

한국과 일본의 고등학교 화학교육과정 비교연구

공영태* · 임재항 · 문성배 · 남정희
부산대학교 화학교육과
(2003. 4. 22 접수)

A Comparative Study on High School Chemistry Curriculum in Korea and Japan

Young-Tae Kong*, Jai-Hang Lim, Sung-Bae Moon, and Jeong-Hee Nam
Department of Chemical Education, Pusan National University, Pusan 609-735, Korea
(Received April 22, 2003)

요 약. 이 연구는 한국과 일본의 고등학교 화학교육과정을 구성체계, 목표, 내용, 교수·학습방법 및 평가의 관점에서 비교 분석하였다. 이러한 비교분석을 통하여 양국의 화학교육과정에서 나타나는 공통점과 차이점들을 구분하였다. 또한 선택취지를 살린 교육과정 편성과 안내 기능의 충실, 탄력적인 학습지도의 운영, 개인에 따른 지도의 충실, 학습내용의 엄선과 기초기본의 충실, 교육과정 도입에 있어서 완충기간의 설정 등과 같이 한국의 교육과정연구에 도움이 되는 시사점을 이끌어 낼 수 있었다.

주제어: 한국 고등학교 화학교육과정, 일본 고등학교 화학교육과정, 교육과정 비교 분석

ABSTRACT. This study is to compare and analyse the high school chemistry curriculum in Korea and Japan from the viewpoint of the structure, objectives, contents, teaching-learning method, and assessment plans. From the comparative analysis, we found some common and different aspects. The suggestive ideas which is useful for study of Korean science curriculum were deduced, such as more expansion of selective subjects and enhancing the guidance, more flexible teaching methods, enhancing the individualized instruction plans suitable to each student's condition, careful selection of educational contents and enhancing the base and foundation, and transition period.

Keywords: High School Chemistry Curriculum in Korea, High School Chemistry Curriculum in Japan, Curriculum Comparative Analysis

서 론

1990년대에 들어서서, 일본에서는 21세기를 이끌어 갈 인재를 기르기 위하여 풍부한 인간성을 육성하고 학생 개개인의 개성을 살리고 이의 능력을 신장시키며 새로운 시대에 부합할 수 있는 교육에 대한 관심이 높아졌다. 이러한 사회적 배경을 바탕으로, 여유 있는 가운데 특색 있는 학교 만들기를 전개하고 학생들에게 삶의 역량을 육성하는 것을 목적으로 하는 새로운 고등학교 교육과정이 개정·고시되어 2003년 입학생부터 순차적

으로 적용될 예정이다.^{1,2} 이들 교육과정 가운데, 특히 과학교육과정은 새로운 교과목의 신설과 학습내용 및 학습시간의 감축 등이 이루어졌다.^{3,4}

한국에서도 세계화·정보화의 21세기를 주도할 자율적이고 창의적인 한국인 육성을 위하여 기초·기본교육의 충실, 자기 주도적 능력의 신장, 학습자 중심 교육의 실천, 지역 및 학교의 자율성 확대에 중점을 둔 새로운 고등학교 교육과정이 개정되어, 2002년부터 단계적으로 시행되고 있다.^{5,6} 이들 가운데 과학교육과정은 중점과는 달리, 국민 공통 기본 교육과정과 심화·보충형 수

준별 교육과정으로 편성·운영되고 새로운 교과목의 신설과 학습내용의 감축 등이 이루어졌다.^{8,9}

교육환경 및 교육과정 편성이 비슷한 한국과 일본의 과학교육과정에 대한 선행 비교연구들을 살펴보면 주로 교육과정 개정을 위한 기초 자료 수집이나 새롭게 개정된 일본 과학교육과정의 기초적 이해를 위한 연구와¹⁰⁻²⁶ 개정에 따라 새롭게 편찬되는 교과서 관련의 비교 연구들이 대부분이다.²⁷⁻²⁹ 하지만 이들 비교연구의 대상은 목표와 학습내용 등의 일부분만을 다루는 경우가 대부분이고, 교육과정을 구성하는 목표, 학습내용, 교수·학습방법, 평가의 영역을 종합적으로 비교 연구하여 교육과정의 전체적인 흐름을 파악할 수 있는 연구는 많지 않다. 특히 이들 가운데 새로운 한국의 고등학교 화학교육과정에 대한 분석적 연구는 이루어지고 있지만,^{30,31} 일본의 새로운 고등학교 화학교육과정에 관한 체계적인 분석적 연구와 이를 바탕으로 한 한국의 화학교육과정과의 비교연구는 거의 발표되고 있지 않다.

이 연구에서는 한국과 일본의 화학교육과정의 비교 분석을 통하여 일본의 새로운 화학교육과정에 대한 정확한 이해를 돕고, 나아가 과학기술 선진국의 교육과정 운영실태를 살펴봄으로써 앞으로의 한국 화학교육과정 연구에 있어서의 시사점을 얻고자 하였다.

연구방법 및 내용

이 연구는 한국과 일본의 교육제도와 교육과정에 관한 문헌 조사를 기초로 하여 국가수준에서 개발되어진 문서화된 교육과정(일본의 경우는 학습지도요령)의 비교분석에 입각하여 수행하였다. 문서화된 교육과정을 연구하기 위해서는 행정상의 정책문서, 교육과정, 교육과정해설서, 교수요목, 교과서, 현장교사 학습지도안, 대학입시 등이 포함되어야 하지만, 여건상 교육과정 개발자의 의도와 목적을 반영하는 교육과정을 분석준거로 삼았다. 이 연구의 방법에 있어서는 기술적 연구와 비교 연구의 두 가지 성격을 갖고 있다. 전체적인 비교 연구에 이르는 단계로서 Bereday에 의한, 기술(description), 해석(interpretation), 병렬(juxtaposition), 비교(comparison)라는 4단계의 절차를 바탕으로 행하였다.^{12,20}

이와 같은 절차를 걸쳐 한국과 일본의 화학교육과정을 비교분석하기 위하여 문서화된 1) 화학교육과정의 구성체제, 2) 목표, 3) 학습내용, 4) 교수·학습방법, 5) 평가를 분석준거로 삼고 한·일 양국간의 공통점과 차

이점을 논의하였다. 필요에 따라서는 종전 교육과정과의 비교도 함께 행하였다. 또한 화학교육과정의 구체적인 비교연구에 앞서, 이번 고등학교 과학교육과정 개성의 기본방침과 개성의 변천 및 과학교과목 편성을 살펴봄으로써 과학교육개성의 전체적인 흐름을 이해하는데 도움이 되도록 하였다.

그러나, 양국의 고등학교 교육과정에 새로운 화학교육과정이 도입된 지 얼마 되지 않아 교과서나 교육현장에서의 구체적인 교수·학습활동 및 이에 따른 문제심들에 대해서는 충분한 고찰이 이루어지지 못한 심 등의 제한점을 가지고 있다.

연구 결과 및 논의

고등학교 과학교육개정 기본방침의 비교

한국은 이번 고등학교 과학교육과정 개성의 기본방침으로 1) 지식과 탐구과정 및 탐구활동 학습의 중시, 2) 과학학습에의 흥미와 관심 증진, 3) 실생활과의 관련성 강조, 4) 학습량 감축, 5) 학습내용의 연계성 유지를 들고 있다.⁸ 이러한 기본방침은 종전에 비하여 '과학학습에 흥미와 관심을 높이는 것'과 '탐구활동의 학습'을 새롭게 강조하고 있다. 이러한 기본방침에 따라, 새로운 고등학교 과학교육과정은 종전의 교육과정에 비하여 과학과 시간 배당 기준이 줄어들고, 학습내용이 감축되었으며, 국민 공통기본교육과정의 신설과 수준별 심화과정과 보충과정으로 운영되게 되었다.

이에 비하여 일본은 1) 학생들의 지적호기심과 탐구심 증진, 2) 목적의식을 가진 관찰·실험의 수행, 3) 과학적으로 조사하는 능력과 태도의 육성, 4) 과학적인 견해, 사고의 배양을 중시하는 방향으로 고등학교 과학교육과정의 개성을 도모하였다.¹³ 종전의 교육과정과 비교하면, 지적호기심과 탐구심, 목적의식, 일상생활과의 관련, 자연환경과 인간과의 관련, 여유, 다면적·종합적인 사고 등이 새롭게 덧붙여지는 등 혁신적으로 과학교육과정이 개정되었다고 볼 수 있다. 이러한 개성의 기본방침에 따라, 지적호기심이나 탐구심을 강조하는 목표로의 개선이 이루어지고, 자연을 종합적으로 보는 견해를 기르기 위하여 새로운 과목들이 설정되었다. 또한, 자연을 탐구하는 능력이나 태도, 문제해결능력의 신장과 동시에 과학적인 견해나 사고를 기르기 위하여 탐구활동이나 과제연구를 내용의 일부분으로 제시하였고, 관찰·실험을 강조하기 위하여 각 과목의 내용에 있어

서 관찰·실험을 통하여 탐구하는 학습의 형태로 바뀌었다.

이와 같이 한국과 일본은 고등학교 과학교육과정 개정의 기본방침에 있어서는 과학에 대한 학생들의 흥미와 관심을 강조하고 실생활과의 관련을 강조하며 관찰과 실험을 통한 탐구활동의 강조와 학습량의 감축 등의 공통점이 나타나고 있다.

고등학교 과학교육과정 변천의 비교

한국의 고등학교 과학교육과정은, 1946년의 교수요목기에서 시작하여 1992년의 제6차 개정을 거쳐 이번의 제7차 개정에 이르렀다.⁸⁾ 이러한 교육과정 개정의 주기를 살펴보면 평균 7년의 주기로 개정이 이루어졌으며, 개정 간격은 점차 줄어들고 있는 경향을 보이고 있다. 이에 비하여 일본의 과학교육과정은 1947년의 첫 번째 개정 이후, 1989년의 여섯 번째 개정을 거쳐 이번의 개정⁹⁾에 이르고 있다.^{32,33)} 교육과정의 개정주기를 살펴보면 평균 9년을 주기로 개정이 이루어졌고, 개정 간격은 한국과는 달리 조금씩 늘어나고 있는 경향을 보이고 있다. 이처럼 한국에서 개정간격이 줄어들고 있는 것은 과학교육의 세계적인 흐름과 급변하는 사회적 요구들을 빨리 수용하고자 하기 때문이라 생각된다.

신 과학교육과정의 시행시기 비교

새로운 과학교육과정의 시행시기를 살펴보면, 한국은 2000년부터 초등학교를 시작으로 새로운 교육과정이 도입되고, 중학교 및 고등학교의 순서로 도입되는 등 시

행시기를 단계적으로 조절하고 있다. 이에 비하여, 일본은 2002년 4월부터 초등학교 및 중학교에 새로운 교육과정을 전면적으로 실시하였고, 고등학교에서는 2003년도부터 단계적으로 적용할 예정이다. 하지만 일본은 새로운 교육과정의 급격한 도입으로 인한 학생들의 충격을 완화하고, 일선 학교에서의 혼동을 피하고, 새로운 교육과정의 원활한 이행을 위하여, 고등학교의 경우에는 2000년 4월부터 2003년 3월까지의 3년 간을 '이행기간'으로 설정하여 종전의 교육과정 체제하에서 새로운 교육과정의 내용에 따른 학교운영을 실시하고 있다.³⁴⁾

고등학교 과학 교과목 편성의 비교

Table 1에서는 한국과 일본의 신·구 고등학교 과학교과목의 변화를 나타내고 있다. 한국은 기존의 '공통과학'이 삭제되고, 국민 공통 기본교과인 '과학'과 일반선택과목으로 과학이 우리 일상생활에 미치는 영향과 과학적 소양을 기르도록 하는 '생활과 과학'이 신설되었다. 또한 심화선택과목으로는 기존의 '물리 I·II, 화학 I·II, 생물 I·II, 지구과학 I·II'의 8개 교과가 편성되었다.

이에 비하여 일본은, 일반 시민으로서 일정한 수준의 과학적 소양을 몸에 익힐 수 있는 과목으로 '이과기초'를 신설하고, 현행의 '물리·화학·생물·지학 IA'와 '종합이과'의 내용의 일부를 통합하여 자연을 종합적으로 다룰 수 있는 능력을 기르도록 하는데 목적을 둔 '이과종합 A' 및 '이과종합 B'로 개편하였다. 그리고, 현행의 '물리·화학·생물·지학 IB'과 '물리·화학·생물·지학 II'

Table 1. Science subjects of old and new high school science curriculum in Korea and Japan

	Korea		Japan	
	6th Curriculum	7th Curriculum	6th Curriculum	7th Curriculum
			Comprehensive Science	
Common science	Science(6)		Physics IA	Basic Science(2)
Physics I	Life Science(4)		Chemistry IA	Comprehensive Science A(2)
Chemistry I	Physics I(4)		Biology IA	Comprehensive Science B(2)
Biology I	Chemistry II(4)		Earth Science IA	Physics I(3)
Earth science I	Biology I(4)		Physics IB	Chemistry I(3)
Physics II	Earth Science I(4)		Physics II	Biology I(3)
Chemistry II	Physics II(6)		Chemistry IB	Earth Science I(3)
Biology II	Chemistry II(6)		Chemistry II	Physics II(3)
Earth science II	Biology II(6)		Biology IB	Chemistry II(3)
	Earth Science II(6)		Biology II	Biology II(3)
			Earth Science IB	Earth Science II(3)
			Earth Science II	
9 subjects	10 subjects		13 subjects	11 subjects

가운데 보다 기본적인 내용으로 구성하여 관찰·실험, 탐구 활동 등을 행하고 기본적인 개념이나 탐구 방법을 학습하는 과목으로서 '물리 I, 화학 I, 생물 I, 지학 I'로 개편하였다. 그리고, 현행의 '물리·화학·생물·지학 IB' 과 '물리·화학·생물·지학 II'를 기초로 하여, 관찰, 실험이나 과제 연구 등을 행하고, 보다 발전적인 개념이나 탐구 방법을 학습하는 과목으로 '물리 II, 화학 II, 생물 II, 지학 II'로 개편하였다. 결과적으로, 한국은 개정전의 9개 교과목의 구성에서 10개 교과목로 변경되었고, 일본은 종전의 13개 교과목에서 11개 교과목로 축소되었다.

이들 교과목의 이수조건을 비교하여 보면, 한국은 '생활과 과학' 및 '화학 I'을 국민 공통 기본 교과목인 '과학'을 이수한 학생에게 부과할 수 있는 과목으로 하며, '화학 II'는 기본적으로 '화학 I'을 이수한 학생이 선택할 수 있는 과목으로 하는 등 종전과는 달리 과학교과목의 이수 조건을 교육과정에 명시하고 있다. 이에 비하여 일본은 '물리·화학·생물·지학 II'은 '물리·화학·생물·지학 I'을 학습한 후에 이수하도록 규정하고 있고, '이과기초', '이과종합 A', '이과종합 B', '물리·화학·생물·지학 I' 등의 7개 과목가운데에서 2개 과목을 필수교과로 설정하여 보다 폭넓게 기초적인 능력이 몸에 익힐 수 있도록 하고 있다. 특히, '이과기초', '이과종합 A', '이과종합 B' 가운데에서 반드시 한 과목을 이수하여야 한다.

화학교육과정의 비교

일본의 종전 화학교육과정에서는 화학교과가 화학 IA, 화학 IB, 및 화학 II 등으로 구성되어 있어서, 한국의 화학 I-II와는 교과목의 성격이나 학습내용에 있어서 차이점을 가지고 있었다. 그러나, 이번 개정을 통하여 화학 I은 한·일 양국이 중학교 과학을 이수한 학생들을 대상으로 하고 있으며, 탐구활동을 통하여 화학의 기본 개념을 이해하게 하고 있으며, 일반 시민의 화학적 소양을 기르기 위한 교양적 과목이라는 점에서 유사한 성격을 가지고 있다. 또한 화학 I은: 기본적으로는: 화학 I을 이수한 학생들을 상대로 하고 있으며, 화학 I에 비하여 보다 심화된 화학개념을 깊게 하고 있으며, 이의 학습을 통하여 화학적인 문제에 대하여 스스로의 힘으로 해결하는 능력을 기르는: 등에 목적을 두고 있는: 등 유사한 교과목의 성격을 가지고 있다. 이와 같이 교과목의 구성과 성격 등에서 많은 유사점들을 가진 양국 간의 화학교과를 비교하는 것은 충분한 타당성이 있다고 생

Table 2. Structure of high school chemistry curriculum in Korea and Japan

Korean chemistry curriculum	Japanese chemistry curriculum
Characteristic Objective Content	- Objective Content
Teaching-learning method	Teaching-learning method
Assessment	-

각한다.

구성 체제. Table 2에는 한국과 일본의 화학교육과정의 구성체제를 나타내고 있다. 한국의 고등학교 과학교육과정은 각 교과목별로 독립적으로 교육과정이 구성되어 있고, 화학 I과 화학 II의 교육과정은 각각 1) 성격, 2) 목표, 3) 내용, 4) 교수·학습방법, 5) 평가로 구성되어 있다.

이에 비하여 일본의 문서화된 고등학교 과학 교육과정은 1) 목표, 2) 각 교과, 3) 각 교과에 있어서 지도계획의 작성과 내용의 취급으로 구성되어 있고, 화학 I과 화학 II 교육과정은 각 교과 부분에 나타나 있으며 각각 (1) 목표, (2) 내용, (3) 내용의 취급으로 구성되어 있다.

화학교육과정의 외형적 구성체제를 비교하면 한국은 일본 교육과정에서는 나타나 있지 않음: 화학 교과목의 성격을 제시하고 있는 차이점이 나타난다. 이의 성격에는 이수대상, 이수조건, 목적, 구성내용, 학습방법을 포괄적으로 진술하고 있음으로써, 교육과정에서 화학의 위치를 명확하게 나타내고 있다. 또한, 한국은 일본에 비하여 평가 항목을 더 포함하고 있으며, 각 교과별 교수·학습방법에 있어서도 일본보다 구체적으로 진술되어 있다. 일본은 평가 부분이 문서화된 교육과정에는 포함되어 있지 않으나 지도요목의 형태로 별도로 제시되어 있다.³⁶

목표. 한국의 화학 I의 목표는 1) 물질 현상의 탐구를 통한 화학의 기본 개념의 이해와 실생활에의 적용, 2) 물질 현상을 과학적으로 탐구하는 능력의 육성과 실생활 문제 해결에의 활용, 3) 물질 현상과 화학 학습에 흥미와 호기심 증진, 4) 화학이 기술의 발달과 생활에 미치는 영향의 바른 인식 등의 네 가지 세부목표가 제시되어 있다. 이들 목표는 각각 인지적, 탐구능력, 정의적, STS 측면의 영역을 각각 나타내고 있으며, 종전의 교육과정과 비교하면 과학의 본성적 측면이 삭제되었다.

이에 비하여 일본의 화학 I의 목표는: 화학적인 사물·현상에 대한 관찰·실험 등을 행하여 자연에 대한 관

신과 탐구심을 높이고, 화학적으로 탐구하는 능력과 태도를 기함과 동시에 기본적인 개념과 원리 법칙을 이해시켜, 과학적인 자연관을 육성한다'로 기술되어 있다. 이것은, 현행의 목표와 거의 동일하지만, '자연에 대한 관심과 탐구심을 높이고'라는 부분이 추가되었다. 이것은 학생 스스로가 목적의식을 가지고 관찰·실험을 계획하여 실시하는 등 주체적으로 탐구하는 것의 중요성을 강조하고 있다. 이와 같이 학생들의 주체적 탐구를 강조하기 위하여 중등학교 과학교육 목표³⁶⁾에는 '예상을 가지고', 중학교³⁷⁾에는 '목적의식을 가지고', 그리고 고등학교³⁸⁾에서는 '자연에 대한 관심과 탐구심을 높여'라는 문장이 각각 첨가되었다.

이와 같이 양국의 화학 I의 목표를 비교하면, 탐구과정을 통하여 화학의 기본적인 개념을 이해시키고 학생들이 흥미를 가지도록 하며, 학습활동을 통하여 화학적인 기본 소양이나 자연관을 기르는 것을 강조하는 것을 공통적으로 제시하고 있다.

다음으로, 양국간의 화학 II의 목표를 비교하면, 한국의 화학 II의 목표는 화학 I의 목표와 거의 같은 내용으로 기술되어 있으나, '탐구활동을 통한 화학 개념의 체계적 이해'와 '과학적 탐구태도의 육성'을 더욱 강조하고 있다. 종전과 비교하면, 심체적 기본적인 기술·기능 신장과 과학의 본성적 측면인 과학지식의 가변성이 삭

제되었다. 일본의 화학 II 목표는 화학 I의 목표에 '개념이나 원리 법칙의 이해를 깊게 하고'와 '과제연구를 행하고'라는 부분이 더해져 진술되고 있다.

이와 같이 양국의 화학 II의 목표는 화학 I보다 심화된 화학개념의 습득, 탐구과정을 통한 학습의 전개, 탐구활동 및 탐구태도 등의 육성을 공통적으로 강조하고 있다.

내용. 한국과 일본의 화학 I 교육과정에서 나타나는 학습단원명을 Table 3에 정리하였다. 한국의 화학 I의 내용체계는 1) 주변의 물질, 2) 화학과 인간의 두 개의 대단원으로 구성되어 있다. '주변의 물질'은 물질의 성질과 변화를 통한 화학의 기본개념 이해를 위해 설정하였고, '화학과 인간'은 앞에서 익힌 개념들 또는 물질들이 어떻게 인간 삶의 질을 향상시키는 데에 쓰일 수 있는지를 알아봄으로써 학생들의 화학의 유용성을 인식하고 이 분야에 흥미와 관심을 가지도록 하기 위해 설정한 것이다.⁸⁾ 내용 제시에 있어서는 종전과는 달리, 탐구를 영역별로 구분하지 않고 통합하여 제시하고 있으며, 학생이 학습해야 할 내용요소를 성취기준의 형태로 진술하고 있는 등 학습자 중심으로 변경되었다.

이에 비하여 일본의 화학 I의 학습내용은 중학교의 '과학'과 고등학교 '이과종합 A' 등과의 관련을 고려하여, 1) 물질의 구성, 2) 물질의 종류와 성질, 3) 물질의

Table 3. Topics of high school chemistry I in Korea and Japan

Korea	Japan
(1) Common Materials	1) Composition of matter
Water	Matter and human life
- Properties of water	- Chemistry and its role
- Reaction in aqueous solution	- Investigation of matter
- Water and life	Component of matter
Air	- Atom, molecule, ion
- Matters in the air	- Matter weight
- Properties of air	Investigation on composition of matter
- Pollution of air	2) Kinds and characteristics of matter
Metal	Inorganic compound
- Properties of metal	- Single element, compound
- Reactivity of metal	Organic compound
(2) Chemistry & Human	- Hydrocarbon
Common carbon compounds	- Compound with a functional group
- Properties of carbon compounds	Investigation on kinds and characteristics of matter
- Carbon compounds & life	3) Change of matter
Common compounds	Change of matter
- Detergents	- Heat of reaction, acid base,
- Medicines	- Neutralization, oxidation and reduction
- Roles of chemistry	Investigation on change of matter

변화의 세 개의 대단원으로 구성되어 있고, 각각의 단원에는 기초적이고 평이한 내용을 들어, 화학의 기본적인 개념이나 원리·법칙을 학습할 수 있도록 하고 있다. 이들 기본적인 개념가운데 종전의 중학교 과학교육과정에서 다루어 왔던 '이온', '전기분해', '전지' 및 '중화반응의 양적 관계'의 내용이 이번 교육과정의 개정에서는 고등학교로 넘어와 학습하도록 되었다. 또한 각각의 중단원마다 '탐구활동'을 설정하여 관찰·실험의 실시, 화학적으로 탐구하는 방법의 습득, 창의성 있는 보고서의 작성이나 발표를 할 수 있도록 하고 있다. 이와 같이 일본의 화학 I은 이번 개정에서 새롭게 강조하고 있는 주제적인 탐구를 위하여 소단원에서는 실험·관찰을 행하는 것에 의하여 기본개념을 익히게 하고, 여기서 익힌 방법으로 중단원에 설정된 탐구활동을 행하는 형태로 구성하는 등 종전보다 더욱 실험·관찰을 중요시하고 있다. 또한, 지금까지의 화학의 학습내용은 일상생활과 동떨어진 물질을 다루고, 학습의 도입단계부터 화학식 등으로 표현하는 것이 많았지만, 이번 개정에서는 '화학과의 역할'이라는 단원을 첫 단원으로 도입하여 인간생활에의 화학의 성과와 학문으로서의 화

학의 특징에 대하여 이해시키고 화학에 대한 흥미와 관심을 환기시키고자 하고 있다.

Table 4에는 일본과 한국의 화학 II의 단원명을 나타내고 있다. 한국 화학 II의 내용은 1) 물질의 상태와 용액, 2) 물질의 구조, 3) 화학반응의 세 개의 대단원으로 구성되어 있다. '물질의 상태와 용액'에서는 상태변화, 용액의 성질 등의 거시적인 화학현상을 다루고, '물질의 구조'에서는 원자의 구조, 화학결합 등의 미시적 화학 세계를 다루며, '화학반응'에서는 화학반응의 주요 원리와 대표적인 화학반응 등을 다루도록 하고 있다. 화학 II의 내용제시는 화학 I과 마찬가지로 탐구별 영역별로 구분하지 않고 통합하여 제시하고 있으며 학생이 학습해야 할 내용요소를 성취기준의 형태도 진술하는 등 학습자 중심으로 변경되었다.

이에 비하여 일본의 화학 II에서는, 화학 I과의 관련을 도모하면서, 이의 내용을 더욱 깊게 하고 발전시켜 화학적인 사물·현상이나 화학의 응용에 대하여 다루며, 탐구의 과정을 보다 중시하여 과학의 방법을 습득시키고자 하고 있다. 화학 II의 내용은 크게 1) 물질의 구조와 화학평형, 2) 생활과 물질, 3) 생명과 물질, 4) 과제

Table 4. Topics of high school chemistry II in Korea and Japan

Korea	Japan
(1) State of matter & solution	(1) Structure of matter and chemical equilibrium
- Gas	Structure of matter
- Liquid & solid	- Chemical bonding
- Solution & solubility	- Law of gas
- Concentration of solution	- Liquid and solid
- Properties of dilute solution	Chemical equilibrium
(2) Structure of matter	- Chemical reaction
- Atomic structure	- Chemical equilibrium
- Atomic model & electron distribution	(2) Life and material
- Periodicity	Chemistry of food and clothing
- Chemical bond	- Food
- Covalent bond & molecules	- Clothing
(3) Chemical Reaction	Chemistry of material
- Changes of matter & enthalpy	- Plastics
- Bonding energy	- Metal, ceramic
- Reaction kinetics	(3) Life and material
- Law of chemical equilibrium	Life Science
- Transfer of chemical equilibrium	- Material composed organism
- Acid and base	- Chemical reaction supported organism
- Titration of neutralization	Science of medical supplies
- Control of acid and base <i>in vivo</i>	- Medical supplies - Fertilizer
- Oxidation and reduction	(4) Subject study
- Chemical battery and electrolysis	- Study on chemical phenomenon
	- Study on experiment to be developed the chemistry

연구의 네 가지 대단원으로 구성되어 있다. '물질의 구조와 화학평형'의 단원에서는 물질의 미시적인 구조나 결합의 본질을 조사하는 것에 의하여 화학의 여러 가지 문제에 대한 이해를 한층 깊게 하는 것을 목적으로 하고 있다. '생활과 물질' 단원에서는 화학이 어떻게 일상 생활에 도움이 되고 있는가를 이해시키고, '생명과 물질' 단원에서는 생명활동의 근원이 화학반응에 의한 것임을 이해시키고자 하고 있다. 또한 화학 II에서는 '과제 연구'가 하나의 대단원으로 설치되어, 화학적인 사물·현상에 관하여 응용적·발전적인 관찰·실험이나 화학을 발전시킨 실험의 연구 등을 행할 수 있도록 하고 있다. 이들 가운데 2)와 3)의 대단원은 학생의 실태나 학생의 흥미·관심에 따라 선택하여 학습할 수 있는 대단원 선택제를 채택하는 특징을 보여주고 있다.

Table 3과 Table 4에서 나타나듯이 한국과 일본의 화학 I과 화학 II의 학습내용과 이수시기 등에서 정확한 일치점이 나타나지 않는 관계로 화학교과를 구분하지 않고 몇 가지 중요한 학습내용에 대하여 비교분석을 행하였다.

먼저 '물질의 구조'에 관한 내용에 관해서는, 일본은 화학 I에서 원자, 분자의 입자성을 역사적 발견 등을 예로 들어 제시하고 있다. 그리고, 원자 구조의 간단한 모델에 의하여 원자나 이온의 성질을 이해시키고 원소의 주기율표를 원자의 구조와 관련시켜 제시하고 있다. 나아가 화학 II에서는 물질의 구조와 성질의 관련에 대한 기초로서, 화학결합을 학습하게 하고 있다. 여기서는 화학결합의 개념을 도입하여, 원자의 전자배치와 관련짓고 이온결합, 공유결합, 금속결합을 학습하게 하고 있다. 이에 비하여 한국은 화학 II에서 물질의 구조에 대한 내용을 다루고 있으나, 오비탈 개념의 도입, 공유결합의 형성원리, 결합길이, 루이스 점자점식 등을 사용하여 구체적으로 설명하고 있는 것과 전자쌍반발원리를 이용하여 분자의 모양을 추리하는 것 등은 일본의 화학교육과정에서는 나타나지 않는 점이다.

일본은 화학 I에서는 '물질량'의 단위로 '몰'을 도입하여, 원자량, 분자량, 화학식량과 물질량과의 관계를 다루도록 하고 있으며, 화학반응단원에서 물질량과 몰농도까지 다루고 있다. 이에 비하여 한국에 있어서는 화학 II에서 이상기체 상태방정식을 설명하기 위하여 몰 개념을 도입하고 수용액의 농도 단위로 몰농도를 도입하여 설명하고 있는 등 물질량 도입의 목적에서 차이점을 보여주고 있다.

일본은 물질의 종류를 크게 무기물질과 유기화합물로 나누어 설명하고 있는 특징을 보여주고 있는데, 이들 가운데에서 한국과 일본의 화학 I에서 공통적으로 다루고 있는 '탄소화합물'에 대해서 비교하여 보았다. 한국과 일본은 이러한 물질들이 일상생활과 관련이 깊은 것을 인식시키는 것과 이를 분자모형 등을 모델을 사용하여 이해시키는 것을 공통점으로 나타내고 있다. 하지만, 한국은 식유의 분류와 다양한 식유 제품의 조사와 탄소화합물의 성질과 반응 및 화석 연료의 성질과 화학반응에 대해서 다루고 있고, 플라스틱과 섬유나 고무 같은 고분자 및 생명활동에 관여하는 고분자 물질을 소개하고 있다. 이에 비하여 일본에서는 탄화수소 외에도 작용기를 포함한 유기화합물에 대하여 구체적으로 제시하고 있으며, 폴리에틸렌, 폴리염화비닐, 폴리에스테르, 나일론 등 일상생활과 관련 깊은 고분자를 다루도록 하고 있다. 또한, 중단원의 탐구활동에서는 탄화수소나 고분자 화합물 합성 실험을 통하여 반응과 구조와 관련시켜 탐구하도록 하는 점은 한국과의 차이점으로 보여진다.

'화학반응'과 관련된 내용에 있어서는, 일본은 화학 I에서 반응열, 산·염기반응, 중화반응, 산화와 환원반응을 다루고, 반응속도와 화학평형 관련 내용은 화학 II에서 다루고 있다. 이에 비하여 한국은 화학 I에서 산·염기, 산화와 환원 개념을 간단히 다루고, 화학 II에서 반응열, 반응속도, 화학평형, 산·염기반응, 산화·환원반응의 순서로 다루고 있다. 화학반응을 에너지의 출입과 관련지어 이해시키고 헤스의 법칙을 중심으로 다루는 것은 공통점으로 볼 수 있으나, 일본이 용해열에 대해서도 다루도록 하는 것과 한국이 엔탈피 변화를 결합에너지와 관련지어 다루는 것은 차이점이라 할 수 있다. 또한, 산화와 환원의 설명에서 일본은 전자, 산소원자, 수소원자의 주고받음으로 설명하고 있으나, 한국은 이러한 개념외에도 화학 II에서 산화수의 개념을 도입하여 설명하고 있다.

'인간생활의 관련성'을 다루는 내용에 관해서는 한국은 주로 화학 I에서 석유화학제품, 플라스틱, 세제, 의약품 등을 중심으로 다루고 있는데 비하여, 일본은 석유제품, 폴리에틸렌, 폴리염화비닐, 나일론, 플라스틱 등을 화학 I에서 다루고 있다. 나아가 일본은 화학 II의 '생활과 물질'의 단원에서 식품과 의복 및 플라스틱, 금속, 세라믹을 포함한 재료를 다루고, '생명과 화학'의 단원에서는 의약품과 비료를 중심으로 다루고 있는 등 한국

보다 다루는 소재가 폭넓고 구체적으로 진술되어 있다.

한국의 화학교육과정에서는 물, 공기, 금속에 관하여 구체적이고 체계성 있는 학습을 행하고 있다. 먼저 '물'에서 대해서는 초등학교와 중학교 과정의 학습내용을 바탕으로 고등학교 화학 I에서는 물의 표면장력, 분분자의 구조, 수소결합의 개념적인 고찰에서 물의 정수나 물의 소독 등 생활과의 관련성에까지 다루고 있다. 그러나, 일본은 수소결합에 대해서만 화학 II의 화학결합의 중단원에서 간략하게 다루고 있다. 다음으로, 한국은 '공기'에 대하여 화학 I의 기체의 성질 단원과 화학 II의 기체의 중단원에서 다루고 있으며, 이의 범위 또한 공기오염을 다루는 등 환경에의 범위까지 취급하고 있다. 이에 비하여 일본에서는 화학 II의 기체의 법칙이란 소단원에서만 이상기체의 상태방정식을 중심으로 기체의 공통의 성질을 다루는 정도에 그치고 있다. 그리고 한국에서는 '금속'에 대하여 화학 I에서 이들의 성질과 반응성과 이용에 대하여 자세하게 다루고 있으나, 일본은 화학 II에서 일상생활과 관련이 깊은, 철, 알루미늄, 구리 등의 제련 및 금속의 성질을 다루는 정도로 그치고 있다.

일본의 교육과정에서 보여지는 특징으로는, 종전의 생물 교과에서 다루어 왔던 생명체를 구성하는 물질인 단백질이나 탄수화물 및 지방의 구조와 성질을 다루고 있으며, 핵산에 대해서도 다룰 수 있도록 하고 있다. 또한 관찰·실험을 통하여, 이들 화학물의 화학반응이 소화나 흡수라고 하는 생명을 유지하는 반응의 본질임을 이해시키고자 하고 있다. 이와 같이 생명과학에 관한 내용을 생물교과가 아닌 화학에서 다루게 되었다는 것은 획기적인 변화로 보여진다. 그리고, 종전의 교육과정에서 나열적인 취급의 경향이 있었던 전지, 고분자, 촉매, 콜로이드 등의 내용은 대폭 감소하였다.

교수·학습 방법. 한국의 화학교육과정에서는 교수·학습 방법을 학습 지도 계획, 자료 준비 및 활용, 학습 지도 방법, 실험·실습 지도 등 4개의 영역으로 나누고 전체 10개 항목(화학 I)과 15개 항목(화학 II)으로 구체적으로 제시하고 있다. 한국의 화학 I에서는 종전의 교육과정과 비교하면, 학생의 상황의 중요성을 강조하고, 정보화시대에 부합할 수 있도록 컴퓨터와 통신망과 멀티미디어를 적절히 활용하는 항목이 새롭게 첨가되었고, 보고서 작성법 지도 및 활용법이 삭제되었다. 화학 II에서는 학습자 상황의 중요성과 정보화 통신교육을 강화하는 내용이 첨가되었다. 또한 화학이론 및 개념체계,

학습내용 심화 확장 기회부여, 화학에 대한 긍정적인 태도 함양지도, 우수학생 탐구능력 심화 발전 등이 내용이 새롭게 추가되었다.

이에 비하여 일본의 화학교육과정에서는 지도계획의 작성과 내용의 취급에서 위와 비슷한 내용을 다루고 있지만 1) 화학 교과의 이수 순서, 2) 관찰·실험·야외관찰의 지도에 있어서의 주의사항, 3) 환경문제나 과학기술의 발전과 인간생활에 관련된 내용 등의 취급, 4) 컴퓨터나 정보수단의 활용 등으로 간략하게 제시되어 있다. 일본은 학생의 특성 등 다양화에 적절하게 대응하는 관점에서 화학 II의 대단원을 학생의 실태에 따라 자유롭게 선택하여 이수할 수 있는 '대단원 선택제'를 운영하고 있고, 이러한 대단원 선택제는 물리 II, 생물 II, 지구과학 II 등에서도 선택되어 있다. 이것은, 아동의 흥미·관심에 바탕한 학습을 충실하게 하기 위하여 초등학교 5학년과 6학년 과정에서 과제를 선택하여 학습하게 하는 '과제 선택제'와 중학교 제 1분야 '과학기술과 인간'의, 제 2분야의 '인간과 자연'의 소단원 가운데 학생의 자유선택을 할 수 있는 '소단원 선택제'의 발전된 모습이라 생각된다. 또한, 이번 개정에서는 지역, 학교 및 학생의 실태, 학과의 특색 등에 따라, 학습지도요령에 나타난 필수 11과목 외에도 학교가 독자적으로 '학교설립과목'을 설치할 수 있도록 하였다. 이것은 이번 개정을 통하여 공통으로 학습하는 내용은 줄이고, 선택하여 학습하는 내용 및 필요에 따라 학습하는 기회를 늘이고자 하는 기본취지를 따르는 것으로 과학교과가 종전의 13과목에서 11과목으로 줄어든 것이나 교과학습지도에서 대단원 선택제를 도입하는 것 등은 같은 맥락에서 이루어진 것들이다.¹²⁾ 그리고, 일본은 이번 개정의 지도계획에 있어서 단위를 분할하여 2년 간을 통하여 이수할 수 있도록 하고 있으며, 학습을 가장 적당한 시기에 행할 수 있도록 한 기간에 집중하여 실시할 수 있도록 하는 등 탄력적인 학습지도를 강조하고 있다.

한·일 양국 간의 교수·학습방법에서 보여지는 공통점으로는 학생의 상황에 따른 학습내용 및 학습지도를 중요시하고 있다. 또한 관찰·실험·야외실험 등 다양한 과학활동에의 참여를 적극 권장하고 있으며 이러한 활동에서의 안전사고, 생명존중, 환경보존의 중요성을 함께 강조하고 있다. 또한 각 과목의 지도에 있어서 정보화 시대에 부응할 수 있는 정보통신기술교육을 강화하는 내용으로 컴퓨터나 정보 통신 네트워크 등을 적극적으로 활용할 것을 제시하고 있지만 구체적인 방안은 제

시되고 있지 않다.

일본의 경우, 고등학교 교육과정에 '종합적 학습시간'과 '정보'교과의 신설에 의하여 화학교육과정상의 수업시수가 기존의 8단위에서 6단위로 25%의 감소를 가져왔다. 학습내용의 감축도 함께 행하여졌지만 부족해진 수업시간으로는 학습내용을 완전하게 지도할 수 없고 실험과 탐구활동의 수행에 어려움을 가지게 되었다. 이들 위하여 신설된 '종합적 학습시간'의 관련성을 도모하고 유용한 활용에 노력을 기울이고 있다.

이번 일본 교육과정 개정의 가장 커다란 특징인 '종합적 학습시간'은 사회의 변화에 대응할 수 있는 삶의 역량의 육성을 위하여 교과 등의 틀을 넘어선 횡단적·종합적인 학습의 필요성에 대응하기 위하여 설치되었다.³⁷ 이러한 종합적인 학습 시간은 교육내용과 방법의 구체적인 지침 등을 제시하지 않고 학교 단위에서 창의적으로 구성할 수 있다는 점에서 비범형성, 부정형성의 특징을 가지고 있으며 이것은 한국의 창의적 재량활동과 비슷한 성격을 지니고 있다고 할 수 있다.³⁸ 고등학교 교육과정에 배당된 종합적 학습시간의 시수는 3년간 105·210시간(3·6단위)으로 수업시수가 종전에 비하여 감축된 과학과는 '종합적 학습시간'을 이용하여 지금까지 시간 부족 등의 이유로 행하기 어려웠던 야외관찰, 과학시설 방문 및 실험 수업 등의 체험학습을 행할 수 있는 기회로 유용하게 사용하기 위한 구체적인 학습 지도계획을 도모하고 있다. 그리고, 여기에서 제시하고 있는 그룹학습이나 다른 연령집단에 의한 학습 등의 다양한 학습형태의 도입과 학교의 인재의 활용이나 팀 티칭 등의 지도체제의 도입 등은 한국의 고정적인 수업형태를 제고시켜 과학수업의 활성화를 이루는데 도움이 될 것으로 생각된다.

평가. 한국은 평가를 평가영역, 평가방법, 평가도구의 개발, 평가결과의 활용 부분으로 나누어 제시하고 있다. 한국은 화학 평가의 주안점을 1) 화학적인 개념의 유기적인 관계의 이해의 정도, 2) 탐구능력, 3) 조작적 기능, 4) 과학적 태도, 5) 화학이 기술의 발달과 인간사회에 미치는 영향에 대한 올바른 인식의 평가에 두고 있다. 이것은 단순히 학습내용의 정도를 체크하거나 평가방법에 중요성을 두는 것이 아니라 목표의 도달정도를 체크하는 평가를 강조하고 있으며, 종전에 비하여 STS 측면을 새롭게 강조되고 있다.

이에 비하여, 일본에서 평가의 관점은 1) 관심·의욕·태도, 2) 사고·판단, 3) 관찰·실험의 기능·표현, 4) 지

식·이해의 4가지 관점에 따르고 있다. 이와 같은 네 가지 평가의 관점은 앞서 언급한 네 가지 세부목표들과 일치하는 것으로 목표와 평가의 일체화를 도모하고 있다.

이와 같이 한국과 일본 모두 과학지식, 탐구능력, 과학적인 태도에 평가의 주안점을 두고 있으며, 이러한 평가가 목표 지향적인 평가가 이루어지도록 하는에는 공통적으로 노력을 기울이고 있다. 그리고, 평가 결과들 학습지도의 계획수립과 지도방법의 개선에 사용하고자 하고 있는 점 또한 공통점으로 볼 수 있다.

일본은 이번 개정을 통하여 표현능력의 육성을 중요시하고 있으며 이를 평가의 항목에도 포함시키고 있다. 여기서 말하는 표현능력은 의사소통능력을 의미하는 것으로 이러한 평가의 관점은 미국의 과학교육의 평가의 관점과 상응하는 것으로 보여진다.³⁹ 한국의 경우에는 목표의 진술에는 이러한 표현능력의 육성에 대한 직접적인 언급은 들어있지 않지만, 강대호 등의 지적과 마찬가지로 이번 화학의 평가에서 종전과는 달리 토의와 면담에 의한 평가를 행하고 있는 것은 의사소통능력의 육성을 측정하고자 하는 것으로 보여진다.⁴⁰

결 론

이 연구에서는 개정된 한국과 일본의 고등학교 화학 교육과정을 구성체제, 목표, 내용, 교수·학습방법, 평가의 부분으로 나누어 비교 분석하고 양국에서 보여지는 공통점과 차이점을 살펴보았다. 이러한 비교연구를 통하여 한국의 화학교육과정 연구에 시사점이 될 수 있는 일본 화학교육과정의 특징들을 정리하면 다음과 같다. 먼저 학생들의 다양화에 따른 선택 이수제의 취지를 살린 화학교육과정의 편성과 안내 기능의 충실에 있다. 다음으로 화학 학습내용의 지도순서나 수업시간의 운영 등이 학교의 실태에 따라 융통성 있게 이루어지도록 한 탄력적인 학습지도에 있다. 그리고, 학생의 실태에 따라서 개별 지도, 그룹별 지도, 교사의 협력적인 지도를 행하고 학생의 학습내용의 습득의 정도에 따른 탄력적인 학습의 편성 등과 같은 개인에 따른 지도의 충실에 있다. 그리고 학습내용의 구성에 있어서 각 학교 단계 및 각 교과간 중복되는 내용 등의 엄선과 초·중·고·대학의 연계를 고려한 기초·기본 교육의 충실을 들 수 있다. 또한 새로운 교육과정의 도입에 있어 이행기간과 같은 완충기간을 설정하여 교육과정 변화에서 오는 학교의 혼란을 막기 위한 제도적 장치의 마련에 있다.

일본의 종전 교육과정에서는 생물을 이수하지 않은 학생이 의과대학에 진학할 수 있었고, 물·화·생·지학 가운데 하나의 교과만을 이수하고 이공계 대학에 진학할 수 있어서 대학 관계자들의 개성의 목소리가 높았다. 그리고 학습내용의 대폭적인 축소로 인하여 학력지하에 대한 우려가 높았고, TIMSS, TIMSS-R과 같은 국제성취도 평가 결과로부터 학력의 감소가 나타나기도 하였다." 하지만, 이번 개정에서 이러한 학력감소에 대한 대처방안은 놀랍게도 기초·기본의 충실에 두고 있다. 과학교육에 있어서 과학 학력의 징의불 어디에 두느냐는 연구자의 입장에 따라 다르지만, 일본은 학생 스스로가 문제를 발견하고, 스스로 생각하고, 스스로 문제를 해결하며 자인에 대한 종합적인 견해를 가지는 것에 두고 이의 달성을 위하여 기초·기본의 충실을 내세우고 있다. 그리고 학습내용의 구성은 기존의 초·중·고등학교뿐만 아니라 대학과의 연계를 중시하여, 고등학교까지의 과학은 교양과목의 성격을 유지하고, 한층 심화되고 전문적인 내용의 습득은 대학에 그의 역할을 옮겼다. 특히, 과학교육을 학교의 테두리에서 제한하여 행하던 종래의 형태에서 벗어나, 평생교육과 사회교육을 통한 일반 시민의 과학 일반화에 노력하는 방향으로 전환하고 있고 있는 점들은 주목할 만 한 점들이다.

한국은 이번 개정을 통하여 종전의 '공통과학' 과목을 폐지하는 대신에 '생활과 과학'을 신설하였다. 이것은 특정 분야에 치우치지 않는 내용으로 구성되는 등·통·교과과와 교양과학 성격을 가지고 있다. 일본에서도 이와 비슷한 성격의 과목으로 '이과기초'가 신설되었다. 이과기초에 대한 실천적인 자료 연구는 한국의 '생활과 과학'의 교수·학습에 많은 도움이 되리라 생각된다.

이와 같이 일본의 화학교육과정은 교육의 수요자인 학생중심의 교육을 진행하는데 있어 한국과 많은 부분에서 유사점을 보여주고 있어, 상호보완적인 역할을 할 수 있을 것으로 생각된다. 현행 고등학교 화학교육과정에서 발생하는 문제들은 지금까지 경험하지 못하였던 생소한 교육과정의 도입에 의한 결과라 생각되어지며, 이의 문제점을 극복하고 이를 발전시키는 방안으로는 현재 일본에서 진행하고 있는 화학교육과정은 많은 시사점을 제공하고 있다. 그러나, 이러한 제 외국의 교육과정의 장점을 도입하는데 있어서 유의할 점으로는 한국 교육현실에서의 적용 가능성에 있다. 그리고, 한국 학교 현실에 적합하도록 재구성하는 문제에 대한 충분한 선행연구가 이루어져야 한다. 또한 교육과정의 개정에

있어서 교육과정의 목표를 달성하기 위해서는 학습내용의 구성도 중요하지만, 이와 함께 교수·학습 지도 및 방법 또한 획기적으로 바뀌어야 한다고 생각한다.

인용문헌

1. 文部科學省 高等學校學習指導要領. ぎょうせい: 日本, 1999.
2. 文部科學省 高等學校學習指導要領の解説-總則編. ぎょうせい: 日本, 1999.
3. 日本教育課程審議會 答申(最終): 文部科學省: 日本, 1997.
4. 文部科學省 高等學校學習指導要領の解説-理科編. ぎょうせい: 日本, 1999.
5. 江田稔: 三輪洋次, 高等學校新學習指導要領の解説-理科. 學事出版: 日本, 2000.
6. 교육부, 초·중등학교 교육과정, 대한교과서 주식회사: 서울, 1998.
7. 교육부, 고등학교 교육과정 해설-중등, 대한교과서 주식회사: 서울, 2001.
8. 교육부, 고등학교 교육과정 해설-과학, 대한교과서 주식회사: 서울, 2001.
9. 교육부, 과학과 교육과정, 대한교과서 주식회사: 서울, 1998.
10. Kwon, C. S., *Journal of the Korean Association for Research in Science Education* 1984, 4, 64.
11. Kwon, C. S.; Hwang, K. H., *Journal of the Korean Association for Research in Science Education* 1990, 10, 55.
12. Lee, J. K., *A Comparative Study of the Changes of Elementary Science Curriculum between Korea and Japan*, M. Ed. Thesis, Chinju National University of Education, 2001.
13. Kim, O. S., *Report of Science Education* 1996, 27, 1.
14. Kim J. W., *Elementary Science Education* 1991, 10, 1.
15. Nam, S. D.; Oho, J. T.; Ok, J. Y., *Elementary Science Education* 1990, 9, 1.
16. Noh, S. G., *J. Science Education, InChen Education of Univ.*, 1997, 9, 39.
17. Moon, D. H., *Journal of the Korean Association for Research in Science Education* 1990, 10, 17.
18. Kwon, C. S.; Park, B. T., *Journal of the Korean Association for Research in Science Education* 1996, 16, 351.
19. 박순경: 조덕주, 채선희, 정윤경, 교육과정·교육평가 국제비교 연구(I): 교육과정평가원, 1999.
20. 박순경, 김수동, 노국향, 정연근, 황성원, 이민영, 교육과정·교육평가 국제비교 연구(III): 교육과정평가원, 2001.
21. 소경희, 채선희, 정미경, 김희순, 교육과정·교육평가

- 국제미교 연구(11); 교육과정평가원, 2000.
22. Lee, W. K. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education* **2000**, 20, 652.
 23. Jeon, H. M. *The Comparison of Physics Curriculum High School in Korea and Japan*, M. Ed. Thesis, Korea National University of Education, 2000.
 24. Jwa, J. W. *J. Science Education, Chju University of Education* **2000**, 14, 7.
 25. Cha, J. S. *Journal of InChon University of Education* **1996**, 29, 83.
 26. Han, I. O. *Kankoku no chugakko kagaku kariyuramu ni kansuru kenkyu*, Ph. D. Thesis, Tsukuba University, 1993.
 27. Moon, J. D.; Hung, J. H. *Chemical Education* **1993**, 20, 108.
 28. Song, H. B.; Eom, J. H. *Chemical Education* **1997**, 24, 254.
 29. Lim, H. O.; Yoon, M. Y.; Kim, S. C. *Chemical Education* **1996**, 23, 324.
 30. Choi, B. S. *Chemical Education* **1998**, 25, 80.
 31. Kang, D. H.; Kim, B. G.; Yang, K. Y. *J. Science of Education, Gyeongsang National University* **1999**, 19, 13.
 32. 교육과정 개정 연구위원회 *교육과정 국제미교 연구 보고서*, 교육과정 개정 연구위원회, 서울, 1996.
 33. Takahashi, W. *Physical Education* **2000**, 50, 42.
 34. 文部科學省 小學校 中學校 高等學校の習指導要領等の移行措置について, 文部科學省 홈페이지, 1999.
 35. 文部科學省 小學校 中學校 高等學校の指導要録の改善などについて, 文部科學省 홈페이지, 2001.
 36. 文部科學省 小學校學習指導要領, きょうせい: 日本, 1998.
 37. 文部科學省 中學校學習指導要領, 大藏省印刷局: 日本, 1998.
 38. 시혜애; 오필석; 홍제식 *국가과학교육 기준*, 교육과학사: 한국, 2000.
 39. Choe, H. S.; Kim, J. J. *The Journal of Curriculum and Evaluation* **2002**, 5, 51.
 40. 日本國立教育政策研究所 數學教育·理科教育の國際比較, きょうせい: 日本, 2001.