

公共投資에 대한 收益性評價體系의 취약점과 雙對理論을 이용한 解明*

—韓國農業에의 적용—

李 貞 煥**
金 殷 淳***

- I. 序論
- II. 收益評價方法
- III. 農業部門에 대한 財政支援의 收益率 計測
- IV. 要約 및 結論

I. 序論

研究開發, 土地改良 등 公共事業의 收益을 평가하는 것은 제한된 재정자금의 효율적 이용을 위하여 불가결한 것이다.

술초 이후 農業部門에 대한 公共投資 특히 研究開發 투자의 수익을 평가하는 研究는 대단히 활발히 이루어져 왔다(Peterson 1971). 그러나 그와 같은 활발한 研究에도 불구하고 몇 가지 중요한 문제점이 해결되지 못한 상태에 있다.

첫째, 限界價值生產을 수익으로 하는 연구와 經濟剩餘를 수익으로 하는 연구, 또는 生產函數를 이용하는 연구와 指數的 방법을 이용하는 연구 등이 병존하는 가운데 그들 사이의 관계가 명확하게 해명되지 못하여 혼란이 있어 왔다. 둘째, 지수적 방법에 의한 經濟剩餘 計測時 供給函數의 이동형태를 임의로 가정하지 않을 수 없기 때문에 그 假定에 따라 수익의 크기가 달라지는 문제가 발생하였다. 세째, 投資效果의 時差構造와 公共投資變數의 組立, 그리고 費用과 收益을 비교하여 수익률로 환산하는 방법 사이에 어떤 관계가 유지되어야 하는가에 대한 문제 가 불분명한 채 연구가 진행되었다.

本稿의 목적은 이와 같은 혼란 또는 문제점을 정돈하여 公共事業의 수익을 평가하는 일관성 있는 방법을 제시하고, 그 방법에 따라 한국에서 農業部門을 대상으로 하여 실시되어 온 財政支援事業의 수익을 實證分析하고자 하는 것이다.

公共事業의 收益評價에서는 단지 總收益을 평

* 本稿는 1986年度 當研究事業의 하나인 「農業部門의 投融資動向과 效果」研究의 일부를 보완 발전시킨 것이다.

** 首席研究員.

*** 研究員.

가하는 문제뿐만 아니라 그와 같은 수익이 어떻게 분배되는가 하는 문제도 대단히 중요하다. 그러나 本稿에서는 總收益을 평가하는 문제에 국한하여 검토하려고 한다.

本稿의構成은 다음과 같다. II章에서 公共事業의 收益評價方法上의 문제점을 파악하고 일반적인 評價方法을 제시한다. III章에서는 雙對理論에 의한 利潤函數推定을 통하여 農業部門에 대한 財政支援의 수익률을 計測한다. 그리고 IV章에서는 이상의 결과를 요약하고 결론짓는다.

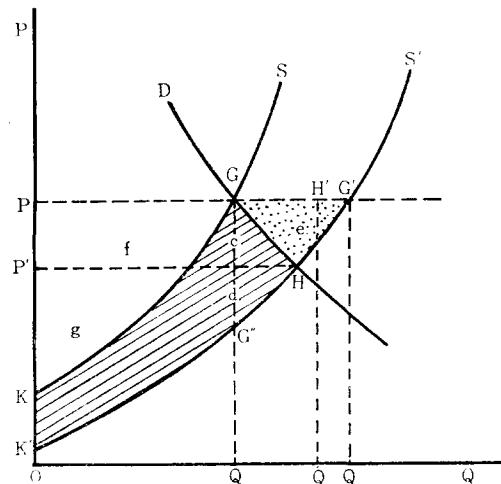
II. 收益評價 方法

公共投資事業의 收益評價는 먼저 그 사업에 의하여 창출되는 수익의 크기를 계측하고, 그와 같이 계측된 수익과 그 사업에 소요된 비용을 비교하여 收益性(rate of returns)을 계산하는 두 가지 분석과정을 포함한다. 따라서 收益評價에 관한 方法論의 문제도 이 두 가지 분석과정에 따라서 검토하려고 한다.

1. 經濟剩餘 方式과 限界價值生產 方式的統合

수익의 크기를 계측하는 과정에서 지적되어야 할 첫번째 문제는 수익을 經濟剩餘(economic surplus)로 파악하는 방법과 限界價值生產(marginal value products)으로 파악하는 방법이 병존하고 있다는 것이다. 우리는 여기에서 두 가지 收益評價基準 중 어느 것을 적용하는가에 따라서 수익의 크기에 차이가 나타나는가, 나타난다면 두 가지 서로 다른 평가는 각각 어떻게 해석되어야 하며, 또 두 가지 평가 사이에는 어떤 관계가 성립하는가 하는 의문을 제기하지 않을

그림 1 公共投資에 의한 經濟的 剩餘의 變化



수 없다.

이 의문에 대하여 데이비스(Davis 1981b)는 콥-더글러스 生產函數로부터 供給函數를 유도하여 生產函數 方式을 經濟剩餘 접근법에 접목 시킴으로써, 限界價值生產과 經濟剩餘變化의 차이가 公共投資의 生產彈性值, 農產物 供給彈性值, 農產物 需要彈性值의 크기에 의하여 결정된다는 사실을 증명하였다. 또한 農產物需要가 무한 탄력적인 경우에는 두 가지 기준에 의한 수익의 크기가 같아진다는 사실도 밝혀냈다. 그러나 데이비스는 콥-더글러스라는 특정한 生產函數를 가정하고 있을 뿐만 아니라 두 가지 기준 사이의 개념적 관계에 대해서 충분한 설명을 제시하지 못하고 있다.

<그림 1>은 두 가지 기준 사이의 관계를 해명하기 위하여 제시된 것이다. S는 (國內) 農產物 供給曲線을 나타내고 S' 는 農業部門에 公共投資를 1 단위 증가시켰을 경우의 (國內) 供給曲線을 나타낸다. 이 때 만약 수요가 무한 탄력적이거나, 輸入을 國內供給 증가만큼 축소시킨다면 國內供給 증가에도 불구하고 農產物價格이 변하지 아니하므로 消費者剩餘(CS)에는 아무런 변

화가 없고 生產者剩餘(PS)는 $GG'KK$ 에 의하여 구획되는 $(c+d+e)$ 만큼 증가한다. 즉,

$$(1) \Delta ES = \Delta PS = c + d + e$$

한편 生產函數가 (2)식과 같다면 雙對理論(dual theory)에 따라 (3)식과 같은 利潤函數가 유도된다(Lau 1978).

$$(2) Q = f(\mathbf{x}, R)$$

단, Q 는 農產物 生產量, \mathbf{x} 는 生產要素 投入量 벡터, R 은 公共投資를 나타낸다.

$$(3) \Pi = h(P, \mathbf{w}, R)$$

여기서, Π 는 利潤, P 는 生產物價格, \mathbf{w} 는 生產要素 \mathbf{x} 의 가격벡터를 의미한다.

그런데 生產者剩餘(PS)란 곧 이윤을 나타내므로

$$(4) \Delta PS = \frac{\partial \Pi}{\partial R}$$

의 관계가 성립한다. 한편 호텔링의 정리에 의하여 (Lau 1978),

$$(5) \frac{\partial \Pi}{\partial R} = P \frac{\partial f}{\partial R}$$

의 관계가 성립하므로 결국 生產者剩餘의 증가(ΔPS)와 限界價值生產(MVP)은 같아진다는 것을 알 수 있다.

이것을 식(1)의 결과와 연결시키면 限界價值生產(MVP)은 $(c+d+e)$ 와 같고, 農產物價格이 변하지 아니하는 경우의 經濟剩餘增加(ΔES)와 크기가 같다는 결론에 도달할 수 있다.

$$(6) MVP = c + d + e = \Delta ES$$

만약 農產物 需要曲線이 <그림 1>에서 D 와 같고 따라서 R 增投에 따라 農產物價格이 P 에

서 P' 로 하락한다면 消費者剩餘는 $(c+f)$ 만큼 증가하고, 生產者剩餘는 $(d-f)$ 만큼 증가한다. 따라서 經濟的 剩餘變化(ΔES)는 $(c+d)$ 가 된다는 것을 알 수 있다. 이것을 식(1)의 결과와 연결시키면

$$(7) \Delta ES = MVP - e$$

의 관계가 성립한다는 것을 알 수 있다.

즉, 限界價值生產을 기준으로 수익의 크기를 파악하면, 經濟剩餘를 기준으로 파악하는 경우 보다 $GG'H$ 에 의하여 구획되는 e 부분만큼 과대 평가하게 된다는 결론에 도달할 수 있다.

그러면 e 는 어떤 의미를 갖는가? $(f+c+e)$ 는 가격이 P 에서 P' 로 하락함으로써 생산자가 감수하게 되는 生產者剩餘 減少(곧, 利潤減少)에 해당하고, $(f+c)$ 는 소비자가 향유하게 되는 消費者剩餘 增加에 해당되므로 결국 e 는 가격 하락에 의하여 발생되는 經濟剩餘의 감소를 나타내게 된다. 즉, 公共投資에 의한 수익의 크기를 限界價值生產으로 파악하면 生產增加에 의하여 生產物價格이 하락하고 그에 따라 經濟剩餘가 감소하게 되는 부분을 무시한 것이 된다.

다음으로 제기되는 문제는 e 의 크기를 구할 수 있는가 하는 것이다. e 는 삼각형으로 보아서 별 오차가 없을 것이므로 다음과 같이 그 크기를 산출할 수 있다.

$$(8) e = \frac{1}{2} QQ' \times PP'$$

한편 점 G 근방에서 가격에 대한 生產物 需要彈性值 ($\partial \ln D / \partial \ln P$)를 α_P , 供給彈性值 ($\partial \ln S / \partial \ln P$)를 β_P 라 하고 公共投資 R 에 대한 供給彈性值 ($\partial \ln S / \partial \ln R$)를 β_R 라고 하면 QQ' 와 PP' 는 다음과 같이 도출된다.¹

¹ G 근방에서 S 와 D 를 兩代數形으로 나타내면,

$$(9) \quad QQ' = \frac{\partial S}{\partial R} = \beta_R \frac{Q}{R}$$

$$(10) \quad PP' = \frac{\partial D}{\partial R} = \frac{\beta_R}{\alpha_P - \beta_P} \cdot \frac{P}{R}$$

식 (9)와 (10)을 (8)에 대입하면 e 의 크기가 구해진다.

$$(11) \quad e = \frac{1}{2} \frac{QP}{R^2} \cdot \frac{\beta_R^2}{\alpha_P - \beta_P}$$

따라서 點 G 근방에서 限界價值生產과 經濟剩餘變化 사이에는 다음 관계가 성립하게 된다.²

$$(12) \quad \Delta ES = MVP - \frac{1}{2} \frac{QP}{R^2} \cdot \frac{\beta_R^2}{\alpha_P - \beta_P}$$

즉, 收益評價가 이루어지는 시점에서의 生產額(QP)과 公共投資水準(R), 公共投資에 대한 供給彈力性(β_R), 가격에 대한 供給彈力性(β_P), 그리고 需要彈力性(α_P)을 알면 限界價值生產과 經濟剩餘變化 중 어느 하나로부터 나머지 하나는 쉽게 산출할 수 있다.

여기에서 供給函數의 이동 QQ' ($= \partial S / \partial R$)와 R 의 限界生產($\partial f / \partial R$) 사이의 관계를 밝혀 두는 것이 도움이 될 것으로 생각된다. 공급 S 를 最適 投入量 x^* 와 R 의 함수로 나타내면 다음과 같다.

$$(13) \quad S = f(x^*, R)$$

여기서 $x_i^* = x_i(w, R)$.

이것을 R 로 미분하면 다음 관계를 얻는다.

$$(14) \quad \frac{\partial S}{\partial R} = \sum \frac{\partial x_i^*}{\partial R} \frac{\partial f}{\partial x_i} + \frac{\partial f}{\partial R}$$

$\ln D = \alpha_0 + \alpha_P \ln P + J, \quad \ln S = \beta_0 + \beta_P \ln P + \beta_R \ln R + E$ (단, J 와 E 는 나머지 項을 나타낸다.)

따라서 $(\alpha_P - \beta_P) \ln P = (\beta_0 - \alpha_0) + \beta_R \ln R + E - J$
 $\partial \ln P / \partial \ln R = \beta_R / (\alpha_P - \beta_P)$

² 生產函數가 콤—더글러스型이고 <그림 1>에서 OGG' 를 삼각형으로 간주하면 페이비스가 도출한 관계식을 얻을 수 있다.

이 관계식이 의미하는 것은 限界生產($\partial f / \partial R$)은 모든 生產要素의 투입량(\mathbf{x})을 일정하게 유지하면서 R 을 1 단위 변화시켰을 경우의 생산량 변화를 뜻하는 것임에 비하여 공급함수 이동($\partial S / \partial R$)은 모든 生產要素의 가격(\mathbf{w})을 일정하게 유지하면서 R 을 1 단위 변화시켰을 경우의 생산량 변화를 의미한다. 즉, $\partial S / \partial R$ 는 $\partial f / \partial R$ 뿐만 아니라 R 의 변화에 의하여 다른 生產요소의 투입량(\mathbf{x})이 변화하고 그에 따라 생산량이 변화되는 효과 ($(\sum (\partial x_i^* / \partial R) \cdot (\partial f / \partial x_i))$)가 포함된 것이다. 따라서 일반적으로 $\partial f / \partial R < \partial S / \partial R$ 의 관계가 성립한다. 만약 $\partial f / \partial R$ 가 <그림 1>에서 $Q\hat{Q}$ 로 나타난다면 $MVP \equiv Q\hat{Q}H'G$ 가 되고 따라서 $GG'KK' \equiv Q\hat{Q}H'G$ 의 관계가 성립한다.

2. 利潤函數에 의한 經濟剩餘變化 推定

經濟剩餘를 수익의 기준으로 하는 연구들은 이제까지 指數的 方法으로 公共投資에 의한 供給函數의 이동률을 추정한 후 이와 같은 공급함수의 이동에 의하여 經濟剩餘가 얼마나 변화되었는가를 산출하는 방법을 이용하였다. 그 결과 經濟剩餘 접근법과 指數的 접근법을 같은 의미로 인식하기에 이르렀다(Norton and Davis 1981).

이와 같은 지수적 방법의 첫번째 문제는 공급함수의 이동률을 추정하는 방법이 확립되어 있지 못하다는 것이다. 연구에 따라 生產요소 절약률로 계측하는 방법, 總生產性 증가율로 계측하는 방법, 생산물 가격 변화율로 계측하는 방법 등이 이용되고 있으나, 公共投資의 순수한 효과를 파악하기는 매우 어렵다(Peterson 1967, 1971; Norton and Davis 1981). 둘째, 供給函數의 이동률과 공급의 價格彈性值가 각각 별도로 추정될 수밖에 없기 때문에 분석방법의 일관

성이 유지되지 못한다. 세번째, 指數的 接近法으로는 <그림 1>에서 供給曲線上의 점 G' (혹은 G'')밖에 추정할 수 없으므로 공급곡선의 이동 형태에 대한 事前的 假定—비례적 확산(proportional divergent), 회전적 확산(pivotal divergent), 수렴적(convergent)—을 도입하지 않으면 안되는데, 이동형태에 대한 가정에 따라 經濟剩餘 變化的 크기가 크게 변화한다는 문제가 있다(Lindner and Jarrett 1978). 또 네번째로는 計測된 수익(즉, 經濟剩餘의 변화)이 平均概念이 되므로 限界收益을 필요로 하는 경우 문제가 된다(Peterson 1971; Davis 1981).

이에 비하여 생산함수 接近法에 의하여 限界價值 生產(MVP)과 β_R , 그리고 β_P 를 계측하여 식(12)에 적용하면 그와 같은 문제들은 모두 해결될 수 있을 것으로 보인다. 그러나 공급함수의 이동형태에 대하여 아무런 사전적 가정을 도입하지 아니하려면 생산함수의 형태가 트랜스로 그형과 같이 伸縮的인 것이어야 하는데 伸縮的生產函數로부터는 공급함수가 해석적으로 유도될 수 없으므로 공급탄성치(β_R , β_P 모두)가 도출될 수 없다.

本稿에서는 이상과 같은 指數的 方法, 生產函數 方法이 가지고 있는 문제를 극복할 수 있는 利潤函數 接近法을 제시하려고 한다.

식(3)의 利潤函數에 힐팅의 정리를 적용하면 公共投資의 限界價值生產과 生產物 供給函數를 간단히 도출할 수 있다.

$$(15) \quad \frac{\partial I}{\partial P} = S(P, w, R)$$

$$(16) \quad \frac{\partial I}{\partial R} = P \frac{\partial f}{\partial R} \equiv MVP$$

따라서 價格과 財政投資에 대한 供給彈力性이 다음과 같이 도출된다.

$$(17) \quad \beta_R = \frac{\partial S}{\partial R} \frac{R}{Q} \\ = \frac{\partial^2 I}{\partial R \partial P} \frac{P}{Q}$$

$$(18) \quad \beta_P = \frac{\partial S}{\partial P} \frac{P}{Q} \\ = \frac{\partial^2 I}{\partial P^2} \frac{P}{Q}$$

식(16), (17), (18)의 결과와 별도 수요함수에서 추정된 需要彈性值 α_P 를 식(12)에 대입하면 點 G 근방에서의 公共投資 增投에 따른 經濟剩餘의 변화를 산출할 수 있다. 이 때 利潤函數의 형태를 신축적 형태로 설정하면 供給函數의 이동형태에 대하여 아무런 사전적 가정을 설정할 필요가 없다.

3. 投資效果의 時差構造 設定

研究開發, 土地改良 등 대부분의 公共投資는投資時點에서부터 그 효과가 나타나기까지의 기간이 길 뿐만 아니라 그 효과가 지속되는 기간도 긴 것이 보통이다. 따라서 生產函數 혹은 利潤函數 接近法에서 公共投資를 하나의 生產要素로 간주하는 경우 그 변수는 投資效果의 時差構造에 따라 組立되어야 한다.

研究開發投資의 경우를 보면 이제까지의 研究에서는 대부분 과거 어느 특정연도의 投資額을 이용하는 경우(Bredahl & Peterson 1976), 과거 수년간 투자액의 평균치를 이용하는 경우(Griliches 1964; Peterson 1967), 과거 수년간 투자액을 逆V字形態의 加重值로 치계하는 경우(Evenson 1968; Fishelson 1971), 그리고 과거의 연도별 투자액을 각기 독립된 변수로 투입하는 경우(Davis 1981a; Wise 1986) 등 4 가지 방식이 이용되었다.

어떠한 방식이 적절한 것인가 하는 것은 實證

의 검증 과정을 거쳐 결정될 것이지만, 최근의 연구결과들은 研究開發投資의 경우 逆V字形態의 時差構造를 지지하고 있다(Evenson 1968; Davis 1981 a; Wise 1986).

투자효과의 시차구조는 수익률을 산출할 때 수익과 비용을 어떻게割引合算할 것인가 하는데에서 다시 제기된다. 수익의 크기를 산출할 때 이용되었던 시차구조와 이것을 수익률로 환산할 때 이용되는 시차구조는 같아야만 분석의 일관성이 유지된다. 그러나 많은 경우 두 과정에서 각기 다른 시차구조를 적용하는 모순을 보이고 있다(Griliches 1964; Peterson 1967; Evenson 1968; Akino and Hayami 1975). 특히 대부분의 연구가 수익률 산출과정에서는 투자의 효과가 무한히 계속되는 것으로 간주함으로써 수익률을 과대 추계하였을 가능성이 있다.

요컨대 研究開發投資效果의 時差構造를 逆V字形態로 하여 변수를組立하고, 수익률도 같은 시차구조를 적용하여 산출되어야 한다.

III. 農業部門에 대한 財政支援의 收益率 計測

1. 利潤函數의 推定

가. 트랜스로그 利潤函數 設定

利潤函數式(3)의 모든 가격을 生產物價格 P 로標準化하면 다음 式(19)와 같이 표준화된 可變利潤函數의 일반형을 얻는다.

$$(19) \quad \pi = g(p_1, \dots, p_m; Z_1, \dots, Z_n, R)$$

여기서 $\pi = I/P$ (P 로 표준화된 可變利潤)이고,

$p_i = w_i/P$ (P 로 표준화된 可變要素價格), Z 는 固定要素投入量을 나타낸다. 式(19)를 兩代數函數로 변형한 후 테일러 전개(2次項에서 近似)하면 式(20)과 같은 트랜스로그型 可變利潤函數를 얻는다.

$$(20) \quad \ln \pi = \alpha_0 + \sum_i^n \alpha_i \ln p_i + \frac{1}{2} \sum_i^n \sum_j^n \gamma_{ij} \ln p_i \ln p_j \\ + \sum_i^n \nu_{iR} \ln R \ln p_i + \sum_k^n \beta_k \ln Z_k \\ + \frac{1}{2} \sum_k^n \sum_s^n e_{ks} \ln Z_k \ln Z_s \\ + \sum_k^n Q_{kR} \ln R \ln Z_k \\ + \sum_k^n \sum_i^n \delta_{ik} \ln p_i \ln Z_k + \lambda \ln R$$

이 때 다음과 같은 對稱性 條件이 성립하여야 한다.

$$(21) \quad \gamma_{ij} = \gamma_{ji}, \quad e_{ks} = e_{sk}$$

만일 生產技術이 同調的(homothetic)이라면 다음과 같은 制約條件이 추가된다.

$$(22) \quad \sum_j \gamma_{ij} = 0, \quad \sum_s e_{ks} = 0 \\ (j=1, \dots, m; s=1, \dots, n)$$

또한 만일 규모의 弹性值가 R 에 의하여 변하지 않는다면 다음 제약이 추가된다.

$$(23) \quad \sum_i \nu_{iR} = \sum_k Q_{kR} = 0$$

式(30)을 p_i, P, R 로 代數偏微分하고 힐팅의 정리를 적용하면 다음을 얻는다.

$$(24) \quad S_i = \frac{\partial \ln \pi}{\partial \ln p_i} = \frac{-p_i X_i}{\pi} \\ = \alpha_i + \sum_j^n \gamma_{ij} \ln p_j + \sum_k^n \delta_{ik} \ln Z_k + \nu_{iR} \ln R$$

$$(25) \quad S_y = \frac{\partial \ln \pi}{\partial \ln P} = \frac{P \cdot Y}{\pi} - 1 \\ = - \sum_i^n \alpha_i - \sum_j^n \sum_i^n \gamma_{ij} \ln p_j$$

$$(26) \quad S_R = \frac{\partial \ln \pi}{\partial \ln R} = \frac{R \cdot MVP}{\pi}$$

$$= \lambda + \sum_i^n \nu_{iR} \ln p_i + \sum_k^n Q_{kR} \ln Z_R$$

이 때,

$$(27) \quad \sum_i S_i + S_y = 0$$

의 관계가 성립한다.

여기서, S_i , S_y , S_R 는 각각 可變要素 需要函數, 農產物 供給函數, 財政支援 R 의 限界價值生產函數로서 이들 모두 可變利潤에 대한 각각의 分配率으로 표현된다.

나. 變數의 區分과 資料

生産要素은 耕地, 家族勞動力, 大動物植物, 履庸勞動力, 農機械, 農業서비스 등으로 구분하고 이 중 경지·가족노동력·대동식물은 固定要素로, 나머지는 可變要素로 설정하였다. 財政投資에는 灌排水施設 投資·耕地整理 投資·農業研究開發投資·農村指導 普及投資·農業生産材 供給支援投資가 포함된다.

5 종의 財政投資에 대한 자료는 다음과 같이 산출하였다(李貞煥 외 1987, 4-8). 農地改良 資本스톡은 一般水利畠, 農組水利畠, 排水施設畠, 耕地整理畠 면적에 각각의 ha 당 事業費를 곱하여 산출하였다. 不變資本 스톡은 디비지아 방식으로 산출된 ha 당 事業費指數로 디플레이트하여 구하였다.

한편, 研究開發事業資本은 20년전부터 1년전까지 投資額을 過V字型 加重值로 통합하였고, 指導普及事業資本은 3년전부터 當年까지의 투자액을 減減的 加重值로 통합하였다. 不變資本 스톡은 GNP 디플레이터에 의하여 구하였다.

農業生産資材 供給支援은 肥料·農藥·種子·農機械·기타 施設材 등의 공급을 위하여 生產資金 형식으로 농가에 현금 또는 生產資材가 지급된 것이다. 이 때 施設資材는 3년전부터 當年까지 支援額의 累積이고 나머지 자재는 當年의 지원액이 포함되었다.

그밖에 利潤函數 계측에 필요한 자료는 「農家經濟調查結果報告」의 耕地規模別 호당 자료를 기초하여 작성되었다. 總資料는 5개 규모 계층별로 1964년부터 1984년까지 총 105개 자료가 이용되었다.

다. 可變利潤函數의 計測結果

本分析 模型의 推定에는 4종의 可變要素와 3종의 固定要素, 그리고 5종의 財政支援變數 등 12개 獨立變數가 포함되었다. 이들 諸變數를 포함한 함수의 계측은 变数들간의 多重共線性과 自由度 부족 등의 문제로 계측이 곤란하다. 따라서 모형의 파라메타 추정에 들어가기่อน 앞서 5종의 財政支援變數를 主成分分析法(principal component analysis)에 의해 1개의 統合特性值로 합성하여 變數의 數를 조정하였다(Johnston 1972).

① 財政支援變數의 主成分分析

우선 灌排水, 耕地整理, 研究開發, 指導普及, 生產材支援 등 5개의 財政支援變數 각각을 트랜스로그 利潤函數體系에 적합하게 代數(ln)를 취한 다음 이를 偏差型(deviation form)으로 변형한다. 이들 5개의 편차형 변수자료를 가지고 主成分分析을 행한 결과가 〈表 1〉에 제시되었다. 이 表에서 보는 바와 같이 원래의 5개의 변수는 그 정보의 대부분이 第1主成分에 의해 설명된다. 즉, 제 1주성분의 寄與率이 96.3%이

表 1 財政支援 主成分의 固有值 및 固有ベタ

變 數	第 1 主 成 分	第 2 主 成 分	第 3 主 成 分
灌 排 水	0.1566	-0.0453	0.3696
耕 地 整 理	0.4268	0.0274	-0.7674
研 究 開 發	0.8236	-0.2088	0.1351
指 導 普 及	0.2911	-0.0078	0.5012
生 產 材 支 援	0.1737	0.9765	0.0715
固 有 値*	246,760	8,255	0.986
累 積 寄 與 率(%)	96.3	99.5	99.9

*本分析의 경우 5개 변수 모두 동일한 단위로 관찰되어 변수의標準化가 이루어지지 않았기 때문에 固有值의 합이 5(n 數)가 아님.

고 4개 主成分의 기여율은 불과 4% 이내이다. 이 때 5개 변수 모두 제 1 주성분과 正의 관계를 보이며, 특히 耕地整理事業과 研究開發事業은 제 1 주성분과 관련이 강한 因子임을 알 수 있다. 따라서 本推定에서는 제 1 주성분이 農業部門 財政投資의 성격을 대표하는 特性值라고 보고 그밖의 주성분들은 기여 정도가 미미한 점을 감안하여 추정 대상에서 제외되었다. 제 1 주성분이 산출되면 이를 5개 財政支援變數를 替代하는 변수로 하여 트랜스로그 可變利潤函數에 투입하였다.

② 模型의 推定

여기서 추정하여야 하는 모형은 式(20)의 트

랜스로그 可變利潤函數와 이의 一次導函數인 可變要素需要函數式(24)와 農產物供給函數式(25)이다. 그런데 可變要素需要函數式群과 農產物供給函數式 간에는 $\sum S_i + S_g = 1$ 의 관계가 성립하므로 특이성 문제(singularity)가 발생하여 이들의 동시추제가 불가능하다. 따라서 본추정에서는 농산물 공급함수식을 제외하고 元利潤函數와 4개의 가변요소 수요함수를 표면상 無相關回歸方式(seemingly unrelated regression)에 의하여 동시추정하였다. 이 때 對稱性條件式(21), 生產技術의 同調性條件式(22), 규모의 譚性值가 일정하다는 條件式(23)이 制約式으로 부과되었다. <表 2>에 합수 추정결과가 제시되었다. 이 결과를 보면 R 에 대한 파라메타 추정치의 統計的 유의성이 대단히 높다는 것을 알 수 있다. 이것은 변수 R 의 設定方法—時差構造와 主成分分析法에 의한 統合—이 적합하였다는 것을 의미한다.

2. 收益率 推定

收益率을 분석하는 지표로는 内部投資收益率(IRR)과 便益費用比率(B/C ratio) 등이 가장 일반적으로 이용되고 있다.

투자수익률 지표로서 内部收益率을 사용하는

表 2 트랜스로그 可變利潤函數의 推定結果

變 數	上 数	可 變 要 素 價 格				固 定 要 素			
		P_m	P_w	P_c	P_s	Z_A	Z_L	Z_F	R
上 数	14,5997**				(對稱)				0.2024**
P_m	-0.0241**	0.0019							-0.0015*
P_w	-0.0570**	-0.0011	-0.0098						0.0092**
P_c	-0.1317**	-0.0036	0.0212*	-0.0313*					-0.0107*
P_s	-0.0373**	0.0027	-0.0103*	0.0136*	-0.0060				0.0030†
Z_A	0.5268**	-0.0078*	-0.0371**	0.0569**	0.0138**	-0.1635†			-0.1169**
Z_L	0.3981**	0.0512**	0.0105	0.0618	-0.0412*	-0.1345**	-0.0125		-0.0654**
Z_F	0.2820**	-0.0054*	0.0137	-0.0622**	-0.0046	0.2980**	0.1471**	-0.4451**	0.1771**

1) 여기서 P 는 가격, Z 는 投入量, R 은 財政支援 主成分을 나타내며, 무를 글자는 m :농기계, w :고용노동, c :경상재, s :농업서비스, A :耕地, L :家族勞動, F :農家固定資產을 나타냄.

2) **有意水準 1%, *有意水準 5%, †有意水準 10%.

데 대하여는 耐久年數가 각각 다른 諸事業의 비교시 평가상의 문제점과 그밖의 계측상의 문제점 등에 대한 지적이 있다(慶野征翁 1977, 33-35). 이러한 지적 등을 감안하여 本分析에서는 便益費用比率³을 農業財政支援의 投資效率을 분석하는 지표로써 채택하였다.

便益費用比率은 수익의 現在價值를 費用의 現在價值로 나눈 비율로 그 비율이 높을수록 그 사업은 수익성이 높은 것이다. 便益費用比率(B/C ratio)은 다음과 같이 계산된다.

$$(28) \quad B/C = \frac{\text{總收益의 現在價值}}{\text{總費用의 現在價值}}$$

$$= \frac{\sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+i)^t}}$$

여기서, B_t : t 년의 純收益

C_t : t 년의 純投資額

i : 割引率

n : 收益이 발생하는 기간

편익 또는 비용을 현재가치화하기 위한 할인율은 우리 나라의 社會的 機會費用率을 계측한 先行研究들의 논의를 참고하여 15%로 책정하였다.

한편, 모든 財政支援事業의 비용은 다같이 支援額 1 단위 즉, 1 원으로 파악하였다. 便益은 財政支援의 限界價值生產 또는 財政支援 1 단위增投에 따르는 經濟的剩餘의 변화로 파악하였다.

그런데 財政支援事業의 投資 1 단위의 효과는當年에 발생하고 그치는 것이 아니고 투자 후 일정기간 동안 계속하여 발생한다. 따라서 總便

益은 1 단위 투자 이후 그로부터 일정기간 발생하는 限界價值生產 또는 經濟的剩餘의 흐름을 變數組立에서 적용되었던 時差構造에 따라 現在價值로 환산하여 合算하여야 한다. 이 때 각 財政支援事業別로 편익이 발생하는 기간은 灌排水事業은 투자 후 50年間, 耕地整理事業은 투자 후 영구히 편익이 발생한다고 보았다. 研究開發은 變數組立할 때와 마찬가지로 투자 후 1年時差를 두 다음 20년간 편익이 발생하고 指導普及은 투자 후 3年間 발생하되 研究開發, 指導普及兩者 모두 연간 발생하는 편익의 加重值는 매년 변동한다고 가정하였다. 한편 農業生產資材支援 중 施設資材에 대한 투자의 편익은 투자 직후 3年間 발생하고 나머지 生產資材에 대한 투자는 當年에 모두 그 효과가 발생한다고 보았다.

限界價值生產(MVP)은 式(26)으로부터 다음과 같이 산출되었다.

$$(29) \quad MVP = \frac{\pi}{R} (\lambda + \sum Q_{kR} \ln Z_k + \sum \nu_{iR} \ln p_i)$$

한편, 가격 및 財政支援에 대한 農產物供給彈力性 β_P 와 β_R 은 다음과 같이 산출되었다.

$$(30) \quad \beta_R = S_R - \frac{\sum \nu_{iR}}{1 - \sum S_i}$$

$$(31) \quad \beta_P = -\sum S_i + \frac{\sum \sum \gamma_{ij}}{1 - \sum S_i}$$

農產物需要의 價格彈力性 α_P 는 별도의 연구에서 추정된 결과가 이용되었다(李貞煥 외 1984). 式 (29), (30), (31)에서 산출된 결과를 式(12)에 대입하면 農業部門에 대한 財政支援을 1 단위 증가시켰을 경우의 經濟剩餘의 증가가 도출된다.⁴

³ 便益費用比率의 최대의 문제점은 적정한 할인율을 결정하기가 어렵다는 점이다. 더욱이 할인율의 수준에 따라서 便益費用比率이 크게 변화한다. 비교적 높은 할인율을 채용한 경우, 便益이長期에 걸쳐서 서서히 증대하여 가는事業은 상대적으로不利하게 취급되고, 便益이早期에 발생하는 사업은 상대적으로 유리하게 된다.

⁴ $\frac{\Delta ES}{\Delta R} / \frac{\Delta E}{\Delta R}$ 에 의하여 $\Delta ES / \Delta E$ 가 산출되었다. 여기서 E 는 財政支出額을 나타낸다.

表 3 農業部門 財政支援의 収益計測 結果

年 度	β_R	β_P	α_P	MVP_R	ΔES	B/C
1966	0.0703	0.2032	-0.3019	0.51	0.51	3.28
1970	0.1032	0.2181	-0.3019	0.47	0.47	3.00
1975	0.1539	0.2392	-0.3019	0.59	0.59	3.75
1980	0.1774	0.2537	-0.3019	0.31	0.31	2.00
1983	0.2233	0.2732	-0.3019	0.27	0.27	1.75

* 3個年 移動平均値임。

이와 같이 계측된 수익평가의 결과가 〈表 3〉에 제시되어 있다. 무엇보다 먼저 지적되어야 할 점은 限界價值生產과 經濟剩餘變化는 그 크기가 소수 이하 두 자리까지 같다는 것이다. 따라서 어느 기준으로 평가하든 거의 동일한 결과를 도출할 수 있다는 것을 알 수 있다. 두번째는 便益費用比率이 1을 크게 상회하여 농업부문에 대한 이제까지의 財政支援이 대단히 수익성이 높은 투자였다는 것이다. 세번째는 수익률이 1970년대 후반부터 급격히 감소하고 있다는 것이다. 그 원인에 대해서는 좀 더 심층적 분석이 필요하지만 우선 가설적으로 제시할 수 있는 것은 이제까지 지속되어 온 水稻作 中心의 財政支援(특히 水利畠率 提高를 중심으로 하는)이 급격한 收穫遞減 단계에 접어들었음을 나타내는 것으로 볼 수 있다. 따라서 기존의水利畠을 좀 더高度化하는 투자와 水稻 이외 作物 혹은 動物에 대한 투자가 확대되어야 함을 의미하는 것으로 추측된다.

IV. 要約 및 結論

研究開發, 土地改良 등 財政投資事業의 수익을 평가하는 연구는 대단히 활발히 진행되어 왔음에도 불구하고 중요한 分析方法上의 혼란이 있어 왔다. 특히 經濟剩餘 接近法과 限界價值生產 接近法 또는 指數的 接近法과 生產函數 接近

法이 공존하는 가운데 그들 사이의 관계가 해명되지 못하고 있다.

本稿에서는 먼저 雙對理論을 도입하여 限界價值生產과 經濟剩餘變化의 크기는 투자 당시의 生產規模와 投資水準, 그리고 세 가지 彈力性(投資에 대한 供給彈力性, 生產物價格에 대한 國內供給彈力性, 그리고 生產物價格에 대한 需要彈力性)의 크기에 따라 차이가 나타난다는 사실과 그 차이는 다른 조건이 같을 경우 需要彈力성이 높을수록 적게 나타나고 무한 탄력적인 경우에는 같아진다는 사실을 증명하였다. 따라서 經濟剩餘變化가 生產函數 接近法에 의하여 계측될 수 있고 經濟剩餘 接近法과 指數的 接近法이 같은 개념일 수 없다는 사실이 밝혀졌다.

둘째, 限界價值生產에 의하여 수익의 크기를 평가하는 것은, 公共投資에 의하여 생산이 증가하고 따라서 가격이 하락하여 經濟的 厚生이 변화하는 것을 무시한 것이라는 사실을 입증하였다. 따라서 수요가 가격에 대하여 무한 탄력적이거나 輸入조절에 의하여 가격이 일정하게 유지되는 경우에는 限界價值生產이 곧 經濟剩餘變化와 같아진다는 사실이 밝혀졌다.

세째, 利潤函數 接近法을 이용하는 경우 앞에서 지적한 세 가지 彈力性 중 공급과 관련된 두 가지 탄력성이 일관성 있게 동시에 아주 간편하게 계측될 수 있고, 그 函數形態를 트랜스로그와 같은 伸縮性函數로 설정하면 供給函數 이동 형태에 대한 아무런 事前的 假定이 필요없다는 것을 제시하였다.

네째, 變數組立은 投資效果의 時差構造에 따라 이루어져야 하고 또 收益率 계산은 이 시차구조에 맞게 이루어져야 한다는 사실이 지적되었다. 물론 시차구조는 실증적 검증과정을 통하여서만 설정될 수 있다.

이상에서 제시된 접근방법—利潤函數에 의하여 限界價值生產과 經濟剩餘를 동시에 계산하는 방법—을 韓國農業部門에 대한 財政投資사업에 적용하여 수익성을 평가하였다. 그 결과 限界價值生產과 經濟剩餘는 소수 이하 두 자리 까지 같다는 사실이 확인되어 두 가지 기준이 개념적으로는 다르지만 실제적 의미는 같다는 것이 확인되었다.

韓國農業部門에 이루어진 財政投資의 便益費用比率은 1을 훨씬 상회하여 이제까지의 투자가 대단히 효율적이었음을 나타냈다. 그러나 1970년대 후반부터 수익률이 급격히 하락하는 모습을 보이고 있다. 그 원인은, 좀 더 심층적 연구가 필요하지만, 水稻作 農業 특히 水利畠率提高 중심의 투자가 본격적 수확체감 단계에 접어들었음을 나타내는 것으로 추측된다.

參 考 文 獻

- 李貞煥, 趙德來, 「韓國의 農產物需要分析 : 模型開發과 政策實驗」, 韓國農村經濟研究院, 1984.
- 李貞煥, 權泰進, 金殷淳, 「農業部門 投融資 動向과 效果」, 韓國農村經濟研究院, 1987.
- 慶野征翁, 「農業水利投資の費用と便益」, 大明堂(東京), 1977.
- Arndt, T. M. and V. W. Ruttan, *Resource Allocation and Productivity in National and International Agricultural Research*, University of Minnesota, 1977.
- Boyce, J. K. and R. E. Evenson, *Agricultural Research and Extension Program*, New York: Agricultural Development Council, 1975.
- Akino, M. and Y. Hayami, "Efficiency and Equity in Public Research: Rice Breeding in Japan's Economic Development," *American Journal of Agricultural Economics* 57 (1975), pp. 1~10.
- Davis, J., "A Comparison of Procedures for Estimating Returns to Research Using Production Functions," *Australian Journal of Agricultural Economics* 25 (1), 1981a, pp. 60~72.
- , "The Relationship between the Economic Surplus and Production Function Approaches for Estimating Ex-Post Returns to Agricultural Research," *Review of Marketing and Agricultural Economics* 49 (2), 1981b, pp. 95~105.
- Fishelson, G., "Returns to Human Research Capital in the Non-South Agricultural Sector of the United States, 1949~1964," *American Journal of Agricultural Economics* 53, 1971, pp. 129~31.
- Griliches, Z., "Research Expenditures, Education and the Aggregate Agricultural Production Function," *American Economic Review*, 1964, pp. 961~74.
- Johnston, J., *Econometric Method* (2nd ed.), McGraw-Hill, 1972.
- Lau, L. J., "Applications of Profit Functions," *Production Economics: A Dual Approach to Theory and Applications*, ed. by M. Fuss and D. McFadden, 1979, pp. 134~215.
- Lindner, R. K. and F. G. Jarrett, "Supply Shifts and the Size of Research Benefits," *American Journal of Agricultural Economics* 60(1), 1978, pp. 48~58.
- Norton, G. W. and J. S. Davis, "Evaluating Returns to Agricultural Research: A Review," *American Journal of Agricultural Economics* 63, 1981, pp. 685~99.
- Peterson, W. L., "Returns to Poultry Research in the United States," *Journal of Farm Economics* 49(3), 1967, pp. 656~69.
- Wise, W. S., "The Calculation of Rates of Return on Agricultural Research from Production Function," *Journal of Agricultural Economics* 37 (2), 1986, pp. 151~61.