

化学工学講座 시리즈

第 1 編

化學工學教育의 어제와 오늘

李 載 聖*

I. 化學工學教育의 어제

化學工學은 美國에서 孵化되고 그곳에서 자란 學問分野로서 化學工業分野에 從事하려는 學生을 위한 教育을 完全히 一新했고 化學工學이 取한 方法이 옳았기 때문에 全世界로 이것이 퍼지고 말았다. 한때 美國內에서도 이 立場을 取하는 사람을 “A Queer Kind of Chemist”라고 부를 정도로 餘他の 化學者들은 이 Chemical engineer의 出現을 甚히 못마땅해 했다. ACS(美國化學會)라는 巨大하고도 堅固한 學術團體의 嚴存下 1908年 AICHE(美國化學工學會)가 創立되기 까지, 化學工學的 立場을 堅持했던 몇몇 創定期 人士들이 겪어야 했던 苦役은 其後 다른 나라에서 같은 立場을 取했던 “異常한 化學者”들이 꼭 되풀이 하고야만 前例가 되었다.

우리나라에서는 1962년에야만 비로서 韓國化學工學會의 創立을 보아 올해가 10週年이 되는 해이지만 그 草創期의 狀況이 어떻게 美國의 그것과 닮았는지 놀랄 程度이다.

日本에서는 이 異常한 化學者라는 말을 열린 풀이 할 때 機械工學的 知識을 兼備한 化學者라고 한 것으로 부터 1920年代에 京都大學에서 機械科出身 學生 몇 사람을 골라 MIT로 留學시킨 것이 化學工學에 대한 最初의 反應이었다. 日本에 化學工學協會가 創立된 것은 1935년이지만 元來 獨逸式 化學教育體制로 틀이 박힌 이 나라에서 化學工學은 빛을 보지 못하다가 2次大戰後 10年쯤 지나고서야 化學工學이 제대로 자리잡게 되었다. 約 10年前 나는 戰前 工夫한바가 있는 東京大學의 矢木教授를 찾았다. 내가 工夫할 때에는 단 한과목 單位操作을 달았을 뿐 그 혼한 講座에도 끼어 들지 못했었는데 이때는 이미 캠퍼스內的 세 建物속에 化學工學科라는 看板을 버젓이 내걸고 있었다. 나는 韓國에서 化學工學이 자라기 힘들다고 했더니, 그이는 18年이나 싸워서 化學工學科를 戰取했다고 말을 했었다.

우리는 William H. Walker 教授를 化學工學의 아

버지라고 부르고 있지만, 그 理由는 주로 그와 그의 MIT 同僚인 W. K. Lewis 와 W. H. McAdams 와 함께 化學工學的 核心인 單位操作을 整備하여 1923年 “Principles of Chemical Engineering”이란 冊을 내놓아 大學에 있어서의 化學工學教育의 기틀을 確固不動하게 만든데 있다. 이 冊이 1950年까지 唯一無二의 化學工學 聖典이었다는 事實로 미루어 오늘날의 既成 Chemical engineer는 實로 다 Walker의 弟子임을 確言할 수가 있다. 그러나 그는 단 한번도 AICHE의 會長이 된 일도 없고 다만 學會創立을 위한 6人委員會의 한사람으로 活躍한 일이 있을 뿐이다.

모든 알려진 創始者가 반드시 先走者를 갖고 있듯이 化學工學的 領域에서도 Walker 以前에 化學工學이 없었던 것은 아니다. 化學工學이란 概念을 띤 職業의 必要性은 1880年代에 英國에서 부터 움트기 시작하여 이미 1901년에 Manchester Technical School의 G. E. Davis 教授가 지은 “A Handbook of Chemical Engineering”에 Chemical Engineering이란 用語가 쓰여지기 시작했다.

美國에서만 해도 MIT의 Norton 教授는 이미 1888년에 化學工學과 관련있는 講義를 했다고 하며, 또 그 후 10년이 지나 같은 學校의 Thorp 教授도 그의 著書인 Outlines of Industrial Chemistry의 第一章에서 操作類型別로 化學裝置에 관한 說明을 試圖했다고 한다. “Unit Operation”의 概念은 이미 이때 發想되었으며, 이 말이 正式으로 쓰이게 된것은 後에 AICHE 9代 會長을 歷任했고 當時 MIT의 顧問으로 있던 Arthur D. Little의 提議에 따른다.

AICHE 創立을 위한 6人委員會의 멤버인 R. K. Meade(其他는 J. C. Olsen, A. D. Little, W. H. Walker, C. F. McKenna 및 W. M. Booth)의 이름을 이 機會에 노치지 않고저한다. 그는 月刊紙 “The Chemical Engineer”의 創刊者이며, 1874年 創立되어 當時 이미 30年以上 成長한 ACS의 面前에서 AICHE 創立作戰의 先鋒에 서서 싸운 熱誠人物이었다.

KICHE가 創立 10週年을 마지하게 된 오늘 國內 化

*서울工大 化學工學科教授,

*韓國化學工學會 第七代會長

學系 重鎮들이 Chemical Engineer 를 어떻게 보고 있나 하는 것은 그 中의 한 明白한 例를 들면 알아볼 수가 있을 것이다. 즉 서울工大 化工科卒業生이던, 한번쯤 훈터본 일이 있었을 다음 記載事項을 想起할것을 勸하고싶다. “근래의 好戰의이던 Engineer 의 일원인 Chemical Engineer 들도 아마 다분히 Scientist 쪽 偏倚한 상일 것으로 그본래의 자세가 아니었으므로 점차로 原隊復歸中人가 여겨진다.” 그리고 “.....그는 특히 미국식 化學工學을 工夫할 것을 권하고 참고서도 주었지만 Engineering 의 길이 꼭막힌 내 처지로서는 모처럼의 權장에 對應할수 없었다.” 勿論 註釋 같은것은 一切 加하지 않았다.

우리나라에서 最初로 單位操作이란 形態로 化學工學을 講義한 분은 아마 前서울工大 助教授이었던 金泰烈氏일 것이다. 그 期間은 1945年 戰後로 부터 시작하여 6.25 까지이고, 그 다음 大學에서 化學工學을 講義한 분이 現 서울工大 崔雄 教授인데 그는 當時 時間講師로 出講했다. 이 밖에도 6.25 前後를 거쳐 KICHE 初代會長을 지내신 朴鍾堯氏와 6代會長을 지내신 楊東秀氏가 單位操作과 其他 化學工學과 關連있는 講義를 하신 일이 있는 것으로 안다. 勿論 1個人的 記憶力과 關連範圍內에서의 이야기이므로 다른 분들이 알지 못하는 데서 化學工學을 講義한 일이 있는지는 모르겠다.

戰前까지 日本의 化學系 및 其他部門의 大學教育에 至大한 影響力을 갖았던 獨逸에서는 化學工學을 Chemische Ingenieur 이라고 부른다. 前 Darmstadt 高等工業學校教授이었고 後에 美國 Carnegie 工科大学教授를 한 Ernst Berl 의 1935년에 出刊한 3卷으로된 “Chemische Ingenieur-Technik”란 冊으로 獨逸에 化學工學이 어떻게 받아들여졌나를 알수있고 또 美國에서 化學工學教育을 始作했을 때 많이 引用된 E. Hausbrand 의 “Wirkungsweise der Destillier-und Rektifizierapparate”란 1921年 出刊의 이 冊 이름을 들 必要가 있리라 본다. 나는 年代를 提示할 수 없지만 戰前 日本語翻譯版까지 나왔던 Kirschbaum 의 “Destillier-und Rektifiziertchnik”란 冊을 읽은 일이 있다. 獨逸의 化學工學에 關한 書籍은 機械工學的인 立場으로 기울어져 記述되어 있다고 느껴졌다. 科學과 出版의 宗主國이라 해서 그런지 獨逸書籍은 內容의 자임새가 歷然하게 우수하고 冊에 담겨진 權威를 아니 느낄 수 없는것이 特徵 같다. 獨逸學界에 關한 消息은 資料도 없거니와 들은바도 없어 모르겠다.

佛蘭西는 葡萄酒와의 關連으로 蒸溜技術이 바로 여기서 자라났고 美國에서 石油精溜로 꽃을 피웠다고 한

다. Sorel 의 “Distillation et Rectification Industrielles”란 1899年 出刊된 책을 비롯하여 Ponchon 및 Savarit 등의 1920年代의 蒸溜에 關한 業績을 看過할 수 없을 것이다.

化學工學教育의 어제에 關한 編을 마침에 있어서 한 가지만 더 말해두고 싶은 것은 東洋에서 우리 나라를 비롯하여 中國 및 日本 또는 印度 및 아라비아 半島에 이르는 地域에 일찍이 부터 化學工學技術이 存在 안했을 리는 없을 것이다. 여러面에서 神奇한 技術이 驅使되었고 傳來되어 왔겠지만 그것이 文獻으로 保存되었는지가 疑問이다. 保存되어 있다 하더라도 本人은 그 方面의 文獻과의 接觸이 全然없으므로 이 紙面에서 다를 수가 없다.

II. 化學工學教育의 예제로 부터 오늘 까지

나는 戰爭中 東京大學에서 前記한 矢木教授의 人氣 없었던 單位操作講義에서 겨우 摩擦係數, 粘度, 傳熱이란 몇마디의 單語만을 더러여 남겼을 뿐 化學工學을 無視하고 電氣化學講義의 指導를 받기로 했었다. 當時의 斯界의 攄頭인 龜山直人教授는 언젠가 날더러 Thormann 의 化學工學을 工夫하라는 勸誘를 해준 바가 있는데, 이 Thormann 이 바로 獨逸의 Breslau 에서 蒸溜를 研究한 그 톨만인가 한다. 왜 電氣化學가 化學工學을 천거할까하고 꼭 의아하게 느꼈다. Berl 도 Darmstadt 에서 電氣化學를 가르쳤고, 또 美國의 Chemical Engineering 이란 雜誌가 1902年 Electrochemical Industry 라는 이름으로 創刊된 事實들은 電氣化學 다른 工業化學에 比하여 훨씬 Science 에 背景을 두고 있어 化學工學의 處地와 類似한 點이 많기 때문에 電氣化學으로부터 化學工學으로의 轉入이 쉬운데 그 理由가 있을지 모른다. 그러나 내가 化學工學에 實質上 처음으로 接했던 것은 1950年 美國 본마당에 서이었다. 이때는 아직 Walker 를 비롯한 前記 3人과 이에 Gilliland 가 加擔하여 만든 Principles of Chemical Engineering 의 第3版단이 全國적으로 使用되고 있었다. 이 冊에 쓰여있는 單位操作이 化學工學教育의 根幹이었고 이예다 化工熱力學, 그리고 設計에 重點을 둔 傳熱, 流動論, 그리고, 蒸溜 및 吸收等이 主要科目이었다. 電子計算機라든가 Analog 計算機는 아직 試用段階일뿐 大學에는 들어오지 못하고 있을 때이었다. 그것은 Transistor 등 Solid State 物理學이 아직 出場치 못하고 舊來의 眞空管回路時代의 계속이었기 때문이다.

그러나 1950年은 化學工學에 있어서 하나의 새로운 契期가 된다. 그것은 이때부터 過去 27年間이나 君臨

해 왔던 Principles of Chemical Engineering의獨舞台가 무너지고 이分野의 새로운冊이 계속出現하게된데 있다. 1950年以後 10年間に 거쳐出現한單位操作에關한冊과 그 이후에 나온 다른冊들을年代順으로羅列하면,

1950 Brown: Unit Operations

1955 Badger & Banchero: Introduction to Chemical Engineering

1956 McCabe & Smith: Unit Operations of Chemical Engineering

1958 Larian: Fundamentals of Chemical Engineering Operations

1960 Foust, Wenzel, Clump & Maus: Principles of Unit Operations

1967 McCabe & Smith; Unit Operations of Chemical Engineering, 2nd Ed.

그러나 이들의單位操作에關한冊의內容에있어서는別로 큰根本的인變動이있었던것은아니고既存體制에對한追補와插畫의改善그리고表現法및그順序에對한새로운試圖 등이엿보일程度에不過하다.表現法의새로운試圖는主로化學工學教育界를크게뒤쫓은1960年出刊의Bird, Stewart 및Lightfoot共著의“Transport Phenomena”의影響을받은데있다.前記한Foust가특히그렇고또Bennett 및Myers의“Momentum, Heat and Mass Transfer”도그렇다.

Transport Phenomena의化學工學教科課程에의導入은Wisconsin을嚆矢로1957年쯤해서Minnesota에서도이루어졌고前記한Bird의冊의出刊됨과아울러美國內의모든化學工學科와美國外의日本및우리나라에까지그의餘波가미치게되었다.우리나라에는다침1960年Minnesota大學에서PhD를갖마치고歸國한韓泰熙, 朴源煥 및姜雄基氏가Transport Phenomena의물결을물고왔기때문에Transport Phenomena에關한한美國內餘他의大學과거의同一하게始作이되었던것이다.美國에서도이科目을맡을教授의不足으로한때此問題가되었고Bird의弟子라면날개가돋친것처럼美國內化工科Staff로잘갈라졌던것이다. Transport Phenomena의內容은이미周知되어있을것으로믿으나한마디로말하자면單位操作의根本原理인Momentum, Energy, 및Mass transfer의數學的體系化라고보아야하겠다. Bird는1954年Hirschfelder, Curtiss 그룹에끼어“Molecular Theory of Gases and Liquids”란大書を世上에내놓은바가있는데, 그가Transport Phenomena를執筆

하게된것은前歷으로보아當然한것이다. 이로因하여單位操作은한때크게萎縮이되어單位操作爲主의教育體制가무너지는가도했지만역시Transport Phenomena는單位操作과代替될性質의것이아니고서로補完的인關係가있을뿐만아니라單位操作的인具體화된工學的인問題像의把握없이Transport Phenomena만으로는無用之物에不過함이認識되어美國內化學工學教育界에서이相互補完關係가最近再認識되어Transport Phenomena의Shock는갈아얹고두흐름은現在蜜月旅行을하고있는중이라고보여진다.

그러나近來에와서는연달아새로운Shock가化學工學教育의문턱에치밀고있다. 元來化學工學은化學者들의忌憚을받으면서分家한學問領域이라內部的인陳痛과創造의苦役을自招自擔하는處에있으면서50年사이에化學工學을機械工學이나土木工學等地盤이닥여진工學部門과어깨를나란히하여도별遜色이없을程度로Unique한工學의位置에까지이끌어올렸다.事實合成化學工業의躍進에따라化學工業自體의Volume이劃期的으로膨脹하여化學工學은더욱그의Identity가뚜렷해져職業으로서의化學工學은確固不動하게되었음은勿論아직도실사이없이化學工學內部에서는變革이胎動하고새時代의要求와使命에對處해나가기위한몸부림을치고있다. 따라서化學工學教科課程은計劃되었다印刷되어나오기도전에骨董品化되어버리기가일수일程度로요새와서는움직임이甚했다.

이와같은變革은이미이루어진單位操作-Transport Phenomena體制自體에라기보다는새로운學科目이化學工學의重要不可缺한科目으로서追加되고, 그대신새時代에맞지않는學科目이教科課程에서代謝되어나가고있는데에서찾을수가있다. 우리나라의化學系의어느重鎮의자리에있는분이Chemical Engineer는理想을追求하는데不過하다고하고있지만, 살아있는學問으로서위와같은新陳代謝를하는것이어떠해서理想인지Engineer는虛無主義者가아니고그야말로Pragmatic한Economy第1主義자인데도不拘하고우리나라에化學工學導入以來恒常못마땅해하는理由가무엇인지모르겠다. 여기서나의見解를말해두고자한다. Chemical Engineer는發祥學的으로도化學者와다르다.鍊金術時代로부터代를이어傳授되어내려온化學을工夫한化學者의系列觀念을完全히새時代의合成物인Chemical engineer는갖고있지않다. 後者は마치Computer와도같이純粹한立場에서雜念없이Programming의指示에만따라

計算 할 뿐이다. 法人에 自然人에 對한것 같은 人格을 認識 할 수 없드시 Computer 는 Programming 은 認識하되 Programming 한 사람까지는 認識 못한다. 이렇게 그 生理가 다름인데 化學者의 눈으로 Chemical engineer 의 社會를 볼때 肯定的으로 본다면 安定과 平和를 느낄 수 있을 것이지만, 그렇지않고 처음부터 否定的으로 본다면 不安과 危懼를 느낄것이다. 따라서 Practical 하자고한 Chemical engineer 를 理想主義者라고 論難한다면 그것은 後者인 不安과 危懼가 判斷을 그릇되게한 것이 아닌가 한다.

이제 다시 본 줄거리로 돌아가 化學工學敎科目에 追加된 學科目이 무엇인가를 살펴보자. 대체로 化學工學敎育이 시작된 이래 每 10年 마다의 變遷을 따져보면 다음과 같다.

- 第 1 期(1905~1915年) 工業化學의 時代
- 第 2 期(1915~1925年) 單位操作의 導入
- 第 3 期(1925~1935年) 物質 및 에너지 收支概念의 發展(化工量論의 導入)
- 第 4 期(1935~1945) 工程制御와 化工熱力學의 導入
- 第 5 期(1945~1955年) 化學反應速度論의 應用과 프로세스設計의 強化(反應工學의 強化)
- 第 6 期(1955~1965年) 移動現象論, 프로세스動力學, 프로세스工學 및 Computer Science 에서의 高度의 發展(移動現象論, 工程動力學 및 制御, 工程解析, 工程最適化, 프로세스·시스템工學, 프로세스工學 科目等의 導入)
- 第 7 期(1965~1975年) 이 期間에서는 第 6 期에 導入된 諸學科目的 더욱 더 徹底한 消化와 아울러 觸媒工學, Simulation, 流動變形論 및 汚染防止工學等的 學科目이 導入 되거나 強化될것이 豫想된다.

이에 反해 上記한 7 期에 거쳐 化學工學敎科目으로부터 代謝되어 사라졌거나 또는 敎授分量이 줄어진 科目은 定量分析, 水力學, 幾何學, 機械設計, 力學, 工業化學, 水蒸氣 및 가스工學, 物質 및 에너지收支(化工量論), 圖學, 實習 및 심지어 單位操作에 까지 이른다.

以上은 美國化學工學敎科課程의 變遷을 紹介한 것이므로 우리나라에 있어서는 國內의 모든 化學工學科가 남김없이 考慮의 對象이 된다고 한다면 現段階로서는

美國보다 約 10年 내지는 그 以上の 時差로 敎科課程 變革이 이루어지지 않을까 한다.

要컨데 敎科課程의 이와 같은 變革이 옳은것인가가 문제이다. 特히 韓國에 있어서 美國에서 이루어 졌던 變革을 一定한 時差를 두고 옮겨 놓는다는 것이 옳은 것인가? 韓國에는 韓國의인 要素가 있는데 이것을 無視하고 美國式敎科課程을 輸入한다면 그러한 Chemical engineer 는 理想主義者이며 輕舉妄動을 일삼는 者라는 非難을 금시 提起할런지 모른다. 그러나 그 내세워진 韓國의인 要素란 大體 무엇인가? 人間社會에서의 系列, 權威意識, 大集團의 數의인 威勢, 哲學的 및 技術的인 後進性, 既存體制의 固定化, 少數意見의 坦藏, 無條件 從多數, 異色에 對한 虐待等等을 羅列해 보면 꽤 많은 사람들이 얼른 그들이 이 때문에 當해온 被害를 想起할 수가 있을 것이다.

나는 이 論議에 있어서 우리 모두 다 完全히 虛心坦懷한 氣分에 되돌아가 생각해 보자고 提議하고 싶다. 어제의 우리의 化學工業이 오늘의 그것과는 다르다 大學敎育이 미처 따라가기도 前에 韓國의 化學工業은 世界의 最新技術을 導入하고 있다. 大概의 大化學工業은 外國人의 所有分이 半以上이되어 그들은 施設의 耐用年限內에 投資額을 回收하는 데 汲汲하지 우리나라에 技術體制을 確立하는데 神經을 쓰지 않는다. 化學者나 Chemical engineer 들은 各自의 分野가 있다는 것은 既定事實이고, 相對方의 努力에 敬意와 同情을表하여 相互補完關係를 맺을 것이 要望되는 이때 마치 어느 한쪽이 自己의 軍門에 屈服해 들어오라는 듯이 옛대는 氣分이 티끌만큼이라도 있다면 우리는 60年前 美國에 되돌아가는 結果밖에 안된다. 우리의 化學工學敎育은 날마다 밀어닥치는 새로운 技術을 消化하고 處理해 나갈 수 있도록 하기 위하여 不斷히 敎科課程의 改編에 留意하지 않으면 안되며, 또 敎育擔當者의 끊임 없는 Up grading 이 必要하다.

이상이 우리가 直面하고 있는 世界(實은 美國)의 化學工學 敎育이며, 또 우리 化學工學 社會가 놓여져 있는 現實이 아닌가도 한다. 다음은 勿論 化學工學이 앞으로 어떻게 될것인가에 對하여 言及하는 것이 順序上 바람직 스러운 일이지만, 나 自身의 分에서 豪言할 바가 못되니 先進國學者의 豫言에 달기기로 하겠다. 마지막으로 本原稿를 쓰는 데, 많은 參考가 된 1958年 AIChE 發刊의 "High Lights...the first fifty years...of the AIChE"와 1967年 4月號인 "Quarterly Jounai of the University of Washington. College of Engineering" 의 두 冊子를 紹介하고자 한다.