

대학수학능력시험 화학Ⅱ 문항에 대한 학생들의 응답 분석

홍미영 · 전경문 · 이범홍 · 이양락
(한국교육과정평가원)

Analysis of Students' Responses on the Items of Chemistry II in the College Scholastics Ability Test

Hong, Mi-Young · Jeon, Kyungmoon · Yi, Bum-Hong
· Lee, Yang-Rak

(Korea Institute of Curriculum and Evaluation)

ABSTRACT

In this study, the students' responses on the items of chemistry II in the College Scholastics Ability Test (CSAT) implemented for the past 3 years since 1999 was investigated. The number of applicants and mean score of chemistry II, average percent correct by contents and inquiry process, and the items with high and/or low percent correct are analysed and discussed. The percentage of applicants for natural science track is reduced each year. However, more than 25% of natural science track applied to chemistry II, which ranked second to biology II. The mean score of chemistry II was increased in 2001 along with those of other subjects. There is no difference in average percent correct either by contents or inquiry process. Students performed generally poor at solving test items relating to 'colligative properties of solution' such as 'boiling point elevation' or 'osmotic pressure', and very well at solving test items relating to 'reaction rates'. Educational implications are discussed.

Key Words: college scholastic ability test, chemistry, students' responses.

I. 서 론

1994학년도부터 시행되어 오고 있는 대학수학능력 시험은 고등학교 교육과정의 내용과 수준에 맞추어 고차원적인 사고력을 측정함으로써 대학 교육 수학에 필요한 학업 적성을 평가하는 발전된 학력고사이다 (김신영, 구창현, 임형, 박정, 1998). 해마다 70-80만

명의 수험생이 응시하고 있으며, 고등학교 교육뿐만 아니라 초·중등교육에까지 지대한 영향을 미친다.

1995학년도부터 학생의 진로에 따라 인문계, 자연계, 예·체능계의 3개 계열로 구분해 실시하고 있으며, 1999학년도부터 제6차 교육과정에 의해 문항을 출제하고 있다. 그 내용은 크게 언어, 수리·탐구, 외국어(영어) 영역으로 구분할 수 있는데, 수리·탐구

Ⅱ에 '과학 탐구' 영역이 포함되어 있다. 1999학년도부터 과학 탐구 영역은 '공통과학'에서 출제되는 공통문항과 '선택과목(화학Ⅱ, 물리Ⅱ, 생물Ⅱ, 지구과학Ⅱ 중 한 과목 선택)'에서 출제되는 선택문항으로 구분된다. 인문계와 예·체능계의 과학 탐구는 공통문항 32문항(48점 만점)으로 구성되고, 자연계는 공통문항 32문항과 선택문항 16문항을 합하여 48문항(72점 만점)으로 구성된다. 문항별 점수는 난이도, 중요도 등을 고려하여 1점, 1.5점 또는 2점 등 차등 부여한다.

이제껏 대학수학능력시험에 대한 연구가 몇몇 이루어져왔으나(김인영, 1993; 남중욱, 1996; 마광규, 1996; 박수진, 1995), 주로 출제 경향이나 문항 분석, 교수 학습·방법 관련 연구, 교사의 인식 분석 등으로, 구체적인 시험 결과에 관한 연구는 거의 이루어지지 않았다. 대학수학능력시험에서의 학생들의 응답을 분석하는 것은 학생들이 어려워하는 내용 영역이나 보다 강조해야 할 탐구 과정 등을 파악하는 데 도움이 될 뿐만 아니라, 교수·학습에서 어떤 점을 개선해야 하는가에 대해서도 많은 정보를 얻어낼 수 있다. 따라서, 본 연구에서는 제6차 교육과정이 적용된 1999학년도부터의 3년간 대학수학능력시험에서 자연계 응시자 중 화학Ⅱ를 선택한 학생들의 응답을 분석하였다. 이를 통해 화학 교수·학습 및 화학교육 전반에 주는 시사점을 도출하고자 하였다.

Ⅱ. 연구 내용 및 방법

본 연구에서는 1999학년도부터 2001학년도까지의 3년간 대학수학능력시험에서 과학 탐구 영역 중 화학Ⅱ 문항에 대한 학생들의 응답을 연구하였다.

구체적인 연구 내용은 첫째, 각 연도별로 화학Ⅱ 응시자 수의 경향 및 평균 점수를 다른 영역(물리, 생물, 지구과학) 응시자와 비교 분석하고, 둘째, 화학Ⅱ 문항을 내용 영역과 탐구 과정으로 나누어 평균 정답률을 조사하며, 셋째, 학생들의 정답률이 특히 낮거나 높은 문항을 중심으로 현행 화학Ⅱ 교과서의 내용, 문항의 특성, 학생들의 오개념 등을 논의하였다.

과학 탐구 영역 중 화학Ⅱ와 같은 선택문항은 수

리·탐구Ⅱ 영역의 65~80번에 해당하며(16개 문항) 문항의 순서는 시험지 유형(홀수형, 짝수형)에 따라 달라지는데, 본 연구에서는 홀수형 시험지를 분석하였다. 분석 기준 중 '내용 영역'은 교육과정에 제시된 영역을 기준으로 설정하였다. '탐구 과정' 분류는 대학수학능력시험의 출제진이 문항 카드에 제시한 것을 이용하여, '문제 인식 및 가설 설정', '탐구 설계 및 수행', '자료 분석 및 해석', '결론 도출 및 평가'의 4 단계로 구분하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 응시자수 및 평균 점수의 변화 분석

대학수학능력시험 응시자수는 1995학년도에 총 757,510명으로 인문계와 자연계 응시자 비율이 거의 비슷하였으나(인문계: 47.5, 자연계: 43.1, 예·체능계: 9.4%), 해가 거듭될수록 자연계 응시자 수가 감소하고 있다. 최근 마감된 2002학년도 지원자수를 보면 인문계 416,484명(56.4%), 자연계 198,930명(26.9%), 예·체능계 123,400명(16.7%)로서, 자연계 지원자수가 인문계 지원자의 절반에도 미치지 못하고 있다.

1999학년도부터 2001학년도까지의 자연계 응시자수를 살펴보면(Table 1), 3년 동안 약 9만 명이 감소하였고, 여학생이 차지하는 비율은 26.6%에서 27.9%로 약간 증가하였다. 화학Ⅱ에 응시한 학생수는 17,500여 명이 감소하였으나(88,218 → 70,669명), 자연계 응시자 전체에서 차지하는 비율은 25.4%에서 27.5%로 약간 증가하였다. 이 비율은 생물Ⅱ를 선택하는 학생(37%~39%) 보다는 낮으나, 매년 각각 22%, 13% 정도를 나타내는 지구과학Ⅱ나 물리Ⅱ 지원자 비율보다는 높은 것이다. 남학생의 경우에는 생물과 지구과학 다음으로 화학을 선택하는 비율이 높게 나타났으나, 여학생의 경우에는 생물 다음으로 화학을 택하는 비율이 높게 나타났다.

과학 탐구 영역의 선택 과목(화학Ⅱ, 물리Ⅱ, 생물Ⅱ, 지구과학Ⅱ) 집단별로 공통문항(공통과학)과 선택문항의 평균 점수를 비교하여 본 결과를 Table 2

Table 1. Trends in number of applicants for chemistry II in the CSAT (%)

Year	Subject	Chemistry II	Physics II	Biology II	Earth science II	Total
		(Natural science track)				
1999	Male	56,667(16.3)	39,304(11.3)	94,163(27.2)	64,539(18.6)	254,673(73.5)
	Female	31,551(9.1)	5,535(1.6)	42,711(12.3)	12,267(3.5)	92,064(26.6)
	Total	88,218(25.4)	44,839(12.9)	136,874(39.5)	76,806(22.2)	346,737(100)
2000	Male	51,663(16.7)	36,136(11.7)	79,673(25.7)	59,080(19.1)	226,552(73.1)
	Female	27,451(8.9)	4,915(1.6)	39,900(12.9)	11,287(3.6)	83,553(26.9)
	Total	79,114(25.5)	41,051(13.2)	119,573(38.6)	70,367(22.7)	310,105(100)
2001	Male	45,898(17.9)	29,258(11.4)	62,745(24.5)	47,086(18.4)	184,987(72.1)
	Female	24,771(9.7)	4,717(1.8)	32,147(9.7)	9,986(3.9)	71,621(27.9)
	Total	70,669(27.5)	33,975(13.2)	94,892(37.0)	57,072(22.2)	256,608(100)

Table 2. Comparison of mean score of applicants to elective subject

Applicants of elective subject	Year	1999	2000	2001
		Chemistry II	General science (48)	31.6
	Chemistry II (24)	16.1	16.1	17.5
Physics II	General science (48)	31.3	36.2	37.4
	Physics II (24)	13.0	15.2	16.2
Biology II	General science (48)	29.3	33.7	34.6
	Biology II (24)	13.9	15.6	17.2
Earth science II	General science (48)	30.4	35.2	35.5
	Earth science II (24)	12.1	15.5	16.2

에 제시하였다. 공통문항 점수를 비교하여 보면, 화학 II를 선택하는 집단의 평균 점수가 매년 가장 높아 (31.6, 40.0, 40.6), 선택과목별 집단 중 학력이 가장 우수한 집단이라고 볼 수 있다. 각 선택과목의 평균 점수를 비교해 보아도 화학II가 다른 영역에 비하여 모두 높게 나타났다. 이 또한 화학 선택 집단이 우수한 데에서 기인한 것으로 보이나, 화학 문항이 다른 영역에 비해 쉽게 출제되었을 가능성도 배제할 수 없다.

화학 II 문항의 점수는 1999학년도와 2000학년도에

는 모두 24점 만점에 16.1점이었으나, 2001학년도에는 17.5점으로 높아졌다. 화학 영역뿐만 아니라 다른 영역에서도 해가 갈수록 평균이 높아지는 것을 볼 수 있다. 이는 학생들의 성취도가 향상되었다기 보다는 갈수록 문항이 쉽게 출제되고 있기 때문인 것으로 보인다. 예를 들어 화학II 출제진의 예상 정답률을 보면, 1999학년도의 경우에는 보통 수준(예상 정답률 40~59%)이 12문항이나 되는 반면, 2001학년도에는 쉬운 수준(예상 정답률 60~79%)이 9문항, 아주 쉬운 수준(예상 정답률 80% 이상)이 5문항이었다.

2 내용 영역과 탐구 과정별 평균 정답률 분석

1999학년도부터 2001학년도까지의 대학수학능력시험 과학 탐구 영역 중 화학Ⅱ 문항에 대하여 내용 영역과 탐구 과정별 문항 분포를 조사하였다(Table 3). 내용 영역별로 보면, '화학 결합과 화합물'과 '화학 반응'에서 비교적 많은 문항이 출제되었고(29.2,

29.2%), '물질의 과학'과 '원자 구조와 주기율'에 대한 출제 비율이 낮게 나타났다. 탐구 과정별로는 '결론 도출 및 평가'에서 가장 많은 문항이 출제되었고(33.3%), '실제 및 탐구 수행'에 대한 출제 비율이 가장 낮았다.

내용 영역별 평균 정답률을 살펴보면(Table 4), '화학 반응'의 정답률이 평균적으로 가장 높으나(전체:

Table 3. Distribution of items by content and inquiry process

Content	Inquiry process	Identifying problems & formulating hypothesis			Planning & performing inquiry			Analyzing & interpreting data			Making & testing conclusion			Total No. of items(%)
		1999	2000	2001	1999	2000	2001	1999	2000	2001	1999	2000	2001	
Nature of matter		0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	3(6.3)
Atomic structure and periodicity		1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2	0	5(10.4)
Chemical bonding and compounds		3	1	3	1	0	0	0	1	1	1	2	1	14(29.2)
States of matter and solution		0	1	1	1	2	1	1	0	1	1	1	2	12(25.0)
Chemical reaction		1	1	0	1	2	1	2	1	1	1	0	3	14(29.2)
Total No. of items(%)		13(27.1)			9(18.8)			10(20.8)			16(33.3)			48(100)

Table 4. Average percent correct in content area

Content	Average percent correct	1999	2000	2001	Average
		Total			
Nature of matter	Total	56.7	63.8	-	60
	Upper 50%	68.5	75.5	-	72
Atomic structure and periodicity	Total	63.5	70.5	76.4	70
	Upper 50%	74.5	78.5	81.8	78
Chemical bonding and compounds	Total	64.0	65.7	73.4	68
	Upper 50%	72.7	78.8	87.6	80
States of matter and solution	Total	77.3	57.3	70.0	68
	Upper 50%	87.7	67.7	83.8	80
Chemical reaction	Total	65.7	76.0	75.0	72
	Upper 50%	72.4	86.3	88.4	82

Table 5. Average percent correct in inquiry process area

Inquiry process	Average percent correct	1999	2000	2001	Average
		Identifying problems & formulating hypothesis	Total	59.8	
	Upper 50%	68.2	81.5	86.3	79
Planning & performing inquiry	Total	78.7	70.4	63.6	71
	Upper 50%	88.5	81.6	78.5	83
Analyzing & interpreting data	Total	74.5	68.2	77.9	74
	Upper 50%	83.9	80.8	89.5	85
Making & testing conclusion	Total	57.7	60.5	73.7	64
	Upper 50%	65.9	70.9	86.7	75

72%, 상위 50%: 82%), 해마다 가장 높은 정답률을 나타내는 내용 영역이 다름을 알 수 있다. 1999학년도에 가장 높은 정답률(77.3%)을 나타낸 '물질의 상태와 용액'의 경우 2000학년도(57.3%)와 2001학년도(70.0%)에는 가장 낮은 정답률을 나타내었다.

탐구 과정별 평균 정답률을 살펴보면(Table 5), '자료 분석 및 해석'의 정답률이 평균적으로 가장 높고(전체: 74%, 상위 50%: 85%) '결론 도출 및 평가' 영역이 가장 낮으나(전체: 64%, 상위 50%: 75%), 이 역시 해마다 같은 경향을 나타내는 것은 아니다. 2001학년도의 경우, 이 두 영역간의 평균 정답률 차이가 77.9%(자료 분석 및 해석)와 73.7%(결론 도출 및 평가)로 별로 크지 않았다. 따라서, 대학수학능력시험의 화학II에서 학생들이 특별히 어려워하거나 쉬워하는 내용 영역이나 탐구 과정이 있다고 보기는 어려우며, 개별 문항의 특성이 정답률에 가장 큰 영향을 준다고 볼 수 있다.

3. 개별 문항에 대한 학생들의 응답 분석

지난 3년간의 대학수학능력시험 화학II 문항에 대한 정답률 분포를 조사하였다(Table 6). 전체적으로 볼 때 쉬운 수준(정답률 60~79%)에 해당하는 문항이 절반 이상이었고(58.3%), 아주 어려운 수준(0~19%)에 해당하는 문항은 한 문항도 없었다. 연도별

변화를 보면 평균 정답률 60% 미만인 문항이 1999학년도와 2000학년도에는 각각 4문항인 반면, 2001학년도에는 2문항에 불과했다. 또한, 2001학년도에는 평균 정답률이 80% 이상인 문항이 5문항이나 된다.

Table 6. Distribution of chemistry II items by item difficulty

Difficulty of items	Year			Total No. of items
	1999	2000	2001	
Very difficult (0~19%)	0	0	0	0
Difficult (20~39%)	2	1	0	3
Medium (40~59%)	2	3	2	7
Easy (60~79%)	8	11	9	28
Very easy (80~100%)	4	1	5	10
Total No. of items	16	16	16	48

이 가운데 학생들이 특별히 어려워하거나 쉬워하는 문항에 대해 자세히 살펴보기 위해, 정답률 50% 이

하인 문항과 85% 이상인 총 9개 문항에 대해 논의하였다(Table 7, 8). 1999학년도의 경우 '화학결합과 화합물'과 '화학 반응' 영역에 속하는 '74. 결합에너지', '78. 화학 평형', '79. 산·염기'의 정답률이 가장 낮았다(37, 37, 43%). '74. 결합에너지'는 '에틸렌 분자 내 탄소의 핵간 거리에 따른 에너지 곡선으로부터 아세틸렌의 그래프를 예측'하는 문항이다. 정답률(37%) 못지 않게 높은 응답률을 보인 답지(33%)는 핵간 거리는 올바르게나 에너지의 크기가 반대로 제시된 그래프였다. 그래프 y축에 제시되는 에너지는 두 핵 사이의 '위치 에너지'로서 '음수'로 표기되므로, 결합을 끊는데 필요한 에너지로 정의되는 '결합 에너지'가 크다는 것은 y축상의 더 아래쪽 값을 의미한다. 그러나 현행 고등학교 화학Ⅱ 교과서들을 검토해본 결과, 그래프는 위치 에너지로 제공한 상태에서 설명은 결합 에너지에만 치중해 있음을 알 수 있었다. 따라서 많은 학생들이 위치 에너지와 결합 에너지의 부호 차이를 고려하지 못한 것으로 보인다.

NO_2 (적갈색)와 N_2O_4 (무색)가 평형을 이루고 있을 때(A) 및 압력을 가하여 부피가 줄어든 직후(B), 그리고 새로운 평형에 도달했을 때(C)의 색깔을 비교하도록 한 '78. 화학 평형'에서는(정답률: 37%), 답지마다 비교적 고른 응답률이 나타나 전반적으로 학생들이 매우 어렵하다는 것을 알 수 있다. '부피가 감소했으므로 부피가 증가하는 방향으로 평형이 이동한다(강석진, 1993)'거나 '평형 여부와 관계 없이 부피가 같으면 색깔도 같다' 등과 같은 오개념이 답지 선택에 영향을 준 것으로 보인다. 특히, 상위 50% 학생들의 경우에도 정답률이 40%에 불과하며, '밀도'를 고려하지 않은 채 초기 상태와 압축 직후의 색이 동일하다고 응답한 경우가 많았다(23%). 현행 교육과정상 화학 평형 개념은 고등학교 화학Ⅱ에서 처음 다루어지는데, 본 문항의 결과를 고려할 때 압축 직후나 온도 변화 직후 등의 상태에 대해서도 언급할 필요가 있을 것이다. 화학 평형에 대한 학생들의 다양한 오개념(Maskill & Cachapuz, 1989)은 교과서 개발이나 교수·학습 과정에서 고려·반영되어야 할 것이다.

'79. 산·염기'는 'pH 4인 식초가 침(pH 7)이나 위액(pH 2)과 만났을 때의 이온화도 변화'를 그래프로 올바르게 나타낸 것을 고르는 문항이다. 이 문항은 평형 상수(아세트산의 이온화상수, K_a)가 일정하고, pH가 달라지면 그 변화를 줄이려는 방향으로 평형이 이동한다는 점에 착안하여 해결해야 한다. 그러나 현행 교육과정상 '평형 이동의 법칙(르 샤틀리에의 원리)'은 화학 평형 단원에서 다루어지고, '이온화도'나 '이온화상수'는 그 이후에 산·염기 단원에서 다루어지므로, 이들 내용을 관련짓기가 어려울 것으로 보인다. 실제로 학생들의 응답을 살펴보면 '침과 만나면 이온화도가 증가하고 위액과 만나면 이온화도가 감소한다'는 정답(43%) 못지 않게 정답과 반대 방향으로 제시된 그래프를 고른 경우가 많았다(39%). 많은 학생들이 문제와 관련된 개념을 전혀 이해하지 못한 채 단순히 일관성있는 변화를 표현하고 있는 그래프를 선택했을 가능성이 있다.

2000학년도의 경우 16개 중 15개 문항의 정답률이 50% 이상이나, '물질의 상태와 용액' 영역에 속하는 '77. 용액의 끓는점오름과 삼투압'의 정답률은 매우 저조했으며(27%) 상위 50% 학생들도 마찬가지였다(33%). 이 문항은 '설탕과 포도당을 10g씩 녹인 두 용액의 끓는점과 삼투압의 크기를 비교'하는 것이다. 정답 이외에 응답률이 가장 높은 것은 끓는점오름과 삼투압의 크기가 모두 반대로 제시된 답지였으며(전체: 26%, 상위 50%: 27%) 이는 학생들이 '질량과 몰(랄)농도 사이의 관계'를 반대로 적용했기 때문일 것이다. 그러나 끓는점오름이나 삼투압 중 하나만 올바르게 제시된 답지들에 대한 응답률도 비교적 높게 나타났으므로(19~21%), 용액의 총괄성에 대한 학생들의 이해가 전반적으로 매우 저조하다는 것을 알 수 있다.

2001학년도 문항에서도 정답률이 50% 미만인 것은 '용액의 총괄성'과 관련된 한 문항(73. 삼투압)이었다(전체: 49%, 상위 50%: 61%). 2000학년도(77. 용액의 끓는점오름과 삼투압)와 비교해 볼 때 정답률이 두배 가까이 상승하였으나, 여전히 그 수준은 매우 낮다. 이 문항은 '1M의 포도당, 염화나트륨, 염화칼슘의 삼투압을 비교'하는 것으로, 해리되는 이온 수를

고려해 답해야 한다. 정답 이외에 가장 많이 나타난 응답은 '용질의 분자량이 클수록 삼투압이 크다'는 식으로(전체: 30%, 상위 50%: 26%), '분자량'이나 '몰수'에 대한 이해가 부족함을 알 수 있다(Howe, 1994). 비록 현행 고등학교 교과서에서 용액의 총괄성(끓는점오름, 어는점내림, 삼투압 등)을 주요 내용 중 하나로 다루고 있으나, 학생들은 이를 매우 어려워하는 것으로 보인다.

한편, 1999학년도에 정답률이 가장 높았던 문항(Table 8)은 '화학 반응' 영역의 '77. 표준 환원 전위' 문항이었다(전체: 87%, 상위 50%: 96%). 이 문항은 미지의 반쪽전지 5개에 대한 산화·환원 서열로부터 표준 환원 전위가 세 번째로 큰 반쪽전지를 결정하도록 한 것이다. '전극 전위' 개념은 화학 II에서 처음 다루어지나 '산화·환원' 개념이 중학교 3학년

에서부터 다루어지기 때문에 학생들이 비교적 이 문항을 쉽게 느꼈을 가능성도 있다. 그러나 표준 환원 전위가 산화가 잘 될 수록 큰 것인지, 환원이 잘 될 수록 큰 것인지에 대한 이해 정도에 관계없이, 무조건 산화·환원 서열상 가운데 위치하는 것을 고르면 된다는 점이 정답률을 높이는데 상당히 기여했을 것으로 보인다.

2000학년도의 경우에도 정답률 85% 이상인 것은 한 문항이었는데(79. 반응속도에 영향을 주는 요인), 상위 50% 학생들의 경우 틀린 학생이 거의 없을 정도로 정답률이 매우 높았다(전체: 91%, 상위 50%: 98%). 이 문항은 온도, 촉매, 표면적과 반응속도 사이의 관계를 나타낸 그래프들과 관련된 생활 주변 현상을 고르도록 한 것이다. 반응 속도에 영향을 주는 요인들에 대해서는 고등학교의 공통과학과 화학 II에서

Table 7. Test items with average percent correct under 50%

Year	Item	Average percent correct (Upper 50%)	Remarks
1999	74. Bond energy	37(45)	- not recognize the sign difference between bond energy and potential energy - newly introduced in chemistry II (bond energy) - not emphasized in textbooks (sign of energy)
	78. Chemical equilibrium	37(40)	- not fully understand chemical equilibrium, especially condition right after compressing - newly introduced in chemistry II (chemical equilibrium) - not treated in textbooks (condition right after compressing)
	79. Acid - base	43(47)	- not predict ionization degree by pH, tend to select plausible distracters - newly introduced in chemistry II (chemical equilibrium)
2000	77. Boiling point elevation & osmotic pressure	27(33)	- have difficulties in understanding colligative property - newly introduced in chemistry II (colligative property)
2001	73. Osmotic pressure	49(61)	- have difficulties in understanding basic chemistry concept (mass, molecular weight and mole)

연속적으로 다루므로 학생들의 이해 수준이 높은 것으로 보인다. 그러나 이에 대한 이해가 부족하더라도 각 그래프에 제시된 용어(예, 고온, 저온)와 현상을 서술한 용어(예, 실온, 냉장고)를 단순히 연결지어 응답했을 가능성도 배제할 수 없다.

2001학년도에 경우에는 '화학결합과 화합물' 과 '화학 반응' 영역에 속하는 두 문항(66. 화합물의 구조, 80. 반응 속도)의 정답률이 85% 이상이었다. '66 화합물의 구조'는 CA_4 (정사면체)와 DA_2 (굽은형)의 구조를 그림으로 제시한 후 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것을 고르도록 한 문항이었다. 대부분의 학생들이 '쌍극자 모멘트 합이 크기가 서로 같다'는 정답을 선택하였으므로, 비대칭 분자에서 쌍극자 모멘트의 합은 0이 될 수 없다는 것을 잘 이해하고 있는 것으로 보인다. 그러나 나머지 답지들의 수준이 매우 쉬웠기 때문에(예, CA_4 의 그림이 제시된 상태에서 그것이 정사면체인지 아닌지 판단하는 것), 선다형의 특성상 정답률이 더욱 높아졌을 가능성도 있다. 무극성 분자를 고르도록 한 바로 앞문항(65. 분자의 극성)에서 'AE(직선형)'라고 응답한 학생이 20% 이상 있었던 것은 이러한 가능성을 지지한다.

'80. 반응 속도'에서 정답률이 높게 나타난 것(전체: 86%, 상위 50%: 96%)은 2000학년도의 79. 반응 속도에 영향을 주는 요인'에서의 결과와 함께 고려

하면, '반응 속도' 개념을 고등학교 1, 2학년에서 반복적으로 교수한 것이 학생들의 학습에 상당히 효과적이었다고 볼 수 있다.

IV. 결론 및 시사점

제6차 교육과정이 적용되기 시작한 1999학년도부터의 3년간 대학수학능력시험에서, 자연계 응시자 중 화학Ⅱ를 선택한 학생들의 응답을 분석하였다. 본 연구를 통해 다음과 같은 결론을 내릴 수 있다.

첫째, 지난 3년 동안 화학Ⅱ에 응시한 학생수는 17,500 여 명이 감소했으나, 자연계 지원자 전체에서 차지하는 비율은 25% 이상으로 해마다 약간씩 증가하는 경향이 있었다. 이 비율은 생물Ⅱ를 선택하는 학생 비율보다는 낮으나, 지구과학Ⅱ나 물리Ⅱ 지원자 비율보다는 높은 것이다. 특히, 여학생들의 화학 선택 비율이 높게 나타났다.

둘째, 선택 과목 집단별로 비교하여 보면, 화학Ⅱ를 선택하는 집단의 공통과학 점수가 매년 가장 높아 가장 우수한 집단이라고 볼 수 있다. 화학Ⅱ를 비롯한 과학 탐구 영역의 모든 과목들은 갈수록 점수가 높아지는 경향이 있었다.

셋째, 내용 영역으로 보면 '화학 결합과 화합물' 과 '화학 반응'에서, 과학 탐구 영역으로 보면 '결론 도

Table 8. Test items with average percent correct above 85%

Year	Item	Average percent correct (Upper 50%)	Remarks
1999	77. Standard reduction potential	87(96)	- require oxidation-reduction concept (has been treated since middle school) rather than electric potential (newly introduced in chemistry II)
2000	79. Factors affecting reaction rates	91(98)	- treated repeatedly in general science and chemistry II (reaction rates) - provide a clue to the correct answer
2001	66. Structure of compounds	89(98)	- use unplausible distracters
	80. Reaction rates	86(96)	- treated repeatedly in general science and chemistry II (reaction rates)

출'에서 가장 많은 문항이 출제되었다. 학생들이 특별히 강세를 나타내거나 약세를 나타내는 내용 영역이나 탐구 과정 영역은 나타나지 않았다.

넷째, 정답률이 50% 이하인 문항은 3년간의 총 48개 문항 가운데 5개였고, 주로 1999학년도에서 많이 나타났다. 학생들이 특히 어려워하는 개념은 '끓는점 오름'이나 '삼투압'과 같은 '용액의 총괄성'이었는데, 그 기본 개념인 '질량, 분자량, 몰수 사이의 관계'에 대한 이해도 상당히 부족한 것으로 보인다. 또한, 화학 평형 단원에서 학습한 '평형 이동의 법칙'과 산·염기 단원에서 학습한 '이온화상수'나 '이온화도' 개념을 관련지어 생각하지 못하는 경향이 있었다. 그 밖에도 교과서에서 관련 내용을 다루긴 하지만 자세히 언급하지 않는 내용, 예를 들면 '화학 결합 에너지와 핵간 위치 에너지 사이의 부호 차이', '평형 상태에 도달하기 이전인 압축 직후 상황' 등에 대해 바르게 이해하는 학생들이 적었다.

다섯째, 정답률 85% 이상인 문항은 4개였는데, 이 중 2개가 2001학년도 문항이었다. 학생들은 공통과학과 화학II에서 연이어 다루어지는 '반응 속도' 개념과 중학교에서부터 다루어진 '산화·환원' 개념을 비교적 잘 이해하고 있는 것으로 나타났다. 그러나 개념의 유형보다는 문항 자체의 특성이 정답률을 높이는 데 보다 기여하는 것으로 보인다. 예를 들어 문항에 제시된 용어나 그림이 정답을 암시하는 경우, 나머지 답지들의 오답 매력도가 매우 낮은 경우 등이었다.

위와 같은 결과로부터 다음과 같은 시사점을 도출할 수 있다.

첫째, 자연계 지원자의 감소 추세에 대한 대처 방안 마련이 시급하다. 비록 자연계 응시자 내에서 화학II를 선택하는 학생들의 비율은 다소 증가하고 있다고 하나, 자연계 응시자 수가 급격히 감소하고 있으므로 화학II를 선택하는 학생수 역시 급격히 감소하고 있다. 이것은 국가적 과학 기술력 약화와 이에 따른 국가 경쟁력 약화를 초래할 수밖에 없을 것이다. 따라서, 실생활 관련 과학 내용 강화, 과학에 대한 비전 제시 등 과학교육 내에서의 노력뿐만 아니라, 대학수학능력시험에서 자연계 학생들이 불리하지 않도록 제

도적인 개편도 병행되어야 할 것이다.

둘째, 반복적으로 출제됨에도 불구하고 학생들이 어려워하는 것으로 나타난 '끓는점 오름과 삼투압'의 경우, 그 원인에 대한 면밀한 분석이 필요하다. 특히, 이와 관련된 기본 개념들(몰, 질량, 분자량)에 대해서도 오개념 유형 및 치유 방안을 연구해 보아야 한다.

셋째, 기본 개념에 대한 이해 부족은 대학 수학에 결정적인 장애 요인으로 작용할 수 있으므로, 문항의 곤란도 조정에 있어 화학의 주요 개념들을 고려할 필요가 있다. 정답률이 높은 문항들을 살펴보면 문항 자체의 특성상 개념을 완전히 이해하지 못해도 해결할 수 있는 경우가 많았다. 그러나 이보다는 화학에서 중요한 의미를 지니는 개념들을 엄선하여 반복 출제하는 방안이, 교수·학습 과정의 내실화를 유도할 수 있는, 보다 바람직한 곤란도 조정 방안일 것이다. 이를 위해서는 성취 기준이나 평가 기준에 대한 체계적인 연구도 선행되어야 할 것이다.

적 요

1999학년도부터 지난 3년 동안 시행된 대학수학능력 시험에서 화학II 문항에 대한 학생들의 응답을 조사하였다. 화학II에 대한 응시자수와 평균 점수, 내용 영역과 탐구 과정에 의한 평균 정답률, 정답률이 높거나 낮은 문항 등을 분석·논의하였다. 자연계 응시자는 해마다 감소하고 있으나, 자연계 학생 중 25% 이상이 화학II를 선택하며, 이는 생물II에 이어 두 번째로 많은 수이다. 2001학년도에는 화학II의 평균 점수가 높아졌는데, 다른 과목들도 마찬가지였다. 내용 영역이나 탐구 과정에 의한 평균 정답률의 차이는 없었다. 학생들은 '끓는점오름'이나 '삼투압'과 같은 '용액의 총괄성'과 관련된 문제를 어려워하였고, '반응 속도'와 관련된 문제를 비교적 잘 해결하였다. 교육학적 함의에 대해 논의하였다.

참 고 문 헌

강석진(1993). 화학평형에 대한 학생들의 개념 연구. 서울대학교 석사학위 논문.

- 김신영, 구창현, 임형, 박정(1998). 대학수학능력시험 결과 보고 및 분석 방안 연구. 한국교육과정평가원 연구보고 PRE 98-5.
- 김인영(1993). 대학수학능력시험이 교육방법 변화에 미칠 영향 분석. 숙명여자대학교 대학원 석사학위 논문.
- 남중옥(1996). 대학수학능력시험의 과학탐구영역 문항 분석. 한국교원대학교 석사학위 논문.
- 마광규(1996). 대학수학능력시험의 영향에 대한 조사 연구. 고려대학교 교육대학원 석사학위 논문.
- 박수진(1995). 대학수학능력시험이 역사교육현장에 미친 영향과 바람직한 역사과 교수·학습 방법. 이화여자대학교 석사학위 논문.
- 임찬빈, 양길석, 성병창(1998). 대학수학능력시험 영향 연구. 한국교육과정평가원. 연구보고 RRE 98-9.
- Howe, A. C.(1994). The mole concept. *Journal of Chemical Education*, 71(8), 653-655.
- Maskill, R., & Cachapuz, A. F. C.(1989). Learning about the chemistry topic of equilibrium: the use of word association tests to detect developing conceptualization. *International Journal of Science Education*, 11(1), 57-69.