

국내외 대학 화학공학 유관학과 교육과정 분석

황주영*·이규녀**†·이광복***·한수경***·이영우****

*충남대학교 공업기술교육학과

**충남대학교 교육대학원 화공섬유전공

***충남대학교 화학공학교육학과

****충남대학교 응용화학학과

A Study on Analysis and Implications of Domestic and Foreign Chemical Engineering Programs

Hwang, Ju-young*·Lee, Kyu-nyo**†·Yi, Kwang-bok***·Han, su-kyoung***·Rhee, Young-woo****

*Department of Engineering Technology Education, Chungnam National University

**Department of Education, Chungnam National University

***Department of Chemical Engineering Education, Chungnam National University

****Department of Chemical Engineering and Applied Chemistry, Chungnam National University

ABSTRACT

The purpose of this study is to investigate the current conditions of the domestic and foreign curricula in the field of chemical engineering and to draw implications. The results of the study are as follows. Most of the domestic research universities (including non-certified universities) have curricula organized within the scope of the ABEEK certification, which is the minimum standard guide for chemical engineering curricula. However, we are concerned that chemical engineering education in some domestic universities may lack in education quality and program relevance. Graduates from these universities may not have equivalent qualifications as international graduates. It is considered that most of the 12 domestic universities organize their subjects according to the certificate of accreditation standard and to the traditional subjects of chemistry in the 'Department of Chemical Engineering' or 'Department of Chemical and Biological Engineering · Chemical and Biological Engineering'. However, due to the increase in the number of overlapping subjects with other majors because of the movement towards academic diversity, the integrity of the chemical engineering curricula is at risk. In addition, after surveying the major and research areas of the department professors, it has been found that there is a shortage of professors who have majored in chemical engineering. Therefore, there is a concern that students may lack understanding of the core principles of chemical engineering. The results of the analysis of the curricula of overseas research universities (including non-certified universities) are as follows. Although the chemical engineering industry in developed countries like the United States and Europe is advancing and changing very quickly, the chemical engineering education in these countries is highly focused on traditional subjects and other related subjects in order to cultivate traditionally trained chemical engineers. The Department of Chemical Engineering at overseas universities still maintains the academic integrity of the chemical engineering field. This is a significant suggestion for our country. On the other hand, domestic universities are changing the name of their chemical engineering major, or even if the name is maintained, they are fusing their curriculum with other majors such as material engineering. Therefore, it is very necessary at this point to start a discussion regarding the integrity of the department of chemical engineering in Korea. We hope that the departments of chemical engineering in domestic universities maintain the integrity of traditional chemical engineering while operating the curriculum within the scope of the standards of the engineering education certification system.

Keywords: Chemical Engineering Programs, ABEEK, Washington Accord, Curriculum

1. 서 론

21세기 글로벌 경쟁의 지식기반 기술사회에서 국내 엔지니어

자격의 국제적 통용성 확보를 위한 공학 분야 인증 시스템의 국제 상호 인정에 대한 필요성이 날로 증가하고 있다. 이를 위해 국내 대학은 2001년에 공학교육인증제를 도입하여 공학 교육의 교육과정 패러다임에 많은 변화를 가져왔고, 공과대학 교육과정에 최소한의 표준 가이드로 활용되고 있다.

국내 화학공학 분야의 학과 교육과정 역시 공학교육인증제에

Received July 3, 2018; Revised July 20, 2018

Accepted July 30, 2018

† Corresponding Author: knlee@cnu.ac.kr

의해 관리되고 있다. 하지만, 산업 분야와 관련 학계의 패러다임 변화, 대학 및 학과의 조직, 교수 구성원(전공) 등 교육환경의 변화로 인하여 일부 학과에서는 공학교육인증제의 범위에서 벗어나는 교육과정이 운영되어 화학공학교육의 질 보증과 프로그램의 적절성, 졸업생 자질의 국제적 동등성 확보에 어려움이 있다. 이에 대해 산업 변화를 대학 교육과정에 적극 반영한다는 긍정적인 평가도 있을 수 있지만, 워싱턴 어코드 가입국의 교육과정에 대해 자격과 학위를 상호 인정하도록 국가 간에 합의가 이루어진 상황임에도 불구하고 대학의 각 프로그램 간 교육과정을 상이하게 운영하고 있는 실정을 의미한다.

따라서 이 연구는 화학공학 분야 대학의 국내·외 교육과정 실태를 조사하고 이를 비교 분석하여 시사점을 도출하고자 한다. 이를 통해 국내 화학공학분야 학과가 화학공학의 정통성을 유지하면서 공학교육인증제의 인증기준 범위에서 교육과정을 운영할 수 있도록 토대가 되는 기초자료를 제공하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

이 연구는 국내·외 대학의 학과 홈페이지에서 화학공학 유관학과의 교육과정 자료를 수집하여 분석하였다. 조사 대상의 국내 대학은 거점 국립대학 및 상위 12개 대학을 선정하고, 국외 대학은 우리나라 유학생이 많은 상위권 11개 대학(미국, 영국, 스웨덴, 아일랜드, 일본 등)이다. 조사 대상 목록은 Table 1과 같다.

Table 1 조사 대상

구분	학교명
국내	화학공학, 응용화학공학 기준학과 • 7개 대학(A대학, B대학, C대학, D대학, E대학, F대학, G대학)
	화공생명공학, 화학생물공학 기준학과 • 5개 대학(H대학(비인증), I대학(비인증), J대학(비인증), K대학, L대학(비인증))
국외	화학공학, 응용화학공학 기준학과 • 미국 A대학, B대학 • 영국 C대학 • 스웨덴 D대학(비인증) • 일본 E대학(비인증)
	화공생명공학, 화학생물공학 기준학과 • 미국 F대학, G대학, H대학 • 아일랜드 I대학(비인증) • 일본 J대학, K대학(비인증)

조사 대상의 화학공학 유관학과는 공학교육인증제의 기준 2015(KEC2015)의 화학공학 및 유사명칭의 4개 기준학과 중에 ①화학공학, 응용화학공학 및 유사전공, ②화공생명공학, 화학생물공학 및 유사전공 2개 학과를 말한다. 이는 전통적인 화학공학과이거나 파생된 화학공학과로 분류가 가능한 학과이다. 반면, 고분자 및 파생 전공, 공업화학, 응용화학 및 파생 전

공 2개 기준학과는 화학공학보다는 화학공학의 유사학문에서 파생되었다는 화학공학 전문가(대학교수 2인)의견에 따라 연구 대상에서 제외되었다.

아울러 국외 대학 학과는 국내의 2개 기준학과에 부합되는지, 비교 분석대상으로 적절한지 여부를 화학공학 전문가(대학교수 2인)에게 검토를 받아 최종 선정하였다.

2. 연구의 분석 준거

화학공학 유관학과의 교육과정을 분석하기 위해 화학공학 분야의 기본적인 핵심적인 교과를 전통 교과로 선정하였다.

우선, 공학교육인증제의 기준(KEC2015)에 제시된 화학공학 및 유사명칭 공학 프로그램에서 화학공학 및 유사명칭 기준학과 소속 학생은 미분방정식을 포함한 수학 교과(M), 유기화학, 물리화학 등과 같은 고급 화학(S), 프로그래밍 언어 등 컴퓨터(C) 과목인 MSC를 이수해야 한다. 또한 기초 설계와 종합 설계를 포함하여 12학점 이상의 설계 과목을 이수해야 한다. 화학공학과 기준학과는 열역학, 열전달(단위조작1), 물질전달(단위조작2), 운동량전달론(유체역학), 반응공학, 분리공정, 물질 및 에너지수지(화공양론) 5개에 관련한 교육내용을 이수하도록 하고 있으며, 화공생명·화학생물공학과 기준학과는 이외에 생물화학공학 관련 교육내용을 추가로 이수해야 한다.

공학교육인증제의 기준(KEC2015)에 제시된 화학공학 및 유사명칭 공학 프로그램은 Table 2와 같다.

Table 2 화학공학 및 유사명칭 공학교육 프로그램 인증기준(KEC2015)

구분	교과내용	
MSC(수학, 과학, 컴퓨터)	<ul style="list-style-type: none"> 유기화학, 물리화학 등 고급화학 미분방정식을 포함한 수학 프로그래밍 언어 등 컴퓨터 	
공학설계	<ul style="list-style-type: none"> 기초설계 종합설계 	
전공교과	화학공학, 응용화학공학 및 유사전공	<ul style="list-style-type: none"> 물질 및 에너지수지(화공양론) 열역학 운동량전달론(유체역학) 열전달(단위조작1) 물질전달(단위조작2) 반응공학 분리공정
	화공생명공학, 화학생물공학 및 유사전공	<ul style="list-style-type: none"> 물질 및 에너지수지(화공양론) 열역학 운동량전달론(유체역학) 열전달(단위조작1) 물질전달(단위조작2) 반응공학 분리공정 생물화학공학

또한 TOPEC(화학공학 분야), 서양근, 이영우 등(2014)의 문헌을 고찰하여 화학공학과의 전통 교과를 도출하여 Table 3에 나타내었다.

Table 3 화학공학의 전통 교과 선정 근거

순번	교과명	전통 교과		
		화학공학 분야 KEC2015	TOPEC (화학공학분야)	서양근, 이영우 외(2014)
1	물질 및 에너지수지 (화공양론)	○	○	○
2	열역학	○	○	○
3	운동량전달론 (유체역학)	○	배관설계, 계측설비	○
4	열전달 (단위조작1)	○	○	○
5	물질전달 (단위조작2)	○	○	○
6	이동현상	○	○	○
7	반응공학	○	○	○
8	분리공정	○	○	○
9	생물화학공학	×		
		(화학공학과)		
		○		
		(화공생명공학· 화학생물공학)		
10	공정제어		○	○
11	석유화학		○	

화학공학 및 유사명칭 공학 프로그램 인증기준(KEC2015)의 이수 교과는 물질 및 에너지 수지(화공양론), 열역학, 열전달(단위조작1), 물질전달(단위조작2), 운동량전달(유체역학), 반응공학, 분리공정, 생물화학공학이다. 화학공학 분야 TOPEC의 시험교과는 물질 및 에너지 수지(화공양론), 열역학, 열전달(단위조작1), 물질전달(단위조작2), 운동량전달(유체역학), 반응공학, 분리공정, 공정제어, 석유화학이다. 서양근, 이영우 등(2014)의 연구에서 화학공학과의 전통 교과는 물질 및 에너지 수지(화공양론), 열역학, 열전달(단위조작1), 물질전달(단위조작2), 운동량전달(유체역학), 반응공학, 분리공정, 공정제어를 제시하였다. 따라서 화학공학 분야의 전통 교과는 11개로 나타났으며 이를 국내·외 대학 화학공학 유관학과의 교육과정을 분석하는 준거로 활용하였다.

III. 연구 결과

1. 국내 대학 화학공학 유관학과의 교육과정 분석

가. 화학공학과 기준학과의 교육과정 분석

국내 화학공학과 기준학과의 교육과정 편성 현황을 Table 4

에 나타내었으며, 분석 결과는 다음과 같다.

첫째, 화학공학과 7개 대학 중 5개는 공학교육인증제 인증 기준 교과를 모두 편성하여 공학교육인증제의 이수기준을 준수하고 있는 반면, D대학과 F대학은 각각 물질 및 에너지수지(화공양론)와 분리공정 관련 교과를 편성하지 않은 것으로 나타났다.

둘째, 공학교육인증제의 기준학과 중 화학공학과로 분류되는 A대학, B대학, C대학, E대학, F대학, G대학 6개 대학은 화공생명공학·화학생물공학과 기준학과의 인증교과인 ‘생물화학공학’뿐만 아니라 기초생물학에서 화학공학과 생물공학을 접목한 바이오 관련 교과를 다수 편성하고 있었다. 특히 A대학과 E대학은 타 대학에 비해 바이오 관련 교과의 편성 비율이 높아 학과명과 교육과정의 부합성이 미흡하다고 판단된다. 반면 D대학은 ‘생물화학공학’을 포함한 바이오에 관련된 교과를 1개도 편성하지 않았다.

셋째, 화학공학 전통 교과에 대해 2개 대학은 교육과정에 모두 편성하고 있는 반면, 5개 대학은 1개 또는 2개 교과를 편성하지 않았다. 물질 및 에너지수지(화공양론), 열역학, 이동현상(열전달, 물질전달, 운동전달), 반응공학, 공정제어 관련 교과는 7개 대학 모두에 편성되어 있고, 이동현상, 분리공정, 석유화학은 1개 이상 대학에서 편성하지 않았다. 이는 공학교육인증제 기준의 표준 교과목과 산업 현장의 실무성을 갖추기 위해 필요한 TOPEC 시험 과목을 학과 교육과정에 최소한 편성함으로써 갖게 될 화학공학의 정체성에 혼란이 생길 수 있다고 판단된다.

넷째, 화학공학 분야 교육과정은 공통적으로 화학공학 전통 교과와 기타 교과, 그리고 MSC를 위주로 편성해야 하지만, 대부분의 대학은 화학공학 기타 교과를 대폭 축소하고 화학공학 과라는 기준학과명과 상이한 화공생명 및 화학생물 관련 교과, 재료공학과 등 타 전공과 관련한 교과로 대체되고 있는 것으로 나타났다. 일부 대학은 타 전공 중복 교과가 화학공학 전통 교과와 기타 교과보다 많이 편성하여 운영하는 경우도 있었다. 이는 국내 대학이 자율 교육과정이므로 화학공학 분야의 산업 및 연구 동향 변화가 반영되고, 대학 교수의 전공도 영향을 미쳤을 것으로 예측된다. 교수 전공 및 연구 분야를 조사한 결과, 화학공학(화공생명공학, 화학생물공학 포함)과 재료공학 전공자 수가 대략 5대 4의 비율로 나타나 교육과정의 특성과 일맥상통하는 것으로 나타났다(Table 5 참조).

다섯째, 7개 대학은 화학공학과 기준학과에 필요한 공학 인증기준 이수과목과 화학공학 분야의 전통 교과를 대부분 편성하고 있다고 판단되지만, 해당 분야 전공 교수 인력은 부족한 편이다.

Table 4 국내 화학공학과 기준학과 교육과정 편성 현황

학교 및 학과명	교과	화학공학 전공 교과 편성 학기									
		물질 및 에너지 수지 (화공양론)	열역학	운동량 전달 (유체역학)	열 전달 (단위조작1)	물질전달 (단위조작2)	이동현상	반응공학	분리공정	생물 화학공학*	공정제어
A대학 화학공학과	2-1	3-1, 3-2 (2개 과목 편성)	2-2	3-1	3-2	-	3-1, 3-2	4-1, 4-2	3-1	3-2	3-1
B대학 화학공학과	2-2	3-1, 3-2	3-1	3-1	3-2	3-2	3-1, 3-2	4-1	4-1	3-2, 4-1	3-2
C대학 화학공학과	2-1, 2-2	3-1, 3-2	3-1	3-2		-	3-1, 3-2	4-1	4-2	3-1, 3-2	-
D대학 응용화학공학부	2-1, 2-2	3-1, 3-2	2-1, 2-2			4-1	3-1, 3-2	3-1, 3-2	-	3-1, 3-2, 4-1	3-1
E대학 화학공학부	2-2	3-1, 3-2	3-1	3-2		3-1	3-2, 4-1	4-1	3-2	3-2, 4-1	-
F대학 응용화학공학과	2-1, 2-2	3-1, 3-2	3-1	3-2	3-2	4-1	3-1, 3-2	-	3-1	3-2, 4-1	-
G대학 화학공학과	2-1	3-1, 3-2	3-1	3-2		-	3-1, 3-2	4-1	4-2	3-1, 4-1	-

학교 및 학과명	교과	화학공학 전공 교과 외 교과와 과목 수				비고
		MSC 교과	화학공학 기타 교과	재료 분야 타 전공학과의 중복 교과	비재료 분야 타 전공학과의 중복 교과	
A대학 화학공학과	공업수학1, 컴퓨터 프로그래밍언어 등 10개 과목	화학반응기 설계 등 4개 과목	의용생체재료 등 3개 과목	생명화학공학의 이해 등 28개 과목	현장실습1~2	
B대학 화학공학과	수학1 등 17개 과목 (컴퓨터프로그래밍언어 2과목 포함)	화학실험 등 6개 과목	재료화학공학 등 2개 과목	생물학 등 10개 과목		
C대학 화학공학과	수학1 등 12개 과목 (컴퓨터프로그래밍언어 2과목 포함)	항공기초실험 등 11개 과목	나노재료공학 등 2개 과목	기초생물학 등 7개 과목		
D대학 응용화학공학부	수학1 등 18개 과목 (컴퓨터 개론, MATLAB, 화공CAD 포함)	응용화학기초실험 등 12개 과목	유기복합재료 등 2개 과목	계측센서공학 등 12개 과목		
E대학 화학공학부	수학1, 컴퓨터 프로그래밍언어 등 13개 과목	항공기초실험, 화공전산응용 등 10개 과목	탄소복합재료 등 5개 과목	기초생물학 등 28개 과목		
F대학 응용화학공학과	수학1 등 13개 과목	항공기초설계 등 6개 과목	항공재료 등 1개 과목	생물학 등 13개 과목		
G대학 화학공학과	공학수학1 등 6개 과목	항공기초실험 등 10개 과목	나노항공재료 등 1개 과목	공학생물 등 6개 과목	교직교과, 인턴십1~4	

* 교육과정에 교직과목, 자유 주제를 통한 특강, 세미나, 연구 관련 과목을 제외하며, 별(*)표시는 기준학과 화공생명공학, 화학생물공학과의 인증기준 교과를 의미함

Table 5 국내 대학 화학공학 분야 학과 교수 전공 현황

기준학과	학교수	세부 전공 및 연구 분야				계
		화학공학	화공생명공학, 화학생물공학	재료공학	기타	
화학공학	7개교	28(39.44%)	12(16.90%)	29(40.85%)	2(2.82%)	71(100.00%)
화공생명공학·화학생물공학	5개교	27(29.03%)	19(20.43%)	44(47.31%)	3(3.23%)	93(100.00%)
계	12개교	55(33.54%)	31(18.90%)	73(44.51%)	5(3.05%)	164(100.00%)

나. 화공생명공학·화학생물공학과 기준학과의 교육과정 분석

국내 화공생명공학과·화학생물공학과 기준학과의 교육과정 편성 현황을 Table 6에 나타내었으며, 분석 결과는 다음과 같다.

첫째, 화공생명공학·화학생물공학과 기준학과의 공학 인증기준 교과 편성 실태를 분석한 결과, 5개 대학 중 4개 대학(비인

증 대학 포함)은 인증기준 관련 교과를 모두 편성하여 인증기준 범위 내에서 교육과정을 편성운영하고 있는 것으로 나타났다. 물질 및 에너지수지(화공양론) 교과는 국외 대학과 마찬가지로 화공 개론 또는 화공 입문으로 운영되는 사례가 2개 대학에서 나타났으며, 이동현상(열전달, 물질전달, 운동전달)교과는 2개 교과에서 4개 교과까지 다양하게 편성하고 있었다.

Table 6 국내 화공생명공학과·화학생명공학과 기준학과 교육과정 편성 현황

학교 및 학과명	화학공학 전통 교과 편성 학기										
	교과	물질 및 에너지 수지(화공양론)	열역학	운동량 전달 (유체역학)	열 전달 (단위조작1)	물질전달 (단위조작2)	이동현상	반응공학	분리공정	생물 화학공학*	공정제어
H대학 화공생명공학과 (비인중)	1-1	2-2	2-2	3-1		-	3-1, 3-2	3-2	4-1	3-2, 4-1, 4-2	3-2
I대학 화공생명공학부 (비인중)	2-1, 2-2	3-1	2-2		3-1	4-2	3-1, 3-2	3-2	3-2	3-2, 4-1	-
J대학 화학생명공학부 (비인중)	1-1	3-1	3-1	3-2		-	3-1, 4-2	3-2	4-1	3-2, 4-1	-
K대학 화공생명공학과	2-1	3-1, 3-2	-	3-2	4-1	3-1	3-1, 3-2	4-2	3-1	3-2	-
L대학 생명화학공학과 (비인중)	2-1, 2-2	3-1, 3-2	3-1	3-2	3-2	4-1	3-1	4-1	4-2	3-2	-

학교 및 학과명	화학공학 전통 교과 외 교과와 과목 수				
	MSC 교과	화학공학 기타 교과	재료 분야 타 전공학과의 중복 교과	非재료 분야 타 전공학과의 중복 교과	비고
H대학 화공생명공학과 (비인중)	수학1 등 15개 과목	화공생명공학입문 등 11개 과목	화공재료과학 등 1개 과목	전기화학공학 등 9개 과목	현장실습
I대학 화공생명공학부 (비인중)	공학수학, 컴퓨터 프로그래밍언어 등 15개 과목	일반생물학, 화공 전산 설계 등 13개 과목	재료공학개론 등 2개 과목	전기화학 등 13개 과목	
J대학 화학생명공학부 (비인중)	고급수학1, 컴퓨터 개론 등 15개 과목	공학생물, 화공전산응용, 공정 전산 기초 등 14개 과목	무기 및 재료화학 등 1개 과목	전기화학 등 8개 과목	공학지식의 실무응용, 창의연구1,2
K대학 화공생명공학과	공학수학1, 공학 정보처리 등 13개 과목	생물학입문 등 13개 과목	생체재료공학 등 2개 과목	전기화학공학 등 13개 과목	
L대학 생명화학공학과 (비인중)	공학기초수학1, 공학 CAD 등 11개 과목	화학공학실험, 화공전산응용 및 실습 등 6개 과목	재료 공학 등 1개 과목	전기화학공학 등 8개 과목	진료교육 (학업, 취업, 창업), 교직교과, 현장실습

* 교육과정외 교직과목, 자유 주제를 통한 특강, 세미나, 연구 관련 과목을 제외하며, 별(*)표시는 기준학과 화공생명공학, 화학생명공학과와의 인증기준 교과를 의미함

둘째, 5개 대학은 해당 기준학과의 인증기준 교과인 '생물 화학공학'을 3학년 또는 4학년에 편성하고 있으며, 이는 공학교육인증제의 시행 여부와 상관없이 표준 과목으로 활용되고 있었다. 또한 화공생명공학·화학생명공학과에 관련한 교과 대부분은 화학공학 기타 교과군에 편성하고 있는 것으로 나타났다.

셋째, 5개 대학은 화학공학 전통 교과에 대해 최소 1개 이상 교과목을 편성하지 않고 있었다. 특히 식유화학 교과는 1개 대학에만 편성되어 있으며, 이는 화학공학과 바이오에 지향점을 가진 기준학과의 특성에 기인한 것으로 판단된다.

넷째, 화학공학 전통 교과 이외에 교육과정의 공통적인 특징은 5개 대학 모두가 기준학과 특성에 따른 화공생명공학·화학생명공학과 관련 교과를 많이 편성하여 학과명과 일치되고 있으나, 재료공학 등 타 전공과 중복되는 교과도 다수 편성되어

있었다. 이는 화학공학 분야의 산업 및 연구 동향 변화뿐만 아니라 국내 대학이 자율 교육과정으로 대학 교수의 전공도 영향도 주었을 것으로 예측하고, 교수 전공 및 연구 분야를 조사한 결과, 화학공학(화공생명공학·화학생명공학 포함) 전공자와 재료공학 전공자 수가 대략 5대 5 비율로 나타나 교육과정 특성과 유사한 것으로 나타났다.

다섯째, 공학교육인증제의 MSC 교과에 대해 12개 대학은 2개 기준학과 모두 공학 인증기준 범위 내에서 거의 유사한 교과를 편성·운영하는 것으로 나타났으며, 각 학교마다 교과의 시수는 차이가 있다.

여섯째, 5개 대학은 화학공학과 기준학과에 필요한 공학 인증기준 이수과목과 화학공학 분야의 전통 교과를 대부분 편성하고 있지만, 해당 분야 전공 교수 인력은 부족한 것으로 분석되었다(Table 5 참조).

2. 국외 대학 화학공학 유관학과의 교육과정 분석

가. 화학공학과 기준학과의 교육과정 분석

국외 화학공학과 기준학과의 교육과정 편성 현황을 Table 7에 나타내었으며, 분석 결과는 다음과 같다.

첫째, 미국, 영국, 일본의 화학공학과는 화학공학 전통 교과를 대부분 편성하고 있었다. 분리공학(1개 대학 미편성)을 제외한 열역학, 이동현상(열, 물질 및 운동량전달), 반응공학, 물질 및 에너지수지(화공양론), 공정시스템공학 과목 모두를 편성하고 있었다. 다만, 우리나라 TOPEC 시험에 포함된 석유화학 관련 교과를 편성한 학교가 없다는 점에서 차이가 나타났다.

둘째, 미국 대학의 화학공학과는 '생명화학공학' 교과를 편성하지 않아, 화학공학과와의 정체성이 분명한 것으로 판단할 수 있다. 반면, 영국, 스웨덴, 일본은 바이오 관련 교과를 편성하는 특징을 보였다.

셋째, 5개 대학 중 4개 대학은 재료공학 관련 교과 1~2개를 편성하였다. 관련 교과는 '화공재료학', '재료공학', '기초재료공학', '재료역학' 등이었으며, 이는 화학공학과 학생들이 알아야

할 재료 기초 교과를 최소한으로 편성된 것으로 판단할 수 있다. 이는 국내 대학에서 '의용생체재료', '나노재료', '광전자재료', '탄소복합재료', '나노화공재료' 등 타 전공과 융합된 재료공학 관련 교과 등으로 편성하고 있는 것과 차이를 보인다.

넷째, 타 전공학과의 중복 교과의 경우 스웨덴과 일본은 '촉매화학', '공업무기화학' 등의 공업화학 교과를 다소 편성하고 있었다. 반면에, 일본은 미국, 영국에 비하여 재료공학 관련 교과를 많이 편성하였지만 국내 교육과정과는 유사한 경향을 보인 것으로 나타났다.

다섯째, 교수의 전공 및 연구 분야를 조사한 결과, 화학공학 전공자 수(43명, 32.82%)가 가장 많았으며, 환경공학 등 기타 전공자(11명, 8.40%), 화공생명공학·화학생물공학 전공자(4명, 3.05%), 재료공학 전공자(1명, 0.76%) 순으로 나타났다(Table 8 참조).

여섯째, 각 대학의 MSC교과는 각 과목에 관련한 내용을 범위로 세분화하고 이를 교과명으로 활용하여 수업 내용 파악이 용이하였다. 국내 대학이 수학, 유기화학, 물리화학에 순번(1, 2, 3 등)을 붙이는 방식의 교과명을 활용하여 수업 범위를 파악

Table 7 국외 화학공학과 기준학과 교육과정 편성 현황

학교 및 학과명	교과	화학공학 전통 교과 편성 학기											
		물질 및 에너지 수지(화공양론)	열역학	운동량 전달 (유체역학)	열 전달 (단위조작1)	물질 전달 (단위조작2)	이동 현상	반응 공학	분리 공정	공정시스템공학		석유 화학	생물 화학공학*
										공정설계	공정제어		
미국 A대학 화학공학과		1-1	3-1	2-2, 3-1			4-2	3-2	4-2	4-2	-	-	
미국 B대학 화학공학과		2-1	3-1	3-1	3-2, 4-1(2개 과목 편성)		-	4-1	-	4-2	4-1	-	-
영국 C대학 화학공학과		2-1	2-1, 3-1	3-1 (2개 과목 편성)		3-1	-	3-1	3-2, 4-2	3-2	4-1 (2개 과목 편성)	-	4-1
스웨덴 D대학 화학공학과		1-1	1-2, 2-2	1-2	2-2		-	2-2	3-1	3-1		-	2-1
일본 E대학 화학공학과		1-1, 2-1	3-2	2-2	3-1	-	-	2-2, 3-1	2-1, 3-1	3-2		-	3-1
학교 및 학과명	교과	화학공학 전통 교과 외 교과와 과목 수					비고						
		MSC 교과 (국내 기준)	화학공학 기타 교과	재료 분야 타 전공학과의 중복 교과	非재료 분야 타 전공학과의 중복 교과								
미국 A대학 화학공학과		수열 & 다변수 미적분학, 전산개론 등 15개 과목	화공분석학개론 등 6개 과목	화공재료학 등 4개 과목	기초생물학 등 4개 과목								
미국 B대학 화학공학과		해석기하학과 미적분학 등 10개 과목	화학학 개론, 화공 시스템 컴퓨터 모델링 과 시뮬레이션 개론 등 6개 과목	재료공학 등 4개 과목	생물학1 등 3개 과목	홈페이지에 세부 전공 선택 교과목 정보 미게시							
영국 C대학 화학공학과		공업수학 등 6개 과목	공정공학 등 5개 과목	기초재료공학 등 1개 과목	화학생물학적 과정 전환 에너지론 등 4개 과목								
스웨덴 D대학 화학공학과		수학적 통계 등 6개 과목	공학기술 등 2개 과목	-	환경공업 등 4개 과목	3학년 2학기에 학위프로젝트 운영(6학기 과정)							
일본 E대학 화학공학과		수리통계학 등 16개 과목 (컴퓨터프로그래밍언어, 개론, 구조 등 4과목 포함)	화공 입문, 화학공학 프로그래밍 등 7개 과목	재료공학 등 3개 과목	전자기학 입문 등 15개 과목								

* 교육과정에 교직과목, 자유 주제를 통한 특강, 세미나, 연구 관련 과목을 제외하며, 별(*)표시는 기준학과 화공생명공학, 화학생물공학과의 인증기준 교과를 의미함

Table 8 국외 대학 화학공학 분야 학과 교수 전공 현황

기준학과	학교수	세부 전공 및 연구 분야					계
		화학공학	화공생명공학· 화학생물공학	재료공학	환경공학 등 기타	미기재	
화학공학	5개교	43(32.82%)	4(3.05%)	1(0.76%)	11(8.40%)	72(54.96%)	131(100.00%)
화공생명공학, 화학생물공학	6개교	84(53.50%)	17(10.83%)	18(11.46%)	15(9.55%)	23(14.65%)	157(100.00%)
계	11개교	127(44.10%)	21(7.29%)	19(6.60%)	26(9.03%)	95(32.99%)	288(100.00%)
비고	J대학(일본)	17(68.00%)	0(0.00%)	7(28.00%)	1(4.00%)	0(0.00%)	25(100.00%)
	K대학(일본)	9(37.50%)	8(33.33%)	5(20.83%)	0(0.00%)	2(8.33%)	24(100.00%)

Table 9 국외 화공생명공학과·화학생물공학과 교육과정 편성 현황

학교 및 학과명	교과	화학공학 전통 교과 편성 학기											
		물질 및 에너지 수지 (화공양론)	열역학	운동량 전달 (유체역학)	열 전달 (단위조작1)	물질전달 (단위조작2)	이동 현상	반응 공학	분리공정	공정시스템공학		석유 화학	생물 화학공학*
										공정설계	공정제어		
미국 F대학 화학생물공학과	2-1	2-2, 3-1	3-1, 3-2			4-1	4-1	4-2	3-2	-	-		
미국 G대학 화학생물공학과	2-1	2-2	3-1	3-2		-	4-1	3-2	4-1	4-2	-	-	
미국 H대학 화학생물공학과	2-1	2-2, 3-1	3-1, 3-2			3-2	3-2	4-2	4-1	-	-		
아일랜드 I대학 화학·생체과정공학과	1-1	2-1, 3-1	3-2, 4-1	3-1		2-2	3-1	4-1	4-1	4-1	-	-	
일본 J대학 응용화학, 화학공학 생물공학과	○	-	○ (2개 과목 편성)			○	○ (2개 과목 편성)		○	○	-	○ (2개 과목 편성)	
일본 K대학 화공생명공학과	2-1	3-2	3-1	-	3-1	-	2-2, 3-1	3-2	3-2	3-1	-	3-1, 3-2(2개 과목 편성), 4-1	

학교 및 학과명	교과	화학공학 전통 교과 외 교과와 과목 수			
		MSC 교과 (국내 기준)	화학공학 기타 교과	재료 분야 타 전공학과의 중복 교과	非재료 분야 타 전공학과의 중복 교과
미국 F대학 화학생물공학과	미적분학 등 11개 과목	공학개론 등 5개 과목	재료학 등 1개 과목	분석화학 등 2개 과목	
미국 G대학 화학생물공학과	미적분학 등 14개 과목	화학공학개론 등 4개 과목	-	-	
미국 H대학 화학생물공학과	미적분학 등 12개 과목	화공실험, 화공에서 컴퓨터를 이용한 방법, 컴퓨터 응용화학공학 등 8개 과목	-	-	
아일랜드 I대학 화학·생체과정공학과	미적분학개론, 컴퓨터개론 등 11개 과목	설계와 창의성, 화학 & 생체과정공학의 컴퓨터를 이용한 방법 등 10개 과목	설계와 재료 등 1개 과목	전기전자공학 등 3개 과목	
일본 J대학 응용화학, 화학공학 생물공학과	기초물리화학 등 2개 과목	기초공정공학 등 10개 과목	-	고체화학 등 9개 과목	홈페이지에 편성 학기 미제시
일본 K대학 화학공정 생명공학과	화공수학, 정보처리개론 등 11개 과목	공업윤리, 화공 정보처리연습 등 9개 과목	금속재료 등 8개 과목	기계공학개론 등 7개 과목	

* 교육과정에 교직과목, 자유 주제를 통한 특강, 세미나, 연구 관련 과목을 제외하며, 별(*)표시는 기준학과 화공생명공학, 화학생물공학과와의 인증기준 교과를 의미함

하기에 한계가 있고, 이는 담당교수가 모두 상이한 상황에서 교육과정의 계속성과 연계성, 그리고 종합성 원리를 고려하기 어려운 한계점으로 작용될 수 있다.

나. 화공생명공학과·화학생물공학과 기준학과의 교육과정 분석

국외 화공생명공학과 및 화학생물공학과 기준학과의 교육과정 편성 현황을 Table 9에 나타내었으며, 분석 결과는 다음과 같다.

첫째, 미국, 아일랜드, 일본 대학에서 화학공학 전통 교과를 모두 편성하였다. 이동현상 관련 교과는 ‘이동현상’으로 편성하거나 이를 분리하여 ‘열전달’, ‘물질전달’ 및 ‘운동량전달’로 편성하고 있어 교과차이만 있는 것으로 나타났다. ‘공정시스템공학’은 ‘공정설계’와 ‘공정제어’를 분리하여 운영되는 특징을 보였고, ‘물질 및 에너지수지(화공양론)’는 ‘화공개론’, ‘화공공정입문’, ‘기초화학공학’이라는 다양한 교과명으로 편성되었다.

둘째, 미국 대학은 화학생물공학 관련 학과이지만 ‘생명화학공학’ 교과를 편성하지 않고 화학공학 전통 교과와 기타 교과 위주로 편성되어 전통적인 화학공학의 교과 특성을 그대로 유지하고 있었다. 반면 아일랜드 I대학에서 ‘화학·생체과정공학설계’, ‘화학·생체과정공학 계측’, ‘화학·생체과정공학 공정’ 등의 학과 특성(화학·생체과정공학과)에 따른 관련 교과를 다수 편성하고 있었다. 일본 J대학에서도 학과명에 관련된 교과 위주로 교육과정이 편성되어 있었으나, 일본 K대학에서는 화학공학 전공 교과 및 기타 교과 외에 재료공학 등 타 전공학과의 중복 교과도 상당수 편성하여 국내 교육과정과 매우 유사한 특성을 보였다.

셋째, 6개 대학 중 1개 대학을 제외하고 재료공학 교과는 최소한으로 편성하고 있었다. 6개 대학 중 3개 대학에서 재료공학 과목을 편성하지 않았고, 2개 대학에서 ‘재료학’, ‘설계와 재료’ 등의 기초 재료공학 교과를 편성하였다. 반면, 일본 K대학에서 ‘금속재료’, ‘에너지재료공학’, ‘재료과학공학 개론 및 실험’ 등 응용재료공학 관련 교과를 편성하였다. 교수 전공 및 연구 분야를 조사한 결과, 일본 K대학은 6개 대학의 재료공학 전공자가 평균 12.01%보다 높은 20.83%를 차지하였다. 이는 일본 K대학이 화학공정생명공학 코스가 재료과학공학과와의 3개 코스 중의 하나로 운영되기 때문에 재료공학 관련 교과가 많이 편성된 것으로 분석되었다.

IV. 결 론

국내·외 화학공학 유관학과의 교육과정을 분석한 결과에 따른 결론은 다음과 같다.

첫째, 미국과 유럽 교육과정은 화학공학 분야에서 정통적인 교육내용을 다루기 위한 전통 교과와 전통 교과를 보다 깊게 이해하기 위한 기타 교과를 위주로 편성하고 있으며, 교수진 역시 같은 맥락으로 구성되어 있는 것으로 나타났다(Table 8 참조). 이는 미국과 유럽 대학의 화학공학 유관학과의 전통적인 화학공학 엔지니어 양성에 목표를 두고 있음을 알 수 있다. 예를 들면, 미국은 ‘화학공학과’ 기준학과 또는 ‘화학생물공학과,

화학·생체과정공학과’ 기준학과와 구분 없이 화학공학 관련 교과를 위주로 교육과정을 편성하며, 영국, 스웨덴, 아일랜드 유럽은 화학공학 관련 교과를 중시하되 기준학과에 따라 화학공학과 함께 바이오를 접목한 화학공학 관련 교과를 위주로 교육과정을 편성하였다.

둘째, 국내 대학은 MSC 교과 또는 화공 기타 교과에서 일반적인 컴퓨터 개론과 프로그래밍 언어를 편성한 반면 국외 대학은 화학공학에서 활용되는 컴퓨터 기술을 연계한 교과로 편성하는 경향이 두드러지게 나타났다(Table 4, 6, 7, 9 참조).

셋째, 일본 대학은 재료공학 등 타 전공과 중복되는 관련 교과를 미국, 유럽의 대학에 비하여 상대적으로 다수 편성하였으며, ‘환경공학’, ‘고분자화학’, ‘전기화학’ 등 종래의 공업화학 관련 교과를 포함한 교과과정으로 운영하고 있었다. 또한 일본 대학 교육과정은 교수진의 전공과도 연계되어 있는 것으로 나타났다(Table 8 참조), 국내의 화학공학 분야 교육과정과 교수진의 전공 현황과 유사한 것으로 나타났다. 이는 일본 대학이 미국과 유럽 대학에 비해 화학공학 전통 교과를 통한 기본 역량뿐만 아니라 ‘재료공학’ 등 타 전공에 대한 역량도 강조하고 있는 것을 알 수 있었다.

국외 교육과정 분석을 통해 얻은 국내 교육과정에 의미있는 시사점은 다음과 같다.

첫째, 국내 교육과정은 화학공학의 정통적인 엔지니어 양성 과 학문적 정체성을 유지할 수 있는지가 우려된다. 예를 들면, 화학공학 기타 교과를 대폭 축소하고 화공생명 및 화학생물 관련 교과, 나아가 재료공학 등 타 전공과 관련한 교과로 점차 대체되고 있다. 또한 일부 대학에서 타 전공 중복 교과가 화학공학 전통 교과 및 기타 교과보다 많이 편성·운영되는 사례도 있다. 이처럼 국내 대학이 화학공학 관련 교과 이외에 타 전공 교과를 산발적으로 확대 편성하는 것은 교육학적 측면에서 타이러(Tyler)의 교육과정 조직 원리인 계속성(continuity), 계열성(sequence), 통합성(integration)(이종승, 1991)에 위배될 수 있다. 따라서 화학공학의 학문적 정체성을 유지하며 정통적인 엔지니어 양성할 수 있도록 교육과정 개선이 필요하다.

둘째, 화학공학 분야의 공학교육인증제 기준을 통해 교육과정을 분석한 결과, 학위 및 자격의 국제적 통용성 확보에 어려움이 있을 수 있다. 예를 들면, 공학교육인증 프로그램을 운영하고 있는 학과에서 ‘이동현상(운동량전달, 열전달, 물질전달)’, ‘분리공정’ 관련 교과를 편성하지 않거나, 오히려 화공생명공학·화학생물공학과 기준학과의 인증교과인 ‘생물화학공학’을 편성하고 있었다. 또한, 화학공학과명과 교육과정의 부합성이 미흡할 정도로 바이오 관련 교과를 높은 비율로 편성하여 운영

하는 대학도 있었다. 따라서 공학교육의 질 보증과 프로그램의 적절성, 졸업생 자질의 국제적 동등성을 확보하기 위해서 화학공학과와 정통성과 핵심 가치를 유지하는 최소한의 교육과정 기준인 공학교육인증제의 인증기준 범위 내에서 화학공학 유관학과 교육과정을 관리하고 운영되도록 개선이 이루어져야 한다.

셋째, 국내 대학이 ‘화학공학과’ 또는 ‘화공생명공학·화학생물공학과’ 기준학과에 요구되는 공학교육 인증기준 이수과목 등 화학공학 분야의 전통 교과를 대부분 편성하고 있다고 분석되었지만, 화학공학 분야의 전통 교과를 수업할 수 있는 전공 교수 인력이 부족한 실정이다. 교수의 전공 및 연구 분야를 조사한 결과, 화학공학 전공자와 재료공학 전공자 수는 대략 5대 5 비율로 나타났다(Table 5 참조). 이로 인해 학문적 다양성을 반영하고자 타 전공과 중복된 교과 개설이 점차 증가되면 학생들의 화학공학 핵심원리에 대한 이해와 관련 능력이 부족해지고 화학공학 신규 엔지니어의 핵심 역량 저하와 화학공학 분야의 정통적인 인력 부족과 같은 심각한 문제가 발생할 것으로 우려된다. 따라서 우리나라 화학공학분야 학과가 학문적 정체성과 앞으로의 교육 방향을 모색하는 토대가 될 수 있도록 화학공학분야의 교육비전을 수립하여 제시할 필요가 있다.

결론적으로 국외 대학의 화학공학 유관학과가 화학공학 분야의 전통 교과 및 공학교육인증 기준교과를 중심으로 교육과정을 운영하며 학문의 정체성을 여전히 유지하고 있는 반면, 국내 대학은 최근 화학공학 산업의 빠른 변화와 연구 동향, 그리고 학과 교수의 세부 전공이나 연구 분야에서 영향을 받아 화학공학이라는 학과명을 변경하거나 혹은 유지하더라도 화학공학학과와 재료공학과 등의 융·복합적 학과 체제로 교육과정도 변화하고 있다. 이로 인해 국내 대학 화학공학과의 정체성에 대한 논의가 매우 필요한 시점이다.

국내 대학 화학공학과의 정체성과 새로운 교육방향을 모색하기 위해서는 학과 목표 및 교육 목적을 살펴봄으로써 다각도로 비교 분석하는 후속 연구가 이어져야 한다. 또한 화학공학과가 정통적으로 유지해야 할 학문적 가치와 사명, 그리고 교육 목적과 교육 목표 등의 교육비전을 수립하는 후속 연구가 이루어져야 한다.

이 논문은 한국화학공학회 연구 지원을 받아 수행된 「화공분야 교육비전 정책 제시 연구」 결과 중 일부를 발췌하여 작성한 것임

참고문헌

1. 서양근, 이영우 외(2014). **효과적인 공학교육을 위한 이수체계 연구(화공분야)**. 한국공학교육인증원.
2. 이종승(1991). Tyler 교육과정과 수업의 원리. 교육과학사.
3. 한국공학교육인증원(2015). **공학교육인증기준 2015(KEC2015)**.
4. 한국산업진흥원(2015). TOPEC, 공학실무역량평가제도 도입-국내의 사례를 중심으로.
5. 강원대학교 화학공학과. chemeng.kangwon.ac.kr/. 2017년 6월 19일 검색.
6. 경북대학교 화학공학과. chemeng.knu.ac.kr/. 2017년 6월 19일 검색.
7. 경상대학교 화학공학과. http://chemeng.gnu.ac.kr/chemeng/main.do. 2017년 6월 19일 검색.
8. 고려대학교 화공생명학과. https://cbe.korea.ac.kr/. 2017년 6월 19일 검색.
9. 부산대학교 화공생명공학부. http://chemeng.pusan.ac.kr/. 2017년 6월 19일 검색.
10. 서울대학교 화학생물공학부. http://cbe.snu.ac.kr/. 2017년 6월 19일 검색.
11. 연세대학교 화공·생명공학과. chemeng.yonsei.ac.kr/. 2017년 6월 19일 검색.
12. 전남대학교 응용화학공학부. http://ace.jnu.ac.kr/. 2017년 6월 19일 검색.
13. 전북대학교 화학공학부. https://che.jbnu.ac.kr/. 2017년 6월 19일 검색.
14. 제주대학교 생명화학공학과. http://chemeng.jejunu.ac.kr/. 2017년 6월 19일 검색.
15. 충남대학교 응용화학공학과. http://ceac.cnu.ac.kr/. 2017년 6월 19일 검색.
16. 충북대학교 화학공학과. http://cheme.cbnu.ac.kr/. 2017년 6월 19일 검색.
17. KTH Royal Institute of Technology, Chemical Engineering. https://www.kth.se/student/kurser/program/TIKED/20172/arskurs1?l=en. Search that on June 20, 2017.
18. Kyushu University, Chemical Engineering. http://www.chem-eng.kyushu-u.ac.jp/e/index.html. Search that on June 20, 2017.
19. Louisiana State University, Chemical Engineering. http://www.lsu.edu/eng/che/academics/undergraduate/curriculum.php. Search that on June 20, 2017.
20. Osaka University, Chemical Science and Engineering. http://www.es.osaka-u.ac.jp/en/department/school/che.html#che2. Search that on June 20, 2017.
21. Tohoku University, Applied Chemistry, Chemical

- Engineering and Biomolecular Engineering. <http://www.che.tohoku.ac.jp/english/edu/>. Search that on June 20, 2017.
22. University College Dublin, Chemical and Bioprocess Engineering. <http://www.ucd.ie/chembioeng/study/currentstudents/>. Search that on June 20, 2017.
23. University of Aberdeen, Chemical Engineering. <https://www.abdn.ac.uk/study/undergraduate/degree-programmes/518/H813/chemical-engineering/>. Search that on June 20, 2017.
24. University of Notre Dame, Chemical and Biomolecular Engineering. <http://cbe.nd.edu/undergraduate-program/undergraduate-curricula>. Search that on June 20, 2017.
25. University of Pennsylvania, Chemical and Biomolecular Engineering. <http://www.cbe.seas.upenn.edu/current-students/undergraduates/index.php>. Search that on June 20, 2017.
26. University of Texas-Austin, Chemical Engineering. <http://www.engr.utexas.edu/attachments/CHE16-18-SAC.pdf>. Search that on June 20, 2017.
27. Washington Accord. <http://www.ieagrements.org/about-us/key-documents/>. Search that on June 19, 2017.



황주영 (Hwang, Ju-young)

2011년: 충남대 대학원 공업교육학 석사
 2016년: 동 대학원 공업교육학 박사
 2015년~2017년: 동 교육대학원 초빙교수
 관심분야: 공학교육, 공학인증, 교육과정
 E-mail: juyoung@cnu.ac.kr



이규녀 (Lee, Kyu-nyo)

2002년: 충남대 대학원 컴퓨터과학교육학 석사
 2010년: 동 대학원 공업교육학 박사
 2011년~현재: 동 교육대학원 초빙부교수
 관심분야: 공학교육, 공학인증, 직업교육
 E-mail: knlee@cnu.ac.kr



이광복 (Yi, Kwang-bok)

1997년: 충남대 화공과 학사
 2000년: 동 대학원 화공과 석사
 2004년: 미국 Louisiana주립대 화공과 박사
 2010년~현재: 충남대 화학공학교육과 교수
 관심분야: 공학인증, 공학프로그램
 E-mail: cosy32@cnu.ac.kr



한수경 (Han, Su-kyoung)

2000년: 충남대 원예학과 학사(교직)
 2003년: 동 대학원 농학석사
 2004년~현재: 동 화학공학교육과 조교
 관심분야: 공학교육, 공학인증, 농학교육
 E-mail: hskok@cnu.ac.kr



이영우 (Rhee, Young-woo)

1979년: 서울대 화공과 학사
 1981년: KAIST 화공과 석사
 1989년: 미국 Auburn대 화공과 박사
 1995년~현재: 충남대 화공과 교수
 관심분야: 공학인증, 공학설계
 E-mail: ywrhee@cnu.ac.kr