

# 農業技術變動對勞動使用之影響

李朝賢\*\*

## 壹、前言

在台灣農業發展過程中，農業勞動投入與農業生產在數量上發生很大的變化。農業勞動就業量在1953年為1,647千人，以後逐年增加，到1964年達到最高為1,810千人；爾後逐年遞減，到1986年減為1,317千人。然而，農業生產卻不斷增加，其生產值由1953年的新台幣74億元，到1964年增加為233億元，到1986年更增加為1,441億元〔註一〕。顯然地，在農業生產上，農業勞動的投入大幅減少，而農業產出卻大幅增加。

面對此一生產環境，台灣發展的原動力—農業勞動如何來因應此一變化呢？是否承襲舊有的技術一成不變？亦或採用新的生產技術來突破此一勞動限制呢？從過去的農業發展的過程來看，顯然地是藉快速的技術進步以突破勞動限制的困境。然而，新技術的引進對農業勞動的使用又如何調適呢？

針對上面所述的問題，擬對技術變動對農業勞動使用的有關問題進行研討，藉以了解台灣農業技術進步是何種型態，農業勞動與資本間如何替代，農業技術進步對勞動使用效率有何影響等問題。透過這些問題的探討，希望對台灣農業發展與技術進步以及農業勞動使用能有相當的了解。

### 一、研究目的

本文主要是探討在農業發展過程中，技術進步對勞動使用的影響，更具體而言，其研究目的為：

#### 1. 探討台灣農業技術變動的型態。

---

※本文完成承行政院國科會之經費補助（計畫編號：NSC-76-0301-H005-04E），特此致謝。

\*\*作者為國立中興大學農業經濟研究所教授

〔註一〕：參閱 Taiwan Statistical Data Book, Council for Economic

Planning and Development, 1987。其中生產值以當年幣值表示。

2. 分析技術變動對勞動生產力的影響。
3. 建立技術變動與資源配置的模式，以估測技術變動對勞動使用量以及對勞動—資本組合的影響。

## 二、研究方法與資料來源

為能達成上述研究目的，本研究主要使用新古典生產與分配理論〔註二〕，藉以分析技術變動與勞動使用的關係，並以CES生產函數來測定技術偏向對勞動使用的影響。

在研究方法上，本文分成二部份，第一部份是建立衡量技術變動與勞動使用的理論模型，其中分成技術變動率與偏向，以及技術變動對勞動生產力與因素組合的衡量。第二部份為實際分析與結果說明。以1953年到1986年的實際資料，應用第一部份的理論模型做實際驗證，並對結果加以說明。最後則為本研究的結論。

經過上述研究方法的說明，可將本文的研究步驟歸納如下：

1. 建立技術變動對勞動使用影響的理論模型，其中包含Solow的技術變動率測定方法，與以CES生產函數衡量技術偏向的方法，以及技術變動對勞動使用的衡量方法。

2. 以實際資料做實證，並說明其結果。

本文以台灣農業生產、勞動與資本投入的總體資料來研究此一問題。研究期間為1953年至1986年。農業生產以農業部門之淨國內生產值表示；農業勞動以農業部門之總就業量表示，農業資本投入則以總農業資本投入額表示，其資料使用農委會統計室陳月娥主任所估算的農業資本投入額加以換算估計而得〔註三〕

本研究所使用的資料最主要來源為：

1. Taiwan Statistical Data Book，行政院經建會編印。
2. 勞工統計年報，行政院主計處編印。
3. 台灣農業年報，台灣省政府農林廳編印。
4. 農業生產統計提要，行政院農委會統計室編印。
5. 中華民國農業統計要覽，行政院農委會統計室編印。
6. 台灣地區勞動力調查報告，台灣省勞動力調查研究所。

---

〔註二〕：有關新古典生產與分配理論，請參閱Ferguson，1965與1969。

〔註三〕：參閱陳月娥，1986年。其農業資本投入額為農畜生產的資本投入，本文依農業生產值的百分比大小來推估整個農業部門的資本使用量，再考慮農業固定資本形成的數量，作為推估農業部門總資本投入的基礎。

## 貳、衡量技術變動與勞動使用的理論模型

本節主要是建立技術變動與勞動使用的理論模型，並藉此探討技術變動對勞動使用的影響。為能探討此一問題，本節擬從技術變動率與技術偏向的理論探討開始，爾後建立技術變動與勞動使用的模型，以作為實證分析的基礎。

### 一、技術變動率之衡量

設有一綜合生產函數如下：

$$Q = F(K, L, t) \dots\dots\dots(1)$$

式中K與L分別代表資本與勞動的投入，而t表示時間變數，可用來表示技術變動，並假設生產函數符合新古典生產函數的特性〔註四〕。依照成長理論，使用Solow〔註五〕的方法，可將式(1)書寫成下式：

$$\dot{Q} = \alpha \dot{K} + (1 - \alpha) \dot{L} + \dot{A} \dots\dots\dots(2)$$

式中 $\dot{Q}$ 表示產出的變動率， $\dot{K}$ 與 $\dot{L}$ 分別表示資本與勞動的投入變動率，而 $\alpha$ 與 $(1 - \alpha)$ 則分別表示資本與勞動的相對份額。式中A代表在時間t中技術變動對產出的貢獻，亦即通常所稱的技術變動率。將式(2)加以移項，則技術變動率可書寫成

$$\dot{A} = \dot{Q} - \alpha \dot{K} - (1 - \alpha) \dot{L} \dots\dots\dots(3)$$

在式(3)中，技術變動率受(1)產出變動率，(2)資本相對份額與資本投入變動率，以及(3)勞動相對份額與勞動投入變動率等三者的影響。很明顯地，如果產出變動率大於其他兩項的數值，即 $\dot{Q} > [\alpha \dot{K} + (1 - \alpha) \dot{L}]$ ，則技術變動率為正值。相反地，如產出變動率小於其他兩項的數值，則技術變動率為負值，亦即是技術退步。因此，由式(3)的推演，如果 $\dot{Q}$ 、 $\dot{K}$ 、 $\dot{L}$ 、 $\alpha$ 與 $(1 - \alpha)$ 之數值為已知，則技術變動率即可據此數值加以估算而得。

〔註四〕<sup>\*</sup>：新古典生產函數具有三個主要特性：

- (1)任何生產函數必須能滿足投入增加應有正的產出效果的特性。如 $F_K > 0$ ， $F > 0$ 。
- (2)因素投入的增加超過某一限度時，其邊際產量應遞減，亦即 $F_{KK} < 0$ ， $F < 0$ ，這是均衡的充分條件之一，表示固定產量曲線是向原點凸出。
- (3)生產函數要能表示任何的規模報酬情況，亦即生產函數的齊次階數可設為任何數值。

〔註五〕：參閱Solow, R. M., 1957

## 二、技術偏向的衡量

界定技術偏向的方法有好幾種，其中以投入相對份額的變動來衡量技術偏向的方式，較為大眾所接受。經濟學家基於因素投入比率來界定技術變動有三種型態〔註六〕如 Hicke 以固定資本—勞動比率 (K/L) 來衡量技術偏向，Harrod 以固定的資本—產出比率 (K/Y) 來衡量技術偏向，而 Solow 則以固定的勞動—產出比率 (K/Y) 來衡量技術偏向。實際衡量技術偏向時，一般皆使用生產函數作為分析的工具。從時間數列的觀點言，一個如式(1)的兩個因素的生產函數，如以 CES 函數型式則可表示如下：

$$Q = \{ [\alpha(t)K]^{-\rho} + [\beta(t)L]^{-\rho} \}^{-1/\rho} \dots\dots\dots(4)$$

式中  $\alpha(t)$  與  $\beta(t)$  分別表示在時間過程中的資本與勞動生產力的變數， $\rho = (1 - \sigma) / \sigma$ ，而  $\sigma$  表示替代彈性。

在一般的認定上，通常假設因素擴張 (factor augmentation) 維持在一固定的指數率之水準上〔註七〕，因此， $\alpha(t)$  與  $\beta(t)$  可由下式表示〔註八〕：

$$\alpha(t) = \alpha_0 e^{\lambda_K t} \text{ 與 } \beta(t) = \beta_0 e^{\lambda_L t}, \lambda_K, \lambda_L > 0 \dots\dots\dots(5)$$

為方便估測起見，本文對  $\alpha(t)$  與  $\beta(t)$  的認定為

$$\alpha(t) = \alpha_0 t^{\lambda_K} \text{ 與 } \beta(t) = \beta_0 t^{\lambda_L}, \lambda_K, \lambda_L > 0 \dots\dots\dots(6)$$

從技術偏向的觀點言，最重要的是估測  $\sigma$  與  $(\lambda_L - \lambda_K)$  之值。為能估測  $\sigma$  與  $(\lambda_L - \lambda_K)$  值，我們將式(6)代入式(4)，則可得

$$Q = [(\alpha_0 t^{\lambda_K} K)^{-\rho} + (\beta_0 t^{\lambda_L} L)^{-\rho}]^{-1/\rho} \dots\dots\dots(7)$$

將式(7)分別對 K 與 L 微分，並取其邊際生產值的比率，則

3

〔註六〕參閱 Nadiri, M. I., 1970。

〔註七〕參閱 Lianos, T. P., 1971, pp. 414-415。

〔註八〕：以  $\alpha(t)$  與  $\beta(t)$  分別對時間 t 微分，並分別除以  $\alpha$  與  $\beta$ ，則可

$$\frac{\partial \alpha(t)}{\alpha} = \frac{\partial t}{t} = \lambda_K \text{ 與 } \frac{\partial \beta(t)}{\beta} = \frac{\partial t}{t} = \lambda_L$$

如此，生產因素擴張可維持在一固定的指數率上。

$$\frac{\partial Q / \partial L}{\partial Q / \partial K} = \frac{F_L}{F_K} = \left( \frac{\beta_0}{\alpha_0} t^{\lambda_L - \lambda_K} \right)^{-\rho} \cdot \left( \frac{K}{L} \right)^{1+\rho} \dots\dots\dots(8)$$

基於新古典生產函數的特性與假設，由式(1)可知資本與勞動的邊際生產分列等於資本報酬  $r$  與工資率  $W$ ，亦即  $F_K = r$  與  $F_L = W$

$$\text{則 } \frac{\partial Q}{\partial K} = r \text{ 與 } \frac{\partial Q}{\partial L} = W \dots\dots\dots(9)$$

現將  $W / r$  取代  $F_L / F_K$ ，並求算資本對勞動比率 ( $K / L$ ) 值，則由式(8)與式(9)可得  $K / L$  值為

$$\frac{K}{L} = \left( \frac{W}{r} \right) \sigma \left( \frac{\beta_0}{\alpha_0} t^{\lambda_L - \lambda_K} \right)^{1-\sigma} \dots\dots\dots(10)$$

式中因  $\sigma = 1 / (1 + \rho)$  因此， $1 - \sigma = \rho / (1 + \rho)$ ，對式(10)取對數式，則

$$\begin{aligned} \text{可得 } \log \left( \frac{K}{L} \right) &= (1 - \sigma) \log \left( \frac{\beta_0}{\alpha_0} \right) + \sigma \log \left( \frac{W}{r} \right) + (\lambda_L - \lambda_K) (1 - \sigma) \\ &\quad \log t \dots\dots\dots(11) \end{aligned}$$

依照 Hicks 的理論，技術偏向是指資本與勞動邊際生產比率的相對變動，因此，技術偏向可表示如下：

$$B = \frac{F_{Kt}}{F_K} - \frac{F_{Lt}}{F_L} = \frac{1 - \sigma}{\sigma} (\lambda_L - \lambda_K) \dots\dots\dots(12)$$

依方程式(12)表示，如  $B > 0$ 、 $B = 0$  與  $B < 0$ ，則技術型態分別為勞動節省、中性與勞動使用。

如果吾人可估算  $K$ 、 $L$ 、 $W$  與  $r$  的數值，則  $\sigma$  與  $(\lambda_L - \lambda_K)$  值將可據式(11)而推估。至於技術偏向，則完全依  $\sigma$  與  $(\lambda_L - \lambda_K)$  值的情況而定，而依值大小可分成下列兩種情況：

- (1) 如果  $\sigma < 1$ 
  - $\lambda_L - \lambda_K > 0$                    , 技術變動為勞動節省
  - $\lambda_L - \lambda_K = 0$                    , 技術變動為中性
  - $\lambda_L - \lambda_K < 0$                    , 技術變動為勞動使用
- (2) 如果  $\sigma > 1$ 
  - $\lambda_L - \lambda_K > 0$                    , 技術變動為勞動使用
  - $\lambda_L - \lambda_K = 0$                    , 技術變動為中性
  - $\lambda_L - \lambda_K < 0$                    , 技術變動為勞動節省

據此，由式(12)可以時間數列資料來估測技術變動的偏向。

### 三、技術變動對勞動使用的影響

為能衡量技術變動與勞動使用的關係，本文擬探討(1)技術變動與勞動生產力，(2)技術變動與勞動使用，以及(3)技術變動與因素組合的關係，因為我們假設在農業生產過程中，生產技術與勞動使用有很密切的關係。

#### (一)技術變動與勞動生產力

使用Slow的方法，技術變動率如式(3)所示，現將式(3)重新書寫如下式：

$$\dot{Q} - \dot{L} = \alpha (\dot{K} - \dot{L}) + \dot{A} \dots\dots\dots(3)$$

式中

$$\begin{aligned} \dot{Q} - \dot{L} &= \frac{1}{Q} \cdot \frac{dQ}{dt} - \frac{1}{L} \cdot \frac{dL}{dt} \\ &= \frac{L}{Q} \cdot \frac{1}{L} \cdot \frac{dQ}{dt} - \frac{L}{Q} \cdot \frac{Q}{L^2} \cdot \frac{dL}{dt} \\ &= \frac{L}{Q} \cdot \frac{1}{L^2} \left[ L \cdot \frac{dQ}{dt} - Q \cdot \frac{dL}{dt} \right] \\ &= \frac{L}{Q} \cdot \frac{d}{dt} \left( \frac{Q}{L} \right) \\ &= \frac{\frac{d}{dt} \left( \frac{Q}{L} \right)}{\frac{Q}{L}} \\ &= \left( \frac{\dot{Q}}{L} \right) \end{aligned}$$

相同地，我們可得

$$\dot{K} - \dot{L} = \left( \frac{\dot{K}}{L} \right)$$

由上式的轉換，方程式(3)表示勞動平均生產力的變動  $\left( \frac{\dot{Q}}{L} \right)$  主要受資本—勞動投入比率變動與技術變動的影響。資本—勞動投入比率的變動受農場勞動使用量的影響，而技術變動則受農場勞動品質及其生產效率的影響。

#### (二)技術變動與勞動使用

我們假設在一個完全競爭的勞動市場中，則其勞動的邊際生產等於真實工資率，亦即

$$W = F_L$$

勞動的邊際生產力大小不僅受勞動使用量的影響，同時也受其他因素如資本投入與技術變動的影響。因此，勞動邊際生產可以下式來表示：

$$F_L = W = F_L ( K , L , t ) \dots\dots\dots(14)$$

依上述的定義可知，勞動生產力的變動也就是等於工資率的變動。因此，工資率的變動可書寫成

$$\dot{W} = \frac{1}{W} \cdot \frac{dW}{dt} \dots\dots\dots(15)$$

式中

$$\begin{aligned} \frac{dW}{dt} &= \frac{d}{dt} F_L ( K , L , t ) \\ &= \frac{\partial F_L}{\partial K} \cdot \frac{dK}{dt} + \frac{\partial F_L}{\partial L} \cdot \frac{dL}{dt} + \frac{\partial F_L}{\partial t} \\ &\quad F_{LK} \cdot \frac{dK}{dt} + F_{LL} \cdot \frac{dL}{dt} + \frac{\partial F_L}{\partial t} \dots\dots\dots ( 15.a ) \end{aligned}$$

基於式(14)與式(15)，可將工資率的變動書寫成

$$\dot{W} = \frac{\alpha}{\sigma} ( \dot{K} - \dot{L} ) + ( B_L + \dot{A} ) \dots\dots\dots(16)$$

將式(16)重新整理，可得

$$\dot{L} = \dot{K} + \frac{\sigma}{\alpha} ( \dot{A} + B_L ) - \frac{\sigma}{\alpha} \dot{W} \dots\dots\dots(17)$$

式中 $\dot{L}$ 與 $\dot{K}$ 分別表示勞動與資本使用的變動率， $\sigma$ 與 $\alpha$ 如前述代表替代彈性與資本的相對份額，而 $( \dot{A} + B_L )$ 則表示衡量技術偏向的指標，因 $\dot{A}$ 表示技術變率，而 $B_L$ 表示勞動使用偏向的程度，如果 $( \dot{A} + B_L ) < 0$ ，則技術型態屬於勞動節省型〔註九〕。式中的 $\dot{W}$ 表示真實工資的變動率。

由方程式(17)可知，在已知 $\sigma$ 與 $\alpha$ 的情況下，勞動使用的變動率主要受(1)資本投入變動率，(2)技術變動型態，以及(3)工資變動率的影響。如將式(17)中的 $\dot{W}$ 項移到左邊，則我們可獲得如下的表達式：

$$\dot{L} + \frac{\sigma}{\alpha} \dot{W} = \dot{K} + \frac{\sigma}{\alpha} ( \dot{A} + B_L ) \dots\dots\dots(18)$$

如此，我們可知，如果 $\dot{K}$ 是遞增以及 $[ \sigma ( \dot{A} + B_L ) / \alpha ]$ 項是正確，則勞動使用量與工資率將增加；如果 $[ \sigma ( \dot{A} + B_L ) / \alpha ] < 0$ ，則勞動節省的技术創新將會產生，而勞動使用變動率與工資率的變動率兩者之和是否為正值，則視 $\dot{K}$ 值是否大於 $[ \sigma ( \dot{A} + B_L ) / \alpha ]$ 而定。

(三)技術變動與因素組合

技術變動不僅影響到特定因素的使用量，而且影響到因素間的組合關係。技

〔註九〕：參閱 Fei, John C. H. and Ranis, G., 1967, pp. 82-83。

術變動對勞動使用之影響的理論模型已如上述，現將進一步探討技術變動與資本—勞動組合的關係。

基於方程式(17)，資本—勞動比的變動率可重新書寫如下：

$$\dot{K} - \dot{L} = \frac{\sigma}{\alpha} \dot{W} - \frac{\sigma}{\alpha} (\dot{A} + B_L) \dots\dots\dots(19)$$

式中  $\dot{K} - \dot{L} = \left(\frac{\dot{K}}{L}\right)$ 。由式(19)，在替代彈性 (  $\sigma$  ) 與資本相對份額 (  $\alpha$  ) 為已知的情況下，資本—勞動比的變動率不但受工資變動率的影響，同時也受技術變動型態的影響。因此，式(19)可用來說明技術變動與因素組合的關係。式中如果工資變動率大於零，即  $\dot{W} > 0$ ，以及技術變動的型態是屬於勞動節省的偏向型，亦即  $[\sigma (\dot{A} + B_L) / \alpha] < 0$ ，則資本投入是相對遞增的，亦即資本使用增加的速率大於勞動使用增加的速率。

### 參、實證分析與結果說明

經由以上理論模型的探討，我們發現技術變動與技術偏向、勞動使用、勞動生產力及資本—勞動間的要素組合有密切的關係。本節將以台灣農業生產的實際資料，根據上述的理論模型加以實證分析，並說明農業技術變動對勞動使用的影響。

#### 一、技術變動率

依據 Solow 的定義，以式(3)推估而得的技術變動率如表 1. 所示。由表 1. 可知，從 1953 年到 1986 年的三十四年間，台灣的農業產出平均年成長率為 2.03%。在這期間，農業產出的成長，一方面受資本投入增加的影響，另一方面則受到技術變動的影響，在同一時期中，技術變動率以每年 1.80% 的速率增加。平均而言，整個時期技術變動對農業產出的累積貢獻為 88.32% (  $\dot{A} / \dot{Q} = 0.8832$  )，由此可知，農業技術對農業生產的貢獻相當大而顯著。然就資本相對份額及其變動率的乘積 (  $\alpha \dot{K}$  ) 以及勞動相對份額及其變動率乘積 [  $(1 - \alpha) \dot{L}$  ] 的數值來看，由表 1. 可知，在 1953 年到 1986 年間，資本相對份額與其變動率之乘積是增加的，年平均增加率為 1.77%。相反地，在勞動方面，由於勞動使用量的大幅減少，因此勞動相對份額與勞動使用變動率之乘積亦呈遞減，其年平均遞減率為 1.53%。

#### 二、技術偏向

因素擴張的 CES 生產函數，利用式(11)，可用來估測因素擴張率與技術變動



的偏向，其估測的結果經過轉換可得如下的結果：

$$\log \left( \frac{K}{L} \right) = 0.3811 + 0.6768 \log \left( \frac{W}{r} \right) + 1.2612 \log \dots\dots\dots (20)$$

(3.18)      (8.76)                      (13.80)

$$R^2 = 0.916, D - W = 1.654$$

式中括弧內的數值為 t 值，將式(20)與式(1)對照，則可推算而得替代彈性  $\sigma$  與  $(\lambda_L - \lambda_K)$ ，分別為

$$\sigma = 0.6768$$

$$\lambda_L - \lambda_K = \frac{1.2612}{1 - \sigma} = 3.9022$$

由此可知，就平均而言，在1953年到1986年間，整個農業生產，其生產因素的替代彈性小於一（ $\sigma = 0.6768$ ），而勞動與資本間的擴張率大於零，亦即  $\lambda_L - \lambda_K = 3.9022 > 0$ 。由  $\sigma$  與  $(\lambda_L - \lambda_K)$  值即可用來說明此一時期的技術偏向。基於式(12)的定義，當  $\sigma < 1$  且  $\lambda_L - \lambda_K > 0$ ，可計算出其技術偏向率  $B = 1.8635$ ，大於零。在這種情況下，台灣農業生產技術的偏向是屬於勞動節省型或資本使用型的技術型態，亦即多增加資本投入，減少勞動使用。因此，勞動與資本的替代將相當顯著。

此外，我們亦可直接由分別估算  $\lambda_L$  及  $\lambda_K$  值來估算勞動資本間的因素擴張率，其估算結果如表2所示。在1953年到1986年間，勞動使用的因素擴張平均每年增加6.04%，而資本投入的因素擴張則以每年9.25%的比率遞減，整個時期的勞動—資本間的擴張率為平均每年增加15.29%。由此可以了解，在整個時期農業生產的技術偏向是趨於勞動擴張的型態。

### 三、技術變動對勞動使用影響的估測

有關技術變動對勞動使用影響的實證分析，本文分成三部份來說明(1)技術變動對勞動生產力，(2)技術變動對勞動使用，以及(3)技術變動對資本—勞動組合的影響。

#### (一)技術變動對勞動生產力的影響

就台灣農業總體的資料來觀察，其勞動生產力與技術變動的關係如表3所示。在理論上，由式(13)可知，勞動生產力的變動受技術變動的影響，但在實證上，勞動生產力的變動受技術變動之影響為何？由表3資料顯示，從1953到1986年間，平均農業勞動生產力每年增加4.42%，其中2.62%是屬於每勞動的資本投入及其資本的相對份額的貢獻，而另外的1.80%則歸屬於技術進步的貢獻。如果再將此二者的相對貢獻計算一下，則我們可以發現台灣農業生產力的增加，其中屬於每勞動的資本投入增加的貢獻為59.36%，而屬於技術進步的貢獻為40.64

%。很顯然地，技術進步對農業勞動生產力成長的貢獻相當大，當然其中技術進步與資本投入的增加有很密切的關係。

由上面的分析可知，台灣農業技術是屬於資本使用型或勞動節省型。因此，今後為使農業生產更為增加或農業勞動生產力更為提高，則技術進步是一項不可或缺的重要因素。

### (二)技術變動對勞動使用的影響

利用公式(17)進行實際估算，勞動使用的變動率如表 4 所示。就平均而言，在這三十四年間，勞動投入平均每年減少 2.38%，而資本投入則呈遞增的趨勢，其每年平均增加率為 4.92%，遠比勞動投入遞減的速率快。在這種情況下，台灣的農業生產技術是屬於勞動很節省的技术型態。

在理論上，由式(17)可知，勞動使用變動率受資本使用變動率、技術偏向與工資變動率的影響。就實證的結果，由表 4 可知，勞動使用量的變動率平均每年遞減 2.38%，其中資本使用變動率每年增加 4.92%，技術的綜合變動增加 1.25%，而工資率及相對份額變動的影響為 8.55%。由此觀之，農業勞動使用變動亦深受技術變動的影響。

### (三)技術變動對資本—勞動組合的影響

基於式(19)的理論陳述，我們可知資本與勞動間的因素組合亦受技術變動的影響。使用台灣實際資料對式(19)加以估測，其結果如表 5 所示。就平均而言，從 1953 年到 1986 年，台灣農業部門中資本與勞動兩因素的組合變動受較高工資率及勞動節省型技術變動的影響，其中資本與勞動兩因素組合的平均年變動率為 7.30%，工資變動率及其相對份額的變動為 8.55%，而勞動節省的技术變動率為 1.25%。就整體而言，技術偏向的變動或技術變動影響到資本與勞動兩因素的組合其相對影響力為 17.16%。

就技術變動對勞動使用的整體影響而言，由上面的分析，我們發現技術變動對勞動生產力、勞動使用量及資本—勞動組合的變動皆具相當大的影響力。

## 肆、結 論

在台灣農業發展過程中，技術進步始終扮演著很重要的角色，從 1953 年 1986 年間，農業產出的平均年成長率為 2.03%，而技術變動率的年增加率為 1.80%，技術變動對農業產出的累積貢獻達 88.32% 之多。

由於農業技術在農業生產中扮演重要的角色，因此農業資源的替代就發生很大的變化，其中以資本替代勞動最為顯著，亦即大量增加資本使用，以及大量減少勞動的投入。從 1953 年到 1986 年間的觀察，台灣農業就業人力由 1,647 千人減少為 1,317 千人，雖然在 1952 年到 1964 年間農業就業勞動呈增加的趨勢，但

隨後農業就業勞動則呈快速遞減的現象。

在農業產出不斷增加的過程中，農業勞動快速減少，而農業技術卻不斷地進步，因此農業技術與農業勞動使用間的關係將變成很密切。本研究從理論推演開始，來探討技術變動與勞動使用間的關係，然後再以實際的資料加以驗證技術變動對勞動使用的影響。現將研究結果歸納成下列幾點結論。

1. 從1953年到1986年間，台灣農業技術的變動率平均每年為1.80%，而產出成長率為2.03%，農業技術變動是影響產出變動的重要因素。

2. 由於資本替代勞動的容易程度很高，替代彈性為0.6768，以及勞動與資本間的擴張率大於零， $\lambda_L - \lambda_K = 3.9022$ ，因此台灣農業生產的技術偏向為勞動節省型或資本使用型。

3. 台灣農業勞動生產力增加很快，其年增加率為4.42%，依實際估測農業勞動生產力的增加屬於技術進步的貢獻達40.64%之多，技術變動是影響農業勞動生產力增加的重要因素。

4. 農業勞動使用量平均每年減少2.38%，而資本投入每年增加4.92%，由理論的推演與實證結果皆顯示勞動使用變動率受技術偏向的影響。

5. 台灣農業部門中，資本與勞動兩因素的組合變動除了受工資率變動的影響外，尚受技術偏向一勞動節省型技術變動的影響。就整體而言，技術偏向或技術變動對資本與勞動兩因素組合變動的影響達17.16%之多。

由本文的研究發現，農業技術對勞動使用確實產生很大的影響，舉凡農業勞動生產力、勞動使用量、資本—勞動組合以及勞動相對份額的變動等皆受技術變動的影響。

## 參考文獻

1. 王友釗：技術變動與台灣農業的發展，台灣土地金融季刊，3卷4期，第1-35頁，1967年。
2. 李朝賢、王淑美，台灣地區工業化對鄉鎮人口變遷之研究，1961-1981，國立中興大學農業經濟研究所，1985年7月。
3. 林華德，台灣農業技術進步的測定：非中性之分析，台灣大學社會科學論叢，第24輯，第37-48頁，1976年。
4. 陳月娥，台灣農業生產力之分析—兼論農業生產力之衡量方法與比較分析亞洲七國的農業生產力，農委會研考特刊第一號，73年度研究發展論文集，第65-161頁，1986年6月。
5. 謝森中、李登輝，台灣農業發展的經濟分析，農復會特刊第28輯，1959年。

6. Addison J.T., and Siebert W. Stanley, *The Market for Labor: An Analytical Treatment*, Goodyear Publishing Company Inc., Santa Monica, California, 1979.
7. Binswanger, H.P., *The Measurement of Technical Changes Biases with Factors of Production*, *The American Economic Review*, pp. 964-976, 1974.
8. Brown M., *On the Theory and Measurement of Technological Change*, Cambridge at the University Press, London, 1968.
9. Chen, H.H., *Effects of Technological Changes on Taiwan's Agricultural Development*, *Journal of Agricultural Economics*, National Chung Hsing University, No. 16, pp. 90-112, 1975.
10. Chinloy, Peter, *Labor Productivity*, Abt Books, Cambridge, Massachusetts, 1981.
11. Farrel, M. J., *The Measurement of Productive Efficiency*, *Journal of Royal Statistic Society Series A*, Vol. 20, Part 3, 1957.
12. Fei, John C.H. and Ranis G., *Development of the Labor Surplus Economy: Theory and Policy*, Richard Irwin Inc., Homewood, Illinois, 1967.
13. Ferguson, C. E., *Time-Series Production Functions and Technological Progress in American Manufacturing Industry*, *Journal of Political Economy*, 73, pp. 135-147, April 1965.
14. Ferguson, C. E., *The Neoclassical Theory of Production and Distribution*, Cambridge, Cambridge University Press, 1969.
15. Fleisher, B. E. and Kniesner, T. J., *Labor Economics: Theory, Evidence and Policy*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1984.
16. Ghatak, S. and Ingersent K., *Agriculture and Economic Development, Wheatsheat*, Distributed by Harvester Press, 1984.

17. Hicks, J. R., *The Theory of Wages*, London Macmillan, 1966.
18. Kendrick, J., *New Development in Productivity Measurement and Analysis*, University of Chicago, 1980.
19. Killingsworth, M. R., *Labor Supply*, Cambridge University Press, Cambridge, 1983.
20. Lee C. S., *Technological Change and Labor Utilization: Case Studies of Rice Farming in Taiwan*. *Journal of Agricultural Economics*, National Chung Hsing University, No. 24, 1978, pp. 172-186.
21. Lianos, T. P., *The Relative Share of Labor in United State Agriculture, 1949-1968*, *American Journal of Agricultural Economics*, No. 53, pp. 411-422, 1971.
22. Nadiri, M. I., *Some Approaches to the Theory and Measurement of Total Factor Productivity: A Survey*, *Journal of Economic Literature*, Vol. 8, pp. 1137-1177, 1970.
23. Office of Technology Assessment, *Technology, Public Policy and the Changing Structure of American Agriculture: A Special Report for the 1985 Farm Bill*, Congress of the United States, Washington, D. C., 1985.
24. Salter, W. E. G., *Productivity and Technical Change*, Cambridge University Press, Cambridge, 1960.
25. Schmitz, H., *Technology, and Employment Practices in Developing Countries*, Croom Helm, London, 1985.
26. Schultz, T. W., *Transforming Traditional Agriculture*, Yale University Press, New Haven, 1964.
27. Shin, T. T., *Technical Bias, Relative Price and Factor Share in Prewar Taiwan Agriculture*, *Conference on Agricultural Development in China, Japan and Korea*, The Institute of Economics, Academic Sinica, 1980, pp. 551-607.
28. Solow, R.M., *Technical Change and the Aggregate Production Function*, *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 39, pp. 312-320.

29. Stoneman, P., *The Economic Analysis of Technological Change*, Oxford University Press, 1983.
30. Spencer, D. C., and Byerlee D., *Technical Change, Labor Use and Small Farm Development: Evidence from Sierra Leone*, *American Journal of Agri. Econ.*, pp. 874-880, 1976.
31. Yudelman, M., Butler, G. and Banerji R., *Technological Change in Agriculture and Employment in Developing Countries*, *Organization of Economic Co-operation and Development*, Paris, 1971.

國立中興大學



National Chung Hsing University

## Impacts of Technological Change on Labor Use in Taiwan's Agriculture

Chaur Shyan Lee\*\*

李朝賢

### Summary

The technological change plays an important role in the process of agricultural development in Taiwan. High substitution between resources results from the progress of agricultural technology. One of these features is significant substitution between capital and labor.

The purpose of this study is to analyze the impact of technological change on labor use in agriculture. According to the Neoclassical Theory of Production and Distribution, a theoretical model of technological change and labor use is set up. The aggregate input data are used for empirical study.

The main findings are as follows: From 1953 to 1986, the rate of agricultural output change increase 2.03% per year, the rate of technological change in agriculture increase 1.80% per year which indicate the agricultural technological change is an important factor to affect output change. During the same period, the elasticity of substitution between labor and capital is less than 1 ( $\sigma = 0.6768$ ), the rate of factor augmentation is positive ( $\lambda_L - \lambda_K = 3.9022$ ) which reveals the agricultural production in Taiwan is characterized by capital-using or labor-saving technological biases. The productivity of agricultural labor increases 4.42% per year, of which 40;64% is attributed to technological change. The quantity of agricultural labor use decreases 2.38% per year, while capital input increases 4.92% per year. Both the theoretical corollary and empirical study also indicate that the labor use was affected by technological biases. The combination between capital and labor was affected by the change of wage rate, and also technological biases in which technological biases is 17.16% approximately.

---

\* Professor, Research Institute of Agricultural Economics, National Chung Hsing University.