

## 고등학교 2학년 학생들의 인지수준과 화학 I 교과서 내용이 요구하는 인지수준 비교 분석

김은숙<sup>†</sup> · 박광서 · 오창호 · 김동진 · 박국태\*

한국교원대학교 화학교육과

부천공업고등학교

(2004. 4. 16 접수)

## A Comparative Analysis of Cognitive Levels of 11th Grade Students and Cognitive Levels Required by High School Chemistry I Textbooks

Eun-Suk Kim<sup>†</sup>, Kwang-Seo Park, Chang-Ho Oh, Dong-Jin Kim, and Kuk-Tae Park\*

Department of Chemistry Education, Korea National University of Education, Chungbuk 363-791, Korea

Bucheon Technical High School, Gyeonggi 422-042, Korea

(Received April 16, 2004)

**요약.** 이 연구의 목적은 고등학교 2학년 학생들의 인지수준과 제7차 교육과정에 의한 화학I 교과서 내용이 요구하는 인지수준을 비교 분석하는 것이었다. 연구를 위하여 고등학교 2학년 학생 456명을 대상으로 GALT 축소본을 이용하여 인지수준을 조사하였으며, 제7차 교육과정에 의한 화학I 교과서의 불과 공기 두 개 단원에서 15개의 과학 개념을 추출하고, CAT 분석틀을 이용하여 화학I 교과서 내용이 요구하는 인지수준을 분석하였다. 연구 결과에 의하면 고등학교 2학년 학생들의 52.5%가 형식적 조작기 수준에 도달했으며, 28.3%의 학생들은 과도기 수준에, 나머지 19.5%의 학생들은 구체적 조작기 수준에 있었다. 인문계 고등학교 학생의 68.9%, 공업계 고등학교 학생의 6.6%가 형식적 조작기 수준에 도달하였고, 논리 유형별 형성정도도 계열별 차이가 매우 컸다. 제7차 교육과정에 의한 화학I 교과서의 내용을 이해하는데 필요한 인지수준을 분석한 결과, 일부 탐구 활동의 경우를 제외하고는 교육과정의 변화에도 과학 개념의 인지요구도는 크게 변화하지 않았다. 제7차 교육과정에 의한 화학I 교과서에 제시된 과학 개념의 인지수준은 고등학교 2학년 학생들의 인지수준에 비해 높은 편이었으나, 탐구 활동의 인지수준은 고등학교 2학년 학생들의 인지수준과 비슷한 편이었다. 현직 화학 교사들은 제7차 교육과정에 의한 화학I 교과서가 제6차 교육과정의 화학I 교과서에 비해서 내용 축소와 실생활 소재를 많이 반영하고 있는 것을 바람직하다고 생각하였으나, 과학 개념이 너무 축소되어 화학I 교과서와 화학II 교과서 사이의 내용 수준에 차이가 많이 나는 것을 문제점으로 지적하였다. 제7차 교육과정에 의한 화학I 교과서 내용이 형식적 조작기 수준을 많이 요구하고 있으므로, 고등학생들의 인지수준에 맞는 다양한 교수-학습 방법과 교재가 개발되어야 한다고 생각한다.

**주제어:** 제7차 교육과정, 화학I 교과서, 인지수준

**ABSTRACT.** The purpose of this study was to compare and analyze the cognitive levels of 11th grade students and those required in high school chemistry I textbooks standardized by the 7th national education curriculum. For this study, the cognitive development stages of 456 11th grade students were surveyed using short-version GALT (group assessment of logical thinking). Furthermore, 15 basic concepts were extracted from the contents on water and air, 2 units in chemistry I order to analyze the cognitive levels necessary for understanding high school textbooks, using CAT (curriculum analysis taxonomy). The results showed that 52.5% of the surveyed 11th grade students reached the formal operational

level, 28.3% transitional levels, and 19.5% concrete operational levels. 68.9% of the academic high school students and 6.6% of the technical high school students reached the formal operational levels, and the ratio of formation was very different in each logics. As a result of the analyzing the cognitive levels needed for understanding chemistry I textbook contents, in spite of a change in national education curriculum, there were no great change in cognitive levels required by scientific concept except some inquiry activities. The cognitive levels in high school chemistry I textbooks by the 7th national education curriculum appeared higher than the cognitive levels of 11th grade student, but cognitive levels of inquiry activities were similar to the cognitive levels of the students. Chemistry teachers thought of chemistry I textbooks by the 7th national education curriculum as desirable because scientific concepts were reduced and a lot of real life materials were adapted. However, they pointed out a problem of difference in contents levels compared with chemistry I textbooks because scientific concepts were greatly reduced in chemistry I textbooks. The cognitive levels required in chemistry I textbooks still appeared higher than those of the students. Consequently, various teaching and learning methods and materials will have to be developed to be suitable for the students' cognitive levels.

**Keywords:** 7th National Education Curriculum, Chemistry I Textbooks, Cognitive Levels

## 서 론

교과서는 교육과정을 구체화한 자료로서 학교에서의 교수·학습 활동의 근간을 이루고 있으며, 교과서에는 교육과정 철학을 구현하기 위해 교육과정의 기본 내용을 충실히 반영하고 있다. 교과서는 국가에 의한 저작이나 심의과정을 거친 후 공식적으로 사용하기 때문에 다른 자료와는 차별적인 성격을 지닌다.<sup>1,2</sup> 대다수의 학생들이 과학 공부를 할 때 활용하는 자료로 교과서를 우선으로 하고 있으며, 교과서는 학교 현장에서 매우 중요한 역할을 차지하고 있다고 한다. 이에 효과적인 과학 교육을 위해 학습자의 인지수준 이해를 통한 학습 자료로서의 교과서 개발과 교수·학습 방법 및 전략을 파악하여 능동적인 의미구성의 장으로서 교과서의 역할을 극대화 시켜야 한다고 하였다.<sup>3</sup>

과학에 관련된 정의적 특성에 대한 조사 연구들<sup>4,6</sup>에서 보면, 과학 교과에 대한 호기심이나 흥미, 과학에 대한 긍정적 태도가 낮은 경향을 나타냈다. 이에 대한 원인은 여러 가지가 있을 수 있으나 학습자의 인지 발달 수준과 그들이 배우는 교과내용을 이해하는데 필요한 논리적 사고력 수준의 불일치도 한 원인으로 지적되고 있다.<sup>7</sup> 즉, 학생들의 인지 발달 수준이 과학 교과 내용을 이해하는데 필요한 논리적 사고력 수준에 미치지 못하기 때문에 과학 교과를 어렵다고 느끼게 되고 과학에 대한 흥미를 잃어버리게 된다. Shayer와 Adey의 연구<sup>8</sup>에 의하면 학생들의 과학적 사고력 수준과 과학 교과 내용이 요구하는 인지수준이 일치하는 경우에 학습 성취도가 높다고 한다. 교육현장에서 과학 교과 내용

의 많은 부분이 형식적 조작기 수준을 요구하나, 학생들 중 상당수가 형식적 조작기 수준에 도달하지 못한 경우가 많아, 과학 교과 내용의 재구성이나 질적 변화가 있어야 한다고 많은 연구들<sup>9,14</sup>에서 지적하였다.

제7차 교육과정에서 화학I은 기본 화학 개념의 이해를 목표로 하여 화학적 소양의 함양을 추구하고 있다. 제7차 교육과정의 화학I을 제6차 교육과정의 화학I과 비교하면, 13개의 중단원이 삭제되고 4개의 단원이 신설되어 전체적으로는 학습량이 줄어들었다. 그리고 정량적인 해석, 즉 반응식, 몰 개념 등의 양적 개념이 들어있는 부분은 삭제되었고, 원자, 분자, 주기율표 관련부분은 축소되었다.<sup>15</sup> 그러나 학생들이 흥미를 가지고 화학을 학습하기 위해서는 학습 내용의 단순한 축소는 의미가 없으므로 학생들의 인지수준에 맞는 교과서 내용이 중요하다고 할 수 있다.

따라서 이 연구에서는 고등학교 2학년 학생들의 인지수준을 분석하고, 제7차 교육과정에 의한 화학I 교과서 내용이 요구하는 인지수준을 학생들의 인지수준과 비교 분석하여, 학습자의 인지수준과 교과 내용 이해를 위한 논리적 사고력 수준의 일치를 위한 화학I 교과서의 개선 방향에 대해 논의해보고자 한다. 또한, 현직 화학 교사들로부터 제7차 교육과정에 의한 화학I 교과서 내용과 구성에 대한 인식도 알아보았다.

## 연구 방법

**연구 대상.** 고등학교 2학년 학생들의 인지수준은 대도시 3개와 중소도시 2개의 인문계 고등학교 335명

과 대도시와 중소도시 각각 1개의 공업계 고등학교 121명을 대상으로 조사하였다. 인지수준 검사는 2003년 3월에 해당 학교 교사들에 의해 실시되었으며, 검사의 소요 시간은 50분을 원칙으로 하였고, 검사 도구는 12문항으로 구성된 GALT 축소본(short-version group assessment of logical thinking)을 우리말로 번역한 것<sup>14</sup>을 사용하였다.

인지수준 검사에서 1번에서 10번까지는 답과 이유가 모두 맞은 경우를 정답으로 처리하였고, 11번과 12번은 가능한 모든 경우의 수를 바르게 기재한 경우를 정답으로 처리하였다. 그리고 전체 맞은 개수가 4개 이하면 구체적 조작기 수준, 5개에서 7개면 과도기 수준, 8개에서 12개면 형식적 조작기 수준으로 구분하였다.

하위 논리 유형별 형성 정도는 형성, 과도기, 미형성으로 구분하였으며, Table 1과 같은 교차확인(cross checking) 방법을 이용하여 분석하였다. 조합논리 이외의 논리 유형별 형성 정도 판단은 논리 유형별로 답과 이유가 모두 맞은 경우에는 4점, 이유만 맞은 경우에는 3점, 답만 맞은 경우에는 2점, 모두 틀린 경우에는 1점으로 하였다. 조합논리의 경우에 두 문항 모두 맞은 경우에는 형성, 한 문항만 맞은 경우에는 과도기, 모두 틀린 경우에는 미형성으로 구분하였다.

화학I 교과서 내용과 구성에 대한 현직 화학 교사들의 인식 조사는 인지수준 검사를 실시한 해당 고등

학교 화학 교사들을 대상으로 2003년 5월에 실시하였는데, 조사 대상 화학 교사들은 제6차 교육과정과 제7차 교육과정에 의한 화학I 교과서 둘 다를 사용하여 수업을 했던 8명이었다. 조사 내용인 제6차 교육과정에 의한 화학I 교과서와 제7차 교육과정에 의한 화학I 교과서 내용 수준 비교와 수업 지도 시에 느낀 교과서 구성 비교, 그리고 수업 시에 느낀 학생들의 이해 정도를 설문지와 면담을 이용하여 조사하였다.

**연구 자료.** 제7차 교육과정에 의한 고등학교 화학I 교과서 내용의 인지요구도 수준을 알아보기 위하여, 고등학교 2학년 학생들의 인지수준을 조사한 대도시와 중소도시 소재의 인문계 고등학교와 공업계 고등학교에서 채택하여 사용하고 있는 고등학교 화학I 교과서 5종<sup>16,20</sup>을 분석 대상으로 하였다(Table 2).

화학I 교과서 내용 분석은 영국의 CSMS (concepts in secondary mathematics and science) 프로그램에 의해 개발된 과학 교과 내용이 요구하는 인지수준을 분석할 수 있는 CAT (curriculum analysis taxonomy) 분석틀<sup>8</sup>을 사용하였다. 교과서 분석의 객관성을 높이기 위하여 화학분야의 교수 2명과 화학 교육이 전공인 교사 5명이 공동 세미나를 통하여 충분한 논의를 하였다.

제7차 교육과정에 의한 화학I 교과서의 분석 단위는 주변의 물질 단원 중에서 불과 공기의 단원을 선택하여 분석하였다. 제7차 교육과정에 의한 화학I은 2003년부터 11학년을 대상으로 실시하고 있으며, 주변의 물질 단원은 학기 초에 학습하게 되므로 고등학교 2학년 학생들의 인지수준과 교과서 내용이 요구하는 인지수준을 비교 분석하기에 적합한 것이었다. 주변의 물질 단원 중에서 앞부분에 있는 불과 공기 단원의 내용 중 불 단원에서 8개와 공기 단원에서 7개의 화학 개념을 주요 개념으로 추출하였다(Table 3). 그리고 개념 설명 과정을 이해하는 데 요구되는 인지수준을 탐구 활동 영역과 내용 요소 영역으로 구분하

Table 1. Cross checking method for evaluating of the ratio of formation in each logics

Number	No. 1				
	4	3	2	1	
No. 2	4	○	○	○	△
	3	○	△	△	<
	2	○	△	△	<
	1	△	×	<	<

○ formation, △ transient, × none.

Table 2. High School chemistry I textbooks by the 7th national education curriculum

Textbook	Publisher	Author	Year of publication
A	Keumsung	Seojungssang et al.	2002
B	Daehan	Leedukhwan et al.	2002
C	Joongang	Woogyuhwan et al.	2002
D	Cheonjae	Kimheejun et al.	2002
E	Cheongmoongak	Yeosudong et al.	2002

Table 3. 15 Basic concepts were extracted from contents on water and air chapters

Chapter	Concepts	Symbol
1. Water	Surface tension	1.1
	Volume change when state changes	1.2
	Boiling point. Melting point	1.3
	Molecular structure of water	1.4
	Hydrogen bond	1.5
	Precipitation reaction	1.6
	Acid-base reaction	1.7
	Reaction formular	1.8
	2. Air	Property of oxygen
Property of nitrogen		2.2
Property of carbon dioxide		2.3
Diffusion		2.4
Boyle's law		2.5
Charles' law		2.6
Kinetic theory of gas		2.7

여 분석하였다.

주요 개념들이 요구하는 인지수준을 CAT 분석틀에 근거하여 초기 구체적 조작기 수준(2A), 후기 구체적 조작기 수준(2B), 초기 형식적 조작기 수준(3A), 후기 형식적 조작기 수준(3B)으로 분류하였다. 판정의 객관성을 높이기 위하여 판정자 모두 독립적으로 각각 판정을 하게 한 후, 판정 근거와 판정 결과를 서술하였고, 그 내용을 종합하여 최종적인 결과를 얻었다.

교과서에서 요구하는 인지수준은 CAT 분석틀을 사용하고, 학생들의 인지수준 검사는 GALT 축소본을 사용함으로써 인지수준분류상에 차이가 생기므로, CAT 분석틀의 초기 구체적 조작기 수준(2A)과 후기 구체적 조작기 수준(2B)은 GALT 축소본에서의 구체적 조작기 수준으로 간주하였고, CAT 분석틀의 초기 형식적 조작기 수준(3A)과 후기 형식적 조작기 수준(3B)은 GALT 축소본에서의 형식적 조작기 수준으로 간주하였다.

### 연구 결과 및 논의

고등학교 2학년 학생들의 인지수준과 제7차 교육과정에 의한 화학I 교과서 내용을 이해하는데 요구되는 인지수준을 비교 분석한 연구 결과 및 논의는 다음과 같다.

Table 4. Cognitive levels of 11th grade students unit: %

Cognitive levels	Academic high school	Technical high school
Formal operational levels	68.8	6.6
Transitional levels	25.4	35.5
Concrete operational levels	5.7	57.8

**고등학교 2학년 학생들의 인지수준.** 고등학교 2학년 학생들의 학교별 인지수준에서 인문계 고등학교의 경우에는 약 31%의 학생이 형식적 조작기 수준에 도달하지 못했으며, 공업계 고등학교의 경우에는 약 93%의 학생이 형식적 조작기 수준에 도달하지 못했다(Table 4). 그리고 공업계 고등학교의 경우에는 인문계 고등학교의 학생들에 비해 구체적 조작기 수준의 비율이 높았고 형식적 조작기 수준의 비율은 낮았다.

제6차 교육과정의 화학I 교과서 내용 인지요구도 수준 분석 연구<sup>9</sup>에 따르면, 인문계 고등학교 2학년 인문·사회 과정 학생들의 형식적 조작기 수준, 과도기 수준, 구체적 조작기 수준의 인지수준 분포는 각각 46.3%, 43.0%, 10.7%이었다. 이러한 선행연구의 결과에 비해서 이 연구에서는 형식적 조작기 수준에 도달한 고등학생들의 비율이 높은데, 이는 조사 대상 지역과 조사 시기의 차이 때문인 것으로 생각된다.

제5차 교육 과정의 과학II(하)의 5개 주제 인지요구도 분석 연구<sup>10</sup>에서, 실업계 고등학교 2학년 학생들의 인지수준 분포는 형식적 조작기 수준, 과도기 수준, 구체적 조작기 수준이 각각 9.4%, 56.3%, 34.3%이었다. 이러한 선행연구 결과에 비해서 이 연구에서는 형식적 조작기 수준과 과도기 수준의 비율은 낮고 구체적 조작기 수준의 비율이 높다.

이 연구 결과를 종합해 보면, 인문계 고등학교 학생들의 인지수준은 선행연구 결과<sup>9,10</sup>에 비해서 형식적 조작기 수준의 비율은 높았고, 과도기나 구체적 조작기 수준의 비율은 낮았다. 그리고 공업계 고등학교 학생들의 인지수준은 구체적 조작기 수준의 비율이 높았고, 형식적 조작기 수준에 도달한 비율이 매우 낮았으며, 인문계 고등학교 학생들의 인지수준과 많은 차이가 났다. 이러한 현상은 고등학생들의 논리적 사고의 특성에 대한 연구<sup>11</sup>에서 지적하였듯이, 교육과정 중점 사항의 변화와 그에 따른 교육 방법과 학습 내용의 변화, 유아 교육 기회의 확대, 보충 또는 심화된 과외 수업, TV와 컴퓨터의 보급 등으로 인해 고등학

Table 5. The formation ratio in each logics

unit: %

	Formation ratio	Conservational reasoning	Proportional reasoning	Controlling reasoning	Probabilistic reasoning	Correlational reasoning	Combinatorial reasoning
Academic high school	Formation	60.8	76.0	80.8	80.5	35.9	72.5
	Transient	35.3	17.4	12.0	10.2	6.6	24.9
	None	3.9	6.6	7.2	9.3	57.5	2.7
Technical high school	Formation	33.6	24.6	18.0	26.2	17.2	45.1
	Transient	51.6	31.1	27.0	15.6	14.8	49.2
	None	14.8	44.3	54.9	58.2	68.0	5.7
Total	Formation	53.5	62.3	64.0	66.0	30.9	65.1
	Transient	39.7	21.1	16.0	11.6	8.8	31.4
	None	6.8	16.7	20.0	22.4	60.3	3.5

교 학생들의 지적 발달이 향상되었다고 볼 수 있다. 그리고 최근의 공업계 및 실업계 고등학교의 대규모 지원 학생 미달사태에서 알 수 있듯이, 학생들의 공업계 고등학교 선호도 감소로 인해 공업계 고등학교 학생들의 인지수준이 많이 떨어져 인문계 고등학교 학생들의 인지수준과 많은 차이가 나는 것이다.

#### 고등학교 2학년 학생들의 논리 유형별 형성 정도

조사 대상 인문계와 공업계 고등학생들의 논리 유형별 형성 정도에 대한 연구결과는 Table 5와 같다.

Table 5에 따르면, 보존논리와 상관논리 이외의 논리들은 60% 이상의 형성률을 나타내고 있으나, 상관논리의 형성률은 30.9%로 상당히 낮게 나타나고 있다. 그리고 대부분의 논리 형성 정도에서 인문계 고등학교와 공업계 고등학교 사이에 상당한 차이가 있으나, 공통적으로 조합논리의 형성률은 비교적 높고 상관논리의 형성률은 가장 낮다.

제6차 교육과정의 화학I 교과서 내용 인지요구도 수준 분석 연구<sup>8</sup>에 따르면, 논리 유형별 형성 정도는 조합논리>확률논리>변인통제논리>비례논리>보존논리>상관논리의 순서로 나타났는데, 이 연구의 인문계 고등학교 학생들의 논리 유형별 형성 정도는 변인통제논리>확률논리>비례논리>조합논리>보존논리>상관논리의 순서로 나타나 선행연구 결과와 같이 상관논리의 형성률이 가장 낮다. 그리고 선행연구<sup>8</sup>에서 상관논리의 형성률이 36.3%였는데, 이 연구에서는 35.9%로 선행연구에 비해 형성률이 낮게 나타났다. 그러나 조합논리 이외의 보존논리, 비례논리, 변인통제논리, 확률논리의 형성률은 높게 나타났다. 이러한 연구 결과는 이 연구의 인문계 고등학교 학생들의 인지수준이 선행연구<sup>8</sup>의 고등학교 학생들의 인지수준과 다르기 때문인 것으로 생각된다.

제5차 교육과정의 과학II(하)의 5개 주제 인지요구도 분석 연구<sup>16</sup>에서, 실업계 고등학교 2학년 학생들의 논리 유형별 형성 정도는 확률논리>비례논리>변인통제논리>보존논리>조합논리>상관논리의 순서로 나타났는데, 이 연구에서는 조합논리>보존논리>확률논리>비례논리>변인통제논리>상관논리의 순서로 나타났다. 즉, 선행연구<sup>16</sup>에서 비례논리, 변인통제논리, 확률논리의 형성률이 각각 56.3%, 42.1%, 62.5%였으나, 이 연구에서는 각각 24.6%, 18.0%, 26.2%로 낮아졌으며, 상관논리와 조합논리 이외의 논리 형성률도 낮아졌다. 이러한 연구 결과는 이 연구의 공업계 고등학교 학생들의 인지수준이 선행연구<sup>16</sup>의 실업계 고등학교 학생들의 인지수준보다 낮기 때문인 것으로 생각된다.

제7차 교육과정에 의한 화학I 교과서에 제시된 탐구 활동들은 자료를 수집하고 해석하는 단계에서 비례논리, 변인통제논리, 상관논리가 많이 요구되는데, 인문계와 공업계 고등학교 학생들 모두 상관논리의 형성률이 매우 낮다. 특히, 공업계 고등학교 학생들은 인지수준과 논리 형성률이 전반적으로 낮아 대부분의 탐구 활동에 어려움을 느낄 수 있을 것이다.

#### 제7차 교육과정에 의한 화학I 교과서의 인지요구도

제7차 교육과정에 의한 고등학교 화학I 교과서 5종<sup>16-20</sup>의 물과 공기 단원에서 탐구 활동에 대한 인지요구도가 Table 6에 나타나 있다. 인지요구도 판정시에 각 교과서의 탐구 활동들이 서로 다른 인지요구도를 나타내는 경우에는 가장 많이 나온 인지요구도로 판정하였고, 비슷한 빈도로 나타난 인지요구도는 모두 나타내었다.

Table 6에서와 같이, 탐구 활동이 있는 14개의 개념 중 10개의 개념은 구체적 조작기 수준의 인지수준을 요구하는 활동이 포함되어 있었다. 그리고 형식적 조

Table 6. Cognitive levels of inquiry activities

Concepts	Inquiry activities				
	Textbook				
	A	B	C	D	E
1.1	3A	2B	2B	2B	3A, 2B
1.2	3A	3B	3A	3A	3A
1.3	2B	3A, 3B	3A	3A	3A
1.4	-	-	3B	-	-
1.5	-	-	-	-	-
1.6	2B	3A	3B	2B	2B
1.7	2B, 3B	3A	2B	3A, 3B	-
1.8	-	3B	3B	-	-
2.1	2B, 3A, 3B	2A, 2B	2B	2B	3B
2.2	3A	3A	-	2B	3B
2.3	3B	2A, 2B	3B	3A, 3B	-
2.4	3B	2B, 3A	3B	2B	2B
2.5	3A, 3B	2B, 3B	3B	3A, 3B	3B
2.6	2B	2B, 3B	2B	3A, 3B	-
2.7	-	3A	3B	-	-

작기 수준의 인지수준을 요구하는 탐구 활동도 일부 교과서에서는 구체적 조작기 수준을 요구하는 활동들로 이루어져 있었다. 탐구 활동들이 각 교과서마다 다양하게 제시되어 있었고, 인지요구도 역시 초기 구체적 조작기 수준부터 후기 형식적 조작기 수준까지 매우 다양하였다.

제7차 교육과정에 의한 화학I 교과서의 내용 요소에 대한 인지요구도는 Table 7과 같으며, 내용 요소의 인지요구도는 모든 교과서에서 거의 비슷하게 나타났다. 즉, 대부분의 화학I 교과서는 초기나 후기 형식적 조작기 수준을 요구하고 있었으며, 일부 교과서에서 구체적 조작기 수준을 요구하는 개념들이 포함되어 있었다. 그리고 탐구 활동에 비해서 구체적 조작기 수준을 요구하는 개념의 비율은 낮았다.

제7차 교육과정에 의한 화학I 교과서의 내용을 이해하는 데 필요한 인지수준은 개념을 설명하는 방식과 제시된 탐구 활동에 따라 교과서마다 약간씩 차이가 있었다. 개념 설명에 있어서 탐구 활동과 실생활의 예 등에서는 낮은 인지수준을 요구하였다. 그러나 분자운동이나 화학반응식을 이용한 탐구 활동 정리가 많았고, 그래프 해석과 관계식 유도 등의 높은 인지수준을 요구하는 탐구 활동과 관련된 내용이 많이 포함되어 있어서 형식적 조작기 수준을 요구하는 내용들이 대부분이었다.

Table 7. Cognitive levels of element of contents

Concepts	Element of contents				
	Textbook				
	A	B	C	D	E
1.1	3A	3A	3A	3A	3A
1.2	2B, 3B	-	2B, 3A	2B	3B
1.3	3B	-	3B	3B	3B
1.4	3A	3A	-	3A	3A
1.5	3A	3A	3A	2B	3A
1.6	3B	-	3A	3A	3A
1.7	3A	-	2B, 3A	3A	3A
1.8	3B	-	3A	-	3A
2.1	3A	-	3A, 2A	3A	3A
2.2	3A	-	3A, 2A	3A	3A
2.3	3A, 3B	-	3A, 2A	-	3A, 2B
2.4	3A	-	-	3B	-
2.5	3A	-	3A	3B	3A
2.6	3B	-	3A	3A	3A, 3B
2.7	3B	3B	3B	3B	3B

제6차 교육과정의 화학I 교과서 내용 인지요구도 수준 분석 결과<sup>9</sup>와 이 연구의 탐구 활동과 내용 요소 인지요구도 각각의 결과들을 통합한 것으로 비교한 것이 Table 8에 나타나 있다.

Table 8에 따르면, 제7차 교육과정에 의한 화학I 교과서의 내용 요소에 대한 인지요구도는 제6차 교육과정의 화학I 교과서의 내용 요소와 탐구 활동에 대한 통합적인 인지요구도와 비슷하게 초기 형식적 조작기 수준을 요구하는 것이 많다. 그리고 탐구 활동에 대한 인지요구도는 제6차 교육과정의 화학I 교과서와 같이 대부분이 초기 형식적 조작기 수준을 요구하나, 일부는 더 높은 수준의 후기 형식적 조작기 수준을 요구하고 있다. 그러나 구체적 조작기 수준을 요구하는 탐구 활동들이 많이 포함되어 있어서 제6차 교육과정의 화학I 교과서에 비해서는 약간 낮은 인지수준을 요구하는 것이다. 제7차 교육과정에 의한 화학I 교과서는 제6차 교육과정의 화학I 교과서에 비해서 실생활 소재와 탐구 활동을 많이 포함하고 있어 인지요구 수준이 낮아지긴 했으나, 내용 요소에 있어서는 여전히 형식적 조작기 수준을 요구하고 있는 것이 많았다.

제5차 교육과정의 과학II(하)의 5개 주제 인지요구도 분석 연구<sup>10</sup>에서는 이 연구의 주제와 일부만 일치하여 모두 비교할 수 있는 것은 아니지만, 화학반응식과 화학반응의 종류에서는 형식적 조작기 수준을

Table 8. A comparative of cognitive levels of the 6th national education curriculum and the 7th national education curriculum

Concepts	The 6th national education curriculum	The 7th national education curriculum	
		Inquiry activities	Element of contents
1.1	3B	2B, 3A	3A
1.2	3A	3A, 3B	2B, 3A, 3B
1.3	3A	2B, 3A, 3B	3B
1.4	3A	3B	3A
1.7	3A	2B, 3A, 3B	2B, 3A
1.8	3A	3B	3A, 3B
2.1	3A	2B, 3A, 3B	2A, 3A
2.2	3A	2B, 3A, 3B	2A, 3A
2.3	3A	2A, 2B, 3A, 3B	2A, 2B, 3A, 3B
2.5	3A, 3B	2B, 3A, 3B	3A, 3B
2.6	3A, 3B	2B, 3A, 3B	3A, 3B
2.7	3B	3A, 3B	3B

요구하는 것으로, 그리고 다른 개념들도 대부분 형식적 조작기 수준을 요구하는 것으로 판정하였었는데, 이 연구에서도 산-염기 반응과 화학반응식의 경우에는 대부분의 교과서에서 형식적 조작기 수준을 요구하였다.

**고등학교 2학년 학생들의 인지수준과 화학I 교과서의 내용 인지요구도 비교.** 고등학교 2학년 학생들의 전체적인 인지수준은 형식적 조작기 수준이 52.2%, 과도기 수준이 28.3%, 구체적 조작기 수준이 19.5%로 나타났고, 인문계 고등학교 학생들의 경우에는 구체적 조작기 수준이 5.7%, 과도기 수준이 25.4%, 형식적 조작기 수준이 68.9%, 공업계 고등학교 학생들의 경우에는 구체적 조작기 수준이 57.9%, 과도기 수준이 35.5%, 형식적 조작기 수준이 6.6%였다.

전체 고등학생의 약 48%가 형식적 조작기 수준에 도달하지 못했으며, 인문계 고등학교 학생의 약 31%도 형식적 조작기 수준에 도달하지 못했다. 그러나 Table 6과 Table 7의 제7차 교육과정에 의한 화학I 교과서의 탐구 활동과 내용 요소에 대한 인지요구도에서 살펴본 바와 같이, 탐구 활동의 경우에는 구체적 조작기 수준을 요구하는 것이 많이 있어 학생들의 인지수준에 적합하다고 볼 수 있으나, 내용 요소의 경우에는 대부분이 형식적 조작기 수준을 요구하고 있어 일부 학생들이 이해하는 데 어려움을 느낄 수 있을 것이다. 특히, 공업계 고등학교 학생의 경우에는 약 93%가 형식적 조작기 수준에 도달하지 못했기 때문에 화학I 교과서 내용을 이해하는 데 큰 어려움이 있을 것으로 생각된다.

**제7차 교육과정에 의한 화학I 교과서 내용에 대한 화학 교사들의 인식.** 현직 화학 교사들은 제7차 교육과정에 의한 화학I 교과서의 과학 개념 수준과 내용이 제6차 교육과정의 화학I 교과서에 비해서 많이 달라졌다고 하면서, 이론적인 부분에서 내용 수준은 낮추고 기본 개념들을 다루었으며, 실생활 관련 소재가 많이 추가되었다고 응답하였다. 그리고 과학 개념 설명 체계에서는 한 주제를 가지고 단원을 구성하여 이해하기 편하도록 되어있고, 이론 설명에서는 구체적인 예를 설명하는 방식이 아닌 구체적인 예를 통해 개념을 설명하는 방식으로 달라졌다고 응답하였다. 한편, 화학적 개념들이 많이 줄어들어 체계적인 설명이 부족하다고 응답한 화학 교사도 있었다.

화학 교사들이 제7차 교육과정에 의한 화학I 교과서를 사용하여 직접 수업하면서 제6차 교육과정의 화학I 교과서에 비해서 가장 잘 개선된 것으로 느낀 것은, 실생활 위주의 접근으로 학생들에게 친숙한 소재가 제공되어 학생들이 흥미를 느끼고, 쉽게 이해할 수 있도록 되어있다는 것이었다. 반면에, 가장 개선되지 못한 것은, 탐구 실험 구성이 제6차 교육과정의 화학I 교과서에 비해서 큰 차이가 없고, 이전 학년에서 배운 내용과의 중복이 많다는 것이었다. 그리고 대부분의 화학 교사들은 화학I 교과서의 개념 설명 부분이 너무 적어, 화학II 교과서와의 내용 수준의 격차가 커서, 10학년의 과학과 12학년의 화학II 사이에서의 화학의 성격이 모호하다고 생각하고, 이를 문제점으로 지적하였다. 또한, 개념 예시가 너무 산만하고, 실생활 자료 제시로 쉬워 보이기는 하지만 화학결합이나

분자 간 인력 등에 대한 학습이 없어 과학 개념 설명에 어려움을 느낀다고 하였다.

대부분의 현직 화학 교사들은 제7차 교육과정에 의한 화학I 교과서의 내용 수준이 제6차 교육과정의 화학I 교과서에 비해 낮아졌다고 생각하였으나, 현상의 제시만 나열하고 체계화 된 설명이 부족해 어려워졌다고 응답한 화학 교사도 있었다. 현직 화학 교사가 느낀 고등학생들의 화학I 교과서의 내용 이해 정도는 응답한 화학 교사들 간에 많은 차이가 있었다. 즉, 고등학생들의 내용 이해도가 높다, 자연계열 고등학생들이 이해하기 적절하다, 고등학생들이 쉽게 이해할 수 있다, 고등학생들의 인지수준이 낮아져 제6차 교육과정의 화학I 교과서의 내용 이해도와 별 차이가 없다, 사례 위주가 많아 깊은 수준의 이해는 부족하다 등의 다양한 답변들이 있었다.

### 결론 및 제언

고등학교 2학년 학생들의 인지수준과 제7차 교육과정에 의한 화학I 교과서의 내용을 이해하는데 요구되는 인지수준을 비교 분석한 연구 결과에 따르면, 인문계 고등학교 학생들의 68.9%, 공업계 고등학교 학생들의 6.6%가 형식적 조작기 수준에 도달하였으며, 논리 유형별 형성 정도는 계열별로 차이가 매우 컸다. 화학I 교과서의 내용을 이해하는 데 요구되는 인지수준은, 탐구 활동의 경우에는 초기 구체적 조작기 수준부터 후기 형식적 조작기 수준까지를 요구하고 있었으며, 내용 요소의 경우에는 대부분이 형식적 조작기 수준을 요구하고 있었다. 그러므로 탐구 활동은 고등학생들의 인지수준에 적당하다고 볼 수 있으나, 교과서의 내용 요소는 고등학생들의 인지수준에 비해 높은 인지수준을 요구한다고 볼 수 있다. 그리고 제7차 교육과정에 의한 화학I 교과서는 기본 화학 개념 이해를 목표로 하고 있었으며, 제6차 교육과정의 화학I 교과서에 비해서 많은 실생활 소재 도입과 내용의 축소가 이루어졌고, 교과서 내용을 이해하는데 요구되는 인지수준은 약간 낮아졌으나 대부분의 과학 개념들은 형식적 조작기 수준을 요구하고 있었다. 한편, 제7차 교육과정에 의한 화학I 교과서에 대해서 현직 화학 교사들은 제6차 교육과정의 화학I 교과서에 비해서 실생활 소재 사용과 내용 축소를 바람직하다고 평가하였으나, 지나친 과학 개념 축소로 화학I

교과서와 화학II 교과서 사이의 내용 수준에 차이가 크게 나타나는 것을 문제점으로 지적하였다.

따라서 학생들의 인지수준에 대한 조사와 학생들의 인지수준에 따른 교수-학습 방법 개선 및 교과서 개발과 함께 학생들의 논리적 사고력을 향상시키고, 인문계와 공업계 고등학교 학생들의 인지수준 격차를 줄일 수 있는 방안에 대한 연구가 필요하다. 또한, 화학I 교과서와 화학II 교과서 사이의 내용 수준 차이를 고려한 교수-학습 전략이 필요하다고 생각한다.

### 인용 문헌

1. Sim, G.-C.; Park, J.-S.; Kim, H.-S.; Kim, J.-H.; Park, Y.-C.; Ryu, H.-I. *J. Kor. Assoc. Res. Sci. Educ.* **2002**, *22*, 432.
2. Yang, M.-K. *The Journal of Curriculum Studies* **1998**, *16*, 85.
3. Kim, H.-J.; Kim, Y.-G.; Park, H.-J. *J. Kor. Chem. Soc.* **1999**, *43*, 552.
4. Kim, H.-N.; Chung, W.-H.; Jeong, J.-W.; Yang, I.-H.; Kim, Y.-S. *J. Kor. Assoc. Res. Sci. Educ.* **1999**, *19*, 194.
5. Lee, K.-H. *J. Kor. Assoc. Res. Sci. Educ.* **1998**, *18*, 415.
6. Kim, H.-N.; Chung, W.-H.; Jeong, J.-W. *J. Kor. Assoc. Res. Sci. Educ.* **1998**, *18*, 357.
7. Kwon, J.-S.; Choi, B.-S.; Hur, M. *J. Kor. Assoc. Res. Sci. Educ.* **1987**, *7*, 53.
8. Shayer, M.; Adey, P. *Towards a Science of Science Teaching*. Heinemann Educational Books: London, England, 1981.
9. Kang, S.-H.; Park, J.-Y.; Jeong, J.-Y. *J. Kor. Chem. Soc.* **1999**, *43*, 578.
10. Park, J.-Y.; Kang, S.-H.; Kim, S.-Y.; Kim, S.-H.; Kim, I.-J.; Lee, J.-H. *Chem. Educ. of Kor. Chem. Soc.* **1996**, *23*, 335.
11. Kang, S.-H.; Park, J.-Y.; Woo, A.-J.; Heo, U.-G. *Chem. Educ. of Kor. Chem. Soc.* **1996**, *23*, 267.
12. Kwon, D.-S.; Kim, Y.-G. *Chem. Educ. of Kor. Chem. Soc.* **1990**, *17*, 239.
13. Moon, H.-M.; Choi, B.-S. *Chem. Educ. of Kor. Chem. Soc.* **1987**, *14*, 116.
14. Choi, Y.-J.; Lee, W.-S.; Choi, B.-S. *J. Kor. Assoc. Res. Sci. Educ.* **1985**, *5*, 1.
15. Lee, H.-Y. *Chemworld of Kor. Chem. Soc.* **2001**, *41*, 80.
16. Seo, J.-S.; Heo, S.-I.; Kim, C.-B.; Park, J.-W.; Ha, Y.-K.; Lim, Y.-J.; Bae, B.-I. *High School Chemistry I*. Keum-sung Publishing: Seoul, Korea, 2002; pp 16-87.
17. Lee, D.-H.; Kim, D.-S.; Sim, K.-S.; Jeon, S.-C.; Lee, J.-H.; Sim, J.-S.; Seo, I.-H.; Noh, G.-J. *High School Chemistry*

- I; Daehan Textbooks Publishing: Seoul, Korea, 2002; pp 12-77.
18. Woo, G-H.; Choi, S-N.; Oh, D-H.; Han, E-T.; Kim, B-L.; Kand, B-J. *High School Chemistry I*; Joongang Education Development Center Publishing: Seoul, Korea, 2002; pp 12-87.
19. Kim, H-J.; Yum, K-B.; Lee, J-Y.; Hwang, S-Y.; Lee, B-Y.; Jeon, H-Y. *High School Chemistry I*; Cheonjae Education Publishing: Seoul, Korea, 2002; pp 12-77.
20. Yeo, S-D.; Yeo, H-J.; Jang, Y-K.; Lee, G-O.; Cho, C-H.; Park, H-Y.; Yang, D-K.; Lee, C-K. *High School Chemistry I*; Cheongmoongak Publishing: Seoul, Korea, 2002; pp 10-63.
21. Park, H-J.; Lee, J-B. *Research Reports 94-10*; Korean Educational Development Institute: Seoul, Korea, 1994; pp 1-291.
-