

技術革新의 生産效率에 관한 研究

陳 世 仁

(建國大學校經商大學·教授)

차 례

I. 問題의 提起

II. Residual Method의 分析

III. 技術革新

IV. 技術革新의 效率

Summary

Bibliography

I. 問題의 提起

生産을 資本이나 勞動에 관한 效率係數의 變化率이라 보면 우리는 技術進步의 中立性을 생각할 수 있다. 中立性에 관한 事例로서 세가지를 들 수 있겠다. 첫째는 純粹한 生産增加라는 側面이고, 둘째로는 純粹한 資本增加라는 것이고, 셋째로는 純粹한 勞動增加인 것이다.

첫째것의 model은 生産函數가 $Y=A(t)F(K,L)$ 로서 生産函數가 shift된 것으로 해석될 수 있고 따라서 여기서 필요하고 충분한 조건은 產出量의 증가를 기하는데 있다. 이것은 J.R. Hicks의 命題인데 그는 이런 生産函數 model을 통해서 中立의 技術進步를 전개한 것이다.¹⁾ 여기서 Y는 產出量이고, K는 資本量, 그리고 L은 雇傭된 勞動量을 나타낸다. 한편 t는 時間을 나타내는데, Y나 K 및 L이 모두 同一時點에서 본 經濟諸量이며, 따라서 生産函數에 t를 導入한 것은 技術進步를 時間의 推移過程에 따라 生産效率을 향상시킨다는 것을 뜻한다. 만약 여기에서 K나 L를 一定하게 하더라도 단순히 時間(t)의 흐름에 따라 產出量이 늘어나게 된다는 것을 의미하는 것이다. 이렇게 보면 model이 밝혀주는 요지는 資本財나 勞動에 「具體化되어지지않는 技術進步」 Disembodied Technical Progress가 內在되어 있음을 밝혀 주는 것이라 하겠다.²⁾

中立的 技術進步에 관한 Hicks의 定義와 生産函數와의 관계는 다음 <그림 1>에서 알 수 있바처럼, a 점에서 c점으로의 勞動生産性的 증가율이, 예컨대 5%라고 하면, c점은 a點과

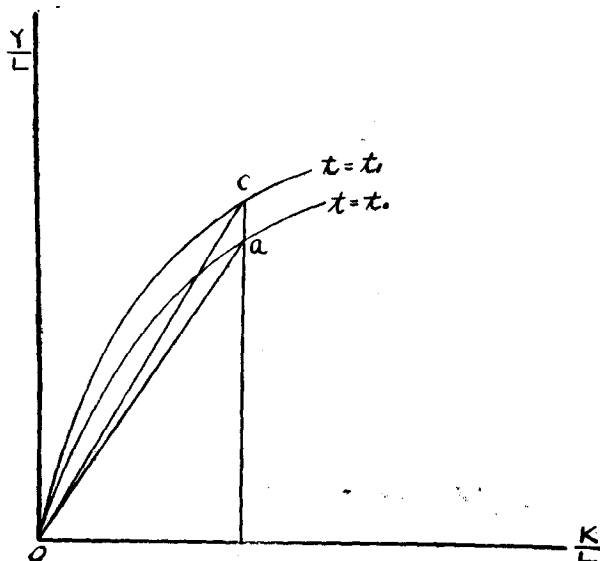
1) J.R. Hicks, The Theory of Wages, 1963 pp.121~123. 특히 Hicks는 「賃金理論」에서 勞動節約的, 中立的 및 資本節約的 發明에 대하여 다음과 같이 설명하고 있다.

.....“Labour-saving” inventions increase the marginal product of capital more than they increase the marginal product of labour; “capital-saving inventions increase the marginal product of labour more than that of capital; “neutral” inventions increase both in the same proportion. (同書 pp. 121~122).

2) 荒憲治郎「技術의 中立性」—橋論叢 55卷 1966, 1月號 p. 104, 「偏向的 技術進步と 所得分配」經濟研究 18卷 4號 1967 p. 310參照, 사실 이 model은 R.M. Solow 나 R.F. Harrod 등이 가정하는 資本財나 勞動에 具體化되어지는 技術進步와 달리, 이를테면 資本蓄積이나 新規勞動의 追加投入이 없더라도 技術進步의 生産效果가 발생한다는 것을 밝혀주고 있다.

〈그림 1〉

Hicks의 中立性



동일한 勞動의 資本集約度에 있다. 따라서 資本의 生産性 ($0c$, $0a$ 의 \tan) 역시 5%의 比率로 증가한다. 그런데 c 點에서 勞動의 限界生産力이 a 點과 比較하여 5% 이상의 比率로서 증가하게 되면 資本의 限界生産力은 5% 이하의 比率밖에 증가하지 못할 것이다. 따라서 要素價格에 변화가 일어나지 않으면 生産者는 자연 資本財보다도 오히려 勞動投入을 증가하는 것이 유리할 것이다. 이것이 資本節約의인 事例라 볼수 있다. 이와 달리 勞動의 限界生産力이 5% 이하 밖에 증가하지 못하면 資本의 限界生産力은 5%이상으로 증가한 셈이다. 그러므로 상대적으로는 資本投入을 증가시키는 편이 유리할 것이다. 이것이 이른바 勞動節約의인 경우라 말할 수 있다. 그러나 資本과 勞動의 限界生産力을 다 같이 5%씩 증가시키면 中立的 技術進步의 경우가 될 것이다.³⁾

둘째의 純粹한 資本增加의이라는 면에서 보면 生産函數가 $Y=F(A(t)K, L)$ 로서 資本財의 증가투입에 의해서 技術進步가 편성되어 具體化되어 진다고 본다. 따라서 여기에서 필요한 조건은 新資本財의 投入이 뒤따라야 한다는 것이다.⁴⁾ R.M. Slow는 同一한 水準의 勞動生産性을 기준으로 삼을 경우 所得分配率을 일정하게 하면 技術進步는 中立的 neutral이라는 것을 지적한다. 한편 所得分配率을 勞動에 유리하게 하면 技術進步는 資本節約的 capital-saving 이다. 그리고 所得分配率을 資本에 有利하게 하면 技術進步는 勞動節約的 labour-saving 이라는 것이다. 따라서 同一한 勞動生産性을 기준으로 하면 技術進步에 의해서 資本의 限界生産力과 資本의 平均生産力이 同一한 比率로서 증가하게 됨을 알 수 있다. 이러한 技術進步를 R.M. Solow의 中立性이라 한다.⁵⁾

實質賃金率이 일정하고 더구나 所得分配率마저 일정한 경우 분명히 勞動生産性도 일정하

3) 荒憲治郎, 「技術進步と生産函數」經濟成長論 1969, p. 99 參照.

4) R.M. Solow, "Capital, Labor and Income in Manufacturing," in The Behavior of Income Share (ed. by C.F. Schwartz), 1964, pp. 101~128.

5) R.M. Solow, "Investment and Technical Progress," in Mathematical Methods in the Social Science, 1960 參照.

게 되는 것이다. 사실 實質賃金率이나 勞動生産性은 본질적으로 같은 것이다. 이렇게 보면 일정한 勞動生産性하에서 所得分配率을 변화시키지 않는 技術進歩를 中立的이라고 말할 수 있을 것이다.

그러나 현실 경제에서 보면 技術進歩에 따라 勞動生産性이 변하지 않고 머문다고 하는 문제가 있다. J. R. Hicks는 지적하길, 實質賃金率이 불변하다는 데에서 生産要素의 所得分配率을 변화시키지 않는 發明을 中立的의 發明이라고 정의하려는 사람은 없을 것이라고 했다.⁶⁾ 따라서 부단한 技術進歩가 이루어지는 成長過程에서는 勞動生産性이 계속적으로 늘어나게 되는 것이라 볼 수 있다.

그러나 一定한 水準의 勞動生産性이란 規準을 Solow의 規準이라 한다. 하지만 이런 規準으로서 中立的의 技術進歩를 전개하고 있지는 않다. 그는 技術進歩의 效果를 資本財라는 物的手段에 具體化시킴으로써 技術進歩의 效果를 구하려한 것이다. 다시 말하면 技術進歩의 效果를 資本財의 效率증진에서 구하고 있다.⁷⁾ 따라서 技術進歩가 모든 경우에 있어서 Solow가 의미하는 中立的이기 위해서 必要하고 充分한 條件은 技術進歩를 나타내는 項目이 資本財라는 것이다. 이런 의미로 해석해서 그는 純粹한 資本増大的 purely capital-augmenting인 生産函數를 展開한 것이다.⁸⁾

세제로 R.F. Harrod의 中立的의 技術進歩는 그의 動態經濟學⁹⁾에서 전개하고 있다.

同一한 資本의 生産性을 規準으로 하여 技術進歩의 前後에 있어서 資本의 限界生産力이 일정하게 되면, 技術進歩는 勞動에 편승되어 效率化되어 진다고 하는 것이 Harrod의 中立的性 Neutrality이다. 따라서 生産函數는 $Y=F(K, A(t)L)$ 로서 勞動에 편승된 能率係數로서 labor-augmenter라고 말할 수 있다.

Harrod는 利率이 일정할 경우 資本係數의 값에 변화가 일어나지 않는 技術進歩를 中立的이라 지적한다. 만약 利率을 資本利潤率에 같다고 생각하고, 技術進歩率이 Harrod가 뜻하는 中立的이라면 所得分配率 역시 일정하게 될 것이다. 이는 資本係數에 資本利潤率을 곱한 것이 利潤分配率이기 때문이다.

資本係數를 일정하게 할 경우, 利率에 큰 변화를 일으키지 않는 技術進歩를 中立的이라 정의할 수 있다. 따라서 技術進歩의 類型에 관하여 同一한 資本係數를 規準으로 할 경우 다음 몇 가지의 事例를 들 수 있을 것이다.

먼저 資本利潤率을 변하지 않는 것으로 할 경우, 즉 所得分配率에 변화를 일으키지 않는 技術進歩는 中立的이라 본다. 다음 資本利潤率을 높일 경우, 즉 所得分配率을 資本에 유리하게 할 때의 技術進歩는 勞動節約의으로 되는 것이다. 그리고 이와 반대로 資本利潤率을 낮출 경우 즉 所得分配率을 勞動에 유리하게 할 경우의 技術進歩는 資本節約의이라는 것이

6) J.R. Hicks, Capital and Growth, 1965, pp. 180~81 參照.

7) R.M. Solow, "Technical Change and the Aggregate Production Function," Review of Economics and Statistics, August, 1957, pp. 312~320.

8) R.M. Solow 「同論文」 p. 313 參照.

荒憲治郎, 「技術進歩의 中立的性」—橋論叢 55卷 1966, 1月號 p. 108 參照.

9) R.F. Harrod, Towards a Dynamic Economics, 1954.

.....I define a neutral advance as one which, at a constant rate of interest, does not disturb the value of the capital coefficient; it does not alter the length of the production process.

A stream of inventions, which are neutral as defined, will, provided that the rate of interest is unchanged, leave the distribution of the total national product as between labour (in the broadest sense) and capital unchanged. p. 23.

다.¹⁰⁾

그런데 資本係數가 커지거나 적어지는 것은 때때로 生産의 迂回度와 관련된다. 따라서 그 가 뜻하는 技術進步의 中立性이란 것은 일정한 資本利潤率하에서 生産의 迂回度を 變하지 않게 하는 데 있다.

그런데 과거에 있어서 技術進步의 類型은 일반적으로 경제성장이 生産의 迂回化를 필연코 수반하게 되는 것으로 알고 있다. 만약 技術進步가 없이 勞動보다는 資本의 成長率이크다고 하지만 이는 生産의 迂回化에서 생겼다고 볼 수 있는 것이다. 문제는 技術進步가 있을 경우 生産의 迂回化가 정상적인 경제성장의 圖式이 될 수 있을까 하는 점이다. 확실히 많은 投資量은 資本係數를 높이는 것만 사실이다. 그런데 技術進步로서는 有線通信이나 無線通信과 같은 눈에 띄는 資本節約의인 技術進步뿐만 아니라 交通機關이나 通信機關의 발달에 의한 生産過程의 能率促進이라든지 事務能率의 향상 또는 科學的 管理方法의 발달에 수반하는 資本支出의節約 등, 예컨대 눈에 띄지 않는 資本節約의 改善이 이루어지는 것도 있을 수 없다. 이렇게 보면 적어도 과거의 技術進步가 資本係數를 높이게 되었다는 背後에는 역사적으로 보아서 雇傭增加率보다도 資本蓄積이 크게 작용한 것이라 볼 수 있다. 따라서 勞動의 資本集約度가 확실히 실현된 것으로 보아진다. 이 경우 만약 生産函數에 변화가 없다면 資本集約度の 증가는 필연코 資本係數를 증대시키고 따라서 生産의 迂回化가 진행되었다고 볼 수 있다.¹¹⁾ 따라서 生産函數가 shift 되는 技術進步하에서 동일한 결론을 도출할 수 있을까 하는 것이 문제다. 사실 技術進步가 따르지 않는 결론을 技術進步가 진행되는 현실에 적용시킬 수 없다는 것도 당연하다.

生産函數에서 보면 技術進步가 Harrod의 中立化가 되기에는 資本係數 또는 資本의 生産性이 일정한 水準에 있을 경우 所得分配率 역시 一定하게 머물게 되는 것이라 말할 수 있다. 따라서 技術進步가 Harrod의 의미에서 中立적이기 위한 必要하고 充分한 條件은 技術進步의 存在를 나타내는 項目이 勞動力에 편승되어 일어난다는 뜻으로서 純粹한 勞動增加의 purely labour-augmenting이라 할 수 있다.

II. Residual Method의 分析

殘差法에 관하여 J. Tinbergen¹²⁾이나 R.M. Solow¹³⁾는 이른바 殘差로서 技術進步率의 크기를 잡았던 것이다.

生産에 있어서 生産函數의 shift로서 발생하는 效率係數로서의 技術進步率을 殘差라고 볼 수 있을 것이다. 다시 말하면 이것은 技術進步가 가져온 寄與라고 풀이할 수 있다.¹⁴⁾ 그런데 技術進步를 時間의 函數로서 보는 說에 대하여 Kaldor나 Johansen의 批判에도 一理가 있지만 生産性的 증가를 資本의 증가와 技術進步로 분류하는 다른 방법은 찾을 수 없다. 그러므로 이런 점으로 보면 生産函數의 shift parameter로서 파악하게 되는 殘差法이 적용될

10) 荒憲治郎, 「技術進步と 生産函數」 經濟成長論 1969, p. 107 參照.

11) 荒憲治郎, 「前掲論文」 pp. 107~108 參照.

12) J. Tinbergen, "Zur Theorie der langfristigen Wirtschaftsentwicklung," Weltwirtschaftliches Archiv, 55 Bd. 1942, S. 511~549.

13) R.M. Solow, "Technical Change and the Aggregate Production Function," Rev. Econ. Stat., Aug. 1957, pp. 312~20.

14) F.H. Hahn & R.C.O. Matthews, "The Theory of Economic Growth: A Survey." Surveys of Economic Theory, Vol. II, 1967, p. 54.

.....the "residual" is attributed to technical progress(p. 54).

수 밖에 없는 것이다. 이처럼 殘差法에 대하여 의문을 던지는 까닭은 分配率의 변동이 큰 나라에 있어서는 生産函數의 shift parameter가 현실성이 적다고 하는 점이다. 그러나 美國經濟에서처럼 分配率이 크게 변화하지 않는 경우 Solow 식의 殘差法이 현실화 될 수 있다는 것도 풀이 된다.

R. E. Johnston 같은 사람은 그의 論文「技術進步와 革新」¹⁵⁾에서 技術進步 또는 제 3要素(the third factor)를 巨視經濟의인 殘差 residual라고 보았다. 그러므로 한편 企業에서나 產業에 있어서 革新 이른바 新改良된 工程과 生産物에 관하여서는 微視的 概念으로 파악될 수 있는 것이라 한다. 그리하여 革新 innovation은 계속적인 기간에 있어서 발생되는 time sequence라고 생각한다.¹⁶⁾

따라서 이 sequence는 단축될 수도 있을 것이고 더 좋은 조거를 조성할 수 있는 어떤 要素를 자극함으로써 革新의 흐름(the flow of innovation)을 증가시킬 수도 있을 것이다. 개별적 또는 集團적인 革新의 效果는 관찰할 수도 있고 이를 測定할 수도 있는 것이다. 그리고 革新은 여러 要素의 函數도서 나타낼 수 있음을 보여준다.

殘差로서의 技術進步는 經濟成長의 주된 原因 중의 하나라 하겠다. 따라서 그것은 經濟分析의 tool로서 生産函數의 변화를 설명하기 위한데 소요되고, 한편 경제성장의 주요 공헌의 하나로 생각된다. Solow 같은 사람은 技術進步를 외부적으로 주어진 變數 이른바 時間의 函數로 간주했다. Solow 뿐 아니라 Kaldor나 Eltis 또는 Arrow는 技術進步를 그들의 model에 도입한 것이다.¹⁷⁾

사실 技術進步라는 말은 生産要素인 勞動과 資本의 量的 增加에서 그 原因을 찾을 수 없고 다만 產出量增加를 풀이하는 殘差 residual라는 것이다. 이런 뜻에서 Domar는 지적하길, 總體의意味의 技術進步는 경제성장에 영향을 크게 미치는 것이라 한다.¹⁸⁾

따라서 그는 資本과 勞動의 量的 投入變化를 설명한 연후에 남은 모든 것으로서의 Residual이라 했다. 다시 이를 다른 표현으로, 投入單位의 產出量 output per unit of input 혹은 能率指數 efficiency index (Schmookler), 技術變化 technical change (Solow), 또는 總工場生産力 total factory productivity (Kendrick)라는 말과 같다고 했다.¹⁹⁾

15) Robert E. Johnston, "Technical Progress and Innovation," Oxford Economic Papers, Vol. 18, July 1966, pp. 158~173. 參照.

16) Robert E. Johnston, "同論文" 1966, p. 153.

17) 技術進步를 model化하는데 제각기 觀點의 차이를 갖고 있다. 즉,

(a) investment rate (Kaldor(I))
 (b) rate of change of investment rate (Kaldor(II))
 (c) time and investment rate (Eltis)
 (d) total economic activity (Arrow(I))

18) 總體의意味의 技術進步를 Residual로서 E.D. Domar는 다음 몇 가지를 들고 있다.

1. technical progress in the narrow sense (innovation)
 2. economies of scale
 3. external economies
 4. labour improvements (health, education skills)
 5. better management
 6. improved product mix

19) E.D. Domar, "On The Measurement of Technological Change," Economic Journal, Dec, 1961, pp. 709~710.

Ⅲ. 技術革新

우리는 技術進步의 몇 가지 要素들을 더 깊이 分析함에 있어 微視經濟로 눈을 돌리게 된다. 分析의 接近方法은 특정한 企業에 있어서 發明이나 革新에 관한 事例를 연구할수 있다. 따라서 産業의 外聯 inter-industry 이나 産業의 內聯 intra-industry 에서 발생하는 革新의 經驗적 圖表(tabulation)를 만들게 된다. 만약 좁은 뜻의 技術進步가 개별적인 革新의 總計로 간주된다면 이를 용이하게 分析할 수 있을 것이다.

革新 innovation 은 새롭고 改善된 工程이나 生産物을 경제에 도입하는 것이라 定義할 수 있다. 그것은 새롭고 改善된 生産物이나 工程 및 技術 또는 生産方法에서 파생되는 生産의 變化를 나타내는 것이라 볼 수 있다. 따라서 革新이란 말은 그것을 맨처음 적용하는데 있어서 變化를 일으키는데 적용된 것으로 해석할 수 있다. 그리고는 이와 더불어 革新이나 改造를 다른 企業이나 産業 그리고 여러 나라에 파급시키는 것에도 해석되어지는 것이다.²⁰⁾

革新을 이처럼 해석하는 것은 技術變化의 과정을 發明 invention, 革新 innovation, 模倣 imitation 의 3부분으로 分類하는 J. A. Schumpeter의 전통적인 接近方法과는 다른 것이다. 革新에 관하여 Schumpeter는 「特殊한」 뜻으로 그리고 「좁은」 뜻으로 해석했다. 전자는 技術的인 生産에만 한정되지 않고 新市場을 개척하는 技術까지 포함한 특수한 것이라 한다. 한편 후자는 맨처음이고 유일한 時間 개념은 이른바 新開發이라는 좁은 뜻으로 풀이했다. 따라서 革新은 實驗室에서 보는 개선 뿐만 아니라 실제 生産活動에서 일어나는 것이라 그는 개념규정한다. 그러나 그는 發明이나 革新 및 模倣의 구분은 time sequence의 여러 단계에 있어서 상호의존관계에 있다고 강조하지는 않았다. 다만 革新은 보다 넓은 개념으로 해석해야 하는 것으로 풀이한 바 있다. 그래서 創意的인 革新을 도입하는 단계와 결과적으로 波及되는 단계로 연결시켜 보아야 한다고 본다. 따라서 개별기업에서 革新을 도입하는 특수한 과정과 시간이 가며 따라 세계 경제로 미치는 흐름의 양면을 보아야 한다는 것이다.

이와 같은 흐름을 네 가지 기간으로 나누어 보면 다음과 같다.

첫째, 研究나 發明으로 이끄는 生産物이나 개선된 工程에 대한 최초의 idea 그리고 필요성에 대한 인정 등이며, 特許에 대한 신청도 있을 수 있다.

둘째, 開發事業이나 原型 및 試驗生産으로 이끄는 技術 및 경제적 가능성에 대한 긍정적인 결정 등이다.

셋째, 상업生産—the initial point innovation—으로의 전환과 함께 革新의 진행은 멈추지 않고 처음 革新의 개선과 다른 企業으로의 전파와 더불어 계속되어 진다.

넷째, 國家的 次元에서 본 革新의 전파와 改善은 그것이 국제적인 이용으로 전파됨에 따라 한층 높은 단계에 있게 된다.²¹⁾

Ⅳ. 技術革新의 效率

技術革新 또는 技術開發은 경제발전 과정에서 자본축적에 못지 않는 중요성을 지니고 있

20) Innovation may be defined as "the introduction of new and improved processes and products into the economy". It involves a change in production resulting from a new or improved product, process, technique, or method. The term "innovation" is applied to the introduction of such change in its first application and also when the innovation or an alteration spreads into other firms, industries, or countries. (Robert E. Johnston, "Technical Progress and Innovation," Oxford Economic Papers Vol. 18 July 1966, p. 160.)

21) Robert E. Johnston, 「同論文」 p. 160 參照.

다. 이것은 오늘날 개발도상의 한국경제에서 보면 더 이상 긴요한 일이 아닐 수 없다. 과거의 고도성장에서도 그랬고 지금도 技術革新에 힘입어 生産의 效率性을 높이고 있음은 사실이다.

경제의 構造改善에서 일어나는 産業의 高度化는 勞動의 資本裝備率을 높이게 된다. 資本裝備에서 보면 資本財에 體化되어진 技術進歩를 찾을 수 있겠다. 이것은 技術進歩가 新資本財에 内生되어 生産過程에서 나타나는 것으로 해석될 수 있다. 우리나라 경제의 고도 성장도 이런 事例가 많은데 실은 최근 많은 外國資本財의 導入에 힘입었다고 볼 수 있다. 한국의 製造工業 部門에서의 體化(embodiment)는 資本과 勞動의 두 要素에서 일어난다. 우리나라 工業에서는 投資가 주로 많은 外資導入에 따르는 新投資로 나타나기 때문에 技術進歩를 經濟內部에 定着시키는 vintage model에 의한 內生的 技術變化로 볼 수 있다. 따라서 韓國産業의 新資本財導入은 企業의 技術革新의 새로운 국면이라 볼 수 있겠다.

한편, 技術進歩가 生産函數의 shift로서 純粹한 產出量增加의 결과로 나타난다고 보면, 이 경우는 資本財에 體化되어지지 않는 事例라 보겠다.

한국에 있어서 鑛工業의 技術進歩의 生産性效率은 <표 1>와 같다. 여기서 製造工業은

<표 1> 生産增加에 대한 技術進歩의 寄與度

업 종 별	生産增加	技術進歩	勞動投入의 寄與	資本投入의 寄與	(2) × 100	(3) × 100	(4) × 100
	$\frac{\Delta Q}{Q}$ (1)	$\frac{\Delta A}{A}$ (2)	$\frac{\Delta L}{L} \cdot \alpha$ (3)	$\frac{\Delta K}{K} \cdot \beta$ (4)	(1)	(1)	(1)
광 공 업 총 계	0.18090	0.013090	0.08222	0.08558	7.24	45.45	47.31
광 업 합 계	0.07292	-0.071517	0.00964	0.13652	-98.07	13.22	187.21
제 조 업 합 계	0.19210	0.014892	0.08127	0.09574	7.75	42.35	59.84
석	0.082127	-0.017623	0.023817	0.075933	-21.45	29.00	92.45
금	0.047348	0.011971	0.017883	0.017492	25.29	37.76	36.94
비	0.090140	-0.001582	0.048006	0.043716	-1.75	53.26	48.49
식	0.142946	0.045768	0.018407	0.078770	32.02	12.88	55.10
음	0.122896	0.018213	0.026089	0.130773	14.82	-12.23	106.41
섬	0.20484	0.013389	0.042360	0.149094	6.54	20.68	72.78
제	0.236017	0.068914	0.153786	0.013315	29.20	65.16	5.64
지	0.16956	-0.042349	0.052907	0.159011	-24.97	31.20	93.78
인	0.131702	-0.024075	0.080471	0.075306	-18.28	61.10	57.18
피	0.056497	0.0179118	0.037902	0.000683	36.04	67.08	1.20
고	0.105702	0.038180	0.0166594	0.050862	36.12	15.67	48.12
화	0.259676	-0.077398	0.128690	0.208384	-29.81	49.56	80.25
석유·석탄제품	0.296741	-0.646940	-0.000654	0.944336	-218.01	-0.20	318.24
토석및유리제품	0.187932	-0.072006	0.072851	0.187687	-38.63	38.76	99.87
제 1 차금속제품	0.193172	0.070115	0.127492	-0.004436	36.30	66.00	-2.3
금 속 제 품	0.178122	0.040870	0.140267	0.003021	22.94	78.75	-1.70
기	0.138522	0.071789	0.057822	0.008910	51.82	41.74	6.43
전 기 기 기	0.328898	0.024617	0.257607	-0.046673	7.48	78.32	14.19
수 송 용 기 기	0.380175	-0.029420	0.161698	0.247897	-7.74	42.53	65.21

1960~69년을 통하여 年平均 1.49%의 技術進步率을 나타내고 있으나, 鑛業部門은 이와 반대로 年平均 -7.15%의 技術進步率을 나타내고 있다. 따라서 鑛工業 전체는 製造業에 비하여 年平均 0.18%포인트가 낮은 1.31%의 技術進步率을 보여주고 있다. 한편 製造業은 같은 기간에 技術進步의 生産效率은 7.75%이고, 鑛工業 전체로서는 7.24%를 나타내고 있음을 본다.

특히 技術革新이 일어난 업종으로는 기계, 제 1차금속, 제재·목재 부문으로서 年平均 7.18%, 7.01% 및 6.89%로 극히 높은 수치를 보이고 있는 것이다. 반면에 技術進步가 負值로 나타내는 부문중에서 특히 석유 및 석탄, 화학, 토석, 유리 및 지류 등이다.²²⁾

사실 技術進步率이 負值를 나타낸 것은 資本投入의 증가가 기능대로 충분히 生産過程에서 활용되지 못한 것으로 볼 수 있다. 이것은 다른 면에서 보면 지나친 過剩施設投資를 한 것으로 풀이 할 수도 있을 것이다.

우리 나라의 製造業部門에서는 年度에 따라 技術進步率이 負值를 보여 주는데 이런 年度에는 勞動時間當 또는 勞動者當 資本裝備率이 지나치게 낮은 수준에 있는 것이 일반적이다. 경우에 따라서는 높은 것도 있는데, 이럴 때는 勞動時間當 附加價值指數가 낮은 것이 특징이다. 후자는 生産에 직접 기여하는 設備投資보다 간접적인 설비투자를 많이 했다는 것을 지적할 수 있다. 전자의 경우는 機械設備가 시대적으로 낡은 것이라 볼 수 있고 따라서 지나친 勞動使用的인 것이라 볼 수 있다.

따라서 한국경제에서 추진하고 있는 外國資本財의 도입은 量的 側面만 보여줄 뿐이지 新資本財에 vintage 된 技術進步는 낮은 것이 生産결과에서 알 수 있다.

그런데 우리나라처럼 外國資本財導入이 많은 나라도 드물다. 기왕에 外國에서 도입하는 資本財라면 高水準의 技術進步를 內生시킨 新資本財가 도입되어져야 生産效率을 높일 수 있게 되고 따라서 技術革新을企할 수 있을 것이다. 이렇게 하는 投資方向이 국제경쟁력을 배양하는 産業構造가 될 것이고 新産業體制의 확립이 될 것이라 짐작한다.

生産過程에서 技術의 개선은 이를대면 조직의 개선으로 技術進步를 체화할 수도 있는데 이는 生産資源의 새로운 利用方法을 발견함으로써 얻게 되는 效率性이라 하겠다. 그러나 대개의 技術革新은 技術을 체화한 新資本財를 설치함으로써만 실현 가능한 것이다. 따라서 한국산업의 新資本財 도입은 기업의 技術革新의 새로운 局面을 이루는 것이라 볼 수 있고 현실적인 理想이라 생각한다. 이는 예컨대 10대의 쟁기를 합쳐서도 한대의 트럭터에는 그 작업량이 따르지 못한다는 실례다. 그러므로 낡은 종전의 資本財를 아무리 잘 결합해도 新資本財의 기능을 발휘시키지 못한다고 보는 논리다. 이 사실은 낡은 技術을 체화하고 있는 機械10대라도 새로운 技術을 체화하고 있는 機械 한대에 따르지 못한다는 것을 의미한다. 그런데 여기서 발생하는 어려운 문제는, 일단 설치한 生産設備에는 要素代替가 거의 불가능하다는 사실이다. 資本設備은 그것이 이룩되기까지는 資本과 勞動의 要素比率을 代替할 수 있지만, 일단 설치한 연후에는 代替가 불가능하고 따라서 설치할 당시의 要素比率에 따를 수밖에 없게 된다.²³⁾ 이것은 L. Johansen의 putty-clay²⁴⁾를 현실화시키는 것이라 볼 수 있다.

22) 韓國生産性本部 産業經濟研究所, 「경제성장애 있어서의 기술진보를 및 기여도측정」 1971, p. 54參照.

23) 陳世仁, 「韓國工業構造에 있어서 技術進步의 生産寄與에 관한 條件」 政策科學研究論叢 第1輯 1971, p. 113 參照.

24) L. Johansen, "Substitution versus Fixed Production Coefficients in the Theory of Economic Growth," *Econometrica*, Vol. 29(1959) pp. 157~76.

한편 우리 나라에서는 資本財 도입에 이어서 技術導入을 하고 있다. 導入된 技術은 한국 산업생산에 寄與되는 바 적지 않다. 이는, 技術導入——技術模倣——技術創造의 3단계를 거치게 되는데, 우리의 현실은 導入단계에 머물고 있을 뿐이다. 도입단계에서 일정한 기간이 경과하면 模倣이 뒤따라야 하고 결국에 가서 創造로 발전되어지는 순서이나 오늘날 한국의 현실로 보아 쉽게 모방단계로 올라갈까 우려된다. 도입단계에 머무는 이상 도입된 技術은 다음 단계에 技術을 다시 도입시키게 되는 유발성을 남게한다. 이러한 사실은 결국 국제간에 있어서 技術의 예측성을 낳을 가능성이 짙다.

끝으로, 우리나라 製造業 전체에 있어서 技術進步의 時系列을 本論者의 推計資料²⁵⁾에 의거해서 美國, 日本의 時系列値와 <표 2>, <그림 2>에서 비교해 본다. 우리나라의 技術進步의 時系列은 1960~68년의 $A(t)$ 를 1960=1로 잡고 그 변동을 살펴본 것인데, 기간은 짧으나 변화가 크다고 하겠다. 한편 비교적 긴 美國과 日本의 그것은 하나의 長期추세를 보여주고 있는 것이다.

<표 2>

Index of the Technological Progress

U.S.A. (1909—1960)

Japan (1930—1960)

Korea (1960—1968)

Year	$z = Y/L$	$k = K/L$	β	$T(t)$	$z = Y/L$	$k = K/L$	β	$T(t)$	$z = Y/L$	$k = K/L$	β	$T(t)$
1909	.6710	2.0798	.325	1.0000								
1910	.6525	2.1142	.330	0.9660								
1911	.6732	2.0851	.335	1.0004								
1912	.6626	2.1102	.330	0.9802								
1913	.7034	2.1216	.334	1.0350								
1914	.6444	2.0652	.325	0.9492								
1915	.6587	2.1395	.344	0.9579								
1916	.7216	2.1963	.358	1.0323								
1917	.6632	2.2110	.370	0.9389								
1918	.7200	2.2995	.342	1.0004								
1919	.7821	2.3938	.354	1.0654								
1920	.7825	2.4143	.319	1.0626								
1921	.8611	2.2868	.369	1.1802								
1922	.8359	2.2714	.339	1.1474								
1923	.8694	2.4042	.337	1.1693								
1924	.9380	2.4945	.330	1.2404								
1925	.9157	2.5630	.336	1.1983								
1926	.9447	2.6356	.327	1.2237								
1927	.9460	2.6336	.323	1.2264								
1928	.9542	2.7025	.338	1.2258								
1929	.9899	2.7874	.332	1.2575								
1930	.9751	2.9654	.347	1.2098	.200	1.0835	.321	1.000				
1931	1.0088	2.9787	.325	1.2490	.206	1.0867	.280	1.029				
1932	.9774	2.9556	.397	1.2118	.198	1.0581	.307	.989				
1933	.9432	2.8459	.362	1.1840	.195	1.0312	.314	.989				

25) 陳世仁, 「前掲論文」, 政策科學研究論叢 第1輯 1971, pp. 125~147. 參照.

1934	1.0429	2.9120	.355	1.2874	.206	1.0148	.322	1.050				
1935	1.1242	2.7977	.351	1.3982	.201	1.0349	.355	1.018				
1936	1.1342	2.6662	.357	1.4344	.203	1.0546	.348	1.021				
1937	1.1717	2.6787	.340	1.4777	.216	1.0800	.400	1.078				
1938	1.1885	2.7350	.331	1.4892	.210	1.1208	.355	1.032				
1939	1.2183	2.6518	.347	1.5407	.204	1.1418	.341	.996				
1940	1.2713	2.6421	.357	1.6068	.196	1.2158	.362	.935				
1941	1.3040	2.6011	.377	1.6566	.207	1.2431	.345	.980				
1942	1.3130	2.6226	.356	1.6634	.196	1.3150	.352	.908				
1943	1.3408	2.5972	.342	1.7038	.192	1.3811	.352	.874				
1944	1.4629	2.6341	.332	1.8386	.179	1.5174	.346	.785				
1945	1.5282	2.6968	.314	1.9031	.192	1.8736	.341	.778				
1946	1.4512	2.6398	.312	1.8146	.123	2.2768	.060	.441				
1947	1.4192	2.6675	.327	1.7674	.160	2.6881	.019	.569				
1948	1.4797	2.7546	.332	1.8202	.195	2.7933	.030	.693				
1949	1.5201	2.9078	.326	1.8359	.230	2.8230	.124	.817				
1950	1.6269	2.9383	.363	1.9484	.266	2.7027	.163	.988				
1951	1.6545	3.0308	.345	1.9605	.247	2.3170	.181	.940				
1952	1.6847	3.1316	.317	1.9742	.261	2.2742	.144	.996				
1953	1.7058	3.1431	.311	1.9967	.267	2.2416	.165	1.021				
1954	1.7320	3.3265	.305	2.0478	.256	2.1462	.147	.987				
1955	1.8618	3.3595	.329	2.1289	.287	2.1252	.156	1.045				
1956	1.6546	3.0319	.319	1.9281	.293	2.0715	.188	1.134				
1957	1.8912	3.5060	.311	2.0746	.291	2.0046	.127	1.133				
1958	1.9360	3.6131	.301	2.1044	.294	1.9840	.187	1.146				
1959	1.9993	3.6308	.316	2.1656	.342	2.0618	.235	1.325				
1960	2.0342	3.6852	.309	2.1929	.380	2.0826	.262	1.469	1.000	1.000	0.264	1.000
1961									.852	.845	0.264	0.893
1962									.899	.803	0.264	0.961
1963									.926	.749	0.264	1.009
1964									1.032	1.055	0.264	1.016
1965									1.031	.913	0.264	1.051
1966									.884	.745	0.264	0.957
1967									1.051	1.557	0.264	0.858
1968									1.153	1.879	0.264	0.900

資料: 佐藤隆三, 「經濟成長の 理論」 1968, pp. 279~281.

美國의 技術進步 指數는 1909年을 A(t)의 基準年次로 하여 1909=1로 하면, 1909~1960年까지 과거 50年間 비교적 완만한 安定的 成長을 하고 있다. 이와 달리 日本經濟의 技術進步指數는 1930~60年의 30年間 循環的 成長을 거듭한 것으로 되어 있다. 특히 제 2차 大戰이 시작한 이후 심한 변동을 겪게 되었고, 심지어 終戰 무렵인 1945년에는 그 지수가 극심하게 떨어졌음을 볼 수 있다. 여기에 비하면 이 당시의 美國은 계속 상승일로에 있었다. 이것은 경제구조의 변화에서 오는 技術進步의 추세라고 볼 수 있다. 원래 技術進步의 指標

는 新知識을 뜻하는 것이 아니라 경제의 效率을 나타내는 Index 이기 때문에 비록 戰時라 할 지라도 美國은 경제기반이 굳건하여 經濟的 效率이 계속되었다고 보아 이를 반영한 技術進歩는 계속 상승한 셈이다. 그러나 日本은 그렇지 못한 것으로 풀이된다²⁶⁾.

여기에 비하면 韓國도 日本의 1940~47年경의 경제구조와 같은 변화를 겪고 있으며, 따라서 經濟的 效率이 안정적이 못되어 技術進歩는 循環을 거듭하고 있는 것이라 볼 수 있다. 그러므로 우리 나라 경제가 안정되기에는 앞으로 수년이 걸릴 것으로 내다본다면 한국의 技術進歩의 Index 역시 循環을 거듭할 것이 예상된다.

〈그림 2〉



26) 佐藤隆三, 「日本經濟の 技術進歩——アメリカ經濟との 簡単な 比較——」, 經濟成長の 理論, 1968, pp. 278~282, 参照.

J.W. Kendrick, Productivity Trends in the United States, National Bureau of Economic Research, 1961,

<Summary>

A Study on the Productivity Efficiency of Technical Innovation

by

Chin Sei-In

(Prof. Kon-Kuk Univ.)

The main purpose of this paper is to study the technical progress or the third factor of residual method. The innovation at firm or industry level is a micro-concept which can be more readily examined. It is a time sequence occurring over an extended period. This sequence can be shortened and also the flow of innovation can be increased by influencing certain factors which create more favourable conditions. The effects of individual or collective innovation can be observed and measured and innovation is shown to be a function of several factors.

Technical progress is one of the major causes of economic growth. As a tool of economic analysis the concept of technical progress can explain shifts in a production function. Technical progress is one of the major contributions to economic growth. Early models of Solow regard technical progress as an exogenously given parameter, i.e. an exponential function of time.

The term of technical progress is often a 'residual' to explain all increased output which cannot be traced to quantitative increases in inputs of labour and capital. As Domar points out, this technological progress in the gross sense consists of many effects on growth.

Innovation may be defined as the introduction of new and improved processes and factors into the economy. It involves a change in production resulting from a new or improved product, process, technique, or method. The term of innovation is applied to the introduction of such change in its first application and also when the innovation or an alteration spreads into other firms, industries, or countries.

The innovation is a departure from the traditional approach of Schumpeter, i.e. of dividing the process of technical change into the three parts: invention, innovation, and imitation.

The industrial development which has been making a stride progress is chiefly due to the recent advanced technical innovation. When the basis of industry is viewed in the perspective of energy, it has changed drastically from coal to petroleum since

1960s. The Korea's industry, particularly the mining and manufacturing sectors, with petroleum energy as power resource has made a brilliant development. The transfer from coal to petroleum energy can be surely said to be the product of technological progress. Accordingly in building up the the sound foundation of modern industry the contribution of technological progress to production can not be contemp-
tible and the rapid advancement of industry depends mainly on the advancement of technology.

During seven years the growth rate of the primary industry run at 4 percent, the tertiary industry at 7 percent, while coal mining industry shows a higher growth rate of 13.6 percent. Korea, has recently introduced much technology in order to keep pace with technical level of industrially advanced countries. A striking disparity is found between industries equipped with introduced technology and otherwise productive efficiency of new capital goods makes oldfashioned capital goods obsolete or substituted. We are in much endeavour to follow technical innovation and make narrow the gap between the technical level of advanced countries and ours through the efficient use of abundant industrial labour.

In this respect, the introduction of technology has made a great contribution toward this efforts, bringing great change in the process of production in many industrial sectors. In the short run, technical introduction has resulted in the development of industrial structure and also in the rising of the new industries. For example, chemical textile has been developed in place of cotton textile and durable consumptive industries of domestic electricity and motor-cars for riding have come into being recently.

Iron and steel industry and petroleum refinery industry have grown in both quantity and quality. Accordingly heavy chemical industries have advanced in the mean time by developing the productive technology of petroleum chemical industries. Further, electronic industries including all kinds of machinery industries will be expected in the near future.

There are two kinds of technological progress. One is intrinsic technology which has backed up the industrial development of Korea and the other is introduced technology imported from advanced countries. The purpose of technological introduction lies in narrowing the gap in technology between our own country and industrially advanced countries through improvement of one's technologically backwardness and competing with other countries in international market through qualitative heightening and cost down of goods. This is also true of our country whose purpose of technical introduction is to develop new products to raise the level of production and to improve industrial production pattern through extension of facilities investment. The process of

eliminating technical gap in industrial production depend firstly on the introduction of technology from foreign country, and whether the introduced technology has been digested and imitated successfully in the industrial circles.

In Korean industries this process has been not successful, owing to the inadequate imitation of technology. Therefore, a large-scale research investment should be conducted continuously to the process of imitation and creation.

As we are now at the stage of technical introduction, we should import again the technology in case of reproduction of new goods in foreign country. The process of technological progress in Korea takes not a natural course from technical introduction and imitation to creation.

In this respect, Korea's great dependency of technology on foreign country is increasing everyday. Korea has not improved, the level of technology though the technology in trivial sectors has been introduced. The contribution of improved technology to productivity is also not little. Recently, in Korea, technological progress is being made in the process of multi-improvement and rationalization along with a great influx of fundamental technology.

Technological progress enhances the development of manufacturing products and cost down in industries which in turn results in the lowering of market price. To us who are striving to promote technological progress in export sector serves as an indicator for intensifying the international competition, but not least the development of international market. As for our country heavy dependent on foreign country in raw materials technological progress make possible the transfer or substitution of home made raw materials and it brings about increases of unit productivity of industry through the effect of mass production and reform of facilities.

〈BIBLIOGRAPHY〉

1. Solow, R.M.; "Technical Change and the Aggregate Production Function," *The Review of Economics and Statistics*, Aug. 1957, pp.312~20.
2. Johnston, R.E.; "Technical Progress and Innovation," *Oxford Economic Papers*, July 1966, pp. 158~176.
3. Domar, E.D.; "On the Measurement of Technological Change," *Economic Journal*, Dec. 1961, pp. 709~29.
4. Kendrick, J.R.; "Productivity Trends: Capital and Labor," *Rev. Econ. Stat.*, Aug. 1956, pp. 248~59.
5. Brown, M. and Popkin, J.; "A Measure of Technological Change and Returns to Scale," *Rev. Econ. Stat.* Nov. 1962, pp. 402~410.

6. Brown, W.; "Innovation in the Machine Tool Industry," *Quarterly Journal of Economics*, 1957.
7. Eltis, W.; "Investment, Technical Progress and Economic Growth," *Oxford Economic Papers*, 1963.
8. Kaldor, N.; "A Model of Economic Growth," *Essays on Economic Stability and Growth*, 1960, pp. 250~300.
9. Arrow, K.J.; "The Economic Implications of Learning by Doing," *Rev. Econ. Studies*, June 1962, pp. 155~173.
10. Solow, R.M. and Samuelson, P.A.; "Balanced Growth under constant Returns to Scale," *Econometrica*, 1953, pp. 413~424.
11. Solow, R.M.; "A Contribution to the Theory of Economic Growth," *Quar. Jour. Econ.*, Feb. 1956, pp. 65~94.
12. Brown, M. and J.S. de Cani.; "Technological Change and the Distribution of Income," *Inter. Econ. Rev.* 1963, pp. 289~309.
13. Schumpeter, J.A.; *Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung*, 1912.
14. Brown, M.; *On the Theory and Measurement of Technological Change*, 1966.
15. Douglas, P.M.; *A Theory of Wages*, 1934.
16. Meade, J.E.; *A Neo-Classical Theory of Economic Growth*, 1961.
17. Salter, W.E.G.; *Productivity and Technical Change*, 1966.
18. Hicks, J.R.; *Capital and Growth*, 1965.
19. Solow, R.M.; *Capital Theory and the Rate of Return*, 1964.
20. Hicks, J.R.; *Theory of Wages*, 1932.
21. 佐藤隆三; 經濟成長の理論, 1968.
22. 荒憲治郎; 經濟成長論, 1969.
23. 荒憲治限; 「技術進歩と生産函數」一橋論叢, 54卷 3號(1965) pp. 113~127.
24. 荒憲治限; 「技術進歩の中立性」一橋論叢, 55卷 1號(1966) pp. 104~119.
25. 韓國生産性本部 産業經濟研究所; 경제성장에 있어서의 기술진보를 및 기여도 측정, 1971.