

대학수학능력시험 화학 I 문항 분석 및 학생과 교사의 인식 조사를 통한 화학 I 응시자 감소 원인 분석

김현경 · 배성우[†] · 박종석^{†,*}

강북고등학교

[†]경북대학교

(접수 2017. 8. 18; 게재확정 2017. 10. 31)

Analysis of the Causes of Decrease in the Number of Students Taking Chemistry I in the CSAT by Analyzing the Chemistry I Question in the CSAT and the Recognition Survey of Students and Teachers

Hyunkyong Kim, Sungwoo Bae[†], and Jongseok Park^{†,*}

Gangbuk Highschool, Daegu 41453, Korea.

[†]Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea. *E-mail: parkbell@knu.ac.kr

(Received August 18, 2017; Accepted October 31, 2017)

요 약. 이 연구에서는 대학수학능력시험 화학 I 문항의 적절성과 화학 I 선택에 대한 교사와 학생의 인식을 조사하여 화학 I 응시자 감소 원인을 분석하였다. 2014학년도부터 2016학년도까지의 대학수학능력시험 화학 I 문항 중 일부를 대상으로 교육과정의 내용요소 및 성취기준, 성취수준에 적절한지 분석하고 고등학교 3학년 452명과 과학교사 68명을 대상으로 화학 I 선택에 대한 인식을 조사하였다. 연구 결과, 화학 I 문항은 교육과정에서 요구하는 내용의 깊이와 성취수준에 비해 다소 어렵고 복잡한 수학적 사고력이 요구되는 것으로 나타났다. 학생들은 화학 I의 선택여부에 관계없이 화학 I 문항 풀이에는 수학적 사고력과 복잡한 수리능력이 필요하다고 인식하였다. 또한 교사들은 최저학력기준 충족 면에서 화학 I 선택이 불리하다고 생각하였고 그에 따라 학생들에게 화학 I 응시를 적극적으로 권유하지는 않았다. 그리고 대부분의 교사들은 화학 I 문항 출제 방향의 개선이 필요하다고 인식하였다. 따라서 화학 I 문항을 수학적으로 해결하는 것이 아니라 화학 지식을 활용해서 해결할 수 있는 문항이 출제될 필요가 있다.

주제어: 대학수학능력시험, 화학 I, 문항분석, 인식 조사, 응시자 감소

ABSTRACT. In this study, we analyzed the causes of decrease in the number of students taking Chemistry I in the College Scholastics Ability Test (CSAT) by analyzing the adequacy of the Chemistry I question in the CSAT and the recognition survey of students and teachers about the Chemistry I choice. We analyzed some questions in Chemistry I of the CSAT from the year 2014 to 2016. The questions were analyzed to determine whether they were appropriate to the curriculum content, achievement standard, and achievement level. The target of the survey for perception was 452 senior high school students and 68 science teachers. The result of the study showed that the questions in Chemistry I are somewhat difficult compared to the depth and achievement level required by the curriculum, and it also requires mathematical thinking ability. Students recognized the mathematical thinking and complex mathematical skills are needed to solve problems in Chemistry I. Teachers also thought that the choice of Chemistry I is unfavorable in aspect of meeting the minimum academic ability standard, and accordingly, they did not actively recommend students to take Chemistry I. Moreover, most of the teachers recognized that it is necessary to improve the direction of writing questions for Chemistry I. Therefore, setting questions that can be solved using chemical knowledge, not mathematical ability need to be addressed.

Key words: College Scholastics Ability Test (CSAT), Chemistry I, question analysis, recognition survey, decrease in the number of students taking Chemistry I

서론

대학수학능력시험은 국가가 주관하는 시험으로 공정성과 객관성이 가장 높은 대학 입학전형자료의 역할을 하고 있다. 또한, 대학수학능력시험이 입시와 직결된 고등학교 3년의 교육과정은 물론이고 초등학교와 중학교 교육 및 사교육 시장 전반에까지 영향을 미친다는 점을 고려했을 때 우리 사회에서 대학수학능력시험이 차지하는 역할과 중요성은 매우 크다고 할 수 있다.

대학수학능력시험은 당초에 ‘대학수학에 필요한 보편적인 학업능력’을 측정한다는 취지로 시작했으나 고등학교 교과목의 학업성취를 제대로 측정하지도 못하고, 일반적인 대학수학능력을 측정하지도 못하는 어정쩡한 시험으로 여겨지고 있다.¹ 이와 같이 대학수학능력시험의 성격이 모호해지고 학교 수업과 대학 입시 내용의 괴리 현상이 일어남에 따라 학생들에게 이중 부담으로 작용함으로써 결국 사교육비의 증가를 부추기고 있다.²

이렇듯 대학수학능력시험의 목적과 성격에 대한 우려의 목소리가 커지면서, 대학수학능력시험의 필요성과 개선 방향에 대한 연구¹⁻³가 활발히 진행되어 왔다. 그 중에서도 대학수학능력시험의 과학탐구영역과 관련된 연구는 대학수학능력시험 선택 과목에 대한 인식 및 선택 경향 연구,⁴⁻⁷ 대학수학능력시험 화학 문항의 분석 연구,⁸⁻¹⁰ 외국의 대학입학시험 화학 문항의 분석 연구,^{11,12} 특정 과목의 선택 기피로 인한 문제에 관한 연구¹³ 등이 주를 이루었다.

대학수학능력시험에서의 고득점 획득과 대학별 최저 학력기준을 충족하는 것이 우리나라 고등학생들의 학습 동기 중 큰 부분을 차지하고 있는 안타까운 현실 속에서 과학 교육의 주체인 교사와 학생이 화학 I 교과와 평가 문항에 대해 어떠한 인식을 가지고 있는지 주목해 볼 필요가 있다. 과학 교육의 핵심적 구성요소인 평가 문항을 개선하는 것이야말로 공교육 정상화에 기여하고 현장 과학

교육을 개선하는 중요한 방법 중 하나가 될 것이다. 또한, 대학수학능력시험에서 학생들의 선택 과목 응시 비율은 그 교과에 대한 선호도와 관련된 문제이고 이는 곧 학교교육 과정의 편성과 교사 수급, 현장 교사의 수업 운영 등 고등학교 과학교육 전반에 영향을 끼치므로 화학 I 의 응시 비율이 감소하는 원인과 학생의 응시과목 선택에 영향을 주는 요인을 분석해 볼 필요가 있다.

이에 본 연구에서는 2009 개정 교육과정의 적용 이후 출제된 대학수학능력시험 화학 I 문항의 출제 사례와 흐름을 분석하고, 화학 I 교과에 대한 학생과 교사의 인식을 조사하여 이를 화학 I 응시자 수 감소와 관련 지어 분석하였다. 이를 토대로 사회적 맥락 속에서 화학을 이해하고 화학에 대한 관심과 흥미를 높이겠다는 교육과정의 성격에 부합하는 평가 문항을 출제하는 방안을 제시하여, 화학의 학문적 위상을 높일 수 있는 화학 교육이 이루어지도록 하고자 한다.

이를 위해 다음과 같은 연구문제를 선정하였다.

첫째, 2009 개정 교육과정 이후 실시된 대학수학능력시험 화학 I 문항 중 일부를 선별한 후 이를 교육과정의 내용요소 및 성취수준에 근거하여 비교·분석한다.

둘째, 고등학교 화학 I 교과와 대학수학능력시험 화학 I 문항에 대한 학생과 교사의 구체적인 인식을 조사하여 대학수학능력시험 화학 I 응시자 감소의 원인을 분석한다.

연구 방법 및 내용

연구대상

학생. 연구 대상 학생들은 고등학교 과정 중 화학 I 과목을 이수하고 2017학년도 대학수학능력시험 과학탐구 영역에 응시하는 고등학교 3학년 452명이다(Table 1). 대학수학능력시험에 응시하지 않거나, 과학탐구영역을 선택하지 않은 학생은 설문 대상에서 제외하였다.

Table 1. The characteristics of the students (N=452)

Demographic variable	Category	Number of students	Ratio (%)
Sex	Male	274	60.6
	Female	178	39.4
The location of schools	Metropolitan city	351	77.7
	City	43	9.5
	Town	58	12.8
2017 College Scholastic Ability Test elective subjects in science area (Up to two subjects)	Physics I	62	13.7
	Chemistry I	268	59.3
	Life Science I	292	62.4
	Earth Science I	268	59.3
	Physics II	4	0.9
	Chemistry II	4	0.9
	Life Science II	7	1.6
	Earth Science II	9	2.0

Table 2. The characteristics of the teachers (N=68)

Demographic variable	Category	Number of students	Ratio (%)
Sex	Male	27	39.7
	Female	41	60.3
Teaching experience	Less than 6 years	24	35.3
	6-10 years	10	14.7
	11-15 years	8	11.8
	16-20 years	7	10.3
	More than 20 years	19	27.9
The location of schools	Metropolitan city	36	52.9
	City	24	35.3
	Town	8	11.8
Major	Physics	7	10.3
	Chemistry	41	60.3
	Life science	11	16.2
	Earth science	8	11.7
	General science	1	1.5

교사. 연구 대상 교사들은 전국 고등학교에서 근무하는 과학교사 68명으로 그들의 세부 전공(물리, 화학, 생명과학, 지구과학, 공통과학)에 제한을 두지는 않았으나, 화학교사가 전체 응답자의 50% 이상이 되도록 하였다(Table 2).

분석 방법

대학수학능력시험 화학 I 문항 분석. 과학교육전문가 2인과 과학교육 전공 석박사과정 5인이 2009 개정 교육과정이 적용된 최근 3년간(2014학년도~2016학년도)의 대학수학능력시험 화학 I 60문항 중 교육과정에 제시된 내용보다 상위 수준의 사고력을 요하는 5문항을 선별하여 교육과정에 제시된 내용요소 및 성취수준과 평가 문항을 비교·분석하였다.

설문지 개발. 양장관의 선행 연구¹³를 참고하여 예비 설문지를 작성하였고, D광역시 소재 G고등학교 3학년 학생 2명과, D광역시 소재 고등학교에 근무하는 화학교사 3인과의 면담을 통해 수정·보완하였다. 최종적으로 과학교육 전문가 2인과 현장에 근무하고 있는 과학교육 전공 박사 과정 5인으로부터 타당성을 검증 받았다.

학생용 설문은 ‘배경변인, 대학수학능력시험에서 화학 I의 선택 여부, 화학 I 선택 혹은 미선택에 영향을 미친 요인, 대학수학능력시험 화학 I 기출 문항의 체감 난이도’를 확인하기 위한 문항으로 구성되었다. 기출 문항의 체감 난이도 선택의 이유를 묻는 개방형 질문을 통해 화학 I 문항에 대한 학생들의 구체적이고 다양한 의견을 수집하고자 하였다.

교사용 설문은 ‘배경변인, 대학수학능력시험 화학 I의 난이도 적절성, 최저학력기준 충족의 측면에서 화학 I의 적합성, 화학 I 응시 권유의 여부, 대학수학능력시험 화학 I 문항 개선의 필요성과 방향, 대학수학능력시험 화

학 I 선택 비율 감소 원인에 대한 의견’을 확인하기 위한 문항으로 구성되었다. 이 때 선다형 문항마다 선택의 이유를 묻는 서술형 문항을 덧붙여 선다형 문항을 보충하였다.

설문 조사 및 분석. 설문지는 2016년 8월부터 2016년 9월까지, 직접 또는 우편과 이메일을 이용하여 배포하였으며 학생용 452부, 교사용 68부를 회수하여 통계처리를 하였다.

설문 문항은 선다형, 서술형으로 구성되어 있으며 설문 결과는 선다형인 경우 응답률을 응답자의 수와 백분율로 나타내었고, 리커트 5점 척도를 사용, 항목별 수를 부여하여 평균을 제시하였다. 서술형 문항은 답변을 분석하여 같은 유형의 답을 범주화하여 유형별로 정리하였다.

연구 결과 및 논의

대학수학능력시험 화학 I 기출문항 사례 분석

대학수학능력시험 화학 I 기출문항 사례 분석에 사용된 문항은 2014학년도부터 2016학년도까지 출제된 60문항 중 5문항이다.

Fig. 1은 2014학년도 화학 I 18번 문항으로서 산과 염기의 중화 반응에 관해 묻는 문항이다. 교육과정에 ‘산과 염기의 중화 반응을 이해한다.’로 명시되어 있으며, 모형이나 비유 등을 이용하여 중화 반응의 원리와 양적 관계를 이해하는 성취기준을 바탕으로 출제된 문항이다.¹⁴

이 문항은 먼저 중화점을 찾은 후 혼합 용액의 액성을 파악해야 한다. 용액 속에 존재하는 H⁺ 또는 OH⁻의 수를 각각 미지수로 두고 세 개의 연립방정식을 세워 풀어야 한다. 또한 실험 I과 II에서 혼합 전과 후 용액에 존재하는 이온의 종류와 수를 모두 구해야 한다는 점에서 제한된

18. 다음은 중화 반응 실험이다.

(실험 과정 및 결과)
 (가) HCl, HBr, NaOH 수용액을 만들었다.
 (나) (가)에서 만든 세 수용액을 실험 I~Ⅲ과 같이 섞은 후, 혼합 용액에 존재하는 H⁺ 또는 OH⁻의 수를 상대적으로 나타내었다.

실험	HCl(aq) 부피 (mL)	HBr(aq) 부피 (mL)	NaOH(aq) 부피 (mL)	혼합 용액 속의 H ⁺ 또는 OH ⁻ 수
I	30	10	40	5N
II	20	30	30	0
III	20	40	20	6N

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 일정하며, N은 상수이다.) [3점]

<보기>

ㄱ. 실험 I에서 혼합 용액의 pH는 7보다 크다.
 ㄴ. 단위 부피당 H⁺의 수는 HBr(aq) > HCl(aq)이다.
 ㄷ. 실험 I과 II에서 혼합 용액에 존재하는 전체 이온 수의 비는 4 : 3이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

Figure 1. 2014 chemistry I question No. 18.

시간 내에 풀이하는 것이 쉽지 않을 것으로 판단된다.
 Fig. 2는 2014학년도 화학 I 20번 문항으로서 원소의 전기 음성도와 이온 반지름에 관해 묻는 문항이다. 교육과정에 ‘주기율표에서 원자가전자의 수, 원자 반지름, 이온화 에너지, 전기 음성도 등 원자의 성질이 주기적으로 변화됨을 설명할 수 있다.’로 명시되어 있으며, 원자의 전자 배치를 기초로 주기율표 원소들의 원자가전자의 수를 파악하고 이를 통해 원소의 성질이 족과 주기에 따라 규칙적으로 변화하는 것을 이해하는 성취기준을 바탕으로 출

20. 표는 원소 A~E의 전기 음성도를 각각 a~e라 하였을 때, 두 원소 간의 전기 음성도 차를 나타낸 것이다. A~E는 각각 N, O, F, Na, Mg 중 하나이고, F의 전기 음성도는 4.0, F과 O의 전기 음성도 차는 0.5이다.

전기 음성도 차				
a-c	a-e	b-c	b-d	d-e
1.0	0.5	2.8	0.3	2.6

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보기>

ㄱ. N의 전기 음성도는 c이다.
 ㄴ. B와 E는 1 : 1로 결합하여 안정한 화합물을 형성한다.
 ㄷ. Ne의 바닥 상태 전자 배치를 갖는 이온 중 이온 반지름이 가장 작은 원소는 D이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

Figure 2. 2014 chemistry I question No. 20.

제된 문항이다.¹⁴
 이 문항은 주어진 원소의 전기 음성도를 크기 순서대로 나열한 후 <가정1> F과 O 사이의 전기 음성도 차가 0.5이므로 F의 전기 음성도가 a인 경우, <가정2> O와 N 사이의 전기 음성도 차도 0.5이므로 N의 전기 음성도가 a인 경우로 나누어 각각의 조건을 만족하도록 a, b, c, d, e 원소가 무엇인지 찾아야 하는 문항이다. 전기 음성도의 개념을 정확히 알고 주기율표에서 전기 음성도의 변화를 설명할 수 있더라도 수학적 사고력이 요구되는 문항이다.
 Fig. 3은 2015학년도 화학 I 18번 문항, Fig. 4는 2016학년도 화학 I 20번 문항으로서 화학 반응식의 계수와 화학 반응에서의 양적 관계에 대해 묻는 문항들이다. 교육과정에 ‘여러 가지 화학 반응을 화학 반응식으로 나타낼 수 있고, 원자량과 분자량 등을 이용해서 화학 반응에서의 양적 관계를 알 수 있다.’로 명시되어 있으며, 여러 가지 화학 반응을 나타내는 방법과 의미를 이해하고 화학 반응의 양적 관계를 통합적으로 이해하는 성취기준을 바탕으로 출제된 문항이다.¹⁴

Fig. 3의 문항은 A~C의 질량비를 구하고 질량 보존 법칙과 화학반응식의 계수비와 몰수비와 같다는 사실로부터 분자의 몰수비와 반응계수를 구하여야 한다. 기체 A, B, C의 분자량을 각각 임의의 문자로 두고 세 개의 연립 방정식을 세워 풀어야 하는 문항이다. 화학 반응식에서

18. 다음은 기체 A와 B의 반응에 대한 자료와 실험이다.

(자료)
 ○ 화학 반응식: $2A(g) + bB(g) \rightarrow 2C(g)$ (b는 반응 계수)
 ○ A와 일정한 질량의 B를 반응시켰을 때, A의 질량에 따른 C의 질량

(실험 과정)
 (가) 그림과 같이 기체 A와 B를 콕으로 연결된 용기에 넣는다.

(나) 콕 I을 열어 반응을 완결한 후 용기 속 기체의 분자 수비를 구한다.
 (다) 콕 II를 열어 반응을 완결한 후 용기 속 기체의 몰수비를 구한다.

(실험 결과)
 ○ (나)에서 B와 C의 분자 수 비는 2 : 1이다.
 ○ (다)에서 A와 C의 몰수 비는 2 : 5이다.

반응 계수(b)와 (가)의 w를 곱한 값(b×w)은?

① 11.2 ② 12.0 ③ 22.4 ④ 33.6 ⑤ 36.0

Figure 3. 2015 chemistry I question No. 18.

20. 다음은 기체 A와 B가 반응하는 화학 반응식이다.

$$A(g) + 2B(g) \rightarrow cC(g) \quad (c \text{는 반응 계수})$$

표는 A(g) w g이 들어 있는 실린더에 B(g)를 넣고 반응시켰을 때, B의 질량에 따른 반응 후 전체 기체 부피에 대한 자료이다.

B의 질량(g)	1	4	7	8	10
전체 기체 부피(상대값)	7	10	x	16	20

$c \times x$ 는? (단, 온도와 압력은 일정하다.) [3점]

① 13 ② 14 ③ 26 ④ 28 ⑤ 39

Figure 4. 2016 chemistry I question No. 20.

양적 관계를 구할 줄 알더라도 복잡한 수리 계산이 필요할 뿐 아니라, 배점이 2점인 문항임에도 불구하고 풀이 단계가 복잡하여 상당한 풀이 시간이 요구된다.

Fig. 4의 문항 역시 화학 반응식에서 계수비는 몰수비와 같음을 이용하는 문항이다. 생성물 C의 계수 c 가 1, 2, 3인 경우를 모두 가정하여 양적 관계를 알아낸 후 반응 후 전체 기체의 부피비와 일치하는 값을 찾아 계수 c 를 결정해야 하므로, 풀이 단계가 복잡하여 많은 시간이 소요된다.

Fig. 5는 2016학년도 화학 I 19번 문항으로서 금속의 반응성(이온화 경향)을 적용하여 금속과 금속 이온의 반응에 관해 판단하는 문항이다. 교육과정에 ‘이산화탄소, 물, 메탄, 암모니아에서 화학 결합을 하고 있는 원자들 사이의 전기음성도 차이로부터 각 원소의 산화수를 설명할 수 있다.’로 명시되어 있으며, 교육과정 해설을 보면 산소에 의한 산화·환원 반응을 도입한 후 전자의 이동으로 산

19. 다음은 금속 A와 B가 들어 있는 비커에 $C^{2+}(aq)$ 의 부피를 달리하여 넣은 실험 I~III에 대한 자료이다.

- 실험 I~III 각각에서 비커에 넣어 준 금속의 질량은 A w_1 g, B w_2 g이다.
- A가 모두 산화된 후 B가 산화되었다.
- A^{m+} 의 m 은 3이하이다.
- 실험 III에서 반응 후 B^+ 수는 C^{2+} 수의 5배이다.

실험	$C^{2+}(aq)$ 의 부피(L)	반응 후 용액 속의 금속 양이온	
		종류	수
I	1	A^{m+}, B^+	$6N$
II	1.5	A^{m+}, B^+	$12N$
III	2.5	A^{m+}, B^+, C^{2+}	xN

$\frac{x}{m}$ 는? (단, 음이온은 반응하지 않는다.) [3점]

① 6 ② 7 ③ 7.5 ④ 9 ⑤ 10.5

Figure 5. 2016 chemistry I question No. 19.

화·환원 반응을 이해하게 하며, 다양한 산화·환원 반응의 예를 들어 설명하도록 교수·학습 방법을 제시하고 있다. 특히 2007 개정 교육과정과는 달리 ‘금속의 반응성’을 구체적으로 언급하지 않고 쉬운 화학 반응을 예로 들어 산화·환원 반응을 판별하게 하도록 지도할 것을 강조하고 있다.¹⁴

이 문항은 금속과 금속 이온의 반응에 해당하므로 금속 A와 B의 화학 반응식을 구하고 양적 관계를 이용하여 풀어야 한다. 앞의 문항들과 마찬가지로 복잡한 수리 계산 과정이 수반되므로 실제 학교 수업에서 성취기준·성취수준이 요구하는 전자의 이동만 다루어서는 문제를 쉽게 해결하기 힘들 것으로 예상되며, 금속의 반응성(금속의 이온화 경향) 원리를 이해하더라도 문항에서 정답을 찾기까지 많은 시간이 소요될 것이다.

선별된 기출문항들을 종합 분석한 결과, 교육과정에서 요구하는 깊이와 성취기준 및 성취수준에 비해 문항의 난이도와 문항 풀이에 필요한 능력이 다소 높다고 판단된다. 또한 문항에 포함된 화학의 원리는 간단하지만 미지수를 여러 개 설정하여 연립방정식을 풀어야 하거나 특정한 경우를 가정하여 논리적으로 판단해야 하는 등 수학적 사고력을 요구하는 문항이 다수 출제되었음을 알 수 있다.

대학수학능력시험 화학 I 과목 선택에 대한 학생과 교사의 인식 조사

대학수학능력시험 화학 I 과목 선택에 대한 학생의 인식. 대학수학능력시험 화학 I 과목 선택에 대한 학생의 인식을 파악하기 위한 설문조사 결과 전체 응답 학생 452명 중 2017학년도 대학수학능력시험에서 화학 I을 선택한 학생은 268명(59.29%), 미선택한 학생은 184명(40.71%)이다. 이 때 화학 I을 선택한 학생 268명의 선택과목 조합은 다음과 같다(Table 3).

화학 I을 응시하는 학생들은 대부분 II 과목보다는 I 과목을 선호하였으며, 특히 생명과학 I과 지구과학 I을 선호하는 것으로 나타났다. 이는 과학탐구영역 8과목(물리 I·II, 화학 I·II, 생명과학 I·II, 지구과학 I·II) 중 최대 2과목을 선택하는 현행 대학수학능력시험 체제에서 학생들의 과학탐구영역 학습량이 줄었을 뿐 아니라 본인이 공부하기에 어려운 과목은 배제하고 쉬운 과목으로 몰리는 현상이 나타났다는 양장관¹³의 연구 결과와 일치한다.

2017학년도 대학수학능력시험에서 화학 I을 선택한 학생 268명을 대상으로 화학 I을 선택한 이유를 묻는 문항의 응답 결과는 Table 4와 같다.

‘교과에 대한 흥미, 향후 진로 및 전공 희망 학과의 관련성, 성적(등급)의 요인, 학업에 대한 부담’의 측면에

Table 3. Elective subjects for students who choose Chemistry I (N=268)

Elective subjects	Number of students	Ratio (%)
Chemistry I + Physics I	30	11.2
Chemistry I + Life Science I	137	51.1
Chemistry I + Earth Science I	93	34.7
Chemistry I + Physics II	2	0.8
Chemistry I + Chemistry II	0	0
Chemistry I + Life Science II	4	1.4
Chemistry I + Earth Science II	2	0.8

서 봤을 때 시험 성적이나 학습의 수월함보다 교과에 대한 흥미와 관련 진로 선택을 위한 필요성 때문에 화학 I 을 선택하여 공부했음을 알 수 있다. 기타 의견으로는 ‘학교 교육과정 편성 및 반편성에 따라서(13명)’, ‘주위 친구들이 많이 선택해서(4명)’ 등이 있었다. 이것은 학생들이 선택과목을 선택할 때 자신의 흥미나 적성, 대학 진학과의 연계성을 더 많이 고려한다는 선행 연구 결과와 일치한다.^{4,7,15}

2017학년도 대학수학능력시험에서 화학 I을 선택하지 않은 학생 184명에 대해 처음부터 화학 I을 선택하지 않은 학생 94명(51.09%)과 처음에는 화학 I을 선택하였으나 중도에 다른 과목으로 변경한 90명(48.91%)의 두 가지 유

형으로 분류하고 화학 I을 선택하지 않은 이유를 묻는 문항의 응답 결과는 Table 5와 같다.

화학 I을 선택하지 않은 이유와 화학 I을 선택하여 공부하다가 다른 과목으로 변경한 이유에서 ‘성적’과 ‘학업에 대한 부담’이 중요한 요인으로 작용했음을 알 수 있다. 이는 학생들이 대학수학능력시험에서 유리한 과목을 우선 선택한다는 최순화 등⁴의 연구 결과와도 같은 맥락이라 할 수 있겠다. 또한 계열 구분이 없고 무학년제 선택과목의 편성이 가능한 현 교육과정에서 화학 I 학습 내용의 증가와 난이도의 상승은 이공계 선택의 기피현상을 심화시킬 수 있으며, 화학 교과를 선택하는 학생들의 비율 감소로 이어질 가능성이 있다는 점을 우려했던 전세영¹⁶의 연구 결과와 일치한다. 기타 의견으로는 ‘다른 과목 선생님의 영향(3명)’이 있었다.

‘화학반응의 양적관계’를 묻는 기출 문항을 제시하여 문항의 체감 난이도를 조사한 문항에서는 452명 중 326명(72.12%)이 ‘어렵다’고 답하였다(Table 6).

체감 난이도 선택의 이유를 묻는 문항에는 452명 중 374명이 답하였는데, ‘계산 과정이 복잡해서’라는 답변이 가장 많았다(Table 7). 이는 ‘보통이다’로 답하였더라도 부정적인 응답을 하는 경우가 많음을 알 수 있다. ‘수학적 접근이 어려워서’와 ‘화학이 아닌 수학 문제 같아서’ 라

Table 4. Response results of students who chosen Chemistry I (N=268)

Response contents	Number of students	Percent (%)
Relevance of career path and university major	109	40.7
Interesting subject	81	30.2
Less learning burden than other subjects	32	11.9
Advantage of score(grade) acquisition than other subjects	22	8.2
Etc.	24	9.0

Table 5. Response results of students who didn't choose Chemistry I

Type	Response contents	Number of students	Ratio (%)
If you did not select Chemistry I from the beginning (N=94)	Disadvantage of score (grade) acquisition than other subjects	34	36.2
	More learning burden than other subjects	27	28.7
	A less interesting subject	26	27.7
	No relevance of career path and university major	7	7.4
If you initially selected Chemistry I but changed it to another subject (N=90)	the content of the subject is difficult and the amount of study is large	36	40.0
	I did not get enough scores (grade) as I studied.	34	37.8
	When I studied, I found that I did not fit the aptitude.	12	13.3
	Career path and major change	5	5.6
	Etc.	3	3.3

Table 6. Response results for difficulty of question (N=452)

Difficulty	Easy	Normal	Difficult	No response
Number of students	32	87	326	7
Ratio (%)	7.1	19.2	72.1	1.6

Table 7. Response results by response type

Response type	Response contents	Number of responses	
Positive response (N=63/ redundant response allowed)	It is a question already handled in the EBS related textbook.	59	68
	I can solve it by knowing the concept exactly.	9	
Negative response (N=311/ redundant response allowed)	The calculation process is complex.	146	395
	Mathematical approach is difficult.	64	
	It took a long time to solve the problem.	60	
	The content of Chemistry I itself is difficult.	58	
	I did not study enough.	41	
	It's like a math problem, not chemistry.	15	
	I was not interested in chemistry.	7	
It is a problem that causes mental burden.	4		

는 답변은 화학적 능력보다는 수학적 사고력과 계산 능력을 평가 하고 있다는 진술로 볼 수 있어, 학생들이 시험 말미에 접하게 되는 복잡한 수리 계산 문항을 부담스럽게 생각하고 있음을 알 수 있다.

대학수학능력시험 ‘화학 I’ 과목 선택에 대한 교사의 인식. 화학 I 교과와 대학수학능력시험에 대한 현직 고등학교 과학교사의 인식을 조사한 결과는 다음과 같다(Table 8,9).

현행 대학수학능력시험의 화학 I 문항이 2009 개정 교육과정에서 요구하는 내용요소를 평가하기에 적절한 난이도인가를 묻는 선다형 문항 1의 문항별 응답 빈도를 분석해 보면 68명 중 38명(55.9%)의 교사들이 부정적으로 답하였다(Table 8). 이 때 문항 난이도가 적절하다고 응답한 11명 중 3명(4.4%)만이 화학교사로 나타났는데, 타 교과 교사들의 긍정적인 응답이 많은 것은 비전공자로서 화학 I 문항의 난이도를 판단하기는 어려우므로 교육과정에 근거하여 선행학습을 유발하는 문항을 배제하였는가의 관점에서 판단한 것으로 보인다.

문항의 난이도에 대해 부정적으로 응답한 교사 38명을 대상으로 서술형 문항 1-1에 대한 응답을 분석해보면 화학이 아닌 수학적 사고력과 계산능력을 평가하고 있기 때문이라는 응답이 가장 많았는데(Table 9), 이는 화학반응의 양적 관계와 중화반응 등에서 지나치게 복잡한 계산과정이나 고차원의 수학적 능력이 요구되는 문항이 출

제되고 있음을 현직 교사들 또한 심각한 문제로 인식하고 있음을 보여준다. 수리 문제를 빠르게 해결할지라도 그 바탕에 있는 근본 개념을 이해하는 것은 아니라는 선행 연구의 결과를 고려해 볼 필요가 있을 것이다.^{17,18}

대학수학능력시험에서 최저등급을 충족시키기에 화학 I이 유리한 과목이라고 생각하는지를 묻는 선다형 문항 2에서는 전체 응답 교사 68명 중 긍정적인 응답이 7명(10.3%), 부정적인 응답이 40명(58.8%)으로 나타났다. 이들의 서술형 문항 2-1을 분석해보면 주로 상위권 학생들이 응시하는 화학 I은 과학교사들조차 문항이 지나치게 어렵고 등급 구분 점수가 높아 학생들이 원하는 등급을 받기에 불리한 과목이라고 인식하고 있음을 알 수 있다. 특히 선다형 문항 2에 긍정적으로 응답한 7명 중 3명만이 화학교사인 것으로 나타났는데 이는 설문에 응답한 전체 화학교사 41명 중 단 3명(7.3%)에 불과한 수치이다.

그러나 평소 학생들에게 대학수학능력시험에서 화학 I을 선택하여 응시하도록 권유하는가에 대한 질문 선다형 문항 3에는 68명 중 26명(38.3%)이 긍정적으로 답하였다. 이는 선다형 문항 1, 2와 비교했을 때 긍정적 응답이 부정적 응답보다 많으며 과학교사들이 화학 I의 선택을 권유하는 경우가 많음을 알 수 있다. 선다형 문항 3의 평균값(M) 역시 1, 2에 비해 보다 다소 높음을 볼 수 있다. 서술형 답변을 분석해 본 결과, 상위등급을 받기에 타 교과보다 화학 I이

Table 8. Response results of multiple-choice type (N=68)

Question	Very disagree	Disagree	Normal	agree	Very agree	No response	M
1. Do you think that the current Chemistry I question in the CSAT is appropriate for evaluating the content elements required in the 2009 revised curriculum?	4 (5.9)	34 (50.0)	19 (27.9)	11 (16.2)	0 (0.0)	0 (0.0)	2.5
2. Do you think Chemistry I is a good subject for students to get the grade they want in the CSAT and meet the minimum grade?	8 (11.8)	32 (47.0)	21 (30.9)	7 (10.3)	0 (0.0)	0 (0.0)	2.4
3. Do you encourage students to choose Chemistry I and to take the examination in the CSAT?	0 (0.0)	19 (27.9)	23 (33.8)	22 (32.4)	4 (5.9)	0 (0.0)	3.2
4. Do you think that the questions of Chemistry I, which are given in the CSAT, should be improved?	0 (0.0)	3 (4.4)	13 (19.1)	26 (38.3)	23 (33.8)	3 (4.4)	4.1

Table 9. Response results of supply type

Question	Responses	Number of responses	
1-1. Why is the difficulty of the current Chemistry I question in the CSAT not appropriate for evaluating the contents of the curriculum? (N=38/redundant response allowed)	It evaluates mathematical thinking and computational skills rather than chemistry.	25	52
	Overall, the difficulty is high.	16	
	There is not enough time given in the solution.	6	
	There is a high degree of question guessing.	3	
	There is a large gap between the textbook contents and test contents.	2	
2-1. Why is Chemistry I not good to meet the minimum grade in the CSAT? (N=40/redundant response allowed)	It is advantageous to the upper level, but it is disadvantageous to the middle level, lower level.	16	48
	The difficulty of the question is too high.	13	
	It is difficult to raise above a certain grade because the grade classification score is high.	8	
	It takes a lot of time to solve the problem.	5	
	The contents of Chemistry I are difficult to induce students' interest.	3	
	There is a high degree of question guessing.	2	
A mistake is very disadvantageous.	1		
3-1. Why do you encourage students to take a Chemistry I in the CSAT? (N=26/redundant response allowed)	It is necessary as a basic science in science and engineering.	18	32
	If students study hard they will get good grades.	7	
	It is because of the variety of chemistry-related career paths.	4	
	There are still many selectors.	2	
	Invite students who are interested in chemistry.	1	
3-2. Why don't you encourage students to take a Chemistry I in the CSAT? (N=19/redundant response allowed)	It is advantageous to the upper level, but it is disadvantageous to the middle level, lower level.	8	21
	Encourage students to choose other subjects that are beneficial to meet the minimum grade in the CSAT.	6	
	The difficulty of the question is too high.	3	
	Since the choice is the student's part, I do not particularly recommend any subjects.	2	
	Encourage choices related to their major.	1	
There is no chemistry teacher in the school.	1		
4-1. What do you think the current CSAT Chemistry I question should be improved? (N=49/redundant response allowed)	The question of complicated computation and mathematical thinking should be avoided, and the question of asking about the principles of chemistry should be set.	30	55
	Overall, the difficulty should be lowered to improve problems with high degree of question guessing.	20	
	An evaluation of the inquiry process (experiment) is needed.	3	
	Questions that are integrated with other subjects in the science inquiry area should be set.	2	
5-1. What do you think is the reason for the drop in the selection rate of the Chemistry I in the CSAT? (N=68/redundant response allowed)	The difficulty is too high because there are many questions that require mathematical calculation ability and thinking ability.	44	89
	It is difficult to obtain a good score as much as time and effort invested compared to other subjects.	28	
	The content of Chemistry I is difficult and it is far from real life, so it does not attract students' interest.	12	
	The current elective courses and the entrance examination system are disadvantageous to Chemistry I.	5	

불리하다고 교사 스스로 인식하고 있음에도 불구하고 이공계열 기초학문으로서 화학이 가지는 중요성과 화학 관련 진로의 다양성을 인지하고 있기 때문인 것으로 판단된다.

대학수학능력시험 화학 I 문항 개선의 필요성과 방향에 대한 문항인 선다형 4에서는 68명 중 49명(72.1%)의 교사가

가 대학수학능력시험 화학 I 문항이 개선되어야 한다고 응답했다. 이들의 서술형 응답을 보면 대학수학능력시험 화학 I 선택 비율 감소 원인으로 지목된 복잡한 계산 과정과 수학적 사고력을 요하는 문제를 지양하고 전반적으로 난이도를 낮춰야 한다는 의견이 있었다.

결론 및 제언

이 연구에서는 대학수학능력시험 화학 I 기출문항 중 일부를 선별하여 분석하고, 대학수학능력시험 화학 I 문항에 대한 학생과 교사의 구체적인 인식을 설문지를 통해 조사해봄으로써 화학 I 응시자가 감소하고 있는 원인에 대해 알아본 결과는 다음과 같다.

첫째, 학생들은 화학 I이 본인의 희망 진로 및 향후 대학 전공과 관련이 있으며, 교과 내용이 흥미롭기 때문에 대학수학능력시험의 응시 과목으로 선택하는 경우가 많았다. 그러나 다른 과목보다 점수(등급) 획득에 불리하고 학습 부담이 크기 때문에 처음부터 화학 I을 선택하지 않거나, 처음에는 화학 I을 선택했다가 중도에 다른 과목으로 변경하는 경우 또한 적지 않았다. 그리고 화학 I의 선택 여부에 관계없이 복잡한 수리 계산과정이 요구되고 수학적 사고력이 필요한 고난도 문항이 많아 어렵고 부담스러운 과목으로 인식하고 있음을 알 수 있었다. 실제로 대학수학능력시험 화학 I 기출문항의 일부를 선별하여 분석해본 결과 교육과정에서 제시한 내용요소의 수준보다 상위 수준의 사고력을 요구하며, 풀이에 소요되는 시간이 긴 문항들이 다수 출제된 것은 학생들이 화학 I을 어렵다고 느끼는 것과 관련이 크다고 할 수 있겠다.

둘째, 현직 과학교사들은 현행 대학수학능력시험 화학 I이 교육과정에서 제시한 수준에 비해 지나치게 어려우며, 화학의 원리가 아닌 수학적 능력 및 복잡한 계산을 요구하는 문항이 많아 이에 대한 개선이 필요하다고 인식하고 있었다. 노력에 비해 점수가 낮게 나오는 중·하위권 학생들에게는 대학수학능력시험의 최저학력기준 충족 측면에서 크게 불리하여 선택비율이 점차 감소하는 것으로 판단하고 있었다. 그러나 이공계열 기초학문으로서 화학의 중요성과 화학 관련 진로의 다양성을 교사 스스로 인지하고 있기 때문에 교사의 전공에 관계없이 화학 I을 권유하고 있거나, 권유를 고민하고 있는 것으로 나타났다.

이 연구의 결과로부터 화학 I 응시자 수가 줄어든 이유는 현행 대학수학능력시험의 화학 I 문항이 수학적 계산 능력과 사고력을 지나치게 요구하며 난이도가 높기 때문이라 할 수 있다. 이에 대해 다음과 같이 제언하고자 한다.

대학수학능력시험과 같은 평가의 결과는 학생들이 학습 목표에 도달한 정도를 알아보고 성적이나 등급을 부여하기 위한 목적으로 활용된다. 그러나 평가의 결과가 교사의 교수-학습 계획이나 지도 방법에 지대한 영향을 미치고, 학생들의 진로 지도에도 중요한 역할을 한다는 점에서 대학수학능력시험은 단순히 학생을 선발하는 것이 이상의 가치와 중요성을 가진다. 따라서 평가의 본래의 취지를 살리면서 2009 개정 교육과정이 목표 했던 바를

달성할 수 있도록 대학수학능력시험 화학 I 문항의 개선이 필요하다.

첫째, 대학수학능력시험 화학 I의 문항 난이도를 전반적으로 낮추어, 학생들이 화학으로 향하는 진입 장벽을 완화해야 한다. 변별력에만 치중하여 교사와 학생 모두 화학 본연의 필요성을 놓치지 않도록 해야 할 것이다. 복잡한 수리 계산 능력이나 수학적 사고력을 요구하는 문항의 출제를 지양하고 실생활과 연계된 문항이나 실험·탐구과정에 대한 평가 등 문항의 소재를 다양화하는 것도 방법이 될 수 있다.

둘째, 총 20문항을 30분에 풀이하도록 되어 있는 현재의 대학수학능력시험에서, 문항을 풀이하는 속도에 대한 평가가 아닌 진정한 학업 역량에 대한 평가가 될 수 있도록 해야 한다. 문항에서 요구하는 화학의 개념보다 빠른 속도로 풀어낼 수 있는 기술이 우선시되지 않도록 문항수와 문항 풀이 시간을 고려한 출제를 할 필요가 있다.

실제로 시험시간 30분이라는 제한된 시간과 선다형 문항으로만 출제되는 문제 유형에서는 교육과정에 제시된 평가 주안점을 모두 만족하는 문항을 만들어 평가하기는 불가능할 것이다. 다만 화학의 핵심 개념을 이해하고 적용하는 능력을 평가하는 문항을 수리적 사고력을 과하게 요구하는 문항이 되지 않도록 실제 탐구 상황을 제시하고 그 안에서 과학적 사고력, 과학적 탐구 능력, 과학적 문제 해결력을 평가할 수 있는 문항으로 출제하는 것이 필요하다.

예를 들어 기존 수능 문제 중 원소의 주기성을 이해하는지 알아보는 문제에 카드놀이 상황을 적용하거나 탄화수소 분자 구조를 만들고 그 구조를 이해하는지 알아보는 문제에 분자모형을 이용하는 것과 같이 실제 학생들이 경험할 수 있는 상황에서 과학적 사고력, 과학적 탐구 능력, 과학적 문제 해결력과 같은 핵심역량을 평가하는 문항의 출제 비중을 늘리는 것이 바람직하다.

REFERENCES

1. Lee, J. S.; Park, D. S.; Lee, J. J.; Nam, M. H.; Kim, H. W.; Kim, J. K.; Paik, S. K. *A Study on Reformation of CSAT* KICE-KEDI Collaborative Research Reports 2004. Research data RR2004-15.
2. Kim, S. Y. *J. Edu. Eval.* **2009**, *22*, 1.
3. Nam, M. H. *J. Edu. Eval.* **2005**, *18*, 17.
4. Choi, S. H.; Kim, E. S.; Kwon, O. K.; Oh, C. H.; Park, K. T. *J. Korean Chem. Soc.* **2008**, *52*, 96.
5. Hong, M. Y. *J. Korean Chem. Soc.* **2006**, *50*, 394.
6. Yoo, M. H.; Sin, D. H. *J. Res. Curriculum & Instr.* **2013**, *17*, 595.
7. Sim, J. H.; Park, H. J.; Lee, J. K. *J. Sci. Edu.* **2015**, *39*, 133.

8. Hong, M. Y.; Jeon, K. M.; Lee, B. H.; Lee, Y. R. *J. Kor. Assoc. Sci. Edu.* **2002**, 22, 204.
 9. Hong, M. Y.; Jeon, K. M.; Lee, Y. R.; Lee, B. H. *J. Kor. Assoc. Sci. Edu.* **2002**, 22, 378.
 10. Kim, H. K. *Sch. Sci. J.* **2015**, 9, 94.
 11. Kim, H. K. *J. Korean Chem. Soc.* **2010**, 54, 818.
 12. Kim, H. K. *J. Kor. Assoc. Sci. Edu.* **2011**, 31, 1158.
 13. Yang, J. K. *An Analysis of the Reluctance to Select Physics I among High School Students in the Science and Engineering Course After the 2009 Revised National Curriculum*. Master Dissertation. Inha University, Incheon, Korea, 2016.
 14. Ministry of Education, Science and Technology. *Science Curriculum*; Ministry of Education, Science and Technology Announcement 2011-361 (Suppl. 9), 2011.
 15. Kook, D. S.; Lee, S. G. *J. Kor. Earth Sci. Soc.* **2005**, 26, 771.
 16. Joun, S. Y. A comparative analysis of the Curriculum Revision 2009 with the Curriculum Revision 2007: Focusing on the high school Chemistry I. Master Dissertation. Pukyung University, Busan, Korea, 2013.
 17. Chiu, M.-H. *Proceedings of the Nat'l Sci. Council, Repub. of China Math., Sci. and Tech. Edu.*, **2001**, 11, 20.
 18. Zoller, U.; Dori, Y. J.; Lubezky, A. *Internatl. J. Sci. Edu.* **2002**, 24, 185.
-