

工業化學科의 특성과 당면 과제

李 在 義

(亞洲大 工業化學科)

1. 머리말

20세기 후반에 들어 오면서 인류는 매우 빠르게 변천하는 技術社會에서 생활하게 되었다. 이러한 변화에 기여한 것들이 많지만 그 중에서도 電子工業의 發展에 의거한 情報産業의 발전이 두드러진다. 그 결과 전통적인 産業構造에도 일대 변혁이 일어나 두 가지 이상의 공업 분야가 接木된 것이 새로운 산업 분야로 각광을 받기 시작하였다. 우리나라도 예외는 아니어서 '70년대 후반 이후 공업 발전이 크게 이루어져서 많은 분야에서 중진국 대열에 서게 되었다.

그러나 아직도 우리의 기술 수준은 先進國의 기술 제공에 크게 의존하여야 할 정도로 낮은 분야가 많으며 기술 자립을 목표로 하는 공학교육의 중요성은 아무리 강조하여도 부족할 뿐이다.

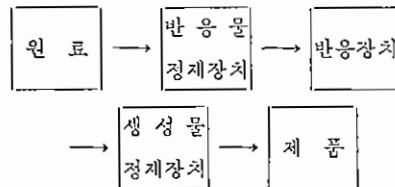
그 중에서도 化學工業은 우리나라 공업 발전 과정에서 중추적인 역할을 하였을 뿐 아니라 이러한 화학공업계에 참여하는 人力들은 그동안 化學工學科와 化學科에서 교육 받은 최고 수준의 졸업생들이었다. 그러나 최근에 와서 화학공업에 대한 이해가 잘못되어서인지 화학공학과와의 인기가 점차 하락하여 공과대학 안에서 중하위권에 머무르고 있다. 게다가 공업화학과는 아직도 인식이 잘 되지 않아 많은 사람들이 혼동을

하고 있거나, 화학공학과에서 불필요하게 分科된 것으로 여기고 있는 상태이다.

이러한 오해는 화학공학과, 화학과 및 공업화학과의 특징과 내용을 잘 이해하지 못하는 과정에서 생긴 것으로 이제 이들 학과 사이의 특성들을 비교하고 이들 학과 졸업생의 취업 분야 및 업무를 알아 보면 어느 정도 구별할 수 있을 것이다.

2. 化學工學科와 工業化學科 및 化學科의 비교

일반적으로 화학공장의 공정 흐름도를 그려 보면 아래와 같이 나타낼 수 있을 것이다.



화학공학 기사는 위 흐름도의 각 공정 및 전체 공정의 기술 내용과 장치에 대한 지식을 가지고 있어, 최적 운전 조건을 알고 있고, 새로운 장치의 개발이나 설계 및 운전 조작을 가능

하게 한다. 사용하는 가장 중요한 도구로는 단위 조각이 있고, 기초 공학 과목으로 화공열역학, 반응공학이 있다. 공정 분석 및 설계, 공장 설계 등의 과목 이수를 통하여 거시적인 안목도 키우도록 敎育 받았다. 특히 취급 대상이 화학 반응이었으므로 物理化學, 有機化學 같은 化學 知識과 工業化學, 高分子 등의 工業化學 知識도 습득하도록 되어 있다.

化學者는 純粹科學의 전공자로서 주 관심 대상이 어떻게 응용되는가에 상관하지 않으면서 合成化學, 分析化學 및 理論化學을 공부하게 되며, 연구 분야도 경제성과는 거리가 먼 상태에 있다.

공업화학 기사는 앞의 흐름도에서 특히 化學反應工程에 중점을 두어 가장 경제적이고 효과적인 반응 조건을 찾도록 하며, 제품의 물성 및 용도와의 관계도 중점적으로 취급한다. 따라서 화학 지식을 체계적으로 획득하면서 공업적인 생산을 열두에 둔 경제성에 관한 면도 고려하도록 敎育 받고 있다.

즉, 化學工學이 공장 전체를 대상으로 삼는다면 工業化學은 反應單位工程 자체를 대상으로 삼으며, 化學科와의 차이는 經濟性 고려가 가장 크다고 할 수 있다. 다시 말하면 化學工學이 工程工學 分野로 computer simulation 등을 통한 계산 실험이 많은 데 비해, 工業化學은 應用化學 分野로 실험을 통한 product-oriented 분야라고 할 수 있겠다.

물론 化學工學 전공자 중에는 화학 반응에 관심을 두어 화학 공부를 많이 한 사람도 있을 수 있을 것이며 이러한 사람은 최근 전통적인 化學工業 分野 이외의 生命工學 및 材料工學 分野에 쉽게 적응할 수 있겠으며 工業化學을 전공하는 사람이라 할 수 있겠다.

이제 우리나라에서 대표적인 大學 중의 하나인 서울大 化學工學科와 工業化學科의 1986년도 교과과정을 비교하여 위에서 언급한 특성을 확인해 보자.

전반적으로 크게 차이 나는 것은 化學工業科에서는 化工熱力學, 反應工學, 化工數學, 粉體工學, 分離工程, 工程制御, 移動現象, 工程解析 및 設計, 化工裝置設計 등의 工學 科目을 더 가르친다. 工業化學科는 이들 과목 대신 工業分析

化學, 無機化學, 高分子化學, 電氣化學, 無機材料化學, 有機材料 無機工業化學工程, 有機合成, 重合反應 등의 化學 科目 및 單位工程化學 科目을 化學工學科에 비하여 더 가르쳐 工業化學科는 깊은 化學 知識을 습득하고 응용성을 강화한 卒業生을 배출하려 함을 볼 수 있다.

3. 變化하는 시기에서의 化學工學의 戰略

Amundson 보고서에 따르면 化學工學 技士에게는 전통적인 분야 이외의 새로운 활동 무대가 널리 열려져 있으며, 대학교육에서는 그것들을 미리 준비할 필요가 있다고 하였다. 활동 무대를 보면 다음과 같다.

- ① 과학 발전에 따른 신기술 산업
 - Biotechnology
 - 전자재료, 광학재료, 기록용 재료와 설비
 - 신소재
- ② 전통 기술의 재음미
 - 에너지
 - 原料
- ③ 안전 및 환경 보호
- ④ 새로운 과학 및 개념
 - 컴퓨터, 인공 지능
 - 表面 및 界面

이들 분야에서 화공 기사들이 중요한 역할을 담당하려면 化學工學 기초를 튼튼히 하고 이들 새 분야에 익숙하여야 한다. 따라서 어떻게 이것들을 학생들에게 가르치느냐가 매우 중요하다.

한 가지 方法으로는 전통적인 化學工學 敎科課程 중 일부를 없애고 새로운 기술 분야에 관한 교과목을 신설하는 것이다. 그러나 새로운 기술 분야에서도 화학공학 원리는 필요하고 또한 이들 특별한 교과과정을 가르칠 교수와 적당한 교과서를 선택할 수 없으므로 이러한 방법은 적절한 방법이 되지 못한다.

다른 한 가지는 학위 과정과 기간을 검토하여 지금까지 실험 대학 제도에서 권장했던 부전공 제도가 아닌 5년제 복수 학위 과정의 활용이 제안되고 있다. 그러나 다른 경쟁 분야와 비교해서 1년을 더 공부하였다 하더라도 더 나은 미

태가 보장되지 않는다면 이러한 프로그램은 學生들의 흥미를 끌지 못하여 실패하게 될 것이다. 그러나 점차 전통 산업체에서는 senior engineer가 감소하고 새로이 발전하는 분야에서는 전문 지식인이 부족하여 대학 졸업생을 현장에 적응시키는 과정의 교육이 불가능하거나 시간 및 비용 부담이 너무 크게 되는 상황이므로 앞으로는 5년제 복수 학위 과정에서 충실히 교육 받은 졸업생이 환영 받을 수 있을 것이다. 즉 점차 4년제 BS 엔지니어에 대한 환상을 벗어나 할 것이며 미리 대비하는 것도 밝은 미래를 보장 받는 한 가지 방법이 될 것이다.

또 다른 한 가지는 기존 敎科課程에서 취급하는 예제들을 바꾸어 새로운 분야의 문제들을 개발하여 포함시키는 것이다. 이들 분야는 Biochemical 또는 Biomedical Engineering 분야, 安全管理分野, 新素材工程電子 및 光學材料, 分離技術分野 등이며 현재 많은 성과가 얻어지고 있다.

예를 들면 新素材工程에서도 微細粒子 製造技術이라든지 'sol-gel' 工程 같은 化學知識이 필요한 분야에서의 문제 해결에는 材料工學者의 역할만으로는 불충분하고 화공학자의 기여가 실제 생산에서 발생할 수 있는 문제점을 해결하는 데 매우 클 것이다. 또한 高分子 分離膜 技術 發展에 있어서는 그 제조와 응용에 여러 분야의 전문가가 공동으로 참여하여 커다란 成果를 얻었다. 電氣化學 工程에 있어서도 荷電 粒子의 作用이라는 점만 제외하면 전통적인 化學工學 지식이 유용하다. 또 반도체 제조에서의 結晶成長 및 結晶缺陷 등도 중요한 化學工程이며 기타 CVD 등에 의해 새로운 재료의 제조 및 개질 등이 이루어지고 있는데 이것들도 化學工程이다.

이상 살펴 본 바에 의하면 당분간 化學工學 교과과정은 변화가 크지 않으나 운영 방법에 의해 새로운 활기를 얻을 것이 예상된다.

4. 工業化學科 卒業生의 준비 자세

工業化學科 졸업생은 化學科 졸업생과 산업체 현장에서 경쟁이 심할 것이 예상되므로 이들이 담당할 업무 내용을 검토하고 거기에 대응한 준

비를 학교 교육을 통하여 성취하여야 한다.

① 연구 개발

새로운 상품 개발, 현재 상품의 새 용도 개발, 새로운 공정 개발 및 개선 등이 주업무이다. 대개 Ph. D.가 연구 책임자가 되며 많은 BS들이 참여한다. 기업에서는 경험이 축적된 이들이 더 오래 머물기를 원한다.

② 분석 업무

생산품 검사와 신제품의 검사 방법 개발이 주업무이다. 이들 업무는 정밀성과 정확성이 요구된다.

③ 품질 관리

원재료 및 최종 제품 검사를 통하여 품질 보증을 한다.

④ 공정화학자

화공 기술자와 더불어 현장에서 생산 업무에 종사한다. 이들은 현장에서 생길 수 있는 化學的인 問題에 있어 엔지니어를 도와 신속히 해결할 수 있어야 한다.

⑤ 판매

화학 제품의 판매에 있어 많은 화학 지식으로 고객에게 비교 설명할 때 신뢰감을 줄 수 있다.

⑥ 고객 서어비스

⑦ 마케팅

⑧ 구매

⑨ 관리직

⑩ 환경 오염 처리

⑪ 특허 관리—특허 분쟁 방지

따라서 다음과 같은 준비를 시키는 課程이 자연스럽게 이루어지도록 한다.

① 학교 분위기에서 기업 분위기로 쉽게 바뀐다.

② 化學工業界의 실세계에서 졸업생들을 기다리는 기회와 도전에 대응하게 만든다.

③ 산업체 분위기에 적응하는 데 걸리는 'induction period'를 단축시킨다.

④ 젊은 기술자의 innovation thinking 수준을 향상시킨다.

⑤ 미래 화학공업 분야 사업가로서의 인식을 미리 깨우치게 한다.

⑥ 현재의 값싼 일반 제품 생산에서 소품종, 고가의 특수정밀 화학 제품으로의 생산 추세에

(표 1) Michigan Tech Univ.의 工業化學 교과과정

	First Year		Second Year		Third Year		Fourth Year	
	Fall	Spring	Fall	Spring	Fall	Spring	Fall	Spring
CH101 General Chemistry I	4		CH218 Organic Chemistry	3	CH311 Physical Chemistry I	3	CH431 Inorganic Chemistry I	3
CH111 General Chem. Laboratory I	1		CH224 Organic Chem. Laboratory I	1	CH314 Physical Chem. Laboratory I	2	PH311 Nuclear Physics	3
CH110 Orientation/Safety	1		CH200 Intro. to Quantitative Anal.	3	CM300 Process Evaluation & Design	3	CM411 Heavy Inorganic Chemicals	3
HU101 Freshman English I	3		CH204 Quantitative Analysis Lab.	2	Additional coursework	9	HU/SS elective	3
MA 150 Calculus and Analytic Geometry I	5		MA250 Calculus and Analytic Geom. II	5	Total	17	CH441 Chemistry Seminar	1
Social Sciences elective	3		CM204 Fund. of Chem. Engineering I	3			Additional coursework	3
Physical Education	1		Physical Education	1			Total	16
Total	18		Total	18			CH441 Chemistry Seminar	1
							Additional coursework	3
							Total	16
CH102 General Chemistry	4		CH219 Organic Chemistry II	3	CH312 Physical Chemistry II	3	CH432 Inorganic Chemistry	3
CH112 General Chem. Laboratory II	1		CH225 Organic Chem. Laboratory II	1	CH315 Physical Chem. Laboratory II	2	CM412 Industrial Organic Chemistry	3
HU102 Freshman English II	3		MA310 Differential Equations I	3	CH300 Advanced Quantitative Analysis	5	HU/SS elective	3
MA151 Calculus and Analytic Geom. II	5		PH204 Physics for Engineers I	5	Additional coursework	6	Additional coursework	6
Social Sciences elective	3		CM205 Fund. of Chem. Engineering II	3	Total	16	Total	15
Physical Education	1		Physical Education	1				
Total	17		Total	16				
CH103 General Chemistry III	4		CH220 Organic Chemistry II	3	CH313 Physical Chemistry III	3	CH433 Inorganic Chemistry III	3
CH113 General Chem. Laboratory III	1		CH226 Organic Chem. Laboratory III	1	CH316 Physical Chem. Laboratory III	2	CM413 Industrial Analytical Chemistry	3
HU103 Freshman English III	3		CH227 Organic Chem. Laboratory IV	1	CH421 Instrumental Analysis	6	HU/SS elective	3
MA152 Calculus and Analytic Geom. III	5		CS110 Basic Fortran	2	Additional coursework	6	Additional coursework	6
SS230 American Gover. & Politics	4		CM207 Intro. to Unit Operations	3	Total	17	Total	15
Physical Education	1		PH205 Physics for Engineers II	5				
Total	18		Physical Education	1				
			Total	16				

Credits to graduate : 199

〈표 2〉 분야별 전공 선택 과목

	Required		Option	
	Course Number and Name	Credits	Course Number and Name	Credits
Biotechnology ^a	CH215 Cell Biochemistry	5	CH465 Polymer Stability(s)	3
	BL321 Microbiology	4	MY442 Electron Microscopy(f, s)	3
	BL415 Genetics	4	MY531 Plastic Behavior of Material(f)	3
Polymer	CH461 Intro. to Polymer Science 1	3	Organic	
	CH464 Intro. to Polymer Science 2	3		
	CH463 Princ. of Polymer Chemistry	3		
Organic	CH407 Survey of Organic Chemistry	3	CH404 Spectroscopy of Organic Chemistry(f)	4
	CH405 Organic Preparations	3	CH406 Quantitative Organic Analysis(s)	4
	CH480 Designing Organic Syntheses	3	CH408 Separation and Identification of Organic Compounds(w)	4
Analytical/ Environmental	CH404 Spectroscopy of Organic Compounds	4	CH215 Cell Biochemistry(f, s)	5
	CH408 Separ. and Ident. of Organic Comps.	4	CH501 Advanced Organic Chemistry I (f)	3
	CH406 Quantitative Organic Analysis	4	CH502 Advanced Organic Chemistry II (w)	3
Elective Option Courses(for a given option choose three)			CH503 Advanced Organic Chemistry III (s)	3
Biotechnology	BL417 Techniques in Genetics(w)	2	CH415 Heterogeneous Catalysis(f)	3
	BL419 Radioisotope Techniques in the Biological Sciences(s)		CH416 Homogeneous Catalysis(s)	3
	BL441 Biochemical Techniques(w)	4	CH400 Special Problem in Chemistry	variable
	CH518 Enzyme Biochemistry(w)	2	CE351 Intro. to Environmental Engrg. (f, w, s)	4
	CH400 Special Problem in Chemistry	3	CE452 Examination of Water and Wastewater(s)	4
		variable	CE453 Environmental Impact and Protection(f)	3
Polymer	CH409 Colloids and Surface Chemistry(s)	3	CM470 Advanced Unit Operations(s)	3
	CH416 Homogeneous Catalysis(s)	3	CH400 Special Problem in Chemistry	variable
	CH415 Heterogeneous Catalysis(f)	3	CH551 Physical and Chemical Methods of Separation(f)	3
	CH400 Special Problem in Chemistry	variable	CH552 Electrochemistry(w)	4
	CH471 Macromolecular Biochemistry I (w)	3	BL421 Sanitary Bacteriology(w)	4
	CH472 Macromolecular Biochemistry II (s)	3	vBL470 Effects of Stress on Aquatic Ecosystems(s)	4
	CM480 Polymer Rheology(f)	3		
	CH464 Polymer Synthesis(w)	3		

^a BL104 General Biology(4 credits) is a prerequisite for advanced bio-science courses.

^b Requires permission of instructor if BL405 has not been taken.

적응할 수 있게 한다.

⑦ 화공 기사와의 대화를 통하여 상승 효과가 어떻게 작용하는지 알게 한다.

⑧ 미래의 대학 교수에게 공업 화학의 위치를 깨우치게 한다.

⑨ 미래의 학생들을 가르칠 교사가 기업을 알고 과학을 아는 사람이 되게 한다.

⑩ 현재 세계적인 技術 移轉과 協力이 이루어지고 있으므로 국제 사회에서 화학 기술자의 자세 확립이 필요함을 인식시킨다.

5. 美國에서 시도되는 工業化學 敎科 課程

현재 미국 Michigan Technological University에서 시험 시행중인 공업화학 교과과정을 살펴 보면 현재 우리나라의 공업화학 교과과정과 유사하며, 단지 교과과정 운영에 있어서 우리보다 훨씬 柔軟性에 있어 학생들에게 선택의 폭이 넓게 주어지는 것을 볼 수 있다. 특히 화학 과목의 이수에는 화학과 학생에 못하지 않으므로 대학원에서 화학을 전공하여도 좋고, 잘 계획된 工業化學 프로그램을 전공할 수도 있다.

〈표 3〉 亞洲大 工業化學科 교과과정
(2학년)

구 분	과 목 명	과 목 번호 CODE NO.	1 학 기		2 학 기	
			학 점	시 간	학 점	시 간
교 양 필 수	교 련 Ⅱ 전 방 부 대 교 육	RR 205,206	1	2	1	2
		RR 210	1		(1)	
교 양 필 수 선 택	인 문 계 과 목 영 어 Ⅱ	RR 104	3	3		
			2	2	2	2
기 초 과 학	공 업 수 학 I, Ⅱ	SS 201,202	3	3	3	3
전 공 필 수	유 기 화 학 I, Ⅱ 물 리 화 학 I, Ⅱ 화 공 양 론 물 리 화 학 실 험 유 기 화 학 실 험 무 기 화 학	AL 201,202	3	3	3	3
		AL 203,204	3	3	3	3
		AL 205	3	3		
		AL 206	(2)	(4)	2	4
		AL 207	2	4		
전 공 선 택	물 리 화 학 Ⅲ	AL 208			3	3
		AL 252			3	3

6. 앞으로의 展望

이상 간단히 살펴 본 바에 의하면 화학공학과는 당분간 기존 교과과정 안에서의 변화를 예상할 수 있으며, 化學工業 분야 이외의 化學工程을 포함하는 타산업 분야에의 진출에는 아직도 대응 자세가 미약하다고 볼 수 있다. 그러므로 化學工程 知識의 획득과 응용에 관하여 강조하는 工業化學科의 활동 무대는 무한히 넓으며 또한 주의할 점도 많다고 하겠다. 너무 純粹科學的인 면을 강조하여 교육할 때 얻어지는 비타협성·비경제성을 극복하고 또한 百科事典式·概論式의 나열에 의한 敎育이 갖는 깊이 없는 지식 전달을 止揚하여야 하겠다.

따라서 본인이 근무하는 亞洲大 工業化學科의 교육 목표는 현존 化學工業 분야만이 아니고 재료 및 정밀 화학 업계에 바로 적용되는 Engineering Scientist의 양성으로 두어 〈표 3〉에서 보는 것과 같은 敎科課程을 설정하였다.

기존 화학공학과 교과과정과의 차이는 필수 과목 3과목과 실험 내용의 변경, 선택 과목의 폭을 확대한 것에 불과하나 화학 반응을 체계적으로 이해할 수 있게 교과목이 구성되어 특성 있는 工業化學科 졸업생을 배출할 것이 기대된다.

< 3 학년 >

구 분	과 목 명	과 목 번 호 CODE NO.	1 학 기		2 학 기	
			학 점	시 간	학 점	시 간
교 양 필 수	국 민 윤 리 I, II 국 사	RR 117, 118	2	2	2	2
		RR 120	3	3		
교양필수·선택	사 회 계 과 목				3	3
전 공 필 수	고 분 자 화 학 I, II 유 기 화 학 III 유 기 단 위 공 정 유 기 합 성 실 험 고 분 자 합 성 실 험 단 위 조 작 I, II	AL 301, 302	3	3	3	3
		AL 303	3	3		
		AL 304			3	3
		AL 305	2	4		
		AL 306			2	4
		AL 307, 308	3	3	3	3
전 공 선 택	무 기 제 료 과 학 표 먼 밧 고 절 화 학 유 기 금 속 화 학 화 학 반 응 기 구 론	AL 301	2	2		
		AL 352			3	3
		AL 353	3	3		
		AL 354			3	3

< 4 학년 >

전 공 선 택	운 강 I, II 축 매 공 학 공 업 축 매 기 기 분 석 공 업 화 학 실 험 기 기 분 석 실 험 공 업 화 학 특 강 I, II 고 분 자 물 리 화 학 무 기 공 업 화 학 고 분 자 가 공 학 유 기 합 성 화 학 생 화 학 I, II 실 험 계 획 번	AL 451, 452	1	2	1	2
		AL 453	3	3		
		AL 454			3	3
		AL 455	3	3		
		AL 461	2	4		
		AL 462			2	4
		AL 463, 464	3	3	3	3
		AL 471	3	3		
		AL 473	3	3		
		AL 472			3	3
		AL 474			3	3
		AL 475, 476	3	3	3	3
		AE 054			3	3

경제적인 안목을 가지고 응용성이 있으며 자
연과학적인 탐구 자세로 공업계에 참여하는 줄

업생을 배출하도록 工業化學科를 운영할 것이며
그 결과가 기대되고 있다. *