

대학교 일반화학과 고등학교 화학 I, 화학 II 교과 연계성 및 일반화학에 대한 대학생들의 인식조사

문숙희* · 이상좌

목포대학교 화학과

(접수 2010. 8. 5; 수정 2010. 9. 25; 게재확정 2010. 12. 30)

Relationship between the High School Chemistry I, II, and the General Chemistry, and College Students' Cognition about the Subject

Sook-Hee Moon* and Sang-Joa Lee

Chemistry Education Major, Mokpo National University, Muan 534-729, Korea

(Received August 5, 2010; Revised September 25, 2010; Accepted December 30, 2010)

요 약. 화학은 단계별로 개념이 연계 발전되는 학문 체계를 가지므로 고등학교의 화학 I·II의 교육 내용은 대학 일반화학과 연계성 측면에서 매우 중요하다. 현재 고등학교 학생들은 심화 선택 최상위 과목인 화학II를 배우지 않고도 이공계 대학에 진학하는 것이 가능하다. 따라서 이러한 학생들이 일반화학을 수강하면서 얼마나 어려움을 겪는지 알아보기 위해 일반화학과 고등학교 화학교재의 내용 연계성 및 학생들의 인식을 조사했다. 연구 결과, 화학I에서는 일반화학 필수 개념의 약 27%밖에 소개하고 있지 않지만, 화학II에서는 약 62%의 내용이 일반화학과 연계되었다. 전남 M대학의 학생들 중 화학II를 배우지 않은 약 70%의 학생들은 일반화학을 배울 때 상대적으로 더 어려워했고, 학업성취도도 상대적으로 낮았을 뿐 아니라, 화학에 대해 흥미도도 낮게 조사되었다.

주제어: 고등학교 화학, 일반화학, 연계성

ABSTRACT: The chemistry has the academic system in which a concept is jointly developed into the single strain, so the contents of the chemistry I-II of the high school are very important in the connection of the general chemistry in the university. At this moment, it is possible for high school graduates to be accepted into science or engineering majors without taking the chemistry II. These the highest intensive election subject cause problems of differences in level of understanding and difficult of quality educations. In this study, we have analyzed similarity between the contents of the chemistry I-II and the general chemistry. We also analyzed the cognition level of students without taking the chemistry II in understanding the general chemistry level classes. We found that the high school level chemistry I and II introduced about 27% and 62% of the essential concepts required for the general chemistry, respectively. In a case of M university in Chonnam, about 70% of students in the general chemistry classes have no exposure to the chemistry II in their high schools, causing difficulty of understanding new subjects due to their insufficient concepts for classes. The lack of knowledge caused lowering of learning achievement and decrease of interests in chemistry.

Keywords: High school chemistry, General chemistry, Relationship

서 론

화학이라는 학문을 이해하기 위해서는 수많은 화학자의 노력에 의해 얻어진 개념들이 어떤 관계를 가지고 조직되어 있으며, 자연 현상을 설명하는 데 어떻게 이용되는지를 파악할 수 있어야 한다.¹ 따라서 화학 교육에 있어서 무엇보다 중요한 점은 기본 개념 형성이며, 바른 개념 형성을 위해서는 학생들의 지적 수준이 높아지는 것에 맞추어 이론 및 개념의 순서가 적절히 편제되어야 한다.^{2,3} 초등학교,

중학교는 개념보다는 과정에 중점을 두지만, 고등학교 단계에서는 화학I, 화학II의 학습이 화학의 기본 개념을 익혀 개념 체계가 형성되도록 한다. 화학을 선택하여 배운 학생들이 이공계 대학으로 진학할 경우 고등학교의 화학은 대학 일반화학의 기초를 형성하게 되므로 대학의 일반화학과 고등학교 화학 교과 과정은 깊은 연관성을 갖게 된다. 즉, 화학은 학문의 위계성이 뚜렷하여 단계별로 차근차근 배워 나가야하는 특성이 있으며, 고등학교에서 습득한 지식의 정도도 대학의 학업성취도에도 영향을 미치는 것으

로 밝혀졌다.⁴

이공계 대학에서 일반화학은 현대 자연과학의 중심이 되는 기초과학으로서, 모든 사람의 삶의 일부인 물질을 이해하는 기초 교양 교육의 핵심 구성요소이기도 하지만,⁵ 전공 기반 과목으로서의 의미도 동시에 가지고 있다. 대학 1학년 때 배우게 되는 기초 과학 교과목에서의 학업 성취도는 진로 선택 및 다른 학업의 성취도에도 영향을 미친다고 알려졌다.⁶ 그렇다면 일반화학은 대학 1학년의 단순히 이수 과목의 의미를 넘어 이공계 학생들의 대학 생활의 길잡이가 되므로 그 중요성에 대한 인식이 제고되어야 할 필요성이 있다.

우리나라에서 일반화학을 이수할 학생들은 일반계 고등학교에서 화학I 및 화학II를 일률적으로 다 배우고 진학한 것이 아니며, 실업계 고등학교를 졸업한 학생들도 있는 등 심화선택과목인 화학I 및 화학II 이수에 다양한 배경을 지니고 있다. 제7차 과학과 교육과정에서 심화과목 화학I은 과학적 소양을 함양하는 것에 목표를 두고 있지만, 심화과목 화학II는 과학과 관련된 분야를 전공하고자 하는 학생들을 대상으로 보다 심화된 과학 지식과 탐구 방법을 학습하도록 되어 있다.¹ 이공계 대학에 진학할 학생들이 화학I 및 화학II를 모두 이수했다면 대학에서 일반화학을 공부하는 것이 무리가 없을 것이다. 하지만 전남 교육청 통계에 의하면 2009년 전남 지역 인문계 91개 고등학교 중 화학I은 73.6%, 67 학교가 선택했고, 화학II는 59.3%인 54 학교가 선택하여 학생들이 이수하였다.⁷ 2009년 전북 교육청 통계에 의하면 전북 지역 인문계 고등학교는 71 학교로서 화학I은 79.2%, 61 학교가 선택했고, 화학II는 64.8%인 46 학교가 선택하여 학생들이 이수하였다.^{8,9} 여기에는 내신 및 교사 수급 등 복합 요인이 작용하겠지만, 과학 과목의 경우에는 학생들이 어려워하는 과학 과목에 대한 기피현상이 심각해져서 전반적으로 부실화 할 수 있다는 우려를 뒷받침하는 결과로도 볼 수 있다.^{10,11} 위의 결과처럼 이공계 대학에 진학하는 학생들은 고등학교에서 선택물이 비교적 큰 화학I은 많이 배우지만, 화학II는 화학I을 배운 학생들일지라도 다 배우지 않는다. 또한 화학II를 배운 학생들일지라도 수학능력시험에서는 상당수 학생들이 화학I과목만을 선택한다.

일반화학 내용이 고등학교 화학II 교과 내용의 종합적인 완성본이라 할 수 있다면,¹² 이처럼 다양한 배경을 지닌 학생들이 일반화학을 수강할 때 화학I 및 화학II 이수 여부에 따른 일반화학 학업성취도의 차이를 충분히 예상할 수 있다. 이에 대한 제도적 장치가 마련되지 않는다면 고등학교에서 화학II를 이수하지 않은 학생들은 일반화학 학습에 어려움을 경험할 가능성이 많을 것이며 학습 부진이 심화될 위험도 있다. 이 학생들의 일반화학 과정에서 어려움을

해소하기 위해서 뿐만 아니라 효과적인 대학 생활 적응 및 향후 진로를 위해서 고등학교 심화선택과목인 화학I 및 화학II의 과정에 대해 논의할 필요가 있다.

이에 본 연구는 일반화학 수강생들이 고등학교의 화학I·화학II 이수 여부에 따라 대학 일반화학을 수강하는 과정에서 어떤 어려움이 있는지를 학생들의 설문조사 및 인터뷰를 통해 분석하였다. 그 결과를 바탕으로 하여 2009 개정 교육과정이 시작되는 현 시점에서 고등학교 심화 선택과목인 화학I 및 화학II의 내용 구성에 대한 시사점을 찾고자 하였다.

구체적인 연구 내용은 다음과 같다.

첫째, 대학에서 사용하고 있는 일반화학 교재의 단일별 기본 개념을 중심으로 고등학교 화학I·화학II 교과서의 개념을 분석한다.

둘째, 고등학교의 화학I·화학II 이수 여부에 따라 대학과 고등학교의 일반화학 학업성취도 및 화학 수준 차이를 어떻게 느끼는지 학생들의 설문조사 및 인터뷰를 이용하여 분석한다.

연구 내용 및 방법

연구 대상 및 연구 절차

본 연구에서는 제7차 교육 과정을 거쳐 대학에 진학한 학생들이 고등학교 심화 선택 과목 화학I 과 화학II 이수 여부에 따라 일반화학 학업성취도에 차이가 나는 점에 주목하여, 일반화학을 기준으로 하여 고등학교의 화학I 및 화학II의 연계 내용 정도와 학생들의 학업 성취도 및 화학에 대한 인식 여부를 조사하였다.

본 연구의 자료는 제7차 교육과정 개정으로 2002년 교육과학기술부의 검정을 받아 2003년부터 사용되고 있는 고등학교 화학I·II 교과서 6종¹³⁻¹⁸을 비교 분석하여 Table 1에 제시하였고, 대학 일반화학 교재는 모두 국내 교수진에서 번역하여 사용하는 교재 5종¹⁹⁻²³을 비교 분석하여 Table 2에 제시하였다. 모든 교과서들의 구성은 대단원, 중단원, 소단원으로 이루어져 있었으며, 모든 교과서에서 공통적으로 다루고 있는 중단원을 연구 대상으로 정하였다.

연구 대상 학생은 제7차 교육과정을 이수한 전남 M대

Table 1. List of high school 'Chemistry I and II' Textbooks

Author	Publisher	Year
Yun, Yong <i>et al.</i>	Kyohaksa Inc.	2004
Yeo, Sang In <i>et al.</i>	Jihaksa Inc.	2004
Suh, Jung Ssang <i>et al.</i>	Geumseoung Inc.	2003
Lee, Deuk Hwan <i>et al.</i>	Daehan Textbook Co.	2003
Kim, Hee Jun <i>et al.</i>	Chunjae Edu. Co.	2003
Woo, Kyu Hwan <i>et al.</i>	Jungangkyoyuk Research Center	2003

Table 2. List of 'General Chemistry' Textbooks

Author	Title	Edition	Year	Publisher
Oxtoby <i>et al.</i>	Principles of Modern Chemistry	6th	2008	SciPlus
Chang, R.	General Chemistry	5th	2008	Free Academy
Ebbing, D. D.	General Chemistry	4th	1998	KyoboBook
Corwin, C. H.	Introductory Chemistry	4th	2006	Tamgudang
Hein <i>et al.</i>	Foundation of College Chemistry	12th	2009	Free Academy

학교 2009년도 2학기 자연대 및 공대의 신재생에너지공학부, 건설공학부의 일반화학 수강생 중 설문지에 성실하게 응답한 1학년 학생 176명이다. 각 학부별로 담당 교수는 달랐지만, 학기 초 강의 계획 및 과정에 대해 협의를 진행 후 동일 교재를 사용하여, 일반화학에서 다룰 수 있는 중요 개념은 모두 다뤄질 수 있도록 강의를 진행되었다. 중간고사 및 기말고사는 교수 별로 각기 다른 문항을 출제하여 시험을 치렀기 때문에 학생들에게 부여되는 최종 성적을 이용해서 학업성취도를 판단하였다. 이를 보완하기 위하여 학기가 마무리 되는 시점에 학생들에게 설문 조사 및 인터뷰를 실시하였다. 설문조사에 참여한 학생 중 적극적으로 연구에 참여하겠다는 학생들 20명을 대상으로 인터뷰를 실시하였다. 인터뷰에 참여한 학생들의 성명은 가명으로 처리하였다.

본 연구에서 사용된 설문 문항은 고등학교에서 본인의 출신 고교 및 계열, 과학 과목 중 심화 선택 과목 수강 여부, 수학 능력 시험 응시 과목 여부, 일반 화학 강의에 대한 만족도, 화학 공부가 어렵게 생각되는 요인 등을 알아보는 내용으로 구성되었다. 문항은 화학교육을 전공하는 교육 대학원생과 화학과 학생들을 대상으로 하여 예비검사를 실시한 후 그 결과를 바탕으로 작성하였다. 인터뷰는 각 과별 학생들끼리 2-3명씩 모둠으로 약 1시간에 걸쳐 연구자의 연구실에서 타인의 방해 없이 자유롭게 이야기할 수 있는 분위기에서 이루어졌다. 질문은 고등학교에서 선택과목의 결정은 누가 하였는가, 고등학교와 대학 일반화학의 차이점은 무엇인가, 일반화학을 공부할 때 가장 어려운 점은 무엇이었는가, 일반화학의 어려움을 해소하기 위한 본인의 노력은 무엇이었는가, 일반화학을 공부하는 것이 이공계열 전공 공부를 하는 데 도움이 된다고 생각하는가 하는 내용을 바탕으로 하였다.

전남 M대학교는 지역 교육의 핵심을 담당하고 있지만, 본 연구 결과는 전남 M대학교에서 수강 중인 학생들을 대상으로 하였으므로 이를 일반화하기에는 한계가 있을 수 있다.

분석 방법

고등학교의 화학I·화학II 이수 여부에 따라 대학 일반화학의 학업성취도가 얼마나 차이 나는지를 알아보기 위

해 다음 세 가지 방법으로 분석하였다.

첫째, 고등학교 화학 과목에 다양한 배경을 지닌 학생들이 배운 내용의 차이를 파악하기 위해서 고등학교 화학I 및 화학II 교과서에서 설명하는 화학 개념을 파악해 보았다. 먼저 전남 M대학 일반화학 교재를 바탕으로 타 대학에서 교재로 사용하고 있는 일반화학 5종의 내용을 비교 분석하여 추출한 공통 내용을 19단원으로 분류 후 매 단위별 필수 개념을 정하였다. 제7차 교육과정 중 2003년 3월 1일부터 사용되고 있는 현 고등학교 화학I·화학II 6종 교과서에서 매 단위별 공통으로 설명하고 있는 필수 개념을 정리하였다. 일반화학 단위별 개념을 기준으로 화학I·화학II 교과서에서는 어느 단위에서 그 개념을 설명하고 있는지를 분석하였다.

둘째, 일반화학을 수강하는 다양한 집단 간의 학습 효과를 비교하기 위하여 학생들을 출신 고교 계열별, 화학I을 이수한 집단, 화학II를 이수한 집단별로 구분하였다. 그리고 학생들의 최종 성적표(A+, A0, B+, ..., F)를 이용하여 각 집단별 학업 성취도를 분석하였다. 이 과정에서 각기 다른 교수 및 다른 시험 문항으로 인한 일반화의 어려움이 있으므로 학생들의 인터뷰를 통하여 화학I을 이수한 집단, 화학II를 이수한 집단별 일반화학의 학업성취에 대해서도 분석하였다.

셋째, 176명의 학생들로부터 받은 설문조사를 바탕으로 학생들이 생각하는 고등학교와 대학교의 화학에 대한 차이점 및 흥미도, 화학이 어렵게 생각되는 요인에 대해서도 각 집단별로 나누어 분석하였다. 또한 위의 분석을 보완하기 위하여 인터뷰를 통해 각 집단별로 일반화학에 대한 학생들의 생각들을 정리, 분석하였다.

녹음된 인터뷰 내용은 전사하여 사용하였고, 통계 자료는 SPSS를 이용하여 분석하였다.

연구 결과 및 논의

일반화학과 화학 I, 화학 II 교과서 개념 분석

일반화학 교재의 개념을 배열하는 순서는 거의 비슷하다. 학생의 전공에 따라 후반부 배운 내용이 차이가 있을 수 있지만, 이공계 학생들이라면 배우게 되는 공통적인 내용을 바탕으로 19개의 단원으로 분류하였다. 일반화학을

Table 3. Classification of High School Chemistry I and II into Chemistry Concepts of General Chemistry

Contents	General Chemistry	Chemistry I	Chemistry II
1. Introduction	Classification of Matters, Measurement	-	-
2. Atoms, Molecules, Ions	Atoms, Molecules, Ions Atomic Number, Isotopes Chemical Formulas, Naming Compounds	I-2 Ions 7	II-1 Model of the Atom II-1 Atomic Number, Mass Number 3 2
3. Mass relationship in chemical reactions	Atomic Mass, Avogadro's Number, Mol Empirical Formulas Chemical Reactions, Limiting Reagents	6 I-2 Chemical Reactions	1 I-1 Atomic Mass, Avogadro's Number, Mol 3
4. Gases	Boyle, Charles, Gay-Luissac The Ideal Gas Equation Dalton's Law of Partial pressures Diffusion, effusion	I-2 Boyle, Charles 7 I-2 Diffusion	3 I-1 Boyle, Charles, Gay-Luissac I-1 The Ideal Gas Equation I-1 Partial pressures 1 I-1 Diffusion 1
5. Structure of Atoms	Bohr's Theory of the Hydrogen Atom Quantum numbers, Atomic Orbitals, Electron Configuration	4	II-1 Bohr, Quantum numbers II-1 Atomic Orbitals, Electron Configuration 4
6. Periodic Table	Periodic Classification of the Elements Ionization Energy Periodic Variation in Chemical Properties Electron Affinity Variation in Chemical Properties of the Representative Elements	I-3 Periodic Table 6 I-3 Alkali metal	1 II-1 Periodic Classification of the Elements II-1 Ionization Energy II-1 Atomic Radius 1 II-1 Electron Affinity II-1 Periodic Properties 6
7. Chemical bonding I	Lewis Structure Ionic bond, Covalent bond Electronegativity Resonance Bond Enthalpy	6 I-1 Water Lewis Structure I-1 Resonance	1 II-2 Lewis 1 II-2 Ionic bond, Covalent bond 1 II-1 Electronegativity 1 II-1 Enthalpy
8. Chemical bonding II	VSEPR Dipole moment Atomic Orbital, Molecular Orbital	4	II-2 VSEPR II-2 Dipole moment 1 1
9. Solid Liquid	Van der Waals Force Hydrogen Bond MP, BP, Vapor Pressure Phase Diagram, Critical Temp. Press.	8 I-1 Hydrogen Bond	1 II-2 Van der Waals Force II-2 Hydrogen Bond I-1 MP, BP, Vapor Pressure I-1 Phase Equilibrium, Triple point 7
10. Solution	Solubility Molarity, Molality Colligative Properties	4 I-1 Solubility	1 I-2 Solubility of Solid, Gas I-2 Molarity, Molality I-2 Colligative Properties 4
11. Kinetics	The Rate Law First-Order, Second-Order, Half-Life Activation Energy, Catalysis Reaction Mechanism, Intermediate	8	III-2 The rate of Reaction III-2 Activation Energy, Catalysis 2 2
12. Chemical Equilibrium	The Concept Equilibrium Equilibrium Constant Factor of Equilibrium, Le Chatelier	4	III-3 The Concept Equilibrium III-3 Equilibrium Constant III-3 Factor of Equilibrium 4
13. Acids and Bases	Arrhenius, Brønsted, Lewis K _w , pH, pOH, K _a , K _b Strength of Acids, Titrations, Buffer Solution, pK _a , Henderson-Hasselbach	13 I-1 pH, acid, base	2 III-4 Arrhenius, Brønsted III-4 K _w , pH, pOH, K _a , K _b III-4 Titrations III-4 Buffer Solution 11
14. Thermo Chemistry	Enthalpy, Entropy The Law of Thermodynamics Gibbs Free Energy	4	III-1 Enthalpy III-1 The Law of Hess, Heat of Reaction 2
15. Oxidation-Reduction Electrochemistry	Oxidation-Reduction Reactions Galvanic cells Standard Reduction Potentials Nernst eq. Batteries, Corrosion, Protection, Electrolysis	I-3 Oxidation, Reduction 8 I-3 Corrosion, Protection I-1 Electrolysis	1 III-5 Oxidation, Reduction III-5 Galvanic cells 1 III-5 Standard Reduction Potentials 1 III-5 Batteries, Corrosion, Protection, Electrolysis 7
16. Coordination Compounds	Transition Metals Ligand, Coordination Compounds, Naming, Structure, Crystal Field theory	6	II-2. Coordination bond 2
17. Nuclear Chemistry	Nuclear Reactions, Nuclear Stability Radioactive isotopes Nuclear Fission, Nuclear Fusion	5	
18. Organic Chemistry	Alkane, Alkene, Alkyne Aromatic Hydrocarbons, Functional Groups	10 II-1 Alkane, Alkene, Alkyne Aromatic Hydrocarbons, Functional Groups	8
19. Polymers	Monomer, Polymer Proteins, Amino acids Nucleic Acids, DNA, RNA	7 II-1 Plastics, Nylon II-1 Natural Polymer	5
Total		117	31 (26.5%) 72 (61.5%) / 72 (75.8%)

1학기만 배우는 학생들과 1년 동안 2학기에 걸쳐 배우는 학생들 전공에 따라 교재 내용의 깊이는 다소 차이가 있지만, 중요 개념에 대해서는 모두 공부하게 된다. 일반화학의 각 단위 별 주요 개념에 대해서 정리하고 그 개념이 화학I 과 화학II의 어느 부분에서 소개되고 있는지에 대해서 Table 3에 제시하였다. 출판사별로 필수 개념의 저자의 설명에 따라 배열 순서에서는 차이가 있을 수 있지만, 필수 개념이 누락되지는 않았으며 다만 용어에서는 약간 차이가 있었으나 이는 생략하기로 한다.

일반화학의 1단원 ‘서론’에서는 물질에 대해 연구하는 학문인 화학에 대한 소개이다. 고등학교 화학에서는 물질을 순물질과 혼합물로 분류하는 기본 개념 등에 대해서는 명확히 소개하고 있지 않다.²⁶ 학생들은 초등학교부터 고등학교 까지 화학을 공부해 오면서 물질에 대한 개념 및 물질의 분류, 질량, 부피, 밀도 및 온도에 관한 내용을 익혀 왔으므로 이해할 수 있는 단위이다.

2단원 ‘원자, 분자, 이온’에서는 원자, 분자, 이온 및 원자 번호, 동위원소, 화학식, 화합물 명명에 대해, 물질을 이루는 입자들과 화합물을 쓰고 읽는 방법에 대해서 공부하게 된다. 화학I에서는 I-2 ‘공기’ 단원에서 질소, 산소, 이산화탄소 등 공기의 구성 성분 및 기체에 대해서 설명할 때 직접적으로 관련 내용을 설명하지는 않지만 화학식을 사용함으로써 O_2 , CO_2 정도는 알 수 있도록 하고 있다. 화학II에서는 II단원 ‘물질의 구조’의 1. ‘원자 구조와 주기율’ 단원에서 원자를 구성하는 입자, 원자 모형, 톰슨의 음극선 실험, 러더퍼드 α 입자 산란 실험, 원자 번호, 동위 원소, 평균 원자량 등 중요 개념에 대해서 거의 설명하므로 일반화학과 좋은 연계성을 보이는 단원에 해당된다.

3단원 ‘화학양론’에서는 원자질량, Avogadro수, 몰, 실험식 구하기, 화학 반응식, 한계 반응물 구하기 등이 다루어진다. 2단원에서 화학식을 쓰고 읽는 것에서 이어져서 학생들은 화학양론단원을 통해 화학반응이 일어나는 것을 화학식을 통해 정리할 수 있고 반응 결과 얻을 수 있는 생성물의 양도 계산하는 것에 대해 익히게 된다. 화학I에서는 I-2 ‘공기’ 단원에서 연소반응식을 통해 화학반응식에 대한 반응물, 생성물, 물질의 상태를 표기하는 방법 등에 대해서 살펴보았다. 화학II에서는 I단원 ‘물질의 상태와 용액’의 1. ‘기체, 액체, 고체’ 단원에서 원자 질량의 기준인 탄소, Avogadro수, 몰에 대해서 설명하고 있어서 일반화학과 좋은 연계성을 보이는 단원에 해당된다.

4단원 ‘기체’에서는 Boyle법칙, Charles법칙, Gay-Luissac 법칙, Avogadro법칙을 통해 이상 기체 법칙을 이끌어내며, 기체의 밀도 및 물질량 계산, Dalton 부분 압력 법칙, 확산, 분출, 실제 기체에 대해서 다루고 있다. 화학I에서는 I-2. ‘공기’ 단원에서 기체 법칙들에 대해서 설명하고 있으며,

화학II-1 단원에서 이상기체 방정식과 Dalton 부분압력법칙 및 확산에 대해서 설명함으로써 일반화학과 실제기체에 관한 영역만 제외하고는 상당한 연계가 이루어짐을 알 수 있다.

5단원 ‘원자 구조’에서는 수소원자에 대한 Bohr 이론, 양자수, 원자 궤도함수, 전자 배치에 대해서 다루는 데, 이 영역은 화학I에서는 설명하고 있지 않다. 화학II에서는 II-1의 ‘원자구조와 주기율’에서 Bohr 모형, 양자수, 원자궤도함수, 전자배치에 대해서 일반화학과 상당한 연계가 이루어짐을 알 수 있다.

6단원 ‘주기율표’에서는 원소들의 주기적 분류, 이온화 에너지, 원자, 이온 반경의 경향성, 전자친화도 개념 외에도 주족 원소들의 화학적 성질에 관한 것까지 다루고 있다. 화학I에서는 I-3 ‘금속과 그 이용’ 단원에서 금속과 비금속의 구분, 알칼리 금속 및 할로젠에 대해서만 특성과 반응성을 주기율과 관련지어 설명하고 있다. 화학II에서는 II-1 단원에서 원소의 분류, 이온화 에너지, 원자 반경, 전자친화도와 주기적 성질에 이르기까지 일반화학에서 다루는 거의 모든 개념을 설명하고 있어서, 상당한 연계가 이루어짐을 알 수 있다.

7단원 ‘화학 결합’에서는 Lewis 구조식, 이온 결합, 공유 결합, 전기음성도, 공명, 결합엔탈피까지 물질이 만들어지는 결합에 대해 다루고 있는데, 화학I에서는 I-1 단원에서 물에 대해 공유결합을 이루고 있는 극성물질로 언급하고 있다. 또한 II-1 단원의 고리모양 탄화수소에서 벤젠에 대해 언급할 때 ‘공명’에 대해 간단히 설명하고 있다. 화학II의 II-2 단원에서는 Lewis 구조, 이온결합, 공유 결합, 전기음성도에 대해서, III-1 단원에서 엔탈피에 대해서 설명하고 있어서 일반화학과 상당한 연계가 이루어짐을 알 수 있다.

8단원 ‘분자구조’에서는 공간에서 분자의 모양을 설명해주는 VSEPR이론, 쌍극자 모멘트, 원자 궤도함수의 혼성, 분자 궤도함수에 관해 설명한다. 화학I에서는 관련 내용을 찾을 수 없고, 화학II는 II-2 단원에서 전자쌍 반발 이론과 쌍극자 모멘트를 설명하고 있다.

9단원 ‘고체, 액체’에서는 결정성 고체와 비결정성 고체의 구분, 결정구조, 분자간의 힘인 Van der Waals 힘, 수소결합, 끓는점, 녹는점, 증기압, 상평형, 삼중점, 임계온도에 대해서 다루고 있다. 화학I에서는 물의 특징 중 수소결합에 대해서만 언급하여 물의 녹는점, 끓는점이 높고 비열이 크다고 하는 특징에 대해 간단히 설명하고 있다. 화학II에서는 II-2 ‘화학 결합’ 단원에서 이온결합의 원리, 결정 구조, 분자간의 힘, I-1 ‘기체, 액체, 고체’ 단원에서 끓는점, 녹는점, 증기압, 상평형, 삼중점에 대해 나누어 설명하고 있다.

10단원 ‘용액’에서는 용해도, 몰농도, 몰랄농도, 총괄성

에 대해서 논하는 데, 화학I에서는 물이 용매로서 작용하기 때문에 물에 관한 여러 물질의 용해도가 언급이 되었다. 화학II에서는 I-2 단원에서 고체와 기체의 용해도, 물 농도, 몰랄농도 및 총괄성에 대해 설명한다. 9단원과 10단원은 일반화학과 충분히 겹치는 좋은 연계성을 보이는 단원에 해당된다.

11단원 ‘반응속도론’ 단원에서는 속도 법칙, 일차반응, 이차반응, 영차반응, 반감기, 활성화 에너지, 촉매, 반응메커니즘, 중간체 등의 개념에 대해서 설명하는데, 화학I에서는 이에 대해 논하지 않고 있다. 화학II에서는 III-2 단원에서 반응 속도식, 속도 상수, 활성화 에너지, 촉매에 대해서 설명하고 있다. 일차반응, 이차반응의 속도식 및 반감기를 유도하기 위해서는 수학에서 미분, 적분이 선행되어야 하기 때문에 이 과정은 고등학교에서 다루지 않고 일반화학에서 단계가 높아져서 설명이 되는 부분이다.

12단원 ‘화학 평형’은 화학 평형, 평형상수, 평형 이동 요인 등이 주된 개념에 해당 되는데, 화학II의 III-3 단원에서 화학 평형, 평형상수, 평형 이동 요인에 대해서 일반화학과 무리 없이 연계되는 내용으로 잘 설명 되어 있다.

13단원 ‘산과 염기’는 산과 염기의 정의를 Arrhenius, Brønsted, Lowry, Lewis까지 다양하게 정의하며, 물의 자동이온화, K_w , pH, pOH, K_a , K_b , p K_a , 산의 세기, 산 염기 적정, 완충용액, Handerson-Hasselbach식 등에 많은 개념이 다루어진다. 화학II의 III-4 단원에서 Arrhenius, Brønsted의 산, 염기 정의, 물의 자동이온화, K_w , pH, pOH, K_a , K_b , p K_a , 중화 적정 및 완충용액에 대해서 다루고 있다. 공통과학의 ‘물질’ 단원에서 많이 중복되기도 하고, 주로 주위의 물질을 다루는 친숙한 내용이므로 학생들은 흥미롭게 공부할 수 있는 단원에 해당되며, 일반화학과 좋은 연계성을 보이는 단원에 해당된다.

14단원 ‘열역학’에서는 엔탈피, 엔트로피, 열역학법칙, Gibbs free energy 등에 대해서 이야기 하고 있다. 이공계 학생들에게 필수적인 단위이지만 매우 어렵게 생각하는 단위 중의 하나로, 화학II에서는 III-1 단원에서 엔탈피, Hess 법칙, 반응열에 대해서만 설명하고 있다.

15단원 ‘산화환원, 전기화학’에서는 산화 환원 반응식, 갈바니 전지, 표준 환원 전위, Nernst 방정식, 전지, 부식, 보호, 전기 분해 등이 이 장에서 설명하는 주요 개념에 해당된다. 화학I의 I-3 단원에서는 산화제, 환원제, 철의 부식에 대해서 설명하고, I-1 단원에서 물의 전기 분해에 대해서 간략히 설명하고 있다. 화학II의 III-5 단원에서는 산화, 환원, 산화제, 환원제, 갈바니전지, 표준환원전위, 전지, 부식, 보호, 전기분해 등 거의 모든 개념에 대해 잘 연계될 수 있도록 설명하고 있다.

16단원 ‘배위화합물’에서는 전이 금속 성질, 리간드, 배

위수, 배위화합물 명명, 기하구조, 결정장이론 등 전형 원소에서 벗어나 전이 원소에 대해 알 수 있는 단위이다. 화학I에서는 설명하는 단원이 없으며, 화학II에서는 II-2 단원에서 배위결합과 분자의 모양에 대해서만 언급하는 것으로 보아 이 단원의 난이도 때문에 고등학교에서는 다루지 않음을 알 수 있다.

17단원 ‘핵화학’은 핵반응, 핵 안정성, 방사성 탄소 연대 결정, 핵분열, 핵융합에 관한 단위이다. 일반화학에서도 거의 마지막 부분에 해당되어 해당 학기의 강의 계획 및 강의 재량에 의해 선택되어질 수 있는 내용에 해당된다. 고등학교에서도 다루어지는 부분은 없다.

18단원 ‘유기화학’은 알케인, 알켄, 알카인 등 지방족 탄소화합물과 벤젠을 비롯한 방향족 화합물 및 각종 작용기에 따른 알코올, 에테르, 알데하이드, 케톤, 카르복실산, 에스터, 아민 등 화합물에 대해서 설명한다. 유기화학은 화학I의 II-1 ‘탄소화합물’에서 소개하고 있다. 주변에서 쉽게 볼 수 있는 물질들을 예를 들어 설명하면 충분히 학생들의 흥미를 이끌어내어 효과적으로 수업할 수 있다. 하지만 고등학교의 2학년은 배경 지식을 충분히 학습하지 않은 상태이므로 화학I에서 공부하기에는 화합물 명명 및 나열에만 그치는 비교적 무리가 따르는 내용이라 할 수 있다.

19단원 ‘고분자’는 단량체, 천연고분자, 단백질, 아미노산, 핵산, 합성고분자, DNA, RNA 등의 개념을 배우게 된다. 화학I의 II-1단원에서 플라스틱, 나일론, 천연고분자로 나뉘어 학습하게 된다.

Table 4에서는 일반화학을 기준으로 화학I, 화학II에서 연계되는 비율에 따른 단위별 분포를 제시하였다. 일반화학 1단원은 Introduction으로 화학에 대한 소개이므로 연계 단위 분석에서 제외하였다. 나머지 18개 일반화학 단위 중 화학I에서 전혀 언급되지 않는 단원은(0%) 7개 단위, 1~35% 이하로 연계되는 단원은 8개 단위이고, 발전되는 연계 비율은 3개 단위 이었다. 제7차 교육과정에서는 이전 교육과정에 비하여 교육 내용을 30% 축소하였는데, 이로 인하여 화학I과정에서는 일선 현장의 교사들로부터 필요한 개념을 도입하지 않아 설명이 어렵다는 문제점이 대두되었다.^{24,25} 역시 일반화학 단위 중 화학II에서 전혀 언급되지 않는 단원은(0%) 3개 단위, 1~35% 이하의 연계비율을 보이는 단원은 1개 단위, 36%~70%이하의 좋은 연계 비율은 5단위, 71%이상의 상당한 연계 비율을 나타내는 단원은 9개 단위 이었다. 일반화학 19개 단위 중 Introduction, 핵화학 단원을 제외하면 탄소화합물, 고분자 단원은 화학I에서, 화학II에서는 나머지 15단위에서 필요한 개념의 70% 정도를 설명하고 있다. 따라서 화학I 및 화학II를 다 배운 학생의 경우에는 일반화학을 배울 때 알고 있는 개념의 발전된 설명이므로 흥미를 가지고 대학에서의 기초과학 공부에 적

Table 4. Relationship of General Chemistry with High School Chemistry I, II

General Chemistry Contents	Chemistry I				Chemistry II			
	0%	1~35	36~70	71%~	0%	1~35	36~70	71%~
1. Introduction	-	-	-	-	-	-	-	-
2. Atoms, Molecules, Ions	.	○	.	.	.	.	○	.
3. Mass relationship in chemical reactions	.	○	.	.	.	.	○	.
4. Gases	.	.	○	.	.	.	.	○
5. Structure of Atoms	○	.	.	.	.	.	.	○
6. Periodic Table	.	○	.	.	.	.	.	○
7. Chemical bonding I	.	○	.	.	.	.	.	○
8. Chemical bonding II	○	.	.	.	.	.	○	.
9. Solid, Liquid	.	○	.	.	.	.	.	○
10. Solution	.	○	.	.	.	.	.	○
11. Kinetics	○	.	.	.	.	.	○	.
12. Chemical Equilibrium	○	.	.	.	.	.	.	○
13. Acids and Bases	.	○	.	.	.	.	.	○
14. Thermo Chemistry	○	.	.	.	.	.	○	.
15. Oxidation-Reduction, Electrochemistry	.	○	.	.	.	.	.	○
16. Coordination Compounds	○	.	.	.	.	○	.	.
17. Nuclear Chemistry	○	.	.	.	○	.	.	.
18. Organic Chemistry	.	.	○	.	○	.	.	.
19. Polymers	.	.	○	.	○	.	.	.
Total (18)	7	8	3	0	3	1	5	9

Table 5. Class Hours compare with General Chemistry and High School Chemistry

(unit: class hours)

General Chemistry Contents	General Chemistry		Chemistry I	Chemistry II
	1 Semester (3Credit/15Weeks)	2 Semester (6Credit/30Weeks)	(2/40Weeks)	(3/40Weeks)
1. Introduction	1	3	.	.
2. Atoms, Molecules, Ions	3	5	3	4
3. Mass relationship in chemical reactions	3	5	3	2
4. Gases	3	4	9	6
5. Structure of Atoms	2	4	.	4
6. Periodic Table	2	5	3	6
7. Chemical bonding I	3	5	3	8
8. Chemical bonding II	3	5	.	4
9. Solid, Liquid	2	4	3	10
10. Solution	2	5	3	10
11. Kinetics	3	5	.	8
12. Chemical Equilibrium	3	5	.	12
13. Acids and Bases	2	5	3	10
14. Thermo Chemistry	3	6	.	4
15. Oxidation-Reduction, Electrochemistry	3	6	3	10
16. Coordination Compounds	2	5	.	4
17. Nuclear Chemistry	1	5	.	.
18. Organic Chemistry	3	5	10	.
19. Polymers	1	3	8	.
Total	45	90	51	102

응해 갈 수 있으리라고 판단된다.

일반화학과 고등학교 화학의 수업 시수를 비교하여 본 결과는 Table 5와 같다. 화학I에서는 일반화학과 연관되는

단원에 해당하는 수업 시수가 전체 80시간 중 51시간으로 파악되었다. 이는 화학I의 특성상 주변 물질과의 연관성에 대해서 많이 설명하고 있기 때문에 매 단위마다 실생활과

관련된 주제에 대해서 다루는 비중이 상당한 것을 알 수 있다. 또한 일반 화학 이전 단계 수준의 수업의 비중이 더 높은 것을 말해준다. 화학II의 경우에는 일반화학에서 필요한 거의 모든 개념을 비슷한 정도로 다루고 있으며 수업 시수 또한 1년 120시간 중 102시간이 연계되는 개념의 수업 시간으로 파악되었다.

일반화학과 고등학교 화학 교재의 내용을 비교해 본 결과 고등학교에서 배우는 대부분 화학 개념은 화학II에 있는 것을 알 수 있었다. 화학I과 화학II의 과정에서 연계되는 부분은 물의 성질, 수용액에서의 반응, 기체, 알칼리 금속, 산화, 환원, 철의 부식 등의 소수 개념에 지나지 않는 데, 현직 고교 교사들 역시 화학I과 화학II는 과목 간에 연계가 잘 되지 않고, 화학II는 수업 시수에 비하여 학습량이 많음을 지적하고 있다.²⁵

일반화학 학업 성취도 분석

현재 대부분의 대학교에서는 고등학교 인문 계열, 자연 계열 관계없이 교차 지원을 허용하고 있으며, 실업계 상업 고등학교 및 공업 고등학교 졸업생들도 상당수가 대학에 진학하고 있다. 연구 대상 전남 M 대학 일반화학 수강생은 자연 계열 출신 학생들이 73.3%로 다수이며, 인문 계열 및 실업계 고등학교 출신 학생들이 26.6%이다. 대상 학생 중 공통과학만 배우고 온 학생의 비율은 27.3%, 화학I까지 42.0%, 최상위 심화선택과목인 화학II는 30.7%였다. 조사 대상 학교에 진학한 인근 지역 학생들의 경우 본인의 선택보다는 학교 및 교사의 사정을 고려하여 선택과목이 결정되는 것을 확인 할 수 있었다.²⁷ 화학I은 학교의 필수 선택과목인 경우가 대부분이었지만, 화학II를 배운 30%의 학생 중에서는 학교의 선택 못지않게 화학에 흥미가 있어서 선택한 학생들이 있었다.

해원: 1학년 때 학생들에게 선택과목을 정하기 위해 설문조사를 하기는 했는데요, 이과 가는 학생들은 무조건 화학 I은 해야 한다고 했어요. 그리고 나머지 과목 중 하나

를 선택했구요. 화학II는 선택 할 수 있었어요.

유진: 학교의 필수 과목이 화학I이었고, 저는 화학을 좋아해서 화학II는 선택했어요.

건행: 화학 I은 학교 필수 과목이라서 배웠구요, 화학II와 물리II 중에서 선택을 하라고 하니까 물리보다는 흥미로워서 화학을 선택했어요.

수미: I 과목은 학교에서 모두 배웠는데요, II과목은 학생들의 투표에 의해 결정한다고 했는데 생물II가 되어서 화학II는 안 배웠어요.

재창: 학교에서 화학 I, 화학II 모두 선택 결정해서 수업은 했는데, 화학II 수능 시험은 공부를 잘 한 사람만 봤어요.

고등학교 화학을 배운 정도에 따른 학업 성취도의 결과는 Table 6과 같다. 화학II를 배운 학생들은 A0 이상 44.5%, B0 이상 18.5%로 63%의 학생들이 좋은 학업성취도를 얻은 것으로 조사되었다. 화학I을 이수한 학생은 A0 이상 23%, B0 이상은 24.4%였고, 공통과학만 배운 학생은 A0 이상 12.6%, B0 이상은 18.8%로서 31.4%의 학생이 좋은 학업성취도를 얻은 것으로 파악되었다. 화학II를 배우고 온 학생이 일반화학의 학업성취도가 높을 것이라 예상한 것과 동일한 결과를 얻을 수 있었다. 일반화학의 학업 성취도에 영향을 주는 요인 분석은 많은 학자들의 연구결과에 의해 밝혀졌는데, 그 중에서 고등학교에서 화학 수강 여부에 의한 기본 개념 인지 여부도 한 요인임을 감안한다면 위 결과는 국내 특정 대학 상황을 확인하였다는 점에서 의미가 있다고 판단된다.²⁸ 일반화학과 화학II 내용이 상당히 연계되므로 반복학습에 의한 결과 이 학생들의 성적이 좋은 것이 당연한 결과라고 지적할 수 있지만, A0이상을 받은 학생 중 6명은 인문계열 및 실업계에서 공통과학만을 배우고 온 학생에 주목해야 한다. 이 학생들은 화학의 기본 개념이 거의 없는 상황에서 일반화학 과정에 따라 공부하여 소기 성과를 얻었다는 점에 착안해야 한다. 화학을 공부한다는 것은 차근차근 계단을 밟아 개념을 이해하고

Table 6. Comparison of Academic Grades of General Chemistry According to the Accomplishment of High School Chemistry Subject (unit: number of students)

Subject \ Grade	A ⁺	A0	B ⁺	B0	C ⁺	C0	D ⁺	D0	F	Total (%)
Common Science (27.3%)	3 (6.3)	3 (6.3)	1 (2.1)	8 (16.7)	6 (12.5)	7 (14.6)	10 (20.8)	6 (12.5)	4 (8.3)	48 (100)
Chemistry I (42.0 %)	10 (13.5)	7 (9.5)	9 (12.2)	9 (12.2)	12 (16.2)	11 (14.9)	7 (9.5)	5 (6.8)	4 (5.4)	74 (100)
Chemistry II (30.7 %)	15 (27.8)	9 (16.7)	4 (7.4)	6 (11.1)	7 (13.0)	5 (9.3)	5 (9.3)	2 (3.7)	1 (1.9)	54 (100)
Total (100%)	28 (15.9)	19 (10.8)	14 (8.0)	23 (13.1)	25 (14.2)	23 (13.1)	22 (12.5)	13 (7.4)	9 (5.1)	176 (100)

응용해 가는 것이 효과적인 것임을 보여 주기 때문에 학생들에게 이를 위한 수업이 이루어지도록 하는 방안을 강구해야 할 필요성이 있다는 것을 보여준다.

준영: 화학을 좋아해서 화학II까지 했으니까 들어본 것이 많이 있어서 수업 따라가기도 괜찮았고, 고등학교 때는 화학을 암기식으로 문제풀이 위주로 공부했는데 대학교에서는 원리 위주의 자세한 설명 덕분에 확실한 개념 정립이 됐고, 공부하기가 더 수월했어요. 성적도 잘 나와서 만족해요.

재창: 대학에 와서 제 의사는 생각하지도 않고 배우게 된 과목이라서 그런지 흥미도 없고 처음에 무슨 내용인지 쉽게 익힐 수도 없어서, 공부는 애들한테 뒤쳐지지 않게만 했어요. 그런데 나중에는 교수님이 학생들 모두 알게 하려고 하는게 느껴졌고, 고등학교보다 더 쉽게 느껴졌어요.

학선: 고등학교 때 화학II를 안 했어도 교수님이 수업시간에 충분히 설명해 주셨거든요. 그러니까 열심히 해야겠다 마음먹고 공부해서 일반화학이 그렇게 어렵지 않았고, 성적도 좋았어요.

지숙: 고등학교 때 화학I이 어려워서 화학II는 선택하지 않았는데, 오히려 대학에서 기초부터 자세히 설명해 주셔서 이해하기가 수월했어요. 하지만 쉽게 느껴지지는 않았는데 왜냐하면 생소한 용어가 많아서였어요.

나영: 화학I만 배우고, 화학II를 안 배운 저 같은 학생들에게도 똑같이 너무 많은 내용을 공부하고 시험보니까, 정말 최선을 다하겠다고 했지만, 성적은 별로예요.

홍철: 처음부터 아는 게 없으니까 자꾸 수업에 빠지게 되고, 그러다 보니까 더 모르게 되고 결국에는 그냥 포기하게 되던데요.

학생들의 인식조사 분석

일반화학은 대학교 1학년 학생들에게는 전공 기반과목으로서 필수 과목으로 정해져 있기 때문에 반드시 모든 학생들이 수강해야 한다. 전남 M 대학의 경우 이공계열 전체 28학과 중 17개 학과에서는 일반화학이 필수 교과목으로 지정되어 있다. 그럼에도 불구하고 직접적인 연관성을

갖는다고 생각하지 않는 몇몇 공과대학 학생들의 경우에는 일반화학을 일률적으로 수강하는 것에 대해 거부감을 갖기도 한다. 또한 고등학교에서 공통과학만 배우고 진학하는 학생들은 일반화학 과목 자체를 어려워하므로 수강생들은 화학에 대해 어떤 생각을 갖고 있는지 조사해 보았다.

학생들이 생각하는 일반화학고등학교 화학의 차이

일반화학을 한 학기 이상 배우고 난 후 학생들이 느끼는 일반화학고등학교 화학에 대한 수준의 차이가 어떠한지에 조사하였고 그 결과를 Table 7에 제시하였다. 5 단계로 나누어서 처음부터 차이를 전혀 느끼지 못한 학생은 1번, 수준의 차이를 거의 느끼지 못한 학생은 2번, 수준의 차이는 있지만 충분히 이해할 수 수준인 학생은 3번, 수준의 차이가 있어서 어려운 학생은 4번, 너무 차이가 커서 전혀 이해할 수 없는 학생은 5번을 선택하도록 하였다.

22명(12.5%)의 학생들은 고등학교와 대학 수준 차이가 크지 않다고 답했고, 67명(38%)에 학생들은 보통, 49%에 해당하는 87명의 학생들은 수준의 차이가 크다고 답하였다. 자연계열 22명 학생들은 수준 차이가 크지 않다고 생각하고 있었지만, 인문계와 실업계 학생들은 수준 차이가 상당히 큰 것으로 생각하고, 화학을 배운다는 것 자체를 부담스러워 하고 있음을 설문조사와 인터뷰를 통해 알 수 있었다.

화학에 긍정적인 학생들은 고등학교와 대학교에서는 가르치는 방식의 차이를 먼저 크게 느꼈다. 대학수학능력시험을 대비한 많은 문제풀이 위주의 수업에 익숙해져 있어서인지 정리된 문제집이 아닌, 대학 교재로 수업하면서 개념을 이해하도록 하는 자세한 설명 위주의 수업에 호감을 나타냈다.

한샘: 용어는 설명할 수 없지만 문제를 잘 풀면 됐었는데, 대학교 와서는 설명을 듣고 용어를 알고 쓸 수 있는 것 같아요. 그렇지만 화학이 쉽지는 않아요.

승환: 고등학교 때는 문제풀이 위주였는데, 오히려 대학에서는 심화된 내용 설명 위주라서 더 깊게 배우고 기본 개념을 익힐 수 있었습니다.

정현: 문제마저도 암기하는 스타일로 공부하다가 대학에서

Table 7. Difference of Students' Difficulty Between General Chemistry and High School Chemistry According to the High School Majors (unit: number of students)

Differency	No. 1 Very Easy	No. 2 Easy	No. 3 Moderate	No. 4 Difficult	No. 5 Very Difficult	Total (%)
Liberal Arts	-	-	7	12	6	25
Natural Sciences	1	21	57	46	4	129
Technical, Commercial	-	-	3	11	8	22
Total	1(0.6)	21(11.9)	67(38.1)	69(39.2)	18(10.2)	176(100)

는 이해를 해서 어려운 문제를 푸는 과정을 익히는 공부를 한 것 같습니다.

은비: 고등학교와 달리 대학에서는 기본적인 개념을 더 단단하게 해주고, 원리 위주로 심화시켜서 배웠다고 생각합니다.

화학II를 배우기 않은 경우에도 학생들은 주로 장래의 진로 때문에 계열과 무관하게 이공계열 대학에 진학했지만 고등학교에서 배우지 않은 화학과 물리를 대학에서 배우는 것이 교육과정에 있기 때문에 어쩔 수 없이 공부하는 것이지 일반화학을 공부할 필요와 흥미도 못 느끼기 때문에 당연히 화학이 어렵고 수준차이도 크다고 생각하고 있었다. 화학은 앞 단원이 뒤에 배울 단원의 계단 역할을 하여 점점 상위 단계의 내용을 배워가기 때문에 앞 내용이 충실하지 못할 경우에는 뒷부분을 공부하기 어렵다는 것을 학생들은 증명하고 있다. 학생들이 화학에 매 수업 시 앞에서 배운 연결되는 내용에 대해 언급하여 상위 개념이 이어질 수 있도록 격려하는 것이 필요하다.

성민: 저는 공통과학 다음 처음 화학을 배우는 거라 정말 아무것도 모르겠어요. 졸업하면 전망이 있을 것 같아서 이 과를 오긴 했지만, 처음부터 아무것도 알 수 없어서 흥미도 없고, 외우려고 해도 잘 안 되고, 아이들은 고등학교 때 들어서 아는 것 같은데, 저는 너무 어려워요.

유진: 고등학교 화학II를 안했으니까 일반화학 공부분량이 너무 많게 느껴졌고, 외울 수도 없고, 심화된 개념을 이해해야 하니까 어려웠어요.

나영: 화학 I 은 했지만 기초가 없고, 고등학교 때 듣지 못한 용어도 많아서 힘들었는데, 대학에서는 세밀한 집중적인 설명을 해주셨고, 개념을 이해하도록 하는 것이 달랐던 것 같아요. 하지만 저는 아직도 어려워요.

건행: 계산 문제도 많이 있는데, 심화된 개념을 활용한 계산문제라서 이해하고 해야 하는데, 처음 화학을 배우는 거나 마찬가지로 어려웠어요.

영선: 수업을 잘 들으려고는 하지만, 대학에서도 제가 화학을 선택한 것도 아니고 고등학교 때 화학을 전혀 안 배워서 무슨 말인지 전혀 이해가 안 되었어요. 그래서 해도 안되니까...

화학에 대한 흥미와 관심

일반화학을 한 학기 이상 배우고 난 후 학생들의 화학에 대한 흥미와 관심에 대해 조사하였고 그 결과는 Table 8에 제시하였다. 처음부터 화학에 대해 흥미가 많았는데, 수업 후 화학이 더욱 좋아진 학생은 1번, 화학에 흥미가 많지 않았는데 수업 후 화학이 좋아진 학생은 2번, 화학에 흥미가 있었지만 수업 후 흥미가 감소한 학생은 3번, 화학에 흥미도 없었지만 수업 후 더욱 흥미가 감소한 학생은 4번을 선택하도록 하였다. 전체 중에서 97명(55.1%)에 해당하는 학생들은 일반화학을 수강 후 화학에 대해서 흥미를 가지고 있는 것으로 파악되었다. 나머지 79명(44.9%)의 학생들은 일반화학이 전공 기반 과목으로서 도움이 될 것이라고 생각은 하지만 부정적인 견해를 나타내었다. 이는 처음부터 해야 할 것이 많은 외우는 과목이라는 화학에 대한 선입견을 가지고 있는 경우들과, 화학을 공부한 것이 고등학교 1학년 공통과학이 전부인 경우의 전혀 모르겠어서 하기 싫다는 경우가 주로 많았다. 하지만 전공과 직접적인 연관성은 모르겠지만, 도움이 되리라 생각하고 있었기 때문에 이 학생들을 위해 어떻게 하면 화학에 지속적인 흥미를 가지고 공부할 수 있을 것인지에 대해 추후 연구가 필요하다.

준영: 고등학교 보다 심화된 내용을 해서 더 좋은 것 같아요. 전공에도 당연히 도움되겠죠.

학선: 대학에서는 뭔가 스스로 한다는 분위기와 맞물려 세세한 설명과 함께 마치 수업이 실험하는 것처럼 몸으로 익힌다는 느낌을 받았습니다.

나영: 공부를 하려면 흥미가 있어야 하잖아요, 저는 정말 화학을 못했어요. 그래서 흥미도 없고 왜 해야 하는지 괴로웠어요. 공대 전공과도 연결될 텐데, 좀 답답해요.

유진: 중간고사 치기 전까지는 그래도 아는 게 있었는데,

Table 8. Classification of Freshmen's Feeling for General Chemistry After the Semester According to the High School Majors (unit: number of students)

Departments \ Feeling	No. 1 start: good end: better	No. 2 bad good	No. 3 good bad	No. 4 bad worse	Total (%)
Liberal Arts	-	6	11	8	25
Natural Sciences	26	52	39	12	129
Technical, Commercial	1	12	1	8	22
Total	27(15.3)	70(39.8)	51(29.0)	28(15.9)	176(100)

Table 9. Students' Factors Affecting Students' Difficulty in Studying Chemistry

(unit: number of students)

	Students' Factors Affecting Students' Difficulty to Study Chemistry									
	indifference	insufficient knowledge	application	solve a problem	reading textbook	memory	understanding concept	preparation experiment	reagent	experiment
Natural Science	39	52	53	50	33	23	61	9	22	11
Renewable Energy	46	48	47	30	25	23	48	1	8	4
Construction	41	34	28	35	23	22	37	1	15	9
Total (%)	126 (71.6)	134 (76.1)	128 (72.7)	115 (65.3)	81 (46.0)	68 (38.6)	146 (83.0)	11 (6.3)	45 (25.6)	24 (13.7)
Ranking	4	2	3	5	6	7	1	10	8	9

*5 multiple choice

중간고사 이후에는 다 모르는 것들만 많아서, 공부 하면 했겠지만, 나중에는 기말 고사 칠 때는 힘들었어요. 전공에 도움은 되겠지만.

한샘: 고등학교와 달라서 내가 이해해야 하는데 할 것이 너무 많아서 좀 싫어졌어요. 전공하고 직접적인 관련성은 아직은 잘 모르겠어요. 근데 도움이 되니까 하라고 하겠지요.

홍철: 처음부터 도무지 알 수 없었고 그게 계속 돼서 놓치기 시작하니까 더 어렵고, 왜 하는지도 모르겠고, 해보고도 싶은데... 전공은 군대 갔다 오면 해봐야죠.

화학이 어렵다고 생각하는 요인

일반화학을 배우는 학생들은 왜 화학을 어렵게 생각하는지에 대해 파악하기 위해서, 학생 자신 요인 및 화학 교과의 특성 요인 중 가장 큰 영향은 무엇으로 생각하는지 Table 9에 조사 결과를 제시하였다.

‘화학에 대한 관심 부족’, ‘배경 지식의 부족’, ‘응용력의 부족’, ‘문제를 많이 풀어보지 않음’, ‘화학 교재를 읽지 않음’, ‘기본 개념의 이해 부족’, ‘실험을 하는 학생들의 경우에는 실험 준비의 부족’, ‘필요로 하는 시약에 대해 잘 알지 못함’, ‘실험을 잘하지 않음’ 등 학생들이 생각하고 조절할 수 있는 요인 중 좀 더 영향을 미치는 5개를 순서 없이 고르도록 하였다. 학생들이 가장 많이 선택한 항목은 ‘개념에 관한 이해가 부족하다’를 뽑았으며, ‘배경 지식이 부족하다’, ‘관심이 부족하다’, ‘응용력이 부족하다’ 등을 상위 요인으로 답하였다. 이러한 응답 결과는 학생들도 화학을 공부할 때 기본 개념이 잡혀있어야 이를 응용하여 문제 해결을 할 수 있음을 알고 있는 것으로 판단된다. 위의 문제를 해결하기 위한 방안은 대학 공부를 막 시작하는 1학년 학생들이므로 개념에 대해 암기가 아닌 이해할 수 있도록 그림 및 도표를 연관 지어 상세한 설명을 해주고, 심화 문제를 풀어 볼 수 있도록 해야 한다. 학생들은 일반화학을 배우는 것에 대해 일괄적으로 커리큘럼에 정해져 있어서 그냥 한다고 생각하는 데, 왜 일반화학을 배우는

지에 대해서 전공과 어떠한 관련이 있어서 중요시 되는지 잘 이야기 해 주어서 화학에 흥미를 가질 수 있도록 수시로 격려하는 것이 필요하다.

결론 및 제언

본 연구는 일반화학과 고등학교 화학 교과서의 개념을 비교 분석하여 일반화학 수강생들의 고등학교 화학I 및 화학II의 이수 여부에 따른 학업성취도의 차이를 알아보았다. 또한 학생들의 설문조사 및 인터뷰를 통해 일반화학과 고등학교 화학의 차이를 어떻게 생각하고 있는지에 대해서 조사하였다.

대학에서 사용하고 있는 일반화학 교재의 단원별 기본 개념을 중심으로 고등학교 화학I·화학II 교과서의 개념을 분석해 본 결과는 다음과 같다. 화학I의 ‘물’에서는 화학 결합을 배우지 않은 상태에서 물의 특성을 설명하기 위해 수소결합, 공유 결합을 가르친다. 화학II에 가서야 화학결합, Lewis 구조, 전기음성도, 극성 분자 등의 개념이 도입되고 있다. 화학I의 ‘공기’, ‘금속’에서는 원자의 구조 및 아원자 입자의 개념 정의가 없는 상황에서 이온, 전자, 산화, 환원 등의 개념을 설명하고 있다. 역시 화학II에서 위 내용을 설명하므로, 화학I의 개념은 부족하고 화학II는 개념이 너무 많아서, 화학I과 화학II의 간극을 좁힐 필요가 있다. 또한 화학I의 ‘탄소 화합물’은 화학의 많은 기본 개념이 갖추어지지 않은 고등학교 2학년이 공부하기에는 너무 광범위한 내용의 단원이다.

전남 M대학교의 일반화학 수강생 중 화학II를 배우지 않은 학생은 약 70%에 이른 것으로 파악되었다. 따라서 화학II를 배웠는지 여부에 의한 집단별 학업성취도를 살펴본 결과 B0 이상의 좋은 학업성취도를 보인 학생은 공통 과학만 배운 학생은 31.4%, 화학I을 배운 학생은 47.4%, 화학II를 배운 학생은 63%로 조사되었다.

화학II를 배우지 않은 학생인 인문 계열 문과와 실업 계열을 졸업한 학생들은 일반화학이 어렵다고 85.1%의 학생

이 답변하였다. 이 학생들은 고등학교 화학과 일반화학의 수준 차이가 많이 나서 매우 어렵고, 화학에 흥미도 없는 것으로 답하였다. 화학이 어려운 이유에 대해서 학생들은 개념에 관한 이해가 부족한 것을 첫 번째로 뽑았다. 이것은 화학이 단계별로 잘 조직화 된 개념을 차근차근 배워 나가야 하는 것임을 이해하는 것으로 볼 수 있다.

그러므로 이공계 대학에 진학할 학생이라면 고등학교에서 화학의 기본 개념을 익히고 온 상태에서 대학에서 일반화학을 수강해야 효과적이겠지만, 상당수의 학생들이 화학II를 배우고 오지 않기 때문에 이 학생들을 위하여 대처 방안을 강구하지 않을 수 없다.

대학 신입생들의 효과적인 일반화학 수강 및 대학 생활 및 이공계 대학의 각 전공에서 요구하는 수준에도 효과적으로 도달할 수 있기 위해서는 대학에서는 일률적인 일반화학 과정이 아닌 학생들의 수준별 일반화학 과정의 편성이 필요하다. 고등학교에서는 화학II 내용과 화학I 내용 중, 대학 일반화학의 기초가 되는 개념들은 먼저 상대적으로 많은 학생들이 배우고 오는 화학I에서 다루어져야 할 필요성이 있다. 이에 해당하는 내용은 ‘원자, 분자, 이온’, ‘화학양론(몰)’, ‘주기율표’, ‘기체’, ‘화학 결합’ 단위이다. 위의 개념은 약 40개로서, 1학기를 배우는 일반화학에서도 중간고사 이전에 공부하게 되는 기본적인 개념에 해당된다. 고등학교에서 먼저 위의 기본 개념을 알고 온다면 일반화학 과 약 45.5%의 연계성을 지니게 될뿐더러, 일반화학 수업을 시작할 때 당황하지 않고 적응할 수 있을 것이라 판단된다. 2009 개정 교육과정에 의해 이미 화학양론(몰)과 기체의 개념이 포함되었으므로 새로운 과정에 의해 공부할 학생들의 결과는 추후 연구가 이루어져야 할 것이다.

REFERENCES

1. *Science Curriculum in High School*; The Ministry of Education, Science and technology: Seoul, Korea, 2009.
2. Park, J. Y.; Lee, Y. R. *J. Korean. Chem. Soc.* **2008**, 52(2), 186.
3. Wang, K. S. *J. Curriculum Studies* **2008**, 11(1), 97-118.
4. BouJaoude, S. B.; Giuliano, F. J. *School Science and Mathematics*, **1994**, 94(6), 296.
5. Kelly, D. *Peer Review* **2006**, 8(3), 14.
6. Jones, R. C. *Journal of College Science Teaching* **1994**, 23(5), 351.
7. http://www.jne.go.kr/administration/page.php?page_code=administration_12_01_09, 2009.
8. http://www.jbe.go.kr/03administration/03_06.asp#cm9.
9. Kim, M. S. *et al, Korean Students' Reliance On Schools In Preparing For College Entrance Examination*; Korea Educational Development Institute: Seoul, Korea, 2007.
10. Lee, Y. R.; Park, J. K.; Lee, B.W. *J. Korea. Assoc. Res. Sci. Edu.* **2006**, 26(7), 775.
11. Kwak, Y. S.; Kim, C. J.; Lee, Y. R.; Jeong, D. S. *J. Korean Earth Science Society* **2006**, 27, 260.
12. Seo, Y. J.; Kim, H. S.; Chae, H. K. *J. Korean. Chem. Soc.* **2010**, 54(3), 329.
13. Kim, H. J. *et al, Chemistry I & II*; Chunjae Edu. Co.: Seoul, Korea, 2003.
14. Suh, J. S. *et al, Chemistry I & II*; Geumseoung Inc.: Seoul, Korea, 2003.
15. Yeo, D. S. *et al, Chemistry I & II*; Cheongmungak Inc.: Seoul, Korea, 2004.
16. Woo, K. H. *et al, Chemistry I & II*; Jungangkyoyuk Research Center Inc.: Seoul, Korea, 2003.
17. Yun, Y. *et al, Chemistry I & II*; Kyohaksa Inc.: Seoul, Korea, 2004.
18. Lee, D. H. *et al, Chemistry I & II*; Daehan Textbook Co.: Seoul, Korea, 2003.
19. Chang, R. *General Chemistry*; 5th Ed. Free Academy: Seoul, Korea, 2008.
20. Oxtoby, D. W.; Gillis, H. P.; Campion, A. *Principles of Modern Chemistry*; 6th Ed. SciPlus: Seoul, Korea, 2008.
21. Ebbing, D. D. *General Chemistry*; 4th Ed. KyoboBook: Seoul, Korea, 1998.
22. Corwin, C. H. *Introductory Chemistry*; 4th Ed. Tamgudang: Seoul, Korea, 2006.
23. Hein, M.; Arena, S. *Foundation of College Chemistry*; 12th Ed. Free Academy: Seoul, Korea, 2009.
24. Park, K. S.; Kim, D. J.; Park, S. O.; Park, K. S.; Jeong, Y. M.; Lim, K. O.; Park, K. T. *J. Korean. Chem. Soc.* **2009**, 53(5), 570.
25. Hong, M. Y. *J. Korean. Chem. Soc.* **2006**, 50(5), 394.
26. Hong, M. Y.; Jeon, K. M. *J. Korean. Chem. Soc.* **2007**, 51(1), 65.
27. Choi, S. H.; Kim, E. S.; Kwon, O. K.; Oh, C. H.; Park, K. T. *J. Korean. Chem. Soc.* **2008**, 52(1), 96.
28. Lee, B. K.; Jang, S. C. *J. Curriculum Studies*. **2008**, 26(2), 191.