

## 중국의 대학입학 수학 시험 분석 연구<sup>1)</sup>

남진영\* · 정연준\*\*

본 연구에서는 2009년과 2010년에 시행된 중국 대학입학 수학 시험을 분석하여 우리나라 대학입학시험인 대학수학능력시험 수리 영역에 대한 시사점을 도출하고자 하였다. 중국의 일반계 고등학교 수학교육과정을 기반으로 하는 중국의 대학입학 수학 시험은 수학 기초 지식과 대학 수학을 위한 수학적 소양을 다면적으로 평가하는 것을 목적으로 하여 이과 시험과 문과 시험으로 나뉘어 실시되며, 선택형, 단답형, 서술형 문항이 출제된다. 이 시험에서 평가하고자 하는 수학적 사고 능력은 사유능력, 연산능력, 공간상상 능력, 실천능력, 창의적 사고능력이다. 중국 대학입학 수학 시험의 분석 결과, 대학수학능력시험을 개선하기 위한 방법으로서 하위 문항의 출제, 복수의 정답을 지닌 선택형 문항의 출제, 수리 '가'형과 '나'형에서 공통으로 출제되는 문항의 배열과 배점을 달리하는 것에 대한 시사점을 얻을 수 있었다.

### 1. 서론

대학입학 시험은 좁게는 한 대학이 그 학교의 취지와 특성에 적합한 신입생을 선발할 수 있도록 하는 자료를 제공하며, 넓게는 국가 수준에서 당해년도 수험생들의 학업 수준과 경향을 파악할 수 있는 자료를 제공하는 역할을 한다. 일정한 시기 동안 성공적으로 역할을 수행하였다 해도, 교육과정의 변화와 더불어 대학교육의 사회적 역할의 변화, 전체 인구 및 학령인구의 변화 등은 대학입학 시험에 대하여 지속적인 변화를 요구한다. 다른 나라의 대입 시험 제도 전반과 각 교과목의 시험을 살펴보고 그 체제와 내용의 장단점에 대한 분석을 통해 시사점을 얻는 것은 변화를 준비하는데 큰 도움이 될 수 있다. 본 논문은 우리나라와 유사한 문화권에 있으면서 경제적·학술적 경쟁 관

계에 있는 나라 중 하나인 중국의 대학입학 시험을 자세히 살펴봄으로써 우리나라 대학수학능력시험(이하 수능)에 유의미한 시사점을 얻고자 한다.

중국에도 우리나라와 동일하게 국가 수준의 대학입학 시험이 존재한다. 중국의 고등학생들이 대학입학을 위해 치르는 시험의 정식 명칭은 '全國普通高等學校招生統一考試(전국보통고등학교초생통일고시)'이며, 일반적으로 이를 줄여 '高考'(이하 까오카오)라 한다. 까오카오는 우리나라의 수능과 유사하게 대학에서의 수학(修學) 능력을 평가하는 것을 목적으로 한다. 최근 중국에서 대학의 자체 선발권을 강화하면서 여러 유형의 특별 전형 제도를 확대하며 다양한 방식으로 학생을 선발하고 있지만, 까오카오 시험은 여전히 중국의 대학 입시에서 가장 중요한 자리를 차지하고 있다(박복선, 2005; 박영진·이춘근, 2000; 박종배, 2005; 이경자,

\* 한국교육과정평가원(jynam@kice.re.kr)

\*\* 충남대학교(yjjoung@cnu.ac.kr)

1) 본 연구는 KICE 연구자료 ORM 2010-63을 기초로 함.

2005). 중국 사회에서 까오카오 시험은 큰 관심의 대상이다(Zheng, 2008). 매년 6월 7-9일에 치러지는 까오카오는 중국 전역에서 1000만 명 이상의 인원이 응시하며, 시험을 치르는 무렵이면 교통 조절, 경찰차 호위, 버스 정류장의 변화, 비행 노선 조정 등 사회적으로 여러 제반 조치가 취해진다. 또한 응시자들은 이 시험을 통해 좋은 대학에 진학하는 것이 중국 사회에서 성공할 수 있는 지름길이 된다고 생각한다. 그렇기 때문에 중국 역시 학력 위주의 사고방식으로 인하여 입시 경쟁이 치열하고, 학부모들의 교육열, 대학 입시가 고등학교에 미치는 영향 등은 상당히 높은 편이다(박복선, 2005).

까오카오를 통한 중국 대학입학의 과정은 각 지역의 성(省)과, 북경, 상해, 중경 등의 대도시와 같은 광역행정구역에 따라 나뉘어 진행된다. 까오카오 시험지 세트에는 교육부 산하 고시중심(考試中心)<sup>2)</sup>이 출제하는 전국권 세트와 각 성과 대도시의 지방정부 산하 고시중심에서 주관하는 지역별 세트가 있다. 각 성/시에서는 교육부 고시중심이 주관하여 출제한 전국권 문항을 사용할 수도 있고, 자체적으로 출제한 문항을 사용할 수도 있다.<sup>3)</sup> 또한, 시험 과목에 따라 한 과목에서는 전국권 세트를 사용하지만 다른 과목에서는 독자적으로 개발한 시험지 세트를 사용하기도 한다. 수학의 경우 2010년에 20여 종의 시험지 세트가 사용되었다.<sup>4)</sup> 수험생들은 반드시 자신의 호적지가 소속된 성·시·신입생 모집 위원회에서 규정하는 시험을 치러야 한다. 각 대학은 미리 지역별로 할당된 정원에 따라서 타 지역에서 지원하는 학생들을 성적에 따라 선발한다. 해마다 까오카오가 끝

나면 교육부에서 각 지역별로 까오카오의 최저 학력기준을 발표하고, 각 대학에서는 이 기준에 부합하는 학생 중 입시 사정 점수의 상위 순으로 학생을 선발한다.

본 연구에서는 2009년과 2010년에 치러진 중국 까오카오의 수학 시험을 분석하여 수능의 수리 영역 시험에 대한 시사점을 도출하고자 한다. 중국 까오카오의 수학 시험의 문항을 분석하는 연구는 앞서 진행된 바 있다(한국교육과정평가원, 2001; 이재학·조승제·박선화·박혜숙, 2004; 조윤동·남진영·고호경, 2009). 이들 연구에서는 중국뿐 아니라 다른 여러 나라의 수학 시험이 함께 분석되면서, 중국의 까오카오 수학 시험이 가지는 특성이 간략하게 제시되었다. 본 연구에서는 중국의 까오카오 수학 시험을 보다 심층적으로 분석하고자 한다. 중국의 교육부 고시중심에서는 매년 초에 까오카오 시험의 요강을 발표하여 수험생들의 준비를 돕고 있다. 요강의 정식 명칭은 “보통고등학교 초·중·고·고시대강—수학(이과/문과)” (이하 고시대강)이다. 본 연구에서는 까오카오 문항과 함께 고시대강을 자세하게 살펴봄으로써 까오카오의 수학 시험의 특성을 집중적으로 분석하고, 이를 토대로 수능의 수리 영역에 대한 시사점을 도출하겠다. 그런데 20여개가 되는 까오카오의 모든 수학 시험지 세트를 대상으로 논의를 전개하는 것은 제한된 지면에서 다루기에 방대한 내용이다. 그리고 각 지역별 문항은 몇 개 지역을 제외하고는 대체로 비슷한 경향을 보인다. 따라서 2009년과 2010년에 치러진 까오카오의 여러 수학 시험지 세트 중에서, 중국의 교육부에서 직접 주관하는 전국권 문항을 중점적으로 분석하고, 북경권과 상해권 문항을

2) 교육부 고시중심은 국가 수준의 교육 관련 각종 시험에 관한 전문 업무를 맡고 있다.

3) 2009년의 경우 河北, 河南, 山西, 广西, 贵州, 黑龙江, 吉林, 云南, 甘肃, 新疆, 内蒙古, 青海, 西藏 지역에서 전국권 문항을 사용하였다.

4) 인터넷을 통해 까오카오 수학 시험지에 접근할 수 있다(예를 들어, <http://gaokao.jyb.cn/gtkk/>).

참고로 한다. 제한된 시험지 세트를 대상으로 하지만, 까오카오 수학 시험의 특성을 제시하는 데 충분한 것으로 판단된다. 이하에서는 먼저 까오카오의 체제 및 구성, 까오카오 수학 시험의 행동 영역, 내용 영역을 수능과 비교한 후, 대표적인 문항을 분석한다.

## II. 까오카오 수학 시험의 체제

중국의 고등학교 교육 과정은 우리나라의 제 6차 교육과정과 같이 문과와 이과로 구분되어 있다. 문과는 인문계열, 사회계열, 법학계열 등의 학과를 지원하는 수험생들이 선택하는 교육 과정이고, 이과는 경상계열, 공학계열, 의학계열, 농학계열 등의 학과를 지원하는 수험생들이 선택하는 교육과정이다. 우리나라와는 달리 경상계열이 이과에 포함된다. 통일고시의 수학 시험 역시 문과와 이과로 구분된다.

중국에서는 2000년대 초반 교육과정이 개편되기 시작하였다. 초기에는 상해 등 제한된 지역에서 실험적으로 개정된 교육과정에 따른 교육이 진행되었고, 점진적으로 확대되었다(박영진·이춘근, 2000; 박종배, 2005). 이에 따라 2009년과 2010년에는 까오카오 수학 시험을 위해서 기존의 교육과정을 따르는 고시대강 2종과 새 교육과정(新課標)을 따르는 고시대강 2종, 총 4종의 고시대강이 발표되었다(教育部考試中心, 2010a, 2010b, 2010c, 2010d, 2009a, 2009b, 2009c, 2009d). 기존의 교육과정을 따르는 고시대강과 새 교육과정(新課標)을 따르는 고시대강은 내용 영역과 행동 영역에서 부분적으로 차이가 있다. 그런데, 2009년에는 교육부 고시중심에서 기존의 교육과정에 따른 시험, 곧 전국권1과 전국권2 시험만 출제하였지만

2010년에는 이 두 시험 외에 새 교육과정(新課標)에 의한 실험판이 더 출제되었다.<sup>5)</sup> 실험판 시험과 전국권 시험의 가장 큰 차이는 전국권 시험은 모든 문항을 학생들이 풀어야 하는데, 실험판은 맨 마지막에 3개의 문항이 출제되고 수험생들은 그 중 하나를 선택하여 풀도록 되어 있다는 점에 있다. 실험판 시험 문항도 본래의 전국권 시험과 같이 취급되어 일부 성에서는 실험판 시험 문항을 그 성의 까오카오 수학 문항으로 채택하였다. 기존 교육과정에 따른 시험과 실험판 시험을 병행하는 것은 까오카오 본 시험을 변화시키기 전에 실험판을 제시하여 수험생들의 적응을 돕는 것이라고 볼 수 있다. 교육과정의 변화와 그에 따른 대학입학 시험 제도의 변화가 점진적으로 진행되고 있다.

### 1. 까오카오 수학 시험의 구성

수학 시험은 어문, 외국어와 함께 까오카오에 지원하는 모든 학생에게 필수 과목이며, 이과와 문과로 나뉘어 첫째 날 오후에 120분 동안 실시되고, 150점 만점이다. 수학 문항은 선택형, 단답형, 서술형 등 3가지 형식으로 출제되고, 선택형 문항은 4지선택형이다. 선택형 문항은 OMR 카드에 답을 표기하고, 단답형과 서술형 문항은 별도의 답지에 답과풀이를 기재하도록 되어 있다. 시험지는 제1, 2시험지로 구분되며, 까오카오 전국권 시험지의 경우 제1시험지는 선택형, 제2시험지는 단답형, 서술형 문항으로 이루어져 있다. 서술형 문항은 단독 문항 또는 2~3개의 하위 문항으로 구성된다. 수학 시험 문항 순서는 일반적으로 선택형→단답형→서술형 순서로 되어 있는데, 상해권 시험지는 단답형→선택형→서술형 순서로 되어 있다.

5) 2009년에는 실험판 문제에 대한 고시대강만 발표되었고, 실제 문제는 출제되지 않았다.

선택형, 단답형, 서술형 문항의 수와 배점, 문항 배열은 전국권, 각 성·시별로 다르다. 그러나 문과 시험지와 이과 시험지는 동일한 방식으로 구성된다. 수학 전체 문항 수는 일반적으로 22문±2문항 정도이다. 선택형 문항과 단답형 문항의 배점은 일반적으로 문항당 5점이며, 일부 지역에서는 4점이다. 대부분의 지역에서 두 유형의 문항에 동일한 배점이 주어지지만 일부에서는 다른 배점이 주어지기도 한다. 서술형 문항은 문항당 10점 이상의 높은 배점이 주어지는데, 구체적인 배점은 문항마다 다르므로 각 문항별로 배점이 표시되어 있다. 2~3개의 하위 문항으로 이루어진 서술형 문항의 경우, 하위 문항별 배점은 시험지에 표시되지 않고 전체 배점만 시험지에 표시된다. 2009년도에 실시된 주요 지역의 까오카오 수학 과목의 문항 구성과 배점은 <표 II-1>과 같다. 선택형은 각 지역에서 10문항 안팎으로 출제되지만 상해권에서는 4문항밖에 출제되지 않는다. 상해권에서는 그 대신 단답형이 14문항 출제된다. 북경권, 상해권, 천진성에서 서술형 문항의 총 배점은 각각 80점, 78점, 76점으로 총점의 50%를 넘는다. 특히 상해권의 경우 서술형이 다른 지역에 비해 적은 5문항 출제되면서 배점은 78점이 부여되어 각 문항의 점수 비중이 높다.

까오카오 시험의 수학 시험의 서술형 문항의 채점은 성급 시험기구가 총 책임을 지는데, 채점 인원은 대학교 교수를 위주로 하고 중·고등학교 교사 또는 연구원이 참여한다. 2009년 3월 8일자 중국 교육부의 고시에 따른 통일시험 업무 규정에 의하면 작문 등의 서답형 문항은 최소 2인이 채점하지만 수학의 비선택형 문제는 1명이 단독으로 평가하도록 규정되어 있다(한국교육과정평가원, 2009b). 다만 채점 과정에서 어려운 문제가 발생할 경우 성급 시험기

구에 보고하여 신속히 처리하고 처리 결과는 교육부 고시중심에 보고한다. 당일 시험 답안 채점 수의 20% 이상에 대하여 재검을 하고, 재검자의 의견이 시험 답안 채점자와 다를 경우 과목 시험 담당 채점팀 팀장이 채점 결과를 결정한다(한국교육과정평가원, 2010).

## 2. 까오카오 수학 시험 출제의 기본 원칙

2009년과 2010년에 발표된 고시대강에 제시된 수학 시험 출제의 기본 원칙은 대체로 다음과 같이 정리될 수 있다.

<표 II-1> 주요 지역별 수학 시험의 문항 구성과 배점

시험지 종류	선택형		단답형		서술형		합계	
	문항 수	총 배점	문항 수	총 배점	문항 수	총 배점	문항 수	총점
전국권1,2	12	60	4	20	6	70	22	150
북경	8	40	6	30	6	80	20	150
상해	4	16	14	56	5	78	23	150
중경	10	50	6	30	6	70	22	150
천진	10	50	6	24	6	76	22	150
산동성	12	60	4	24	6	66	22	150

첫째, 수학의 기초 지식에 대한 측정은 학교 수학의 근본이 되는 중점적인 내용이 비교적 큰 비중을 차지해야 한다. 피상적인 부분에 치중하지 않고, 수학 과목의 내재적 연계와 지식의 종합적 성격을 중시하여 출제해야 한다. 이를 통해 수학의 기초 지식에 대한 평가가 일정 수준의 깊이를 갖출 수 있도록 해야 한다. 둘째, 수학적 지식의 측정은 수학적 사고의 측정이 함께 진행되도록 해야 한다. 수학적 사고 방법에 대한 측정은 수학적 지식에 대한 한 차원 더 높은 수준의 추상적·포괄적 측정 방식이 되어야 한다. 셋째, 수학적 능력에 대한 측정은 수학 전반에 대하여 그리고 종합하고 응

용할 수 있는 능력이 강조되어야 한다. 곧 수학적 지식을 수단으로 삼아 수학이라는 교과목의 총체적인 의미를 파악할 수 있는지, 통일된 수학적 관점에서 자료를 조직하고 지식을 이해하고 융통성 있게 응용할 수 있는지를 평가할 수 있도록 해야 한다. 이를 통해 수험생 개인의 이성적 사유의 폭과 깊이, 나아가 학습에 대한 잠재 능력을 측정한다.

이상의 출제 원칙을 요약하면, 까오카오 수학 시험은 고등학교 수학 교육과정을 기반으로 하되, 단편적인 지식이 아닌, 여러 내용이 서로 연관되도록 하는 종합적인 출제를 지향한다. 또한 수학적 지식과 더불어 고차원적인 수학적 사고력의 측정을 목표로 하면서 종합과 응용, 창의성을 중시하고 있다. 그렇게 함으로 고등학교에서 습득한 수학적 지식과 기능의 정도를 측정하면서 동시에 대학에 진학하여 학업을 해 나갈 수 있는 수학(修學) 능력을 측정하고자 한다. 따라서 까오카오 수학 시험의 출제 원칙은 수능 수리 영역의 출제 원칙과 상당히 유사하다고 할 수 있다.

### 3. 까오카오 수학 시험에서 평가하고자 하는 수학적 사고 능력

까오카오에서 수학의 기초 지식에 대한 측정 은 수학적 사고 능력의 측정과 연결된다. 고시대강에서는 평가하고자 하는 수학적 사고를 구체적으로 범주화하여 설명하고 있다. 그런데 기존 교육과정을 대상으로 하는 전국권 시험에 대한 고시대강에서 분류한 수학적 사고 능력과 새로운 교육과정을 대상으로 하는 실험판 고시대강의 분류가 다소 다르다. 먼저 기존 교육과정을 대상으로 하는 전국권 시험에서 측정하고

자 하는 수학적 사고 방법은 사고능력, 공간상상능력, 연산능력, 응용적 사고, 창의적 사고이다(교육부 고시중심, 2010a, 2010b, 2009a, 2009b).<sup>6)</sup>

‘사고능력’은 수학 문제와 자료를 접하였을 때 이를 관찰하고, 비교·분석·종합·추상화하여 관련된 요소들을 추출해내고, 유추, 귀납과 연역을 통해 추론하며, 올바르게 잘 조직된 추론 과정을 제시하는 능력을 의미한다. 이것은 추상화와 추론 능력을 통합한 것으로, 수학적 사고의 가장 핵심적인 부분으로 간주된다. ‘공간상상능력’은 도형을 이루는 요소들 사이의 관계를 탐구하고 언어 및 기호로 표현된 것을 도형으로 변환하여 표현하고, 도안을 가지고 혹은 도안 없이 도형을 상상할 수 있는 능력을 가리킨다. 공간상상능력이 충분하면 주어진 조건에 의거하여 정확한 도형을 만들어 낼 수 있으며 도형을 보고 직관적 형상을 상상해 낼 수 있고, 도형을 구성하는 기본 요소와 그것들 간의 상호 관계를 정확히 분석하며, 도형과 도표 등의 수단을 사용하여 문제의 본질을 구체적으로 명시할 수 있다. ‘연산능력’은 법칙과 공식에 의거하여 정확한 연산과 변형 및 수치처리를 하고 문제에서 주어진 조건에 근거하여 합리적이고 간결한 연산 과정을 찾고 설계하며, 연산과정 중에 맞닥뜨리게 되는 장애를 조정할 수 있는 능력을 뜻한다. ‘응용적 사고’는 학습한 수학적 지식과 사상 및 방법을 종합적으로 응용하여 문제를 해결할 수 있는 능력으로, 관련 과목과 생활에서 나타나는 간단한 수학적 문제를 해결할 수 있는 능력, 문제에 대해 설명해 놓은 자료를 이해할 수 있고 주어진 정보 자료에 대하여 귀납과 정리 및 분류를 할 줄 아는 능력, 실제적 문제를 수학적 문제로 추상

6) 2000년대 초에는 사고력, 연산력, 공간 상상력, 문제를 해결하고 분석하는 능력 등 수학적 사고 방법을 4가지로 구분하여 제시하였다(이재학·조승제·박선화·박혜숙, 2004: 358). 2009년 고시대강과 2010년 고시대강은 이를 더욱 구체화, 세분화한 것이라 할 수 있다.

화하여 수학적 모형을 세우고, 연관된 수학적 방법을 응용하여 문제를 해결하고 검증하며 수학적 언어를 이용하여 표현하고 설명할 수 있는 능력이다. ‘창의적 사고’는 문제를 발견하고 제기할 수 있으며 기존에 학습한 수학적 지식과 사유방법을 종합적이고도 융통성 있게 응용하여 문제해결에 효과적인 방법과 수단을 선택하여 정보를 분석하는 능력을 가리킨다. 이러한 능력을 통해서 독립적으로 사고, 탐색, 연구하여 창의적으로 문제를 해결할 수 있게 된다.

개정된 교육과정을 대상으로 하는 실험판 고시대강(교육부 고시중심, 2010c, 2010d, 2009c, 2009d)에서는 기존의 수학적 사고 능력을 보다 세분하여 공간 상상 능력, 추상 개괄 능력, 추리 논증 능력, 연산 해결 능력, 수치 처리 능력, 응용적 사고력, 창의적 사고력의 7가지로 구분한다. 통계자료 등에 대한 수치처리 능력이 더욱 강조되면서 기존의 연산능력이 연산 해결 능력과 수치 처리 능력으로 세분되었다. 사고능력도 추상 개괄 능력과 추리 논증 능력으로 세분되었다. 고시대강에서는 추상 개괄 능력, 추리 논증 능력, 연산 해결 능력, 수치 처리 능력을 다음과 같이 설명한다.

추상 개괄 능력에서 ‘추상’은 사물의 비본질적 속성을 배제한 후 그 본질적 속성을 보이는 것을 말한다. ‘개괄’은 어떠한 부류에 속하는 대상의 공통된 속성을 구분해내는 사고 양식을 말한다. 추상과 개괄은 상호 연계되어 있는 것으로 개괄은 반드시 추상의 기초 위에서 어떠한 관점 혹은 결론을 도출해낼 수 있다. 추상 개괄 능력은 구체적이고 생동감 있는 실질적인 예를 통해 추상과 개괄을 해나가는 과정 속에서 연구 대상의 본질을 발견해낼 수 있는 능력이며, 주어진 대량의 정보자료 속에서 결론들을 개괄하여 문제해결을 하는 데에 응용하거나 새로운 판단을 해낼 수 있게 하는 능력이다.

추리 논증 능력은 사유의 기본 형식 중 하나이다. 추리는 연역추리와 귀납추리 모두를 포함한다. 논증 방법은 연역법, 귀납법, 직접 증명법, 간접 증명법을 모두 포함한다. 중·고등학교 수학의 추리 논증 능력은 이미 알고 있는 사실과 주어진 정확한 수학명제에 근거하여 어떤 수학 명제의 참, 거짓을 논증하는 초보적인 추리능력이다. 연산해결능력은 사고능력과 연산기술이 결합된 것으로, 이때의 연산에는 숫자 계산과 예측 및 근사치의 계산, 공식을 조합하고 변형하는 것, 기하도형에 있어서 각각의 기하적 양을 계산하고 해를 구하는 것 등이 포함된다. 수치 처리 능력은 수치를 수집하고 정리하며 분석할 줄 아는 능력이다. 대량의 수치 중에서 연구하고 있는 문제에 쓸모 있는 정보를 뽑아낼 수 있고 판단할 수 있는 능력을 의미하는데, 주로 통계나 통계 방법에 의거하여 수치를 정리하고 분석하여 실생활 문제를 해결할 수 있는 능력을 가리킨다.

수능에서는 수학적 사고 능력을 ‘행동 영역’이라는 항목으로 구분한다. 수능의 행동 영역에는 계산, 이해, 추론, 문제해결 능력이 있고, 추론 능력은 발견적 추론 능력과 연역적 추론 능력으로, 문제해결 능력은 수학 내적 문제해결 능력과 수학 외적 문제해결 능력으로 세분된다(한국교육과정평가원, 2002). 계산능력은 여러 가지 기본적인 계산능력을 포함한 문제해결 절차, 즉 알고리즘을 능숙하게 구사할 수 있는 능력을 말하며, 이해능력은 수학적 개념, 원리, 법칙 및 그와 관련된 사항을 이해하고, 주어진 문제 상황을 수학적으로 해석, 번역, 표현할 수 있는 능력을 말한다. 발견적 추론 능력은 관찰, 열거, 실험 등을 이용한 귀납, 유추, 추측 등을 통해 법칙과 문제해결방법을 발견하는 능력을 말하며, 연역적 추론 능력은 조건명제의 증명, 간접증명법, 모순법, 수학적 귀납법 등을 이용

하여 수학적 명제의 참, 거짓을 판별하는 능력, 이러한 증명방법을 사용한 증명을 이해하는 능력을 말한다. 문제해결 능력은 수학적인 개념, 원리, 법칙을 적용하고 추론과 사고 전략을 구사하여 문제를 해결하는 능력을 말하는데, 수학 내적 문제해결 능력은 수학의 여러 내용 영역 사이의 관련성을 파악하여 해결하는 능력을 말하고, 수학 외적 문제해결 능력은 일상생활 및 다른 교과와 내용을 소재로 한 수학적 응용 문제와 같이 수학 외적인 내용과 수학의 내용 영역 사이의 관련성을 파악하여 문제를 해결하는 능력을 말한다.

언뜻 보기에는 까오카오 고시대강에서 제시하는 연산능력(수치 처리 능력, 연산 해결 능력)이 수능의 계산 능력에 해당하는 것처럼 보인다. 그러나 수능에서 측정하고자 하는 계산 능력은 복잡한 계산이나 숫자의 처리가 아닌 간단한 알고리즘을 적용하여 간단한 계산 문제를 해결할 수 있는지를 평가하는 것이다. 따라서 까오카오에서 제시하는 것과 같은 ‘대량의 수치 중 연구하고 있는 문제에 쓸모 있는 정보를 뽑아낼 수 있고 판단할 수 있는 능력’, ‘통계 방법에 의거하여 수치를 정리하고 분석하여 실생활 문제를 해결할 수 있는 능력’보다는 간단한 문항을 다룬다. 이와 같은 문항은 수능에서는 ‘이해’ 또는 ‘추론’ 능력으로 구분된다. 또한 까오카오의 공간 상상 능력은 수능의 이해 능력에서 평가하고자 하는 것과 유사하다. 그러나 공간 상상 능력은 대체로 기하 영역에 국한되는 반면 수능의 이해 능력은 교육과정에서 다루는 전반적인 내용에 적용된다. 까오카오의 사고능력은 수능의 추론 능력에 해당하여, 추상 개괄 능력은 수능의 발견적 추론 능력, 까오카오의 추리 논증 능력은 수능의 연역적 추

론 능력과 유사하다. 그리고 까오카오의 응용적 사고력은 수능의 문제해결 능력과 유사하다.

까오카오 구분의 특징은 특정 내용 영역에 해당하는 사고 능력과 내용 전반에 해당되는 사고 능력이 혼재되어 있다는 것이다. 사고능력(추상 개괄 능력, 추리 논증 능력), 응용적 사고, 창의적 사고는 내용 전반에 적용될 수 있지만 연산 능력(수치 처리 능력, 연산 해결 능력)이나 공간 상상 능력은 특정 내용에만 적용될 수 있다. 이것은 곧 까오카오 수학 시험에서 특정 수학 지식(대수, 기하, 통계)을 강조하여 다루고 있음을 의미한다. 이와는 달리 수능의 행동 영역은 특정 내용 영역에 국한되지 않고 일반적으로 적용될 수 있으며, 시험의 공정성을 위하여 각 내용이 고르게 출제되도록 한다.

<표 11-2> 2010 까오카오 수학 시험 (전국권)의 내용 영역

내용 영역		문과	이과
필수	평면벡터	○	○
	집합, 간단한 논리	○	○
	함수	○	○
	부등식	○	○
	삼각함수	○	○
	수열	○	○
	직선과 원의 방정식	○	○
	원추곡선의 방정식	○	○
	직선, 평면, 간단한 기하	○	○
	순열, 조합, 이항정리	○	○
	확률	○	○
	통계	△ <sup>7)</sup>	○
	수학적귀납법, 극한과 연속성	×	○ 한
	도함수	○	○
수 체계의 확장	×	○	

7) 표에서 ‘△’의 의미는 단원의 일부만 포함되는 것이다. 문과에서 통계는 주로 모집단의 분포와 표본 분포의 관계, 추출 등을 다루지만 이과에서는 이 외에 이산확률분포, 정규분포, 단순 선형 회귀 방법 등이 더 추가된다.

가지 특징적인 것은, 까오카오 전국권 시험에서 2009년 고시대강에는 제시되지 않았던 정의적 측면이 2010년 고시대강에 첨가되고 있다는 점이다. 2010년 고시대강에 의하면 수험자는 특정 수학적 관점을 가지고 수학의 필요성과 가치를 이해하고, 수학 및 합리적인 정신을 존중하며 수학의 아름다움을 경험하며 중요한 수학적 사고 습관을 형성하여야 한다. 또한 마음의 평정을 유지하고 합리적인 시험 시간의 분배와 실질적인 과학적 접근으로 문제에 답해야 하며, 긴장과 어려움을 극복하기 위해 자신감을 가지고 인내하며 시험에 임하여야 한다. 수능에서는 이와 같은 정의적 측면이나 시험에 임하는 태도 등을 명시적으로 제시하지 않는다.

#### 4. 까오카오 수학 시험의 출제 범위

고시중심에서는 까오카오 수학 시험의 내용 영역을 고시대강에 구체적으로 제시한다. 이것은 광대한 국토를 가진 중국에서 지역별로 생길 수 있는 차이로 인한 불필요한 혼란을 막기 위한 것이라 생각된다. 출제 범위 역시 기존의 전국권 시험의 출제범위와 실험판 시험의 출제 범위에 다소 차이가 있다(<표 II-2>, <표 II-3> 참고). 실험판에서는 전국권의 내용 영역이 더 세분되어 있고, 순서도와 조직도 내용이 추가되었다. 특히 실험판 시험은 필수 고사와 선택 고사로 나뉘어 출제되어, 맨 마지막 문항은 수험생들이 3문항 중 1문항을 택하여 풀도록 하고 있다. 선택 문항의 내용 및 분량은 각 성(자치구, 직할시)에서 자체적으로 결정한다.

<표 II-3>에서 ‘계산 원리’는 경우의 수, 순열, 조합 내용에 해당한다. ‘기하 증명 선택 강의’에는 평면기하 내용과 정사영, 원뿔에 내접

하는 두 구의 관계, 이심률 등이 포함되고, ‘좌표계와 매개변수 방정식’에는 평면 직각 좌표계 내의 변환, 극 좌표계, 원기둥 좌표계, 구 좌표계, 매개변수를 이용한 여러 도형과 곡선을 방정식으로 나타내는 내용 등이 포함된다. 그리고 ‘부등식 선택 강의’에는 절대부등식, 코쉬 부등식의 일반형과 기하학적 의미, sort 부등식, 수학적귀납법, 베르누이 부등식 등이 포함된다. ‘확률’과 ‘통계’에서는 기본적인 확률 및 통계 내용을 다루고 ‘확률과 통계’에서는 회귀분석 등 심화 내용을 다룬다.

<표 II-3> 2010 까오카오 수학 시험 (실험판)의 내용 영역

내용 영역		문과	이과
필수	집합	○	○
	함수	○	○
	입체 기하	○	○
	평면 기하	○	○
	계산법	○	○
	통계	○	○
	확률	○	○
	삼각함수	○	○
	평면 벡터	○	○
	삼각 항등 변환	○	○
	삼각형 풀기	○	○
	수열	○	○
	부등식	○	○
	명제와 논리	○	○
	원뿔곡선과 방정식	○	○
	공간 벡터와 입체 기하	×	○
	도함수와 그 응용	△ <sup>8)</sup>	○
	추론과 증명	△ <sup>9)</sup>	○
	수 체계의 확장과 복소수	○	○
	계산 원리	×	○
확률과 통계	×	○	
순서도와 조직도	○	×	
선택	기하 증명 선택 강의	○	○
	좌표계와 매개변수 방정식	○	○
	부등식 선택 강의	○	○

8) 이 경우 ‘정적분, 미적분과 기본 정리’ 내용은 이과 시험에만 포함되고 문과 시험에는 포함되지 않는다.

각 성/시에서 출제되는 시험의 내용 영역은 전국권 시험과 다를 수 있다. 예를 들어 2009년 북경권 시험에서는 복소수 계산 대신 복소평면이, 문자가 들어 있는 식의 이항 전개 대신 정수와 유리수로 이루어진 수의 거듭제곱이 출제되었다는 점 등에서 전국권 시험과 다르다. 상해권에서는 3차정사각행렬 문항이 출제되었지만, 전국권 시험에서는 출제되지 않았다.

카오카오 수학 시험의 특징 중 하나는 문과와 이과의 내용 영역이 크게 차이나지 않는다는 것이다. 실험관의 경우, 공간벡터와 입체 기하, 통계 원리, 확률과 통계에서 다루는 내용, 도함수와 그 응용 단원에서 다루는 정적분, 미적분의 기본 정리, 추론과 증명 단원에서 다루는 수학적 귀납법만 문과 시험에서 제외될 뿐, 대부분의 내용이 이과와 동일하다. 이에 따라 문과 시험과 이과 시험의 공통 문항이 많이 출제 된다. 그런데 공통 문항의 번호는 문과 시험과 이과 시험에서 다르게 부여될 수 있다. 수능에서 수리 '가'형과 '나'형의 모든 공통문항에 같은 번호가 부여되고 있는 것과 대조적이다. 2010년 카오카오 전국권과 실험관 수학 시험에서 출제된 문과 시험과 이과 시험의 공통 문항 수는 <표 II-4>와 같다. 여기서 '2+1'은 2문항은 문과 시험과 이과 시험이 완전히 동일하게 출제되었고 1문항은 약간 다르게 출제된 경우를 나타낸다.

<표 II-4> 2010년 카오카오 수학 시험의 문·이과 공통 문항 수

	선택형		단답형		서술형	
	공통문항	전체	공통문항	전체	공통문항	전체
전국권1	6+3	12	0+2	4	3+1	6
전국권2	6+1	12	2+2	4	3+1	6
실험관	5+3	12	0+2	4	4+4	8

<표 II-4>를 보면, 실험관에서 문과와 이과가 완전히 동일한 문항은 약간 줄고, 변형시킨 문항이 늘고 있다. 서술형 문항의 공통 문항이 4+4로 되어 있지만, 이 중에 3문항은 선택 문항이다. 즉, 선택 문항에서 1문항, 나머지 5문항 중에서 1문항이 완전히 동일하게, 나머지 4문항이 유사하게 출제되었다. 따라서 학생들의 입장에서는 '2+4'이다.

### III. 카오카오 수학 문항의 특징

카오카오 수학 문항에는 과거 우리나라 학력고사 형태의 문항이 다수 있다. 그러나 카오카오 수학 시험은 수학적 지식의 종합과 응용 역시 강조하며, 이에 따라 하나의 문항이지만 포함된 내용 요소가 많은 문항이 서술형 형태로 출제된다. 이러한 문항은 난이도가 다소 높으며, 우리나라 과거 본고사 형태의 문항이나 경시대회 형태의 문항이 일부 출제되기도 한다. 본 장에서는 카오카오 수학 문항을 수능과의 차이점을 중심으로 분석하겠다.

#### 1. 카오카오 수학 문항 분석

##### 가. 문과 시험과 이과 시험의 공통 문항

[2010 실험관 이과 8번] 우함수 $f(x)$ 가 $f(x) = x^3 - 8 (x \geq 0)$ 을 만족시킬 때, 집합 $\{x \mid f(x-2) > 0\}$ 을 구하면? (A) $\{x \mid x \leq -2 \text{ 또는 } x > 4\}$ (B) $\{x \mid x < 0 \text{ 또는 } x > 4\}$ (C) $\{x \mid x < 0 \text{ 또는 } x > 6\}$ (D) $\{x \mid x \leq -2 \text{ 또는 } x > 2\}$
[2010 실험관 문과 9번] 우함수 $f(x)$ 가 $f(x) = 2^x - 4 (x \geq 0)$ 을 만족시킬 때, 집합 $\{x \mid f(x-2) > 0\}$ 을 구하면? (A) $\{x \mid x \leq -2 \text{ 또는 } x > 4\}$ (B) $\{x \mid x < 0 \text{ 또는 } x > 4\}$ (C) $\{x \mid x < 0 \text{ 또는 } x > 6\}$ (D) $\{x \mid x \leq -2 \text{ 또는 } x > 2\}$

9) '추론과 증명'에 있는 수학적귀납법은 이과 시험에는 포함되지만 문과 시험에는 포함되지 않는다.

카오카오의 문과 수학 시험과 이과 수학 시험에서는 평가하고자 하는 내용 요소가 같아도 상이한 문항이 출제되는 경우가 있다. 2010년 실험관 이과 8번과 문과 9번을 보면, 이 두 문항에서 평가하고자 하는 요소는 본질적으로 같다. 부등식 관점에서 볼 때, 문과의 지수부등식보다 이과의 삼차부등식이 인수분해가 필요하므로 어려울 수 있다. 그러나 그래프를 이용하면 두 문항의 풀이에 하등의 차이가 없다. 오히려 지수함수보다 삼차함수의 그래프를 그리는 것이 더 쉬울 수 있다. 대수를 강조하는 카오카오 시험에서는 이 문항의 초점을 대수적 풀이에 둔 것으로 판단된다.

2009년 전국권2 이과 22번과 문과 21번에서는 이과와 문과의 차이가 좀 더 두드러진다. 이 두 문항에서는 함수의 그래프를 그리고,  $a$ 의 값에 따른 변화를 파악해야 한다는 점에서 평가요소가 같다. 그러나 이과 시험에서는 초월함수가, 문과 시험에서는 삼차함수가 주어졌다. 또한, 문과 문항에서는  $a$ 의 범위가 주어졌기 때문에  $a$ 의 값에 따른 단조성의 변화가 없지만 이과의 경우는 주어진 조건에 맞는  $a$ 의 범위를 직접 구하여야 한다. (2)번의 부등식도 이과는 복잡한 식의 조작을 거쳐야 하지만 문과는 극솟값이 양수인 범위를 구하면 된다. 이와 같이 중국 카오카오 시험에서는 문과 시험과 이과 시험에서 같은 내용 요소를, 난이도만 다르게 묻고 있다. 그리고 이과 시험과 문과 시험의 문항 번호도 다르다.

#### 나. 기하 문항의 수준

카오카오 수학 시험에서는 내용 영역이나 행동 영역에서 다소 편중된 현상이 발견된다. 즉, 출제되지 않은 내용 영역과 행동 영역이 있는 반면 기하 영역과 연산 해결 능력을 측정하는 문항이 많이 출제된다.

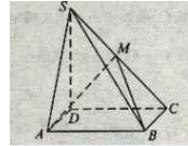
[2009 전국권1 이과 7번 - 문과 9번] 삼각기둥

$ABC-A_1B_1C_1$ 의 옆 모서리와 밑면의 변의 길이가 모두 같을 때,  $A_1$ 이 밑면  $ABC$  위에 정사영되는 점이 변  $BC$ 의 중점이다. 이면 직선  $AB$ 와  $CC_1$ 이 이루는 각의 코사인 값은?

- (A)  $\frac{\sqrt{3}}{4}$  (B)  $\frac{\sqrt{5}}{4}$  (C)  $\frac{\sqrt{7}}{4}$  (D)  $\frac{3}{4}$

[2009 전국권1 이과 18번 - 문과 19번] 그림과 같이 사각뿔  $S-ABCD$ 에서 밑면  $ABCD$ 는 직사각형이고,  $SD \perp \square ABCD$ ,

$AD = \sqrt{2}$ ,  $\overline{DC} = \overline{SD} = 2$ 이다. 점  $M$ 이 모서리  $SC$  위에 있고,



$\angle ABM = 60^\circ$  일 때,

(1) 증명하시오 :  $M$ 은 모서리  $SC$ 의 중점이다.

- (2) 이면각  $S-AM-B$ 의 크기를 구하시오.

[2009 전국권2 이과 22번] 함수  $f(x) = x^2 + a \ln(1+x)$ 가

두 점  $x_1, x_2$  ( $x_1 < x_2$ )에서 극값을 가질 때,

- (1)  $a$ 의 값의 범위를 구하고,  $f(x)$ 의 단조성을 논하시오.

- (2)  $f(x) > \frac{1-2\ln 2}{4}$  임을 증명하시오.

[2009 전국권2 문과 21번] 함수

$f(x) = \frac{1}{3}x^3 - (1+a)x^2 + 4ax + 24a$ 이고  $a > 1$ 일 때,

- (1)  $f(x)$ 의 단조성을 논하시오.

- (2)  $x \geq 0$ 인 모든  $x$ 에 대하여  $f(x) > 0$ 이기 위한  $a$ 의 범위를 구하시오.

기하 영역에서 2009년에 문과와 이과 공통으로 출제된 두 문항을 보자. 이과 7번(문과 9번)에서 다루는 소재는 우리나라 교육과정에서 다루지 않는 기울어진 삼각기둥이다. 기울어진 삼각기둥에서 정사영을 묻는 이 문항을 풀기 위해서는 정사영, 직선과 평면의 수직, 코사인 정리 등을 이해하여야 한다. 이 문항이 이과와 문과 공통 문항으로 출제되었다는 것은 곧 중국의 수학 교육과정에서 문과 기하 영역 수준이 높음을 의미한다. 같은 해 출제된 이과 18번(문과 19번) 문항은 이를 뒷받침한다. 서술형

문항이 출제되는 까오카오 수학 시험에서는 이와 같은 기하 문항이 서술형으로 반드시 출제되는데, 이는 전국권 시험 뿐 아니라 북경, 상해 등 각 성·시에서 출제되는 시험에서도 일관된다. 문항 형태는 증명이 가장 많다.

까오카오의 기하에 대한 높은 비중은 미국이나 영국 등에서 기하 교육을 약화시키고 논증 기하를 컴퓨터를 이용한 동적 기하로 대체시키는 것과 대조적이다. 우리나라 역시 인문과정에서는 기하보다 대수, 해석, 확률과 통계를 강조한다. 또한, 서술형 문항이 출제되지 않는 수능에서는 이와 같은 처음부터 끝까지 증명하는 능력을 평가하지 않는다. 현 수능에서는 증명 또는 풀이 과정이 제시되고, 빈 곳에 알맞은 것을 채우는 식의 유형(완성형)으로 출제된다. 이 문항 유형은 전형적으로 출제되는 유형으로, 증명(풀이 과정)을 따라가지 않고 답지만 보고 유추(예. 답지에 나온 답의 개수의 조합)할 수도 있고, 빈 곳의 앞뒤만 살펴도 답할 수 있다는 비판이 끊임없이 제기되고 있다. 2011학년도 수능에서는 이와 같은 형태를 바꾸어 빈 곳에 알맞은 식을 정확히 알아야 답할 수 있는 문항 유형으로 출제되었지만 증명(풀이 과정)을 다 읽지 않고도 답할 수 있다는 문제점 등은 계속 남아있다. 수능에서 증명 능력을 평가하는 것 자체에 대한 문제를 제기할 수 있지만, 이는 본 논문의 논지를 벗어난다. 다만, 처음부터 끝까지 본인이 증명하는 것과 이미 제시된 증명에서 빈 곳에 알맞은 내용을 찾는 것이 본질적으로 다른 업무에 둘 필요가 있다.

다. 하위 문항으로 이루어진 서술형 문항

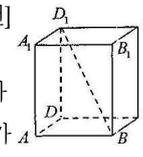
중국 까오카오 시험에서 선택형 문항과 단답형 문항은 단독으로 출제된다. 그러나 서술형 문항 중에는 몇 개의 하위 문항으로 나뉘어 출제되는 경우가 있다. 2009년 전국권1 이과 18번(문과 19번)은 두 개의 하위 문항으로 나뉘어

출제되고 있다. 이와 같은 경우, (1)의 증명을 못 하는 학생들도 M이 선분 SC의 중점임을 알 수 있고, 이는 (2)의 풀이에 도움이 된다. 이는 학생들에게 힌트를 제공함으로써 배점이 매우 큰 서술형 문항에 대한 부담을 줄일 수 있다는 장점이 있다.

2009년 전국권2 이과 22번(문과 21번)은 하위 문항을 통하여 한 함수에 대해 두 가지를 묻고 있다. 이와 같이 하위 문항을 출제하면 같은 조건 하에서 여러 내용 요소와 행동 영역을 물을 수 있다는 장점이 있다. 하위 문항이 서로 연결되어 점진적으로 마지막 하위 문항의 답을 구하도록 설계할 수도 있다. 이과 시험에서 한 문항으로 출제하는 내용을 문과 시험에서는 2개의 하위 문항으로 나누어 출제하거나, 같은 조건 하에서 문과 시험에서는 2개의 하위 문항을, 이과 시험에서는 3개의 하위 문항을 출제하면서 난이도 조정을 할 수도 있다. 현재 수능 수리 영역에서는 하위 문항이 출제되지 않는다. 대신 까오카오와 달리, 한 조건 하에서 <보기>에 있는 3개의 내용을 묻는 합답형 문항이 출제되고 있다. 그러나 합답형 문항은 5지선다형으로 출제되어 답지 구성에서 임의로 선택한 학생이 맞힐 수 있는 힌트가 불가피하게 제공된다는 단점이 있다. 또한, 문항당 배점이 2~4점밖에 안 되고, 100분에 30문항을 풀어야 하기 때문에 문항 수 및 <보기>의 내용 선택에 제한이 있다.

라. 답이 제한되지 않은 단답형 문항

[2009년 상해권 이과 5번 - 문과 5번]  
그림과 같이 정사각기둥  $ABCD-A_1B_1C_1D_1$ 의 밑면의 길이가 2이고 높이가 4이면 직선  $BD_1$  과  $AD$  가 이루는 각의 크기는 \_\_\_\_\_이다.  
결과는 역삼각함수를 사용하여 나타내라).



[2009 전국권1 문과 16번] 직선  $m$  이 두 평행선  $l_1: x-y+1=0$  과  $l_2: x-y+3=0$  에 의해 절단되는 선분의 길이가  $2\sqrt{2}$  일 때,  $m$  의 경사각은?  
 ①  $15^\circ$  ②  $30^\circ$  ③  $45^\circ$  ④  $60^\circ$  ⑤  $75^\circ$   
 이 중 정확한 답의 번호는 \_\_\_\_\_ 이다. (맞는 답을 모두 고르시오.)

현재 수능 수리 영역에서는 5지선다형 또는 단답형 문항만 출제되고, 단답형 문항은 세 자리 이하 자연수만 답으로 한다. 그러나 까오카오 수학 시험에서는 단답형의 답을 OMR 카드에 표기하는 것이 아니라 주어진 답지에 직접 답을 쓰도록 되어 있기 때문에 답에 제한 없이 자유롭게 문항을 출제할 수 있다. 2009년 전국권1 문과 16번 문항은 선택형처럼 보이지만, 실제로는 단답형 문항이다. 정답은 ①과 ⑤이다. 까오카오 시험에서도 선택형 문항은 정답이 1개이다. 그러나 단답형에서 이렇게 정답이 여러 개인 선택형 문제를 출제하고 있다. 까오카오의 단답형 문항과 서술형 문항의 채점 기준에 대해서는 알려진 바 없지만, 이 문항과 같은 경우는 부분 점수 부여도 가능하다.

2009년 상해권 이과 5번(문과 5번)은 식을 직접 쓸 수 있는 형태로 출제된 문항이다. 우리나라 교육과정에서 다루지 않는 역삼각함수가 출제된 것도 특징적이지만, 이와 같이 답 또는 식을 직접 쓰게 한다면 지금보다 더 다양한 요소를 평가할 수 있을 것이다.

마. 기타

앞에서 서술한 것 이외에 중국 까오카오 수학 시험 문항은 다음 특징을 가지고 있다.

첫째, 난이도의 편차가 매우 높다. 선택형 문항의 경우 쉽고 간단한 계산 문항, 공식에 대입하면 바로 답을 얻을 수 있는 문항, 우리나라 과거 학력고사식의 단순 지식을 측정하는

문항들이 주로 출제된다. 그러나 일부 단답형 문항과 서술형 문항은 어렵고, 출제 범위가 광범위하다. 우리나라 수리 '가'형의 '기하와 벡터'에서 다루는 공간도형, 벡터, 이차곡선, '수학II'에서 다루는 미분법, 자연로그,  $e$ , 삼각함수 등에 대한 문항이 문과 시험에서도 출제되고 있고, 이심률, 삼차정사각행렬의 행렬식 등 우리나라 교육과정에서 다루지 않는 내용도 출제된다. 이와 같은 다양한 난이도 편차와 서술형 문항의 출제로 까오카오는 적은 문항 수를 가지고도 중위권과 상위권 변별력을 확보할 수 있는 것으로 보인다. 다른 한편으로는, 전국 단위 대학입학시험이 그 나라의 고등학교 교육과정에 기반을 두고 출제된다는 점을 고려할 때, 중국 수학교육의 내용 수준이 우리나라보다 높음을 주목할 필요가 있다. 특히 문과 시험의 출제 범위나 난이도가 이과 시험과 크게 차이 나지 않음은 수능 수리 '가'형과 '나'형의 출제 범위 및 난이도와 매우 비교되는 점이다.

둘째, 우리나라 수능 수리 영역에서는 복잡한 계산보다 이해력과 사고력, 문제해결력을 평가하고자 하는 문항이 주로 출제된다. 그러나 까오카오 수학 시험에서는 간단한 지식을 측정하는 문항과 상당히 복잡한 계산이나 식의 조작을 요하는 서술형 문항이 동시에 출제된다. 이것은 이과뿐 아니라 문과 시험에서도 마찬가지이다.

셋째, 까오카오 시험에서는 미국 SAT 시험과 같이 문항이 시작되기 전에 기본적인 공식을 제시하고 있다. 전국권1 시험의 경우 두 사건  $A$ 와  $B$ 가 배반사건일 때,  $P(A \cup B) = P(A) + P(B)$ , 두 사건  $A$ 와  $B$ 가 서로 독립일 때,  $P(A \cap B) = P(A)P(B)$ , 구의 표면적, 구의 부피, 이항정리 등이 제시된다. 그러나 이 공식들은 시험에서 사용되지 않거나 문항 풀이에 크게 영향을 미치지 않는다.

넷째, 수능은 시험지 자체가 학생들이 문제 해결에 필요한 계산을 할 수 있도록 여백을 충분히 포함하고 있다. 이에 비하여, 까오카오 수학 시험지는 여백이 거의 없이 뾰뾰하게 문제가 기술되고, 계산을 위해서는 별도의 연습지가 학생들에게 주어진다. 수능에서는 부정행위 방지 차원에서 별도의 종이를 나누어주지 않고 있다.

#### IV. 까오카오 수학 시험의 시사점

수능 수리 영역과 까오카오 수학 시험은 고등학교 수학교육과정을 기반으로 하고, 사고력 측정을 통한 대학에서의 수학(修學) 능력 측정을 목표로 하며 두 계열로 나뉘어 출제되는 국가 수준의 대학입학 시험이라는 점에서 유사하다. 까오카오 수학 시험에는 관련된 요소들의 관계를 파악하는 과정이 상당히 복잡하며, 교묘한 대수적 조작을 필요로 하는 문항이 출제되기도 한다. 이에 비하여 수능 수리 영역 시험에서 난이도가 높은 문항은 까다로운 대수적 조작보다 핵심 개념과 아이디어를 정확하고 심도 있게 이해하고 있는지를 평가하는 문항이다. 이는 수능 수리 영역의 중요한 특징으로, 수능 시험은 세계 어느 나라의 전국단위 대입 선발 시험과 견주어 뒤처지지 않는, 높은 수준의 시험이다. 그렇지만 개선을 위한 노력이 지속적으로 경주되어야 한다. 본 논문에서 살펴본 중국의 까오카오 시험을 타산지석으로 삼을 때, 다음 사항들이 적극적으로 연구할 필요가 있어 보인다.

까오카오 수학 시험은 선택형, 단답형, 서술형의 다양한 유형으로 출제되기 때문에 다양한 각도에서 수학적 사고력을 평가할 수 있다. 즉, 올바른 결과뿐 아니라 그러한 결과를 얻어내는

과정에 대한 평가도 가능하다. 반면 수능 수리 영역 문항은 선택형과 단답형으로만 출제되며 이로 인해 찾아낸 결과가 타당한지를 평가의 기준으로 삼고 있다. 결과 중심의 평가는 효율적이면서 객관적인 채점이 가능하다는 장점이 있지만, 평가 요소 중에서 일부 모르는 것이 있는 학생과 하나도 모르는 학생, 그리고 알지만 풀이 과정에서 사소한 실수를 범하여 틀린 학생을 구분할 수 없다는 단점이 있다. 결과 중심으로 출제되는 수능 시험에서는 학생들의 자유롭고 창의적인 사고 과정을 평가하는 데에 한계가 있다. 또한 선택형 문항의 경우 임의적인 추측에 의한 득점의 가능성이 높다는 문제가 있다. 대학에서의 수학(修學) 능력 평가라는 수능 시험의 본래 목적과, 수능 시험이 고등학교 교육에 미치는 영향을 고려할 때, 이를 보완할 수 있는 방안을 적극적으로 모색할 필요가 있다. 현재 각 시·도교육청에서 학교 내신 시험에서 서술형 문항을 50% 이상 출제하도록 독려하고, 다양한 평가 방법을 도입하려고 노력하고 있는 것은 교육적으로 매우 바람직한 현상이다. 이와 동시에 수능 출제 체제의 개선 역시 고려하여야 할 것이다. 현 체제의 문제점을 재검토하고, 필요하다면 대폭적인 변화를 시도하여야 할 것이다. 이를테면 임의 선택에 의하여 답할 수 있는 5지선다형 문항수를 줄이고 단답형 문항을 늘리는 것, 단답형 문항 답의 다양화 등을 연구할 수 있다. 수능 출제 방식의 개선안으로서 서술형 출제가 제안된 바 있다(이재학, 조승제, 박선화, 박혜숙, 2004). 그러나 수능에 대한 사회적 민감도를 고려할 때 도입하기 어려워 보인다. 수능 수리 영역에 서술형 문항을 출제하기보다는 각 대학에서 수능의 한계를 보완할 수 있는 다양한 전형 요소를 마련하는 것이 더 현실성이 있을 것이다.

까오카오 단답형 시험에서 출제되는 여러 답

을 고를 수 있는 선택형 문항의 수능 도입을 개선안으로 고려할 필요가 있다. 까오카오 시험에서도 OMR 카드에 표기하는 선택형 문항의 정답은 하나이다. 그러나 단답형 문항에서 정답이 여러 개 있을 수 있는 선택형 문항이 출제되기도 한다. 현재 수능 수리 영역에서 출제되는 이와 유사한 문항은 <보기>에서 옳은 것을 여러 개 고를 수 있는 합답형 문항이다. 수리 영역에서 합답형 문항의 <보기>는 3개가 제시되고, 가능한 답지는 ‘ㄱ’, ‘ㄴ’, ‘ㄷ’, ‘ㄱ, ㄴ’, ‘ㄱ, ㄷ’, ‘ㄴ, ㄷ’, ‘ㄱ, ㄴ, ㄷ’의 7개이다. 이 중에서 5개를 택하여 답지를 구성하여야 하는데, 이때 여러 문제점이 대두된다. 예를 들어 ‘ㄷ’이 답인 경우, 보기 ㄱ과 ㄴ이 거짓임을 알면 당연히 ㄷ은 참이 되므로 ㄷ에 있는 명제의 참, 거짓을 판별할 필요 없이 답할 수 있다. 또한, 답지 5개에 있는 빈도수를 세어서 가장 많이 등장하는 <보기>를 참으로 선택할 수 있다. 이와 같은 답지 구성의 난점 때문에 합답형 문항에서 평가하고자 하는 본질적인 요소를 효율적으로 평가하기 어렵다. 일부에서는 합답형 문항의 답지 구성의 난점을 역으로 이용하여 학생들에게 임의로 응답하는 방법을 가르치기도 한다. 따라서 <보기>에 있는 참인 명제의 번호를 모두 OMR 카드에 표기하도록 한다면, 임의 선택에 의한 득점을 배제할 수 있을 것이다.

수능은 동일 계열에 속하는 전국의 모든 학생이 동일한 시험을 치르지만 까오카오 시험은 지역별로 상이한 문항으로 이루어진 시험을 치른다. 수능 수리 영역은 100분 동안 30문항을 풀도록 되어 있는 반면, 까오카오의 수학 시험은 120분 동안 20~23개의 문항을 풀도록 되어 있다. 까오카오에서는 서술형 문항의 답 작성에 시간이 필요하므로 수능보다 적은 수의 더 긴 시간을 주고 풀도록 한다. 문항 수가 적으

면 학생들 변별에 어려움이 있다. 이와 관련하여, 까오카오에서는 서술형 문항과 난이도 편차가 큰 문항을 출제함으로 극복하고 있다. 수능 수리 영역이 지향하는 바가 사고력 평가라면 속도 검사가 아닌 역량 검사가 되어야 하고, 이런 면에서 현재의 시험 시간과 문항 수에 대한 재검토가 필요하다. 시험 시간은 전체 시험 시간과 관련되기 때문에 늘리는 것이 어려울 수 있다. 이와 관련하여 현재 수능을 하루에 치르는 것을 완화하는 방안을 강구하여야 한다. 하루에 모든 과목의 시험을 치르는 것은 수험생들에게 부담일 수 있다. 점자로 시험을 보기 때문에 시험 시간이 1.5배~1.7배 더 소요되는 시각 장애우들의 경우 이 부담은 더욱 크다. 문항 수는 변별력 확보와 관련되기 때문에 쉽게 줄이기 어려운 점이 있다. 따라서 문항 수의 변화는 문항 유형과 함께 실증적으로 연구되어야 할 것이다.

까오카오에서는 동일한 내용 요소를 다루는 문항의 경우 이과 시험과 문과 시험에서 다양하게 출제되고 있다. 일부 문항은 이과 시험과 문과 시험에서 동일하게 출제되지만, 난이도가 조절된 형태로 출제되는 문항도 있다. 또한, 문항 배열도 이과 시험과 문과 시험이 다르다. 수능 수리 영역에서는 2011학년도 수능까지는 수리 ‘가’형과 ‘나’형의 공통 문항의 경우 문항 내용, 배점, 문항 번호가 모두 같다. 그러나 ‘가’형 응시 집단과 ‘나’형 응시 집단은 매우 다른 특성을 가지고 있고, 이에 따라 출제되는 문항 내용, 난이도, 배점, 배열은 다른 것이 바람직하다고 판단된다. 실지로, 동일한 문항이지만 정답률이 ‘가’형 응시 집단과 ‘나’형 응시 집단에서 30% 이상 차이 나기도 한다. 따라서 ‘가’형과 ‘나’형의 공통 문항은 많지 않은 것이 바람직하고, 동일한 배점과 번호에 출제하기보다 시험지 전체의 난이도 및 문항 배열을 고려

하여 달리 하는 것이 바람직하다. 또한, 평가 요소가 유사하더라도 까오카오에서와 같이 ‘가’형과 ‘나’형에서 난이도를 달리하여 출제하는 것이 필요하다. 이와 같은 변화는 한국교육과정평가원에서 발표한 바에<sup>10)</sup> 의하면 2007 개정 교육과정이 적용되는 2012학년도 수능부터 적용 가능해보인다.

#### IV. 결론

지금까지 2009년과 2010년에 시행된 중국 대학입학 수학 시험을 분석하고, 이를 바탕으로 하여 수능의 수리 영역에 대한 시사점을 도출하였다. 중국 대학입학 시험인 까오카오의 수학 시험은 고등학교 수학교육과정을 기반으로 하고, 사고력 측정을 목표로 하며 두 계열로 나뉘어 출제되는 국가 수준의 대학입학 시험이라는 점에서 수능 수리 영역과 유사하다. 까오카오 수학 시험에서 얻을 수 있는 시사점은 첫째, 결과중심 평가이고 임의 추측에 의해 득점할 수 있는 수능의 단점을 보완할 수 있는 체제가 필요하다는 것이다. 둘째, 복수의 정답을 지닌 선택형 문항의 출제를 고려할 필요가 있다. 셋째, 사고력 평가 및 역량 검사라는 수능의 특성을 고려할 때, 시험 시간 및 문항 수에 대한 재검토가 필요하다. 넷째, ‘가’형과 ‘나’형 공통 문항의 내용, 난이도, 배점, 배열 등을 달리할 필요가 있다.

국가 수준에서 치러지는 시험, 그것도 세계적인 교육열을 자랑하는 나라에서 이해관계가 첨예하게 얽혀있는 대학입학 시험에 변화를 주는 것은, 그것이 큰 변화이든 작은 변화이든 선불리 도입하기 어렵다. 이상에서 이끌어낸 시사점이 우리나라와 비교적 유사한 전통·문

화적 배경을 가진 중국의 대학입학 시험에서 얻은 것이긴 하지만, 이것을 실제 수능에 도입할 때에는 예상치 못한 문제가 발생할 수 있으므로 주의하여야 한다. 또한, 수능과 관련된 여러 체제의 개선이 필요하다. 이를테면 복수의 정답을 지닌 선택형 문항의 출제, 단답형 문항의 답의 다양화 등을 도입하기 위해서는 전산 채점 시스템의 변화와 이에 따른 채점 기간의 연장, 채점 오류 가능성 등이 종합적으로 검토되어야 한다. 그리고 충분한 사전 준비와 예고, 모의평가를 통한 시험적 도입 등을 통해서 시험생과 학교에서 변화를 인지하고 대비할 수 있도록 하여야 한다. 변화 자체에 대한 사회적 공감대의 조성도 필요할 것이다. 대학 자체에서 수능의 한계를 인정하고 다양한 전형 요소를 도입하여 이를 보완하는 방법을 강구하여야 하는 점도 있다. 수능은 2009년 개정 교육과정이 적용되는 2014학년도 수능부터 큰 폭의 변화가 예상되고 있다. 이 시점을 계기로 삼아, 여러 관련 기관에서 기존 수능 수리 영역의 문제점을 다각도로 검토하고, 합리적이면서도 교육적으로 바람직한 개선이 이루어지도록 하여야 할 것이다.

#### 참고문헌

- 박영진·이춘근(2000). 비교교육연구, 10(1), 23-42.  
 박복선(2005). 중국 대학입학제도와 개혁방향의 연구. 한국동북아논총, 37, 123-145.  
 박종배(2005). 중국의 대학입시제도: ‘3+X’와 특별전형의 중심으로. 교육비평, 19, 108-125.  
 이경자(2005). 중국의 대학입시제도. 한국교육학연구, 11(1), 77-98.  
 이재학·조승제·박선화·박혜숙(2004). 우리나라

10) www.mest.go.kr/web/279/ko/board/download.do?boardSeq=36964

- 라와 주요국의 대학입학 수학 시험문제 비교 연구. 한국수학교육학회지 시리즈 A <수학교육>, 43(4), 349-379.
- 조윤동·남진영·고호경(2009). 한, 중, 미, 일의 전국단위 대학입학시험 수학과 출제체제 비교를 통한 수리 영역 개선 방안 연구. 학교수학, 11(4), 547-565.
- 한국교육과정평가원(2001). 일본, 중국, 대만 대학 입시 제도 연구. 연구보고 RRE 2001-12.
- \_\_\_\_\_ (2002). 2003학년도 대학수학능력 시험 출제 워크숍 (수리 영역).
- \_\_\_\_\_ (2009a). 일본 대학입시센터 시험 문항 분석. 연구자료 ORM 2009-46.
- \_\_\_\_\_ (2009b). 교육과정·교육평가 국제 동향 연구. 연구보고 RRO 2009-9-1.
- \_\_\_\_\_ (2010). 중국 대학입학시험 문항 분석. 연구자료 ORM 2010-63.
- 教育部考試中心(2010a). 2010年普通高等學校招生全國統一考試大綱-數學(理科) ([http://gaokao.jyb.cn/gkfd/201001/t20100120\\_336674.html](http://gaokao.jyb.cn/gkfd/201001/t20100120_336674.html)) (최종검색일 2011.01.14)
- \_\_\_\_\_ (2010b). 2010年普通高等學校招生全國統一考試大綱-數學(文科) ([http://gaokao.jyb.cn/gkfd/201001/t20100120\\_336673.html](http://gaokao.jyb.cn/gkfd/201001/t20100120_336673.html)) (최종검색일 2011.01.14)
- \_\_\_\_\_ (2010c). 2010年普通高等學校招生全國統一考試大綱(新課程標準實驗版)-數學(理科) ([http://gaokao.jyb.cn/gkfd/201001/t20100120\\_336570.html](http://gaokao.jyb.cn/gkfd/201001/t20100120_336570.html)) (최종검색일 2011.01.14)
- \_\_\_\_\_ (2010d). 2010年普通高等學校招生全國統一考試大綱(新課程標準實驗版)-數學(文科) ([http://gaokao.jyb.cn/gkfd/201001/t20100120\\_336565.html](http://gaokao.jyb.cn/gkfd/201001/t20100120_336565.html)) (최종검색일 2011.01.14)
- \_\_\_\_\_ (2009a). 2009年普通高等學校招生全國統一考試大綱-數學(理科) (<http://www.fjzsksw.com/gaokao/DG/329505.shtml>) (최종검색일 2011.01.14)
- \_\_\_\_\_ (2009b). 2009年普通高等學校招生全國統一考試大綱-數學(文科) (<http://www.fjzsksw.com/gaokao/DG/226413.shtml>) (최종검색일 2011.01.14)
- \_\_\_\_\_ (2009c). 2009年普通高等學校招生全國統一考試大綱(新課程標準實驗版)-數學(理科) (<http://www.fjzsksw.com/gaokao/DG/226408.shtml>) (최종검색일 2011.01.14)
- \_\_\_\_\_ (2009d). 2009年普通高等學校招生全國統一考試大綱(新課程標準實驗版)-數學(文科) (<http://www.fjzsksw.com/gaokao/DG/226399.shtml>) (최종검색일 2011.01.14)
- Zheng R. (2008). Chinese college entrance examination: Review of discussions and the value orientation or reforms. *Frontiers of education in China*, 3(1) 137-148.

# A Study on the Chinese National University Entrance Examination in Mathematics

Nam, Jin Young (Korea Institute for Curriculum and Evaluation)

Joung, Youn Joon (Chungnam National University)

This study investigated the Chinese national university entrance examination (Gaokao) in mathematics administered in 2009 and 2010 to draw out some implications on the College Scholastic Ability Test (CSAT) in mathematics of Korea. To evaluate the attainments of basic mathematical skills and multilateral abilities required for further studies in university, the Gaokao mathematics is set in two forms(Art/Science), based on the Chinese national mathematics curriculum.

The types of items in the Gaokao mathematics are multiple-choice, single-answer, and write-out-answer. The mathematical abilities that the Gaokao mathematics evaluates are mathematical reasoning, operation, geometrical imagination, application, and creativity. As a result, some implications on the Korean CSAT are drawn out in terms of the level of difficulty, the types of items, the arrangements, and the scores of items.

\* key words : national university entrance examination(대학입학시험), Gaokao(까오카오), college scholastic ability test(대학수학능력시험), CSAT(대수능, 수능), mathematics(수학)

논문접수 : 2011. 1. 24

논문수정 : 2011. 3. 2

심사완료 : 2011. 3. 11