

化學工業의 發達과 化學工學科 教育

李 熙 哲
(仁荷大 化工學科 教授)

I

化學工業과 他工業과의 차이점은 化學工業은 製造工業의 하나이나 製品을 제조하는 工程에서 化學變化가 수반되는 점이다. 化學工業에 속하는 것을 그 原料에 따라 그 種類를 분류하여 보면 대체로 다음과 같다. 大氣를 이용하는 工業(窒素肥料, 窒酸 등), 地下資源을 이용하는 工業(石油化學, 石炭化學, 金屬製鍊, 窯業 등), 生物資源을 이용하는 工業(펄프, 製紙, 고무, 食品, 醱酵, 油脂, 피혁 등), 海洋資源을 이용하는 工業(海水化學, 油脂 등), 合成化學(無機藥品, 有機藥品 등)을 들 수 있다. 이렇게 보면 商品으로 가치가 있는 모든 有機·無機物質을 총망라한 것이 된다.

이런 각종 製品을 생산하는 데는 그 하나 하나가 제각기 다른 化學技術에 의해 이루어지고 있다. 그러므로 그 製品生産에는 각종 專門人이 필요하게 된다.

이러한 化學技術을 체계화하고 연구하는 學問을 廣意의 化學工學(chemical technology, chemical engineering)이라고 할 수 있다. 이 학문을 취급하고 있는 학과는 化學工學科, 高分子工學科, 窯業工學科, 石油化學工學科, 金屬工學科, 環境工學科 등 여러 학과에서 基礎科學과 더불어

어 각 과 나름대로의 깊이 있고 實用性 있는 教科課程을 마련하고 학문의 研究와 教育을 실시하고 있다. 이런 教科課程을 이수하고 나온 사람들 중의 일부는 보다 높은 學問研究를 위해 大學院에 진학을 하며, 대부분의 卒業生들은 자기가 선택한 工場으로 진출한다. 新入社員들은 그 現場에서 일련의 實務教育을 받은 후 化工技術者(chemical engineer)로서 化學기술에 종사하고 있는 것이 우리의 실정이다.

그러므로 工科大學의 각 과가 그렇듯이 化工系列의 각 과도 學問을 탐구하는 한편 化工技術者를 양성해 내는 任務를 지고 있는 것이다.

II

化學工業과 化工技術者 養成에 대하여 보다 자세히 옛적으로부터 변천해 내려온 것을 중심으로 잠시 돌이켜 보기로 한다.

17세기 초반만 해도 科學에 있어서는 暗黑時代였다. 그 당시 사람들은 모든 物質을 구성하고 있는 成分元素가 흙과 硫黃, 鹽, 水銀 등으로 되어 있다고 생각했었다. 또한 에너지에 대해서도 Georg Ernst Stahl의 熱素論(Phlogiston Theory) 즉 모든 탈 수 있는 物質은 연소할 때 불꽃으로 날아갈 수 있는 成分을 가지고 있다는 說이 신봉되던 때이다. 1774년 Antoine Laurent

Lavoisier가 화학 반응에서 質量保存의 法則을 밝힘으로써 現代科學의 基礎를 구축하였으며 1840년 Joule의 實驗이 古典熱力學의 基礎를 이루었다.

이 때에 化學製品을 만드는 사람은 化學者라고 칭하였다. 그러나 화학제품의 生産을 위해서는 機械裝置가 필요하고 動力이 필요하였다. 그래서 불탄서에서 化學技術者를 양성하기 위해 機械에 대한 지식과 電氣에 대한 지식을 化學과 더불어 교육하고 그 履修者를 工業化學技術師(industrial chemist)라고 불렀다. 그리고 原始的인 것은 하지만 酸·알카리工業을 위시하여 有機合成化學 등 工業이 발달하며 大規模化되어 왔다. 그 당시의 化學工業 主導國은 불탄서, 독일 등이었다. 한편 美國은 그 당시 工業國家가 아니었다. 第1次 世界大戰이 일어난 다음 美國은 필요한 化學製品을 수입할 수 없게 되었다. 필요한 화학제품의 自體生産 供給과 工業國家로의 轉換을 위해 당시 大統領은 重化學工業의 育成을 주장하게 되었다. 이 目標을 달성하기 위해서는 얼마나 많은 化工技術者의 양성이 요청되며 어떤 教育이 필요한가가 검토되었다. 解決方案의 하나로 제안된 것이 工科大学의 教授에게 이 課題를 위임하여 연구케 한 것이다. 이 研究를 위임받은 教授는 M.I.T. 工科大学의 Dr. Little과 Dr. Walker였다.

化學工業의 特徵의 하나는 裝置産業이라는 점이다. 여기에 초점을 맞추어 이 두 教授들은 各化學工場에서 사용하는 裝置의 一覽表를 작성하고 여러 工場에 배부하여 그 工場에서 쓰이고 있는 장치들을 조사하고 분석하였다. 그 結果를 보면 流體의 取扱裝置, 熱交換 또는 熱傳達裝置 그리고 分離裝置, 混合裝置 등으로 大別해 내었다. 대체로 化學工場이란 이와 같은 單位的인 操作을 조합하여 행하여지는 工場이라고 結論을 지었다. 그래서 化學工業에 종사하는 化工技術者는 單位操作(Unit Operation)이라는 學問을 배워야 한다고 생각하게 되었고, 그 내용은 流體流動, 熱傳達, 蒸發工學, 蒸溜工學, 吸收와 抽出, 機械分類 등으로 정하게 되었고 基礎科學과 單位操作 그리고 工業化學 등으로 된 敎科課程을 이수시키는 학과를 化學工學科(Che

mical Engineering Department)라고 칭하였다. 이와 같은 單位的인 工程들이 조합되어 이루어지는 工場을 化學工場(chemical process plant)이라고 결론지었다. 化工技術者 養成을 위해 두 教授는 一般數學, 一般物理, 一般化學 등을 一般必須 科目으로 하고 化學工程原理(지금의 化工量論), 單位操作, 有機·無機工業化學 등을 이수시킴으로써 化學工場에서 化工技術에 종사할 수 있게 된다고 제안하였다. 그러므로 지금의 化學工學科의 始發地는 M.I.T.였다.

그 후 특히 第2次 世界大戰 이후 化學工學은 長足の 發展을 해 왔으며 현재와 같이 學部講義 내용도 數學이라는 도구를 사용하여 매우 깊이 있고 다양하게 발전되었다. 그러나 化學工學科의 敎科課程에는 反應器設計를 위한 反應工學과 化學工場이 하나의 經濟組織이니 만큼 境界面을 같이 고려한 工場設計의 科目을 첨가한 것 이외에 큰 變化 없이 지금에 이르고 있다. 지금 自由世界의 大學 化學工學科의 主要 敎科目은 基礎科學, 單位操作, 化工熱力學, 反應工學, 移動論, 工場設計, 化工實驗 그리고 각 대학에 따라 특별한 目的에 의해 설정되고 있는 特定 工業化學 등으로 이루어지고 있다. 우리나라의 경우는 特定 工業化學이 채택적인 有機工業化學, 無機工業化學 등으로 거의 통일되어 있다.

앞서 말한 것과 같이 化學工業의 種類는 다양하다. 그리고 그 종류마다 독특한 化學技術을 요구하고 있다. 金屬의 製鍊 및 合金의 生産 등은 그대로의 集約的인 教育이 필요하게 된다. 이런 理由에서 각종 化學工業에 필요한 專門人을 양성하고 그 方向의 學問研究를 위해 각종 工學科가 탄생되었다. 化學技術을 사용하는 學科는 食品工學科, 高分子工學科, 窯業工學科, 無機材料工學科, 環境工學科 등 많은 科가 있다. 그 외에도 細分化를 한다면 더 많은 分리가 가능하겠지만, 그 나름대로의 學問的 價値를 지니도록 分리가 되었는가가 問題일 것이다. 또한 일반적인 化工技術者를 양성하는 데 科를 세분화할 필요가 있겠는가라는 문제는 많은 討論의 대상이 된다.

上記와 같이 化學工學科에서 취급하였던 또는 취급할 수 있는 分野들이 모두 떨어져 나간 것

이 化學工學科가 아닌가 생각된다. 그래서 일반 化工技術者를 양성하는 의미에서 裝置에 대한 學問을 익히고 化學工學의 概要를 가르치는 內容으로 된 것이 現 化學工學科의 教科內容이 될 수 있다. 지금의 現況으로는 세분화된 科의 卒業生보다는 化學工學科 卒業生을 요구하는 會社가 더 많이 있다. 이것은 現 化學工學科에서 교육받은 사람들이 각종 業務에 더 잘 적용되리라는 생각에 기인되는 것이라고 본다. 特殊 學科 出身들은 보다 좁고 깊게 自己 專攻을 이수하였으므로 그러한 業務는 일반 化工業務보다 적게 所要될 것이다. 대체로 化學工場에서 원료로부터 製品이 될 때까지의 過程을 보면 前處理(物理的 工程)를 거쳐 化學反應工程 그리고 後處理(대부분이 分離를 위한 物理的 工程)으로 되어 있다. 이 前處理 및 後處理工程에서 사용되는 것이 單位操作에 속한다.

III

우리나라의 化學工業은 1950년 典關局(貨幣製造)으로부터 시작된 것으로 보는 이도 있다. 그러나 본격적인 化學工業의 시작은 1950年代 후반부터라고 해야겠다. 이 때 忠州에 尿素肥料工場이 신설되고 시멘트, 판유리, 製紙, 製糖, 皮革, 塗料, 工業藥品, 火藥, 窯業工場 등이 신설되거나 확장되어 化學工業이 본격적으로 시작되었다. 石油化學 園地, 製鐵工業의 부흥 등 지금은 重化學工業國으로서 위치를 굳히고 있다.

1950年代에서 1960年代까지는 모든 化學工場을 외국으로부터 수입하여 건설하고 키만 돌리면 運轉되는 턱-키 베이스였었다. 그 후 많은 技術 蓄積과 더불어 機械工業, 金屬工業, 電子工業의 발달로 많은 産業裝置가 국산화되어 갔고 지금은 國產化 比重이 아주 높아지고 있다. 化學技術의 發達과 技術蓄積이 이루어지면서 先進國에서는 우리나라를 競爭對象國으로 보며 技術提供, 노하우의 販賣를 꺼리기에 이르렀다. 특히 첨단기술은 더욱더 우리에게 전수하거나 판매하리라고 기대할 수 없다.

이런 때 化學工學科에서 대처해 나갈 教育에 관한 것을 다 같이 생각하기로 한다.

앞서 말한 것처럼 化學工業이 裝置産業이요, 그런 工場을 운영함에 많은 技術者가 필요할 것이고, 그들을 위한 教育으로 現行 教科課程上 큰 問題點은 없는 것으로 생각된다. 많은 大學에서 실시하고 있는 工業化學과 기타 化學에 관한 內容에는 問題點이 다소 있다. 종전대로 有機, 無機工業化學의 概論을 강의함으로써 化學工業 全般의 윤곽을 교육하는 것도 일리는 있으나, 그보다는 지금 우리나라에서 시급히 요청되는, 附加價値가 높고 고도의 技術을 요하는 分野의 하나를 골라, 分析化學 및 有機化學 또는 無機化學 그리고 선택된 한 應用分野의 科目이 聯關性 있도록 꾸며, 대학마다 特性이 있는 教科內容을 마련하는 것이 보다 바람직하다고 본다. 다시 말하면 現 教科課程은 그냥 둔 채 지금 設講되고 있는, 化學과 相關성 있는 科目을 어떤 뚜렷한 目的을 가지고 전문화하자는 提言이다.

附加價値가 높은 分野를 생각하여 보면 精密化學, 合成化學 쪽이다. 小規模 工場에서 稼得率이 높은, 고도의 化學技術을 요하는 品目は 많다. 有機合成 분야에서 보면 高價의 合成品이 많고 國內에서 생산되지 않아 輸入에 의존하는 것이 많이 있다. 또한 無機合成에서도 그러하다. 耐火材인 물라이트는 高價土에 알루미늄을 添加하여 합성하면 얻을 수 있다. 그러나 技術不足으로 이미 신설했던 工場이 가동을 중단하고 있다. 이 경우를 분석해 보면 合成技術이 없어 안 되는 것이 아니고 原料處理로부터 燒成해 내는 각 工程이 處理技術이 없어서 실패한 것이다. 이 한 예에서 나타난 것은 물라이트가 窯業製品에 속하므로 窯業工學을 공부한 사람이 있어야겠지만, 그 工場의 設計에 있어서는 그 분야의 知識이 있고 일반 化學工學을 잘 아는 技術者가 필요한 것이다.

지금까지 외국으로 原鑛石 그대로를 수출한 예는 매우 많이 있다. 그리고 그것이 몇십 배의 高價로 다시 수입된 것도 사실이다. 地下資源의 加工處理를 거치면 附加價値가 크게 올라간다. 이 분야는 化學工學科, 金屬工學科, 資源工學科, 無機材料學科에서 단독으로 독점할 수 없는 분야이다. 다시 말하면 이쪽 저쪽의 知識을 다 요

한다고 할 수 있다.

우리나라는 地下資源에서 福을 많이 받은 나라 아니다. 그러나 더러는 開發의 여지가 있다. 예를 들면 稀土類, 金屬元素를 많이 가지고 있는 重砂라든지, 高嶺土, 珪石, 합탄탄 磁鐵礦, 明礬石 등 많이 뽑을 수 있다. 그러나 死藏되어 있거나, 原藏의 수축에 그치고 있다.

만일 어느 特定大學의 化學工學科에서 有機合成에 집중적으로 重點을 둔다면, 2學年에서 有機化學과 分析化學도 有機分析으로 하고 또 工業化學으로 할당된 시간들로서 有機合成으로 깊이 있게 취급한다면 合成研究와 그 工程開發도 함께 그 大學에서 연구될 것이며 거기서 배출되는 學部卒業生들도 合成分野에 종사하기에 맞는 사람들이 될 것이다. 또한 無機合成 또는 無機物의 化學的 處理에 의한 精鍊의 生産, 低에너지 工程의 開發에 초점을 맞추어, 2學年에서 無機化學, 無機分析化學 그리고 高學年에서는 無機應用化學을 깊이 있게 다루면 그 분야의 훌륭한 技術者가 양성될 것이다.

지금까지 모든 大學에서 自體의으로 또한 政府의 支援으로 많이 內實을 기해 왔다. 學部の 實驗施設은 만족할 수는 없으나 그 나름대로 學部學生의 實驗에는 큰 지장은 없도록 되었다. 그러나 앞에 말한 것과 같이 각 대학의 化學工學科가 특색이 있는 科로서 발전하려면 그에 相應하는 施設補完이 필요하게 될 것이다. 그렇다고 그에 대한 投資가 힘에 겨울 정도는 아니라고 생각된다. 研究用 施設도 차츰 증대되고 있

는 것이 사실이다. 그 施設의 活用に 따르는 運營費는 대학별로 差異가 있으나 問題點이 많이 있다. 施設 使用은 어느 特定人에 의해 이루어져야만 한다. 그것은 한 裝置마다 사용에 주의해야 하는 점과 그 장치의 特性이 있어 잘 維持保存이 되려면 특수하게 훈련된 사람이 있어야 한다. 대개가 豫算問題로 훈련된 사람 없이 아무나 操作하므로 故障을 초래하게 된다. 또한 修理를 위해 의당히 曠費되어 있어야 할 豫算이 없어 좋은 機械裝置를 死藏하는 예가 많이 있다. 이런 점에 대한 建議가 잘 받아들여져서 運營에 원활을 가하며 잘 유지 보전이 되어야 할 것이다.

요즘 大學에서 卒業에 요구되는 取得學點數는 140이다. 그리고 각 大學에서 지정한 一般必須와 專攻必須는 꼭 취득해야 한다. 그 나머지는 選擇科目으로 충당하면 되는 것으로 되어 있다. 물론 정상적인 學生에게는 問題가 되지 않지만 일부 學生들은 이것을 惡用(?)하는 事例가 있다. 즉 무엇이냐 하면 高級學年에서 이전에는 專攻必須로 지정했던 것이 專攻選擇으로 돌아간 것이 많이 있는데, 學生들이 受講申請을 할 때 어려운 科目이나 까다로운 教授의 科目이 選擇科目으로 되어 있으면 이것을 기피하고 엉뚱한 他大學의 選擇科目을 이수하는 사례가 두드러지게 나타난다. 앞서의 特色 있는 科로 育成해 봄이 어떨겠는가라는 提言은 專攻必須이전 選擇이전간에 全部를 이수해야 될 것을 뜻하며 이 점이 問題點으로 생각된다. *