

資源工學教育의 문제와 改善 方向

趙 東 行
(仁荷大 資源工學科)

1. 序 論

人間生活을 物質的인 면에서 考察할 때, 地球 天然資源의 開發과 이용으로 始終一貫한다고 볼 수도 있다. 아무리 精巧한 尖端科學의 新發明品이 있다 할지라도, 그 原資材를 추적해 볼 때 天然資源이 아닌 예를 들기는 아주 어려운 일이다. 다시 말하자면 衣食住의 源泉이 天然資源인 셈이고 이는 결코 외면하거나, 變換시킬 수 없는 人間條件이다.

資源의 貯存量은 人間적으로 極히 제한되어 있다. 공기나 태양에너지마저도 利用目的에 따라서는 有限한 수밖에 없다. 따라서 資源의 確保 및 利用에는 여러 가지 단계에 걸친 문제가 있고 또 이를 해결해야 하는 것이다. 資源需給이 圓滿한 때는 資源의 고마움을 意識하기가 어려우나, 어떠한 限유에서 需給의 不均衡이 야기 되면, 生計의 불편과 고통을 피할 수 없다는 것을 우리는 여러 가지 경험을 통하여 알고 있다.

우리가 이곳에서 考察해 보고자 하는 “資源工學教育”의 資源도, 위에서 언급한 資源의 일종으로, 人間적인 資源의 特性을 갖추고 있다. 資源科學의 對象이 되는 資源은 간단히 말해서 地下資源으로 대표할 수 있다. 鐵, 鎳, 鉛, 鋅, 銅, 錳, 鎳, 鈾, 鈾 등 重金屬資源, 石灰石, 硅石, 高嶺土 등 非金屬資源, 石炭, 石油, 天然가스, 우라늄 등

에너지資源 등이 이에 포함된다. 근년에 와는 地下水 및 竹材도 주요한 資源으로서 대두하였고 土木, 建築의 地盤이나 岩盤도 또 다른 의미의 資源으로서 급격하게 부각되고 있다.

人間生活의 需要에 따라 資源의 種類가 많아지고, 과학기술의 진보에 따라 無用한 資源이 有用한 資源으로 化하거나 資源의 活用領域이 넓어진다. 必要한 資源의 種類와 量은 대체로 産業化의 進陞 정도에 비례하여 증가함을 우리는 1960년 이래 現今까지의 經歴으로 실감하고 있다.

그러나 資源이 現代 産業社會에서 차지하는 비중이 重要大함을 우리나라에서 어느 누구나 동감하게 된 계기는 1973년, 1978년 兩次に 걸친 石油波動이라고 보아도 무방하다. 1973년 제 1차 석유파동의 위기는 무사하게 넘겼으나 5년 후의 제 2차 석유파동 때는 커다란 피해문 입었다(예컨대 1979년의 經濟成長率은 6.4%까지 떨어졌다). 이것은 제 1차 석유파동 이후에도 經濟體質의 改善이 이루어지지 못하고, 무리한 重化學工業 확대정책이 계속되었음에도 起因한다. 이러한 外情에서 1977년 12월 動力資源部가 신설되어, 국가의 에너지 및 資源政策을 總括·樹立·施行할 수 있게 되었다. 또한 이를 위한 理論的 뒷받침을 하기 위하여, 國立地質鑛物研究所를 代폭으로 韓國 地質鑛物研究所(現 韓

國動力資源研究所)를 1976년 6월 발족시켰다. 다행한 일이겠으나, 자원에 대한 올바른 認識은 앞으로도 지속되어야 할 것이다. 왜냐하면 歐美先進國은, 석유과동에 관계없이 이미 오래전부터, 자원의 確保와 利用이 國力の 礎石의 하나임을 인식하고 있었기 때문이다. 産業革命 이래로 歐美 여러 나라의 植民主義가 原資材 확보와 市場開拓에 주안점을 두었다는 사실을 우리는 잘 명심해야 될 것이다. 상황이 근본적으로 相異한 현대의 國際協力時代에도 자원의 長期安定 確保란 大命題는 그대로 존속하는 것이다.

1970년대 資源內需 推移를 鑛産物의 예를 들어 조사해 보면 1971~81년간 鐵鐵의 年平均增加率이 58.3%, 기타 대부분의 광물의 경우 10~30% 정도였고, 1981~84년까지의 추이도 계속 상승일로에 있다. 여기서 고찰한 需要增加 鑛種은 무려 33종이나 된다. 그러나 國民總生産에 대한 鑛業의 비중은 1984년 1.7%에 불과하다. 광업 즉 資源分野가 차지하는 비중이 미비한 듯이 보이지만 統計値만으로 그 重要性을 曰可曰否할 수 있는 성질의 것이 아니다. 자원은 현대 産業社會를 지탱하는 礎石이다. 건축에서 地盤基礎 施工費가 총건축비에서 차지하는 비중이 별로 크지 않지만 砂上樓閣을 짓지 않기 위해서는 기초시공이란 역시 필수적인 것과 같다. 또한 경제 성장이 전진되어 산업화가 될수록 자원의 消費가 증가하지만 製造業, 서서비스業 등도 역시 크게 신장되는 것이다. 美國의 경우 製造業의 비중이 25% 수준, 鑛業 부문은 1.7% 수준이며, 캐나다의 전자가 22%, 후자가 2.7% 수준으로 알려져 있다. 그러나 얼마나 많은 사람들이 이들 나라가 資源富國임을 강조하고 부러워하는가를 우리는 메스컴을 통해서 익히 알고 있다.

이와 같이 과거 20여 년간에 걸친 경제 성장에 따라 資源需要가 급증한 반면, 여러 가지 問題點이 노출되었고, 이의 해결을 위해서 資源工學者의 役割이 크게 기대되고 있는 상황이다.

이러한 문제들이란, 첫째 자원의 長期安定 확보가 國際交易 및 協力에 좌우되는 현실하에서 이러한 문제를 능숙하게 다룰 수 있는 資源經濟 및 資源關係法 분야 專門要員의 不足과 부족한

요원의 充當과 教育, 둘째 국내 鑛業基盤의 強化와 국내 자원의 經濟的인 活用을 위하여 광업의 生産性 향상과 자원의 附加價値 提高가 건설하게 요망되고 있는 점, 셋째 자원 관계 新技術의 미비 등이다.

이러한 문제들은 꼭 資源工學者에게만 관련된 것은 아니겠으나, 선진제국의 예를 보건대, 어느 누구보다도 자원공학자가 이를 깊이 인식하여 공헌한 바를 강구해야 될 것이다. 따라서 資源工學의 教育과 研究를 담당하는 학교는 당면 문제에 대하여 源泉的인 責任을 면할 수 없을 것이다. 이러한 의미에서, 현재의 資源工學教育이 현실에 응실하고 未來指向的인가 잠시 성찰해 볼 필요가 있다.

2. 資源工學教育의 歷史

資源을 探查하여 이를 필요에 따라 加工·利用한다는 관점에서 볼 때, 資源工學은 이미 石器時代부터 시작되니 그 淵源이 실로 유구하다. 이후, B.C. 9~8세기경 우리나라의 青銅器時代가 열리고, B.C. 4세기경에는 鐵器時代로 접어들고 한다(李基白의 韓國史新論). 최근의 연구 결과에 의하면, 三國並立 이전 古朝鮮人의 鐵製武器 製造技術이 당시로서는 最先進이었다.

이 때는 물론, 近世의 李朝 말엽까지도 원시 探鑛, 採鑛, 選鑛, 製鍊, 金屬加工의 全工程을 한 技術者가 담당하였을 것이니, 현대의 學問分化現象과는 꼭 대조적이다. 이러한 의미에서, 文獻에 등장하는 韓國 최초의 資源工學者는 新羅 第四代 脫解王으로 보던 억지일까? 三國遺史에 의하면 본래 異域의 龍城國人이었던 脫解가 海路로 新羅에 당도한 후, 詭計로 領公宅地를 뺏는 傳說에서 “我本治匠”이란 말이 나온다. 이로써 미루어 보건대, 古代에는 자원공학자가 흔히 생각하듯이 賤職이 아니었을 것이다. 천황의 探查에서 製鍊까지의 제반 기술은, 과학기술이 고도로 발달한 現代에도 그렇게 容易한 기술이 아니다. 따라서 이러한 技術의 傳授 즉 教育도 하루아침에 된 것이 아닐 것이고 선덕된 弟子나 子女에게 秘傳되지 않았을까 생각한다. 단지 이와 관련된 記錄이 지극히 零星하여 上考한

질이 박연하다. 이는 東西洋의 모든 나라가 마찬가지이다.

근대적인 의미의 자원공학은 16세기 獨逸 르네상스時代의 Georgius Agricola (1494~1555)로부터 비롯된다. 鑛山學의 아버지라 불리는 이 분은 원래 醫師로서 “金屬을 醫藥으로 사용하려는 생각에서” 鑛業에 관심을 갖기 시작하였고 당시 광산에서 유행하던 迷信을 의년하고 “感性과 悟性만으로 證明한 수 있는 것만 추구한다”라는 科學的 자세로 精進, 이 분야의 開拓자가 되었다. Agricola는 평생의 力作으로 쏠 12권에 달하는 *De Re Metallica*(金屬에 대하여)를 출판하였다. 그는 이 책에서 採鑛, 採鑛法, 鑛石運搬, 坑內通氣 및 排水, 選鑛, 冶金, 鑛夫의 人事管理, 給料, 健康管理에 이르기까지 빠짐없이 詳述하였다. 특히 鑛山 전체를 生命을 가진 하나의 有機體로서 이해하여, 이 중의 어느 하나만 따지기도 광산 전체가 기능을 제대로 할 수 없다고 천명하였다. 이러한 관점은 현재에도 변함없는 卓見으로, 資源工學을 논하는 始發點이 되는 것이다.

Agricola가 말하는 여러 분야를 모두 동등하게는 어렵고, 一貫性 있는 교육을 위해서는 별도의 專門教育機關이 필요하였다. 따라서 자원공학은, 다른 분야와는 달리, 鑛山大學 혹은 綜合大學내의 광산대학이 교육을 담당하였다. 이러한 제도는 歐美에서 크게 변하지 않고 있다.

資源工學科의 교과목은 원래 鑛山開發과 運營에 필요한 것을 위주로 편성되었으나, 2次大戰 종료 후 자원의 概念이 확대되고 자원 개발이 광산에만 국한되지 않음으로 해서, 좀더 抱括的인 敎科目的 改編이 불가피하게 되었다. 이러한 연유로 日本이 1960년대 종래의 鑛山工學科에서 資源工學科로 改名하였다. 우리나라는 이의 영향으로 1970년대초에 모두 資源工學科로 개명하였다. 정작 歐美에선 改名 없이 종전의 鑛山工學科로 고수하고 있다. 물론 교과목은 時代의 要求에 부응하고 있다.

資源의 開發은, 鑛山에 대해서 일찍이 Agricola가 갈파하였듯이, 하나의 有機體를 움직이는 것과 같기 때문에, 이를 위한 학문은 자연히 綜合科學의 성격을 띤다. 좀더 現代的인 개념으

로는 다분히 시스템工學의 特性을 하고 있다. 앞으로의 자원공학은 最新의 과학기술을 最大로 有效적결하게 綜合運營하는 고도의 시스템工學으로 변모해 갈 것이 예상된다. 資源需要가 더욱 증가할 미래에, 자원의 開發 역시 더욱 어려울 것이 自明할진대, 목표를 달성할 가장 經濟的인 方法은 결국 最新技術이라는 또 다른 資源의 最適利用일 것이기 때문이다. 製造業이나 서비스業 등에 비하여 少數의 인원이 필요하겠지만, 創意力과 綜合能力을 겸비한 資源工學者가 필요할 것이고, 이에 相應한 教育이 요구되고 있다.

3. 韓國의 특수한 事情

“나는 여기서 아시아大陸의 여러 나라가 鑛物이 풍부하기로는 朝鮮을 당한 곳이 없다는 것을 자신 있게 말하는 바이다”라고 19세기에 우리나라를 紀行한 獨逸人 Ernst Oppert가 말하였듯이 (*Reisen nach Korea*, 1880; 韓語訳譯, 1956), 韓國은 작은 나라치고는 鑛産物이 풍부한 편이고, 19세기초엔 美國, 韓日合邦 후는 日帝에 의하여 철저한 資源調査와 開發이 進行되었다. 그러나 專門技術敎育의 경우는 日帝의 愚民政策에 따라 韓國人에게는 별다른 기회가 주어지지 않았고, 따라서 해방 후의 資源工學人은 극히 소수였음이 사실이다. 이후, 분단된 국토에 나라는 焦土化되고 糊口之策에 급급한 어려운 처지였기에, 資源開發은 石炭 등 生必需品을 제외하곤 생각하기 어려웠다. 이러한 상황하에서도 1950년대까지 外貨獲得에 鑛業이 주도적인 역할을 하였고, 그런 대로 몇 개 大學에서 교육을 담당, 專門技術人을 양성하여 왔다.

그러나 資源의 귀중함이 노정되고 需要가 급증하는 現今에도, 일반인의 자원에 대한 認識度가 크게 높아지지 않고 있다. 1984년 鑛山物需要의 國産供給率이 41.2%에 달하고, 1979~81년의 附加價值率이 61.2~51.5%로서 全産業 22.9~19.2%에 비하여 아주 높음에도 불구하고 認識度는 마찬가지이다. 사실 자원공학과 자원공학인의 必要性은, 한 나라가 資源貧國이건 資源富國이건, 자원의 需要가 있는 한 존재하는 것이

다. 자원이 國內에 있건 他國에 있건, 필요하다면 이를 확보할 수 있는 'software'와 'hardware' 技術이 있어야 된 것이다.

工業化의 進拓으로, 자원개발의 生産性 향상과 자원의 附加價値 제고가 이루어져 國際경쟁에 대처해야 하건만, 技術적으로 우선 뒤지고 있는 것이 사실이다. 오릿동안에 '절친' 미진한 投資에 기인하기도 한다.

과거 20여 년간 利用資源의 종류, 특히 非金屬계동이 증가하여, 현재는 骨材, 石灰石, 磁石 뿐만 아니라 地下水에까지 資源産業이 확대되고 있다. 에너지波動 후의 石油은 특히 두드러진 데로서, 官廳회사로선 石油開發公社뿐이겠으나 국내의 石油探査가 꾸준히 진행되고 있다. 최근엔 몇몇 個人會社들도 共同으로 이에 참여하고 있다. 이러한 이용 자원의 확대는 官廳 敎科目的 新設을 불가피하게 하고 있다. 우선 당장은 새로운 분야에 교수요원이 부족하여 충분한 교육을 실시할 수는 없겠지만 앞으로 自體解決해야 할 것이다.

資源需要를 國內에서 充當할 수 없는 많은 경우에 國際協力과 交易에 의존할 수밖에 없다. 그러나 일반 工業品과는 달리 適時에 物量을 확보하기란 쉬운 일이 아니다. 우선 자국의 賦存資源에 대한 統計, 學術的인 情報, 資源關係法規 등에 걸쳐 충분히 파악하지 못하고 있고, 경험 있는 要員이 부족하다. 長期安定確保를 위한 資源開發資金도 부족하며 年밀한 經濟分析과 策劃樹立에도 미숙한 편이다.

자원공학은 전통적으로 探査, 開發, 選鑛, 鑛山評價 등에 걸쳐 교육되나 先進國의 경우, 이들 중 여러 분야가 分離, 獨立하여 자기 새로운 학과를 이루고 있는 경우가 많다. 예컨대 探査에서 地球物理工學科, 選鑛에서 鑛物工學科, 開發에서 石油工學科 등이다. 우리나라는 아직 이렇게 分化시킨 현실이 못 된다. 따라서, 學部에서의 교육이 다양해지는 만큼 一貫性을 유지하기가 어려울 수도 있고, 결국 大學院에서 진정한 의미의 專門敎育을 擔當해야 되겠으나 施設, 敎授 및 研究要員, 研究費가 미흡한 실정이다.

前章에서 말한 바와 같이 資源工學은 장차 그 本體가 시스템工學的인 性格의 것만 남고, 나머

지는 細分되어 독립하겠으나, 우리나라의 실정은 우선 각 분야에 걸쳐 概論을 學部에서 敎育하고, 大學院에선 보다 專門性을 띤 교육을 실시해야 된 것이다. 이는 또한 大學院敎育의 強化라는 命題에 맞는 것이기도 하다.

4. 敎科內容에 관한 몇 가지 所見

資源工學하던 그 본체는 시스템工學的인 성격의 開發工學, 즉 종래의 探鑛學을 지칭해야 되겠으나, 우리나라의 실정을 감안하여 探査, 開發, 鑛石處理, 資源經濟, 基礎 分野別로 교과내용을 고찰해 보기로 한다. 敎科目的是 학교마다 다소의 差異가 있곤 하기 때문에, 애초부터 傳統的으로 내려오는 것에 대해선 가급적 언급을 피하기로 한다.

探査에서 그 기초는 크게 地質 및 鑛床學, 地球化學, 地球物理學 등이 되겠다. 근년까지 몇 학교를 제외하면 충분한 교육이 이루어지지 못했음을 부인하기 어려운 것이다. 특히 地球物理學 및 地球化學은 1960년대에 와서야 國內에 最新理論이 도입되었다고 볼 수 있다. 현재는 全國의 거의 모든 자원공학과와 探査分野가 크게 完備되었다. 그러나 아직도 施設面에서는 타분야에 비하여 미흡한 편이고 學校差가 있을 것이다. 探査敎育의 充實을 좀더 기하기 위해서는, 지금까지의 분야별로 擔當敎授가 가르치는 방식 이외에, "探査事例研究"라는 과목을 신설, 탐사의 각 方法論뿐만 아니라 이들 방법은 어떻게 종합하여 目標을 달성하느냐를 인식시킬 필요가 있을 것이다. 에너지源으로서 石油 및 天然가스가 크게 부각된 이상, 石油地質(petroleum geology) 및 石油地球化學(petroleum geochemistry)의 교육도 요망된다. 鑛床學研究의 수단의 하나이기도 한 鑛物合成 實驗室의 개선이 요망되며, 이 연구의 副産物로서 人造鑛物合成이란 材料科學의 한 분야도 개척될 수 있는 여지가 있을 것이다.

開發分野는 무엇보다도 生産性 向上을 위한 敎育研究에 重點을 두어야 할 것이다. 災害防止 및 對策도 이러한 일 중의 하나가 될 것이다. 韓國動力資源研究所가 현재 研究推進하고 있는

炭鑛의 保安을 위한 中央統制시스템 開發은 많은 것을 시사하고 있다. 콤퓨터에 의한 自動化 시스템이라는 점을 주목할 때, 앞으로는 기존의 교과목 외에 시스템工學, 電算學, 電子工學, 機械工學 등 각 분야에 걸쳐 補強할 需要가 있을 것이다. 물론 해당 과목의 교육은 관련 학과의 도움을 받아야 되겠고, 실제 시스템의 많은 부분은 資源工學者가 제작할 성질이 아닐지라도 전체적인 1次 統計는 역시 자원공학자의 責任이다. 深部採炭에 따른 通氣, 排水, 坑內溫度, 地壓 등에 관련된 해법을 위해서 流體力學, 熱力學, 岩石力學 등에 대한 보다 철저한 교육이 요망된다. 高溫高壓下의 岩石物性 및 工學的 研究는 특히 埋藏의 超深部賦存資源開發 등을 지향한 基礎的 研究가 될 것이고 이 역시 基礎物理의 철저한 교육바탕 위에 이루어져야 될 것이다. 아쉽게 우리나라에서 石油가 생산되는 것은 아니지만 국내 石油發見과 海外資源開發에 대처하기 위해서 石油工學의 교육도 이제 시작할 때가 되었다고 생각한다.

鑛物工學(mineral engineering)은 무엇보다도 자원의 附加價值 提高에 공헌하도록 해야 될 것이다. 종래의 金屬鑛物의 選鑛뿐만 아니라 非金屬鑛物의 附加價值 提高, 광물을 이용한 新材料의 開發에도 중점을 두어야 할 것이다. 本分野는 앞서 언급한 두 분야와는 달리 物理學보다는 化學쪽에 가깝다. 따라서 이 분야에 관심 있는 학생이 일찍 基礎를 닦기 위해서, 化學分野 기초과목을 學部에서 충분히 이수한 후 大學院에 진학하도록 指導해야 될 것이다.

資源工學科는 다른 공학 분야와는 달리, 전통적으로 鑛山의 經濟的 評價와 國內 鑛業關係法規를 교육하여 왔다. 비교적 일찍이 經濟 및 法規

問題의 重要性을 인식한 것이다. 앞에서 언급했듯이 資源經濟의 必要性이 결실한 상황이다. 이러한 문제는 기존의 經濟學科 중에서도 다룰 수 있겠으나 일반 經濟學의 지식뿐만 아니라, 資源, 資源工學 일반에 대한 常識이 또한 도움이 되는 것이므로 歐美에선 자원공학의 大學院課程으로 다루는 경우가 많다. 관심 있는 학생이 이 분야를 계속 공부할 수 있게 하기 위해서 學部에서 관련된 經濟學의 基礎를 이수시킴이 바람직하다. 물론 經濟學科 및 經營學科 등의 協助가 필요할 것이다. 자원공학과 졸업생 중 상당수가 綜合商社 혹은 일반 會社의 海外資源部, 관계公務員 및 研究員 등으로 재직하고 있고, 일반 鑛業會社도 國際協力 및 交易業務가 강화되고 있는 추세를 감안할 때, 자원공학과에서 必須科目으로 資源經濟學을 이수토록 함이 바람직하다. 접해서 각국의 資源賦存現況에 대한 상식을 갖추게 하기 위해서 “各國資源論” 등도 교육할 필요가 있다.

이상에서 略述한 바와 같이 자원공학과와의 教育內容이 매우 다양해서 이들을 모두 동등하거나 동등하도록 교육시킬 수는 없다. 그러나 資源工學科의 졸업생인 이상, 각 분야에 대한 最小限의 常識과 認識을 갖추도록 해야 할 것이다. 졸업 후 각자의 趣向과 事情에 따라 어느 한 분야에 종사하고 研究할 것이겠지만 무엇을 하건 그 基礎는 학부에서 다진 일이다. 따라서 학부에선 최소한 必須科目을 제외하곤 選擇科目의 幅은 넓힘이 바람직하다. 그러나 資源工學의 시스템工學的인 면은 꼭 터득시킬 일이다. 어찌 보면 산다는 것도 시스템工學的인 選擇과 實行的 連續이 아닐까? *