

시스템概念에 의한 産業技術體系分析

尹 錫 喆*

.....〈目 次〉.....

- I. 序 論
- II. 시스템概念
- III. 産業技術의 시스템의 構造
- IV. 産業技術의 管理 및 政策的 側面
- V. 結 語

I. 序 論

아브라모비츠(Moses Abramowitz)가 1956년에 發表한 論文⁽¹⁾을 始發點으로 하여, 經濟成長力의 源泉이 資本과 勞動이라는 兩大生産要素의 投入에 있다기보다는 차라리 「技術發展」에 있다는 假說은 오늘날 그 信憑性이 점점 增大되고 있다.

따라서 그동안 주로 外國資本의 借入과 低廉한 勞動力의 供給에 힘입어 成長해 온 우리나라 經濟가 당면한 課題의 하나가 巴야흐로 「技術發展」이라 하겠다.

또 實際問題로서, 오늘날 國際市場에서의 경쟁은 長期的으로는 科學과 技術의 競爭舞臺로 歸着하고 ㅁ다. 따라서 先進諸國의 有數企業들은 研究·開發費를 소미로 생각하지 않고 投資로 생각하여 매출액의 상당비율을 여기에 投入한다.

그러나 技術개발이란 開發途上國의 공통된 문제이지만, 아직까지 그 節次나 具體的인 內容에 ㅁ해 確立된 理論이 缺如된 未開拓分野에 속한다.

뿐만 아니라 技術개발이란 時代와 場所의 與件差異에 따라 그 模型이 달라짐은 물론 産業別 特性에 따라서도 패턴을 달리한다고 여겨진다.

따라서 本研究에서는 오늘날 우리나라의 機械工業分野에서 技術개발을 수행해 가는 데 있어서의 여러가지 문제점을 찾아 一般性있는 것을 정리하고 여기에 이론적 체계를 부여하여 方向提示와 解釋方案을 摸索하고자 한다.

研究方法으로는 시스템概念(system concepts)을 導入하여 經驗論적으로 假說을 抽出하고

* 서울大學校 經營大學 副教授

(1) Moses Abramowitz, "Resources and Output Trends in the United States since 1870," *Papers and Proceedings of the American Economic Association*, Vol. 46 (May 1956), pp. 5-23.

자 한다. 産業技術이란 그 自體가 하나의 體系를 이루고 있을 뿐 아니라 外部與件과 相互作用이 심하기 때문에 시스템概念을 적용해보기로 했다. 또 한편, 이 分野에 아직 確立된 理論이 없으므로 부득이 事例研究(case study)를 土臺로 經驗論的으로 假說을 抽出하여 一般化可能性이 있는 것을 整理해보는 方法을 택했다. 그러므로 시스템概念에 따라 整理된 假說의 段階에서 本研究는 끝나고, 假說을 多數標本에 의해 檢證하는 作業은 後續研究課題로 남긴다.

本研究에 사용된 자료는 한국의 現機械工業分野에서 활발히 움직이고 있는 두 會社로부터 얻었다. 두 會社의 要請에 의해 會社名과 資料의 一定部分은 당분간 發表하지 못함을 유감으로 생각한다. 그러나 本研究의 目標가 假說의 檢證이 아니고 그 以前段階인 假說의 候補抽出이라는 點에서 그것이 크게 문제되지 않으리라 생각한다.

II. 시스템概念

시스템的 方法이란 어떤 주어진 문제를 部分的이 아닌 總體的 觀察에 의해 接近해가면서 풀어가는 方法이라 할 수 있다. 예컨대, 의사가 어느 환자의 皮膚병을 치료하려고 할 때, 皮膚라는 身體의 한 部分만을 對象으로 치료하려 들지 않고, 身體全體를 考慮하여 간과 皮膚의 關係 또는 소화기에 이상이 있을 경우 이것이 皮膚에 주는 影響 같은 것을 總體的으로 考慮하여 문제의 皮膚병을 진단하고 치료하려 든다면 이것을 시스템的 接近法이라 할 수 있다.

大部分의 社會 經濟的 現象들은 部分的으로 獨立하여 存在하지 못하고 다른 것들과 相互作用하면서 어떤 有機的 關係 속에서 발생· 존속· 소멸해 가고 있다. 따라서 社會科學의 한 方法論으로서 시스템的 接近法이 重要視되는 것이다.

치치먼(C.W. Churchman)에 의하면⁽²⁾ 社會科學의 對象領域內에 存在하는 大部分의 시스템들은 (1) 目標(objectives), (2) 環境(environments), (3) 部分시스템(subsystems, components), (4) 資源(resources), (5) 管理(management)를 그 구성요소로 지니고 있다.

그러면 産業技術開發시스템은 어떠한 目標, 環境, 部分시스템, 資源 및 管理體系를 가지고 있으며 이들 相互間의 構造的 關係는 어떠한가를 事例研究에서 수집된 자료로부터 究明해보자.

(2) C. West Churchman, *System Approach and Its Enemies*, Basic Books, Inc., 1979.

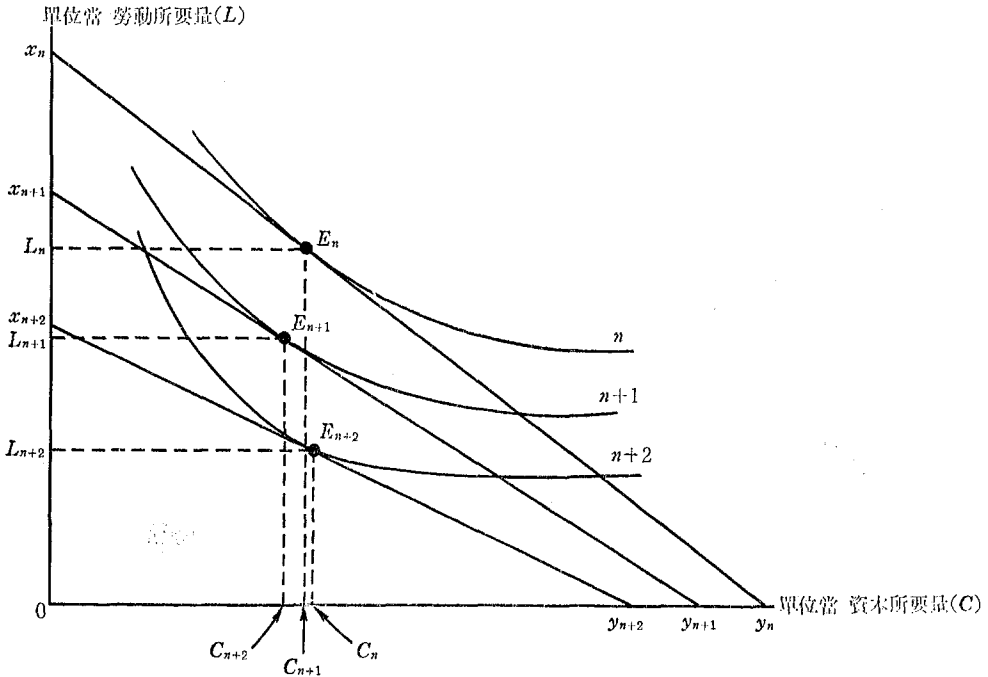
III. 産業技術의 시스템의 構造

1. 産業技術의 目標

産業技術의 一次的 目標은 그 技術을 통하여 製品이나 用役을 生産하여 市場에 내다 파는 데 있다. 그러나 市場에서 다른 여러 製品 또는 用役과 競爭을 하려면 産業技術은 經濟性을 追求해야 하고 또 時代의 變遷에 따라 자기 자신도 계속 適應해가야 한다.

産業技術이 이와 같이 市場目標에 의해 經濟性을 追求해야 하기 때문에 最適技術選擇의 問題가 提起된다. 여기서는 우선 社會經濟的인 考察을 떠나서 技術經濟的인 側面만 論해보겠다. (3) 어느 주어진 社會에서 주어진 時期에 最適의 技術이란 技術의 要因과 經濟的 要因에 의해 決定된다.

〈그림 1〉에 나타난 것처럼 어떤 時點에서 그 當時의 科學·技術水準에 의해 生産函數가 주어진다. 그래프의 從軸은 當該技術에 의한 特定製品1單位生産에 要하는 勞動所要量(L)



〈그림 1〉 時間의 흐름에 따른 最適技術座標의 變遷

(3) 尹錫喆, 「韓國의 産業技術開發模型」, 『經營論集』, 第XI卷 第3號 (1977年 9月), 서울大學校 경영연구소, pp. 90-92.

즉 勞動力單位當生産量의 逆數를 나타내고, 橫軸에는 單位當 資本所要量(C)을 나타낸다. 즉 曲線 n 은 어느 時點 n 에서, 어느 特定製品一定量을 產出하려면 當時 科學·技術水準에서 가능한 여러가지 生産方式은 資本과 勞働의 相異한 結合比率을 파라미터로 實現될 수 있는 點들의 集合이라고 풀이할 수 있다. 여기에는 科學·技術的 變數만 들어갔지 經濟的 變數는 아직 考慮되지 않았다. 이러한 科學·技術에 의한 可能性의 領域이 時間이 흐름에 따라 $n+1, n+2, \dots$ 로 變遷되는 것이다. 그러나 最適生産技術이란 科學·技術에 의해서만 測定되는 것이 아니라 經濟的 變數에 의해서도 못지 않게 영향을 받는다. <그림 1>의 直線 $x_n y_n, x_{n+1} y_{n+1}, \dots$ 은 勞動力과 資本의 單位價格의 比率에 의해 기술기가 測定되는 直線 群이다. 즉 어느 時點 n 에서 w_n 은 賃金率을, g_n 은 單位實質投資價格을 나타낸다면 $x_n y_n$ 線은 기술기를 $-\frac{g_n}{w_n}$ 으로 갖는 直線을 表示한다.

이리하여 科學·技術의 水準에 의해 결정되는 生産函數曲線과 經濟的 與件에 의해 결정되는 價格線이 接하는 點 E_n 은 그 社會, 그 時代에 科學·技術과 經濟的 考慮가 모두 合致되어 結果로 나타나는 最適技術의 座標가 되는 것이다.

이러한 最適技術選擇理論을 그대로 적용시키기는 어렵다 해도 최소한 先進國에서 最適이라고 생각되는 기술이 우리나라에서도 最適으로 評價될 수 없다는 事實만은 明白해 진다.

先進國은 우선 資本코스트가 우리나라 보다 約 3對 1의 비율로 싸다. 反面에 勞賃코스트가 우리나라 보다 비싸다. 따라서 先進國事情에서 最適技術은 <그림 1>의 價格線의 기술기가 우리나라의 경우보다 훨씬 緩慢한 速度로 결정된다.

따라서 生産設備에는 勞動力을 줄이기 위해 自動化率이 높고 콘트롤·메카니즘이 발달해 있다. 또 그들에게는 市場의 규모가 크기 때문에 凡用性보다는 專用性이 높게 設計된 設備가 많다.

이와 같이 오늘날의 先進國과 우리나라와 같은 開發途上國間에는 與件의 差異가 있다. 그러나 不幸한 일은 先進國에서 生産되는 生産設備는 대개가 先進國에 適合하도록 되어 있고 開發國을 對象으로 設計되지 않는다는 사실이다. 따라서 엄격히 말할 때 開發途上國에 適合한 産業技術이란 存在하지 않는다고 할 수 있다.

本研究를 위해 선정된 H社의 경우도 西獨으로부터 多價엔진生産設備를 導入했으나 그것은 高度로 自動化되어 있고 또 專用性이 높게 設計된 設備였다.

이처럼 先進國型的 資本集約的 設備導入에 의해 H社는 아래와 같은 苦戰을 치렀다.

첫째, 높은 資本코스트의 부담이 어려웠다. 運轉初期부터 後述하는 市場與件 때문에 자금순환도 순조롭지 못한 데다가 過重한 金融費用의 壓迫에 못이겨 결국 H社는 産業銀行管

理下에 들어가게 되는 悲劇을 낳았다.

둘째, 이처럼 高度로 自動化된 設備은 또한 維持·補修費가 過多하게 所要됐다. 우리나라처럼 電力料금이 비싼 곳에서는 高度의 自動化設備은 높은 에너지費用을 야기했을 뿐 아니라 補修面에서도 高價의 기술자·高價의 部品을 要하였다.

세째, 이처럼 自動化率과 複雜度가 높은 設備은 그것을 다룰 엔지니어나 기능공을 訓練시키는 데 더 많은 時間과 비용이 들게했다.

이에 반하여 化粧紙製造를 위한 機械設備을 美國에서 導入한 Y社는 單純하고 簡略한 技術을 選擇하여 크게 成功한 케이스다. Y社는 單純·簡略한 技術을 土臺로 基礎技術習得에 專念한 결과 化粧紙·女性生理帶 등 製品을 國際市場으로 輸出할 수 있었음은 물론 이들 製品을 生産하는 機械類까지도 生産하는 데 成功함으로써 南美等 海外에 製紙用 플랜트를 輸出하기에 이르렀다.

이와 같이 産業技術은 그 自體가 存在目標을 가지는 것이 아니고 그것이 生産해내는 製品이나 用役이 市場에서 팔려야만 存在意義를 가지기 때문에 市場에서의 競爭力을 위하여 經濟的 側面이 重要하게 되고 따라서 어느 時期와 場所에 맞는 最適技術이 문제된다.

2. 環境과의 相互作用

産業技術이라는 시스템의 周圍環境에는 一般産業與件이 가장 強力한 存在로 影響力을 發揮하고 있다.

H社의 디젤엔진플랜트가 稼動初期부터 莫大한 金融費와 運營費壓迫에 못이겨 銀行管理下에 들어가고 다시 D社에 의해 引受된 직후인 1975년부터 大韓民國政府는 機械工業育成에 迫車를 加하게 됐다. 政府는 機械工業育成方案의 하나로 機械類輸入에 制動을 걸고 機械類의 國產化率을 높이기 위한 프로그램에 착수했다. 이에 따라 그동안 輸入이 許容되던 디젤엔진도 禁輸措置를 받게 되고 따라서 디젤엔진의 市場展望은 一躍 밝아진 것이다.

1975年以前까지 디젤엔진을 포함한 國產기계류가 市場에서 外面당한 데는 상당한 이유가 있었다.

첫째로, 需要者들이 國產機械類의 性能에 대해 不信하고 있었다. 기계공업의 역사가 짧고 또 政府로부터 金融等の 支援이 充分치 못해 事實上 機械工業은 幼年期狀態에 있었으나 部品の 질적 수준이나 組立完製品의 性能이 先進國製에 비해 뒤지는 것은 명확했다.

이와 같이 質적으로 뒤지는 데다가 雪上加霜으로 價格面에서도 先進國과 경쟁이 되지 못했다. 왜냐하면 市場需要가 적으니까 大量生産의 經濟性을 누릴 수 없었고, 우리나라는 資材가 貧困하고 高價인 데다가 技術과 經驗不足에서 오는 不良損失이 결국 消費者價格에 轉嫁됐

고, 外借等 施設投資에 대한 金融費가 先進國에 비해 3倍程度에 달하기 때문이었다. 따라서 外國機械類의 수입이 완전개방된 상태에서 國산기계류가 상대적으로 自然成長한다는 것은 不知何歲月일 수 밖에 없었다.

이런 점에서 정부는 기계공업육성책의 일환으로 기계류제품의 단계적인 국산화율제고프로그램을 추진했고 이에 따라 수입제한조치가 강화된 것이다.

여기에 添加하여 더욱 市場與件이 좋아진 계기는 數次에 걸친 경제개발계획의 진전에 따라 경제일반이 急成長한 것이다. 1970年代에 들어 國內경제는 年間 約 10% 안팎의 成長을 지속했고 이중 製造産業成長은 約 30%에 이르게 되었다. 이렇게 一般經濟가 急成長함에 따라 디젤엔진의 最終製品인 트럭이나 버스에 대한 수요는 年間輸送物動量의 增加에 발맞추어 增加趨勢를 나타내고 따라서 사실상 디젤엔진에 대한 수요는 공급을 초과하는 지경에 이르렀다. (4)

〈表 1〉 H社의 생산 및 판매증가실적 (단위 : 台)

	1975	1976	1977	1978
生 産	1,120	2,578	9,385	15,206
販 賣	285	3,119	9,313	15,041

이러한 外部의 周圍環境與件이 産業技術시스템에 주는 影響은 다음과 같다.

첫째, 産業技術이 만들어내는 製品의 市場性이 없을 때는 技術의 蓄積이 어려움은 물론, 이미 外國에서 習得했거나 蓄積된 技術까지도 存續 또는 移轉되지 못하고 衰微해 버린다. 왜냐하면 技術이란 주로 「사람」에 附着되어 存續하고 있고 따라서 사람의 持續性없이 技術의 지속성이 있기 어렵기 때문이다.

다시 말하면 市場與件이 안좋아 赤字를 보고 있는 事業에 高價의 技術者나 技能工을 붙잡아 매둘 수 없는 것이 會社의 사정일뿐만 아니라, 기술자나 기능공 자신들도 그 자리에 머물러 있기를 원치 않기 때문에 다른 분야로 사람을 빼앗기게 되는 것이 一般의인 현상이다.

둘째로, 市場展望이 안좋으면 企業의 立場에서 그 分野의 技術개발을 위해 投資를 할 수가 없다. 즉 기업이 市場과의 關聯없이 技術自體를 위해 投資하여 技術을 發展시킨다는 것은 사실상 기대하기 어렵기 때문이다.

다시 實際케이스로 돌아가 〈表 1〉에서 볼 수 있는 바와 같이 H社가 디젤엔진 생산능력을 1975年~1976年 사이에 200%로, 1976年~1977年 사이에는 350%程度로 急伸張시킬 수 있었

(4) 그러나 이러한 디젤엔진에 대한 수요증가의 효과가 바로 製造會社에 幸運으로 나타난 것은 아니었다. 後述하는 搭載問題라는 技術的 難關을 克服하는 어려움이 있었다.

다는 것은 당시 西獨에서 수입한 디젤엔진 제조기술을 그만큼 빨리 習得할 수 있었기 때문에 가능했고 이처럼 急速한 技術習得은 당시 市場需要가 공급을 초과할 만큼 急成長한 것과 軌를 같이 하고 있다.

이와 같은 假說은 Y社의 경우에서도 成立되고 있다. 즉, Y社는 1971年 1月부터 工場稼動과 市販을 始作하여 年平均 約 10% 안팎의 國內經濟全般的 成長을 타고 賣出伸張率은 每年 約 30~40%를 기록했다. 이렇게 재미를 보기 시작하자 美國投資先에서도 점차 관심을 기울이게 되고 또 政策的으로 技術支援을 加重하여 抄紙生産의 機械類自體를 한국에서 생산하여 外國에 輸出하는 길이 열리게 된 것이다.⁽⁵⁾

結論的으로 産業技術은 그것이 習得·開發·維持·移轉되는 과정에서 그 技術에 의해 생산되는 製品에 대한 市場與件에 의해 크게 制約받는다.

3. 部分시스템들 相互間的 關係

産業技術은 그것이 어느 産業分野에 관련된 기술이든간에 그 內部에 다시 여러 部分시스템을 포함하고 있고 이들 部分시스템 간의 相互作用은 不可分이다.

우선 原資材 혹은 副資材의 공급이 하나의 部分시스템을 형성하고 있고 이것은 産業技術의 成敗에 큰 영향력을 가지고 있다. 많은 경우에 있어 어떤 機械나 設備는 特定原·副資材를 사용하도록 設計되어 있고 따라서 이런 경우에 當該技術設備나 機械類의 使用者는 原·副資材의 공급자에게 多小間에 隸屬의 地位에 놓이게 된다. 後進國의 企業이 先進國에서 기술을 도입한 후에도 계속하여 기술공여자의 獨점의 窺포에 신음하게 되는 경우가 있고 이것은 大部分의 경우 原資材나 副資材 등의 공급을 통하여 이루어진다.

이러한 原·副資材의 공급이 하나의 부분시스템으로서 가지는 성격은 技術設備나 機械類의 維持 補修를 위해 필요한 部品の 공급에서도 마찬가지로 발생하고 있다. 大部分의 機械나 設備는 어느 特定製造會社가 공급하는 部品만을 사용할 수 있도록 設計·製造되기 때문이다. 따라서 技術導入이 끝난 후에도 계속하여 先進國의 기술공여자로부터 소위 「技術的 搾取」를 당하게 되는 후진산업국의 어려움의 한 원인이 여기에도 있다. 이러한 착취는 獨占價格에 의해 原·副資材나 部品이 공급되는 형태를 취한다. 이러한 문제는 단순한 橫暴의 次元에서 그치지 않고 開發途上國의 外換事情을 惡化시키는 程度에까지 이르게 된다. 사실상 技術供給者의 立場에서는 技術의 構成因子 하나 하나의 판매보다는 全體가 結合된 收益에 관심이 있으므로, 예컨대 資本持分에 의한 利潤의 送金이나 技術使用料 등의 所得이 現地國內法이나 稅制에 의해 不利할 경우에는 原資材나 部品供給價格의 마진에 의해 總收益

(5) 이 문제는 다음 章에서 더 상세하게 기술함.

의 極大化를 피하려할 수 있다.

이와 같이 部品이나 原資材와 같은 部分시스템이 産業技術이라는 시스템에 有機的으로 相互作用하기 때문에 開發途上國이 段階的으로 部品・原資材를 國産化하는 過程에도 여러 가지 問題點이 提起되게 된다. 첫째로, 外國에서 도입한 設備나 機械가 그 自體로서는 性能이 우수할지라도 原・副資材를 國産化했을 경우 그 質에 문제점이 있으면 生産되는 製品의 質은 낮아지게 된다. 部品에 관해서도 마찬가지다. 즉 國産化시켜 공급받는 部品の 質이 低位에 있으면 全體機械의 性能이 그에 따라 低下됨은 물론이다. 이러한 현상은 H社의 경우에 뚜렷이 나타났다. 즉 H社가 제작하는 디젤엔진도 國産化率提高프로그램에 따라 상당수의 부품을 國産化하기 시작했을 때 소비자로부터의 클레임의 原因은 주로 몇몇 部品の 性能에 있었다. 그러나 소비자의 立場에서 디젤엔진全體에 대한 評價는 클레임의 原因이 된 部品에 돌리지 않고 「엔진自體」가 低質인 것으로 나타나게 되었다.

따라서 이처럼 시스템적 성격이 강한 기계나 기술설비의 全體水準의 質은 그것을 구성하는 부분시스템 중 最下位의 質을 가지고 있는 부분시스템의 수준에서 결정되는 경향이 강하다고 보아야겠다.

開發途上國이 産業技術設備나 機械類를 國産化하려는 過程에서 提起되는 두번째 문제점은 中小企業과 大企業間의 시스템의 提携의 必要性이다. 특히 機械工業分野에서 이 必要性은 절실하다. 機械工業의 경우 아무리 大企業이라도 그 많은 數와 種類의 部품을 自己會社 内部에서 다 생산한다는 것은 기술적・경제적으로 어렵다. 따라서 中小企業은 주로 部品生産方向으로 專門化・系列化하고 大企業은 좀더 根本的인 研究・開發活動에 투자하면서 最終製品의 組立에서 專門性을 길러야 한다는 것이 合理的인 주장이다.

그러나 開發途上國에서는 資金面이나 기술적 능력의 면에서 大企業이 먼저 발전하고 중소기업은 영세한 상태를 벗어나지 못하고 있다. 따라서 大企業이 中小企業을 金融的・技術的으로 支援하여 서로가 專門領域을 지키고 상대방영역을 존중하면서 시스템적으로 協助해야 한다.

이러한 사실은 日本이나 西獨과 같은 先進産業國에서 實際케이스로 존재하고 있다. 1971年 통계에 의하면 日本에 있어서 全體 機械工業企業體 166,127개 중 從業員 9名以下를 거느리고 있는 業體가 109,783개로서 전체의 66.1%를 차지하고 있고, 같은 해 西獨에 있어서는 44.5%를 占하고 있는 것으로 公式集計되어 있다. 선반 한두대를 설치하고 있는 규모상 영세기계제조업자라도 요청되는 精密度와 品質을 保證할 수 있는 부품을 제작할 수 있다면, 大企業과 專門・系列化體制를 形成하지 못할 이유가 없다.

이상과 같은 中小企業과의 專門·系列化에 대한 필요성은 H社가 1975年度에 들어서 절실히 느끼기 시작했다. H社가 제작한 디젤엔진의 不良으로 인한 클레임은 주로 不良部品에 그 원인이 있었고 따라서 H社는 下請群小業體를 지도해야 할 필요성을 느끼게 됐다. 그러나 당시 國內景氣의 好調로 인해 기술인력자원의 절대량이 부족하여 하청업체를 방문하면서 기술지도를 한다는 것은 사실상 어려웠다. 그러나 納品에 대한 대금결제기간을 단축해 주는 등의 자금지원은 가능한 한도내에서 해주었다.

한편 大部分의 씨스템이란 씨스템內部에 部分씨스템을 포함하고 있고 또 밖으로는 자기 자신이 部分씨스템이 되어 더 큰 어떤 씨스템에 屬해 있게 되고 따라서 이 上位씨스템과 不可分の 相互關係를 가지게 된다. H社의 디젤엔진은 그 자신이 하나의 씨스템으로서, 위에서 설명한 것처럼 그 內部에 많은 部品등 部分씨스템을 포함하고 있지만, 또 한편 밖으로는 자기 자신이 하나의 部分씨스템이 되어 버스나 트럭이라는 더 큰 上位씨스템의 한 구성 분자가 된다.

그러나 H社가 겪은 기술적인 면에서의 큰 진통의 하나는 H社가 제작한 西獨 MAN엔진이 한국의 모든 버스·트럭에 그대로 搭載可能한 것은 아니라는 사실이었다.

사실상의 문제로서 國產機械類의 品質에 대한 信賴性缺如와 價格에 대한 不滿으로 국산 엔진을 사용하기를 기피해 온 국내 트럭이나 버스 제조업자들은 H社가 만들어내는 MAN엔진에 대해 搭載上的 문제점을 들어 그의 사용을 거부했다. 그러므로 H社는 다시 새로운 프로젝트로서 이 搭載問題를 해결하기 위해 全力을 기울였다. 우선 國內에서 한국과학기술 연구소(KIST)에 研究를 위촉하는 한편 西獨의 MAN社에도 技術協力을 요청했다. MAN社에서는 기술도입계약 당시 이 搭載問題에 대한 기술원조가 포함되어 있지 않다고 하여, 또 西獨에서는 標準化가 잘돼 있어 이러한 탑재문제가 큰 것이 아니므로, 처음에는 協助를 거부하는 태도였으나 H社가 집요하게 문제의 중요성을 설명하고 협조를 요청하자 技術者를 파견 공동작업을 시작했다. 이와 같이 H社, KIST, MAN社 3者が 공동으로 협력하여 搭載上的 기술적인 애로를 해결함으로써 비로소 MAN엔진은 한국에서 생산되는 버스 및 트럭에 하나의 下部構造의 部分씨스템으로서 받아들여질 수 있게 되었다.

4. 産業技術體系의 資源

産業技術의 가장 중요시되는 자원은 基礎科學의 基盤이라 할 수 있다. 기초과학의 견실한 기반없이 산업기술은 탄생할 수도 없고 성장·발전할 수도 없다. 기초과학의 先進國이 결국 産業技術의 先進國이 되어있는 오늘의 현실세계가 이것을 말해주고 있다.

기초과학의 발달 위에서 基礎·普遍的 性格의 産業技術(general technology), 體系特有技術

(system-specific technology), 또다시 企業特有技術(firm-specific technology)⁽⁶⁾의 發達이 가능할 수 있고 이들 간의 相互作用 역시 體系的 性格을 지니게 된다.

그러나 開發途上國에서 基礎科學에 투자한다는 것은 재정적으로 어렵고 또 기초과학이나 기초·보편적 성격의 산업기술은 그 底邊이 廣大하여 그것을 습득하거나 발전시키기에 시간 소요가 너무 길다. 따라서 개발도상국에서는 기초분야의 발전을 경유하여 첨단산업기술에 도달한다는 것이 무모함을 깨닫고 아예 先進國으로부터 直接應用力이 있고 따라서 市場化시킬 수 있는 제품을 생산할 수 있는 첨단산업기술을 도입하는 경향이 있다. 따라서 선진산업기술은 개발도상국이 산업기술을 발전시키는 데 있어서 一次的 源泉이 되고 있다.

既蓄積된 基礎科學技術이라는 資源이 빈곤한 후진국이 선진국으로부터 첨단산업기술을 로얄티를 주고 사오면 이것이 차라리 후진국 내에서 연구·개발에 투자하여 國內開發을 통하는 것보다 효율적이고 따라서 고전경제학의 國際比較優位理論이 여기에도 타당하다고 주장하는 사람이 있다. 그러나 산업기술은 일반상품처럼 국제비교우위이론이 적용되기에는 또 다른 시스템적 애로가 있다.

우선 산업기술은 그 市場이 完全市場이 되지 못하고 독점시장의 상황에 놓여있다. 산업기술은 특허권 등에 의해 법적으로 독점성을 보장받거나 또는 이러한 법적 보장의 형태를 취하지 않더라도 私的 비밀유지방식에 의해 독점물화되어 있다. 또 일반상품이라면 高價를 지불하면 자기가 원하는 선택을 할 수 있으나 산업기술은 기업간의 장기적 경쟁력의 원천이 되므로 아무리 高價를 지불하려 해도 선택할 수 있는 여지가 제한되어 있다. 이러한 이유로 하여 개발도상국의 産業化過程에 있어서 外國先進國에 存在하고 있는 産業技術이 後進國을 위한 絶對的 資源이 될 수는 없다. 다시 말하면 後進國은 그의 産業化過程에서 우선 短期的으로는 先進産業技術을 導入하여 製造 및 生産活動에 臨하면서, 다른 한편으로는 이들 先進産業技術을 바탕으로 自國與件에 맞도록 改造·適應시키든가 더 나아가서 自體技術을 개발하고 축적해 나가는 方向을 모색해야 한다.

이러한 문제에 관련된 H社의 경우는 아래와 같은 경험을 얻었다.

H社가 서독의 MAN社로부터 로얄티를 支拂하고 도입한 기술은 Type D0844M과 Type D0846HM 모델의 製造技術이었고 따라서 이상의 모델을 제조하는 데 필요한 工場設備를 西獨의 Kreditanstalt für Wiederaufbau, Frankfurt am Main 차관으로 도입했다.

또한편 한국에서 제조불가능한 主要部品 및 한국에서 加工可能하지만 生産不可能한 素材

(6) 産業技術의 體系를 general technology, system-specific technology, firm-specific Technology로 區分한 것은 G.R. Hall and R.E. Johnson, *Transfer of U.S. Aerospace Technology to Japan*, Rand Corporation에 잘 나타나있다.

는 西獨 등 外國에서 수입했으며, 앞서 도입한 생산설비 및 기계류를 運轉하기 위한 기술자 및 기능공은 서독에 파견하여 教育을 받고 귀국했다.

그러나 이들 기술자 및 기능공이 배울 수 있었고 또 실제 배워온 것은 製造에 관련된 「하는 방법」 그 자체 뿐이었지 「왜 그렇게 해야 하는가」에 관한 이론적 밑바탕은 배우지를 못했다. 여기에는 두가지 이유가 있었던 것 같다. 하나는 서독의 기술·공여자측에서 根本的 노우하우(know-how)는 가르쳐 주기를 원치 않았고, 또 다른 하나는 이쪽에서 파견된 기술자나 기능공들도 根本的 지식을 짧은 시간에 배울 수 있을 만큼 底邊의 기초지식이 충실하지 못했기 때문이었던 것 같다.

여하튼 결과적으로 「이렇게 해야 한다」는 것만 알지, 「왜 이렇게 해야 하는지」를 모르니까 새로운 模型의 디자인이나 設計가 不可能함은 물론 既存模型을 한국 실정에 맞게 修訂하거나 改良하는 것조차 어려움을 느끼고 있는 실정이다.

이에 반하여 디젤엔진처럼 복잡하고 정교한 기술이 아니고 비교적 單純하고 技術的 原理가 可視的이라 할 수 있는 Y社의 抄紙生産技術은 짧은 시간 내에 急速히 소화 흡수 되었고 더 나아가 抄紙生産技術設備 및 機械類까지도 생산하여 海外에 수출하는 단계에까지 발전할 수 있었다.

抄紙生産技術은 그속에 現代科學의 深奧한 理論이 숨어 있는 것이 아니고 기술자나 기능공들이 비록 先進國의 설비라 할지라도 이를 視察하거나 觀察함에 의해 그것을 모방하거나 그 原理를 解得할 만큼 쉬운 기술분야인 것 같다. 따라서 이 분야의 기술이 쉽게 克服된 것은 물론 한국의 국제적 우위인 機械加工費用의 低廉性에 편승하여 海外輸出까지 가능하게 된 것이다. 따라서 기술자체의 難易度 혹은 複雜度가 技術習得은 물론 그 후의 개발 및 外國에까지 移轉시키는 데 있어 重要的 決定變數가 된다고 볼 수 있겠다.

〈表 2〉 Y社의 成長

	1971	1974	1977	1978
輸 出 額 (千 달 리) ⁽¹⁾	235	650	2,300	1,700
資 產 (百 萬 圓)	397	1,880	3,196	5,753
從 業 員 數	206	417	430	536

註 : (1) 國內市販額은 會社에서 非公開

IV. 産業技術의 管理 및 政策的 側面

이제까지 전개한 것처럼 産業技術은 系統적 성격이 강한 만큼 이것을 企業次元에서 관

리하거나 또는 政府次元에서 政策的으로 다루는 데 있어서 이러한 시스템적 性格을 充分히 認識하고 문제에 接近해야 할 것이다.

첫째, 産業技術은 그 自體가 存立目標을 가지고 못하고 그것을 통하여 製品이나 用役을 생산하여 市場에 내어 놓아야 한다는 經濟性的의 側面이 존재하는 만큼 기술선택에 있어서 最適技術은 技術의 次元과 經濟的 次元의 交點에서 결정되어야 한다. 그러나 이 문제는 그렇게 간단하지 않다. 우선 크게 볼 때 후진국에서는 資本費用보다 勞動費用이 선진국에 비해 상대적으로 저렴하므로 자본절약적이고 따라서 自動化率이나 에너지 소모율이 비교적 낮은 技術을 도입하는 것이 바람직 할 것이다. 그러나 여기에도 문제점은 있다. 생산해야 할 製品이 高度로 精密해야 하고 또 엄격히 標準化되어야 하며 혹은 市場與件이 신속히 大量生産에 응해야 할 경우에는 自動化率이 높고 사람의 肉感보다는 機械的 作動에 의존하는 쪽으로 技術選擇이 이루어져야 한다.

그러나 어느 경우건, 開發途上國이 先進國에 비해 금융비용이 約 3倍程度 높으므로 여기에 對備하기 위해서는 생산설비를 設計(layout)할 때 先進國式을 쫓지 말고 後進國與件에 맞는 특수형을 개발해야 한다. 예컨대 금융비용이 큰 설비는 3交番制를 택할 수 있도록 하는 라인 밸런싱·시스템을 계산해야 한다.

둘째로, 環境과의 相互作用이 強하다는 點에서, 특히 市場의 受容能力과의 關係에서는 政策的 側面에서 문제가 提起된다. 後進國에서는 統計資料 등이 先進國에 비해 微弱한 상태에 있고, 또 不確實性(uncertainty)이 크다. 따라서 市場需要를 예측한다는 것이 선진국에 비해 더 어려운 상태에 있다. 따라서 정부에서 民間企業의 新規프로젝트를 許可할 때 許可를 너무 남발하여 과잉경쟁상태가 成立하면 기술축적이 저해받는다는 論理가 成立한다. 앞章에서 설명한대로 市場性이 좋지 못한 프로젝트에 유능하고 따라서 高價의 기술인력을 固着시킬 수 없으며 「사람」의 安定없이 기술축적이 어렵다는 것은 技術의 大本이 「사람」에 附着되어 있다는 데서 나오는 論理다.

더구나 경쟁이 過熱된 상태에서 흔히 있을 수 있는 기술인력의 스카웃戰은 더욱 기술축적을 저해한다. 왜냐하면 기술의 시스템적 성격에 의해 스카웃당한 사람 하나나 혹은 소수의 팀이 맡은 일은 기술이라는 全體系의 한 部分體系에 불과하고 部分體系가 자리를 옮길 때 그 部分을 잃은 쪽에서 받는 기술적인 상처의 크기가 그 部分을 얻은 쪽에서 받는 利得보다 큰 것이 예사이기 때문이다.

그 部分을 얻은 쪽은 全體와 部分 간의 和合이라는 시스템적 측면이 새로 창조되어야 하고 이것은 성공확률이 크지 못할 뿐만 아니라 성공되더라도 상당한 시간을 요하게 된다.

세계로, 部分시스템들 상호간의 관계라는 側面에서도 企業 또는 政府次元에서 政策的・管理的으로 重要的 結論이 導出된다. 그중 가장 論議할 가치가 있는 것은 기술도입과정의 包括性與否(packaging or unpackaging)와 外部經濟에 대한 政策的 配慮에 있다.

우선 기술의 도입과정에 있어서 도입되는 기술의 全體系가 包括的으로 「包裝된 상태」로 도입되느냐, 또는 各部分을 構成하는 成分들이 分解되어 도입되느냐가 도입된 후 開發途上國에 어떠한 影響을 끼치게 되는가를 살펴보기 위해 기술도입과정이 역사적으로 어떻게 발전해 왔나부터 설명해보겠다.

19世紀의 植民主義以來 先進國의 大型多國籍企業들은 海外現地에서 天然資源을 採取하기 위해, 또는 海外市場을 장악하기 위해 直接投資方式으로 工場을 建設하고 生産과 販賣 活動을 벌려 왔다.

그러나 이것이 政治・經濟的으로 비판과 저항을 받게 되고 또 다른 社會・經濟的인 與件 變化에 따라 變遷을 겪지 않을 수 없게 됐다. 合作投資方式, 라이선스契約에 의한 方式等이 誕生하게 된 계기가 이것이다.

技術을 提供받는 開發途上國의 企業이 成長, 利潤, 技術習得 등의 動機를 充足시킬 수 있고, 技術을 提供하는 外國企業은 그에 의해 經濟的 收益을 올림은 물론 世界市場戰略에 有利한 與件을 確保할 수 있을 때 合作投資方式이 흔히 사용된다. 合作投資의 경우, 어느 一方도 相對方에 대해 壓倒的인 優越權을 구사할 수 없도록 決定하는 것이 原則이다.⁽⁷⁾ 따라서 技術受與國의 立場에서는 外國資本의 橫暴를 어느 程度 막으면서 技術을 導入 내지 習得할 수 있다는 利點이 있다. 그러나 企業利潤의 處分問題, 再投資問題, 新規事業採擇問題 등에서 雙方의 의견이 엇갈리게 될 때 企業이 難航에 處할 우려가 있다. 따라서 開發途上國의 立場에서는 가능한 한 外國資本의 干섭을 排除할 수 있는 라이선스契約(licensing agreement)에 의한 기술도입의 방식이 採擇되고 있는 추세에 있다.

이 라이선스契約에 의한 方式은 原則的으로 外國資本에 의한 持分을 認定하지 않으면서 工業所有權化되어 있거나 그 會社內部的 秘密維持形態로 소유되어 있는 産業技術, 프로세스・노우하우, 트레이드・마크 등을 契約에 의해 導入하고 그 代價를 로열티 등의 方式으로 지불하는 方式이다. 그러나 實際에 있어서는 이러한 純粹한 理論的 形態보다는 많은 現實的 變形이 存在하고 있다.

또 技術習得의 立場에서는 技術供給者에게 多少(約 30%以內)의 資本持分을 認定할 때 더 積極的인 姿勢로 技術을 가르쳐 준다는 事例分析도 있다. 또 技術使用料도 原則的으로는

(7) *Transfer of Technology: Report by the UNCTAD, Nairobi, 5 May 1976.*

一定額으로 策定되는 것이지만 매출액이나 이익액에 比例關係를 가지고 支拂될 때 技術供給者가 더 誠意를 가지고 技術을 가르쳐 준다는 事例的 經驗⁽⁸⁾도 있다.

그러나 이와 같은 라이선스契約에 의해 技術供與者의 橫暴가 完全히 除去되는 것이 아니라 사실 實際經驗을 통해 나타나고 있다. 주된 技術에 隨伴하는 原資材, 中間製品, 部品 等の 供給을 통해 技術使用料 以上으로 不當하다 할 程度의 外換流出이 있는 것은 물론 企業運營上의 상당한 kontrol을 받고 있는 사례가 많다.

어떤 形態의 契約方式이 適切하다고 보느냐 하는 문제는 技術을 導入하려는 企業이 處해 있는 與件에 따라 考慮되어야 한다고 본다. 技術을 導入하려는 企業의 技術蓄積水準이 너무나 微弱하여 技術의 消化·吸收能力이 부족한 상태에 있을 때는 技術供給者의 橫暴를 甘受하면서라도 危險負擔을 減少시킬 수 있는 方法을 택해야 하겠고, 自社나 周圍與件이 圖面을 解讀하는 데 自信이 있고 導入된 技術을 現地與件에 따라 調整·適應시킬 수 있는 水準에서는 單純한 技術協助契約처럼 相手方의 橫暴를 最大限 防止할 수 있는 方法의 채택이 가능할 것이다.

그러나 技術의 習得 내지 蓄積과의 聯關에서 볼 때, 技術導入時 重要的 것은 導入되는 技術의 各構成成分이 「包裝된 체」(packaged) 包括적으로 導入되느냐 아니면 各成分이 分解되어 導入되느냐에 있다. 大部分의 産業技術은 技術自體의 體系의 性格 때문에 成分因子 相互間에 有機的 聯關性이 높고 또 技術移轉過程에서 妥當性檢査, 機械設備選定, 플랜트設計, 施工 等 各種業務를 部分的으로 遂行하는 業者들 間에 內部的 提携가 되어 있기 때문에 技術의 全體系가 한 덩어리로 包裝되어 包括적으로 導入되기 쉽다. 이러한 導入形態의 極端이 所謂 턱키(turn key)方式 技術導入이다. 또 技術供給者의 立場에서도 技術의 構成因子 하나 하나의 판매의 總合에 關心이 있는 것이 아니라 모든 成分因子들의 結合에 의한 收益에 관심이 있다. 예컨대 資本持分에 의한 利潤의 送金이나 技術使用料 等の 所得이 現地國內法이나 稅制에 의해 不利할 경우에는 原資材나 部品供給價格의 마진에 의해 收益을 올릴 수 있는 것이다. 이리하여 技術供給者는 技術의 全體系를 하나로 包裝하여 包括적으로 공급하려는 一般의 性向을 보이고 있다. 그러나 이처럼 包裝된 技術導入은 받아들이는 立場에서는 다음과 같은 문제점이 있다.

첫째, 特定部品이나 特定資材만을 使用할 수 있도록 시스템이 디자인되는 傾向이 있다. 이렇게 되면 不當한 高價로 그들을 구입하게 될 우려가 있을 뿐 아니라 導入以後에도 存續期間 동안 여러 면으로 從屬되기 쉽다. 뿐만 아니라 國內에서 싼 값으로 손쉽게 구할 수 있

(8) Balasubramanyam, *Technology Transfer to India*, 1976.

는 資材나 部品을 두고도 外國에 비싸게 時間을 걸려 의존하게 되는 경우도 생기게 된다.

둘째, 包括的 導入은 價格도 包括的으로 決定됨으로써 部分的으로 分解됐을 경우의 價格의 總合보다 高價로 결정될 가능성이 많다. 이것은 前項에서 論及한 바와 같이 包括性에 의한 從屬性이 커짐으로써 相對方의 獨占力이 增加하기 때문이다.

셋째, 무엇보다도 가장 큰 缺點은 技術이 導入되는 過程 즉 妥當性調查, 마아케팅연구, 基礎設計, 設備選定 및 配置計劃, 細部엔지니어링, 施工, 試運轉 等の 主要過程에 關途國의 技術人力이 直接 같이 參與하여 일을 進行시키면서 배울 수 있는 所謂 直接參與習得(learning-by-dong)의 機會가 包括式技術導入에 있어서는 流失되기 쉽다.

예컨대 우리 한국의 경우 過去の 技術導入(發電所建設, 비료공장, 化學工場, 大單位機械工場 等 大部分)이 이러한 包括式導入의 極端이라 할 수 있는 터키方式을 취했기 때문에 技術的인 一切의 作業이 韓國技術人力이 核心에 파고들 수 없는 가운데 이루어 졌고 따라서 技術蓄積 내지 開發이 부진해 왔다. 물론 여기에는 이유가 있다. 外國技術陣에게 一括的으로 맡길 수 밖에 없을 만큼 그 分野에 관한 知識이나 技術의 基礎가 박약했기 때문이었다. 技術의 各成分을 分解할 만한(예컨대 發電所建設이라면 터빈과 보일러를 각각 別個의 業者에게 發注하고 이것을 中間에서 調整하여 結合시킬 만한) 技術에 도달하는 것도 상당한 技術狀態에 도달한 후나 가능한 것이다. 따라서 기술의 未熟에서惹起될 危險負擔을 질 수 없을 만큼 企業의 財政力이 弱할 때는 一括的으로 一切를 外國技術陣에게 맡길 수 밖에 없을 것이다.

뿐만 아니라 分解시킨 技術의 一部(예컨대 工場의 建造物施工)를 國內의 어느 業者에게 맡긴다 할 때 國家的 見地에서는 技術習得上 바람직하겠으나 建設되는 工場의 主人의 立場에서는 外國의 經驗많은 業者가 하는 것보다 못마땅하게 느껴질 것이다. 즉 施工을 의뢰하는 企業主의 立場에서는 國內他會社에의 技術習得은 外部經濟(external economy)에 不過하기 때문이다.

分解된 導入이 갖는 또 다른 難點은 導入後의 클레임請求가 어렵다는 것이다. 어느 中心契約者로부터 一括的 責任 하에 導入되는 技術은 클레임문제가 발생할 때 責任所在가 分明하지만 各成分이 分解되어 導入된 것을 有機的 썬스뎀으로 結合시켜 놓은 後에는 問題發生時 責任所在을 追跡하기가 어려운 경우가 많다.

이와 같이 技術을 成分으로 分解시켜 導入한다는 것이 難點이 많은 것은 사실이다. 그러나 우리나라 企業이 外國技術依存을 止揚하고 長期的으로 우리 技術을 蓄積・開發하려면 包括性導入이 갖는 短期的 利點을 犧牲하면서 長期的 眼目に 着眼해야 할 것이다. 第2次大戰

後 日本이 成功的인 技術習得에 의해 産業을 發展시킨 것은 外國技術의 賢明한 選擇의 導入과 이렇게 導入된 技術을 成分 分解하여 逆엔지니어링方式에 의한 技術習得에 있었다고 한다.

그러나 여하튼 기술을 도입하는 企業의 立場에서는 一切의 技術的 作業을 先進國의 경험 많은 業者들이 信賴性있게 또 신속하게 해주는 短期最適化(short-term optimization)를 추구하게 될 것이고 따라서 國家의 立場에서 바람직한 長期最適化(long-term optimization)를 追求하기 위한 政책이 個個의 特定企業에 경제적 또는 시간적 코스트를 야기할 때는 國家가 적절한 財政的 또는 稅制의 支援를 해주어야 할 것이다. 따라서 이러한 政策的 支援의 必要時期와 分野를 發見하여 그때 그때 신속히 實行에 옮기기 위하여 産業技術成長過程에서 外部經濟가 크게 문제되는 領域과 時期를 識別하는 組織이 있어야 할 것이다.

V. 結 語

이제까지 살펴본 것처럼 산업기술이 시스템적 성격을 강하게 가지고 있기 때문에 산업기술체계에 最適化概念을 도입하여 관리하려면 이미 논한 것처럼 산업기술자체 시스템의 環境, 部分시스템, 資源 等 상호간의 有機的 關係를 파악하여 이 관계 속에서 意思決定이 이루어져야 한다. 뿐만 아니라 産業技術自體가 獨立된 시스템이 못되고 그보다 더 큰 上位體系의 한 部分시스템을 이루고 있으므로 産業技術은 이러한 上位시스템의 目標를 파악하여 여기에 자신의 目標를 적응시켜야 生命力을 지속할 수 있게 된다.