중국 대학입학시험의 구성 및 특징과 화학 문항 분석

김 현 경*
한국교육과정평가원

The Compositions and the Characteristics of the Chinese National Test for University Admissions, and the Analysis on Items Concerning Chemistry

Kim, Hyun-Kyung*
Korea Institute for Curriculum and Evaluation

Abstract: In this study, we examined the compositions, basic principles, and the area of the National Higher Education Entrance Examination (GaoKao) in 2009, we also analyzed the categories and characteristics of items. Also, the GaoKao was analyzed in terms of test specifications, the number of items, item patterns, difficulty levels, and implications of the College Scholastic Ability Test(CSAT) were explored.

Results show Natural Science section of the National Test 1, 2 are 300 points per 150 min, and Natural Science, and Chemistry of Shanghai is 150 points each per 120 min. Also, the GaoKao contained multiple choice and fill in the blanks questions, and the description items are composed of experiments of various types. The GaoKao Natural Science section is composed of physics, chemistry, biology but not earth science, which is different from the CSAT. GaoKao requires basic understanding or the observation ability to reasoning, the complex thinking ability, especially emphasized on the experiment ability. The range of possible questions is in the examination outline, not the curriculum, and the ratio of questions from the University level is high. In the analysis of the behavioral domain, the ratios of the understanding and application items is higher than the CSAT, and inquiry items is lower, but the inquiry items are deeper. In case of the ratio of the expected correct answer, National Test 1 and National Test 2 is similar, but the difficult items or about 20~39% of the test is 4~5 times to that of the CSAT, making the GaoKao very difficult. The peculiar characteristics of GaoKao is the emphasis on the experiment, and even though the practical items is of lower ratio, they are very useful in life.

Key words: National Higher Education Entrance Examination(GaoKao), Natural Science of National Test1 and National Test2, Shanghai Natural Science, Shanghai Chemistry, College Scholastic Ability Test(CSAT), Science Inquiry, Analysis of Items

Ⅰ. 서 론

교육 평가의 주요 목표 중 하나는 평가 결과에 대한 분석을 통해 학습자의 수행 정도에 대해 판단하여 교육과정 및 교수학습 개선을 위한 기초 정보를 마련하는 것이다. 대표적인 고부담 시험이자, 고등학교 교육과정을 마무리하는 시점에 치러지는 대학수학능력시험(이하 수능)도 교육 평가의 한 방법으로, '대학 수학 적격자 선발'이라는 수능 고유의 목표 외에 교육과정에 충실한 출제를 통한 고교 교육 정상화를 주요 목표로 하고 있다.(이정우 등, 2009) 따라서 이러한 목표 달성을 위해서는 수능에서 양질의 문항을 담보하는 것이 중요하며, 적정 수준의 변별력과 난이도 유지뿐만 아니라 수학능력을 측정하기에 타당하며, 문제 및 정답에 이상이 없는 완성도 높은 문항의 출제가 요구된다.

수능이 가지는 중요성으로 인해 그동안 여러 가지 연구가 진행되어 왔다. 수능 도입 초기에 우종옥 등(1992)은 실험평가 문항을 분석하여 평가목표를 상세화하는 연구를 하였고, 김은진과 김영수(1992)는 수능 초기 실험 평가 문항을 분석하는 연구를 하였다. 또한 명전옥과 박승재(1994)는 수능 도입과 탐구 사

*교신저자: 김현경(kimhk@kice.re.kr)
**2011.07.27(접수) 2011.10.14(1심통과) 2011.12.09(최종통과)

고력 평가에 관한 교사의 인식을 조사하였고 이양락(2002)과 홍미영 등(2002)은 수능 시험의 과학탐구 영역에서 응시자 수, 문항, 학생의 응답을 분석하는 연구를 수행하였다. 박종훈(2009)은 수능 언어영역 문항과 교육과정의 연계성에 대해, 노은희와 박기범(2009)은 미국의 SAT 문항 분석을 통해 수능 언어 영역 개선 방안을 탐색하는 연구를 하였다. 수능 수리 영역의 경우, 고호경 등(2007)이 난이도 예측 요인 분석 연구를, 조윤동 등(2009)이 한, 중, 미, 일의 전국 단위 대학입학시험 수학과 출제체제 비교를 통한 수리 영역 개선 방안 연구를 하였다. 그 외에서 김진희(2006)가 수능의 외국어(영어) 영역의 내용 타당도 연구, 이정우 등(2009)이 대학수학능력시험 사회 · 문화 과목의 답지 반응에서 발견되는 오개념 경향 연구, 함승연(2007)이 직업탐구 영역에서 출제된 문항 특성을 분석하였다.

한편 수능과 유사한 성격의 외국 사례에 대한 연구도 이루어졌는데 미국, 영국, 일본의 대학입학시험 점수체제에 관한 연구나(양길석 등 2007) 일본의 대학입시제도에 관한 연구나 일본 대학입시센터시험에 대한 분석(김보림, 2007; 김주훈 등, 2001; 김현경 등, 2010; 이근님 등, 1998; 이재학 등, 2004; 이정희, 2005; 이종승 등, 2004)이 이루어졌다. 중국의 입시에 대한 일부 선행 연구(김유리, 2006; 김주훈, 설현수, 2001; 김호웅, 2002; 박복선, 2005; 박종배, 2005; 이간용, 2008; 이경자, 2005; 정영근 외, 2009)에서 중국의 대학입학제도나 일부 과목의 문항을 다룬 적은 있었으나, 수능의 과학탐구 영역이나 화학 문항 차원에서 접근하여 시사점을 도출한 경우는 없었다. 이 연구에서는 중국 대학입학시험 문항 분석을 통해 수능 출제와 관련된 시사점을 얻고 이를 수능 출제에 적용할 수 있는 방안을 모색하고자 하였다.

따라서 본 연구에서는 수능의 신뢰도와 타당도 제고를 위해 우리나라와 마찬가지로 국가 중심 교육과정이며 국가 수준에서 이루어지는 다양한 문항 유형을 가진 중국 까오카오의 화학 문항을 분석하였다. 중국 대학입학시험의 정식 명칭은 '普通高等學校招生全國統一考試' 이며, 일반적으로 줄여서 '高考(까오카오)' 라고 부른다[1]. 북경의 경우, 이과 종합이 전국권의 이과 종합과 비슷하고 북경은 개별 과목으로 화학시험이 따로 없다. 그러나 상해의 경우, 이과 종합은 전국권의 이과 종합과 전혀 다르나 개별 과목으로 화학 시험이 있다. 본 연구에서는 전국권의 이과 종합과 상해의 이과 종합, 상해의 화학 시험에 대한 분석을 바탕으로 이루어졌다. 이들 시험의 화학 문항을 수능과 관련하여 내용 요소 및 행동영역에 따라 분석하고, 문항 유형과 특이 사항을 분석하였으며 우리나라 수험생의 관점에서 예상 정답률을 추정하여 우리나라 수능의 화학 문항 출제에 주는 시사점을 도출하였다.

Ⅱ. 연구 방법

1. 분석 대상

본 연구에서는 2009년에 시행된 까오카오에 대해 중국 대학입학시험의 특징 및 구성과 출제의 기본 원칙 및 범위, 검사지 구성 등을 살펴보았다. 까오카오의 경우 중화인민공화국 교육부, 중국교육고시원, 북경교육고시원, 상해교육고시원, 천진교육고시원 등의 홈페이지에 게시된 시험 안내 및 시험 결과 자료를 사용하였다. 우리나라 수능 시험과 비교하기 위해, 수능 시험의 경우 2008년에 시행된 2009학년도 수능 관련 자료를 사용하였다. 또한 문항의 내용 요소, 행동영역 요소, 예상정답률, 특이사항 등에 대해 분석하기 위해 까오카오의 화학 과목의 문항을 우리나라 수능과 비교하여 분석하였다.

2. 분석 방법

까오카오 이과종합의 화학 문항 분석은 우리나라의 수능 출제에 경험이 있는 3명의 교사들과 연구원을 포함한 전문가 협의회를 통해 이루어졌다. 문항 분석이 교육과정 내용요소, 행동요소, 예상정답률 등을 중심으로 이루어짐을 고려하여 고등학교 교사 경력이 10년 이상이며, 교육과정에 대한 이해와 함께 수능 문항 출제나 검토에 경험이 있는 등 문항 제작이나 난이도 추정 경험이 많은 교사들을 전문가로 위촉하였다.

까오카오 이과종합의 화학 문항 분석에 있어서 문항의 내용 영역은 까오카오 문항의 내용이 우리나라 제7차 교육과정에 제시된 과목 중 10학년 '과학', '화학Ⅰ', '화학Ⅱ' 중 어떤 과목에 해당되는지 분석하였으며 제7차 교육과정을 벗어난 내용으로 우리나라 교

1) 본 연구 자료에서는 문맥에 따라 '중국 대학입학시험' 또는 '까오카오'를 혼용하되, 주로 '까오카오'를 사용하기로 한다.

육과정을 벗어난 경우에는 '대학 수준'으로 분석하였다. 까오카오 문항의 행동 영역은 우리나라 수능에서 사용하는 행동영역 요소인 '이해', '적용', '문제인식 및 가설설정', '탐구설계 및 수행', '자료분석 및 해석', '결론도출 및 평가' 중 어떤 것에 해당하는지 분석하였다. 또한 예상 정답률을 분석하기 위해서 분석에 참여한 교사들은 정답이 포함되지 않은 문항을 제공 받은 후 문항의 정답을 찾고 우리나라 수험생이 같은 문항으로 시험을 치렀다고 가정하였을 때의 예상 정답률을 1% 단위로 각자 추정하였으며 각 교사들의 예상정답률을 평균값으로 구하였다. 그리고 문항 오류나 문항 형태 등 특이 사항도 분석하였다. 분석자들이 각자 문항을 분석한 후 전문가 협의회를 통해 분석한 내용을 논의하고 일치도를 높이는 과정을 거쳤다.

Ⅲ. 연구 결과 및 논의

1. 중국 대학입학시험의 특징 및 구성

중국은 1952년부터 전국의 통일적인 대학입학 제도를 실시하였으며 이 제도는 문혁시기에 일시 중단되었다. 다시 회복되어 1977년에는 각 성 · 시 · 자치구에서 단독으로 시험을 출제하였으며, 1978년부터 전국적으로 통일된 고시가 시행되었다. 입시위주의 고교 교육을 개선하고 학생들의 입시부담을 줄이기 위한 노력으로 1978년 상해에서 처음으로 어문, 수학, 외국어에 선택과목 하나를 첨가하는 '3+1' 방안을 시도하였다. 이러한 기초 위에 1998년에 교육부가 '3+X'라는 대학입시 개혁방안을 제시하였고, 'X'는 정치, 역사, 지리, 물리, 화학, 생물의 6개 과목 또는 종합과목인 문과종합(지리, 역사, 정치), 이과종합(물리, 화학, 생물)으로 수험생이 각자 선택하여 응시하는 과목이다(김유리, 2006).

까오카오는 고등학교 교육과정 내의 지식과 능력을 측정하는 시험으로 거의 모든 과목에 선택형 문항뿐만 아니라 단답형 및 서술형 문항이 포함되어 있어 학생의 종합적인 사고력과 지적 수준을 평가하고 있다. 까오카오의 주요 목적은 대학교 신입생 선발을 위한 시험 성적 제공과 동시에 중등학교에서 실시하는 '소질교육'과 '공민문화소질' 제고에 도움을 주기 위함에 있다(教育部, 2009).

까오카오는 일부 지역(시나 성 단위)별로 교육청에서 자체 출제하여 시행하되, 자체 출제하지 않는 지역의 경우는 중국의 국가 수준 교육 평가에 관한 전문 업무를 맡고 있는 '교육부고시중심(教育部考試中心)'에서 출제하고 있다. '교육부고시중심'에서는 '전국권1'과 '전국권2'의 2종의 시험 문항을 같이 개발하고 있다. '전국권1'은 다른 언어로 번역할 필요가 없는 곳에서 사용하고, '전국권2'는 소수 민족의 언어로 번역이 필요한 곳에서 사용하고 있다. 소수 민족의 언어로 번역하기 위해서는 적지 않은 시간이 소요되므로 해당 지역에 문제지를 먼저 제공할 수밖에 없는데, 이 과정에서 문항의 보안 문제가 발생될 수도 있다. 이 때문에 '전국권1'의 경우 '전국권2'와 문제를 다르게 출제하고 있다(신일용 외, 2010).

수능의 과학 탐구 영역에 해당하는 까오카오의 과목은 이과종합, 물리, 화학, 생물이며 필수 과목인 어문, 수학, 외국어와 달리 수험생들이 원하는 과목을 선택하여 시험에 응시하도록 되어 있다. 수능의 과학 탐구 영역과 크게 차이나는 부분은 지구과학을 선택과목으로 포함하지 않고 있다는 것이며 학생들이 선택할 수 있는 과학 관련 과목의 종류나 수가 성, 시 단위별로 조금씩 다르다는 것이다. 예를 들어 전국권 시험을 보는 지역이나 북경에서 치루어지는 까오카오에서는 물리, 화학, 생물의 개별 과목을 시험치지 않고, 이들 과목을 통합하여 검사지를 구성한 이과 종합 과목에 대한 시험을 치룬다. 반면 상해 지역의 경우에는 이과종합과 별도로 물리, 화학, 생물 검사지도 함께 개발되어 이들 중 수험생이 원하는 과목을 선택하여 시험을 치룰 수 있다(신일용 외, 2010).

까오카오 전국권 시험을 주관하는 기관인 고시중심에서 발표하는 2009년도 이과종합 시험에 대한 까오카오 요강에는 이과종합을 구성하는 세부 과목별로 시험이 요구하는 능력에 대하여 표 1과 같이 서술하고 있다.

물리, 화학, 생물 각 과목별로 제시하고 있는 요구 능력이 다소 차이가 있다. 세 과목에서 공통적으로 요구하는 능력은 실험 능력이다. 각 과목별로 제시된 실험 능력에 대한 설명이 다소 차이가 있으나 일반적으로 요강에 제시된 실험을 독자적으로 완성하고, 실험 기구를 사용하는 능력과 실험 방안을 설계하고 결과를 처리하는 능력을 포함한다. 화학의 경우 실험 능력과 별도로 관찰 능력을 제시하고 있다. 각 과목별로 약간의 차이가 있어, 과학의 개념, 원리 및 법칙 등의

표 1
2009년 까오카오 요강 이과종합 요구 능력

물리	화학	생물
• 이해 능력 • 추리 능력 • 분석 종합 능력 • 수학을 응용하여 물리 문제를 처리하는 능력 • 실험 능력	• 관찰 능력 • 실험 능력 • 사고 능력 • 자가 학습 능력	• 이해 능력 • 실험과 탐구 능력 • 정보 습득 능력 • 종합적인 운용 능력

의미를 파악하고 간단한 상황에서 그것들을 응용할 수 있는 이해 능력은 물리와 생물만 요구하며, 이와는 별도로 물리는 추리 능력, 분석 종합 능력을, 화학은 사고 능력, 자가 학습 능력을, 생물은 정보 습득 능력, 종합적인 운용 능력을 요구한다(신일용 외, 2010).

2. 출제의 기본 원칙과 범위

2009년 까오카오 이과종합 요강에서 밝히고 있는 시험의 성격은 자격을 갖춘 고등학교 졸업생과 이와 동등한 학력을 소지한 수험생이 참가하는 선발성 시험이다. 고등학교는 수험생의 성적에 근거하고, 이미 확정된 신입생모집 계획에 따라 德, 智, 體를 전반적으로 평가하여, 우수한 자를 선발하고 이로 인해 대학입학시험은 비교적 높은 신뢰도, 효과도, 적당한 난이도 및 필요한 변별력을 갖추도록 하고 있다(教育部, 2009).

전국권 시험의 이과종합 과목은 시험시간이 총 150분이며 300점 만점이다. 상해 이과종합과 상해 화학의 경우는 시험 시간이 각각 총 120분이며 150점 만점이다. 중국 대다수의 성, 자치구, 직할시에서 채택하고 있는 시험 방식은 2일간의 일정으로 까오카오가 치러지는데 이과종합 시험은 둘째 날 오전에 시행된다. 시험지는 일반적으로 선택 문항과 비선택 문항을 포함하고 있으며, 그 중 비선택 문항은 빈칸 채우기와 실험 문제, 도형 그리기, 계산 문제, 단답형 및 서술형 문항 등의 유형으로 이루어져 있다. 이과종합 시험은 물리, 화학, 생물로 구성되어 있지만 차지하는 내용의 비율이 다르다. 시험 문제의 배열은 문제유형, 내용, 난이도에 따라 이루어진다. 즉, 선택문제는 앞에 배열하고, 비선택문제는 뒤에 배열하며, 같은 유형 중 동일한 과목의 시험문제는 상대적으로 집중 배치하고, 동일과목에서 문항의 배치는 되도록 쉬운 것에서부터 어려운 순서대로 배열한다.

중국 고시중심에서는 각 성마다 매년 까오카오 요강에 이과종합의 출제 내용을 발표하며 화학 내용 영역을 구성하는 내용 요소로부터 다음과 같은 특징이 드러남을 알 수 있다.

첫째, 몇 가지 내용 영역에서는 우리나라의 7차 교육과정(교육부, 1997)에서 다루지 않는 내용이 포함되어 있다. 내용 영역별로 볼 때 중국 문항에서는 '흔히 볼 수 있는 무기 화합물'과 유기 화합물 단원에서 다루어진 '이성질체'나 '라디칼' 등의 내용을 다루고 있는데 이는 우리나라의 6차 교육과정 때 다루어진 내용이다. 이외에도 일부 내용영역의 요소들 중 일부는 우리나라 교육과정에서 다루고 있지 않은 것이다. 특히 중국의 경우 유기 화학 중에서 '당류나 단백질의 구조와 성질' 영역, '유기 반응의 주요 유형' 영역, '미지물의 구조식 유추 및 유기 합성' 영역 등이 이에 해당한다.

둘째, 우리나라 교육과정에서 다루는 내용 중에서 일부가 포함되어 있지 않다. 우리 나라 7차 교육과정의 화학 I 에 있는 '물의 특성'과 '기체 분자 운동론', '금속의 도금이나 부식', '세제', '의약품' 등과 우리나라 화학 II 교육과정에 있는 '물질의 상태와 용액'의 영역에 있는 내용 요소 중에서 '기체의 상태 방정식', '물질의 상변화', '액체의 증기압 곡선' 등은 중국 문항에서 다루고 있지 않다.

셋째, 우리나라 교육과정과 중국의 시험 요강의 내용영역에 공통으로 포함된 영역의 내용요소 중에서 일부는 중국의 경우가 심화된 내용을 다루고 있다. 특히 유기 화학과 관련된 내용은 우리나라의 경우 화학 I 에서 '주변에서 볼 수 있는 탄소 화합물'의 예를 들고 실생활과 관련 있는 '간단한 탄소 화합물의 특성과 이용'을 이해하는 정도로 다루고 있으나 중국의 경우 '유기 화학 기초' 라고 하지만 심화된 유기 반응과 유기 합성 등을 다루고 있다. 중국의 경우는 우리나라 수능에 비해 학문 중심적이며, 일반적으로 화학의 내용

범위가 더 넓고 더 깊이 있는 내용을 평가하고 있다.

넷째, 우리나라 수능의 경우 화학 실험에 관해 출제 범위에 명시하고 있지 않으나 중국의 경우는 시험 요강에 실험에 관해 구체적으로 출제 범위를 명시하고 있다. 중국의 출제범위에 제시되어 있는 화학 실험에 관한 정보에서 '기체의 실험실 제법' 으로 사용하는 시료나 용기 및 반응 원리와 수집 방법 등을 다루는 실험 일부를 제외하고는 대부분 우리나라 교과서에서 다루는 내용이다.

다섯째, 실험 기기의 사용을 강조하고 있다. 앞서 언급하였듯이 실험을 출제 범위로 명시하고 이를 강조하는 것 이외에 중국의 경우는 학생이 정확한 화학 실험의 조작을 통해 제시된 실험을 완성하는 능력을 더 구체적으로 평가하고 있다.

여섯째, 우리나라 수능의 경우 화학 계산에 관해 출제 범위에 명시하고 있지 않으나 중국의 경우 시험 요강에 구체적으로 출제 범위를 명시하고 있다. 중국의 출제범위에 제시되어 있는 화학 계산에 관한 정보는 분자식, 물질의 양, 몰체적, 농도, 화학반응식, pH, 연소열 등으로 대부분 우리나라 교과서에서 다루는 내용이나, 중국의 경우는 간단한 계산을 숙지하도록 되어 있다.

이상을 종합해 볼 때 중국의 시험 요강에 제시된 화학 내용은 우리나라의 교육과정 내용에 비해 유기 화학 등이 강조되어 있고, 우리나라 6차 교육과정에 있는 내용과 유사하다고 보여진다. 우리나라의 교육과정과 중국의 시험 요강의 내용이 공통된 부분도 있고 차이나는 부분도 있지만 우리나라와 중국에서 공통으로 다루는 내용 중 일부는 중국의 경우 대학 수준의 내용에 근접한 심화된 내용을 다루고 있음을 알 수 있다.

3. 검사지 구성

과학 탐구 영역에 해당하는 까오카오 문항들에 대하여 시험지 종류, 과목, 문항 형식으로 나누어 문항수와 배점을 살펴하면 표 2와 같다. 전국권 시험의 이과종합 과목은 총 300점 만점이고, 반면에 상해 시험의 이과종합 과목과 상해 시험의 화학 과목은 각각 총 150점 만점이다. 전국권1과 전국권2의 검사지에서 물리, 화학, 생물이 차지하는 상대적인 비율은 과목별 총 배점으로 결정되며, 각각 40%, 36%, 24%이다. 한편 상해 이과종합의 경우는 물리, 화학, 생물이 차지하는 비율이 각각 19%, 21%, 20%로 전체의 총 60% 가량이며 나머지 40% 가량은 사회와 관련된 과목들이다.

모든 검사지는 제1권과 제2권 두 부분으로 나누어져 있으며 제1권은 선택형 문항으로, 제2권은 단답형 또는 서술형 문항으로 구성되어 있다. 전국권1과 전국권2의 이과종합 검사지를 문항의 배점을 바탕으로 다시 분석해보면 물리, 화학, 생물에서 모두 총 배점의 42%정도에 해당하는 문항이 선택형 문항이고, 나머지 문항은 단답형이 43% 정도, 서술형 문항이 15% 가량으로 서답형 문항이 총 58%로 구성되어 있다. 한편 상해 이과종합의 경우는 소양 중심의 적성검사 같은 수준의 문항이며 선택형 문항의 배점이 64%로 높은데 이는 사회관련 과목의 배점이 높아 약 27%를 차지하기 때문이다. 그러나 상해 화학의 경우에는 선택형 문항이 총 배점의 44% 정도 되며, 서답형 문항은 56% 가량 된다. 이중 단답형이 27.3%이고 서술형 문항은 28.7%로 구성되어 다른 시험에 비해 서술형 문항의 비율이 높다. 우리나라 수능의 경우, 과학탐구에서 선택형 문항이 100%임을 볼 때, 중국의 대규모 평가인 선발시험에서 서답형 문항이 약 60% 가량인 점은 우리에게 주는 시사점이 크다고 볼 수 있다.

4. 문항 분석 결과

〈표 3〉은 우리나라의 10학년 과학, 화학Ⅰ, 화학Ⅱ와 비교하여 까오카오 이과종합에 있는 화학 문항, 상해 이과종합에 있는 화학 문항과 상해의 화학 문항의 내용 수준을 분석한 것이다. 상해의 이과종합은 우리나라의 적성검사 유형의 검사지이며 역사나 경제, 정치, 사회, 지리등을 포함한 사회탐구 영역의 문제와 물리, 화학, 생물, 지구과학의 과학탐구 영역의 문제가 포함되어 있으며 이들 문제들은 STS적인 관점에서의 기초 소양을 묻는 경향이 강하다.

전국권1에서는 우리나라 고등학교까지의 교육과정 수준을 벗어나는 대학 수준의 비율이 59.1%로 높고, 그 다음이 화학Ⅱ의 비율이 36.4%로 높다. 상해 화학에서도 대학 수준이 57.8%, 화학Ⅱ 수준이 37.5%로 전국권1의 비율과 거의 비슷하다. 전국권2에서는 화학Ⅱ의 비율이 57.7%로 높고, 그 다음이 대학 비율로 42.3%이다. 이는 소수민족 지역에서 많이 사용하는 전국권2를 조금 쉽게 내도록 고려하도록 하는 것이

표 2

2009년 까오카오 전국권 이과종합과 상해 이과종합 및 상해 화학의 문항 구성과 배점

시험지 종류 \ 문항구성 및 배점		선택형		단답형		서술형		계	
		문항 수	배점	문항 수	배점	문항 수	배점	문항 수	배점
전국권1 이과종합	물리	8	48	4	64	1	8	13	120 (40.0%)
	화학	8	48	3	45	1	15	12	108 (36.0%)
	생물	5	30	2	21	2	21	9	72 (24.0%)
	계	21	126 (42.0%)	9	130 (43.3%)	4	44 (14.7%)	34	300 (100%)
전국권2 이과종합	물리	8	48	4	67	1	5	13	120 (40.0%)
	화학	8	48	3	45	1	15	12	108 (36.0%)
	생물	5	30	2	20	2	22	9	72 (24.0%)
	계	21	126 (42.0%)	9	132 (44.0%)	4	42 (14.0%)	34	300 (100%)
상해 이과종합	물리	6	19	2	6	1	4	9	29 (19.3%)
	화학	7	21	2	7	1	4	10	32 (21.3%)
	생물	6	16	4	8	2	6	12	30 (20.0%)
	사회관련과목	17	40	5	7	5	12	27	59 (39.4%)
	계	35	96 (64.0%)	11	28 (18.7%)	9	26 (17.3%)	58	150 (100%)
상해화학	화학 (계)	22	66 (44.0%)	5	41 (27.3%)	4	43 (28.7%)	31	150 (100%)

( )는 계에 있는 총 배점에 대한 %임

표 3

2009년 까오카오 전국권 이과종합과 상해 이과종합 및 상해 화학 문항의 내용 수준별 문항수 및 비율 *( ) %*

시험지 종류 \ 내용수준	과학	화학 Ⅰ	화학 Ⅱ	대학 수준	계*
전국권1 이과종합(화학)	0 (0.0)	1 (4.5)	8 (36.4)	13 (59.1)	22 (100)
전국권2 이과종합(화학)	0 (0.0)	0 (0.0)	15 (57.7)	11 (42.3)	26 (100)
상해 이과종합(화학)	2 (16.7)	7 (58.3)	3 (25.0)	0 (0.0)	12 (100)
상해 화학	0 (0.0)	3 (4.7)	24 (37.5)	37 (57.8)	64 (100)

*문항수는 세트문항에 포함된 하위 문항수까지 모두 포함시킨 개별 문항수의 총합계임

반영된 것으로 보인다. 그러나 우리나라 고등학교까지의 화학 교육과정 수준을 벗어나는 문항이 전국권1, 전국권2와 상해 화학의 경우 평균적으로 약 50% 정도인데, 물리나 생물의 경우는 우리나라 교육과정을 벗어난 내용이 10% 내외였다(신일용 외, 2010). 한편 상해 이과종합의 경우는 대학수준의 문항은 없고 화학Ⅰ의 비율이 58.3%로 가장 높고 그 다음이 화학Ⅱ로 비율이 25.0%이며 과학에서도 4.7% 가량이 출제되었다. 전국권의 이과종합은 물리, 화학, 생물 과목들을 일정 비율로 단순 혼합하는 형식으로 출제되었으나 상해 이과종합의 경우는 일종의 종합능력측정시험으로서 학생들이 중등교육 단계에 상응하는 기초지식과 기본기능에 대한 전면적인 학습 및 활용 능력을 배양할 수 있도록 유도하기 위한 목적을 갖고 있다.

〈표 4〉는 까오카오의 전국권 이과종합과 상해 이과종합 및 상해 화학 문항을 행동요소에 따라 분석한 것이다. 이해와 적용에 해당하는 지식 관련 문항이 수능의 경우는 40% 미만으로 출제하려고 하고 있으나(한국교육과정평가원, 2004), 중국 입시의 경우는 우리나라 수능에 비해 문항수의 비율이 73%~87%로 높다. 그러나 중국의 경우 탐구 영역 문항수의 비율은 낮지만 거의 대부분의 탐구 문항이 서답형으로 매우 구체적이고 심도있게 평가하고 있다. 중국 입시에서는 지식관련 문항의 비율이 전국권1의 이과종합이 가장 높고 그 다음은 상해 화학과 전국권2의 이과종합 순이고, 제일 비율이 낮은 것이 상해 이과종합 이다. 전국권2의 경우 탐구 관련 문항이 26.9% 이며 대부분 탐구 설계 및 수행과 자료 분석 및 해석과 관련한 문항이었다. 한편 상해의 경우는 탐구 관련 문항이 41.6%로 문제 인식 및 가설 설정에서 한 문항 출제되, 탐구 관련 하위 요소에서 모두 골고루 출제가 되었다.

우리나라 수능의 경우 예상정답률이 20~39%, 40~59%, 60~79%, 80~100%에 해당하는 문항을 각각 3문항, 7문항, 7문항, 3문항씩 출제하도록 한다. 이에 비해 까오카오의 이과종합 문항의 예상정답률 분포는 〈표 5〉와 같다. 우리나라 수능의 경우는 20~39%에 해당하는 난이도 높은 어려운 문항이 15% 가

표 4

2009년 까오카오 전국권 이과종합과 상해 이과종합 및 상해 화학 문항의 행동요소별 문항수 및 비율 ( )%

시험지 종류 \ 행동요소	지식		탐구				계
	이해	적용	문제인식 및 가설설정	탐구설계 및 수행	자료분석 및 해석	결론도출 및 평가	
전국1권 이과종합(화학)	11 (50.0)	8 (36.5)	0 (0.0)	1 (4.5)	1 (4.5)	1 (4.5)	22 (100)
전국2권 이과종합(화학)	8 (30.8)	11 (42.3)	0 (0.0)	4 (15.4)	3 (11.5)	0 (0.0)	26 (100)
상해 이과종합(화학)	4 (33.4)	3 (25.0)	1 (8.3)	2 (16.7)	1 (8.3)	1 (8.3)	12 (100)
상해 화학	25 (39.1)	29 (45.3)	0 (0.0)	5 (7.8)	3 (4.7)	2 (3.1)	64 (100)

표 5

2009년 까오카오 전국권 이과종합과 상해 이과종합 및 상해 화학 문항의 예상정답률별 문항수 ( )%

시험지 종류 \ 예상정답률	0~19	20~39	40~59	60~79	80~100	계
전국권1 이과종합(화학)	0 (0.0)	18 (81.8)	4 (18.2)	0 (0.0)	0 (0.0)	22 (100)
전국권2 이과종합(화학)	0 (0.0)	18 (69.2)	4 (15.4)	4 (15.4)	0 (0.0)	26 (100)
상해 이과종합(화학)	0 (0.0)	0 (0.0)	9 (75.0)	3 (25.0)	0 (0.0)	12 (100)
상해 화학	0 (0.0)	45 (70.3)	7 (10.9)	11 (17.2)	1 (1.6)	64 (100)

량에 불과하게 출제되고 있다. 그러나 전국권1의 이과종합 화학의 경우 81.8%로 가장 높고 그 다음이 상해 화학으로 70.3%로 높다. 전국권2의 이과종합 화학의 경우는 소수 민족을 위해 조금 쉽게 출제하도록 하여 69.2%이지만 우리나라 보다 4~5배 높은 편이다. 또한 상해 이과종합에서 화학의 경우도 20~39% 문항은 없지만 40~59% 수준의 문항이 75%나 되어 우리나라의 경우 35% 가량 출제되는 것보다는 높은 비율이다. 기초 소양을 묻는 경향이 강한 상해 이과종합도 우리나라 수능보다는 어려운 문항이 많다. 또한 우리나라 수능의 경우 예상정답률이 80% 이상인 문항이 15% 가량 출제하려고 하는 반면, 중국의 경우 상해 화학 시험에서 1문항이 출제되어 1.6%가 출제된 것을 제외하고는 전국권1이나 전국권2의 이과종합 화학과 상해 이과종합 화학에서는 한문항도 출제되지 않았다. 따라서 문항의 예상 정답률을 분석한 결과, 중국의 선발시험에서 화학 문항이 문제지의 종류와 상관없이 우리 나라 수능의 시험보다는 매우 어렵다는 것을 알 수 있다.

5. 문항 사례 및 특이 사항 분석

다음에서는 우리나라 수능과 비교하여 특색 있는 문항의 사례를 구체적으로 나타낸 것이다. 번역된 문항을 실제 중국 문항의 형식으로 그대로 나타내었다.

① 기본 지식을 묻는 문항

그림 1에서 전국권1의 6번 문항은 각 이온의 특성에 관한 기본 지식을 알고 이를 제시하는 상황에 적용할 수 있는지 묻는 문항이다. 우리나라 수능에서는 출제하지 않는 형식이며, 발문의 가독성이 떨어지는 문항이다. 또한 묻는 이온의 특성이 우리 나라 교육과정에는 벗어나 지엽적인 이온의 성질까지 묻고 있다. 또한 그림 1에서 전국권2의 7번 문항은 용액과 콜로이드에 관한 기본 지식을 알고 있는지 묻고 있으며 우리나라 수능에서는 출제하지 않고 주로 내신에서 물어보는 형식의 문항이다. 그리고 중국의 까오카오에서는 요강을 발표하고 있는데 요강에 제시된 모든 영역에서 고르게 출제되지 않고 중복 출제되거나 출제되지 않은 내용 영역이 있다.

② 기본 지식을 문항에서 제시하는 상황에 적용하는 문항

그림 2의 문항은 물에 녹을 때 혹은 물과 반응할 때 열이 방출되는 물질을 고르는 것이다. 내용은 지식 문항이지만, 문제에서 묻는 것은 단순히 암기 지식을 재생하는 수준을 요구하는 형태로 출제된 것이 아니라 구체적인 상황을 제시하고 학생이 알고 있는 지식을 여기에 적절히 적용할 수 있는 능력이 있는지를 보는 문항이다. 우리나라 수능에서 2006학년도 6월 모의평가에 출제되었던 화학I 문제 중에서 〈보기〉에서 '철

[전국권1의 6번]

6. 다음의 각 이온 그룹 중, 용액 중에서 대량으로 공존할 수 있고, NaOH 용액을 넣어 가열하면 유기체를 방출하고 침전을 생성하는 한 그룹은?

A. Ba^{2+}, NO_3^-, NH_4^+, Cl^- B. Ca^{2+}, HCO_3^-, NH_4^+, AlO_2^-

C. K^+=, Ba^{2+}, Cl−, HSO_3^- D. Mg^{2+}, NH_4^+, SO_4^{2-}, K^+

[전국권2의 7번]

7. 용액과 콜로이드에 관한 다음 서술 중 옳은 것은?

A. 용액은 전하가 중성이며, 콜로이드는 전기를 띤다.

B. 전기가 통할 때, 용액 중의 용질입자는 각각 양극을 향해 이동하는데, 콜로이드 중의 분산질 입자는 어떤 한극을 향해 이동한다.

C. 용액 중의 용질분자의 운동은 규칙적이고, 콜로이드 속의 분산질 입자의 운동은 규칙이 없다. 즉 브라운 운동이다.

D. 한 광선이 각각 용액과 콜로이드를 통과할 때, 뒤에 것에는 명확한 빛의 패턴이 나타나는데, 앞에 것에는 없다.

그림 1 *기본 지식을 묻는 문항*

[상해 이과종합 10번]
10. 우측은 일회성 가열 컵 그림이다. 물주머니가 파열되었을 때, 물과 고체 조각이 혼합되고, 컵 안의 온도가 점차 올라간다. 이 가열 컵을 제조할 때 선택 가능한 고체 조각 덩어리는?
A. 질산암모늄 B. 산화칼슘
C. 염화마그네슘 D. 식염

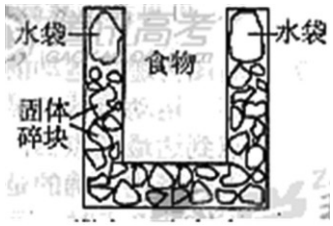


그림 2 *기본 지식을 문항에서 제시하는 상황에 적용하는 문항*

판을 지붕 재료로 사용할 때 부식을 막기 위하여 표면을 A로 도금할 수 있다' 는 옳지 않지만, 학생들은 그에 대해 잘 이해하지 못하였다. 그 이유는, 학생들은 지붕재료로 함석을 쓰며 함석은 철을 아연으로 도금한 것이라 배웠기 때문에, 문제에서 금속 A가 철보다 반응성이 크다는 이유만으로 옳다고 생각했던 것이다. 하지만 금속 A의 경우 철보다는 반응성이 크지만 알칼리 금속처럼 물과 반응하여 수소 기체가 발생하는 금속이 있기 때문에 이것을 지붕 재료로 쓸 수 없다는 함정을 생각하지 못한 것이다. 이와 같이 변별을 위해 지나친 함정으로 인해 배운 지식을 실제 상황에 적용하지 못하는 학생이 많이 있다는 것을 고려할 필요가 있다.

③ 실험(관찰 능력) 및 실험 설계

까오카오 전국권1과 전국권2의 이과종합 화학 문항

[전국권2의 28번]
28. 암모니아는 뜨거운 산화구리와 반응하여 질소와 금속구리를 얻으며, 그림 중의 장치를 사용하여 이 반응을 얻을 수 있다는 것을 이미 알고 있다.

다음 문제에 답하시오
(1) A속에 첨가한 물질은 ①_____이다.
반응이 발생한 화학반응식은 ②_____이다.
(2) B속에 더한 물질은 ③_____이며, 그 역할은 ④_____이다.
(3) 실험할 때 C에서 관찰한 현상은 ⑤_____며, 반응이 발생한 화학반응식은 ⑥_____이다.
(4) 실험할 때, D에서 관찰한 현상은 ⑦_____이며, D에서 수집한 물질은 ⑧_____며, 이 물질을 검증한 방법과 현상은 ⑨_____다.

[상해화학 26번]
26. 황화수소 기체의 실험실 제법(制法)과 성질에 근거하여 다음 빈칸을 완성하시오
(1) 만약 가스발생기를 이용하여 황화수소 기체를 만든다고 할 때, 기체를 만드는 원료로 다음을 선택할 수 있다.
a. 묽은 황산과 황화철 b. 묽은 질산과 황화철
c. 묽은 황산과 황화나트륨 d. 묽은 염산과 황화철

(2) 지금 황화수소 기체 생성 속도를 컨트롤 할 수 있는 장치를 조립하려고 한다. 다음 그림 중 적당한 실험기구를 선택하시오.
_____(번호 기입)

(3) 우측 그림과 같이 산소가 가득한 집기병(集氣瓶)에 소량의 담홍색의 묽은 용액을 넣고 황화수소 기체에 불을 붙였다. 불꽃이 자동으로 꺼진 후 기체를 통하게 하는 것을 멈추었을 때, 병 안에서 관찰할 수 있는 현상은

_____.

(4) 상술한 집기병에 계속해서 황화수소 기체를 통하게 하고, 진동시킬 때, 반응을 일으키는 화학반응식은:

_____

반응 과정에서 용액의 pH는 _____(커진다/작아진다/변하지 않는다/:선택기입)

(5) 순수하지 않은 황화수소 기체를 점화하면 폭발이 일어날 수 있다. 뜻밖의 사고를 방지하기 위하여 안전장치를 연결할 수 있다. 다음 그림의 장치 중 이러한 역할을 할 수 있는 것은?

*乳膠頭(유탁액)

(6) 공기 중에서 황화수소 기체의 체적분수가 4.3%~45.5%일 때 폭발이 일어날 수 있다는 것을 이미 알고 있다. 공기 중에서의 황화수소 기체 체적분수가 30%일 때, 그 폭발 산물은 _____다.

그림 3 *실험(관찰 능력) 및 실험 설계에 해당하는 문항*

은 12개 중에서 실험 문항이 2개로 실험 문항이 차지하는 비율은 각각 16.7%이다. 상해 이과종합의 화학 문항은 10개 중에서 실험 문항이 2개로 20% 가량이다. 상해 화학의 경우는 총 31개 문항 중에서 6개로 20% 가량이다. 우리나라 수능의 과학탐구 영역에서도 실험 문항을 출제하도록 노력하고 있지만 출제되는 실험 문항의 비율이 10% 이하임을 감안하면 중국의 까오카오 경우 실험 문항 출제가 강조되고 있음을 알 수 있다. 특히 중국의 경우 실험 문항은 실험 현상, 관찰, 기록, 분석 또는 데이터 처리를 근거로 정확한 결론을 도출하게 하며 단답형이나 서술형 문항의 형태로 더 심도 있는 실험 문항이다.

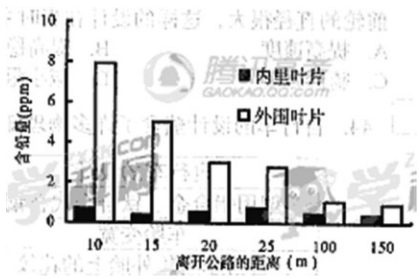
그림 3에서 전국권2의 28번 문항은 실험할 때 관찰하는 현상에 대해 묻고 있다. 그림 3에서 상해화학 26번 문항은 실험할 때 일어날 수 있는 위험 요소와 그 방지책에 대한 내용도 묻고 있으며 실험할 때 관찰하는 현상을 묻고 있다. 중국의 경우 화학과목 시험문제에서 실험 및 탐구 능력을 측정하는 문제가 많고 중요하게 다루는데 특히 첫 번째로 중요하게 요구하는 능력이 관찰능력이다. 출제 범위의 내용 영역에서 실험 현상을 관찰하는 것을 중요하게 다루고 있다. 또한 화학 반응식을 직접 쓰게 하는 문항이 많다. 이 문항의 경우, 실험을 직접 해 보고 관찰한 학생들이 유리한 문항이다. 반면, 우리나라 수능의 경우는 표현의 엄격한 제한과 이의제기 등으로 실험 문제 출제에 한계가 있다.

④ 환경 관련 탐구 수행 문항 및 세트 문항

중국 상해 문제의 경우 환경 및 생활과 관련된 내용의 문제가 출제가 되고 있으며, 독립된 세트 문항으로 구성하여 환경 문제에 대한 과학적 접근을 중요시하고 있다. 이 문항은 환경 오염 물질 중에 납을 소재로 하여 문제 상황을 제시하고 4개의 하위 문항을 통해 기본 개념에 대한 이해와 적용, 문제 인식 및 가설 설정, 탐구 설계 및 수행, 자료 분석 및 해석, 결론 도출 및 평가를 추론하는 사고 능력을 요구하는 문항이다. 그림 4에서 49번 (1)의 경우, '과제 명칭'을 묻고 있지만, 가설 설정에 관해 묻고 있는 것으로 볼 수 있다. 실제 수능에서 문항을 출제할 때 가설 설정에 관한 탐구 영역 문항을 만들기 위해 노력을 많이 하지만 매우

[상해 이과종합 五, 48번~51번]
五. (14점)
납은 일종의 중금속이며, 상대원자질량은 207이다. 납과 납의 화합물은 많은 용도로 쓰인다. 예를들면: 안료 제조, 축전지 등이다. 그러나 납류 화합물은 대부분 독이 있어서, 석탄발전소, 금속제련소는 모두 주된 납 오염원이다. 납은 일단 인체에 들어가면 누적되며, 사람의 뇌, 신장과 피를 만드는 기능에 모두 손상을 입힌다. 환경 중의 납 오염문제를 이해하기 위해서 샤오홍 학생은 다음과 같은 연구를 진행하였다.

48. 샤오홍은 우측 그림 도표를 열람하였다. 도표에는 도로에서 각기 다른 거리에 심겨진 양배추 속 납의 함량이 기록되어 있다. 이 그림을 보고 추측할 수 있는 것은: 양배추 속 잎사귀에 있는 납은 아마도 _____ 에서 온 것이며, 양배추 겉을 싼 잎사귀에 함유된 납의 함량이 다른 주된 원인은? _____
_____
_____



49. 자료를 열람할 때 샤오홍은 어린이가 공기 중에서 흡입하는 납의 양은 대략 성인이 흡입하는 양의 1.6~1.7 배라는 것을 발견했다. 이러한 현상을 탐구하기 위해서 샤오홍은 아래와 같은 연구를 진행하였다. 배운 지식을 토대로 다음 빈칸을 채우시오.
(1) 과제 명칭은:
_____
(2) 샘플 분석을 통해 다음과 같은 실험 데이터를 얻었다.

지면으로부터의 고도(m)	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
납의 농도($\mu g/m^3$)	1.10	0.98	0.91	0.72	0.66	0.54	0.50

이상의 실험데이터를 분석하여 얻어낼 수 있는 결론은 _____
이런 결과가 만들어진 원인은 아마도 _____

50. 방문조사에서 샤오홍은 어느 마을의 안료 공장에서 배출하는 폐수의 색깔을 관찰하고 감정한 결과 납을 함유하고 있다는 것을 알았다. 폐수 중의 납의 농도를 측정하기 위해서 샤오홍은 다음과 같은 실험절차를 설계했다.

폐수샘플 $\xrightarrow{\text{화학처리}}$ **b^{2+}을 함유한 용액** $\xrightarrow{K_2CrO_4}$ **$PbCrO_4$ 침전** $\xrightarrow{\text{여과}}$ $\xrightarrow{\text{세척}}$ $\xrightarrow{\text{a}}$ $\xrightarrow{\text{양측정}}$

(1) 실험절차 중 여과에 필요한 유리 실험기기는 _____, _____와 유리막대이다.
(2) 실험절차 a의 조작은 _____,라 하고, 이 조작이 빠지면, 측정결과는 ("높은 편", "낮은 편", "영향을 받지 않는다.")로 나온다.

51. 연구를 통하여 샤오홍은 납의 환경오염을 낮출 수 있는 일련의 건의를 제시하였다. 다음 건의 중 적당하지 않은 것은?
A. 무연 휘발유를 사용한다.
B. 새로운 무연 안료를 개발한다.
C. 납축전지로 작동하는 전동차를 만든다.
D. 석탄 발전소, 금속 제련소의 폐기는 공기 중의 먼지를 제거한 후 방출한다.

그림 4 *환경관련 탐구수행 문항 및 세트문항에 해당하는 문항*

만들기 힘든 문항이다. 가설이란 결론과 일치할 수도 있고 아닐 수도 있기 때문이라는 특성 때문이다. 하고자 하는 어떤 실험 혹은 연구에 대하여 최적의 제목을 붙일 수 있다는 것은 과제를 이해하고 있음은 물론 결론의 윤곽에 대해서도 어느 정도 예상하고 있다는 것이 되기 때문에, 연구에 있어 제목을 잘 붙이는 것이 중요하다. 또한 환경 오염 문제를 해결하기 위해 학생이 실제로 연구를 진행하는 하나의 문제 상황으로부터 기본 개념의 이해와 적용과 다양한 탐구 능력을 평가할 수 있도록 했으며 특히 세트 문항으로 구성되어 내용이 유기적인 흐름을 갖도록 하였다. 따라서 이 문항은 우리나라 수능의 출제에도 큰 시사점을 준다고 생각된다.

⑤ 실생활 소재를 활용한 문제해결 문항

중국 까오카오의 전국권1과 전국권2의 이과종합에서 화학문항의 경우 실생활 소재를 활용하거나 실생활과 관련된 문항이 한문항도 없었다. 상해 화학 문항의 경우는 64개의 문항 중에 단 한 개만 있어 0.02% 가량 달해 거의 없으며, 그림 5의 상해 화학 4번 문항이 이에 해당한다. 한편 상해 이과종합 화학 문항의 경우는 총 12개 문항 중에서 6개로 50% 가량의 문항이 있으며 그 예는 그림 5의 11번과 14번 문항이 해당된다. 14번 문항은 염소의 성질에 관한 지식을 알고 실생활에 이를 적용하는 능력을 묻는 문항이다. 우리나라 문제와는 많이 다른 형태의 문제로 보인다. 만약 우리나라의 문항이었다면 지식 자체를 재생하는 형태로 출제되었을 가능성이 크다. 염소기체가 물에 녹으

[상해 이과종합 11번]

11. 깜깜한 밤에 등대는 항해자들에게 방향을 가르쳐 준다. 등대의 전원은 반드시 길게 가야하며 안정적이어야 한다. 중국의 과학기술자는 알루미늄합금, Pt-Fe 합금망을 전극재료로 한 해수건전지를 연구개발했다. 이러한 건전지 중 (　　).
① 알루미늄 합금은 양극이다.　② 알루미늄 합금은 마이너스극이다.
③ 해수(바닷물)는 전기분해액이다.　④ 알루미늄 합금 전극은 환원반응을 일으킨다.

A ②③　B ②④　C ①③　D ①④

[상해 이과종합 14번]

14. 생활 하는 중에는 돌발사건을 당하게 마련이다. 우리들은 배운 지식을 잘 이용하여, 과학적이고 효과적인 방법으로 자신을 보호해야 한다. 만약 염소가 새는 일이 발생하였을 때 다음 자구책으로 타당한 것은?
A. 실내에 한 대야의 물을 놓기만 하면 된다.
B. 지대가 낮은 곳으로 가야 한다.
C. 풍향을 관찰하고 바람을 따라 옮겨가야 한다.
D. 석소다를 묻힌 수건으로 눈코를 막고 떠나가야 한다.

[상해 화학 4번]

4. 진한 염화암모늄 용액으로 처리한 무대 스크린은 쉽게 불이 붙지 않는다. 그 원인은?
① 스크린의 점화점이 올라감.
② 스크린의 질량이 증가함.
③ 염화암모늄이 분해하여 열량을 흡수하고 온도를 내림.
④ 염화암모늄이 분해하여 만든 기체가 공기를 격리시킴.

A ①②　B ③④　C ①③　D ②④

그림 5 *실생활 소재를 활용한 문제 해결에 해당하는 문항*

면 산성이라든지, 공기보다 무겁다든지 하는 물질의 성질을 암기시키고 그것을 재생하는 형태의 문항이 주를 이루었을 것이다. 그런데 이 문제는 그런 지식을 실제로 적절히 적용할 수 있는지를 묻는 것으로, 화학 교육과 동시에 안전교육까지 할 수 있는지 묻고 있다. 즉 화학이 우리 생활에 정말 직접적으로 연관되어 있다는 생각을 갖도록 하는 문항으로 보인다.

실생활 관련된 문항은 상해 이과종합의 화학문항을 제외하고는 우리나라 수능에서가 중국 입시 문항보다는 많이 출제되고 있으며, 우리 나라 수능의 경우는 실생활 소재는 관련 변인이 복잡하여 문항에서 통제하기 어려운 관계로 일본의 센터시험보다는 상대적으로 적은 편이다.(김현경 등, 2010)

⑥ 단답형 및 서술형 문항

그림 6의 문항은 전기 분해에 대한 내용을 묻고 있으며 행동 영역으로는 결론 도출 및 평가에 해당하는 문항이다. 우리나라 수능에서는 출제하지 않는 단답형과 서술형의 문항 형식이며, 난이도 면에서는 황산칼륨의 농도 변화를 보고 전자의 몰수를 계산해야 하므로 어려운 문항에 해당된다. 이와 같이 단답형과 서술형 문항의 경우 중국에서는 컴퓨터로 답지를 그대로 스캔한 후 컴퓨터를 보면서 합숙 채점을 한다. 채점 위원단을 구성하여 세 명이 팀을 이루어 각자 채점한 다음 높은 점수와 낮은 점수를 조율하고 서로 편차가 나면 다른 팀으로 답안지가 배정되어 편차가 줄어들 때까지 채점한다. 이와 관련된 문건은 보안자료로 비공개이며 이의제기는 성에 따라 다르지만 학생들이 직접 이의제기를 할 수 없고 각 학교의 선생님들이 학생들의 의견을 듣고 공문을 통해서 이의제기를 한다.

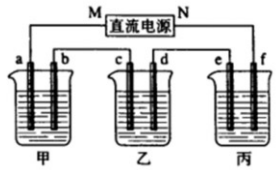
Ⅳ. 결론 및 제언

본 연구에서는 중국 대학입학시험인 까오카오 전국권1과 전국권2의 이과종합에서 화학 문항과 상해 이과종합 A에 있는 화학 문항 및 상해 화학 문항을 수능과 관련하여 내용 요소와 수준 및 행동 영역에 따라 분석하였다. 또한 중국 문항 유형과 특이 사항을 조사한 결과를 바탕으로 수능 과학탐구 영역의 화학 문항 출제에 주는 시사점을 얻고자 하였다.

우선 본 연구에서 분석한 중국 까오카오 이과종합 문항과 상해 이과종합 및 상해 화학 문항의 특징을 종

[전국권1의 28번] (주의: 시험지에 쓴 답은 무효임)

28. 다음 그림이 나타낸 장치 중, 갑(甲), 을(乙), 병(丙) 3개의 비커에는 순서대로 각각 5.00% NaOH 용액 100g, 충분한 양의 $CuSO_4$ 용액과 10.00%인 K_2SO_4 용액 100g을 담아 놓았으며, 전극은 모두 흑연전극이다.



(1) 전원을 연결하고, 일정 시간이 지난 후, 병(丙) 안에 있는 농도가 10.47%이고, 을(乙) 안의 c전극질량이 증가한 것을 측정했다. 이에 근거하여 문제에 답하라:

① 전원의 N단은_____극이다.

② 전극 b에서 발생하는 전극반응은_____다.

③ 전극 b에서 생성되는 기체의 부피를 표준 상황에서 식을 세우고 계산하라.

④ 전극 c의 질량변화는_____g 이다.

⑤ 전기분해 전후 각 용액의 산, 알칼리성의 크기에 변화가 발생하는지 여부와, 그 원인을 간단히 서술하라.

갑(甲) 용액_____

을(乙) 용액_____

병(丙) 용액_____

(2) 전기분해 과정 중에 구리가 모두 석출되었다면, 이때 전기분해가 계속 진행될 수 있는가? 그 이유는?

_____

그림 5 *실생활 소재를 활용한 문제 해결에 해당하는 문항*

합한 결과는 다음과 같다.

첫째, 중국 까오카오의 전국권1과 전국권2의 구성은 유사하다. 처음에는 소수 민족 지역에서 많이 사용하는 전국권2를 조금 쉽게 내도록 고려한 적이 있으나 지금은 전국권1과 난이도가 비슷해졌다. 중국 까오카오 전국권1과 전국권2의 이과종합은 물리, 화학, 생물 영역별로 출제된 개별 문항들이 단순하게 일정 비율씩 혼합되는 형태로 구성되어 있다. 박종배(2005)는 이과종합과 같은 '종합과목'은 기존의 문과류 · 이과류 과목들을 일정 비율로 단순 혼합하는 형식으로 출제되는 시험이 아니라 학생들이 고등학교 교육을 통하여 학습한 지식에 대한 이해 · 파악 · 적용 능력을 종합적으로 측정하는 시험이라고 하였으나 전국권1과 전국권2의 경우 물리, 화학, 생물 영역에 대한 개별 문항으로 구성되어 있다. 특이한 점은 우리나라 수능과 달리 지구과학 영역의 문항은 이과종합에 포함되어 있지 않다. 한편 상해 이과 종합의 경우도 사회 관련 문항이 포함되어 있지만 개별 문항은 물리, 화학, 생물로 구별되며 통합형 문항은 없다. 까오카오는 요강에 그 출제 내용이 제시되어 있는데 까오카오 요강의 경우도 물리, 화학, 생물의 개별 과목별로 출제됨을 나타내고 있다.

둘째, 까오카오의 다른 과목도 그러하지만 이과종합이나 상해 화학의 경우도 선택형의 객관식 문항뿐만 아니라 단답형, 서술형 문항 등 다양한 유형의 문항이 출제된다. 선택형 문항의 경우도 답이 1개 이상인 문항들이 있으며, 이들 문항에 대해서는 부분 점수를 부여하고 있다.

셋째, 중국 까오카오 이과종합은 실험 능력을 강조하고 있다. 물리, 화학, 생물 영역 모두 까오카오 요강에서 실험 능력을 요구한 것을 제시하고 있으며, 각 영역의 출제 내용으로 실험 목록을 제시하고 있다. 까오카오 전국권1과 전국권2의 이과종합 화학 문항 중 실험 문항이 차지하는 비율은 각각 16.7%이다. 상해 이과종합의 화학 문항과 상해 화학의 경우는 각각 20% 가량이다. 이러한 실험 문항은 실험 능력을 보다 잘 측정할 수 있도록 선택형이 아닌 단답형이나 서술형 문항으로 출제하고 있다. 기초적인 실험 기구 사용법을 포함하여 구체적인 실험 과정을 다루는 문항이 출제되고 있어 실험을 통한 탐구 능력 평가가 강조되고 있다. 가설을 입증하는 데 타당한 실험의 설계, 결과 예측, 결론 도출 등을 서술하도록 요구하고 있어 탐구 능력을 종합적으로 평가할 수 있도록 출제하고 있다.

넷째, 일상생활과 관련된 문항이 출제되고 있다. 중국의 경우 실생활 문항의 비율은 낮지만 생활 속에서 경험할 수 있는 소재를 이용하여 문제 상황으로 개발하고 있으며 실생활에서 일어나는 문제를 해결하기 위해 관련 지식에 대한 이해와 자료를 분석하는 능력, 결론을 도출하는 능력 등을 종합적으로 요구하는 문항 등이 있다. 특히 중국 상해 문제의 경우 환경 및 생활과 관련된 내용의 문제가 출제가 되고 있으며, 환경오염 문제를 해결하기 위해 학생이 실제로 연구를 진행하는 하나의 문제 상황으로부터 기본 개념의 이해와 다양한 탐구 능력을 평가할 수 있도록 세트 문항으로 구성되어 있다.

그 외, 중국 까오카오 문항은 복잡한 수식이 포함된 상황도 다수 있으며 수치 계산에 계산기가 필요한 경우도 포함되어 있다. 또한 문제 상황이 단순하지 않고 복잡하여 상황 이해 능력도 중요하게 평가하는 것으로 보인다.

이와 같은 중국의 까오카오 문항 분석 결과를 바탕으로, 수능 과학탐구 영역의 화학에 주는 시사점을 제시하면 다음과 같다.

첫째, 까오카오의 전국권 시험의 이과종합 과목은 시험시간이 총 150분이며 300점 만점이다. 상해 이과종합과 상해 화학의 경우는 시험 시간이 각각 총 120분이며 각각 150점 만점이다. 우리나라 수능이 과학탐구 영역의 물리, 화학, 생물, 지구과학의 과목이 각각 30분이며 50점 만점인 것을 감안할 때 적은 문항수이다. 교육과정에 들어 있는 개념을 되도록 많이 다루면서 그동안 준비를 많이 해 온 수험생들의 기량을 더 발휘할 수 있도록 문항수를 늘리는 방안과 중국이나 일본처럼 수능을 2일에 걸쳐 치르는 방안도 모색할 필요가 있다.

둘째, 까오카오의 경우 모든 과목이 4지선다의 선택형 문항뿐만 아니라 단답형 및 서술형 문항을 출제하고 있다. 중국은 4지 선다형, 일본은 5지 선다형이 주를 이루면서 두 나라 모두 답지의 개수가 고정되어 있지 않지만 우리나라는 모두 5지 선다형이다. 이러한 경우 4개의 답지로 구성하는 것이 적절함에도 5개로 답지를 구성하게 됨으로써 문항의 본질을 훼손하는 경우가 있다. 또한 두 개의 답지가 정답이 되는 문항도 출제하는 것을 난이도 등을 고려하여 출제할 필

요가 있다. 이는 추측으로 답을 하는 것을 최대한 배제할 수 있는 방법이기도 하며 더 깊은 사고력을 요구할 수 있기 때문이다.

셋째, 이과종합의 경우 우리나라 수능에 비해 실험 능력 측정을 강조하고 있는데, 실험 능력을 측정하는 문항의 경우 선택형이 아닌 단답형 및 서술형 문항으로 출제한다. 이러한 유형의 문항은 단순한 실험 도구 조작뿐만 아니라 구체적인 실험 과정에서 가설을 입증하는 데 타당한 실험을 설계하고, 결과를 예측하고, 결론을 도출하는 일련을 과정을 포함하여 탐구 능력을 종합적으로 평가하기 용이하다. 현재 우리나라 수능에도 이러한 단답형 및 서술형 문항의 출제를 도입할 수 있는지 면밀히 검토할 필요가 있다. 이는 시험이 치러지는 나라의 사회 문화적 환경, 대학입시제도 전체와 매우 밀접한 관계를 맺고 있지만 이의제기 방법과 서답형 문항의 채점이나 평가 틀에 대한 연구는 앞으로 심층적으로 연구할 필요가 있다.

넷째, 상해 이과종합의 경우처럼 일종의 종합능력 측정시험으로서 학생들이 중등교육 단계에 상응하는 기초지식과 기본기능에 대한 전면적인 학습 및 활용 능력을 배양할 수 있도록 유도하기 위한 목적을 갖고 있는 문과용 이과종합 시험과 전국권의 이과종합시험 같은 것을 다양한 종류의 시험으로 이원화할 필요가 있다. 앞으로 만약 수능의 역할과 기능에 따라 수능의 변별력이 약화된다면 과학적 소양을 측정하기 위해 상해 이과종합 같은 문항 출제 등의 여러 가지를 고려해 볼 수 있다. 또한 이과 시험의 경우는 상해 화학처럼 개별 과목을 하나씩 선택할 수 있는 방안도 제시해 볼 수 있다.

특히 2014학년도 수능부터는 선택과목의 수를 2개까지 줄이는 것을 검토하고 있다. 학생들의 학습 부담 경감을 위하여 교육과정 상에 제시된 선택과목 중 특정 소수 과목에 대한 평가만 계획하고 있다. 대학 수학 능력을 평가하는 적성 검사로서의 수능이 과학의 특정 과목에 대한 내용을 평가하는 것과 과학의 여러 분야를 고르게 평가하는 것으로 이원화 시키는 것에 대한 장단점을 검토할 필요가 있다.

국문 요약

이 연구에서는 2009년에 시행된 까오카오의 구성 및 출제의 기본 원칙과 범위, 검사지 구성 등 을 파악하고, 문항 유형, 특이 사항 등을 분석하였다. 또한 까오카오 전국권1과 전국권2의 이과 종합 및 상해 이과종합과 상해 화학 문항을 수능과 관련하여 내용 수준 및 행동 요소별로 분석하였고, 아울러 우리나라 수험생의 관점에서 예상 정답률을 추정하였다.

분석 결과, 까오카오 전국권 시험의 이과종합은 시험시간이 총 150분이며 300점 만점이고 상해 이과종합과 화학은 총 120분이며 각각 150점 만점이다. 또한 선택형 문항과 서답형 문항을 포함하고 있으며 서답형 문항은 실험 문제, 단답형과 서술형 문제 등 다양한 문제 유형으로 이루어져 있다. 이과종합 시험은 물리, 화학, 생물로 구성되어 있으며 우리나라 수능과 달리 지구과학 내용은 포함되어 있지 않다. 기본적인 이해나 관찰 능력부터 추리나 종합적인 사고 능력을 요구하고 있으며, 특히 실험 능력을 강조하고 있다. 시험의 출제 내용은 교육과정이 아닌 출제 요강에서 제시하고 있으며, 대체로 우리나라 고등학교까지의 교육과정 수준을 벗어나는 대학 수준의 비율이 다소 높았다. 행동 영역에 따른 분석에서 이해와 적용에 해당하는 문항의 비율이 우리나라 수능에 비해 매우 높게 나타났으나 탐구 설계 및 수행에 해당하는 문항의 경우는 비율이 높지는 않지만 매우 심도 있게 탐구 영역을 다루고 있다. 예상 정답률의 경우 전국권1과 전국권2의 예상 정답률 분포가 큰 차이를 보이지 않았으나, 예상 정답률이 20 39%에 해당하는 어려운 문항이 우리나라 수능과 비교할 때 4∼5배로 높아 어렵게 출제되는 것으로 평가된다. 특이 사항으로는 까오카오 문항이 실험 능력을 강조하고 있으며 일상생활과 관련된 문항도 낮은 비율이지만 생활에 유용하게 출제되고 있다.

주요어: 중국 까오카오, 전국권1과 전국권2의 이과종합, 상해 이과종합, 상해 화학, 대학수학능력시험, 과학탐구, 문항분석

참고 문헌

고호경, 이현숙 (2007). 고등학교 수리영역 시험의 난이도 예측 요인 분석. 한국학교수학회논문집, 10(1), 113-127.

교육부(1997). 과학과교육과정. 서울: 대한교과서 주식회사.

김보림(2007). 최근 일본 대학입시에서의 역사 평가와 한국사 관련 문항 고찰. 일본문화연구 24. 29-43.

김은진, 김영수 (1992). 대학수학능력시험 실험 평가 문제의 분석: 과학 탐구를 중심으로. 한국과학교육학회지, 12(1), 75-92.

김주훈, 설현수 (2001). 일본, 중국, 대만 대학 입시 제도 연구. 한국교육과정평가원 연구보고 RRE 2001-12.

김진희 (2006). 한국 대학수학능력시험과 일본센터시험 외국어(영어)영역 내용타당도 비교 연구. 한국외국어대학교 대학원 석사학위논문.

김유리 (2006). 중국 역사교육 평가의 현황과 특징: 대학입시(高考)를 중심으로. 역사와 역사교육, 12(0), 43-52.

김호웅 (2002). 중국의 조선어문시험 평가방식의 실태와 특성 - 2002년 보통고등학교초생전국통일고시조선어문(길림성전용)을 중심으로. 국어교육연구, 10, 465-498.

김현경, 김동영, 최혁준, 구자옥, 동효관, 신일용, 이양락 (2010). 일본 대학입시센터시험 이과 문항 분석. 한국과학교육학회지, 30(4), 452-471.

노은희, 박기범 (2009). 미국 SAT 문항 분석을 통한 수능 언어 영역 개선 방향 탐색. 국어교육학연구, 34(0), 267-307.

명전옥, 박승재 (1995). 대학수학능력시험 도입에 따른 과학적 탐구사고력 평가에 대한 과학 교사들의 관심과 필요 사항. 한국과학교육학회지, 15(4), 417-428.

박복선(2005). 중국 대학입학제도와 개혁방향의 연구. 한국동북아논총, 37, 123-145.

박종배(2005). 중국의 대학입시제도. 교육비평, 19, 108-125.

박종훈 (2009). 화법 교육과정과 수능 언어 영역 문항 간의 연계성 강화 방안. 화법연구, 15(0), 153-182.

신일용, 박기범, 박종훈, 남진영, 전영주, 김용명, 고현숙, 박진동, 황인표, 신항수, 장의선, 강대현, 이정우, 동효관, 최혁준, 김현경, 구자옥, 이용백, 장호성, 변은주(2010). 중국 대학입학시험 문항 분석. 한국교육과정평가원 연구자료 ORM 2010-63.

양길석, 이명애, 시기자, 민경석 (2007). 대학입학시험 점수체제 국외사례 연구. 교육과정평가연구, 10(2), 145-172.

우종옥, 이경훈, 이항로 (1992). 대학수학능력시험의 자연과학 탐구 능력 평가를 위한 행동 요소의 추출과 평가 목표의 상세화 연구 Ⅱ. 한국과학교육학회지, 12(2), 81-95.

이간용 (2008). 중국의 지리 평가 특성 분석-중국의 대학 입시 지리 시험 문항을 중심으로-. 사회과 교육, 47(3), 85-108.

이경자 (2005). 중국의 대학입시 제도. 한국교육학연구, 11(1), 77-98.

이근님, 남명호, 홍수조 (1998). 대학수학능력시험의 장기 발전 방안 연구. 한국교육과정평가원.

이양락 (2002). 대학수학능력시험 '과학 탐구' 의 응시자 수와 평균 점수 변화 및 문항에 대한 학생 반응. 한국과학교육학회지, 22(2), 345-356.

이재학, 조승제, 박선화, 박혜숙 (2004). 우리나라와 주요국의 대학입학 수학 시험문제 비교 연구. 한국수학교육학회 시리즈 A 〈수학교육〉, 43(4), 349-379.

이정우, 은지용 (2009). 대학수학능력시험 사회 · 문화 과목의 답지 반응에서 발견되는 오개념 경향 연구. 사회과교육, 48(3), 47-56.

이정희 (2005). 일본센터시험의 한국어시험 문항 구성에 관한 연구. 한국어 교육, 16(3), 253-274.

이종승, 박도순, 이종재, 남명호, 김홍원, 김정겸, 백순근 (2004). 대학수학능력시험 개선 방안 연구. 한국교육과정평가원 · 한국교육개발원 공동연구보고.

정영근, 임찬빈, 손민정, 이용백, 장호성 (2009). 2009 교육과정 · 교육평가 국제 동향 연구-대만 · 싱가포르 · 일본 · 중국. 한국교육과정평가원 연구보고 RRO 2009-9-1.

조윤동, 남진영, 고호경 (2009). 한, 중, 미, 일의 전국단위 대학입학시험 수학과 출제체제 비교를 통한 수리 영역 개선 방안 연구. 대한수학교육학회지, 학교수학, 11(4), 547-565.

한국교육과정평가원 (2004). 대학수학능력시험출제 매뉴얼 과학탐구 영역.

함승연 (2007). 대학수학능력시험 직업탐구영역 공업계열 출제 문항에 관한 고찰. 대한공업교육학회지, 32(2), 23-46.

홍미영, 전경문, 이양락, 이범홍 (2002). 대학수학

능력시험 공통과학 중 화학 영역의 문항 및 응시자 응답 분석. 한국과학교육학회지, 22(2), 378-386.

教育部(2009). 教育部關于印發《高等學校招生全國統一考試考務工作規定》的通知. 教考試 2009-2.

教育部考試中心(2009). 2009年高考考試大綱新版. http://fjzsksw.com/gaokao/DG/226407.shtml (검색일: 2010. 5. 18.)

教育部考試中心(2009). 2009年高等學校招生全國統一考試大綱. 中國教育在線. http://gaokao.eol.cn (검색일: 2010. 5. 18.)

北京考試院(2004). 2004年 北京市 夏季 高考 語文科目 考生 水平及 教學 質量 分析. http://www.bjeea.cn/217584555043848192/20041229/3789.shtml. (검색일: 2010. 5. 20.)

中華人民共和國教育部(2003) 普通高中英語課程. 人民教育出版社.