

利潤函數接近法에 의한 農業研究 · 普及事業의 效果分析*

金 殷 淳

研究員, 農業部門室

- I. 序 論
- II. 分析模型 및 資料
- III. 分析結果
- IV. 要約 및 結論

I. 序 論

農業生産의 增大는 生産要素의 增投와 技術進歩에 의하여 이루어진다. 그런데 技術進歩를 통한 農業成長은 費用없이 얻어지는 것이 아니고, 新品種 · 新技術의 開發을 위한 試驗研究事業과, 새로운 技術 및 品種이 生産農家에 수용되도록 하는 指導普及事業, 그리고 教育에 대한 投資의 결과로써 얻어진다.

우선, 農業研究開發 및 指導普及事業의 效果를 分析한 기존의 研究結果들에 의하면 研究 · 普及事業에 대한 投資가 여타의 事業에 비하여 그 投資效果가 대단히 높은 것으로 평가되고 있다. 그런데 이에 관한 研究가 先進國을 위주로 하여 활발히 진행되어 온 데 반하여 國內에서의

研究는 水稻單一品目の 開發 · 普及에 대한 效果分析에 국한되어 왔고,¹ 農業部門 全體에 대한 研究 · 普及事業의 效果를 分析한 研究는 아직 이루어지지 않았다.

더우기 최근 科學技術開發을 위한 研究活動의 重要性이 크게 인식되면서 研究開發 및 指導普及事業에 대한 投資가 계속 증가하고 있는 실정으로, 農業部門에 대한 研究 · 普及事業의 投資效果를 평가하는 일은 한정된 投資財源을 적절히 配分하는 데 중요한 정보를 제공한다고 보겠다.

한편, 技術進歩의 源泉이 되는 研究開發 및 指導普及事業은 부족한 資源을 代替하는 方向으로 진행되는 것이 일반적이다. 다시 말하면, 研究開發 및 指導普及事業은 技術變化의 方向을 결정하는 要素로서 인식되고 있다. 韓國農業에서 技術進歩의 偏向性에 관한 研究는 李殷雨(1982), 權泰進 등(1986)에 의해 이루어졌는데 이들은 誘發的 技術革新理論에 근거하여 要素의 相對價

* 本稿는 筆者의 碩士學位 論文 “韓國農業에 있어서 研究 · 普及事業의 經濟的 效果分析,”(서울大 大學院, 1986)의 內容의 일부를 보완하여 요약 정리한 것이다.

¹ 國內에서 이 分野에 대한 研究는 柳哲昊 · 潘性執(“統一벼 生産의 經濟的 分析” 農業經濟研究16, 1974)의 研究에 있어서 많은 研究가 進행되었다. 특히 朴基赫(1977)은 統一벼 開發 · 普及에 따르는 效果를 分析한 결과 그 限界收益率이 1,210%에 이른다고 평가하고 있는 점이 주목된다.

格變化가 技術變化의 方向을 결정하는 주된 요인임을 입증한 研究들로 研究·普及活動과 技術變化의 偏向性에 관한 研究는 아직 시도되지 않았다.

한편, 農業成長要因分析에 관한 기존의 研究結果들에 의하면, 農業成長에 있어서 土地·勞動·資本 등의 傳統的 生産要素 못지 않게 技術變化가 중요한 成長要因이라고 평가되고 있다. 國內에서 이에 관한 研究는 潘性紈(1971, 및 1980)에 의해 거듭되었고 최근 辛基燁(1984), 蘇暉永(1985)등에 의하여 이루어졌는데, 이들 결과 또한 傳統的 生産要素 以外的 技術變化 要因 즉, 非傳統的 生産要素가 주된 成長要因이라고 分析하였다. 그러나 이들 研究 모두 傳統的 生産要素 以外的 要因을 技術變化 또는 殘差로서 통합적으로 계측한 방법으로 非傳統的 要素別 成長寄與度에 대한 分析은 이루어지지 않았다.

以上에서 지적된 점들을 고찰하기 위해서 本稿는 1960年代 以後의 韓國農業을 대상으로 研究活動 및 指導普及事業에 대한 投資의 經濟的 效果를 實證的으로 分析하고자 한다. 구체적인 分析目的은 ①農業研究·普及活動의 收益率을 計測하고, ②農業研究·普及事業에 의한 技術變化의 偏向性을 計測하고, ③研究·普及事業의 農業成長寄與度を 計測한 다음 이들 結果의 含蓄性을 구명한다.

分析方法是 그릴리헤스(1964) 등에 의한 生産函數 接近法에 의하여,² 生産函數와 雙對關係에

² 研究·普及事業에 대한 投資가 農業生産에 기여한 效果를 分析하는 方法은 대체로 指數的 接近法과 生産函數接近法으로 구분된다. 指數的 接近法은 經濟剩餘 概念에 의한 方法으로 研究開發에 대한 投資의 直接的인 費用과, 研究開發로 인해 얻어지는 生産者와 消費者 剩餘의 總和를 비교하여서 投資의 收益性을 찾는 方法으로 주로 個別品目的 分析에 이용되어 왔다. 生産函數 接近法은 研究·普及活動을 變數로 포함하는 生産函數 推定을 통하여, 增投된 研究·普及費支出에 따르는 收益의 變化, 즉 限界收益

있는 利潤函數를 設定하였고, 그로부터 計測된 結果를 이용하여 研究·普及事業의 效果를 평가하였다.

II. 分析模型 및 資料

1. 트랜스로그 可變利潤函數 設定

韓國農業에 있어서 研究·普及事業에 대한 投資가 가져온 效果를 實證的으로 分析하고자, 土地·勞動·資本 등의 慣行的 生産要素와 함께 研究·普及活動을 새로운 生産要素로서 포함하는 總體的 農業生産模型을 設定한다.

그런데, 農業生産活動은 短期的으로는 耕地 家族勞動 등의 要素가 固定되고, 生産物 및 生産資財價格이 주어진 상태에서 可變投入要素의 配分과 生産量의 調整을 통하여 農業粗附加價値의 最大化를 꾀한다고 보는 것이 현실적인 인식이라고 본다. 따라서 本分析에서는 生産函數와 雙對關係에 있는 可變利潤函數 體系를 도입하였으며, 이때 函數形態는 生産技術構造에 대해 특별한 事前的 制約을 부과하지 않는 트랜스로그 函數를 택하였다. 즉 分析模型으로서 트랜스로그 形態의 可變利潤函數를 設定하였다.

지금 生産者가 당면한 技術的 條件이 다음과 같은 生産函數가 주어진다고 하자.

$$(1) Y = F(X_1^* \dots X_m^* : Z_1 \dots Z_n)$$

여기서, Y ; 總生産量
 X_i^* ; i 可變要素投入量
 Z_k ; k 固定要素投入量

이때, 式(1)과 雙對關係에 있고 利潤極大化原理

을 算出하는 方法으로 주로 總體的 分析에 이용되어 왔다.

에 부합하는 可變利潤函數가 존재한다. 이는 다음 式(2)와 같이 生産物 및 可變要素價格(P_y, P_i^*)과 固定要素投入量(Z_k)의 函數로 표현된다.

$$(2) \quad \pi^* = P_y \cdot F(X_1 \cdots X_m : Z_1 \cdots Z_n) - \sum P_i^* X_i \\ = G^*(P_1^* \cdots P_m^*, P_y : Z_1 \cdots Z_n)$$

여기서, π^* ; 極大화된 可變利潤(粗收益-可變要素費用)

P_i^* ; i 可變要素價格

P_y ; 生産物價格

X_i ; 最適可變要素投入量

式(2)의 모든 價格을 生産物價格 P_y 로 標準化하면 다음 式(3)과 같이 標準화된 可變利潤函數(normalized restricted profit function)의 一般型이 얻어진다.

$$(3) \quad \pi = G(P_1 \cdots P_m : Z_1 \cdots Z_n)$$

여기서, $\pi = \pi^*/P_y$; P_y 로 標準화된 可變利潤
 $P_i = P_i^*/P_y$; P_y 로 標準화된 可變要素價格

式(3)에 技術進步 要因으로서 研究 · 普及 및 教育水準變數를 포함하여 다음 式(4)와 같은 可變利潤函數의 農業生産模型을 設定한다.

$$(4) \quad \pi = G(P_f P_m P_w P_s : Z_L Z_A Z_C Z_R E)$$

여기서, π ; 農業粗附加價值(農業粗收益-總可變要素費用)

P_f ; 肥料價格指數

P_m ; 大農機具價格指數

P_w ; 雇用勞賃指數

P_s ; 기타 可變財價格指數

Z_L ; 家族勞動

Z_A ; 耕地面積

Z_C ; 기타 固定資產

Z_R ; 農業研究 · 普及費

E ; 教育水準指數

(단, π 와 P_i 는 生産物價格 P_y 로 標準화된 것임)

式(4)에 代數值(ln)를 취한 후 테일러展開하여 2次項에서 近似하면 式(5)와 같은 트랜스로그

型 可變利潤函數를 얻는다.

$$(5) \quad \ln \pi = \alpha_0 + \sum_{i=1}^4 \alpha_i \ln P_i + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^4 \gamma_{ij} \ln P_i \ln P_j \\ + \sum_{k=1}^4 \beta_k \ln Z_k + \frac{1}{2} \sum_{k=1}^4 \sum_{l=1}^4 e_{kl} \ln Z_k \ln Z_l \\ + \sum_{i=1}^4 \sum_{k=1}^4 \delta_{ik} \ln P_i \ln Z_k + \nu E$$

단, 利潤函數의 基本條件에 따라 다음 式(6) (7)과 같이 制約條件이 부과된다. 즉 파라메타의 對稱性條件에 따라

$$(6) \quad r_{ij} = r_{ji}, \quad e_{ks} = e_{sk}$$

가 되고, 利潤函數가 價格(可變要素 및 生産物價格)에 대하여 1次同次函數이기 때문에 다음의 同次性條件이 부과된다.

$$(7) \quad \sum_{i=1}^5 \alpha_i = 1, \quad \sum_{i=1}^5 r_{ij} = 0, \quad \sum_{i=1}^5 \delta_{ik} = 0 \\ (\text{단, } i=f, m, w, s, y : k=L, A, C, R)$$

또한 本分析에서는 推定上의 問題로 利潤函數와 雙對關係에 있는 生産函數의 同次性을 가정하여서 다음과 같은 制約條件이 추가적으로 부과되었다.

$$(8) \quad \sum_{k=1}^4 e_{ks} = 0, \quad \sum_{i=1}^4 \delta_{ik} = 0, \quad \sum_{i=1}^4 \delta_{ik} = 0, \quad \sum_{i=1}^4 r_{ij} = 0$$

式(5)로부터 호텔링(Hotelling)의 補助定理(lemma)에 의하여,³ 可變利潤에 대한 각각의

³ Hotelling의 補助定理(Diewert, W. E., 1974) : 生産物價格과 可變要素價格 그리고 固定要素投入量이 주어질 때 雙對關係에 있는 生産函數와 利潤函數間에는 다음의 關係가 성립한다.

$$\frac{\partial \pi(P, Z)}{\partial P_i} = -X_i, \quad \left(\frac{\partial \pi^*(P, Z)}{\partial P_y} = Y \right)$$

$$\frac{\partial \pi(P, Z)}{\partial Z_k} = \frac{\partial F(X, Z)}{\partial Z_k} (=MP_k)$$

증명 :

$$\pi = F(X_i(P, Z), Z) - \sum P_i X_i(P, Z)$$

$$\frac{\partial \pi}{\partial P_i} = \sum \frac{\partial X_i}{\partial P_i} \cdot \frac{\partial F}{\partial X_i} - X_i(P, Z) - \sum P_i \frac{\partial X_i}{\partial P_i}$$

이윤극대화점에서

分配 몫으로 표현되는 可變要素需要函數式(9), 生産物供給函數式(10), 固定要素의 限界價値生産(潛在價格)函數式(11)이 導出된다.

$$(9) \quad SX_i = \frac{\partial \ln \pi}{\partial \ln P_i} = \frac{-P_i X_i}{\pi} \\ = \alpha_i + \sum_{j=1}^4 r_{ij} \ln P_j + \sum_{k=1}^4 \delta_{ik} \ln Z_k$$

$$(10) \quad S_y^* = \frac{\partial \ln \pi^*}{\partial \ln P_y} = \frac{P_y \cdot Y}{\pi} \\ = (1 - \sum_{i=1}^4 \alpha_i) - \sum_{j=1}^4 \sum_{i=1}^4 r_{ij} \ln P_j \\ - \sum_{k=1}^4 \sum_{i=1}^4 \delta_{ik} \ln Z_k$$

$$(11) \quad SZ_k = \frac{\partial \ln \pi}{\partial \ln Z_k} = \frac{Z_k \cdot MP_k}{\pi} \\ = \beta_k + \sum_{i=1}^4 e_{ki} \ln Z_i + \sum_{i=1}^4 \delta_{ik} \ln P_i$$

여기서 分配 몫 SX_i , S_y^* , SZ_k 는 각각 可變要素費用/可變利潤比率, 農業粗收益/可變利潤比率, 固定要素潛在費用/可變利潤比率로 표현되며, 이들 式은 可變利潤函數(5)와 함께 推定대상이 된다.

이상 設定한 模型의 파라메타가 計測되면 그것을 기초로 農業研究·普及投資의 經濟的 效果를 평가하는 다음의 指標들을 計算한다.

- ① 農業研究·普及投資의 收益率
- ② 農業研究·普及投資에 의한 技術變化의 偏向性
- ③ 研究·普及投資의 農業成長 寄與度

그러면 다음은 이들 分析에 필요한 指標들의 測定方法을 討議한다.

$$\frac{\partial F}{\partial X_i} = P_i, \quad \therefore \frac{\partial \pi}{\partial P_i} = -X_i(P, Z) \\ \frac{\partial \pi}{\partial Z_k} = \sum \frac{\partial X_i}{\partial Z_k} \cdot \frac{\partial F}{\partial X_i} + \frac{\partial F}{\partial Z_k} - \sum \frac{\partial X_i}{\partial Z_k} \cdot P_i, \\ \text{마찬가지로} \\ \frac{\partial F}{\partial X_i} = P_i, \\ \therefore \frac{\partial \pi}{\partial Z_k} = \frac{\partial F}{\partial Z_k}$$

2. 分析指標의 計測方法

가. 農業研究·普及投資의 收益率

研究開發 및 普及事業에 대한 投資는 일정기간이 지나서 그 果實을 낳는다. 즉, 研究開發 및 普及事業은 投資初期부터 累積된 資産이 현재의 開發·普及에 영향을 미칠 것이지만, 우선 그 初期資料를 구할 수 없다는 문제와 또한 과거의 投資를 적절한 方法으로 加重 또는 減價하여서 현재의 資産이 算出되는 데 어려움이 따른다는 문제가 있다. 따라서 本 分析에서는 편의상 에번슨(Evenson 1975)의 研究에 기초를 두고 時差에 대한 가정을 도입하고자 한다. 에번슨에 의하면 研究開發投資의 效果는 時差分布(distributive lag)한다고 하였다. 즉 t 期에 행한 研究投資는 2~3 年後부터 그 期待收益이 발생하여서 대략 10 年쯤 지나면 그 收益이 최고에 도달하고 그 후 점차 감소한다고 주장하였다. 한편 指導普及에 대한 投資成果는 研究開發의 그것보다 훨씬 短期的인 것으로 감안하였다. 그런데 우리나라의 경우 基礎研究의 많은 부분을 外國으로부터 移轉하여 이를 適應하는 研究에 치중되어져 왔다는 점과, 특히 地域 및 立地特化的 性格이 강한 農業研究의 경우 適應研究의 重要性이 강조되며 더욱이 既存의 研究를 보완 혹은 첨가하는 新開發投資가 직접적으로 成長에 영향을 미칠 것이라는 점을 감안할 때, 에번슨 研究에 의한 投資時差는 다소 短縮될 수 있다고 판단된다.

따라서 本稿에서는 農業研究 일반에 平均的인 時差가 존재한다고 전제하고 다음과 같이 時差에 대한 가정을 도입한다: 農業研究開發에 대한 t 期の 投資는 $(t+3) \sim (t+7)$ 期間에, 農村指導事

業에 대한 t 期の 投資는 $(t) \sim (t+1)$ 期間에 그 投資의 成果가 集中的으로 실현된다.

以上과 같이 研究·普及事業에 대한 投資는 그 成果가 時差를 두고 실현되므로, 미래의 期待收益 흐름을 現在價値化하여 그 投資費用과 일치하는 內部收益率을 계산하는 것이 필요하다. 그런데 여기서 研究·普及 投資의 收益이란, 研究·普及 單位投資費用에 대한 總收益의 變化分 界限收益을 의미하며 이에 대한 投資費用은 1 원이다.

研究普及投資의 界限收益(즉 界限價値生産)은 앞의 式(11)으로부터 다음과 같이 유도된다. 固定要素 k 의 界限收益(MP_k)은

$$(12) \quad MP_k = \frac{2\pi}{2Z_k}$$

이 된다. 式(12)에서 固定要素 k 를 研究·普及에 해당하는 變數 R 로 바꾸고 다음式(13)과 같이 利潤函數의 推定結果를 이용하여 研究·普及 投資의 界限收益을 計算한다.

$$(13) \quad MP_{Rt} = \left(\beta_k + \sum_{i=1}^4 e_{ki} \ln Z_{jt} + \sum_{i=1}^4 \delta_{s,i} \ln P_{it} \right) \cdot \frac{\pi_t}{Z_{Rt}} \\ = \widehat{SZ}_{Rt} \cdot \left(\frac{\pi_t}{Z_{Rt}} \right)$$

단, t : 年度
 \wedge : 推定値

研究·普及投資의 界限收益이 算出되면 式(14)과 같이 研究·普及投資의 內部收益率(ρ)을 計算한다.

$$(14) \quad 1 = \sum_{i=3}^7 \frac{MP_{Rt}}{(1+\rho)^t} \cdot \omega_R + \sum_{i=0}^1 \frac{MP_{Rt}}{(1+\rho)^t} \cdot \omega_E$$

여기서,

MP_{Rt} : t 期에 研究·普及事業의 界限收益(원)

ω_R : 研究·普及事業費 累計中 研究開發費比率(%)

ω_E : 研究·普及事業費 累計中 指導普及費比率(%)

ρ : 內部收益率(%)

1: 單位投資費用(원)

나. 研究·普及事業에 의한 技術變化的 方向

技術變化的 偏向性を 決定하는 要因에는 要素의 相對價格, 各要素의 分配率, 研究活動 및 學習 등을 들 수 있는데(李殷雨 1982), 이들 要因을 모두 實證하기에는 資料 및 分析上의 어려움이 있다. 技術變化的 偏向性에 관한 다양한 研究結果는 誘發的 技術革新理論에 근거하여 要素의 相對價格變化가 技術變化的 方向을 결정하는 주된 要因임을 입증하였다.

이에 반해 本章에서는 農業研究·普及活動과 技術變化的 偏向性과의 關係에 대한 分析을 시도하고자 한다. 즉 農業研究·普及事業에 의한 新品種·新技術의 적용이 農業生産要素間에 어떠한 變化를 가져왔는가를 分析함으로써 研究·普及活動에 의한 技術變化的 偏向性を 구명한다. 단, 여기서 技術變化的 偏向性이란, 모든 可變要素價格이 일정하게 주어지고 또한 研究·普及를 제외한 나머지 固定要素들의 投入이 일정하다고 가정할 때, 年間 研究·普及事業에 대한 投資의 變化가 生産要素間 相對的 界限生産(또는 界限代替率)에 變化를 가져옴으로써 어떤 要素를 보다 使用的 또는 節約的으로 하는 效果를 가져왔는가를 의미한다.

研究·普及事業에 의한 技術變化的 方向을 分析하고자 技術變化的 偏向性(Bias)에 대한 Hicks(Hicks)의 定義를 도입한다. 그는 要素의 相對價格과 資本—勞動比率 등의 여타의 條件을 일정하게 하고, 技術만이 變化될 때 要素의 界限

代替率(MRS)이 一定하나 아니냐에 따라 技術變化가 中立的 또는 非中立的이라고 정의하였다. 빈스방거(Binswanger 1974)는 Hicks의 개념을 확장하여서 2個以上の 生産要素가 사용될 경우에 各 投入要素의 分配率의 變化가 곧 技術變化의 方向을 나타낸다고 보고 다음과 같이 정의하였다.

$$(15) \quad B_i = \left(\frac{\partial W_i}{\partial T} \right) \cdot \left(\frac{1}{W_i} \right) \begin{cases} > 0 \\ < 0 \end{cases}$$

$\begin{cases} i \text{ 要素 使用的 技術進步} \\ \text{中立的 技術進步} \\ i \text{ 要素 節約的 技術進步} \end{cases}$

여기서,

B_i ; 技術變化의 偏向性
 W_i ; 總費用에 대한 i 要素의 費用比率
 T ; 技術變形

式(14)에서 技術變數 T 를 研究·普及 變數로 대체함으로써 研究·普及投資에 의한 技術變化의 方向을 計測할 수 있다. 즉 年間 研究·普及投資의 變動에 의한 可變要素의 偏向性은 式(16)와 같이 정의된다.

$$(16) \quad B_{it} = \frac{\partial \ln Z_{Rt}}{\partial t} \cdot \frac{\partial \ln W_{it}}{\partial \ln Z_{Rt}}$$

단, t ; 年度

그런데

$$W_i = \frac{X_i P_i}{\sum_{k=1}^4 M P_k Z_k + \sum_{i=1}^4 X_i P_i} = \frac{-\widehat{S X}_i}{\sum_{k=1}^4 S Z_k - \sum_{i=1}^4 \widehat{S X}_i}$$

이고, 生産函數의 同次性 가정으로 부터

$$\sum_{k=1}^4 e_{ks} = 0, \quad \sum_{i=1}^4 \delta_{ik} = 0$$

이므로 式(16)은 式(17)과 같이 계산된다.

$$(17) \quad B_{it} = \dot{Z}_{Rt} \cdot \left(\frac{\delta_{iR}}{\widehat{S X}_{it}} - \frac{\sum_{k=1}^4 e_{kA} - \sum_{i=1}^4 \delta_{iA}}{\sum_{i=1}^4 \widehat{S X}_{it} - \sum_{k=1}^4 \widehat{S Z}_{kt}} \right)$$

$$= \dot{Z}_{Rt} \cdot \left(\frac{\delta_{iR}}{\widehat{S X}_{it}} \right)$$

여기서,

$$\dot{Z}_{Rt} = \partial Z_{Rt} / \partial t / Z_R$$

마찬가지 방법으로 固定要素 k 의 偏向性(B_k)을 計測한다.

$$(18) \quad B_{kt} = \dot{Z}_{Rt} \cdot \left(\frac{e_{kR}}{\widehat{S Z}_{kt}} \right)$$

즉 要素의 相對價格과 要素投入比率를 일정하게 유지하고 研究·普及投資만을 變化시킬 때, B_i (또는 B_k) > 0 , B_i (또는 B_k) $= 0$, B_i (또는 B_k) < 0 에 따라서 i (또는 k) 要素使用的, 中立的, 節約的인 技術變化라고 정의된다.

다. 研究·普及活動의 農業成長寄與度

農業研究·普及事業이 農業成長에 공헌한 相對的 寄與度を 計測하는 것은 非傳統的 生産要素로서의 研究·普及의 중요성을 평가하는 유용한 指標가 된다고 하겠다. 여기서 研究·普及活動의 成長寄與度란 總產出成長率의 몇%가 研究·普及活動에 의하여 설명될 수 있는가를 의미한다.

分析方法은 그릴리헤스(Griliches 1972) 등이 전개한 成長會計的 接近法(growth accounting approach)을 援用하였다. 즉 總產出의 成長은 生産에 기여한 모든 生産要素投入을 精確한 加重值로 總和하면 會計的 恒等關係로서 완전히 설명된다는 입장이다.

利潤極大化條件을 만족하는 可變利潤函數에 雙對되는 生産函數의 일반형은

$$Y = F(X(P, Z) : Z) = F(P : Z)$$

가 된다. 따라서 可變利潤函數式(4)에 雙對되는 農業生産函數는 式(19)와 같이 표현된다.

$$(19) \quad Y = F(P_f, P_m, P_w, P_s; Z_L, Z_A, Z_C, Z_R, E)$$

단, Y; 農業總產出(戶當平均, 生産物價格 P, 로 不變化)

式(19)를 시간 t로 微分하고 양변을 產出 Y로 나눠주면 農業總產出成長率(戶當平均)을 나타내는 式(20)을 얻는다.

$$(20) \quad \dot{Y} = \sum_{i=1}^4 \frac{\partial \ln Y}{\partial \ln P_i} \cdot \dot{P}_i + \sum_{k=1}^4 \frac{\partial \ln Y}{\partial \ln Z_k} \cdot \dot{Z}_k + \frac{\partial \ln Y}{\partial E} \cdot \dot{E} \cdot (E)$$

그런데 $\frac{\partial \ln Y}{\partial \ln P_i}$, $\frac{\partial \ln Y}{\partial \ln Z_k}$ 는 P_i , Z_k 각각의 農産物供給彈力性 $\epsilon_{y,i}$, $\epsilon_{y,k}$ 이고, $\frac{\partial \ln Y}{\partial E} (= \frac{\partial \ln \pi}{\partial E})$ 는 利潤函數의 파라메타 ν 가 되어서 式(20)은 다음 式(21)와 같이 변형된다.

$$(21) \quad \dot{Y} = \sum_{i=1}^4 \epsilon_{y,i} \cdot \dot{P}_i + \sum_{k=1}^4 \epsilon_{y,k} \cdot \dot{Z}_k + \nu \cdot \dot{E} \cdot (E)$$

즉 農業總產出의 成長(戶當平均)은 利潤函數推定으로부터 얻어진 各要素의 農産物供給彈力

⁴ 農産物의 供給彈力性은 式(2)로부터 다음과 같이 유도된다.

$$\begin{aligned} \pi^* &= P_y Y - \sum P_i X_i \\ Y &= \pi + \sum P_i X_i \text{ (단, } \pi = \pi^*/P_y, P_i = P_i^*/P_y) \\ &= \pi + \sum P_i \left(-\frac{\partial \pi}{\partial P_i} \right) \\ &= \pi \left(1 - \sum \frac{\partial \ln \pi}{\partial \ln P_i} \right) \end{aligned}$$

$$\ln Y = \ln \pi + \ln \left(1 - \sum \frac{\partial \ln \pi}{\partial \ln P_i} \right)$$

이때, 可變要素價格에 대한 供給彈力性은,

$$\begin{aligned} \epsilon_{y,i} &= \frac{\partial \ln Y}{\partial \ln P_i} = \frac{\partial \ln \pi}{\partial \ln P_i} + \frac{\partial \ln}{\partial \ln P_i} \left(1 - \sum \frac{\partial \ln \pi}{\partial \ln P_i} \right) \\ &= \widehat{S X}_i + \frac{1}{1 - \sum \widehat{S X}_i} \cdot \frac{\partial \left(1 - \sum \frac{\partial \ln \pi}{\partial \ln P_i} \right)}{\partial \ln P_i} \\ &= \widehat{S X}_i - \frac{\sum_j \gamma_{ij}}{1 - \sum \widehat{S X}_i} \end{aligned}$$

固定要素投入量에 대한 供給彈力性은,

$$\begin{aligned} \epsilon_{y,k} &= \frac{\partial \ln Y}{\partial \ln Z_k} = \frac{\partial \ln \pi}{\partial \ln Z_k} + \frac{\partial \ln}{\partial \ln Z_k} \left(1 - \sum \frac{\partial \ln \pi}{\partial \ln P_i} \right) \\ &= \widehat{S Z}_k - \sum \widehat{\sigma}_{ik} / (1 - \sum \widehat{S X}_i) \end{aligned}$$

性 또는 파라메타로 加重한 各要素投入의 總和로서 설명된다. 그리하여 式(21)로부터 研究·普及事業에 의한 農業產出의 成長寄與分 $\epsilon_{y,R} \cdot \dot{Z}_R / \dot{Y}$ 가 算出된다.

3. 資料

分析對象期間은 1964~84年(21年間)으로 5개 계층(平均規模資料제외)의 耕地規模別 全國農家平均資料가 利用되었다.

慣行的 生産要素 및 農業粗收入 등에 관한 資料는 「農家經濟調查結果報告」의 耕地規模別 資料에 의거하였고, 價格資料는 「農村物價總覽」에서 利用하되 耕地規模別로 무차별하게 동일한 價格을 적용하였다. 이들 資料의 算出 근거는 <表1>에 요약되어 있다.

한편, 非慣行的 生産要素의 資料는 다음과 같이 작성되었다.

農業研究·普及支出費

農業研究費는 「科學技術年鑑」 및 「科學技術要覽」에 의거하였으며, 그 構成內容은 研究機關·大學·企業體 산하 研究所 등에서 農業部門(農林畜産포함)의 研究開發(基礎研究+應用研究+開發研究)을 위해 投資된 人件費와 소모자재비, 고정자산시설비 일체와, 資本財 또는 이와 결부된 형태로 外國에서 導入된 技術에 대한 代價支拂金이 포함된다. 農村指導事業費는 「農村指導事業報告書」에 의거하였으며, 그 內容은 農村振興廳에서 農村指導事業을 수행하기 위하여 國費 및 地方費에서 지출한 일체의 事業費와 施設費 그리고 指導公務員의 人件費가 포함된다.

이와 같이 農業研究·普及事業에 대한 各年度의 支出總額이 얻어지면, 이를 GNP 디플레이터로 不變價額화한 다음, 研究·普及投資와 그 成果간의 時差에 대한 가정(II-2-가에서 설명)

表 1 分析에 利用된 資料

變 數	포 함 내 용(출처)	해 당 가 격 지 수 (출처)	비 고	
農 業 產 出(Y)	農業粗收入 (1)	農業生産額 디플레이터 (3)		
可 變 要 素 (P _i)	雇 用 勞 動 (ω)	노 임 비 (1)	농업노임지수 (2)	
	農 機 械 (m)	농구비, 농기계감가상각액 (1)	농기구농가구입지수 (2)	
	肥 料 (f)	비 료 비 (1)	비료농가구입지수 (2)	
	기타 可變財 (s)	농약·종묘·영농광열 사료·가축비 수 리 비 양잠용 및 기타 물재비 영농시설비 도 경 료 (1)	농약류·종자류·영농광열 사료류·가축류 농가구입지수 미곡 농가 판매 지수 농업용품 농가구입지수 주택자재가격지수 정백임지수 (2)	平均規模의 細部項目別 支出費를 加重值로 하여 Divisia Index 산출
固 定 要 素 (Z _i)	耕 地 (A)	답+전+수원지 면적 (1)	—	
	家 族 勞 動 (L)	상시·임시농업종사지수 (1)	—	成人勞動能率 환산
	기타固定資産 (C)	대동물자산 (1) 대식물자산 (1) 농용건물자산 (1)	가축농가구입지수 (2) 평당식물가격지수 (1) 주택자재가격지수 (2)	年初·年末 가격 평균
	研究·普及 (R)	연구개발비 (4) 농촌지도사업비 (5)	GNP 디플레이터 (3) "	投資·成果간에 時差 반영
教 育 (E)	가구원별교육수준 (1)	—		

- 출처 : (1) 농수산부, 「농가경제조사결과보고」.
(2) 농협중앙회, 「농촌물가총람」.
(3) 한국은행, 「국민소득년보」.
(4) 과학기술처, 「과학기술년감」, 「과학기술요람」.
(5) 농촌진흥청, 「농촌지도사업보고서」.

과, 研究·普及費總額은 耕地面積에 比例하여 각 農家에 分배·귀속한다는 가정을 전제로 다음 式(22)과 같이 耕地規模別 資料를 作成하였다.

$$(22) RE_{it} = \frac{\left(\sum_{t=7}^{t-3} R_t / GP_t + \sum_{t=1}^0 E_t / GP_t \right)}{TLA_{it}} \cdot HLA_{it}$$

여기서,

RE_i ; i 規模階層農家の 農業研究·普及
額累計('80年不變額, 원)

R ; 農業研究開發費 支出總額(經常, 원)

E ; 農村指導事業費 支出總額(經常, 원)

GP ; GNP 디플레이터(1980=100)

TLA ; 總耕地面積(ha)

HLA_i ; i 規模階層農家の 耕地面積
(ha)

教育水準指數

農家構成員의 教育水準이 農業生産에 影響을 준다고 보고 農家口員의 平均的 教育水準을 반영하는 指數가 作成되었다. 즉 洪起用(1977)에 의해 作成된, 教育水準別 年間 農業所得의 比로 加重한 農家構成員(미취학자 제외)의 平均教育水準이 算出되면, 이를 1980年 기준으로 指數化하였다.

Ⅲ. 分析結果

앞에서 設定한 可變利潤函數와 그로부터 유도

된 4개의 可變要素需要函數를 表面無相關回歸(Zellner's Seemingly Unrelated Regression)方式에 의하여 同時推定한 結果는 <表2>와 같다.

1. 研究·普及投資의 收益率

그동안의 農業部門에 있어서의 研究·普及活動은 水稻作 위주의 事業으로 특징지어진다. 農業研究開發의 初期段階인 1960年代는 食糧의 自給達成을 위하여 水稻早期移秧指導, 보온못자리 설치지도, 水稻多收穫栽培展示 및 장려품종보급 등 水稻作 營農技術의 指導普及에 역점이 주어 지면서 또 한편으로는 多收穫水稻品種開發에 集中的 投資가 이루어졌다. 그 결과 1971년에 統一벼 多收穫品種이 성공적으로 開發되어 획기적인 收量增大 效果를 가져왔다. 그 후 水稻品種에 대한 自然·環境 適應的 研究가 계속되었고, 水稻作 中耕除草製 및 肥料·農藥등의 化學藥製의 開發普及과 農機械의 普及으로 省力栽培技術이 크게 진전하였다.

農業研究·普及事業에 대한 限界收益은 <그림 1>에서 보는 바와 같이, 1965~73期間에는 급격히 增加하는 局面이다가 1970年代初에 最高水準

表 2 可變利潤函數의 推定結果

파라메타	推定值 (t-ratio)	파라메타	推定值 (t-ratio)
α_0	14.6312(1065.422)**	e_{AR}	-0.1062 (2.177)*
α_w	-0.0480(15.445)**	e_{LL}	-0.0688 (1.388)
α_m	-0.0219(22.700)**	e_{LC}	-0.0644 (1.177)
α_f	-0.0317(23.588)**	e_{LR}	-0.0566 (1.740)
α_s	-0.1244(32.325)**	e_{CC}	0.2596 (1.909)
β_A	0.2068 (2.965)**	e_{CR}	-0.0736 (0.916)
β_L	0.4253 (3.321)**	e_{RR}	0.2364 (5.100)**
β_C	0.1248 (2.973)**	δ_{wA}	-0.0378 (6.822)**
β_R	0.4141 (7.604)**	δ_{wL}	0.0141 (5.434)**
ν	0.0132 (2.845)**	δ_{wC}	0.0287 (5.160)**
γ_{ww}	0.0300 (3.184)	δ_{wR}	-0.0050 (0.783)
γ_{wm}	-0.0122 (3.486)**	δ_{mA}	-0.0030 (1.166)
γ_{wf}	0.0237 (6.130)**	δ_{mL}	0.0038 (3.893)**
γ_{ws}	-0.0415 (4.506)**	δ_{mC}	-0.0027 (1.262)
γ_{mm}	0.0236 (3.145)**	δ_{mR}	0.0020 (0.723)
γ_{mf}	-0.0084 (4.155)**	δ_{fA}	0.0009 (0.329)
γ_{ms}	-0.0030 (0.400)	δ_{fL}	-0.0002 (0.106)
γ_{ff}	-0.0414(13.700)**	δ_{fC}	0.0075 (2.353)*
γ_{fs}	0.0261 (5.548)**	δ_{fR}	-0.0082 (2.670)**
γ_{ss}	0.0184 (1.383)	δ_{sA}	0.0400 (7.105)**
e_{AA}	0.0381 (0.442)	δ_{sL}	-0.0177 (5.864)**
e_{AL}	0.1898 (4.139)**	δ_{sC}	-0.0335 (5.172)**
e_{AC}	-0.1217 (2.981)**	δ_{sR}	0.0113 (1.797)**

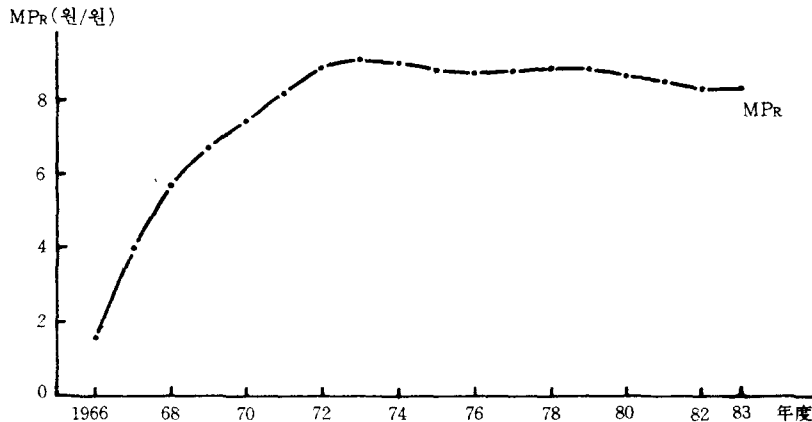
** 有意水準 1%

* 有意水準 5%.

에 달한 후 현재까지 정체 내지는 서서히 減少하는 추세에 있다.

農業研究·普及事業의 限界收益의 變化推移는 農業部門의 開發 및 普及과 관련지어서 설명될

그림 1 農業研究·普及投資의 限界收益(MP_R)의 推移



* 1980年 不變價格에 의한 3個年 移動平均値임.

수 있다. 1970年代初까지 研究·普及投資의 限界收益이 계속 增加하는 추세이었는데, 이것은 첫째 1960年代에 있어서 재래적 營農技術의 蓄積과 改善, 새로운 栽培技術의 開發 普及으로 인하여 새롭게 開發된 多收穫 水稻品種의 成果가 용이하게 실현되어질 수 있었기 때문이고,⁵ 둘째 研究活動과 指導事業을 상호 비교분 석한 결과 그 投資收益이 상대적으로 낮다고 기대되는 指導事業(Evensen & Kislev 1975, 102)에 대한 投資가 차지하는 比重이 점차 감소하고 반면 研究開發에 대한 投資比重이 점차 증가한 것에서 그 이유를 찾을 수 있다. 한편, 1970年代初 이후 현재까지 研究·普及事業의 限界收益이 정체 내지는 減少하는 추세인데, 이것은 첫째 이 期間은 社會·經濟적으로 급변하는 시기로서 農業技術의 開發·普及 또한 과거의 技術을 代替하기 위한 投資(예: 노동→기계)에 集中되어졌을 것이라는 점과 또한 前期와 같은 획기적인 技術 혹은 品種의 開發이 이루어지지 않았다는 점이고, 둘째는 研究·普及事業에 대한 投資가 그 初期段階를 벗어남으로 인하여 限界收益이 체감하는 국면에서 生産에 기여하고 있기 때문이라고 판단된다.

農業研究·普及投資의 限界收益 흐름의 現在 價値와 그 投資費用을 같게하는 內部收益率의 計測結果는 <表4>와 같다. 이 表에서 보면 農業研究·普及事業이 初期段階를 벗어난 1970年代 이후 현재까지 동안에 平均 限界收益은 8.6원이 고, 그 內部收益率은 317%로 대단히 높게 나타나고 있다.

⁵ 秋野正勝(1973)은 재래식 技術의 잠재력이 蓄積되어 있는 한 試驗場을 중심으로 한 農業研究投資의 成果가 용이하게 실현되어지며, 반면 이러한 잠재력이 소멸한 단계에서는 研究投資의 效率은 감퇴하고, 획기적인 發明 또는 開發이 생길 때까지는 단기적으로 그 생산성이 저하한다고 보고 있다.

表 3 農業研究·普及投資의 收益率

期 間	限界收益	內部收益率	비 較*
			ω_R/ω_E
	(원)	(%)	
1966~68	4.00	264.6	0.31/0.69
1972~74	9.08	403.6	0.56/0.44
1976~78	8.74	20.8	0.65/0.35
1982~84	8.18	275.7	0.69/0.31
1970~84	8.61	316.7	0.65/0.35

* ω_R, ω_E 는 農業研究·普及累計額 중 研究費 指導費 각각의 占有比重

<表4>에는 本分析結果와 他研究結果를 비교하기 위하여 農業全體에 대한 研究·普及投資의 收益率을 分析한 기존의 研究를 總括하였다. 이 表에서 보면, 總體的 農業研究·普及事業에 대한 投資收益率의 국제적 수준이 최저 30% 이상으로 分析되고 있는데, 이러한 分析結果는 農業研究·普及事業에 대한 投資는 收益성이 높은 投資活動이며, 또한 社會적으로 이 부분에 대한 資源配分이 最適水準 이하에 머무르고 있다는 것을 말하고 있다.

<表4>에서 보면 本分析結果가 다른 分析結果보다 훨씬 높게 나타나고 있어서 주목된다. 그 이유는, 첫째 先進國技術이 落水波及의 效果(Spillover effect)에 의해 無償으로 흘러들어 온 부분에 대하여 費用이 계상되지 않았다는 점과, 둘째, 우리나라와 같은 開發途上國의 경우 基礎研究에 해당하는 科學的 知識의 많은 부분을 先進國에 의존하여 왔고 따라서 移轉된 技術 및 品種의 短期的인 應用 또는 適應研究에 대한 投資가 상대적으로 많았다는 점에서 높은 收益率의 이유를 찾을 수 있다. 왜냐하면, 短期的으로 볼 때, 科學的 知識의 蓄積을 기초로 하여 보다 長期的인 投資를 요구하는 基礎研究에 비교하여 應用研究의 경우 그 投資收益率이 높을 것이 예상되기 때문이다.

表 4 總體的 農業研究·普及投資收益率 分析結果의 總括

研究 者 (發表年度)	國家/分析期間	限 界 收 益	內 部 收 益 率
Griliches (1964)	美 國 1949~59	7	35~40 %
Latimer (1964)	美 國 1949~59	非有意的	非有意的
Evenson (1968)	美 國 1949~59	10~12	47
Lu & Cline (1977)	美 國 1938~48	—	30
Peterson & Fitzharris (1975)	美 國 1937~42	—	50
	美 國 1947~52	—	51
	美 國 1975~62	—	49
	美 國 1967~72	—	34
Tang (1963)	日 本 1880~1938	—	35
秋野正勝 (1973)	日 本 1930~35	17.5	97
Evenson & Jha (1973)	인 도 1953~71	7.6	40
Kahlon et al. (1975)	인 도 1960~73	—	63
本 分 析	韓 國* 1970~84	8.6	317

* 朴基赫(1977)은 統一벼에 대한 研究·普及事業의 限界收益을 12.1원으로 分析하였음.
 資料: J. K. Boyce & R. E. Evenson, 1975, p. 107.

2. 研究·普及事業에 의한 農業技術變化의 方向

다음은 農業研究·普及事業에 대한 投資活動이 어떠한 技術變化를 유도하였는가에 대하여 검토한다. <그림 2>에서 보던 農業研究·普及事業에 대한 投資는 分析全期間에 걸쳐서 肥料·雇傭勞動使用的이고 土地·家族勞動節約의인 效果를 나타내었다. 한편 大農機械와 固定資產은 節約의 性格에서 점차 使用的 性格으로 전환하여 가는 과정에 있으며, 특히 1970年代 중반이 후는 家族勞動에 비하여 機械使用的 效果를 나타내었다.⁶

우리나라는 農土가 희소하여 그간의 農業研究

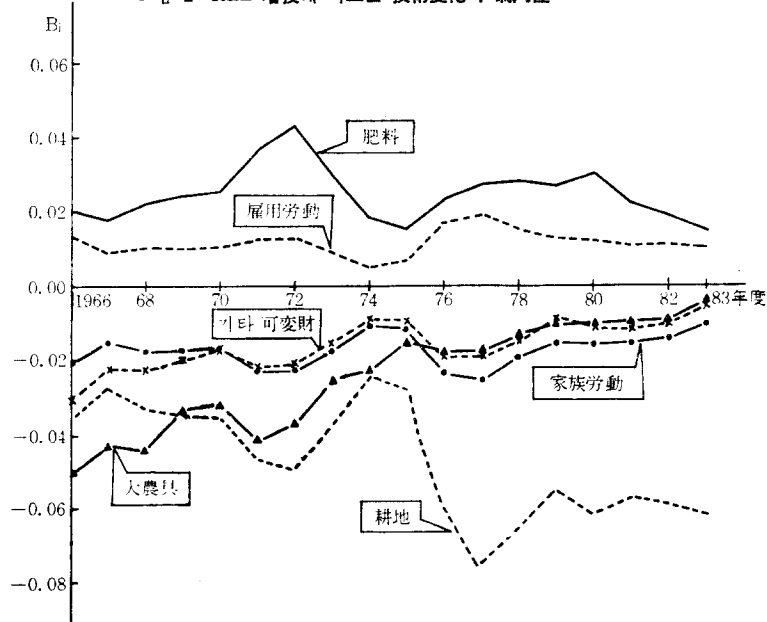
⁶ 여기서 한 가지 해석상의 주의를 요하는 것은, 本分析의 計測結果와, 時間 t를 技術의 代用變數로 보고 그 때의 技術進步의 偏向性을 計測한 結果는 차이가 있을 수 있다는 것이다. 즉 일반적으로 時間 t라는 것은 生産函數에서 고려되었던 變數들이 설명할 수 없는 나머지 부분을 모두 t가 설명할 수 있다는 것을 의미하는 것으로 이는 技術의 變化뿐 아니라 社會的·文化的 모든 要因을 흡수하는 것으로서 그 性格이 대단히 包括的이고 不明確한 것인데 반해서, 本分析에서는 보통 t속에 일부로서 包含되어 있다고 볼 수 있는 變數인 研究·普及단을 選定하여서 구체화시킨 것이기 때문에 그들 結果는 相違할 수 있다는 것이다.

開發 및 指導普及事業은 土地生産性 向上을 求된 목표로 하는 土地節約的인 生化學的 技術의 開發·普及에 경주하여 왔다. 특히 米穀增産을 위한 水稻育種方法의 개선에 경주되어 온 결과 耐肥性 多收穫 水稻品種이 開發·普及되었고 또 한 이에 적합한 肥料·農藥 등의 化學藥製가 開發普及되었다.

이같은 生化學的 技術의 開發·普及은 耐肥性 品種의 數量 增加로 肥料의 相對的 限界生産의 增加를 가져와서 肥料使用的 技術進步 效果를 나타냈다. 실제로 肥料—土地 相對價格의 下落으로 肥料의 使用은 크게 증가하였고, 따라서 肥料—土地比率이 증가하여 왔다. 또한 엄격한 土地制約으로 肥料使用的 技術의 開發은 그와 補完關係에 있는 勞動의 限界生産性을 증가시킨 것으로서 土地—勞動 두 要素間을 比較할 때, 土地節約의 一가족 및 雇傭勞動使用的 效果를 강하게 나타내었다.

한편, 統一벼 多收穫品種의 栽培는 移秧 및 收穫作業에 時限營業이 요구되는 것으로 限定된 家族勞動力 조건에서 農繁期에 雇傭勞動의 必要

그림 2 R&E 増投에 따른 技術變化의 偏向性



성은 급증하였다. 즉 農繁期 時限營農에 필요한 雇傭勞動의 使用 增加는 多收穫品種의 潜在的 段收 실현을 가능케 함으로써 그 결과 雇傭勞動의 限界生産이 增加하여서 雇傭勞動使用的 性格을 나타내었다고 사료된다. 그러나 현실적으로 農村勞動力의 流出에 따라 農村勞賃이 크게 상승하여서 雇傭勞動에 대한 需要는 그 限界生産의 增加속도를 따르지 아니하고, 대신 限定된 家族勞動力의 稼働率을 增加시키거나 農機械로 대체함으로써 時限營農이 필요한 不足勞動을 補充하여 왔던 것이다. 특히 農繁期에 不足한 勞動을 機械로 대체하기 위하여 1970年代末 이후 移秧機 收穫機 등 農繁機種의 普及擴大와 農機械의 운전 및 조작에 대한 技術 훈련이 보다 적극적으로 실시되었다. 그 결과 1970年代末 이후 機械의 相對的 限界生産 增大效果를 가져와서 資本-家族勞動 2要素間을 비교할 때 機械使用의 一家族勞動節約的 效果를 나타내었다.

固定資産(大動·植物·農用建物)의 경우節約

의 性格에서 점차 使用的 性格으로 變化하는 추세인 데, 이것은 畜産物과 과일 需要 增大에 대응하여 畜産振興을 위한 指導事業, 家畜·果樹 育種方法의 改善등에 힘입어서 果樹 및 畜産에 대한 限界生産이 점차 增加하는 데 기인한다고 본다.

3. 研究·普及事業의 農業成長寄與度

앞에서 살핀 바와 같이 理論的으로는 農業産出의 成長은 各要素의 農産物供給彈性値 등을 加重値로 한 各要素投入의 總和로서 이루어진다.

各要素의 農産物供給彈性値는 <表5>와 같이 計測되었다. 研究·普及活動의 農産物供給彈性値가 1964~84期間에 0.08~0.44로 증가 추세인 것에 반하여 農地의 그것은 同期間에 0.53~0.16으로 계속 減少하고 있다. 이와 같은 현상은 그간의 研究開發活動이 土地生産性向上을 위한 技術開發에 집중되어져 옴으로써 土地에 체화·누

表 5 農業投入·產出變化率과 各要素의 農產物供給彈性值

期 間	投 入·產 出 變 化 率* (%/年)						農 產 物 供 給 彈 性 值**			
	총 산 출 Y	토 지 \dot{Z}_A	가족노동 \dot{Z}_L	고정자산 \dot{Z}_C	연구·보급 \dot{Z}_R	교육 \dot{E}	토 지 ϵ_{yA}	가족노동 ϵ_{yL}	고정자산 ϵ_{yC}	연구·보급 ϵ_{yR}
1965~70	2.43	1.13	-1.35	4.01	16.08	0.24	0.529	0.527	0.066	0.082
1970~75	4.23	-0.54	-0.47	9.41	13.63	0.94	0.394	0.468	0.095	0.214
1975~80	3.23	1.27	-2.27	1.35	14.35	0.90	0.256	0.422	0.157	0.336
1980~83	15.41	2.08	-0.22	16.57	9.36	1.35	0.159	0.404	0.173	0.436
1965~83	5.22	0.85	-1.18	6.74	13.78	0.82	0.334	0.455	0.123	0.267

* 3 個年 移動平均値에 의한 계산임.

** 區間平均값임.

적되어서 나타났을 技術開發의 效果가 土地資本으로부터 분리되어 研究·開發의 效果의 일부로서 제상되기 때문이라고 추측한다.

한편, 研究·普及活動의 農業產出效果가 증가하는 것은 다음과 같은 점에서 연유한다고 사료된다. 첫째 農民의 教育水準의 向上을 들 수 있다. 즉 研究·普及活動과 補完關係에 있는 教育水準의 向上은 새로운 技術을 이해 및 습득하는 能力을 향상시킨다. 둘째, 지속적인 研究開發 및 指導普及活動으로 技術의 蓄積이 커지면서 그 產出效果 또한 增大되었을 것이라는 점이다. 셋째, 研究·普及活動이 水稻作 위주에서 벗어나 多樣化하면서 畜產·菜蔬·果實 등의 成長作目에 대한 研究·普及活動은 새로운 產出增大源이 되었을 것이다.

農業總產出에 대한 生産要素別 寄與度(全國農家平均)를 分析한 결과는 <表 6>과 같다. 우선, 成長會計의 方法에 의한 이 接近法은 分析全期間에 걸친 成長要因分析에는 성공적이었다. 즉 農業總產出의 成長을 土地 勞動 資本등의 慣行的 要素와 研究·普及 및 教育 등의 非慣行的 要素로 모두 설명되어졌다. 그에 반하여, 各 區間別 成長은 本模型에 포함되지 않은 여타의 要因 가령 農業技術潛在力의 蓄積 및 普及, 또는 氣象要因등에 의하여 설명되어야 할 殘差部分이 존재하고 있다.

<表 6>에서 특기할 사항은, 研究·普及活動과 教育 등의 非慣行的 要素의 農業成長寄與도가 대단히 높다는 점이다. 分析全期間동안에 農業成長에 대한 要素別 相對的 寄與도를 보면, 慣

表 6 諸生産要素의 農業成長 寄與度 (全國農家平均)

단위 : %/年

期 間	농업총산출 Y	慣 行 的 生 產 要 素					計	研究·普及 $\epsilon_{yR} \cdot \dot{Z}_R$	教育 $\nu \cdot E \cdot \dot{E}$	殘 差
		諸 價 格 $\sum \epsilon_{yI} \cdot \dot{P}_I$	土 地 $\epsilon_{yA} \cdot \dot{Z}_A$	가족노동 $\epsilon_{yL} \cdot \dot{Z}_L$	고정자산 $\epsilon_{yC} \cdot \dot{Z}_C$					
1965~70	2.43 (100)	0.26 (11)	0.60 (25)	-0.71 (-29)	0.27 (11)	0.42 (17)	1.32 (54)	0.29 (12)	0.40 (16)	
1970~75	4.23 (100)	0.32 (8)	-0.21 (-5)	-0.22 (-5)	0.89 (21)	0.78 (18)	2.99 (71)	1.16 (27)	-0.70 (-17)	
1975~80	3.23 (100)	-0.22 (-7)	0.33 (10)	-0.96 (-30)	0.21 (7)	-0.64 (-20)	4.82 (149)	1.16 (36)	-2.11 (-65)	
1980~83	15.41 (100)	-0.97 (-6)	0.33 (2)	-0.89 (-6)	2.86 (19)	1.33 (9)	4.08 (26)	1.82 (12)	8.18 (53)	
1965~83	5.22 (100)	-0.14 (-3)	0.28 (5)	-0.54 (-10)	0.83 (16)	0.43 (8)	3.68 (70)	1.04 (20)	0.07 (1)	

()內는 農業總產出을 100으로 한 各要素의 相對的 寄與度 (%)

表 7 農業成長要因分析에 관한 研究結果 比較

단위 : %

研究 者 (發表年度)	國家/分析期間	慣行的 要 素	非 慣 行 的 要 素				計
			연구·보급	교육	잔 차	小 計	
秋野正勝 (1973)	日本 1880~1935 1955~65	51	25	25	-1	49	100
Saburo Yamada (1980)	日本 1880~1975	37	—	—	—	63	100
Y-Chen & Y-Wang (1980)	日本 1965~75	20	—	—	—	80	100
	臺灣 1917~77	26.1	—	—	—	73.9	100.0
潘性統 (1980)	臺灣 1951~77	19.2	—	—	—	80.8	100.0
	韓國 1946~71	47.8	—	—	—	51.2	100.0
—— (1984)	韓國 1946~80	32.1	—	—	—	66.8	100.0
	韓國 1965~78	0.6	—	—	—	99.2	100.0
辛基燁 (1984)*	韓國 1965~80	9.4	—	—	—	90.6	100.0
	韓國 1956~80	31.9	—	—	—	67.3	100.0
蘇暉永 (1985)	韓國 1963~81	31.2	—	—	—	68.8	100.0
	本分析	8.2	70.5	20.0	1.3	91.8	100.0

* 耕種部門에 국한.

行的 要素의 경우 土地와 其他 固定資産이 21% 寄與하였고, 반면 家族勞動과 諸價格要因(生産物 및 可變要素價格)은 -13%의 負의 寄與를 하였다. 한편, 研究·普及은 70%를, 教育은 20%를 寄與하는 效果를 나타내어서 慣行的 非慣行的 生産要素別 寄與도가 큰 차이를 보이고 있다.

다음 <表7>에는 農業部門全體를 대상으로 農業成長要因을 分析한 韓國 日本 臺灣의 研究結果를 비교 제시하였다. 國內에서 潘性統(1980, 1984), 辛基燁(1984, 耕種部門에 국한)의 研究는 慣行的 生産要素의 投入·産出關係를 C-D型 生産函數에 기초를 둔 솔로우(Solow)模型을 전제로 連鎖指數方式에 의하여 計測하였다. 潘性統(1984), 辛基燁(1984)의 研究 중 1960年代 중반 이후의 期間을 分析對象으로한 研究結果와 本分析結果를 비교하면 非慣行的要素에 의한 農業成長寄與도가 대체로 90% 이상으로 計測되어서 그 結果가 비교적 일치하고 있다⁷.

⁷ 한편, 蘇暉永(1985)의 研究結果는 비슷한 期間을 分析對象으로 한, 潘(1965~78), 辛(1965~80), 本分析(1965~83)의 結果와 비교할 때 20%정도 낮게 計測되고 있다.

한편, 韓國 日本 臺灣의 研究結果를 종합적으로 비교하면, 이들 모두 非慣行的 生産要素에 의한 農業成長寄與도가 50~90%의 높은 水準을 보여주고 있는데, 이것은 農業成長을 이루기 위해서는 慣行的 要素의 投入增大 못지않게 技術進步를 가져오는 研究開發, 指導普及, 教育 등의 非慣行的 要素에 대한 投資增大가 중요하다는 것을 역설하고 있다. 또한 分析對象期間이 최근을 포함할수록 技術進步에 의한 成長寄與도가 증가하고 있다는 것을 알수 있다. 이러한 현상은 土地 勞動 등의 慣行的 要素의 增大가 제한되어 있는 반면에 研究·普及 및 教育事業 등에 대한 投資가 증가하고 있는 추세에서 나타나는 당연한 결과라고 판단된다.

蘇暉永(1985)은 固定資産의 경우 技術이 體化되며, 勞動과 流動資本은 매년 一定比率로 技術이 進步된다는 것을 전제한 模型에 의하여 總生産性 成長率을 計測하였다. 그러나, 현실적으로 그간의 農業技術開發은 種子·肥料·農藥 등에 대한 生化學的 技術開發에 역점이 주어졌던 결과, 流動資本의 技術은 加速적으로 進步하여왔을 것인데 이를 一定하다고 가정함으로써 상대적으로 流動資本技術의 寄與도가 다소 과소평가되었을 것으로 판단된다.

IV. 要約 및 結論

本稿에서는 研究開發 및 指導普及事業을 새로운 生産要素로서 파악하고, 農業部門 전체를 대상으로 研究·普及事業의 經濟的 效果를 實證의 으로 分析하고자, 1964~84期間동안에 ①農業研究·普及事業의 收益率을 計測하고 ②研究·普及投資에 의한 技術變化의 性格을 구명하고, ③ 研究·普及活動의 農業成長寄與度を 평가하였다.

먼저, 農業研究·普及事業에 대한 投資의 限界收益은 1960年代 이후 급격히 증가하다가, 研究·普及事業이 初期段階를 벗어난 1970年代初 이후 현재까지는 정체 내지 체감하는 국면에 있다. 1970~84年間に 平均 限界收益은 8~9 원 이고 그 內部收益率은 317%로 計測되었는데 이것은 여하의 投資活動보다 그 收益率이 대단히 높은 水準이며, 또한 국제적으로도 높은 水準으로 비교되었다. 아울러 이러한 計測結果는, 社會的으로 이 부분에 대한 投資가 最適水準 이하에 머무르고 있다는 것을 시사한다.

한편, 지난 20여년 동안에 農業研究開發 및 指導普及事業을 통한 生化學的 機械的 技術의 발달은 生産要素間 限界生産性的 相對的 크기에 변화를 야기함으로써 非中立的 技術進步의 效果를 나타내었다. 즉 分析全期間에 肥料와 雇傭勞動은 使用的인 性格을 나타내었고, 大農機具와 기타 固定資產은 節約的 性格에서 점차 使用的 性格으로 전환하는 效果를 가져왔다.

다음, 研究·普及事業의 農業產出效果는 계속 增加하는 추세에 있다. 1964~84期間에 研究·普及事業의 農產物供給彈力性은 0.08에서 0.44로 크게 향상되었다. 또한 이 期間동안에 要素

別 農業成長 寄與度는 研究·普及·教育 등의 非價行的 要素가 90% 기여하였고, 土地·勞動·資本 등의 價行的 要素와 價格條件은 불과 10% 기여하였다. 따라서 分析全期間에 農業成長은 水稻多收穫品種을 비롯한 新品種 新技術의 개발을 위한 研究開發과 指導普及事業, 그리고 農民의 教育 및 意識水準의 向上에 의하여 주도되어져 왔다고 평가된다.

以上の 結果로 볼 때, 앞으로 土地 및 勞動 등의 價行的 要素가 점차 감소 내지 정체하는 한 農業의 成長은 非價行的 要素의 增投에 의해 달성될 것이 기대되며 그 상대적인 重要도가 더욱 커질 것이다. 따라서 研究開發과 指導普及事業 그리고 教育分野에 대하여 보다 적극적이고 과감한 投資가 이루어질 것이 요청된다.

參 考 文 獻

- 權泰進, 李重雄, "水稻作 技術進步의 性格分析," 「農村經濟」 9-2 (1986.6) pp. 55~68.
- 朴基赫, 「綠色革命의 經濟的 效果分析」, 農振廳, 1977.
- 潘性純, "農業生産 및 生産性的 成長과 要因," 「韓國農業의 近代化過程」, 韓國農村經濟研究院, 연구총서3, 1980.
- 李殷雨, "誘發的 技術革新理論에 관한 研究," 서울大 碩士學位論文, 1982.
- 洪起用, "The Rate of Return on Investment in Agricultural Education," 「韓國農業教育學會誌」 9-1, 1977.
- 秋野正勝, "試驗研究, 教育と 農業成長," 「農業總合研究」 27-1 (1973), pp. 43~78.
- Baanante, C. A. and Surjit S. Sidhu, "Input Substitution and Agricultural Research," *Indian J. of Agr. Economics*, July-Sept. 1980, pp. 20~33.
- Binswanger, H. P., "The Measurement of Technical Change Biases with Many Factors of Production," *Ame. Econ. Rev.* 64 (1974), pp. 964-76.
- Boyce, J. K. and R. E. Evenson, *Agricultural Research and Extension Program*, New York: Agricultural Development Council, 1975.

- Diewert, W.E., "Applications of Duality Theory," *Frontiers of Quantitative Economics*, Vol. II, ed. M.D. Intriligator and D.A. Kendrick, North-Holland Publishing company, 1974.
- Evenson, R.E., *Agricultural Research and Productivity*, New Haven and London: Yale Univ., 1975.
- Griliches, Zvi, "Research Expenditures, Education and the Aggregate Agricultural Production Function," *Ame. Econ. Rev.* (1964).
- Jorgenson, D.W., Z. Griliches, E.F. Denison, *The Measurement of Productivity*, The Brookings Institute, Washington DC, 1972.
- Kahlon, A.S., P.N. Saxena, H.K. Bal and D. Jha, "Returns to Investment in Agricultural Research in India," *Resource Allocation and Productivity in National and International Agricultural Research*, ed. by T.M. Arndt, D.G. Dalrymple and V.W. Ruttan, Univ. of Minnesota, 1971.
- Lee, J.H., "The Measurement and Sources of Technological Change Biases with a Application to Postwar Japanese Agriculture," *Economica* 50 (1983), pp.159-74.
- Nadiri, M.I., "Producers Theory," *Handbook of Mathematical Economics*, ed. by K.J. Arrow and M.D. Intriligator, North-Holland, 1982, pp.535~99.
- Solow, R.M., "Technical Change and the Aggregate Production Function," *Review of Economics and Statistics*, Vol.39, (Aug. 1957) pp.312-20.