정이다. 일본에서는 ‘학력의 3요소’를 규정하고, 대학입학 수학시험에서 이해력, 판단력, 표현력을 평가하기 위해 수기식 단답형 문항에서 출발하여 장기적으로 과정 서술식 문항을 출제할 예정이다.

수능도 현대 및 미래 사회의 변화를 고려하여

이를 대비하기 위한 학생들의 역량을 강화시키는 방향으로 내용영역과 행동영역 모두 개편될 필요가 있다. 수능 수학시험은 조성민 외(2014)에서 지적되었듯이 25년 가까이 시행되면서 출제범위가 줄고 있고, 상위내용을 출제범위로 함으로 하위내용의 간접출제가 늘어나고 있는 반면 행동영역은 변화가 거의 없다. 수능의 출제범위를 결정할 때, 학생들의 진로와 미래사회 대비 측면을 보다 적극적으로 고려할 필요가 있어 보인다. 이를테면 영국의 A-level에서는 심화수학에서 우리나라 교육과정에서 삭제된 행렬과 복소평면을 다루는 복소수 내용을 반드시 포함하도록 하였고, 호주의 NSW 주 역시 HSC에 이차곡선과 벡터를 포함한다. 일본에서는 기하 내용을 공통테스트에서는 다루지 않지만 인문계 대학별 고사에서 공간도형 및 공간벡터 문항까지 출제된다(남진영, 탁병주, 2016). 영국, 호주, 일본의 이러한 체제는 기하 영역이 학생들의 진로 및 취업을 준비하는 데 필요하다고 보기 때문이다. 반면 우리나라 2015 개정 교육과정에서는 기하를 진로선택 과목으로 분리하였고, 이에 따라 수능에서 제외될 가능성이 높아졌다. 고등학교 교육과정에서 다루어지는 과목이 수능에서 배제되는 경우 그 과목에 대한 학교 수업이 소홀해진다는 점은 이미 기존의 시행을 통해서 드러난 바 있다(조성민 외, 2014). 수능이 교육과정을 기반으로 하기 때문에 기하 내용을 출제할 수 없게 된다면, 일본의 사례처럼 이 내용이 필요한 분야에 진출하는 학생들이 고등학교에서 충실하게 공부할 수 있도록 하는 제도적 뒷받침이 필요해 보인다.

또한, 외국의 대학입학 수학시험 개정 사례를 볼 때, 수능 수학시험의 행동영역을 전반적으로 재검토할 필요가 있다. 수능은 1993년 당시와 비교할 때 행동영역의 변화가 거의 없다. 그러나 수능 도입 당시의 상황과 현대 및 미래 사회는

같은 능력을 요구한다고 볼 수 없다. 4차 산업혁명 시대로 규정되는 현대 사회의 변화를 반영하고, 학생들이 주도적으로 살아갈 미래 사회에 어떠한 수학적 사고와 능력이 필요한지 검토하고, 이를 평가할 수 있는 방안을 마련하여야 할 것이다. 중요한 것은 어떤 수학적 사고와 능력을 어떤 기준에 의해 어떤 체제와 문항으로 신뢰성과 타당성을 확보하며 평가할 것인가이다. 특히 수능이 학교 교육과정의 운영과 수업 내용 및 학생들의 학습 내용에 막대한 영향을 미치고 있는 현실에서 고등학교 교육의 질적 향상을 가져올 것을 기대하며 고등학교 교육과정보다 대학 입학시험을 먼저 변화시킨 일본의 사례는 유의미한 시사를 준다.

둘째로, 3개국 모두 시험 체제와 함께 문항 유형을 변화시키고 있다. 영국 Edexcel에서는 오류를 판단하고 수정하는 문항, 수학적 모델링을 강화하는 문항 및 한 문항 내에 수식과 다이어그램을 모두 사용해야 득점할 수 있는 문항을 예시하였다. 호주의 NSW 주에서는 예시문항을 발표하지는 않았지만 반복적으로 출제되어 수험생의 수학적 능력을 발휘하기보다 사전에 준비된 답을 할 수 있는 문항의 출제를 지양하고, 새로운 유형의 문항 개발을 예고하였다. 일본에서는 수기식 단답형 문항과 학생이 주도적으로 풀어야 하는 문항이 출제될 예정이다. 과정을 평가하는 서술형 문항의 출제도 준비하고 있다.

수능 수학시험은 내용영역이나 평가틀이 편중되어 있으며 특정 패턴의 문항이 반복적으로 출제되고 있음이 지속적으로 지적되어 왔다(남진영, 2011; 박영용, 박윤정, 이현수, 2016; 이정무, 유진수, 이정아, 이경화 2016). 특정 단원에서 고난도 문항이 출제되면서 학생들의 학습 편중이 나타나고 있으며, EBS 연계 출제로 인한 훈련식 문제풀이 역시 끊임없이 지적되고 있다. 이러한 상황에서 새로운 유형의 문항 개발이 절실히 보

이다. 신유형 문항의 도입은 앞의 선행연구에서도 여러 차례 지적된 바 있으나 최근 세트형 문항이 도입된 것 이외에는 뚜렷한 변화가 없다. 당국은 보다 적극적으로 신유형 문항을 개발하고, 여러 차례의 모의시행을 거쳐 사회적, 교육적으로 신뢰성과 타당성을 확보하여야 할 것이다. 수험생과 학교 현장에 준비할 수 있는 기회와 시간 역시 충분히 제공하여야 할 것이다.

이와 함께 테크놀로지 사용에 대해 전향적으로 검토할 필요가 있어 보인다. A-level 시험에서는 모든 과목에서 계산기를 사용할 수 있도록 개편하였고, 호주에서는 테크놀로지 사용을 강화하며 기초학업능력평가를 온라인으로 시행할 예정이다. 일본에서도 공통테스트의 컴퓨터 기반 평가에 대한 연구가 시작되었다. 홍콩에서도 대학입학시험에서 계산기 사용이 허용되며(남진영, 2016), 국제학업성취도 평가도 컴퓨터 기반 평가로 이루어지고 있다. 현대 사회에서 계산기나 컴퓨터 등의 테크놀로지의 사용은 수학적 소양 및 글로벌 역량의 하나로 여겨지고 있다. 입시 경쟁이 치열하고 수학교육에 있어서 다소 보수적인 입장을 취하는 일본에서조차 공통테스트의 컴퓨터 기반 평가를 검토하고 있음은 시사하는 바가 크다. 우리나라에서도 학업성취도 평가 또는 수능에서 테크놀로지를 활용하는 것에 대한 연구를 시작할 필요가 있다. 수학적 사고를 전개하고 문제를 풀 때, 적절한 테크놀로지를 이용하는 것은 현대 사회에서 매우 중요한 역량이다. 수능이 학교 현장에 미치는 영향을 고려할 때 테크놀로지 활용을 보다 적극적으로 검토할 필요가 있다.

셋째로, 수능에 대한 학계의 보다 적극적인 뒷받침이 필요해 보인다. 현 수능을 비판적으로 검토하고, 미래 사회에 필요한 수학적 역량을 규정하며 이를 평가할 수 있는 새로운 문항을 개발하는 것 등은 학계의 적극적인 도움이 없이는 어렵다. 영국의 A-level 시험의 개선은 ALCAB의

활동 결과에, 일본의 공통테스트는 ‘고-대 연결 시스템 개혁 회의’의 활동 결과에 근거를 두고 있다. 우리나라에서도 이와 같은 보다 적극적인 학계의 뒷받침이 필요해 보인다.

또한 영국, 호주, 일본은 모두 대학입학시험 시행 후 학생들의 반응을 분석한 결과 보고서를 매년 발표하고, 보다 나은 시험을 위한 기초 자료로 삼고 있다. 수능의 결과는 수학교육적으로 양질의 자료가 되어 우리나라 수학교육의 현황을 파악하고 개선 방안을 마련하는 데에 중요한 기초가 될 수 있다. 이런 점에서 시행 기관의 관점이 아닌 학문적 관점에서 수능 수학시험에 대한 양적 분석과 질적 분석을 수행하고 수능의 개선과 우리나라 수학교육의 발전을 위한 기초 자료를 마련할 수 있도록 시행 기관과 학계의 연결 시스템을 마련할 필요가 있어 보인다.

수능은 대학에서 수학할 수 있는 능력 평가와 더불어 고등학교 교육의 정상화에 기여해야 하는 시험이다. 이것은 곧 고등학교 교육을 변화시키기 위해서 수능의 변화가 필요하다는 역설이 성립하게 한다. 다시 말하여 수능은 고등학교 교육을 변화시킬 수 있는 영향력이 있는 시험, 나아가 고등학교 교육의 발전을 선도할 수 있는 시험이라고 할 수 있다. 본 연구에서 살펴본 영국, 호주, 일본의 대학입학 수학시험 역시 이러한 점을 고려하며 미래 사회를 위해 학생들을 보다 잘 준비시키려는 방향으로 개정되고 있다. 수능도 시대가 요구하는 참된 수학적 능력을 규정하고, 이를 평가하기 위해 끊임없는 연구와 변화를 거듭해야 하는 교육적 책무가 있다고 할 수 있다. 이를 위한 학계의 뒷받침도 보다 적극적으로 이루어져야 할 것이다.

## 참고문헌

- 김성숙, 임해미(2015). 미국의 차세대 평가 PARCC와 Smarter Balanced 평가 비교 분석을 통한 평가 개선 방안 -6학년 수학을 중심으로-. **학습자중심교과교육연구**, 15(7), 771-794.
- 남진영(2011). 대학수학능력시험 수리 영역 출제 체제에 관한 고찰. **학교수학**, 13(1), 89-105.
- 남진영(2013). 호주의 대학 입학 수학 시험. 2013 **대한민국 수학교육관련 학회 연합 학술대회 프로시딩**. 2013.11.1.-2, 서울대학교.
- 남진영(2016). 7개국의 대학입학 수학 시험. **한국 수학교육학회 포럼**, 2016.10.14. 아주대학교.
- 남진영, 정연준(2011). 중국의 대학입학 수학 시험 분석 연구. **학교수학**, 13(1), 1-17.
- 남진영, 탁병주(2016). 대학입학 수학 시험 국제 비교 분석 - 미국, 영국, 호주, 싱가포르, 일본. **수학교육학연구**, 26(2). 287-307.
- 박영용, 박윤정, 이현수(2016). 대학수학능력시험이 고등학교 수학 학습 내용에 미치는 영향 - 문과계열 수학 성적 상위권 학생들을 중심으로 -. **한국학교수학회논문집**, 19(2), 177-196
- 서보익, 남진영(2010). 한국과 일본 대학입학시험의 수학 문항에 대한 비교 분석. **수학교육**, 49(4), 395-410.
- 이정무, 유진수, 이정아, 이경화(2016). 대학수학능력시험에서 통계적 소양 평가의 가능성 모색 - SAT 통계 문항과의 비교를 중심으로. **수학교육학연구**, 26(3), 527-542.
- 임해미(2013). OECD PISA 수학 소양 평가의 특징 및 문항 특성 분석. **교과교육학연구**, 17(4), 971-990.
- 전영주(2011). 중국 대학입학시험의 수학 평가내용 및 구성 고찰. **한국학교수학회논문집**, 14(1), 85-100.
- 조성민, 김재홍, 최지선, 최인선(2014). 대학수학능력시험 수학 영역의 내용 영역에 대한 고찰. **수학교육 논문집**, 28(2), 195-217.
- 조운동, 남진영, 고호경(2009). 한, 중, 미, 일의 전국단위 대학입학시험 수학과 출제체제 비교를 통한 수리 영역 개선 방안 연구. **학교수학**, 11(4), 547-565.
- 최인선, 이민희(2017). 대만의 대학입학시험 수학 문항 분석. **학교수학**, 19(2), 369-384.
- 한국교육과정평가원(2017). **2018학년도 대학수학능력시험 대비 학습방법 안내**. 한국교육과정평가원. 수능 CAT 2017-1-3.
- A Level Content Advisory Board (2014). *Report of the ALCAB Panel on mathematics and further mathematics*. ALCAB.
- AQA (2017a). *A level further mathematics specification*. AQA.
- AQA (2017b). *A level mathematics specification*. AQA.
- AQA (2017c). *AS level further mathematics specification*. AQA.
- AQA (2017d). *AS level mathematics specification*. AQA.
- Board of Studies Teaching & Educational Standards NSW (2012). *Mathematics General Stage 6 syllabus*. BOSTES.
- Board of Studies Teaching & Educational Standards NSW (2016). *Stronger HSC standards blueprint*. BOSTES.
- Edexcel (2017a). *A level further mathematics specification*. Pearson.
- Edexcel (2017b). *A level mathematics specification*. Pearson.
- Edexcel (2017c). *A level statistics specification*. Pearson.
- Edexcel (2017d). *AS level further mathematics specification*. Pearson.

- Edexcel (2017e). *A level mathematics sample assessment materials*. Pearson.
- Edexcel (2017f). *A level mathematics specification*. Pearson.
- Edexcel (2017g). *A level statistics specification*. Pearson.
- Matarese, L. G. (2015). Current assessment methods and future trends in the American education system. *교육철학*, 58, 119-146.
- NSW Education Standards Authority (2017a). *Changes to Stage 6 assessment from 2018*. NESA.
- NSW Education Standards Authority (2017b). *Mathematics Advanced Stage 6: Final draft syllabus for consultation*. NESA.
- NSW Education Standards Authority (2017c). *Mathematics Extension 1 Stage 6: Final draft syllabus for consultation*. NESA.
- NSW Education Standards Authority (2017d). *Mathematics Extension 2 Stage 6: Final draft syllabus for consultation*. NESA.
- NSW Education Standards Authority (2017e). *New NSW Stage 6 syllabuses: introduction to new syllabuses and assessment requirements*. NESA.
- NSW Education Standards Authority (2017f). *NSW syllabus for the Australian curriculum: Mathematics Standard Stage 6 syllabus*. NESA.
- NSW Education Standards Authority (2017g). *Parent Guide: New Stage 6 syllabuses and assessment from 2018*. NESA.
- Office of Qualifications and Examinations Regulation (2011). *GCE AS and A level subject criteria for matheamtics*. Ofqual/11/4988.
- Office of Qualifications and Examinations Regulation (2014). *Completing GCSE, AS and A level reform*. Ofqual/14/5466.
- Pye Tait Consulting (2014). *Analysis of the completing GCSE, AS and A level reform consultation: final report*. Ofqual/14/5549
- 高大接続システム改革會議 (2016). 高大接続システム改革會議「最終報告」. 文部科學省.
- 獨立行政法人 大學入試センター (2017a). 「大學入學共通テスト (仮称)」 記述式問題のモデル問題例. 獨立行政法人 大學入試センター.
- 獨立行政法人 大學入試センター (2017b). 大學入學共通テスト實施方針. 獨立行政法人 大學入試センター.
- 獨立行政法人 大學入試センター (2017c). 「大學入學共通テスト (仮称)」 實施方針策定に当たっての考え方 (案). 獨立行政法人 大學入試センター.
- 文部科學省 (2017). 大學入學共通テスト實施方針. 文部科學省.

# Revisions of University Entrance Exams of Mathematics in the UK, Australia, and Japan

Nam, Jinyoung (Gyeongin National University of Education)

In this study, revisions of university entrance exams of mathematics in the UK, Australia and Japan are investigated. In the UK, A-level mathematics are revised to harmonize pure and applied mathematics so that the subjects and contents of each test are adjusted, and new types of items are announced. NSW university entrance exams in Australia are being revised in line with the Stronger Higher School Certificate policy, which basically reinforces mathematics. In Japan, as part of the educational reforms that link high schools and universities, current exams of National

Center for University Entrance Examinations are abolished and Common Test for University Entrance is introduced. Mathematics of new test emphasizes comprehension, judgement and expression with new items and short-answer questions. Based on the case of the UK, Australia and Japan, this study discussed improvement of mathematics test in the Collage Scholastic Ability Test (CSAT) Korea in terms of objects and characteristics of test, systems and types of items. and support from academia.

\* Key Words : university entrance exam(대학입학시험), CSAT(수능), mathematics(수학), UK(영국), Australia(호주), Japan(일본)

논문접수 : 2017. 10. 10

논문수정 : 2017. 10. 30

심사완료 : 2017. 11. 2