

台灣文蛤養殖技術效率分析—隨機性邊界生產函數之應用

郭仁杰 林明男

摘要

本研究使用 2000-2003 年「中華民國台灣地區沿海及養殖漁家經濟調查報告」中文蛤養殖戶之原始調查資料，利用隨機性生產邊界法探討文蛤養殖產業生產技術效率，並分析影響養殖場技術無效率因子，以瞭解影響文蛤養殖經營效率的各項因素，進而提出改善技術無效率因子之方式。Cobb-Douglas 生產函數實證結果顯示，台灣文蛤養殖有規模報酬遞減現象；種苗、其他成本、臨時工資與飼料投入對於產出有明顯的幫助。影響技術無效率因子主要為經營者年齡、學歷與經驗，而人為因素所造成的技術無效率誤差大於非人為因素所造成的誤差。本研究最後針對文蛤養殖經營提出適度提高放養密度，但養殖規模不宜擴大等之建議，俾利達到提升文蛤養殖產業競爭力之目標。

關鍵詞：文蛤、技術效率、隨機性生產函數

前言

依據漁業年報資料，自1992年起文蛤年產量一直位居台灣地區內陸養殖魚貝類前十名內，僅次於吳郭魚類與虱目魚。過去有關文蛤的研究，以往都偏重在養殖技術與養殖場管理方面探討；相較之下，對於經濟層面的分析與研究則著墨較少，雖然曾等(1988)、吳等(1993)及郭(2002)曾對文蛤養殖進行經濟分析，然研究重點在於養殖場的投入與產出方面，至於文蛤生產技術效率分析的報告尚付之闕如。

技術效率的觀念在國內商業、工業或農漁業領域均已被廣泛利用來進行產業發展研究。然而，針對水產養殖產業技術效率之研究則較少，已陸續發表之報告有Lee and Lee (1995)與余(2001)等對於台灣虱目魚養殖產業；陳及溫(2001)針對草蝦養殖產業；黃及王(1997)與黃(2000)進行臺灣鮑魚養殖；陳等(2001)就台灣鰻魚產業先後進行養殖技術效率研究，前述之分

析皆採用隨機性生產邊界法(Stochastic Production Frontier)進行。

本研究擬由生產經濟觀點著手，希望透過隨機性生產邊界法分析文蛤養殖產業生產技術效率，以探討文蛤養殖生產技術效率提升之可行方案，使業者在生產上儘可能靠近生產邊界，進而獲得最大效率產出水準。

資料來源與理論模型說明

本研究所使用之統計資料是2000-2003年台灣地區養殖漁家經濟調查，原始資料中文蛤養殖有效樣本219筆。隨機性邊界生產函數的投入變數，設定為單位面積下之種苗成本、飼料成本、塭地租金成本、臨時工資、家工成本與其他成本(包括藥品成本、利息成本、維護成本及其他成本等)等六項。另，本研究採用養殖場場主年齡、養殖經驗與學歷，養殖場放養密度、池齡、養殖物活存率及養殖

場所在地區等作為管理變數，以探討文蛤養殖產業中影響技術效率的因素 (Table1)。

在隨機性邊界生產函數的研究中，除了 Cobb-Douglas 生產函數外，Translog 生產函數也經常被選用。Cobb-Douglas 型式的生產函數雖然具有數理結構簡單且經濟含意明確之優點，但函數本身也受到較多限制，且不同生產投入要素間之替代彈性固定為 1 等缺點存在，因此，在使用上也常遭到質疑；而 Translog 生產函數的優點是在 Cobb-Douglas 函數上再外

$$\ln Y_{it} = \beta_0 + \sum_{j=1}^6 \beta_j \ln X_{jit} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

式中 Y_{it} 係指第 i 家文蛤養殖戶在第 t 期之生產量； X_{1it} 、 X_{2it} 、 X_{3it} 、 X_{4it} 、 X_{5it} 及 X_{6it} 分別代表第 i 家養殖業者在第 t 期的種苗成本、飼料成本、塏地租金成本、臨時工資、家工成本與其他成本， ε_{it} 則是第 i 家養殖業者在第 t 年之殘差項，且 $\varepsilon_{it} = v_{it} - u_{it}$ ，亦即殘差項可分解為隨機誤差項 (v_{it}) 與技術無效率誤差項 (u_{it})。

本研究假設文蛤養殖產業要素投入屬正常投入，在合理狀況下投入增

加生產要素的平方項及交乘項，考慮了生產要素間的相互關係及生產彈性與替代彈性的變動，在理論上會較 Cobb-Douglas 函數更具一般性。故本研究即根據此兩種生產函數之假定進行文蛤產業技術效率分析，以下分別說明之。

1. Cobb-Douglas 生產函數

Cobb-Douglas 生產函數可設定如式 1：

加將有助於產量的提升，但因文蛤養殖管理較單純，有別於其他魚蝦類養殖，平時僅須注意池水鹽度、PH 值與透明度變化且不需要每日投餌；另，依據漁家經濟調查原始資料，2000-2003 年每公頃家工的平均勞動力量約為 0.71 人。因此，預期增加家工投入，不但對產出無幫助，更會造成投入浪費，故預期 Cobb-Douglas 生產函數係數除家工成本投入外皆為正值。

2. Translog 生產函數

Translog 生產函數可表示如式 2：

$$\ln Y_{it} = \beta_0 + \sum_{j=1}^6 \beta_j \ln X_{jit} + \frac{1}{2} \sum_{j=1}^6 \beta_{jk} (\ln X_{jit})^2 + \sum_{j>k=1}^6 \sum_{k=1}^6 \beta_{jk} \ln X_{jit} \ln X_{kit} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

式中 Y_{it} 係指第 i 家文蛤養殖戶在第 t 期之生產量； X_{1it} 、 X_{2it} 、 X_{3it} 、 X_{4it} 、 X_{5it} 及 X_{6it} 分別代表第 i 家養殖業者在第 t 期的種苗成本、飼料成本、塏地租金成本、臨時工資、家工成本與其

他成本， ε_{it} 則是第 i 家養殖業者在第 t 年之殘差項，且 $\varepsilon_{it} = v_{it} - u_{it}$ ，亦即殘差項可分解為隨機誤差項 (v_{it}) 與技術無效率誤差項 (u_{it})。若式 2 中 $\beta_{jk} = 0$ 則 Translog 生產函數可簡化成

Cobb-Douglas 生產函數。

為分析 Translog 生產函數投入之生產彈性，將式 2 對各生產投入進行微分，便可得到各生產投入之生產彈性。Translog 生產函數的生產彈性會隨著各養殖業者不同時期的投入狀況而有所改變，且投入要素之彈性會受到其他要素投入的影響，由於 Translog 生產函數具某一生產投入會受到本身投入多寡及其他生產投入數量所影響，使得其生產係數難以預測其正負符號；惟當生產處於合理階段時，其投入增加將有助於產出提升。故本研

究假設文蛤養殖產業仍處於合理生產階段條件下，Translog 生產函數之生產彈性係數預期亦如 Cobb-Douglas 生產函數。

隨機性生產邊界法可透過技術無效率模型來探討影響技術效率的可能因子，根據前述生產函數之設定，隨機性邊界生產函數之誤差項(ε_{it})可分解為隨機誤差項(v_{it})與技術無效率誤差項(u_{it})。

本研究將技術無效率模型設定如式 3，其中 μ_{it} 即為技術無效率誤差項 u_{it} 之平均數。

$$\begin{aligned} \mu_{it} = & \delta_0 + \delta_1 AGE_{it} + \delta_2 EDU_{it} + \delta_3 EXP_{it} + \delta_4 D_{it} + \delta_5 PA_{it} + \delta_6 S_{it} \\ & + \delta_7 ARE1_{it} + \delta_8 ARE2_{it} + \delta_9 ARE3_{it} \end{aligned} \quad (3)$$

Table 1. Variable definitions and measurement units for the empirical model

| Variable | Definition | Units |
|----------------|--|------------------|
| Y | Production quantity | Kg / ha |
| X ₁ | Seed cost | NT\$ / ha |
| X ₂ | Feed cost | NT\$ / ha |
| X ₃ | Rent cost | NT\$ / ha |
| X ₄ | Temporary labor cost | NT\$ / ha |
| X ₅ | Family labor cost | NT\$ / ha |
| X ₆ | Other miscellaneous costs ¹ | NT\$ / ha |
| AGE | Age of manager | Years |
| EDU | Manager education level ² | — |
| EXP | Years of experience | Years |
| D | Density of hard clam cultivate | 10 thousand / ha |
| PA | Years of pond | Years |
| S | Survival rate of hard clam | % |
| ARE 1 | ARE 1 = 1 if the hard clam farm is located in Yunlin county; otherwise ARE 1 = 0 | — |
| ARE 2 | ARE 2 = 1 if the hard clam farm is located in Chiayi county; ARE 2 = 0 | — |

¹ Other miscellaneous costs including medicine, interest and maintenance cost.

² Not able to read = 1, primary school = 2, junior high school = 3, senior high school = 4, abover junior college = 5.

實證結果

本研究係採用 SPSS 10.0 版套裝軟體進行 Cobb-Douglas 隨機性邊界生產函數與 Translog 隨機性邊界生產函數分析，實證結果(Table 2)分述如下。

Cobb-Douglas 隨機性邊界生產函數之生產投入中種苗成本、飼料成本、臨時工資與其他成本(在本文定義為藥品、利息與維護成本等之合計)係數均為正值，家工成本為負值，與原先預期相符。而統計結果均在 1 % 顯著水準下具顯著性，表示在其他投入不變之情況下，增加種苗成本、飼料成本、臨時工資與其他成本投入均有助於產量的提高，但增加家工成本投入對產量提高無助益。另，塏地租金投入係數值為負值，與原先預期不符，顯示在其他條件不變下，增加塏地租金的投入，對產出反而有不良的影響，尤其塏地租金成本的 t 值在 10 % 顯著水準下為顯著，表示該投入對產出有明顯的負面影響。換言之，單位面積文蛤產出會因家工與塏地租金投入的增加而減少，而種苗、其他成本、臨時工資與飼料投入對於產出皆有明顯的幫助。

Cobb-Douglas 生產函數估計所得生產函數係數值即為該生產函數之要素生產彈性。由估計結果可發現，生產彈性以家工成本(-0.511)最高，也就是說當家工成本投入增加 1 %，會因投入浪費而使產出減少 0.511 %；而其他變數生產彈性值高低依序為：種苗成本、其他成本、臨時工資、飼料成本與塏地租金成本，彈性係數分別為 0.452、0.209、0.180、0.166 及 -0.047。

Cobb-Douglas 生產函數所計算出之規模報酬為 0.449，代表台灣地區文蛤養殖是屬規模報酬遞減，有生產過度投入現象。因此，文蛤養殖業者若想擴大成本投入，會因規模遞減而

造成產出的減少，此現象值得養殖業者在未來經營上深思。而本研究估算之 γ 值為 0.5277，表示文蛤養殖生產過程中約 52.77 % 的技術無效率來自於養殖業者本身；雖然造成技術無效率的主因是來自於人為因素，但由於 γ 值只佔約 53 %，所以，嚴格說來，非人為因素的影響也很大。另， λ 的估計值約為 2.6576，顯示在 Cobb-Douglas 生產函數型式下，人為因素所造成的技術無效率誤差大於非人為因素所造成的誤差。

Translog 隨機性邊界生產函數推估相關實證結果，各要素投入之生產彈性，除種苗成本與家工成本的彈性值與預期不符外，其餘各項成本投入均符合預期。各投入的彈性係數以種苗成本的 -9.847 為最高，表示當種苗成本增加 1 % 時，產出將減少 9.847 %；其他產出的彈性依序為其他成本、塏地成本、臨時工資、飼料成本與家工成本，彈性值分別為 2.583、2.554、2.327、1.999 及 0.553。種苗成本、塏地租金成本與飼料成本分別在 1 %、5 % 與 10 % 顯著水準下顯著，表示增加飼料成本與塏地租金成本投入對產出有幫助，而種苗成本投入對產出有明顯過度投入狀況；而臨時工資、家工成本與其他成本投入對於產出影響差異不大。Translog 隨機性生產邊界函數所計算出規模報酬為 0.513，代表台灣地區文蛤養殖是屬規模遞減，有生產過度投入現象，與 Cobb-Douglas 生產函數估計結果相同。

Translog 生產函數所估計出的 γ 值為 0.7615，表示造成技術無效率的因素有約 76.15 % 是來自於人為。 λ 值約為 6.8518，亦顯示由人為因素所造成的技術無效率誤差較非人為因素所造成的誤差為大。

Table 2. Estimation results, output elasticities, and technical inefficiencies

| Item | Cobb– Douglas production function | | Translog production function | |
|---|--------------------------------------|-----------------|---------------------------------|-----------------|
| | Parameter | <i>t</i> -value | Parameter | <i>t</i> -value |
| Constant | 5.124 | 4.155*** | 8.973 | 0.251 |
| Seed cost (X1) | 0.452 | 6.886*** | -9.847 | -3.957*** |
| Feed cost (X2) | 0.166 | 2.943*** | 1.999 | 1.889* |
| Rent cost (X3) | -0.047 | -1.857* | 2.554 | 2.188** |
| Temporary labor cost (X4) | 0.180 | 4.125*** | 2.327 | 1.211 |
| Family labor cost (X5) | -0.511 | -5.175*** | 0.553 | 0.104 |
| Other miscellaneous costs ¹ (X6) | 0.209 | 4.200*** | 2.583 | 1.369 |
| Returns to scale | 0.449 | — | 0.513 | — |
| Inefficiency factor | | | | |
| Constant | 9.876 | 6.519*** | -53.959 | -0.883 |
| AGE | -0.419 | -1.421* | 11.416 | 0.739 |
| EDU | -0.469 | -3.350*** | -13.393 | -2.254** |
| EXP | 0.270 | 2.457** | 11.240 | 2.386** |
| D | -0.003 | -0.051 | 4.936 | 1.185 |
| PA | 0.089 | 0.836 | 0.023 | 0.005 |
| S | 0.312 | 1.581 | -0.753 | -0.072 |
| ARE1 | -0.085 | -4.860*** | -0.070 | -3.816*** |
| ARE2 | -0.224 | -1.774* | -0.170 | -1.216 |
| γ value | 0.5277 | | 0.7615 | |
| λ value | 2.6576 | | 6.8518 | |

Note:***, ** and * indicate that these estimates are significant at the 1 %,5 % and 10 % significance level respectively.

上述分析結果可看出，Cobb-Douglas 與Translog隨機性邊界生產函數對文蛤養殖產業所進行的實證分析結果並不完全一致；雖然兩種

生產函數對文蛤養殖產業現況均具有解釋能力，但由於兩種模型在設定上有相當大的不同，因此擬透過相關假設檢定進行分析，以瞭解這兩種隨機

性邊界生產函數模型，何者對台灣地區文蛤養殖產業分析有較佳的配適度。除了何種模型具有較佳的配適度外，尚針對技術無效率模型進行相關假設檢定，以確定本研究所使用模型對文蛤生產之技術無效率誤差項具有足夠的解釋能力。檢定之項目與結果如Table 3。

根據Table 3的檢定結果可發現，由於不能拒絕 H_0 ：Cobb-Douglas 的虛無假設，因此相較之下，仍是以Cobb-Douglas 型式的隨機性邊界生產函數具有較佳的配適能力。因此，本研究將以Cobb-Douglas 隨機性邊界生產函數進行後續的分析。

Table 3. Hypothesis tests for model specification and statistical assumptions

| Null Hypothesis | Likelihood Value | Degrees of Freedom | Critical Value ($\alpha = 0.05$) | Decision |
|--|------------------|--------------------|------------------------------------|--------------|
| H_0 : Cobb-Douglas H_1 : Translog | 1.198 | 88 | 18.6765 | Accept H_0 |

以下就 Cobb-Douglas 生產函數所估算管理變數對文蛤養殖技術效率影響(Table 2)說明如下：

(一)年齡(AGE)

實證結果顯示，該係數與預期符合，且係數t 值在10 %顯著水準下顯著，表示文蛤養殖經營者之年齡對其技術效率有顯著影響，年齡高者，養殖技術效率較高。

(二)學歷(EDU)

實證結果顯示該符號與預期果相符，且係數t 值在1 %顯著水準下顯著；表示，養殖場經營者之學歷對技術無效率因子有顯著影響，也代表文蛤養殖效率會因經營者學歷的高低而有差別，學歷愈高者養殖技術效率愈高。

(三)養殖年資(EXP)

養殖經驗以養殖年資表示，實證結果顯示，該符號與預期不符，且該係數t 值在5 %顯著水準下顯著，表示文蛤養殖場經營者養殖年資之多寡對技術無效率有顯著影響，而且是年資少者技術效率反而較高，其原因將在

後文說明。

(四)放養密度(D)

根據實證結果，其係數為負值的結果與先前預期相同，但由於其係數的t 值在10 %的顯著水準下不顯著，表示養殖場之放養密度高低對文蛤養殖技術效率無顯著影響。

(五)池齡(PA)

實證結果池齡的係數為正值，與預期相符，且池齡係數t 值在10 %的顯著水準下不顯著，表示池齡變數對技術效率也無顯著影響。

(六)存活率(S)

活存率變數的實證結果與預期不符，但其係數t 值在10 %顯著水準下也不顯著。表示活存率變數對技術效率雖有負向關係，但無顯著影響。

(七)養殖地區(ARE1-ARE2)

實證結果顯示，兩地區變數係數符號相對於彰化地區均為負值，顯示雲、嘉地區文蛤養殖技術效率均較彰化地區為高；觀察係數 t 值時可發現，彰化、雲林地區 t 值在 1 %的顯著水準下顯著，嘉義地區在 10 %下顯

著，顯示彰化地區文蛤養殖技術效率顯著低於雲嘉地區。

綜合上述 Cobb-Douglas 生產函數所估算各管理變數對文蛤養殖技術效率影響的分析，可發現文蛤養殖經營者年齡、學歷與經驗(養殖年資)等三變數對養殖技術效率有顯著影響，前兩者與預期符號同向，養殖經驗符號則與預期相反，亦即年齡較高、學歷較高或養殖年資少的養殖業者技術效率較高。

養殖經驗少，年資淺的業者存有高技術效率，解釋上似乎存有矛盾情況；推測造成此現象有二種可能，第一種可能是與業者的養殖模式有關，因文蛤養殖主要模式分成直接施撒粉料、抽取有機發酵液及抽取藻水三種模式，其中以直接施撒粉料模式經營效率最高(郭仁杰，2002)；若養殖經驗少年資淺的業者多採用此模式進行養殖，養殖過程又無發生文蛤大量死亡，則可能產生高技術效率的情況。另一種可能為養殖經驗多，年資長者，認為文蛤養殖不若魚蝦養殖常有疾病發生且日常管理技術層面低，因此不會積極吸收新知，全憑過去經驗，而使養殖技術僵化；而養殖年資少者，在為了提升自身養殖技術的心態下求知慾較強，會積極補充養殖管理知識並加以運用，可彌補所欠缺的養殖經驗，使得養殖技術效率反而提高。然受限於本次研究所使用資料，無法搭配養殖管理模式與參加講習會次數等因子進行深入探討，未來可加強此方面資料蒐集，以釐清此問題。

結論與建議

Cobb-Douglas 生產函數實證結果顯示，單位面積文蛤產出會因家工與塭地租金投入的浪費而顯著減少，而種苗、其他成本、臨時工資與飼料

投入對於產出皆有明顯的幫助。而文蛤養殖技術無效率有 52.77 % 是為因素造成，影響技術無效率因子主要為經營者年齡、學歷與經驗等三變數，前兩者與預期符號同向，養殖經驗符號則與預期相反，亦即年齡較高、學歷較高或養殖經驗少的養殖業者技術效率較高。在 Cobb-Douglas 生產函數設定下，養殖規模報酬呈現遞減現象，顯示文蛤養殖產業產投入有過度投入現象。

根據本研究實證結果，建議養殖戶可視其養殖能力與養殖池池底含砂量酌予提高放養密度，但每公頃以不超過 150 萬粒為宜。而由文蛤養殖規模報酬的實証結果呈遞減狀態，顯示目前文蛤養殖已有過度投入現象，養殖業者不宜再擴大經營規模，而導致經營效率降低。

參考文獻

- 曾啟富、何雲達、吳純衡 (1988) 文蛤養殖經濟分析。臺灣省水產試驗所研究報告，45: 275-282。
- 吳純衡、何雲達、周昱翰、林必祐 (1993) 文蛤養殖經濟分析。臺灣省水產試驗所研究報告，52: 387-396。
- 黃貴民、王金利 (1997) 台灣九孔養殖技術效率之分析。台灣水產學會刊，24(3): 251-259。
- 黃貴民 (2000) 台灣鮑養殖產業經濟與技術因素之分析。海洋大學漁業科學研究所博士論文，基隆。
- 余金妹 (2001) 台灣虱目魚生產技術效率之分析－隨機性邊界生產函數之應用。海洋大學漁業經濟研究所碩士論文，基隆。
- 陳郁蕙、溫祖康 (2001) 台灣地區草蝦養殖產業技術效率之研究。農業金融論叢，46: 289-304。

陳郁蕙、林呈旭、李武忠 (2001) 臺灣鰻魚產業之養殖技術效率分析。中華農學會報，2(5): 377-386。

郭仁杰 (2002) 不同文蛤養殖模式生產效率評估。水產研究，10(1 & 2):

41-51。

Lee C. X. and Lee Y. C. (1995) Technical Efficiency of the Milkfish Production in Taiwan. J. Agricult. Econom. Semiann. Pub., 58: 103-125.

**Technical efficiency measurement of hard clam (*Meretrix lusoria*)
production in Taiwan by stochastic frontier production function**

Jen-Chieh Kuo and Min-Nan Lin

Abstract

The data used in this study was based on Annual Economics Survey of Offshore Fisheries and Aquaculture in Taiwan, from 2000 to 2003. The model of stochastic frontier production function was specified and estimated. The result showed that return to scale was decreased and farmers use more fry cost, feed cost, temporary labor cost and other costs, the value of output will increase in hard clam aquaculture in Taiwan. The study suggested that hard clam aquaculture in Taiwan should raise culture density in an appropriate degree but to expand the culture scale was unsuitable.

Keywords: *Meretrix lusoria*, technical efficiency, stochastic frontier production function