

2009~2013학년도 중등교사 임용시험 화학교과 내용학 문항의 출제 경향 분석

최병욱 · 김용성*

경남대학교

Trend Analysis of Secondary School Chemistry Teacher Certification Examination: School Years 2009~2013

Choi, Byungok · Kim, Yongseong*

Kyungnam University

Abstract: This study analyzed questions related to the content knowledge on the subject of chemistry for middle and high school teacher employment examinations conducted from the school years 2009 to 2013 based on the evaluation scope of the chemistry subject content knowledge and evaluation contents that were presented by the Korea Institute for Curriculum and Evaluation (KICE). To achieve the objectives of this study, a total of 140 questions were collected with respect to the questions that appeared on the test over the last 5 years, which aimed to evaluate the level of applicants' knowledge related to the contents of chemistry subject. The ratio of the contents covered in the test was assessed based on the scope of evaluation and the items for evaluation among the 4 subjects. Based on the results, suggestions were presented in relation to the operation of the chemistry curriculum for the Department of Chemistry Education at the college of education or the restructuring of the evaluation scope. There was a significant difference in the ratio of items that appeared on the test among the 4 subjects related to the content knowledge on chemistry. Also, there was a remarkable difference in the ratio of items covered in the test among the evaluation scope by subject. The results of the analysis on the evaluation content items suggested that 41 items out of 122 did not appear in the teacher employment examination for 5 years. Based on such results of analysis, this study discussed the need for readjusting the ratio of items covered in the test on content knowledge related to chemistry or the evaluation scope and evaluation content items.

Key words: content knowledge of chemistry education, certification examination of secondary school teacher, items analysis, curriculum of chemistry education

I. 서 론

1. 연구의 필요성 및 목적

해방 후 중등학교 교육과정에서 과학 교과목이 편제된 시기는 미군정기이다. 당시 교과목 및 교수 시수 표에서 과학과 관련된 교과로는 초등학교 4~6학년에서는 이과, 초급 중학교에서는 물상과 생물, 고급 중학교에서는 물리·화학·생물이 편제되었다(최호성 등, 2012). 미군정기 이래로 오늘날에 이르기까지 과학교과는 학생들이 과학 탐구 능력과 과학적 태도를 함양하고, 창의적이고 합리적으로 문제를 해결하는

데 필요한 역량을 길러주는 핵심적인 교과로서 역할을 담당해 왔다. 이렇듯 학생의 핵심적인 역량을 길러주는 과학 교과를 담당할 교사는 다양한 과정을 통해 양성되고 있다.

다양한 절차와 방법으로 시험을 실시하는 것은 전문성을 갖춘 교사를 선발하기 위한 방안일 것이다. 일반적으로 교직의 전문성 개념 속에는 근본적으로 교과에 대한 지식과 더불어 교육자로서의 인간적, 감성적, 지각적 능력을 포함하는 교육자적 인성 등이 개념화되어 있다(손충기, 2004). 과학교사에게 요구되는 자질은 과학 분야에 대하여 넓고 깊은 지식, 과학 전공 분야의 교수법을 잘 이해하고 실천, 교육 환경의

*교신저자: 김용성(kimys@kyungnam.ac.kr)

**2013.08.05(접수), 2013.08.20(1심통과), 2013.09.23(2심통과), 2013.10.02(최종통과)

국제적 변화를 볼 수 있는 넓은 안목(박승재 등, 1993) 등이다. 또한 과학교사는 과학을 왜 가르치며 과학과 교육을 통해 어떤 사람을 길러야 할 것인가에 대해 깊이 이해하여야 하고, 과학교과에 독특한 교수활동과 학생의 학습활동에 대해서 알아야 한다. 특히 다양한 경험을 통해 과학교과 교수활동과 탐구활동에 대한 특성을 잘 이해하여야 하며, 과학지식과 교수-학습 방법의 변화로 인해 끊임없이 연구하고 노력해야 한다(홍맹표, 2002).

현재의 제도로서 중등학교의 과학교사로 임용될 수 있는 방법으로는 사범대학이나 교직과정 이수 또는 교육대학원에서 관련 교육과정을 이수하고 국·공·사립의 중등학교에 교사로 채용되는 것이다. 특히 국·공립학교의 교사로 채용되기 위해서는 몇 차례에 걸쳐 시행되는 교원 임용고사에 합격해야 한다. 우수한 자질을 갖춘 교사를 선발하기 위해 1992학년도부터 교원임용고사가 실시되었고, 그 과정에서 임용고사 실시의 절차나 방법은 변화를 거듭해 왔다.

교원임용고사에서 과학 교과의 내용이 어떤 비중으로 다루어져 왔는가에 대한 논의도 전개되어 왔는데, 최영준(2006)은 교원임용고사가 처음 실시된 1992학년도 교원선발고사부터 2006학년도까지 과학교육론 기출문제를 5대 주제별로 분류하여 출제 문항 수와 백분율로 제시한 바 있다. 그의 연구를 통해 당시 과학 교육론에서는 교수학습론이 가장 중요시 되었으며, 문항의 수와 부여 점수의 관계에서는 어느 영역이나 거의 비례하는 것으로 분석되었다. 장이나(2010)는 2009학년도 개정안 전·후 중등 화학 교사 임용시험 출제 경향을 비교·분석한 바 있다. 이를 통해 교과내용학 중 화학교육 분야와 물리화학 분야의 경우는 개정안 시행 전의 출제 비중이 개정안 이후에도 고르게 나타났으나, 유기화학 분야의 경우는 개정안 시행 이전의 몇 개의 영역에 편중되었던 것이 시행 이후 모든 영역에 고르게 분포되는 특성을 밝혀주었다.

2009학년도부터 2013학년도까지 실시된 중등교사 선발시험 제도는 교육인적자원부령 제914호(2007.10.11) 「교육공무원 임용후보자 선정 경쟁 시험 규칙」에 의해 만들어졌고, 2009학년도 임용고사에서부터 시작되어 현재까지 5년 동안 실시되어 왔다. 현재까지 적용된 제도에서는 5지 선다형의 1차 시험과 논술형 필기시험의 2차 시험, 교직적성 심층 면접 및 수업능력평가의 3차 시험으로 실시되었다. 특히, 교

육과정 평가원에서는 임용고사 출제를 위한 각 교과별 교사 자격 기준을 제시하고 있는데, 화학 교사의 자격기준은 ‘화학 교사의 인성, 태도, 책임’, ‘전문적 화학 지식과 능력’, ‘화학교육과정’, ‘화학교수-학습’, ‘화학교육평가’, ‘화학교육환경’, ‘화학교사 전문성 계발’의 일곱 가지 영역(대범주)로 제시하고, 그 하위 영역으로 10개의 ‘표시과목별 자격기준’을 제안하고 있다. 이러한 영역(대범주)과 표시과목별 자격기준을 세분화하여 37개의 세부자격기준을 제시하고 있다. 이러한 자격기준은 ‘2009학년도 중등교사 임용 후보자 선정 경쟁시험’부터 표시과목별 출제 문항의 타당도를 제고하는 기초 자료로 활용할 것임을 밝히고 있다(교육과정평가원, 2008).

제시된 교사 자격 기준은 교사로서 갖추어야 할 기본적인 능력과 자질을 알려주고, 교사 양성 교육과정의 편성과 운영, 학사 운영의 준거로 작용하며, 현직 연수 등 교사의 전문성 신장, 역량 강화를 위한 프로그램 개발과 개선을 위한 기초 자료를 제공한다. 또한 교사의 업무배치, 직무 수행 능력 평가 등을 위한 객관적인 기준으로서 작용할 수 있고, 일반인들의 교직에 대한 인식과 태도를 형성하는데 영향을 미친다(장이나, 2010:6).

이에 본 연구는 한국교육과정평가원에서 제시한 화학과 평가내용요소를 토대로 2009학년도부터 2013학년도 중등교사 임용시험 1차에 출제된 화학과 내용학의 문항을 분석하였다. 현재까지 평가내용요소를 토대로 임용시험 문항을 분석한 연구가 없어, 기본이 수과목 및 분야별로 어떤 내용요소가 어떤 비중으로 출제되고 있으며, 어떤 평가내용요소가 시험에서 배제되고 있는가를 밝혀주는 연구 성과물은 없는 실정이다. 따라서 본 연구는 2009년 이후의 임용고사 문항이 한국교육과정평가원에서 제시한 평가내용요소를 얼마나 잘 반영하고 있는지를 분석하는 데 중점을 두었다. 이를 통해 화학과 평가내용요소의 타당성을 논의하고, 2014학년도 교원임용고사부터 전공 시험이 다시 서술형으로 전환되는 시점에서 평가문항의 타당성 확보를 위한 방안을 논의하고자 한다.

2. 연구 내용

본 연구의 목적을 달성하기 위해 다루어진 주요 연구 내용은 다음과 같다.

첫째, 한국교육과정평가원에서 제시한 평가영역별로 2009학년도부터 5년간 화학과 내용학 문항의 출제경향을 분석한다.

둘째, 분석 결과를 통해 화학과 교과내용학 평가내용요소의 타당성을 논의한다.

II. 연구 방법

1. 분석 대상

이 연구에서는 중등 교사 임용시험 화학과 교과내용학의 선택형 필기시험 문항을 분석하고자 한다. 특히 교과내용학이 선택형 필기시험으로 출제된 2009학년도 중등교사 임용시험 문제에서 2013학년도 시험까지 140문제를 대상으로 하였다. 분석 대상 자료는 한국교육과정평가원(<http://www.kice.re.kr>)의 중등교사 임용시험 기출문항 자료실에서 수집하였다.

2. 도구 및 방법

본 연구의 목적을 달성하기 위한 구체적인 연구절차 및 분석 방법은 다음과 같다.

첫째, 화학과 교과 내용학 평가 영역 및 평가 내용에 따른 분석에서는 『2009학년도 개편 중등교사 임용후보자 선정경쟁시험 「화학과」의 교사 자격 기준 개발과 평가 영역 상세화 연구』에서 제시한 4개 기본 이수과목 및 분야와 29개의 평가 영역에서 122개의 평가 내용 요소를 추출하였다.

둘째, 2009학년도 중등교사 임용시험 문제에서 2013학년도 시험까지의 140문제를 기본 이수과목 및 분야에 따른 평가영역과 평가내용요소에 비추어 분석하였다. 5년간 임용시험에서 다루어지는 평가영역의 수와 평가 내용 요소의 수를 연도별로 그 추이를 밝혔

다. 문항의 분석의 신뢰도 제고를 위해 화학교육전문가 3인의 자문을 받았다. 먼저 화학교육전문가 3인 각자가 평가내용요소에 따른 출제학년도별 문항을 분류하였으며, 이를 연구자가 분류한 결과와 비교하였다. 이들 중 일치하지 않는 분류에 대해서는 추후 논의를 통하여 화학교육전문가 3인 중 2인의 분류가 일치할 시 해당 평가내용요소에 포함되는 것으로 하였다.

III. 연구 결과

1. 화학과 교과내용학 평가내용요소의 5년간 출제 경향

화학과 중등교사 임용시험 교과내용학의 기본 이수과목 및 분야별 평가 영역 및 평가 내용 요소에 비추어 최근 5년간 출제된 140문제를 분석한 결과는 Table 1과 같다.

중등교사 임용시험 화학과 교과내용학의 4개 기본 이수과목 및 분야에 따른 평가영역 수는 29개이고, 평가내용요소는 122개이다. 기본 이수과목 및 분야에 따라 5년간 출제된 평가내용요소 수를 분석한 결과 분석화학 및 실험 17개 요소(59%)에서 물리화학 및 실험 20개 요소(77%)에 이르기까지 다양하게 나타났다. 전체적으로는 화학과의 122개 평가내용요소 중 81개(66.4%)가 5년간 중등 화학교사 임용시험에 출제되었으며, 41개(33.6%)는 출제되지 않은 것으로 분석되었다.

2. 화학과 교과내용학의 기본 이수과목 및 분야별 평가내용요소의 5년간 출제 경향 분석

2009학년도부터 2013학년도 시험까지 중등 화학과 임용시험에 출제된 교과내용학 140문제를 4개의

Table 1

The number of evaluation items in chemistry for last 5 years

기본 이수과목 및 분야	평가영역 수	평가내용요소 수	5년간 출제된 평가내용요소 수
물리화학 및 실험	5	26	20(77%)
유기화학 및 실험	9	37	23(62%)
무기화학 및 실험	9	30	21(70%)
분석화학 및 실험	6	29	17(59%)
계	29	122	81(66.4%)

기본 이수과목 및 분야에 따른 평가내용요소에 따라 분석하였다. 다만, 물리화학 및 실험, 유기화학 및 실험, 무기화학 및 실험의 경우는 논문 작성의 지면 여건을 고려하여 I, II로 구분하여 분석표를 제시 및 해석하고, 이후 통합하여 논의하는 방식을 택하였다. 출제 빈도 분석에 있어서는 임용고사에 출제된 81개의 평가내용요소의 5년간 빈도 수 248에 근거하여 분석하였다. 빈도수가 248로 나타난 것은 하나의 평가 요소가 여러 문제에 언급된 것과 하나의 문제에 여러 평가 요소가 포함된 것을 모두 각각으로 계산하였기 때문이다. 이는 화학 교과의 특정 평가요소가 교원 임용고사에서 얼마나 비중 있게 다루어지고 있는가를 분석하고자 하는 본 연구의 목적에 부합하기 때문이다.

가. 물리 화학 및 실험 I의 평가내용요소별 출제 경향 분석

물리화학 및 실험 I은 4개의 평가영역, 16개의 평가내용요소로 구성되어 있고, 모두 중등학교 교육과정과 관련이 있다. 16개 평가내용요소 중 15개(94%)가 출제되었고, 1개(6%)가 미 출제로 분석되었다. 7개 이수과목 및 분야(물리화학 및 실험, 유기화학 및 실험, 무기화학 및 실험은 논의의 편의상 I, II로 구분하였기 때문임)에서 물리화학 및 실험 I은 15개의 평가내용요소가 5년간 평균 49회(19.8%)의 비중으로 출제되어, 임용고사에서 비교적 비중이 높은 분야로 나타났다. 특히 16개 평가내용요소 중 15개의 평가내용요소가 출제되어, 거의 모든 평가내용요소가 임용시험에 반영된 것으로 분석되었다.

물리화학 및 실험 I의 평가영역에서는 열역학 21회(8.5%), 양자이론(원자) 12회(4.8%), 분자분광학 9회(3.6%), 물질의 구조와 결합 7회(2.9%)의 빈도로 출제되었음이 분석되었다. 평가내용요소에서는 '일, 열, 에너지와 열역학 제 1법칙 (열과 엔탈피, 기체의 등온·등압 변화, 가역·비가역 과정 등)'과 '열역학 제 2, 3법칙의 이해와 적용 (엔트로피, 열기관 효율 등)'이 각 7회 출제되었고, '양자역학의 기본 가설 및 원리와 슈뢰딩거 방정식의 이용 및 해석'이 6회 출제되었으며, 모두 12학년의 화학과 교육과정과 관련이 있는 내용이었다. 한편, '양자역학적 현상 이해 (흑체복사, 광전효과, 원자스펙트럼, 입자-파동 이중성, 불확정성 원리 등)'은 5년간 한 번도 출제되지 않은 것으로 분석되었다.

나. 물리 화학 및 실험 II의 평가내용요소별 출제 경향 분석

물리화학 및 실험 II는 1개의 평가영역과 10개의 평가내용요소로 구성되어 있고, 모두 중등학교 교육과정과 관련이 있다. 10개 평가내용요소 중 5개(50%)가 출제되었고, 5개(50%)가 미 출제로 분석되었다. 7개 이수과목 및 분야에서 물리화학 및 실험 II는 5개의 평가내용요소가 5년간 평균 13회(5.2%)의 비중으로 출제되었다.

물리화학 및 실험 II의 평가영역에서는 '반응속도의 정의, 반응속도 법칙, 반응 차수, 반응의 종류, 반응 속도의 측정'이 5회, '반응 메커니즘의 이해(단위 반응, 다단계 반응, 근사법, 동위원소 효과, 전이 상태 이론, 퍼텐셜 에너지 표면 등)'이 4회 출제되었으며, 10~12학년 화학과 교육과정과 관련이 있는 내용이었다. 한편, '화학 평형의 원리'를 비롯한 5개의 평가내용요소는 5년간 임용시험에 한 번도 출제되지 않은 것으로 분석되었다.

물리화학 및 실험의 I, II를 통합하면 5개 평가영역, 26개 평가내용요소로 구성되어 있음을 볼 수 있다. 26개 평가내용요소 모두 중등학교 화학과 교육과정과 관련이 있으며, 이 중에서 20개(77%) 평가내용요소가 지난 5년간 중등 화학교사 임용시험에 출제되었고, 6개(23%)가 미 출제된 상태이다. 4개 기본이수과목 및 분야(물리화학 및 실험, 유기화학 및 실험, 무기화학 및 실험 I, II를 통합)에서 물리화학 및 실험의 평가내용요소가 5년간 출제된 횟수는 62회(25%)로 균형 있는 비중으로 출제되었음이 분석되었다. 각 평가영역과 평가내용요소가 출제된 경향은 Table 2, Table 3에서 분석된 바와 같다.

다. 유기 화학 및 실험 I의 평가내용요소별 출제 경향 분석

유기화학 및 실험 I은 4개의 평가영역, 20개의 평가내용요소로 구성되어 있다. 20개 평가내용요소 중 13개(65%)가 중등학교 화학과 교육과정과 관련이 있으며, 7개(35%)는 관련이 없다. 출제된 평가내용요소 15개 중 중등학교 화학과 교육과정과 관련이 있는 평가내용요소의 수가 9개(60%)이고, 6개(40%)는 관련이 없는 것으로 나타났다. 7개 이수과목 및 분야와 비교해 볼 때 유기화학 및 실험 I은 5년간 평균 49회(19.7%)의 비중으로 출제되었다

Table 2

The number of problems according to evaluation items of physical chemistry and experiment I for last 5 years

평가 영역	평가 내용 요소	출제 학년도별 문항 번호					5년간 출제 횟수 (%)	중등학교 관련 학년 및 단위
		09	10	11	12	13		
	양자역학적 현상 이해 (흡수복사, 광전효과, 원자스펙트럼, 입자-파동 이중성, 불확정성 원리 등)							12학년-화학Ⅱ-원자 구조와 주기율
양자 이론 (원자)	양자역학의 기본 가설 및 원리와 슈뢰딩거 방정식의 이용 및 해석	13, 14	24	16	17	14	6	12학년-화학Ⅱ-원자 구조와 주기율
	병진, 회전, 진동 운동에 대한 양자화학적 이해	13			16		2	11학년-화학Ⅰ-물, 공기
	수소 및 다전자 원자의 구조와 전자간 상호작용의 이해 (수소원자 스펙트럼, 원자 항 기호, 훈트 규칙, 선택 규칙 등)	32		14			12, 20	4
계								12(4.8)
물질의 구조와 결합	분자 오비탈에 관한 이론적 이해와 적용 (보른-로펜하이머 근사, 원자가 결합 이론, 분자 궤도함수 이론 등)				21	13	2	8학년-과학-우리 주위의 화합물 12학년-화학Ⅱ-원자 구조와 주기율
	분자 오비탈을 이용한 분자 구조의 이해(분자궤도함수, 혼성 궤도함수, 휘겔 근사법, 알쉬 도표, 전자 배치, 분자 항 기호 등)	15	30	15	18		4	12학년-화학Ⅱ-원자 구조와 주기율
	분자 대칭성을 이용한 군론의 적용 (LCAO-MO 형성, 구조·오비탈·상태 표시 등)					13	1	12학년-화학Ⅱ-원자 구조와 주기율
	이온 결합과 금속 결합의 원리 (격자 에너지, 띠 구조 등)							8학년-과학-우리 주위의 화합물
계								7(2.9)
분자 분광학	분자 분광학의 일반론 (흡수, 발광, 산란, 전이 쌍극자 모멘트와 전이 등)		14	19			2	2학년-화학Ⅱ-화학결합
	회전 및 진동 스펙트럼의 이해와 적용 (선택 규칙, 스펙트럼 특징, 진동-회전 전이, 흡수와 라만 산란, 진동 기준 방식 등)	15	26	17	19	15	5	11학년-화학Ⅰ-공기 12학년-화학Ⅱ-화학결합
	전자 스펙트럼의 이해와 적용 (프랭크-콘돈 원리, 선택 규칙, 전자 스펙트럼의 특징, 형광·인광, 해리, 광화학 등)	15	28				2	11학년-화학Ⅰ-현대 화학과 우리 생활 12학년-화학Ⅱ-산과 염기(지시약 색)
계								9(3.6)
열역학	분자의 병진·회전·진동 운동과 전자에 대한 볼츠만분포와 파티션 함수 이해		25				1	7학년-과학-상태 변화와 에너지
	파티션 함수와 열역학 함수와의 관계 (내부에너지, 엔트로피, 열용량 등)		25	13		16	3	7학년-과학-상태 변화와 에너지
	일, 열, 에너지와 열역학 제 1법칙 (열과 엔탈피, 기체의 등온·등압 변화, 가역·비가역 과정 등)	18	13	13, 18, 19	13	16	7	12학년-화학Ⅱ-화학 반응과 에너지
	열역학 제 2, 3법칙의 이해와 적용 (엔트로피, 열기관 효율 등)	17	13, 23, 25	18	13	18	7	12학년-화학Ⅱ-화학 반응과 에너지
	변화의 자발성과 깁스 자유에너지 (헬름홀츠 에너지, 화학 퍼텐셜 등)		13	19	14		3	12학년-화학Ⅱ-화학 반응과 에너지
계								21(8.5)
총계		9	12	11	8	9	49 (19.8)	

※ 지면의 여건을 고려하여 '물리화학 및 실험'을 I, II로 구분하였음. 기본 이수과목 및 분야별 '평가영역', '평가내용요소', '중등학교 관련 학년 및 단위'은 '한국교육과정평가원 (2008), 표시과목 「화학」의 교사 자격 기준 개발과 평가 영역 상세화 및 수업 능력 평가 연구 : 2009학년도 개편 중등교사임용후보자 선정경쟁시험'에서 제시된 내용임.

Table 3

The number of problems according to evaluation items of physical chemistry and experiment II for last 5 years

평가 영역	평가 내용 요소	출제 학년도별 문항 번호					5년간 출제 횟수 (%)	중등학교 관련 학년 및 단원
		09	10	11	12	13		
양자 이론 (원자)	양자역학적 현상 이해 (흑체복사, 광전효과, 원자스펙트럼, 입자-파동 이중성, 불확정성 원리 등)							12학년-화학II-원자 구조와 주기율
	양자역학의 기본 가설 및 원리와 슈뢰딩거 방정식의 이용 및 해석	13, 14	24	16	17	14	6	12학년-화학II-원자 구조와 주기율
	병진, 회전, 진동 운동에 대한 양자화학적 이해	13			16		2	11학년-화학I-물, 공기
	수소 및 다전자 원자의 구조와 전자간 상호작용의 이해 (수소원자 스펙트럼, 원자 항 기호, 훈트 규칙, 선택 규칙 등)	32		14			12, 20	4
계								12(4.8)
물질의 구조와 결합	분자 오비탈에 관한 이론적 이해와 적용 (보른-로펜하이머 근사, 원자가 결합 이론, 분자 궤도함수 이론 등)				21	13	2	8학년-과학-우리 주위의 화합물 12학년-화학II-원자 구조와 주기율
	분자 오비탈을 이용한 분자 구조의 이해(분자궤도함수, 혼성 궤도함수, 휘켈 근사법, 알쉬 도표, 전자 배치, 분자 항 기호 등)	15	30	15	18		4	12학년-화학II-원자 구조와 주기율
	분자 대칭성을 이용한 군론의 적용 (LCAO-MO 형성, 구조·오비탈·상태 표시 등)					13	1	12학년-화학II-원자 구조와 주기율
	이온 결합과 금속 결합의 원리 (격자 에너지, 띠 구조 등)							8학년-과학-우리 주위의 화합물
계								7(2.9)
분자 분광학	분자 분광학의 일반론 (흡수, 발광, 산란, 전이 쌍극자 모멘트와 전이 등)		14	19			2	2학년-화학II-화학 결합
	회전 및 진동 스펙트럼의 이해와 적용 (선택 규칙, 스펙트럼 특징, 진동-회전 전이, 흡수와 라만 산란, 진동 기준 방식 등)	15	26	17	19	15	5	11학년-화학I-공기 12학년-화학II-화학결합
	전자 스펙트럼의 이해와 적용 (프랑크-콘돈 원리, 선택 규칙, 전자 스펙트럼의 특징, 형광·인광, 해리, 광화학 등)	15	28				2	11학년-화학I-현대 화학과 우리 생활 12학년-화학II-산과 염기(지시약 색)
계								9(3.6)
열역학	분자의 병진·회전·진동 운동과 전자에 대한 볼츠만분포와 파티션 함수 이해		25				1	7학년-과학-상태 변화와 에너지
	파티션 함수와 열역학 함수와의 관계 (내부에너지, 엔트로피, 열용량 등)		25	13		16	3	7학년-과학-상태 변화와 에너지
	일, 열, 에너지와 열역학 제 1법칙 (열과 엔탈피, 기체의 등온·등압 변화, 가역·비가역 과정 등)	18	13	13, 18, 19	13	16	7	12학년-화학II-화학 반응과 에너지
	열역학 제 2, 3법칙의 이해와 적용 (엔트로피, 열기관 효율 등)	17	13, 23, 25	18	13	18	7	12학년-화학II-화학 반응과 에너지
	변화의 자발성과 깁스 자유에너지 (헬름홀츠 에너지, 화학 퍼텐셜 등)		13	19	14		3	12학년-화학II-화학 반응과 에너지
계								21(8.5)
총계		9	12	11	8	9	49 (19.8)	

유기화학 및 실험 I의 평가영역에서는 작용기와 반응성 및 반응형태 35회(14%), 입체화학 7회(2.8%), 구조와 결합 4회(1.7%) 등의 출제 비중으로 나타났다. 평가내용요소에서는 '알코올 및 아민화합물의 구조와

성질, 결합과 반응, 반응 메커니즘' 11회, '카르보닐 및 카르복시산 유도체화합물의 구조와 성질, 결합과 반응, 반응 메커니즘' 8회, '할로겐화합물의 구조와 성질, 결합과 반응성, 합성방법' 5회, '입체화학의 정

Table 4

The number of problems according to evaluation items of organic chemistry and experiment I for last 5 years

평가 영역	평가 내용 요소	출제 학년도별 문항 번호					5년간 출제 횟수 (%)	중등학교 관련 학년 및 단위
		09	10	11	12	13		
양자 이론 (원자)	양자역학적 현상 이해 (흑체복사, 광전효과, 원자스펙트럼, 입자-파동 이중성, 불확정성 원리 등)							12학년-화학II-원자 구조와 주기율
	양자역학의 기본 가설 및 원리와 슈뢰딩거 방정식의 이용 및 해석	13, 14	24	16	17	14	6	12학년-화학II-원자 구조와 주기율
	병진, 회전, 진동 운동에 대한 양자화학적 이해	13			16		2	11학년-화학I-물, 공기
	수소 및 다전자 원자의 구조와 전자간 상호작용의 이해 (수소원자 스펙트럼, 원자 항 기호, 훈트 규칙, 선택 규칙 등)	32		14			12, 20	8학년-과학-물질의구성 12학년-화학II-원자의 구성입자
계							12(4.8)	
물질의 구조와 결합	분자 오비탈에 관한 이론적 이해와 적용 (보른-로펜하이머 근사, 원자가 결합 이론, 분자 궤도함수 이론 등)				21	13	2	8학년-과학-우리 주위의 화합물 12학년-화학II-원자 구조와 주기율
	분자 오비탈을 이용한 분자 구조의 이해(분자궤도함수, 혼성 궤도함수, 휘켈 근사법, 알쉬 도표, 전자 배치, 분자 항 기호 등)	15	30	15	18		4	12학년-화학II-원자 구조와 주기율
	분자 대칭성을 이용한 군론의 적용 (LCAO-MO 형성, 구조·오비탈·상태 표시 등)					13	1	12학년-화학II-원자 구조와 주기율
	이온 결합과 금속 결합의 원리 (격자 에너지, 띠 구조 등)							8학년-과학-우리 주위의 화합물
계							7(2.9)	
분자 분광학	분자 분광학의 일반론 (흡수, 발광, 산란, 전이 쌍극자 모멘트와 전이 등)		14	19			2	2학년-화학II-화학결합
	회전 및 진동 스펙트럼의 이해와 적용 (선택 규칙, 스펙트럼 특징, 진동-회전 전이, 흡수와 라만 산란, 진동 기준 방식 등)	15	26	17	19	15	5	11학년-화학I-공기 12학년-화학II-화학결합
	전자 스펙트럼의 이해와 적용 (프랑크-콘돈 원리, 선택 규칙, 전자 스펙트럼의 특징, 형광·인광, 해리, 광화학 등)	15	28				2	11학년-화학I-현대 화학과 우리 생활 12학년-화학II-산과 염기(지시약 색)
계							9(3.6)	
열역학	분자의 병진·회전·진동 운동과 전자에 대한 볼츠만분포와 파티션 함수 이해		25				1	7학년-과학-상태 변화와 에너지
	파티션 함수와 열역학 함수와의 관계 (내부에너지, 엔트로피, 열용량 등)		25	13		16	3	7학년-과학-상태 변화와 에너지
	일, 열, 에너지와 열역학 제 1법칙 (열과 엔탈피, 기체의 등온·등압 변화, 가역·비가역 과정 등)	18	13	13, 18, 19	13	16	7	12학년-화학II-화학반응과 에너지
	열역학 제 2, 3법칙의 이해와 적용 (엔트로피, 열기관 효율 등)	17	13, 23, 25	18	13	18	7	12학년-화학II-화학반응과 에너지
	변화의 자발성과 깁스 자유에너지 (헬름홀츠 에너지, 화학 퍼텐셜 등)	13	19	14			3	12학년-화학II-화학반응과 에너지
계							21(8.5)	
총계		9	12	11	8	9	49 (19.8)	

※ 지면의 여건을 고려하여 '유기화학 및 실험'을 I, II로 구분하였음.

의, 구조 분석' 4회, '알킨(alkene)화합물의 구조, 결합과 반응성, 합성방법' 3회 등의 순서로 분석되었다. 한편, '루이스 구조의 이론과 구조, 옥텟 규칙'을 비롯한 5개의 평가내용요소는 5년간 임용시험에 한 번

도 출제되지 않은 것으로 분석되었다.

라. 유기 화학 및 실험 II의 평가내용요소별 출제 경향 분석

Table 5

The number of problems according to evaluation items of organic chemistry and experiment II for last 5 years

평가 영역	평가 내용 요소	출제 학년도별 문항 번호					5년간 출제 횟수 (%)	중등학교 관련 학년 및 단원
		09	10	11	12	13		
양자 이론 (원자)	양자역학적 현상 이해 (흑체복사, 광전효과, 원자스펙트럼, 입자-파동 이중성, 불확정성 원리 등)							12학년-화학-원자 구조와 주기율
	양자역학의 기본 가설 및 원리와 슈뢰딩거 방정식의 이용 및 해석	13, 14	24	16	17	14	6	12학년-화학II-원자 구조와 주기율
	병진, 회전, 진동 운동에 대한 양자화학적 이해	13			16		2	11학년-화학I-물, 공기
	수소 및 다전자 원자의 구조와 전자간 상호작용의 이해 (수소원자 스펙트럼, 원자 항 기호, 훈트 규칙, 선택 규칙 등)	32		14		12, 20	4	8학년-과학-물질의 구성 12학년-화학II-원자의 구성입자
계						12(4.8)		
물질의 구조와 결합	분자 오비탈에 관한 이론적 이해와 적용 (보른-로펜하이머 근사, 원자가 결합 이론, 분자 궤도함수 이론 등)				21	13	2	8학년-과학-우리 주위의 화합물 12학년-화학II-원자 구조와 주기율
	분자 오비탈을 이용한 분자 구조의 이해(분자궤도함수, 혼성 궤도함수, 휘켈 근사법, 알쉬 도표, 전자 배치, 분자 항 기호 등)	15	30	15	18		4	12학년-화학II-원자 구조와 주기율
	분자 대칭성을 이용한 군론의 적용 (LCAO-MO 형성, 구조·오비탈·상태 표시 등)					13	1	12학년-화학II-원자 구조와 주기율
	이온 결합과 금속 결합의 원리 (격자 에너지, 띠 구조 등)							8학년-과학-우리 주위의 화합물
계						7(2.9)		
분자 분광학	분자 분광학의 일반론 (흡수, 발광, 산란, 전이 쌍극자 모멘트와 전이 등)		14	19			2	2학년-화학II-화학결합
	회전 및 진동 스펙트럼의 이해와 적용 (선택 규칙, 스펙트럼 특징, 진동-회전 전이, 흡수와 라만 산란, 진동 기준 방식 등)	15	26	17	19	15	5	11학년-화학I-공기 12학년-화학II-화학결합
	전자 스펙트럼의 이해와 적용 (프랭크-콘돈 원리, 선택 규칙, 전자 스펙트럼의 특징, 형광·인광, 해리, 광화학 등)	15	28				2	11학년-화학I-현대 화학과 우리 생활 12학년-화학II-산과 염기(지시약 색)
계						9(3.6)		
열역학	분자의 병진·회전·진동 운동과 전자에 대한 볼츠만분포와 파티션 함수 이해		25				1	7학년-과학-상태 변화와 에너지
	파티션 함수와 열역학 함수와의 관계 (내부에너지, 엔트로피, 열용량 등)		25	13		16	3	7학년-과학-상태 변화와 에너지
	일, 열, 에너지와 열역학 제 1법칙 (열과 엔탈피, 기체의 등온·등압 변화, 가역·비가역 과정 등)	18	13	13, 18, 19	13	16	7	12학년-화학II-화학 반응과 에너지
	열역학 제 2, 3법칙의 이해와 적용 (엔트로피, 열기관 효율 등)	17	13, 23, 25	18	13	18	7	12학년-화학II-화학 반응과 에너지
	변화의 자발성과 깁스 자유에너지 (헬름홀츠 에너지, 화학 퍼텐셜 등)		13	19	14		3	12학년-화학II-화학 반응과 에너지
계						21(8.5)		
총계		9	12	11	8	9	49 (19.8)	

평가 영역	평가 내용 요소	출제 학년도별 문항 번호					5년간 출제 횟수 (%)	중등학교 관련 학년 및 단원
		09	10	11	12	13		
유기반응 및 합성	유기금속화합물의 결합, 반응성, 합성에 적용	26	39	37		38	4	없음
	치환반응의 종류 및 반응성, 합성에 적용				34		1	없음
	산화 환원반응, 산화수 개념, 산화환원 반응 종류							2학년-화학 II - 화학반응
	라디칼 반응, 라디칼 생성 메커니즘 및 반응 메커니즘							없음
	첨가반응의 종류, 반응 메커니즘							없음
	축합반응의 종류, 반응 메커니즘	25	37			36	3	없음
	유기합성의 고안 및 반응 적용							없음
	유기 고분자 합성							없음
	고리형 협동반응(pericyclic reaction) : HOMO, LUMO, 방향성, cycloaddition 반응			39		39	2	없음
	계						10(4)	
유기분자구조 결정법	mass, IR, UV, NMR 분광법, 스펙트럼해석과 유기분자 구조결정	40	40	40	40	40	5	없음
계						5(2)		
생체유기 화합물	지질 화합물의 구조, 물리적 화학적 성질과 합성							없음
	탄수화물 화합물의 구조, 입체화학, 반응 및 합성							없음
	아미노산 종류 및 구조, 펩타이드 합성 반응							없음
계						0		
유기 화학 실험	유기화합물 분리의 원리, 실험 고안, 유기 실험을 수행	25	38, 39				3	없음
	유기작용기 변환 반응, 실험 수행	25	38, 39			38	4	없음
	유기 합성 실험 수행	25	39				2	없음
	유기정성분석, 스펙트럼 분석, 동정							없음
계						9(3.8)		
총계		6	8	3	2	5	24(9.8)	

유기화학 및 실험 II는 4개의 평가영역, 17개의 평가내용요소로 구성되어 있다. 17개 평가내용요소 중 1개(6%)만 중등학교 화학과 교육과정과 관련이 있으며, 16개(94%)는 관련이 없다. 17개의 평가내용요소 중 5년간 임용고사 시험에 언급된 것은 8개(47%)인데, 모두 중등학교 화학과 교육과정과 관련이 없는 것으로 나타났다. 7개 이수과목 및 분야와 비교해 볼 때 유기화학 및 실험 II는 5년간 평균 24회(9.8%)의 비중으로 출제되었다.

유기화학 및 실험 II의 평가영역에서는 유기반응 및 합성 10회(4%), 유기화학 실험 9회(3.8%), 유기분자 구조 결정법 5회(2%) 등의 출제 비중으로 나타났다. 평가내용요소에서는 ‘mass, IR, UV, NMR 분광법, 스펙트럼해석과 유기분자 구조결정’ 5회, ‘유기금

속화합물의 결합, 반응성, 합성에 적용’과 ‘유기작용기 변환 반응, 실험 수행’이 각 4회 출제되었다. 한편, ‘산화 환원반응, 산화수 개념, 산화환원 반응 종류’를 비롯한 9개의 평가내용요소는 5년간 임용시험에 한번도 출제되지 않은 것으로 분석되었다.

유기화학 및 실험의 I, II를 통합하면 8개 평가영역, 37개 평가내용요소로 구성되어 있음을 볼 수 있다. 37개 평가내용요소 중 14개(38%)가 중등학교 화학과 교육과정과 관련이 있으며, 23개(62%)는 관련이 없다. 37개 평가내용요소 중 지난 5년간 출제된 23개 중에서 중등학교 화학과 교육과정과 관련된 것은 8개(35%)였다. 4개 기본이수과목 및 분야(물리화학 및 실험, 유기화학 및 실험, 무기화학 및 실험 I, II를 통합)에서 유기화학 및 실험의 평가내용요소가 5년간 출제된 횟수

는 73회(29.5%)로 가장 높은 비중으로 출제되었음이 분석되었다. 각 평가영역과 평가내용요소가 출제된 경향은 Table 4, Table 5에서 분석된 바와 같다.

마. 무기 화학 및 실험 I의 평가내용요소별 출제 경향 분석

무기화학 및 실험 I은 4개의 평가영역, 14개의 평가내용요소로 구성되어 있다. 14개 평가내용요소 중 8개(57%)가 중등학교 화학과 교육과정과 관련이 있으며, 6개(43%)는 관련이 없다. 출제된 평가내용요소 10개 중 중등학교 화학과 교육과정과 관련이 있는 평가내용요소의 수가 6개(60%)인 반면, 4개(40%)는 관련이 없는 것으로 나타났다. 7개 이수과목 및 분야와

비교해 볼 때 무기화학 및 실험 I은 5년간 평균 29회(11.7%)의 비중으로 출제되었다.

무기화학 및 실험 I의 평가영역에서는 대칭성과 균론 15회(6%), 분자구조 및 결합론 7회(2.9%), 고체 화학 6회(2.4%) 등의 출제 비중으로 나타났다. 평가내용요소에서는 12학년 화학과 교육과정과 관련이 있는 ‘대칭 요소와 대칭 조작’, ‘점군’이 각 4회 출제되었고, 중등학교 화학과 교육과정과 관련이 없는 ‘분자궤도함수 표현 : 동핵 및 이핵 이원자 분자와 다원자 분자’, ‘대칭성의 응용 : 광학 활성도, 라만 및 적외선, 스펙트럼 이해, 분자궤도함수 완성’의 평가내용요소도 각 4회 출제되었다. 한편, ‘회절(X-선 결정학) 또는 분광학(마이크로파 및 적외선)실험 및 자료 분석’

Table 6

The number of problems according to evaluation items of inorganic chemistry and experiment I for last 5 years

평가 영역	평가 내용 요소	출제 학년도별 문항 번호					5년간 출제 횟수 (%)	중등학교 관련 학년 및 단위
		09	10	11	12	13		
양자 이론 (원자)	양자역학적 현상 이해 (흑체복사, 광전효과, 원자스펙트럼, 입자-파동 이중성, 불확정성 원리 등)							12학년-화학Ⅱ-원자 구조와 주기율
	양자역학의 기본 가설 및 원리와 슈뢰딩거 방정식의 이용 및 해석	13, 14	24	16	17	14	6	12학년-화학Ⅱ-원자 구조와 주기율
	병진, 회전, 진동 운동에 대한 양자화학적 이해	13			16		2	11학년-화학Ⅰ-물, 공기
	수소 및 다전자 원자의 구조와 전자간 상호작용의 이해 (수소원자 스펙트럼, 원자 항 기호, 훈트 규칙, 선택 규칙 등)	32		14		12, 20	4	8학년-과학-물질의 구성 12학년-화학Ⅱ-원자의 구성 입자
계						12(4.8)		
물질의 구조와 결합	분자 오비탈에 관한 이론적 이해와 적용 (보른-로펜하이머 근사, 원자가 결합 이론, 분자 궤도함수 이론 등)				21	13	2	8학년-과학-우리 주위의 화합물 12학년-화학Ⅱ-원자 구조와 주기율
	분자 오비탈을 이용한 분자 구조의 이해(분자궤도함수, 혼성 궤도함수, 휘켈 근사법, 알쉬 도표, 전자 배치, 분자 항 기호 등)	15	30	15	18		4	12학년-화학Ⅱ-원자 구조와 주기율
	분자 대칭성을 이용한 균론의 적용 (LCAO-MO 형성, 구조·오비탈·상태 표시 등)					13	1	12학년-화학Ⅱ-원자 구조와 주기율
	이온 결합과 금속 결합의 원리 (격자 에너지, 띠 구조 등)							8학년-과학-우리 주위의 화합물
계						7(2.9)		
분자 분광학	분자 분광학의 일반론 (흡수, 발광, 산란, 전이 쌍극자 모멘트와 전이 등)		14	19			2	2학년-화학Ⅱ-화학결합
	회전 및 진동 스펙트럼의 이해와 적용 (선택 규칙, 스펙트럼 특징, 진동-회전 전이, 흡수와 라만 산란, 진동 기준 방식 등)	15	26	17	19	15	5	11학년-화학Ⅰ-공기 12학년-화학Ⅱ-화학결합
	전자 스펙트럼의 이해와 적용 (프랭크-콘돈 원리, 선택 규칙, 전자 스펙트럼의 특징, 형광·인광, 해리, 광화학 등)	15	28				2	11학년-화학Ⅰ-현대 화학과 우리 생활 12학년-화학Ⅱ-산과 염기(지시약 색)
계						9(3.6)		

	분자의 병진 · 회전 · 진동 운동과 전자에 대한 볼츠만분포와 파티션 함수 이해	25				1	7학년-과학-상태 변화와 에너지	
	파티션 함수와 열역학 함수와의 관계 (내부에너지, 엔트로피, 열용량 등)	25	13		16	3	7학년-과학-상태 변화와 에너지	
열역학	일, 열, 에너지와 열역학 제 1법칙 (열과 엔탈피, 기체의 등온 · 등압 변화, 가역 · 비가역 과정 등)	18	13	13, 18, 19	13	16	7	12학년-화학Ⅱ-화학 반응과 에너지
	열역학 제 2, 3법칙의 이해와 적용 (엔트로피, 열기관 효율 등)	17	13, 23, 25	18	13	18	7	12학년-화학Ⅱ-화학 반응과 에너지
	변화의 자발성과 깁스 자유에너지 (헬름홀츠 에너지, 화학 퍼텐셜 등)		13	19	14			3
계								21(8.5)
총계		9	12	11	8	9		49 (19.8)

※ 지면의 여건을 고려하여 '무기화학 및 실험'을 I, II로 구분하였음.

평가 영역	평가 내용 요소	출제 학년도별 문항 번호					5년간 출제 횟수 (%)	중등학교 관련 학년 및 단원
		09	10	11	12	13		
분자 구조 및 결합론	루이스 점 구조 및 원자 껍질 전자쌍 반발 이론			23	23	21	3	12학년-화학Ⅱ-화학결합
	분자궤도함수 표현 : 동핵 및 이핵 이원자 분자와 다원자 분자			22	21	20, 21	4	없음
	회절(X-선 결정학) 또는 분광학(마이크로파 및 적외선) 실험 및 자료 분석							없음
계								7(2.9)
대칭성과 군론	대칭 요소와 대칭 조작		29	23		13, 21	4	12학년-화학Ⅱ-화학결합
	점군	29	32	23	22		4	12학년-화학Ⅱ-화학결합
	군의 특성과 표현	29	32			23	3	없음
	대칭성의 응용 : 광학 활성도, 라만 및 적외선, 스펙트럼 이해, 분자궤도함수 완성	29	32		22	23	4	없음
계								15(6)
고체 화학	결정성 고체의 구조	30	15				2	11학년-화학Ⅰ-금속 12학년-화학Ⅱ-기체, 액체, 고체
	이온 결정 형성의 열역학		14	25		24	3	11학년-화학Ⅰ-금속 12학년-화학Ⅱ-화학결합
	띠구조와 반도체 및 초전도체							10학년-과학-생활속의 화합물 11학년-화학Ⅰ-금속 12학년-화학Ⅱ-화학결합
	고체의 결합	30					1	없음
계								6(2.4)
산-염기 화학	산-염기 개념				24		1	10학년-과학-산과염기의 반응 12학년-화학Ⅱ-산과 염기의 반응
	하드-소프트 산과 염기							없음
	산과 염기의 세기							10학년-과학-산과염기의 반응 12학년-화학Ⅱ-산과 염기의 반응
계								1(0.4)
총계		5	6	5	4	9		29 (11.7)

을 비롯한 4개의 평가내용요소는 5년간 임용시험에 한 번도 출제되지 않은 것으로 분석되었다.

바. 무기 화학 및 실험 II의 평가내용요소별 출제 경향 분석

Table 7

The number of problems according to evaluation items of inorganic chemistry and experiment II for last 5 years

평가 영역	평가 내용 요소	출제 학년도별 문항 번호					5년간 출제 횟수 (%)	중등학교 관련 학년 및 단위
		09	10	11	12	13		
양자 이론 (원자)	양자역학적 현상 이해 (흡체복사, 광전효과, 원자스펙트럼, 입자-파동 이중성, 불확정성 원리 등)							12학년-화학II-원자 구조와 주기율
	양자역학의 기본 가설 및 원리와 슈뢰딩거 방정식의 이용 및 해석	13, 14	24	16	17	14	6	12학년-화학II-원자 구조와 주기율
	병진, 회전, 진동 운동에 대한 양자화학적 이해	13			16		2	11학년-화학I-물, 공기
	수소 및 다전자 원자의 구조와 전자간 상호작용의 이해 (수소원자 스펙트럼, 원자 항 기호, 훈트 규칙, 선택 규칙 등)	32		14		12, 20	4	8학년-과학-물질의 구성 12학년-화학II-원자의 구성 입자
계								12(4.8)
물질의 구조와 결합	분자 오비탈에 관한 이론적 이해와 적용 (보른-로펜하이머 근사, 원자가 결합 이론, 분자 궤도함수 이론 등)				21	13	2	8학년-과학-우리 주위의 화합물 12학년-화학II-원자 구조와 주기율
	분자 오비탈을 이용한 분자 구조의 이해(분자궤도함수, 혼성 궤도함수, 휘켈 근사법, 알쉬 도표, 전자 배치, 분자 항 기호 등)	15	30	15	18		4	12학년-화학II-원자 구조와 주기율
	분자 대칭성을 이용한 군론의 적용 (LCAO-MO 형성, 구조·오비탈·상태 표시 등)					13	1	12학년-화학II-원자 구조와 주기율
이온 결합과 금속 결합의 원리 (격자 에너지, 띠 구조 등)								8학년-과학-우리 주위의 화합물
계								7(2.9)
분자 분광학	분자 분광학의 일반론 (흡수, 발광, 산란, 전이 쌍극자 모멘트와 전이 등)		14	19			2	2학년-화학II-화학결합
	회전 및 진동 스펙트럼의 이해와 적용 (선택 규칙, 스펙트럼 특징, 진동-회전 전이, 흡수와 라만 산란, 진동 기준 방식 등)	15	26	17	19	15	5	11학년-화학I-공기 12학년-화학II-화학결합
	전자 스펙트럼의 이해와 적용 (프랭크-콘돈 원리, 선택 규칙, 전자 스펙트럼의 특징, 형광·인광, 해리, 광화학 등)	15	28				2	11학년-화학I-현대 화학과 우리 생활 12학년-화학II-산과 염기(지시약 색)
계								9(3.6)
열역학	분자의 병진·회전·진동 운동과 전자에 대한 볼츠만분포와 파티션 함수 이해		25				1	7학년-과학-상태 변화와 에너지
	파티션 함수와 열역학 함수와의 관계 (내부에너지, 엔트로피, 열용량 등)		25	13		16	3	7학년-과학-상태 변화와 에너지
	일, 열, 에너지와 열역학 제 1법칙 (열과 엔탈피, 기체의 등온·등압 변화, 가역·비가역 과정 등)	18	13	13, 18, 19	13	16	7	12학년-화학II-화학 반응과 에너지
	열역학 제 2, 3법칙의 이해와 적용 (엔트로피, 열기관 효율 등)	17	13, 23, 25	18	13	18	7	12학년-화학II-화학 반응과 에너지
	변화의 자발성과 깁스 자유에너지 (헬름홀츠 에너지, 화학 퍼텐셜 등)		13	19	14		3	12학년-화학II-화학 반응과 에너지
계								21(8.5)
총계		9	12	11	8	9	49 (19.8)	

평가 영역	평가 내용 요소	출제 학년도별 문항 번호					5년간 출제 횟수 (%)	중등학교 관련 학년 및 단원
		09	10	11	12	13		
배위화학 (결합 및 전자스펙트럼)	결합이론 : 원자가 결합이론, 결정장 이론 및 리간드장 이론	31, 28		24	24, 25, 26	26	7	11학년-화학 I -금속 12학년-화학 II -화학결합
	자기적 특성		29		24		2	11학년-화학 I -금속 12학년-화학 II -화학결합
	전자 스펙트럼	31	27	24		25	4	없음
계							13(5.2)	
배위화학 (구조와 이성질체, 반응 및 메커니즘)	배위수, 배위구조 및 이성질 현상		29	26	25		3	없음
	치환반응			21	27		2	없음
	반응 메커니즘				27		1	없음
	산화·환원반응							11학년-화학 I -금속 12학년-화학 II -산화 환원반응
계							6(2.4)	
주기율표와 원소	주족 금속원소, 비금속원소, 희토류 원소 및 영족원소							11학년-화학 I -금속 12학년-화학 II -원자구조와 주기율표
	전이금속원소							11학년-화학 I -금속 12학년-화학 II -원자구조와 주기율표
	주기성 : 물리적 성질, 전기음성도, 크기 및 화학적 특성					20	1	11학년-화학 I -금속 12학년-화학 II -원자구조와 주기율표
계							1(0.4)	
유기금속 화학, 촉매 및 생무기화학	유기 리간드와 명명법							11학년-화학 I -탄소화합물
	리간드에 따른 유기금속화학 : σ 및 π 결합	33	31		26	22	4	없음
	합성 및 특성 : 반응성, 스펙트럼 분석 및 구조 확인		31	26		22	3	없음
	유기금속의 촉매반응		33				1	없음
	포피린 및 비포피린 계 착화합물과 금속 효소							없음
계							8(3.3)	
무기화학 실험	금속 염 및 배위금속 착화합물의 합성 및 이성질현상, 분광학적 성질 등 특성 분석	33	31	26	25	22	5	10학년-과학-생활속의 화합물 11학년-화학 I -금속 12학년-화학 II -화학결합
계							5(2)	
총계		5	7	6	9	6	33 (13.3)	

무기화학 및 실험 II는 5개의 평가영역, 16개의 평가내용요소로 구성되어 있다. 16개 평가내용요소 중 8개(50%)가 중등학교 화학과 교육과정과 관련이 있으며, 8개(50%)는 관련이 없다. 16개의 평가내용요소 중 5년간 임용고사 시험에 언급된 것은 11개(69%)인

데, 그 중에서 중등학교 화학과 교육과정과 관련이 있는 평가내용요소의 수가 4개(36%)인 반면, 7개(64%)는 관련이 없는 것으로 나타났다. 7개 이수과목 및 분야와 비교해 볼 때 무기화학 및 실험 II는 5년간 평균 33회(13.3%)의 비중으로 출제되었다.

무기화학 및 실험 II의 평가영역에서는 배위화학(결합 및 전자스펙트럼) 13회, 유기금속 화학, 촉매 및 생무기화학 8회, 배위화학(구조와 이성질체, 반응 및 메커니즘) 6회 등의 출제 비중으로 나타났다. 평가내용요소에서는 11, 12학년 화학과 교육과정과 관련이 있는 '결합이론 : 원자가 결합이론, 결정장 이론 및 리간드장 이론' 7회, 10~12학년과 관련이 있는 '금속 염 및 배위금속 착화합물의 합성 및 이성질현상, 분광학적 성질 등 특성 분석'이 5회 출제되었다. 그리고 중등학교 화학과 교육과정과 관련이 없는 '전자 스펙트럼', '리간드에 따른 유기금속화학 : σ 및 π 결합' 도 각 4회 출제된 것으로 분석되었다. 한편, '산화·환원 반응'을 비롯한 5개의 평가내용요소는 5년간 임용시험에 한 번도 출제되지 않은 것으로 분석되었다.

무기화학 및 실험의 I, II를 통합하면 9개 평가영

역, 30개 평가내용요소로 구성되어 있음을 볼 수 있다. 30개 평가내용요소 중 16개(53%)가 중등학교 화학과 교육과정과 관련이 있으며, 14개(47%)는 관련이 없다. 30개 평가내용요소 중 지난 5년간 출제된 21개 중에서 중등학교 화학과 교육과정과 관련된 것은 10개(48%)였다. 4개 기본이수과목 및 분야(물리화학 및 실험, 유기화학 및 실험, 무기화학 및 실험 I, II를 통합)에서 무기화학 및 실험의 평가내용요소가 5년간 출제된 횟수는 62(25%)로 균형 있는 비중으로 출제되었음이 분석되었다. 각 평가영역과 평가내용요소가 출제된 경향은 Table 6, Table 7에서 분석된 바와 같다.

사. 분석 화학 및 실험의 평가내용요소별 출제 경향 분석

Table 8

The number of problems according to evaluation items of analytical chemistry and experiment for last 5 years

평가 영역	평가 내용 요소	출제 학년도별 문항 번호					5년간 출제 횟수 (%)	중등학교 관련 학년 및 단위
		09	10	11	12	13		
양자 이론 (원자)	양자역학적 현상 이해 (흑체복사, 광전효과, 원자스펙트럼, 입자-파동 이중성, 불확정성 원리 등)							12학년-화학II-원자 구조와 주기율
	양자역학의 기본 가설 및 원리와 슈뢰딩거 방정식의 이용 및 해석	13, 14	24	16	17	14	6	12학년-화학II-원자 구조와 주기율
	병진, 회전, 진동 운동에 대한 양자화학적 이해	13			16		2	11학년-화학I-물, 공기
	수소 및 다전자 원자의 구조와 전자간 상호작용의 이해 (수소원자 스펙트럼, 원자 항 기호, 훈트 규칙, 선택 규칙 등)	32		14		12, 20	4	8학년-과학-물질의 구성 12학년-화학II-원자의 구성입자
계						12(4.8)		
물질의 구조와 결합	분자 오비탈에 관한 이론적 이해와 적용 (보른-로펜하이머 근사, 원자가 결합 이론, 분자 궤도함수 이론 등)				21	13	2	8학년-과학-우리 주위의 화합물 12학년-화학II-원자 구조와 주기율
	분자 오비탈을 이용한 분자 구조의 이해(분자궤도함수, 혼성 궤도함수, 휘켈 근사법, 왈쉬 도표, 전자 배치, 분자 항 기호 등)	15	30	15	18		4	12학년-화학II-원자 구조와 주기율
	분자 대칭성을 이용한 군론의 적용 (LCAO-MO 형성, 구조·오비탈·상태 표시 등)					13	1	12학년-화학II-원자 구조와 주기율
	이온 결합과 금속 결합의 원리 (격자 에너지, 띠 구조 등)							8학년-과학-우리 주위의 화합물
계						7(2.9)		
분자 분광학	분자 분광학의 일반론 (흡수, 발광, 산란, 전이 쌍극자 모멘트와 전이 등)		14	19			2	2학년-화학II-화학결합
	회전 및 진동 스펙트럼의 이해와 적용 (선택 규칙, 스펙트럼 특징, 진동-회전 전이, 흡수와 라만 산란, 진동 기준 방식 등)	15	26	17	19	15	5	11학년-화학I-공기 12학년-화학II-화학결합
	전자 스펙트럼의 이해와 적용 (프랑크-콘돈 원리, 선택 규칙, 전자 스펙트럼의 특징, 형광·인광, 해리, 광화학 등)	15	28				2	11학년-화학I-현대 화학과 우리 생활 12학년-화학II-산과 염기(지시약 색)

분자 분광 학	전자 스펙트럼의 이해와 적용 (프랭크-콘돈 원리, 선택 규칙, 전자 스펙트럼의 특징, 형광 · 인광, 해리, 광화학 등)	15	28			2	11학년-화학 I -현대 화학과 우리 생활 12학년-화학 II -산과 염기(지시약 색)	
계							9(3.6)	
	분자의 병진 · 회전 · 진동 운동과 전자에 대한 볼츠만분포와 파티션 함수 이해		25			1	7학년-과학-상태 변 화와 에너지	
	파티션 함수와 열역학 함수와의 관계 (내부에너지, 엔트로피, 열용량 등)		25	13	16	3	7학년-과학-상태 변 화와 에너지	
열 역 학	일, 열, 에너지와 열역학 제 1법칙 (열과 엔탈피, 기체의 등온 · 등압 변화, 가역 · 비가역 과정 등)	18	13	13, 18, 19	13	16	7	12학년-화학 II -화학 반응과 에너지
	열역학 제 2, 3법칙의 이해와 적용 (엔트로피, 열기관 효율 등)	17	13, 23, 25	18	13	18	7	12학년-화학 II -화학 반응과 에너지
	변화의 자발성과 깁스 자유에너지 (헬름홀츠 에너지, 화학 퍼텐셜 등)		13	19	14		3	12학년-화학 II -화학 반응과 에너지
계							21(8.5)	
총계		9	12	11	8	9	49 (19.8)	

분석 화학 및 실험은 6개의 평가영역, 29개의 평가내용요소로 구성되어 있다. 29개 평가내용요소 중 15개(52%)가 중등학교 화학과 교육과정과 관련이 있으며, 14개(48%)는 관련이 없다. 29개의 평가내용요소 중 5년간 임용고사 시험에 언급된 것은 17개(59%)인데, 그 중에서 중등학교 화학과 교육과정과 관련이 있는 평가내용요소의 수가 10개(59%)인 반면, 7개(49%)는 관련이 없는 것으로 나타났다. 7개 이수과목 및 분야와 비교해 볼 때 분석 화학 및 실험은 5년간 평균 51회(20.5%)의 비중으로 출제되었다.

분석 화학 및 실험의 평가영역에서는 산화-환원 반응과 전기분석 화학 18회, 산-염기 평형과 적정 12회, 기기분석의 이해 9회, 화학 평형, 침전 평형, 무게 분석, 착물 적정 6회 등의 출제 비중으로 나타났다. 평가내용요소에서는 12학년 화학과 교육과정과 관련이 있는 '산-염기 적정, 적정 곡선의 이해와 응용' 과 '화학 전지, 표준 환원 전위, 네른스트 식, 표준 전위와 평형 상수와의 관계' 가 각 6회, '일양성자성계 및 이양성자성계의 산-염기 평형 이해와 적용, 분율 조성, 등전 pH, 등이온 pH의 이해' 가 4회 출제된 것으로 나타났다. 그리고 8, 12학년과 관련된 '크로마토그래프 분리법과 모세관 전기 이동법의 이해와 응용' 이 4회, 중등학교 화학과 교육과정과 관련이 없는 '산화-환원 적정과 응용' 5회, '전극과 전위차법, 전해 무게 분석법, 전기량법, 전압 전류법의 이해와 응용' 이 4회

출제된 것으로 나타났다. 한편, 'SI 단위의 종류, 단위의 확산, 크기를 나타내는 접두어 사용' 을 비롯한 12개의 평가내용요소는 5년간 임용시험에 한 번도 출제되지 않은 것으로 분석되었다.

IV. 결론 및 제언

한국교육과정평가원의 『2009학년도 개편 중등교사 임용후보자 선정경쟁시험 「화학과」의 교사 자격 기준 개발과 평가 영역 상세화 연구』에서 제시된 화학과 교과 내용학 평가 영역 및 평가 내용 요소에 따라 2009학년도에서 2013학년도 중등교사 화학과 임용시험에서 출제된 문제를 분석한 결과와, 그 결과가 의미하는 바를 논의하면 다음과 같다.

첫째, 한국교육과정평가원의 화학과 교과내용학의 4개 기본 이수과목 및 분야에서 제시하고 있는 평가내용요소의 타당성 문제이다. 본문에서 살펴본 바와 같이 화학과의 4개 기본 이수과목 및 분야에는 28개 평가영역에 따라 122개의 평가내용요소가 제시되어 있는데, 이 중에서 81개(66.4%)만이 최근 5년간 중등교사 임용시험에 언급되었다는 점이다.

한국교육과정평가원에서 제시하고 있는 평가영역과 평가내용요소는 교육과학기술부가 발표한 "신규 교사의 자질과 능력에 관한 일반 기준(2006. 11. 17)" 을 근거로 하고, 교육과학기술부가 고시한 '표시과목

의 기본 이수 과목 및 분야에 제시된 과목을 준거로 각 학회가 정리한 내용을 공동관리위원회가 검토·확정한 것이며, 2009학년도 중등교사 임용 후보자 선정 경쟁시험부터 표시과목별 출제 문항의 타당도를 제고하는 기초 자료로 활용될 것임을 밝히고 있다(한국교육과정평가원, 2008). 그럼에도 불구하고 최근 5년간 임용고사 시험에서 한국교육과정평가원의 평가내용요소 중에서 66.4%만이 출제되었다는 본 연구의 분석 결과는 평가내용요소와 출제된 문제간의 불일치가 현저하다는 점을 밝혀준다. 물론 출제위원단의 결정에 따라 세부적인 사항의 일부가 문항 출제 과정에서 조정될 수 있음을 밝히고 있지만(한국교육과정평가원, 2008), 본 연구의 분석 결과에 의하면 제시된 평가내용요소와 출제된 문항 간의 불일치가 너무 크게 나타나기 때문에 5년간 출제된 문항의 타당도가 크게 떨어진다는 점이다.

둘째, 한국교육과정평가원에서 제시하고 있는 화학과 평가내용요소 122개 중에서 중등학교 화학과 교육과정과 관련이 있는 것이 71개(58%)이고, 51개(42%)는 관련이 없다는 점이다. 표시과목 「화학」의 교사 자격 기준과 평가영역 및 평가내용요소는 각 학회가 정리한 내용을 공동관리위원회가 검토·확정한 것으로, '2009학년도 중등교사 임용 후보자 선정 경쟁시험'부터 표시과목별 출제 문항의 타당도를 제고하는 기초 자료로 활용할 것임이 명시되어 있다(교육과정평가원, 2008).

화학과 평가내용요소 중 51개(42%)가 중등학교 화학과 교육과정과 관련이 없는 것으로 분석되어 있으면서, 중등교사 임용시험의 평가내용요소로 선정되어 있는 것은 어떤 의미인가? 대학수준에서 화학을 전공한 자로서 갖추어야 지식의 요건이 중등학교의 화학과 교육과정과 반드시 관련이 있어야 하는 것은 아니지만, 중등교사를 선발하는 임용시험에서라면 모든 평가내용요소가 중등학교 교육과정과 관련이 있어야 하는 것이 바람직할 것으로 사료된다. 다만, 대학의 교육과정을 이수하였기 때문에 임용고사에서의 묻고자 하는 지식의 수준은 중등학교 화학과 교육과정의 지식을 심화한 형태로 출제하는 것이 그 대안이 될 수 있을 것이다.

셋째, 지난 5년간 화학과 중등 임용고사 시험에 출제된 81개의 평가내용요소 중 중등학교 화학과 교육과정과 관련이 있는 것은 48개(59%)이다. 즉, 5년간

출제된 81개의 평가내용요소 중에서 33개(41%)는 중등학교 화학과 교육과정과 관련이 없는 내용이 출제되었다는 것이다. 전체 평가내용요소 122개에 비추어 보면 5년간 화학과 임용시험에서 중등학교 화학과 교육과정과 관련이 있는 내용은 단지 48개(39%)에 지나지 않는다는 점이다. 기본 이수과목 및 분야 간에도 현저한 차이를 나타내는데, 물리화학 및 실험의 경우 출제된 20개 평가내용요소 모두 중등학교 화학과 교육과정과 관련이 있는 반면, 유기화학 및 실험은 출제된 23개 중에서 8개(35%), 무기화학 및 실험은 출제된 21개 중에서 10개(48%), 분석 화학 및 실험은 출제된 17개 중에서 10개(59%)만 중등학교 화학과 교육과정과 관련이 있는 것으로 나타났다.

5년간 화학교사 임용시험에 출제된 평가내용요소 중 41% 정도가 중등학교 화학과 교육과정과 관련이 없다는 것에 대해서는 대학에서 화학을 이수하였기 때문에 중등학교 교육과정보다 상위 지식의 습득 여부를 측정하였다고 일면 수긍할 수 있으나, 중등학교 화학과 교육과정과 관련이 있으면서 5년간 임용고사에 한 번도 출제되지 않은 평가내용요소가 21개에 이르고 있다는 것이다.

넷째, 평가영역별, 평가내용요소별 출제 비중에 있어서 현저한 차이가 나타났다. 먼저 28개 평가영역의 출제 비중에서 높은 출제 비율을 보인 평가영역으로는 유기 화학 및 실험의 '작용기와 반응성 및 반응형태' (14%), 물리 화학 및 실험의 '열역학' (8.5%), 분석 화학 및 실험의 '산화-환원 반응과 전기분석 화학' (7.1%), 무기 화학 및 실험의 '대칭성과 군론' (6%) 등으로 나타났다. 한편, 낮은 출제 비율을 보인 평가영역으로는 유기 화학 및 실험의 '생체유기 화합물' (0%), 무기 화학 및 실험의 '산-염기화학' (0.4%), '주기율표와 원소' (0.4%), '산과 염기' (1.2%), 분석 화학 및 실험의 '분석 화학 실험' (1.6%) 등으로 나타났다.

122개 평가내용요소의 출제 비중에서 높은 출제 비율을 보인 평가내용요소로는 '알코올 및 아민화합물의 구조와 성질, 결합과 반응, 반응 메커니즘' 이 11회, '카르보닐 및 카르복시산 유도체화합물의 구조와 성질, 결합과 반응, 반응 메커니즘' 이 8회 출제되었다. '일, 열, 에너지와 열역학 제 1법칙 (열과 엔탈피, 기체의 등온·등압 변화, 가역·비가역 과정 등)', '열역학 제 2, 3법칙의 이해와 적용 (엔트로피, 열기관 효율 등)', '결합이론 : 원자가 결합이론, 결정장 이론

및 리간드장 이론'이 각 7회 출제되었고, '산-염기 적정, 적정 곡선의 이해와 응용', '화학 전지, 표준 환원 전위, 네른스트 식, 표준 전위와 평형 상수와의 관계'가 각 6회 등의 비중으로 출제되었다. 한편, '화학 평형의 원리'를 비롯한 41개의 평가내용요소는 한 번도 출제되지 않았다.

다섯째, 특정 평가내용요소의 반복적 출제 경향이 있다. 지난 5년간 매년 출제된 평가내용요소는 '양자역학의 기본 가설 및 원리와 슈뢰딩거 방정식의 이용 및 해석'을 비롯한 11개이고, 4년간 출제된 평가내용요소도 '분자 오비탈을 이용한 분자 구조의 이해(분자궤도함수, 혼성 궤도함수, 휘켈 근사법, 알쉬 도표, 전자 배치, 분자 항 기호 등)'을 비롯한 13개에 달하였다. 이러한 결과는 5년간 출제된 81개의 평가내용요소 중 24개(30%)가 거의 매년 반복 출제되고 있다는 것으로 귀결된다. 화학과 전체 평가내용요소에 비추어보면 20%의 평가내용요소가 매년 출제되는 시험 문제의 약 1/3정도를 차지한다는 것이다.

지금까지 연구 결과를 토대로 제안하면 다음과 같다.

첫째, 지난 5년간의 출제 문항 분석 결과에 의하면 한국교육과정평가원의 평가내용요소 중에서 33.6%가 한 번도 출제되지 않았기 때문에 향후 실시될 임용고사에서는 현재의 평가내용요소를 새로이 설정하든지, 아니면 출제위원단에서 기존의 평가내용요소에 근거하여 문항을 출제하려는 노력이 기울여져야 할 것이다.

둘째, 중등학교 화학과 교육과정과 관련이 없는 지식이 중등교사 임용시험의 평가요소로 선정되어 있는 점에 대해서는 사범대학에서 화학을 가르치는 교수들 간에 논의의 필요성이 제기된다.

셋째, 4개 기본 이수과목 및 분야 간에 평가내용요소의 수가 26개에서 37개에 이르기까지 차이가 있고, 출제된 비중에 있어서도 차이가 크게 나타나고 있기 때문에, 제시된 화학과 평가내용요소가 대학에서 편성하고 있는 과목이나 분야에 따른 비중인지, 중등학교 화학과 교육과정의 내용 범위에 따른 비중인지를 신중하게 검토해 보아야 할 것이다.

넷째, 평가내용 요소 간 집중과 배제의 문제를 해결해야 할 것이다. 일부 평가내용요소는 아주 비중 있게 출제되는 반면, 41개의 평가내용요소는 5년간 한 번도 출제되지 않았다. 따라서 임용고사 문항의 타당성 제고를 위해서는 특정 평가내용요소에 문항이 집중되고, 일부는 배제되는 현상을 해결해야 할 것이다.

국문 요약

본 연구는 교육과정 평가원이 제시한 화학과 교과내용학 평가 영역 및 평가 내용 요소에 따라 2009학년도부터 2013학년도까지, 중등교사 임용시험에서 출제된 화학과 문항을 분석한 것이다.

연구의 목적을 달성하기 위해 5년간 출제된 화학과 교과내용학 1차 시험 140 문항을 수집하여 4개 과목 간, 평가영역 및 평가내용요소에 따라 출제된 비율을 분석하였고, 그 결과를 토대로 사범대학 화학교육과 교육과정의 운영이나 평가 영역의 재조정에 대한 시사점을 도출하였다.

연구 결과 화학과 4개 과목 간 출제 비중에 있어서 현저한 차이가 있으며, 과목별 평가영역 간에도 출제 비중에 있어서 큰 차이가 있는 것으로 나타났다. 평가내용요소의 분석에 있어서도 122개 중에서 41개가 5년 동안 교사 임용시험에 출제되지 않은 것으로 나타났다. 이러한 분석 결과에 근거하여 화학과 임용시험의 출제 과목 간의 비중이나 평가영역 및 평가 내용 요소에 대한 재조정의 필요성을 제안하였다.

주제어: 화학과 내용 지식, 중등교사 임용시험, 문항 분석, 화학교육과 교육과정

참고 문헌

- 교육인적자원부 (2006). 신규 교사의 자질과 능력에 관한 일반기준.
- 박승재, 조희형 (1993). 과학 교직원과 과학 교사상에 대한 문헌 연구 및 실태 조사. 한국과학교육학회지, 13(3), 377-388
- 손충기 (2004). 사범대학 교육과정 편성·운영방법 개발을 위한 교사의 요구 분석 연구. 교육과정연구, 22(4), 251-271.
- 장인나 (2010). 2009학년도 개정안 이전과 이후의 중등 화학교사 임용시험 출제 경향 비교·분석. 숙명여자대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 최영준(2006). 중등과학교사 임용시험에서 과학교육론의 출제경향분석. 교육연구, 2(1), 99-112.
- 최호성, 박창연, 최병옥 (2012). 교육과정 : 이론과 실천. 서울 : 교육과학사.
- 한국교육과정평가원 (2008). 표시과목 「화학」의 교사 자격 기준 개발과 평가 영역 상세화 및 수업 능력 평가 연구 : 2009학년도 개편 중등교사임용후보자 선정경쟁시험. 서울 : 한국교육과정평가원.
- 홍맹표 (2002). 공통과학(물리) 교사 양성의 문제점 및 개선방안. 경희대학교 교육대학원 석사학위논문.