

國立臺灣大學生物資源暨農學院 農業經濟研究所

碩士論文

Graduate Institute of Agricultural Economics

College of Bio-resources and Agriculture

National Taiwan University

Master Thesis

探討歷年台灣養殖漁業生產技術效率之變遷

Investigating the Changes of the Technical Efficiencies of  
the Aquaculture Production in Taiwan



Ling-Yi Hung

指導教授：張宏浩博士、蕭清仁博士

Adviser: Hung-Hao Chang, Ph.D. & Chiang-Ren Show,

Ph.D.

中華民國九十八年六月

June, 2009

## 中文摘要

本研究應用三種不同方法，分別是：資料包絡法、傳統隨機邊界法以及貝氏隨機邊界法來計算各養殖魚種的生產技術效率。首先比較傳統與貝氏隨機邊界法估計的係數值，結果顯示生產函數的估計係數結果一致。至於生產技術效率的機率分配方面，本研究發現不論是哪種魚種，資料包絡法所估計的技術效率的機率分配都較兩種隨機邊界模型估計之技術效率的機率分配來得扁平且右偏。本文進一步利用 Kruskal-Wallis 檢定法來比較三種不同方法所估計的生產技術效率值的機率分配，結果顯示不同方式所得到的技術效率之分配在統計上是不同的。而各養殖漁戶的排序方面，本研究應用 Spearman 等級檢定，發現貝氏與傳統的隨機邊界模型都是顯著地高度相關、而資料包絡法與其他兩種隨機邊界法的相關程度則是：石斑魚、文蛤、牡蠣以及鱸魚為顯著高度相關、剩下的魚種為顯著地低度相關。

最後比較不同年間的生產技術效率變化，結果顯示不論是用哪種估計方法，1999 年至 2000 年間有較大的差異，之後有起有落，但差距都不大。若僅使用貝氏的隨機邊界模型比較 2000 年以及 2006 年的技術效率差異，則可以發現除了在低技術效率的部分以外，2006 年的技術效率在各百分位數都較 2000 年高；又 2006 年技術效率值的集中處在 0.85 以後，但是反觀 2000 年的技術效率集中處則是在 0.5 以及 0.75 之處，這就是造成兩年技術效率差異的原因。

關鍵字：技術效率、養殖漁業、資料包絡法、隨機邊界模型、貝氏定理。

## Abstract

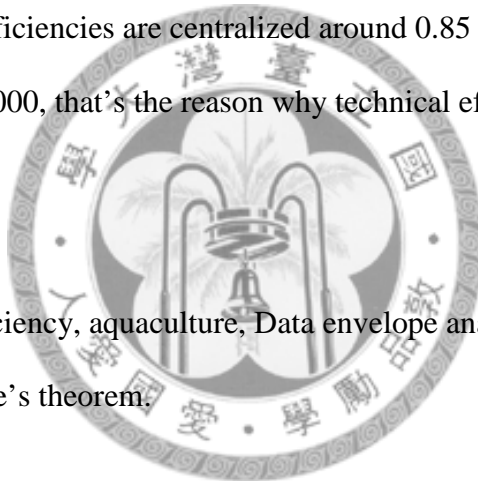
The objective of this paper is threefold. First, this paper applies three different methodologies, including Data Envelope Analysis (DEA), classical stochastic frontier analysis and Bayesian stochastic frontier analysis, to estimate technical efficiency of aquaculture farms in Taiwan. In what follows, we compare these three technical efficiencies estimated by these three different methodologies. We conduct the analysis in several steps. We first compare the estimated coefficient of the production function between Bayesian and stochastic production frontier models. In addition, we compare these distributions of technical efficiency by utilizing two different non-parametric methods. To test whether these distributions were the same, the Kruskal-Wallis test is conducted. To further test whether the relative rank of aquaculture farms were consistent between the estimation methods, we use the Spearman Rank test. The final objective of this study is to investigate if the technical efficiency has been changed between 1999 and 2006. First we compare the distribution of technical efficiency obtained from three different methodologies from 1999 to 2006. Finally, we use the results obtained from Bayesian stochastic frontier model to compare the distribution of technical efficiency between 2000 and 2006.

Empirical results show that the coefficients of two stochastic frontier models are almost the same. But when compare the production elasticity, the conclusion is that not only the sign but the most important input exist slightly differences between two methodologies. In addition, the distribution of technical efficiency estimated by DEA is right-skewed, and flatter than the distribution of technical efficiency estimated by other two methods regardless of the fish types. With respect to the examination if the distributions of technical efficiency were the same, results show that at least two

distributions are statistically different. In terms of the relative rank of these aquaculture farms, Bayesian and classical stochastic frontier analysis are statistically correlated, but DEA and two stochastic frontier methodologies are strongly correlated only in some kinds of fish and the others are weakly correlated.

This study analyses the change of technical efficiency across years, and results show that regardless of these different methodologies, there's a significant differences between 1999 and 2000. After 2000 there're some up and down in these years, but the scale is minor. Focusing on the change of technical efficiency between 2000 and 2006, results show that when it compares all percentiles, 2006 are higher than 2000. Most importantly, technical efficiencies are centralized around 0.85 in 2006, but centralized around 0.5 and 0.75 in 2000, that's the reason why technical efficiencies are higher in 2006.

**Keyword:** technical efficiency, aquaculture, Data envelope analysis, Stochastic frontier analysis, Baye's theorem.



# 目 錄

中文摘要.....	i
英文摘要.....	ii
第一章 緒論.....	1
1.1 研究動機與研究目的.....	1
1.2 研究方法及步驟.....	4
1.3 論文架構.....	5
第二章 臺灣養殖漁業現況.....	6
2.1 臺灣養殖漁業重要性.....	6
2.2 臺灣的養殖漁業現況.....	13
第三章 文獻回顧.....	19
3.1 養殖漁業技術效率分析回顧.....	19
3.2 估計技術效率方法之回顧.....	30
3.2.1 貝氏隨機邊界模型文獻之回顧.....	30
3.2.2 資料包絡法和傳統隨機邊界模型的比較.....	30
3.2.3 三種估計技術效率的方法之回顧.....	31
第四章 理論模型.....	33
4.1 資料包絡法.....	33
4.2 傳統隨機邊界模型.....	37
4.3 貝氏隨機邊界模型.....	39
4.3.1 貝氏定理.....	40
4.3.1.1 事前機率密度函數.....	40
4.3.1.2 概似函數.....	40

4.3.1.3 事後機率密度函數.....	41
4.3.1.4 馬可夫鍊蒙特卡羅.....	41
4.3.2 貝氏隨機邊界模型.....	43
4.4 比較方法.....	45
4.4.1 Kruskal-Wallis 檢定.....	45
4.4.2 Spearman 等級檢定.....	46
第五章 資料收集與介紹.....	48
5.1 資料收集.....	48
5.2 估計技術效率投入項.....	50
第六章 實證分析.....	54
6.1 係數估計結果.....	54
6.2 技術效率值之比較.....	58
6.3 年間比較.....	66
6.3.1 三種方法之比較.....	66
6.3.2 使用貝氏隨機邊界模型比較前後兩年技術效率.....	70
第七章 結論與建議.....	73
7.1 結論.....	73
7.2 未來發展以及研究限制.....	74
參考文獻.....	76
附錄一：各魚種貝式以及傳統隨機邊界模型結果.....	84
附錄二：各魚種三種不同方法下之技術效率機率密度函數圖.....	91
附錄三：不同年間三種技術效率的機率密度函數圖.....	95

## 圖目錄

圖 2-1:1998 年至 2007 年漁業產值百分比.....	10
圖 2-2:1998 年至 2007 年漁戶百分比.....	13
圖 2-3:2007 年養殖面積百分比.....	15
圖 2-4:2007 年各魚種養殖產量百分比.....	16
圖 2-5:2007 年各魚種養殖產值百分比.....	16
圖 4-1:投入取向.....	34
圖 4-2:產出取向.....	35
圖 4-3:固定規模報酬與變動規模報酬.....	36
圖 4-4:隨機邊界模型.....	37
圖 6-1:吳郭魚勞動投入係數項隨著更新次數變化的情形.....	55
圖 6-2:吳郭魚 $\beta_3$ 的機率密度函數圖.....	55
圖 6-3:吳郭魚 $\beta_1$ 的機率密度函數圖.....	56
圖 6-4:不同魚種三種不同估計方法的平均值.....	60
圖 6-5:吳郭魚三種不同方法下之技術效率機率密度函數圖.....	62
圖 6-6:2006 年三種不同方法技術效率的機率密度函數圖.....	66
圖 6-7:1999 年至 2006 年間技術效率平均值的變化.....	70
圖 6-8:2000 年以及 2006 年貝氏隨機邊界模型技術效率機率密度函數圖.....	72
附圖 2-1:虱目魚三種不同方法下之技術效率機率密度函數圖.....	92
附圖 2-2:石斑魚三種不同方法下之技術效率機率密度函數圖.....	92
附圖 2-3:文蛤三種不同方法下之技術效率機率密度函數圖.....	93
附圖 2-4:牡蠣三種不同方法下之技術效率機率密度函數圖.....	93
附圖 2-5:鱸魚三種不同方法下之技術效率機率密度函數圖.....	94

附圖 3-1：1999 年三種技術效率的機率密度函數圖.....	96
附圖 3-2：2000 年三種技術效率的機率密度函數圖.....	96
附圖 3-3：2001 年三種技術效率的機率密度函數圖.....	97
附圖 3-4：2002 年三種技術效率的機率密度函數圖.....	97
附圖 3-5：2003 年三種技術效率的機率密度函數圖.....	98
附圖 3-6：2004 年三種技術效率的機率密度函數圖.....	98
附圖 3-7：2005 年三種技術效率的機率密度函數圖.....	99

## 表 目 錄

表 1-1：2002 年至 2006 年全世界漁業產量以及消費量.....	1
表 2-1：1998 年至 2007 年農業部門產值與百分比.....	7
表 2-2：1998 年至 2007 年漁業產值.....	9
表 2-3：1998 年至 2007 年漁業產量及其百分比.....	11
表 2-4：1998 年至 2007 年漁戶數.....	12
表 3-1：國外文獻有關養殖漁業技術效率的整理.....	21
表 3-2：國內文獻有關養殖漁業技術效率的整理.....	27
表 5-1：1999 年至 2006 年魚種以及樣本數.....	49
表 5-2：各魚種投入之比重.....	50
表 5-3：各魚種使用變數之基本統計量.....	52
表 6-1：吳郭魚隨機邊界模型之係數估計結果比較.....	57
表 6-2：各魚種應用三種不同方法估計之技術效率比較.....	58
表 6-3：不同方法不同魚種之 Spearman 檢定結果.....	64
表 6-4：不同年間不同方法所估計的技術效率比較.....	68



表 6-5：2000 年與 2006 年貝氏技術效率比較.....	71
附表 1-1：鰻魚隨機邊界模型之係數估計結果.....	85
附表 1-2：虱目魚隨機邊界模型之係數估計結果.....	86
附表 1-3：石斑魚隨機邊界模型之係數估計結果.....	87
附表 1-4：文蛤隨機邊界模型之係數估計結果.....	88
附表 1-5：鱸魚隨機邊界模型之係數估計結果.....	89
附表 1-6：牡蠣隨機邊界模型之係數估計結果.....	90



# 第一章 緒論

## 1.1 研究動機與研究目的

根據世界糧食與農業組織(Food and Agriculture Organization of United Nations, FAO)的統計，2006年漁撈及養殖漁業提供了人類約十一億公噸的食物，換算約提供每人每年平均16.7公斤的魚類食物，此項數據同時也創下了歷史新高。2006年全世界水生動物的總漁撈量約為九千二百萬公噸，養殖漁業產量為五千二百萬公噸，分別佔漁業總產量的64%與36%，全世界的人口數和魚類食物消費量在2002年至2006年間都呈現成長現象，代表全世界對水產品的需求日漸升高。有關全世界漁業產量以及利用的情形如表1-1所示。

表 1-1：2002 年至 2006 年全世界漁業產量以及消費量

年份	2002	2003	2004	2005	2006
漁撈業產量	93.2	90.5	94.6	94.2	92.0
養殖漁業產量	40.4	42.7	45.9	48.5	51.7
合計	133.6	133.2	140.5	142.7	143.7
食用量	100.7	103.4	104.5	107.1	110.4
非食用量	32.9	29.8	36.0	35.6	33.3
人口數	6.3	6.4	6.4	6.5	6.6
平均每人每年食魚量	16.0	16.3	16.2	16.4	16.7

資料來源：FAO(2008)。

其中有關產量的單位為百萬公噸、人口數的單位為十億、魚類消費量的單位為公斤。

若僅限於養殖漁業部分，根據 FAO(2008)的統計，全世界養殖漁業佔漁業總產量的百分比從 1970 年的 3.9%，到 2006 年佔了 36%，其成長幅度驚人；另外每人每年的消費量也從 1970 年的 0.7 公斤成長為 2006 年的 7.8 公斤。在過去的 50 年中，養殖漁業的產量由不到一百萬公噸到今日的五千兩百萬公噸，並帶來將近八百億美金的收益。若由成長率來看，漁撈業在 1980 年代中期便已停止成長，反觀全世界養殖漁業從 1970 年開始，平均年成長率為 8.7%，在 2004 年以及 2006 年間的產量成長率為 6.1%，而產值的成長率為 11%。因此，FAO(2008)認為，比起其他畜產業的養殖，養殖漁業成長相對快速。

若以地區別來看，亞洲和太平洋地區掌握全世界養殖漁業 89%的產量以及 77%的產值，尤其是對岸的大陸更掌握了全世界 67%的產量以及 49%的產值；亞太地區是全球養殖漁業發展最快速的地區之一(FAO,2008)，若由 2004 年至 2006 年間的養殖產量的成長率來看，亞太地區，包括大陸(6.05%)、印度(5.71%)、泰國(4.87%)、印尼(11.23%)，甚至新加坡也有 25.93%的成長率，反觀臺灣在同期的養殖漁業成長率呈現負成長(3%)。

在全球以及亞太地區養殖漁業欣欣向榮的同時，臺灣的養殖漁業卻陷入經營困難的窘境，除了因成本過高無法和開發中國家低價競爭，以致於不復當年鰻魚和吳郭魚狂銷日本、美國的榮景外，環境的破壞以及使用過量的藥物之負面新聞更是層出不窮(胡興華，2008)。為此，行政院農業委員會漁業署(2007<sup>a</sup>)指出，臺灣的養殖漁業發展需朝以下四個方向努力：水產種苗事業、海上箱網養殖漁業、觀賞魚養殖漁業以及強化養殖漁業生產體系。其中強化養殖漁業生產體系又包括：推動養殖水產品生產履歷制度、輔導設置室外循環水養殖以及公共設施的整建。

除上述目標之外，因為臺灣水土資源有限，且過去養殖漁業蓬勃發展之際破壞了環境，造成地層下陷的問題，因此養殖漁業的永續發展也是相當重要的議題。例如於 1995 年至 2000 年，行政院經濟建設委員會與農業委員會推動了「第一期地層下陷防治方案」，此方案推行的目的即為輔導地層下陷地區之產業發展，如：調

整漁業產業結構、設置養殖漁業生產區、提高養殖漁業有效用水效率等(秦啟文, 1999)。而後在2001年至2008年又推動了「第二期地層下陷防治執行方案」。

由上可知，臺灣的養殖漁業亟需進行產業調整，臺灣資源有限，如何有效的利用資源、永續經營養殖漁業便成為施政單位重要的課題。而衡量一個產業的變動狀況的方法，除了基本的統計資料如：產值、產量以及勞動參與的變化之外，尚可以衡量各個養殖漁戶的技術效率。所謂技術效率(Technical Efficiency)即是此養殖漁戶在固定的投入之下極大化產出的能力(或是在固定的產出之下極小化投入的能力)，而衡量整體技術效率的變化則可以瞭解到整個產業是否具有競爭力、是否有效運用資源；若各年間的技術效率呈現下滑的趨勢，那麼產業的確該做些調整，若各年間的技術效率呈現升高的趨勢，那麼或許調整產業結構並非最重要的。本研究檢視臺灣養殖漁業之技術效率在1999年至2006年間的變化，其目的即在於：瞭解養殖漁戶這些年間的技術效率是否有所改變？如果有改變是變好還是變壞？除此之外變化的幅度是多少？

就探討技術效率的分析方法來看，本研究應用三種不同的方法估計技術效率，除了常見的資料包絡法(Data Envelope Analysis, DEA)以及傳統隨機邊界模型(Classical Stochastic Frontier Analysis)外，本文估計了尚在發展中的貝氏隨機邊界模型(Bayesian Stochastic Frontier Analysis)，並比較這三種模型的異同；希望能提供一些不同的觀點。其中貝式隨機邊界模型在臺灣尚未有文章探討，本文的另一個目的，便是希望能夠嘗試以貝式隨機邊界模型來估計生產效率，並和傳統的隨機邊界模型之估計結果做比較，提供未來後續研究者從事生產效率方面研究另一模型上的選擇。

綜上所述，本研究的目的是：

1. 應用常見的三種方法去估計技術效率值，無母數法(Non-parametric Method)的資料包絡法以及有母數法(Parametric Method)的隨機邊界法，其中隨機邊

界法又可分成傳統隨機邊界法以及貝氏隨機邊界法。本研究使用此三種方法，估計臺灣養殖漁家從 1999 年至 2006 年的技術效率。

2. 比較不同方法技術效率值之異同。但首先比較隨機邊界法所估計的係數值之異同；比較技術效率方面，本研究繪出使用不同方法所計算出的技術效率之機率密度函數圖，除此之外，利用兩種無母數分析法去檢定其分配是否相同以及其等級是否相關。
3. 最後，本研究分析各年間技術效率的變化。首先比較同一年使用三種不同方法所估計的技術效率值之機率密度函數圖，再來比較每年平均技術效率值的變化；最後本研究僅比較 2000 年以及 2006 年間技術效率之變化。

## 1.2 研究方法及步驟

依據研究目的，本文的研究方法及步驟如下：

1. 蒐集國內養殖漁業概況的資料，並整理國內外估計養殖漁業技術效率的文獻。
2. 應用資料包絡法、傳統隨機邊界模型以及貝氏隨機邊界模型估計各魚種的技術效率值，比較傳統隨機邊界模型以及貝氏隨機邊界模型估計之係數值。
3. 比較上述三種方法所估計的技術效率值之間的異同。首先比較使用三種不同方法所估計的技術效率之機率密度函數圖，觀察其形狀和集中趨勢，研究其分配情形的不同；再來則分析三種方法的所估計的技術效率之異同，本研究應用兩種無母數分析方法，分別為比較三個或三個以上分配是否相同的 Kruskal-Wallis 檢定，以及比較順序資料之間相關程度的 Spearman 等級相關檢定。
4. 比較各年間技術效率是否不同。首先比較使用三種不同方法所估計的技術效率之機率密度函數圖，觀察其形狀和集中趨勢；再來比較各方法間各年

間平均技術效率值之差異。最後則比較 2000 年以及 2006 年的技術效率變化，除了平均技術效率值的改變以外，本研究更深入地比較此兩年技術效率值的各個百分位數以及機率密度函數圖。

### 1.3 論文架構

本研究的架構如下：第二章為臺灣養殖漁業現況的介紹，首先簡介十年來農林漁牧業的結構，藉此瞭解漁業的重要性，再來則簡介養殖漁業在漁業中扮演的角色，最後則介紹臺灣養殖漁業基本的特性(例如：主要魚種、養殖面積等)以及面臨的困難；第三章為文獻回顧，除了回顧養殖漁業技術效率的文章外，本文也回顧了有關使用不同方法去估計技術效率的文章，瞭解其分析方法及結論；第四章為理論模型之介紹，包含資料包絡法、傳統隨機邊界模型以及貝氏隨機邊界模型的架構；第五章為資料的收集與介紹，簡介本研究所使用的資料特性及基本的統計量；第六章為實證結果，除了比較使用三種方法所估計的技術效率之異同以外，也比較不同年間的技術效率變化情形；最後為第七章結論，闡述本研究的發現、限制以及未來方向。

## 第二章 臺灣養殖漁業現況

本章將介紹臺灣養殖漁業的現況、重要性以及面臨的困境。第一節介紹臺灣養殖漁業的重要性，首先了解漁業的重要性，再來是養殖漁業的重要性；第二節則簡介目前臺灣養殖漁業的現況，包括面積、產量、生產結構以及面臨的困難等等。

### 2.1 臺灣養殖漁業重要性

在陳述養殖漁業的重要性之前，要先瞭解漁業在農業部門所扮演的角色。魚是臺灣人民餐桌上不可或缺的食物，保守估計，平均每人每年食魚量為 35 公斤(胡興華，2008)。且魚類含有豐富的蛋白質，除此之外，魚油也比一般畜產品的油脂來得健康，其中的 DHA 和 EPA，可降低心血管疾病的發生。另外也有研究發現，魚類中含有豐富的維他命，多吃魚可以降低罹患近視的機率<sup>1</sup>。

除上述有點關於健康的好處之外，在產值方面，根據 2007 年農業統計年報，該年臺灣地區農業部門(包含：農作物、林產品、畜產品以及漁產品)之總產值約為三十八兆元新臺幣，雖然僅佔整體國內生產毛額(Gross Domestic Product, GDP)之 1.45%，但若僅看漁業在其中所扮演的角色，則可以發現，漁業總產值佔農業總產值的 24.40%，僅次於農業(43.36%)和畜牧業(32.11%)。

1998 年至 2007 年的農業總產值與各產業所佔百分比整理如表 2-1。由表 2-1 可以觀察到，過去十年間產值並沒有太大波動，農作物、畜產品和漁產品可視為農業部門的主要產品，均呈現穩定的狀態；若僅比較 2007 年相對於 2006 年的變化，整體農業產值增加的百分比為 3%，而農產品減少了 3% 的產值、林產品產值減少了 5%、畜產品則增加了 6%、漁產品則增加了 11%。若僅比較漁產品產值在

<sup>1</sup> 以上研究，參閱中華民國養殖漁業發展協會網站 <http://www.aquatwn.com.tw/>。「多吃魚多健康」專欄。

1998 年至 2007 年的改變，1998 年以後持續下降至 2001 年之後又上升，甚至超越以前的水準，再來才又下降，2007 年的產值則和 1998 年差不多。

除此之外，各產品所佔百分比也相去不遠，都是農作物多於畜產品，而畜產品又較漁產品為多；若僅比較頭尾兩年，1998 年以及 2007 年，可以發現農產品的百分比並沒有太大差異，漁產品則減少 1%，畜產品則小增 1%。

表 2-1：1998 年至 2007 年農業部門產值與百分比(單位：十億元)

年	總產值	農作物		林產品		畜產品		漁產品	
		產值	%	產值	%	產值	%	產值	%
1998	3,753	1,636	43.6	7	0.2	1,168	31.1	941	25.1
1999	3,915	1,705	43.6	6	0.2	1,299	33.2	904	23.1
2000	3,638	1,652	45.4	3	0.1	1,076	29.6	907	24.9
2001	3,527	1,608	45.6	6	0.2	1,012	28.7	901	25.6
2002	3,505	1,519	43.3	9	0.2	1,052	30.0	926	26.4
2003	3,579	1,473	41.2	6	0.2	1,126	31.5	974	27.2
2004	3,864	1,623	42.0	5	0.1	1,249	32.3	987	25.5
2005	3,827	1,626	42.5	6	0.2	1,267	33.1	928	24.3
2006	3,770	1,727	45.8	5	0.1	1,181	31.3	857	22.7
2007	3,883	1,684	43.4	5	0.1	1,247	32.1	947	24.4

資料來源：行政院農業委員會(2007)。

由以上整理可以發現，雖然漁業並不是農業部門的主力，但也是不可或缺的一環。

再來將介紹臺灣養殖漁業的重要性。臺灣的漁業又可以分成遠洋漁業、近海



漁業、沿岸漁業、養殖漁業和內陸漁撈業。有關各種不同的漁業，根據行政院農業委員會(2007<sup>b</sup>)的定義如下：

1. 遠洋漁業：作業方式包括單船拖網、雙船拖網、鯉鮪圍網、大型鮪釣、秋刀魚火誘網等；主要魚種包括鮪魚、旗魚和魷魚等。作業範圍在我國 200 浬經濟海域以外的公海，或以支付入漁費、技術合作以及共同投資等方式進入他國經濟海域從事漁撈作業的漁業。
2. 近海漁業：作業方式包括巾著網、焚寄網、中小型拖網、刺網、追逐網、鮪延繩釣網及雜魚延繩釣、一支釣、珊瑚等；主要魚種包括烏魚、鮪魚、旗魚、鰻魚與蝦類。其作業範圍在我國 12 浬至 200 浬的經濟海域內。
3. 沿岸漁業：作業方式包括定置網、焚寄網、地曳網、刺網、一支釣、延繩釣、鏢旗魚等；主要魚種包括青鱗、蝦類、烏魚與鯛類、旗魚等。其作業範圍在我國領海 12 浬內。
4. 內陸漁撈：包括河川漁業、水庫漁業；主要魚種包括吳郭魚、鯉類等。
5. 養殖漁業：又包含海面養殖以及內陸養殖，其中海面養殖包括淺海養殖、箱網養殖；淺海養殖的主力為牡蠣以及文蛤、箱網養殖則為鯛類以及海鱺；內陸養殖漁業則包括鹹水魚塢、淡水魚塢；鹹水魚塢主要魚種包括：虱目魚、草蝦以及文蛤；淡水魚塢的主要種類則為一般常見的吳郭魚、鰻魚、蝦類、鯉魚類以及虱目魚等。

本文首先由產值來檢視養殖漁業的重要性，根據 2007 年農業統計年報，漁業部門之產值將近九百五十億元，養殖漁業的產值約貢獻了為三百三十億元，所佔百分比為 34.64%，僅次於遠洋漁業，其產值約五百億元，所佔百分比為 50.47%。1998 年至 2007 年的漁業產值如表 2-2。

表 2-2：1998 年至 2007 年漁業產值(單位：百萬元)

年	遠洋漁業	近海漁業	內陸漁撈	沿岸漁業	養殖漁業
1998	49,205	13,140	24	4,382	27,382
1999	48,914	13,429	29	4,285	23,780
2000	47,180	13,066	26	4,544	25,913
2001	46,660	12,193	30	4,316	26,930
2002	45,746	12,386	30	4,551	29,850
2003	47,202	12,629	30	5,936	31,642
2004	46,983	13,397	15	6,748	31,558
2005	43,602	12,635	14	5,296	31,265
2006	41,419	9,679	8	5,931	28,621
2007	47,818	8,616	15	5,478	32,820

資料來源：行政院農業委員會(2007)。

由上表可以發現，若僅比較頭尾兩年，養殖漁業的產值相較 1998 年呈現上昇趨勢，沿岸漁業亦同，反觀近海漁業以及內陸漁撈都逐步萎縮，至於遠洋漁業的產值則相對穩定。若比較 2007 年相對於 2005 年產值的改變<sup>2</sup>，可以發現遠洋漁業增加了 10% 的產值、近海漁業減少了 32%、內陸漁撈增加 10%、沿岸漁業增加 3%，而養殖漁業則增加了 5% 的產值。

產值的結構比的比較如下，由圖 2-1 可以發現，養殖漁業在這十年間有越來越重要的趨勢，從 1998 年約 30% 的產值上升到 2007 年約 35% 的產值，反觀近海漁業的比例則是逐年下降，另外沿岸漁業也是呈現上升，遠洋漁業則是相對的平穩，大約佔了一半左右的產值，至於內陸漁撈則是一直都較少。近海漁業的降低，可

<sup>2</sup> 本研究比較 2005 年與 2007 年的變化，是因為 2006 年內陸漁撈的產值僅八百萬元，和其他年度有明顯差異，本研究認為有問題。

以解釋為因為過度捕撈而使得漁業資源越來越匱乏，在此情況之下，為了滿足人類對魚類的需要，養殖漁業更顯重要。

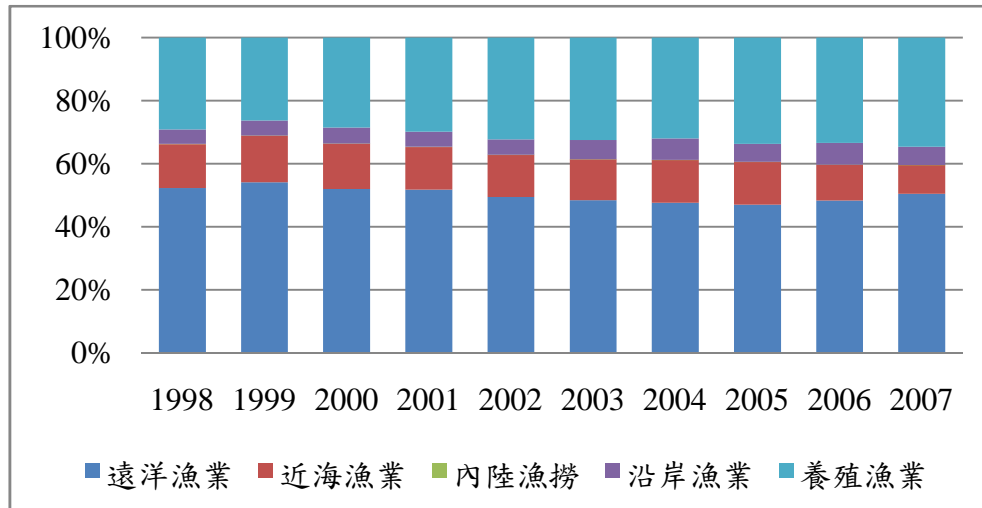


圖 2-1：1998 年至 2007 年漁業產值百分比

若由產量來看養殖漁業的重要性，2007 年漁業總產量為 1,498,198 公噸，其中遠洋漁業有 984,510 公噸，約佔全體的 66%，近海漁業產量為 134,619 公噸，約佔 9%，沿岸漁業產量為 54,110 公噸，約佔 4%，內陸漁撈產量為 241 公噸，因為所佔百分比太低所以不加以討論，最後則是養殖漁業的產量為 324,717 公噸，所佔百分比為 22%。1998 年至 2007 年的產量以及百分比如表 2-4。

綜觀十年來的變化，可以發現內陸漁撈及近海漁業的產量不斷萎縮，而剩下的遠洋漁業、沿岸漁業以及養殖漁業雖然在十年間互有消長，但比較頭尾兩年的話是成長的。由產量結構來看，遠洋漁業一直都是最大宗，其次是養殖漁業，而且養殖漁業還呈現成長的趨勢，最後則是逐步萎縮的近海漁業以及少量的沿岸漁業。

表 2-3：1998 年至 2007 年漁業產量及其百分比(單位：千公噸)

年份	遠洋漁業		近海漁業		沿岸漁業		養殖漁業	
	產量	%	產量	%	產量	%	產量	%
1998	839	62	210	16	44	3	255	19
1999	855	63	206	15	40	3	263	19
2000	887	65	170	12	44	3	256	19
2001	796	60	159	12	49	4	313	24
2002	824	59	185	13	49	4	347	25
2003	878	59	193	13	63	4	365	24
2004	678	54	197	16	56	4	327	26
2005	752	57	201	15	53	4	307	23
2006	758	59	154	12	54	4	316	25
2007	985	66	135	9	54	4	325	22

註：內陸漁撈年產量不到千公噸，故不討論。

資料來源：行政院農委會(2007)。

接下來由漁戶數來看養殖漁業的重要性，2007年總漁戶數為123,578戶，而其中遠洋漁業為5,896戶、近海漁業為27,313戶、沿岸漁業有50,009戶、內陸漁撈業有3,664戶、養殖漁業有36,696戶；1998年至2007年的漁戶數變化，由下表2-4表示。由表2-4可以發現，若僅針對2007年相對於2006年漁戶數的變化情形，則可以發現遠洋漁業的家戶數沒有變化(0%)、近海漁業的家戶數則減少3%、沿岸漁業減少4%、內陸漁撈業則增加了50%，最後是養殖漁業亦減少0.4%。若比較頭尾，發現不論是近海漁業或是養殖漁業，漁戶數都呈現減少的趨勢，不過沿岸漁業和內陸漁撈業以及遠洋漁業整體而言是增加的情形。

表 2-4：1998 年至 2007 年漁戶數(單位：戶)

年份	遠洋漁業	近海漁業	沿岸漁業	內陸漁撈業	養殖業
1998	5,742	35,053	44,244	2,017	42,913
1999	6,043	34,356	49,920	2,291	42,898
2000	7,689	31,095	52,456	1,469	41,852
2001	7,291	27,971	53,831	614	38,665
2002	7,166	34,122	53,366	2,538	36,870
2003	5,477	31,456	51,202	4,216	39,887
2004	5,568	31,075	52,376	4,038	39,775
2005	5,767	31,569	52,892	2,287	38,505
2006	5,898	28,119	51,996	2,461	36,854
2007	5,896	27,313	50,009	3,664	36,696

資料來源：行政院農業委員會(2007)。

若比較勞動利用的結構比，以 2007 年為例，養殖漁業戶數就佔了總漁業家戶數的 30%，僅次於沿岸漁業的 40%，其他則為：遠洋漁業的 5%、近海漁業佔了 22% 及 3% 的內陸漁撈業。將 1998 年至 2007 年十年間的漁戶百分比表示如圖 2-2。根據下圖可以發現，養殖漁戶在勞動分配上並不是最多，但是相較於家戶數最多的沿岸漁業卻有較高的產值，而雖然養殖漁業所佔的家戶比率是第二位，但與 1998 年比較卻是下降的，反觀沿岸漁業卻有升高的趨勢。

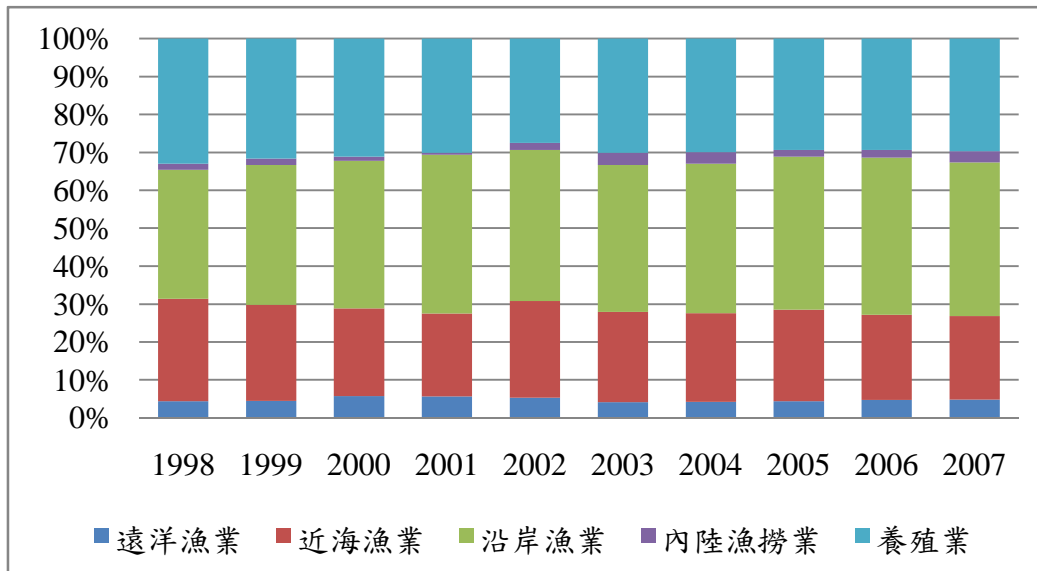


圖 2-2：1998 年至 2007 年漁戶百分比

由以上分析，可以發現不論是產值、產量或是勞動分配，養殖漁業都是整個漁業部門的第二位，雖然不是最大宗，但卻也佔有相當重要的地位；且相對於 1998 年，2007 年的養殖漁業不論是在產量或是產值方面都有所成長，最後是漁戶數方面，雖然養殖漁業高居第二位，但確有逐年下降的趨勢。

## 2.2 臺灣的養殖漁業現況

在瞭解養殖漁業現況之前，必須先介紹臺灣養殖漁業的發展。臺灣的養殖漁業最早在十七世紀便已扎根，從明朝末期的虱目魚養殖以及牡蠣淺海養殖開始，至今已有一、四百年的歷史。第一節簡介了養殖漁業的重要性，而本節將介紹養殖漁業的現況。

根據林永德(2002)以及胡興華(2008)，臺灣的養殖漁業發展至今可分為四個階段，分別是：

### 1. 基礎奠定期(1945 至 1960 年代)

以牡蠣和虱目魚的養殖為主，另外開發出草魚、鱧魚以及草蝦的人工繁殖技術，並且改良吳郭魚的品種，以及集約式鰻魚養殖技術的建立，奠定了日後發展的良好基礎。

## 2. 快速成長期(1970 年代至 1980 年代)

吳郭魚、蝦類、牡蠣、虱目魚以及箱網的養殖管理技術確立，加上人工飼料的開發，使得養殖面積迅速擴張，鰻魚以及草蝦的出口量亦屢創新高。

## 3. 轉型調整期(1990 年代至 2000 年)

因為前期快速的發展導致環境的破壞以及產銷失衡的現象，為了產業轉型而調整結構為技術密集、低資源依賴的水產種苗產業，有 70 種以上的魚苗達到商業化生產；且箱網養殖由澎湖轉往屏東繼續蓬勃發展。立體化的養殖技術亦發展出九孔的陸上養殖模式。

## 4. 永續發展期(2001 年至目前)

發展科技型養殖漁業，推廣循環水養殖，目標為永續經營漁業且適當的使用水土資源；另外在產品方面，則是以提高附加價值和安全漁業為目標，例如建立產銷履歷(Traceability)制度；以及推動休閒漁業、發展水產種苗以及發展觀賞魚的養殖等目標。

養殖漁業又可以分成海面養殖以及內陸養殖，以 2007 年為例，海面養殖的產值佔整體養殖漁業的 14%、內陸養殖所佔的百分比為 86%，且此比例在過去十年間並沒有太大變化<sup>3</sup>。又若以勞動結構來區分，海面養殖漁戶數為 5,092 戶、內陸養殖戶數為 31,604 戶，所佔百分比為 14%以及 86%。在人力運用方面，也是內陸養殖戶所佔的比重比較高，且其比率也很相近。

根據 2007 年農業統計年報，全臺養殖總面積為 54,360 公頃，其中淺海魚塢共 12,772 公頃(23%)，鹹水魚塢為 20,696 公頃(38%)，淡水魚塢為 18,709 公頃(34%)，其他則佔了 2,183 公頃(4%)。若比較地理上的分佈，雲林縣、嘉義縣以及臺南縣就分別佔了 16%、20%、22%，光是雲嘉南三縣市就佔了全臺的 58%，剩下分別是彰化縣有 10%，高雄縣、屏東縣以及臺南市均為 8%，桃園縣佔了 5%，另外宜蘭縣、

<sup>3</sup> 1998 年的資料顯示，海面養殖的比重為 15%，內陸養殖的百分比為 85%。

新竹縣、新竹市以及花蓮縣各佔 1%，至於其他例如臺北市、高雄市以及基隆市等縣市，則無養殖漁業的存在。

最後箱網養殖方面，總體積為 989,289 立方公尺，全臺僅有屏東縣以及澎湖縣有箱網養殖，面積分別為 114,289 立方公尺以及 875,000 立方公尺，各佔全臺總體積的 12% 以及 88%。

養殖種類方面，根據 2007 年漁業統計年報，魚類養殖有 27,412.98 公頃，佔了總面積的 50%，貝介類共 21,358.62 公頃，佔約 39%，再來則是蝦類 5,521.3 公頃，佔約 10%，最後是螃蟹類以及藻類，合計佔約 1%。魚類和貝介類可說是最大宗，而其細目則表示於圖 2-3。由下圖 2-3 可以看出來，魚類雖然是養殖的大宗，但是在單一種類方面卻是以牡蠣的 23% 最大，虱目魚 18% 次之，再來才是吳郭魚的 14%。

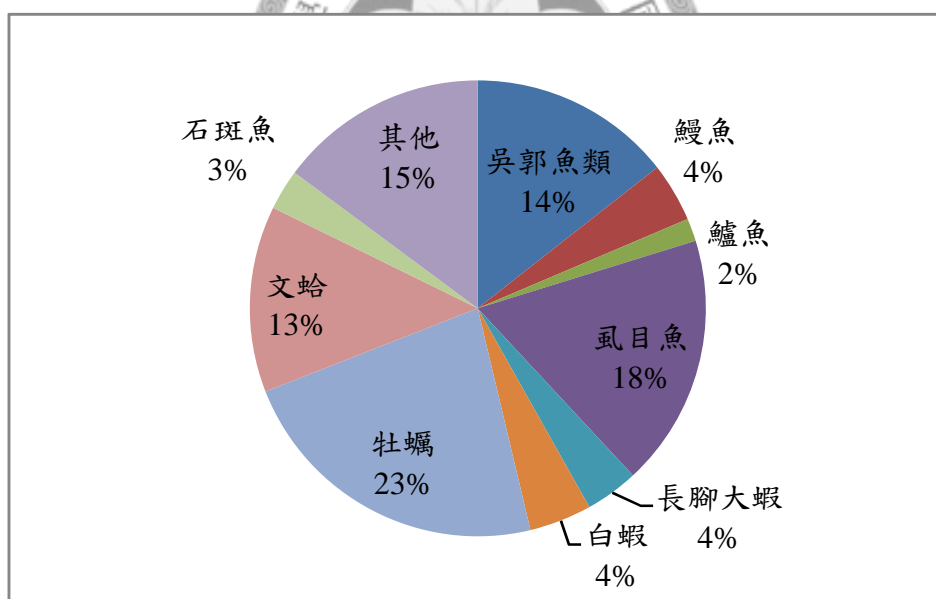


圖 2-3：2007 年養殖面積百分比

產量方面，根據 2007 年漁業統計年報，養殖漁業的總產量為 325,052 公噸，其中海面養殖產量為 35,072 公噸，內陸養殖產量為 289,980 公噸，其細目產量之百分比如下圖 2-4 所示。養殖項目還是以魚類為最大宗，佔了一半以上的產量，其次是貝介類(文蛤、牡蠣等)，最後才是蝦類。個別項目方面，吳郭魚的產量佔最大



宗(24%)，其次是虱目魚的 16%以及文蛤的 11%。

產值方面，2007 年養殖總產值為 32,874,199 千元，其分佈如下圖 2-5：可以發現鰻魚佔了最大部分的產值為 23%，其次是石斑魚的 12%，再來是長腳大蝦以及牡蠣均為 10%。和產量不同的是，產量最多的吳郭魚僅佔了 8%的產值，以及貝介類最多產量的文蛤卻僅佔了 5%的產值，這些現象值得思考，或許調整產業結構是必要的措施。2007 年養殖漁業產值與產量的結構如下兩圖所示。

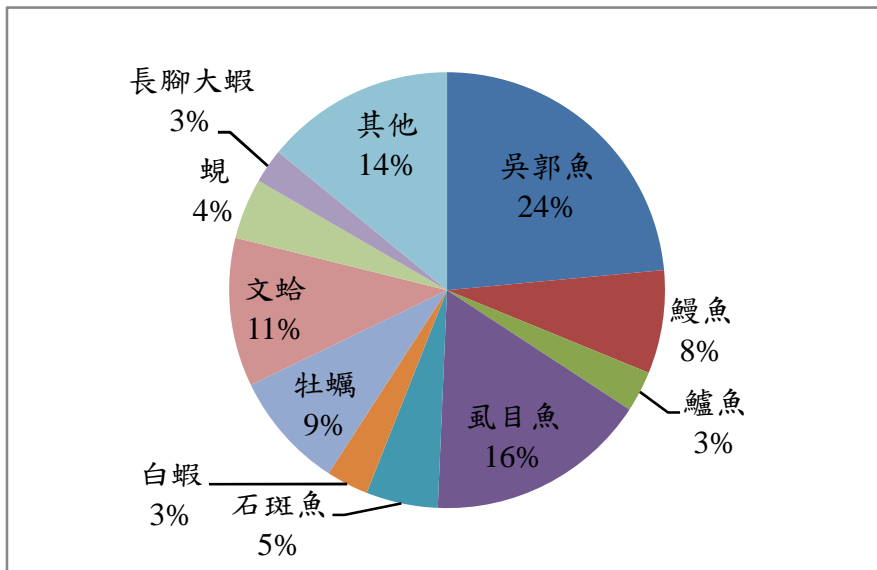


圖 2-4：2007 年各魚種養殖產量百分比

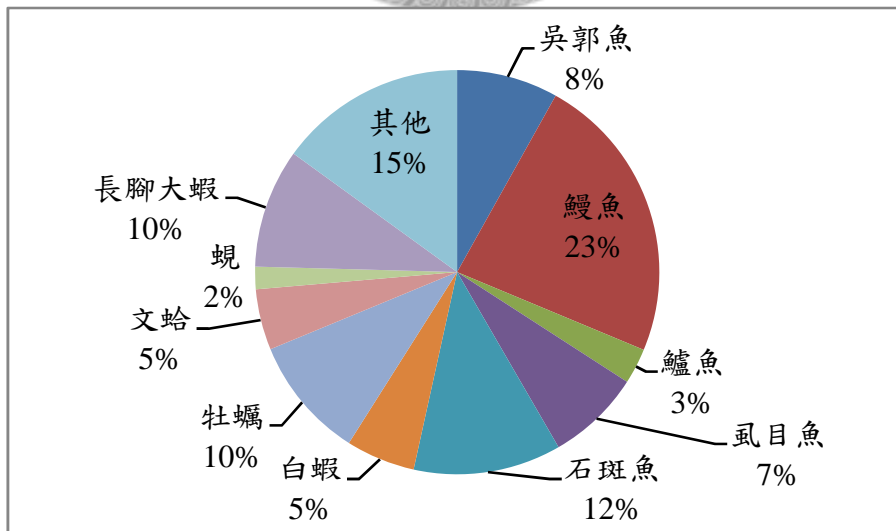


圖 2-5：2007 年各魚種養殖產值百分比

由以上分析可知，臺灣的養殖漁業以內陸養殖為大宗，並且集中在雲嘉南沿海地區，而且養殖的主要種類有：吳郭魚、鰻魚、虱目魚、石斑魚、文蛤以及牡蠣；產值方面，鰻魚、石斑魚、牡蠣以及長腳大蝦等佔有較大比重。

臺灣養殖漁業每戶的平均單位面積為 1.44 公頃，其中以 1 至 2 公頃的比率佔最多數(22.1%)，使用水源方面，根據行政院主計處「九十四年農林漁牧業普查」，除了箱網養殖以外，共 31,106 家養殖漁戶中，有 12,404 家使用地下水，15,308 家使用海水，另外 3,225 家使用河川或水庫水，其他水源則有 412 家，由上數據可知，大約有 49% 的漁戶使用海水，次之為地下水的 40%，這兩種水源為臺灣養殖漁戶的主要水源。地下水對漁戶來說是免費且乾淨的水源，但是卻會對環境帶來永久的傷害，根據經濟部水利署的統計，全臺灣和養殖相關的地層下陷面積有 845 平方公里，嚴重地層下陷的區域共有 11 個鄉鎮，都是水產養殖的重鎮，其中下陷最嚴重的區域為屏東縣塭豐村的 3.3 公尺。

最後，有關於養殖者的教育程度，根據行政院主計處(2007)的調查，15 歲以上從事養殖者的教育程度有 10% 的養殖者為不識字，39% 的人為小學或自修、19% 的業者為國中學歷、23% 的業者為高中學歷，卻僅有 8.8% 的養殖業者為大專程度以上。

由以上的數據可以知道，由於臺灣本身資源的限制，無法達到如其他國家的生產規模，使得生產成本較高無法和他國競爭，例如：臺灣鰻魚在日本的市場佔有率已經被大陸超越、吳郭魚在美國的市佔率也一直下滑(胡興華，2008)；又加上使用地下水的漁戶不在少數，但是使用地下水卻會造成環境的浩劫，近年來備受輿論譴責；再加上人力資源嚴重不足(例如：教育程度不高)，最後是嚴重的污染以及用藥過量的問題，都是我國養殖漁業發展的限制。

由以上分析，可知道臺灣的養殖漁業，相較於其他國家的發展，反而呈現了較艱難的局勢，胡興華(2008)認為臺灣養殖漁業面臨的困難如下：

1. 水土資源缺乏，養殖發展受限
2. 養殖結構不佳，天然災害多
3. 養殖環境欠佳，污染、藥物殘留事件層出不窮
4. 規模小、成本過高，競爭力不足
5. 國內市場侷限，進口、走私魚貨造成魚價波動
6. 臺灣養殖經驗技術容易被學習

以上經營困難，尤其是第四點，便是本研究所關心的議題；希望能透過計算1999年至2006年間的技術效率，瞭解此七年間技術效率的變化，檢視臺灣的養殖漁業是否還具有競爭力。



### 第三章 文獻回顧

本章共分二節，第一節首先回顧分析養殖漁業之技術效率文獻，資料包絡法以及傳統隨機邊界法的發展已經應用在許多方面，本研究回顧應用在養殖漁業之資料的文獻，瞭解國內外的應用情形以及所選擇的產出投入項或是函數形式，希望本研究能更臻完美。第二節則是回顧比較三種技術效率方法的文獻，而因為貝氏隨機邊界法的發展較晚，故本研究首先回顧使用貝氏隨機邊界法的文獻，再來回顧應用資料包絡法以及傳統隨機邊界法估計技術效率的文獻，根據這些文獻瞭解過去文獻中分析此二種方法所估計的技術效率之異同，並瞭解使用的方法；最後才是比較應用三種方法的文獻。

#### 3.1 養殖漁業技術效率分析回顧

有關於養殖漁業的技術效率分析，1996年以來，許多國外學者就利用許多不同的方式去研究，包括資料包絡以及隨機邊界法的應用，而國內也有在李朝賢與李宜謙在1995年所發表的利用隨機邊界法去研究虱目魚養殖的生產效率。

有關國外文獻的回顧如下：現有的實證分析大多數以亞洲國家居多，歐美國家的應用則較少。最早的研究大多是亞洲蝦子以及鯉魚的研究，蝦子方面，有 Gunarantne & Leung(1996&1997)、Martinez-Corderoa & Leung(2004)則是使用墨西哥蝦類養殖的資料，較特別的地方在於考量了劣等財的產出；鯉魚方面，文獻則較多，有 Sharma(1999)、Iinuma *et al.* (1999)、Sharma *et al.* (1999)、Sharma & Leung (1998, 2000<sup>a</sup>, 2000<sup>b</sup>)等研究。其他魚種如：Dey *et al.* (2000) 應用隨機邊界法分析菲律賓吳郭魚養殖的資料，Tveteras & Battese(2000&2006)則是使用挪威鮭魚養殖戶的資料，利用隨機邊界法去分其技術效率、Karagiannis *et al.* (2002) 則將隨機邊界法應用在希臘鱸魚和鯛魚的資料上，Chiang *et al.* (2004)則是利用1997年至2000年間臺灣虱目魚養殖漁戶的資料，利用隨機邊界法去分析技術效率，實證結果發現

Translog 形式的生產函數較 C-D 生產函數來得好，並且發現臺灣的虱目魚養殖戶有邊際產量遞減的趨勢。Kaliba & Engle(2004)利用 DEA 的方法去分析鯰魚(Catfish)的成本效率(Cost Efficiency)，Cinemre *et al.* (2006)應用 DEA 的方法去分析土耳其鱒魚養殖戶的成本效率，並且分析了技術效率、分配效率(Allocation Efficiency)以及成本效率。本文仿照 Sharma & Leung (2003)將文獻整理如下表：



表 3-1：國外文獻有關養殖漁業技術效率的整理

魚種/作者	地點	年份	投入	方法	技術效率
<b>鯉魚(carp)</b>					
Sharma & Leung (2000)	印度	1994-1995	每單位面積魚苗 每單位面積勞動 每單位面積有機肥 每單位面積其他投入 每單位面積飼料 每單位面積化肥 虛擬變數	SFA	0.658&0.805 *不同養殖型態
Sharma & Leung (1998)	尼泊爾	1994-1995	每公頃魚苗 每魚苗飼料量 每公頃勞動 每公頃肥料 每公頃其他投入 每公頃飼料 虛擬變數	SFA	0.689&0.795 *不同養殖型態
Sharma <i>et al.</i> (1999)	中國	1984-1985	每公頃魚苗 每公頃飼料 每公頃勞動 每公頃其他投入	DEA	0.833

續表 3-1：國外文獻有關養殖漁業技術效率的整理

魚種/作者	地點	年份	投入	方法	技術效率
Iinuma <i>et al.</i> (1999)	馬來西亞	1994	每公頃魚苗 每公頃飼料 每公頃其他 每公頃勞動 吃飼料的魚以及 濾食性的魚之比 乾/濕飼料比	SFA	0.236&0.565 *不同養殖型態
Sharma (1999)	巴基斯坦	1994-1995	每公頃魚苗 每公頃勞動 每公頃飼料 每公頃化肥 每公頃有機肥 每公頃其他投入 虛擬變數	SFA	0.561&0.673 *不同養殖型態
Sharma & Leung (2000)	南亞	1994-1995	魚苗數(尾) 勞動(人*日) 每公頃化肥量 每公頃其他投入費 每公頃有機肥飼料量 虛擬變數	SFA Meta-frontier	0.389~0.765 0.475~0.624 *不同國家比較

續表 3-1：國外文獻有關養殖漁業技術效率的整理

魚種/作者	地點	年份	投入	方法	技術效率
<b>蝦子(<i>shrimp</i>)</b>					
Gunarantne & Leung (1997)	馬來西亞	1993	每公頃勞動	DEA	DEA:0.804&0.797
			每公頃魚苗	SFA	SFA:0.783&0.763
			每公頃飼料		*不同養殖型態
Francisco & Leung(2004)	墨西哥	1994	每公頃飼料量	DEA	0.8980(1994)
		1996-1998	每公頃魚苗投入	(有考量污染)	0.8616(1996)
			每公頃用水量		0.8755(1997)
			每公頃勞動投入		0.8405(1998)
Gunarantne & Leung (2001)	亞洲	1994-1995	每公頃勞動投入	SFA	0.353~0.610(extensive)
			每公頃飼料		
			每公頃魚苗	Meta-frontier	0.472~0.526(extensive)
<b>吳郭魚(<i>tilapia</i>)</b>					
Dey <i>et al.</i> (2000)	菲律賓	1992	每公頃魚數目	SFA	0.83
			每公頃每魚飼料		
			中之粗蛋白重		
			每公頃每魚肥料		
			中之含氮量		
			每公頃勞動投入		



續表 3-1：國外文獻有關養殖漁業技術效率的整理

魚種/作者	地點	年份	投入	方法	技術效率
<b>虱目魚(milkfish)</b>					
Chiang <i>et al.</i> (2004)	臺灣	1997-1999	養殖面積 魚苗費、飼料費 水電燃料費 其他費用、混養率	SFA	0.65~0.92 *地區別養殖型態別
<b>鮭魚(salmon)</b>					
Tveterås & Battese (2000)	挪威	1985-1995	飼料投入 勞動投入 原料投入 年初魚存量 資本投入 區域的虛擬變數	SFA	
<b>鱸魚</b>					
Kaliba & Engle (2004)	美國	2001	每公頃勞動投入 每公頃電費 每公頃魚苗 每公頃飼料 每公頃經常費用	DEA Cost Efficiency	0.33

續表 3-1：國外文獻有關養殖漁業技術效率的整理

魚種/作者	地點	年份	投入	方法	技術效率
<b>鱒魚</b>					
Cinemre <i>et al.</i> (2006)	土耳其	2001	勞動投入 飼料量	DEA	0.817
<b>鱸魚、鯛魚</b>					
Karagiannis <i>et al.</i> (2002)	希臘	1994	魚苗量 飼料投入 勞動投入	SFA	0.837

資料來源：本研究整理。



國內的文獻最早是 1995 年李朝賢與李宜謙的文章，利用與夏威夷大學合作的臺灣虱目魚養殖社經情況研究計劃調查之資料，並且將養殖型態依據漁戶土地大小和使用水源加以區分，結論為直接資本投入的產出彈性最大，而勞動成本則為最小。黃貴民、王金利在 1997 年的文章使用臺灣省漁業局在 1991 年至 1995 年間共 148 筆資料，也是利用隨機邊界法去分析臺灣九孔養殖的技術效率，將九孔養殖分為潮間帶養殖以及陸上養殖，但不論是哪種養殖方式，得到的結論為所有的投入之係數都為正，而且陸上養殖之養殖型態的技術效率顯著高於潮間帶養殖。陳郁蕙、林呈旭、李武忠在 2001 年的研究則是使用自己收集而來 48 家鰻魚養殖業者的追蹤資料(Panel Data)，利用隨機邊界法去分析技術效率，得到所有的投入對於產量都是正的影響，且只有飼料的部分不顯著之結論。陳郁蕙、溫祖康在 2001 年的研究為利用草蝦養殖戶資料分析技術效率，實證結果顯示除了藥品費用、其他費用以及固定投入的係數為負以外，其他投入的係數都為正且顯著。余金妹在 2005 年分析臺灣虱目魚養殖戶的效率，實證結果發現若是使用 C-D 生產函數，所有的投入都對產出有正且顯著的影響，並且發現 Translog 的生產函數較為適宜。李武忠、詹滿色、陳郁蕙、陳雅惠、廖一久在 2005 年的文章使用自行訪問的追蹤資料，目的是分析蝦病爆發前後技術效率的改變，實證的結果發現，爆發後其技術效率則下降了 0.41。

碩士論文方面，國立臺灣海洋大學在研究技術效率上有相當多的論文發表，陳志偉(2001)利用隨機性邊界模型去估計臺灣吳郭魚養殖戶之技術效率，洪培勳(2002)使用 1999 至 2001 年之吳郭魚養殖戶資料，施惠文(2003)應用隨機邊界模型去分析石斑魚養殖漁戶技術效率、陳蕙卉(2003)的論文則是分析箱網養殖的技術效率，另外還有王碧如(2003)利用自行訪問得來之資料分析臺灣鮑魚的技術效率、莊琦婷(2005)也是利用自行訪問得來的 80 份問卷進行臺灣鯛的養殖技術效率分析，郭仁杰(2005)的論文中利用文蛤養殖資料分析其技術效率。另外臺灣大學也有陳智遠(2003)的研究。將國內文獻整理如下表所示：

表 3-2：國內文獻有關養殖漁業技術效率的整理

作者	魚種	年份/資料	投入	方法	技術效率
<b>期刊文章</b>					
陳郁蕙 溫祖康	草蝦	1990 年至 1997 年 中華民國臺灣地區沿近海及養 殖漁戶經濟調查報告	養殖面積 勞動成本 種苗費用 飼料費用 水電費用 藥品費用 其他費用	SFA C-D	0.5789
余金妹	虱目魚	1997 年至 1999 年 中華民國臺灣地區沿近海 及養殖漁戶經濟調查報告  區域：嘉義、臺南、高雄 N=443	固定投入 養殖面積 魚苗費 飼料費 水電及燃料費用 其他費用 混養虱目魚產值所佔比重	SFA C-D Translog	0.76-0.89 *分成不同養殖型 態
陳郁蕙 林呈旭 李武忠	鰻魚	1998 年 自行調查 N=48	投入飼料量 總勞動投入量 總土地投入量 總資本投入	SFA C-D	0.87
李朝賢 李宜謙	虱目魚	1992 年 李朝賢教授與美國夏威夷大學 合作之臺灣虱目魚養殖社經情 況研究計劃調查 N=90	養殖面積 勞動成本 直接資本投入 間接資本投入	SFA C-D	0.78

續表 3-2：國內文獻有關養殖漁業技術效率的整理

作者	魚種	年份/資料	投入	方法	技術效率
黃貴民	九孔	1991 年至 1995 年	養殖面積、飼料費用	SFA	0.85&0.88
王金利		養殖漁戶經濟調查 N=148	魚苗費用、勞動總工時 燃料投入、資本投入	C-D	*分成是否為潮間 帶養殖
李武忠	草蝦	1986 年至 1999 年	飼料費	SFA	0.4062
詹滿色...等		自行訪問	勞動投入	C-D	0.7902
		Panel data (yr=14,n=31)	設備投資費	Translog	*蝦病爆發前後比 較
<b>碩士論文</b>					
陳智遠	草蝦	1986 年至 1999 年 自行訪問 Panel data (yr=14,n=31)	飼料投入 人事投入 水電投入 其他投入	DEA&SFA  C-D Translog	DEA:0.8973 SFA(C-D) :0.4611
郭仁杰	文蛤	2000 年至 2003 年 中華民國臺灣地區沿近海及 養殖漁戶經濟調查報告  N=219	種苗成本 飼料成本 鹽地租金成本 臨時工資成本 家工成本 其他成本	DEA&SFA  C-D Translog	DEA:0.5606 SFA:x *主要比較 CD 以 及 Translog
陳志偉	吳郭魚	1994 年至 1998 年 中華民國臺灣地區沿近海及 養殖漁戶經濟調查報告  N=263	放養密度 魚苗費 飼料費、勞動費、資本費	SFA  C-D	0.766

續表 3-2：國內文獻有關養殖漁業技術效率的整理

作者	魚種	年份/資料	投入	方法	技術效率
洪培勳	吳郭魚	1999 年至 2001 年 中華民國臺灣地區沿近海及 養殖漁戶經濟調查報告 N=177	每公頃魚苗費 每公頃肥料及飼料費 每公頃藥品費 每公頃水電費 每公頃工資	SFA C-D Translog	0.783
施惠文	石斑	1999 年至 2002 年 中華民國臺灣地區沿近海及 養殖漁戶經濟調查報告 N=191	每公頃魚苗費 肥料及飼料費 藥品費、水電費、工資	SFA Translog	0.7652 0.7796 *不同養殖型態
陳蕙卉	箱網	1998 年至 2004 年 自行訪問 N=89(箱網) N=42(海鱺)	每單位面積魚苗費 每單位面積飼料費 每單位面積勞動 每單位面積資本投入	SFA C-D	0.6573 (箱網) 0.6969 (海鱺)
莊琦婷	臺灣鯛	2004 年 臺灣鯛協會協助 取得記帳資料 N=80	每公頃魚苗放養量 每公頃飼料投餌量 每公頃勞動費用 每公頃其他雜支、水電費用	SFA C-D Translog	0.73 (Translog)
王碧如	臺灣鮑	1999 年至 2001 年 自行訪問 N=16 區域：宜蘭	水電費用 飼料費用、種苗費用 養殖面積、薪資費用	DEA	0.935 0.933 0.944*年別

資料來源：本研究整理。

### 3.2 估計技術效率方法之回顧

本小節將針對使用三種不同估計方法的文章進行回顧，並且針對貝氏隨機邊界模型進行回顧，但本節的重點在於比較資料包絡法和傳統的隨機邊界模型；至於貝氏和傳統的隨機邊界模型，則只有 Kim & Schmdit (2000)所回顧的追蹤資料之比較。最後再回顧使用三種方法之文章。

#### 3.2.1 貝氏隨機邊界模型文獻之回顧

貝氏隨機邊界模型的實證文獻並不算多，但近年來因為電腦的進步而發展快速(Dorfman & Koop, 2005)，包括：應用於北大西洋遠洋漁業的分析(Fernández *et al.*, 2002<sup>a</sup>)、烏克蘭穀物的研究(Kurkalova & Carriquiry, 2002&2003)、喬治亞共和國(Bezemer *et al.*, 2005)、孟加拉稻農的資料(Balcombe *et al.*, 2007<sup>a</sup>)、應用在澳洲酪農業的(Balcomebe *et al.*, 2006&2007<sup>b</sup>)；也有學者使用德國酪農之追蹤資料，應用在多種產出(例如：汙染物)的技術效率之分析(Fernández *et al.*, 2002<sup>b</sup>)，另外也應用於非農業部門，例如 Lewis *et al.* (2003)亦曾經應用在不動產投資之成本效率分析、Ennsfellner *et al.* (2004)應用在澳洲的保險業之技術效率分析，另外 Huang(2004)允許廠商間技術有所不同，比較有無加入異質性的異同。

因為貝氏隨機邊界模型的文獻並不多，國內也無文獻探討，所以特地回顧一下目前的發展狀況，下小節將直接回顧比較資料包絡法和傳統隨機邊界模型的比較。

#### 3.2.2 資料包絡法和傳統隨機邊界模型的比較

根據上節的養殖漁業之文獻回顧，可以發現若是在養殖漁業的範疇內，比較資料包絡法和傳統隨機邊界模型的文獻並不多，只有 Gunarantne & Leung(1997)以及國內的陳智遠(2003)有比較不同方法下技術效率的差異，並且都得到使用資料包絡法會得到較高技術效率值的結論。但又因為比較這兩種方法的文獻實在太多，

所以本文就僅回顧農業部門的應用。

不僅上述的國內文獻發現資料包絡法的技術效率值較高，另外 Sharma *et al.* (1997)、Sedik *et al.* (1999)以及 Wadud & White(2000)也得到類似的結論，且發現使用資料包絡法在高技術水準會較集中，反觀傳統隨機邊界模型技術效率 0.6 最多，在高技術效率處卻較扁平；但是也有文獻發現資料包絡法之估計值會比較低，例如 Brümmer (2001)估計此兩種方法的信賴區間，得到就平均數而言，資料包絡法會較低，而若是比較信賴區間的大小則資料包絡法比傳統隨機邊界法來得精確，也就是信賴區間比較小的結論；另外例如 Latruffe *et al.* (2004)、Tingley *et al.* (2005)都發現，不論是哪種生產型態，傳統隨機邊界模型的技術效率值都較高；Ören & Alemdar (2006) 應用土耳其煙草農戶的資料，發現就平均值而言，傳統隨機邊界法的技術效率較資料包絡法來得高，但是資料包絡法在高技術效率處較集中。最後，Osborne & Trueblood(2006)估計 1993 到 1998 年別的技术效率，發現不論是哪一年，傳統隨機邊界法都較資料包絡法來得高。就比較的方法來看，除了一般的比較平均數以外，也有文獻利用 Spearman 檢定去比較各種方法相關性(Sharma *et al.*,1997、Balcombe *et al.*,2006)，並且都得到高度相關且顯著的結論；另外也有以區間估計比較的方法(Brümmer, 2001)。

### 3.2.3 三種估計技術效率的方法之回顧

僅有 Balcome *et al.* (2006)這篇文章應用三種不同方法，作者使用澳洲的酪農資料，比較傳統和貝氏隨機邊界法兩種不同方法所得之係數，並且比較技術效率之異同；係數方面，貝氏隨機邊界法文中僅採用指數分配型態的技術無效率值，可以發現不論是傳統的或是貝氏之估計值都差不多，並且牛的頭數是最為關鍵的投入。技術效率值方面，資料包絡法的平均值為 0.65、傳統隨機邊界法的平均值為 0.82(指數分配)及 0.77(半常態分配)，最後是貝氏隨機邊界法之平均值為 0.83(指數分配)，可以發現資料包絡法的估計結果最小，傳統和貝氏隨機邊界法則相去不



遠。分配方面則發現應用資料包絡法的技術無效率值在尾端部分較其他兩種方法來得扁平且分散 (Flatter and Longer)，除此之外，本篇文章也提供除了點估計值以外的區間估計值，並且使用 Spearman 檢定分析三種方法的排序是否相同，得到都高度相關且顯著的結論。

由以上回顧可以發現，首先就養殖漁業方面來看，可以發現國內文獻對於養殖漁戶的技術效率已經有相當程度的研究，魚種也包羅萬象，不論是魚類或是貝介類都已有文獻探討；在方法上也包括資料包絡法或是隨機邊界法，其中以隨機邊界法應用較多。但可以在文獻回顧中發現，在養殖漁業方面，國內並沒有應用貝氏定理估計的隨機邊界模型之探討，甚至在農業部門也尚未發現此類文獻，故本文的貢獻之一就是首次應用貝氏定理去估計隨機邊界模型。

另外，本文也將探討數年間技術效率的變化情形，由上述文獻中可以發現，多數文章僅是探討單一魚種的技術效率，所以本文也將試圖分析數年間整體養殖漁戶的技術效率變化，而並不是僅拘泥於單一魚種。



## 第四章 理論模型

決策單位(Decision Making Units, DMU)之技術效率的衡量一直是實證經濟學家關心的課題，從最基本的每單位投入產量，到發展出總要素生產力指數(Total Factor Productivity Index)，例如：Tronqvist 指數、Fisher 指數，而後到近期的邊界(Frontier)概念的發展，包括資料包絡法以及隨機邊界模型，其中隨機邊界法也發展出以貝氏理論為基礎的隨機邊界法。產出方面，除了一般常見的總產量或是產值以外，目前也發展出衡量非意欲產出(Undesirable Output)的方法，期能更全面的檢視廠商技術效率，而不僅僅拘泥在產量，更多有關近期發展的介紹可以參考 Dorfman & Koop(2005)這篇文章。

本章共分兩大部分，第一部分首先將介紹本研究估計技術效率所使用的三種方法之理論架構，第一節為資料包絡法，第二節為傳統隨機邊界法，第三節為貝氏隨機邊界法，而後簡單地比較三種方法的異同與優劣。第二部分將介紹為了分析此三種方法所估計的生產技術效率之異同，本研究將採用的兩種無母數法。首先介紹檢定三種或三種以上機率密度分配是否相同的 Kruskal-Wallis 檢定之原理，而後介紹檢定順序資料是否有相關的 Spearman 檢定。

### 4.1 資料包絡法

資料包絡法在 1978 年由 Chanes 等人所提出，是一種應用線性規劃(Linear Programming)求算技術效率的方法，問世已屆 30 年，應用在各方面的文獻相當廣泛<sup>4</sup>；根據不同取向，可分為投入取向(Input-orientation)以及產出取向(Output-orientation)。或者是根據規模報酬的型態，可以分成固定規模報酬(Constant Return to Scale, CRS)以及變動規模報酬(Variable Return to Scale, VRS)。

常用的 DEA 模型有 Charn 等人在 1978 所提出的 CCR 模型，以及 Banker 等人

---

<sup>4</sup> 可參考 Emrouznejad et al.(2008) 的文章，或網站 <http://www.deazone.com/> 提供很多資訊。

在 1984 年提出的 BCC 模型，CCR 模型是假設各決策單位為固定規模報酬，可用來衡量總效率，而 BCC 模型是假設各決策單位為變動規模報酬，可用來衡量純技術效率與規模效率。

有關取向和規模報酬的簡介如下：根據 Coelli *et al.*(2005)的定義，投入取向係指在既有的產出水準下，和有效率的決策單位相比，應減少多少的投入項，方能達到效率；產出取向則為在既有的投入量下，和有效率的決策單位相比，應增加多少產出，方能達到效率。利用圖形解釋會較清楚，若先以投入取向為例，假設決策單位使用  $x_1$  以及  $x_2$  兩種投入，則可以將各種不同投入組合與固定產出的關係畫成等產量線(Isoquant)，如下圖所示：

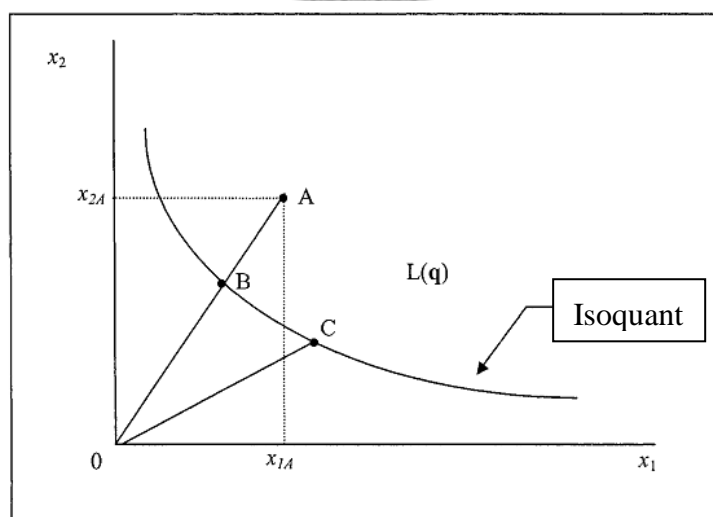


圖 4-1：投入取向(Coelli *et al.*, 2005)

其中  $L(q)$  為可以生產  $q$  的投入集合(Input Set)。由上圖可以發現，有相同的產出水準，A 點相較於 B 點與 C 點，就是技術無效率的，因為使用了較多的投入組合卻僅能達到一樣的產出，而其技術效率值則是  $OB/OA$ 。

若是產出取向的話，假設有兩種產出  $q_1$  以及  $q_2$ ，則可以將生產可能曲線 (Production Probability Curve, PPC) 表示如圖 4-2 所示：

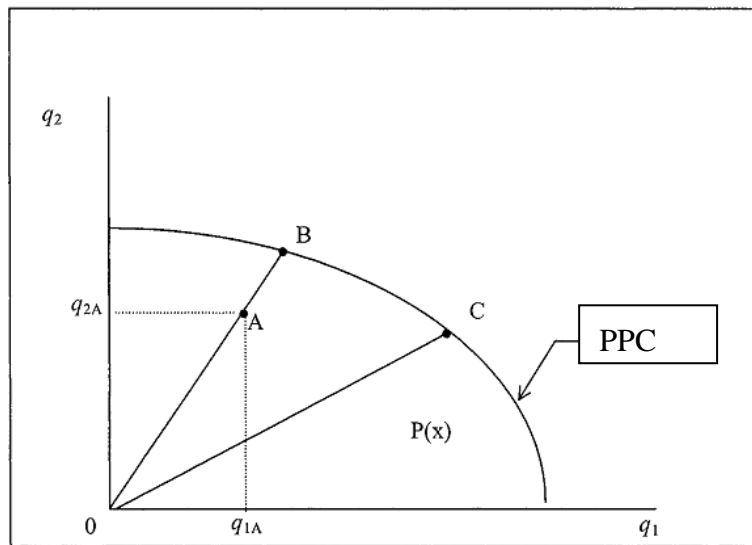


圖 4-2：產出取向(Coelli *et al.*, 2005)

根據 Coelli *et al.*(2005)，其中  $P(x)$  為某決策單位使用投入  $x$  所生產出來的產出集合(Output Set)，由上圖可以看出 A 相對於 B 與 C 是較無效率的，因為使用了同樣的投入，但 A 僅能達到較少的產量，其技術效率值為  $OA/OB$ 。

最後有關規模報酬，因為固定規模報酬只有在每個決策單位都在適合的規模下從事生產，但是現實生活中不可能有此情形，很多外在因素，如政府管制或是財務限制都有可能使得某些決策單位無法在最適規模下生產；於是有 Afriat、Färe 以及 Banker 等人建議應將考慮變動規模報酬。變動規模報酬的限制較固定規模報酬來得寬鬆，所以變動規模報酬的技術效率值會比較高。有關這兩種不同規模報酬的介紹如下圖。

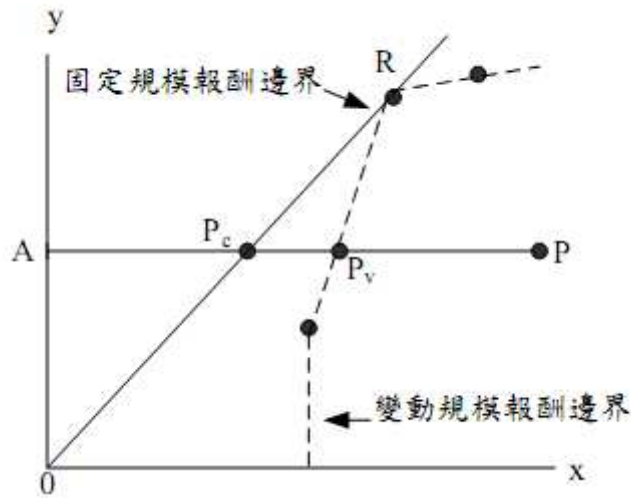


圖 4-3：固定規模報酬與變動規模報酬

由上圖所示，可以發現固定規模報酬邊界即為一條通過原點的 45 度角線，而變動規模報酬邊界則不一定，可以分成遞增或是遞減，由決策單位和原點連線的角度來區別，超過 45 度角就是遞增，反之小於 45 度角就是遞減。由 P 點來看，變動規模報酬的邊界相較固定規模報酬的邊界來得近，所以  $TE_{CRS}$  為線段  $PP_c$  的倒數、 $TE_{VRS}$  為線段  $PP_v$  的倒數，自然是  $TE_{VRS}$  來得小。

本研究因為考量固定規模報酬的假設過於強烈，就算是同一種魚種，各個養殖漁戶也不可能都在相同的規模之下從事生產，所以本文採用變動規模報酬來分析；又因為資料的取得為投入的資料，若想要比較各漁戶的效率，應採用的是投入取向之模型，其線性規劃模型如下：

若有 I 個廠商，其投入為  $x_i$ ，產出為  $q_i$ ，其求解如下：(Coelli *et al.*, 2005)

$$\begin{aligned}
 & \text{Min}_{\theta, \lambda} \quad \theta \\
 & \text{s. t.} \quad -q_i + Q\lambda \geq 0 \\
 & \quad \theta x_i - X\lambda \geq 0 \\
 & \quad I1' = 1 \\
 & \quad \lambda \geq 0
 \end{aligned}$$

其中  $I1'$  為一  $1 \times 1$  的向量，用途為確保無效率廠商僅和相似規模的廠商比較，另外  $\theta$  為每個廠商的效率值；透過軟體的運算，便可得到每個決策單位的技術效率值。

因為本文所關心的只有技術效率，所以其他有關資料包絡法能分析的其他效率，例如規模效率(Scale Efficiency)、加上價格資訊的分配效率(Allocative Efficiency)的討論，在本文就不加以贅述。

#### 4.2 傳統隨機邊界模型

傳統的隨機邊界模型是由 Aigner 等人以及 Meeusen 等人在 1977 年提出，隨機邊界生產函數的設定如下：(Coelli *et al.*, 2005)

$$\ln q_i = \alpha + \beta \ln x_i' + v_i - u_i$$

$$\text{或是改寫成：} q_i = \exp(\alpha + \beta \ln x_i) \times \exp(v_i) \times \exp(-u_i)$$

上式表示第  $i$  個廠商，其中  $q_i$  為此廠商  $i$  的產出， $x_i$  為廠商  $i$  的投入組合，前半部份  $\exp(\alpha + \beta \ln x_i)$  為確定組成(Deterministic Component)。而  $\exp(v_i)$  為干擾項(Noise)，最重要的技術效率值則為  $\exp(-u_i)$ ，可以以圖表示如下：

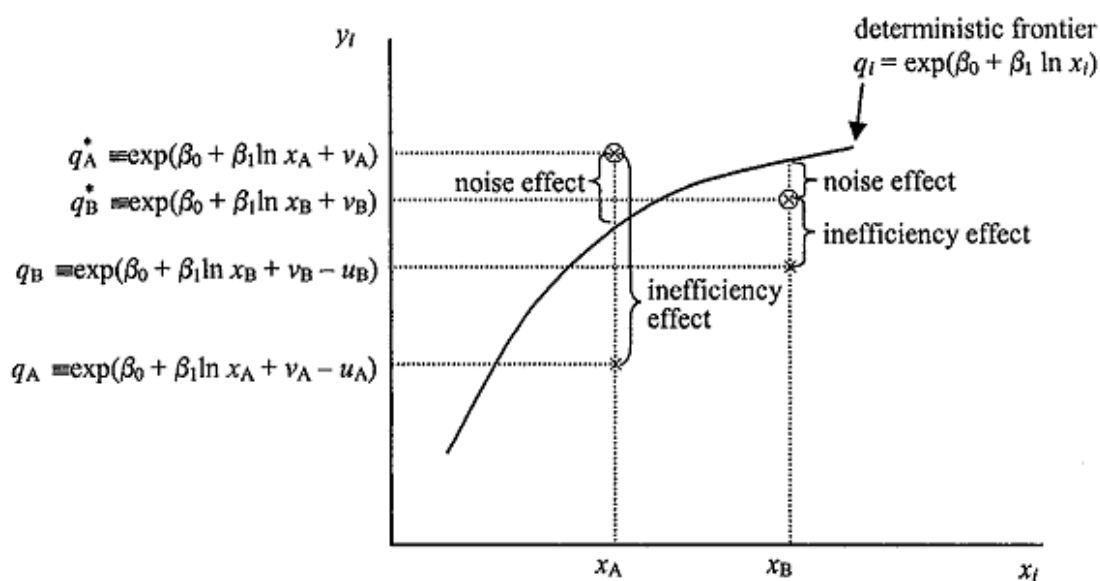


圖 4-4：隨機邊界模型(Coelli *et al.*, 2005)

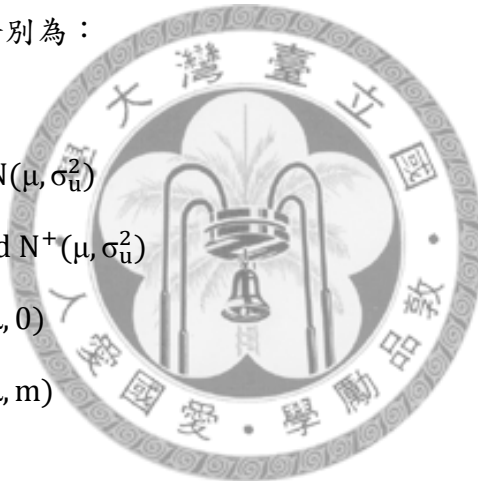
由上圖 4-4 可知，廠商 A 的投入為  $x_a$  且其產出為  $q_a$ ，可看出廠商 A 與確定邊界(Deterministic Frontier)的差距為  $u_a - v_a$ ，干擾項  $v_i$  所代表的是其他因素所發生的效果，例如農產品中常見的因為氣候不佳所導致的減產。其假設一般都是假設為來自互相獨立且相同的機率分配，且平均數為零、變異數為  $\sigma_v^2$  的常態分配。由以上的假設，可知干擾項  $v_i$  不一定是大於或是小於零，例如圖 4-4 中的 A 廠商就是干擾項大於零的狀況；B 廠商則是干擾項小於零的狀況。至於技術無效率項  $u_i$  的分配，常見的有四種，分別是 Aigner 等人在 1977 年提出的半常態分配(Half-normal Distribution)、Stevenson 在 1980 年提出截斷常態分配(Truncated Normal Distribution)、指數分配(Exponential Distribution)以及 Greene 在 1990 提出的迦碼分配(Gamma Distribution)，其形式分別為：

半常態分配： $u_i \sim \text{i.i.d } N(\mu, \sigma_u^2)$

截斷常態分配： $u_i \sim \text{i.i.d } N^+(\mu, \sigma_u^2)$

指數分配： $u_i \sim \text{i.i.d } G(\lambda, 0)$

迦碼分配： $u_i \sim \text{i.i.d } G(\lambda, m)$



本文使用的是最基本的半常態分配假設，於是可將隨機邊界模型設定如下：

$$\ln q_i = \alpha + \ln x_i' \beta + v_i - u_i, \quad v_i \sim \text{i.i.d } N(0, \sigma_v^2), \quad u_i \sim \text{i.i.d } N^+(0, \sigma_u^2)$$

即  $v_i$  假定是來自互相獨立且相同的機率分配(Independent and Identical Distribution, 縮寫為 i.i.d)，且為平均數為零、變異數為  $\sigma_v^2$  的常態分配； $u_i$  來自互相獨立且相同的、平均數為零、變異數為  $\sigma_u^2$  的半常態分配。

最後需要估計的對數概似函數(Log Likelihood Function)可以表示如下：(Coelli *et al.*, 2005)

$$\ln L(q|\beta, \sigma, \lambda) = -\frac{I}{2} \ln \left( \frac{\pi \sigma^2}{2} \right) + \sum_{i=1}^I \ln \Phi \left( -\frac{\varepsilon_i \lambda}{\sigma} \right) - \frac{1}{2\sigma^2} \sum_{i=1}^I \varepsilon_i^2$$

其中 $\sigma$ 為 $\sigma_v^2 + \sigma_u^2$ 、 $\lambda$ 為 $\sigma_u^2$ 除上 $\sigma_v^2$ 的比例，若 $\lambda$ 等於零則代表沒有技術效率的影響，所有的差異都來自干擾項；另外 $q$ 表示產出取對數後的產量、 $\varepsilon_i = v_i - u_i$ 為組合誤差項(Component Error)，最後 $\Phi$ 表示標準常態分配的累積機率密度函數(Cumulative Distribution Function, CDF)。

最後設定生產函數形式，一般常見有 Cobb-Douglas(C-D)生產函數以及 Translog 生產函數，雖然使用 Translog 生產函數所估計出來的係數值並無法直接代表此投入的產出彈性，但是好處是 Translog 生產函數是較有彈性(Flexible)的，所以本研究使用 Translog 生產函數，其設定如下：

$$\ln q = \alpha + \sum_{n=1}^N \beta_n \ln x_n + \frac{1}{2} \sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^N \beta_{nm} \ln x_n \ln x_m$$

假設共有  $N$  種投入，則上式中  $q$  為廠商的產出水準， $x_n$  為廠商的第  $n$  項投入之水準。最後，若欲求算產出彈性值，則對上式對  $x_n$  偏微，就可以得到產出彈性值。



### 4.3 貝氏隨機邊界模型

有了資料以後，要如何應用資料求算出母數(Parameter)一直是計量學家追求的目標，而常見的方法有：普通最小平方法(Ordinary Least Square, OLS)、最大概似法(Maximum Likelihood, ML)以及一般動差法(Generalized Method of Moments, GMM)。這三種方法應用的相當廣泛，至於本文介紹的貝氏估計法可算是最大概似法的更一般化。(Stauffer, 2008)

貝氏隨機邊界模型在近年來因為電腦的進步所以漸漸發展的一種方法，在 van den Broeck *et al.* (1994)以及 Koop *et al.* (1994&1995)之後開始才有較多應用，本節在開始介紹貝氏隨機邊界模型之前，將會先介紹貝氏定理的組成以及估計的演算法，再來才介紹貝氏隨機邊界模型。



### 4.3.1 貝氏定理

在介紹貝氏隨機邊界模型前，先介紹貝氏定理(Bayes' Theorem)。貝氏定理的精神在於事後的機率密度函數是由研究者事前相信的機率密度函數和概似函數所組成。解釋如下：根據機率理論，條件機率(Conditional Probability)可表成：

$$p(\beta, \sigma|q) = \frac{p(q|\beta, \sigma)p(\beta, \sigma)}{p(q)}$$

因為  $p(q)$  可視為常數，所以又可以改寫成： $p(\beta, \sigma|q) \propto p(q|\beta, \sigma)p(\beta, \sigma)$ ， $\beta, \sigma$  為要估計的母數， $\propto$  表示成比例， $p(\beta, \sigma|q)$  稱為事後機率密度函數(Posterior Probability Density Function)， $p(q|\beta, \sigma)$  為概似函數(Likelihood Function)，而  $p(\beta, \sigma)$  稱為事前機率密度函數(Prior Probability Density Function)。有關貝氏定理的組成以及分析過程介紹如下。

#### 4.3.1.1 事前機率密度函數

事前機率密度函數代表研究者事前對資料的信念(Brief)，通常有兩種型態，即為非情報(Non-informative)的事前機率函數以及有情報(Informative)的事前機率函數。非情報的事前機率密度函數，是因為跟欲估計的參數 $\beta$ 無關，所以可寫成：

$$p(\beta, \sigma) \propto \frac{1}{\sigma}$$

若 $\beta$ 有單調性(Monotonicity)的限制，則有情報的事前機率密度函數可寫成：

$$p(\beta, \sigma) \propto \frac{I(\beta)}{\sigma}$$

其中 $I(\beta)$ 為一指標函數(Indicator Function)若符合限制其值則為一，若不符合則為零。上述兩種事前機率密度函數都為不適當(Improper)的事前機率密度函數，因為其積分不為一。(Coelli *et al.*, 2005)

#### 4.3.1.2 概似函數

由概似函數的形式， $p(q|\beta, \sigma)$ 可知道其意義代表的是給定 $\beta, \sigma$ 之下  $q$ (即觀察值)

的條件機率密度函數。一般常寫成  $L(q|\beta, \sigma)$ ，概似函數的選擇有很多種，要根據資料的型態去假設，例如對於連續變數(Continuous Data)來說經常假設為常態分配，而若是計數(Count Data)型態的資料則常假設為負二項分配(Negative Binomial Distribution)或是泊松分配(Poisson Distribution)，不過最重要的還是要能夠解釋最後估計的結果並且判斷這個模型是否正確。(Lancaster, 2004)

#### 4.3.1.3 事後機率密度函數

根據前面所述，以有著常態誤差的線性模型為例，即假設  $q_i = x_i\beta + \varepsilon_i$ ，其中  $\varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2)$ ，則概似函數為：

$$L(q|\beta, \sigma) = \frac{1}{\sigma^I \sqrt{2\pi}} \exp \left\{ -\frac{1}{2\sigma^2} \sum_{i=1}^I (q_i - x_i'\beta)^2 \right\}$$

若加上非情報的事前機率密度函數， $p(\beta, \sigma) \propto \frac{1}{\sigma}$ ，根據上述貝氏定理，則可以將其事後機率密度模型寫成：

$$p(\beta, \sigma|q) \propto \frac{1}{\sigma^{I+1}} \exp \left\{ -\frac{1}{2\sigma^2} \sum_{i=1}^I (q_i - x_i'\beta)^2 \right\}$$

若將上式對  $\sigma$  微分，則可得到邊際事後機率密度函數(Marginal Posterior Probability Density Function)，表示如下：

$$p(\beta|q) \propto \left[ \gamma s^2 + (\beta - b)' \left( \sum_{i=1}^I x_i x_i' \right) (\beta - b) \right]^{-1/2}$$

其中  $\gamma$  為 I-K(自由度)，K 為欲估計的係數個數，I 為廠商個數，b 是  $\beta$  的 OLS 估計值， $s^2$  則是  $\sigma^2$  的 OLS 估計值。上式再對  $\beta_k$  積分，就可以得到  $\beta$  的邊際事後機率密度函數，可以表示成  $p(\beta_k|q)$ 。(Coelli *et al.*, 2005)

#### 4.3.1.4 馬可夫鍊蒙特卡羅

因為經常會有更複雜的模型，例如層級結構(Hierarchical Structure)或是有隨機

效果(Random Effect)、或是對於母數有限制等等更麻煩的情況，所以貝氏方法經常需要用到馬可夫鍊蒙特卡羅演算法。(Stauffer, 2008)

根據 Stauffer(2008)，馬可夫鍊蒙特卡羅演算法(Markov Chain Monte Carlo, MCMC)是一個隨機的過程(Stochastic Process)，會產生適度相關的預測值鍊，每個預測值都和上一個馬可夫鍊相對應的值相關，表成： $\theta_i = \theta_i | \theta_{i-1}$ ，也就是說， $\theta_i$ 和上一個有關，卻和剩下幾期的都沒有關係。這個抽樣會需要一個”burn-in”的過程，目的為使馬可夫鍊中的值達到一個穩定的分配(Stationary Distribution)。最後馬可夫鍊會收斂為欲得到的事後機率密度函數，或稱目標機率密度函數(Target Probability Density Function)。

馬可夫鍊蒙特卡羅又有兩種常用的方法，分別是吉普士抽樣(Gibbs Sampler)以及 Metropolis-Hastings(M-H)演算法。在此本文僅介紹吉普士抽樣，至於 M-H 演算法，本文不討論。

### *Gibbs Sampler*

本方法在1984年由Geman以及Geman提出來，是最常用的MCMC方法，儘管比較不具有彈性，卻是較簡單的方法。首先，假設有 $p$ 個參數 $(\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_p)$ ，則其條件機率函數為 $p(\theta_p | \theta_1, \theta_2, \dots, \theta_{p-1}, \theta_{p+1}, \theta_p, Y)$ ，其中 $Y = (y_1, y_2, \dots, y_p)$ 為樣本觀察值。其演算方法如下步驟：

1. 選擇一個起始值 $\theta_1^0, \theta_2^0, \dots, \theta_p^0$ ，且  $s=0$
2. 從條件機率函數 $p(\theta_1 | \theta_2^s, \theta_3^s, \dots, \theta_p^s, Y)$ ，找出 $\theta_1^{s+1}$ 的值
3. 從條件機率函數 $p(\theta_2 | \theta_1^{s+1}, \theta_3^s, \dots, \theta_p^s, Y)$ ，找出 $\theta_2^{s+1}$ 的值  
(以此類推，中間省略)
4. 從條件機率函數 $p(\theta_p | \theta_1^{s+1}, \theta_2^{s+1}, \dots, \theta_{p-1}^{s+1}, Y)$ ，找出 $\theta_p^{s+1}$ 的值
5. 設定  $s=s+1$  並且重複步驟二

如此重複步驟，便可以得到各母數的事後機率密度函數。(Stauffer, 2008)

能夠執行 MCMC 演算法的軟體並不多，目前最常用的包括 WinBUGS<sup>5</sup> (the Windows version of Bayesian inference using Gibbs sampler)、BayesX<sup>6</sup>、BACC<sup>7</sup> (Bayesian Analysis, Computation and Communications)或是利用 GAUSS 或是 Matlab 軟體自行寫程式。

應用軟體之後，便可以得到估計結果，而可以依據其事後機率密度函數和其基本統計量(例如：平均數、標準差以及百分位數)去解釋這個母數，相較於一般的統計分析，貝氏定理較常使用可信區間(Credible Interval)的概念，所謂可信區間是指依據事後機率密度函數，選定一信賴水準( $\alpha$ )所計算出來的區間；和傳統的信賴區間(Confidence Interval)比較，不同點有兩項：

1. 解釋不同：因為貝式估計的結果是事後機率密度函數，所以是隨機變數，以  $\alpha=95\%$  為例，若  $\mu$  落在區間 $[(100-\alpha)/2, 100-(100-\alpha)/2]$ 內，則可以解釋為有 95%的機率落在 95%可信區間內；反觀信賴區間的概念，則只能說這個值( $\mu$ )在重複 100 次的樣本時，有 95 次會包含此值<sup>8</sup>。
2. 求法不同：一般統計常用的信賴區間是由抽樣分配的概念而來，並非像貝氏估計本身就是事後機率密度。

#### 4.3.2 貝氏隨機邊界模型

介紹完貝氏定理，在本小節則介紹應用貝氏定理的隨機邊界模型。根據 Coelli *et al.*(2005)的定義，本文估計的是半常態分配的隨機邊界模型，簡介如下：今假設有 I 個廠商，其中第 i 個廠商的產出為  $q_i$ ，投入為  $x_i$ ， $v_i$  為隨機變數， $u_i$  為技術無效率值。設定如下：

$$\ln q_i = \ln x_i' \beta + v_i - u_i$$

<sup>5</sup> <http://www.mrc-bsu.cam.ac.uk/bugs/welcome.shtml>，有關其使用可參考 Lunn *et al.* (2000)。

<sup>6</sup> <http://www.stat.uni-muenchen.de/~bayesx/bayesx.html>

<sup>7</sup> <http://www2.cirano.qc.ca/~bacc/>

<sup>8</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Credible\\_interval](http://en.wikipedia.org/wiki/Credible_interval)、Stauffer(2008)。

$$v_i \sim \text{i.i.d. } N(0, h)$$

$$u_i \sim \text{i.i.d. } N^+(0, \lambda)$$

其中  $h$  與  $\lambda$  分別為  $\sigma_v^2$  以及  $\sigma_u^2$  的倒數(在貝氏隨機邊界模型中常用，以”Precision”表示)。則概似函數可以寫成：

$$L(q|\beta, h, u, \lambda) = (2\pi)^{-\frac{1}{2}} h^{\frac{1}{2}} \exp \left\{ -\frac{h}{2} \sum_{i=1}^I (\ln q_i - \alpha - x_i' \beta + u_i)^2 \right\}$$

其中  $q$  為  $(\ln q_1, \ln q_2, \dots, \ln q_I)$ 。

而事前機率密度函數可寫成： $p(\beta, h, u, \lambda) = p(\beta, h)p(u|\lambda)p(\lambda)$ ，其中  $p(u|\lambda)$  就是前述的  $u_i \sim \text{i.i.d. } N^+(0, \lambda)$ 、而  $p(\beta, h)$  以及  $p(\lambda)$  則是研究者事前的信念(Coelli *et al.*, 2005)。至於  $p(\lambda)$  的設定，根據 van den Broeck(1994)的討論， $p(\lambda) \sim \text{Gamma}(1, -\ln(\tau^*))$ ，而  $\tau^*$  表示事前研究者對於技術效率之中位數(Median)的假設，目前文獻多用 0.875<sup>9</sup>。

最後有關  $p(\beta, \lambda)$  的設定，本文使用非情報的事前機率密度函數，也就是和  $\beta$  無關的分配，其假設如下： $p(h) \sim \text{Gamma}(0.001, 0.001)$ 。至於為何使用 0.001，根據 Koop & Steel(2001)的說法，雖然不適當的事前機率密度函數是被排除的，但若選擇選擇較小的參數，則是可以被接受的，因為這樣的假設，概似函數尚可以控制。

有了以上設定，便可將概似函數和事前機率密度函數相乘進而得到事後機率密度函數，進而估計出貝氏隨機邊界模型的技術效率值以及各投入的係數值。

介紹完上述三種不同的方法，關於三種方法的比較與優劣說明如下(Coelli *et al.*, 2005)：

1. 資料包絡法是使用無母數法，而隨機邊界法是屬於有母數法，即對誤差項

$(v_i)$  以及技術效率值  $(u_i)$  的分配有所假設，對母數做假設的風險就是如果母

<sup>9</sup> 不同文獻的值都不甚相同，例如：Koop *et al.*(1997)使用 0.85、Kim & Schmidt(2000)使用 0.875、Kleit & Terrell(2001)使用 0.875、Balcombe *et al.*(2006)使用 0.875 以及 Griffin 和 Steel(2007)使用 0.875；在此只是使用較多人使用的。

數並不是呈現這樣的分配，那麼就會有所偏誤；反觀資料包絡法僅需要投入產出的資料即可算出技術效率。

2. 資料包絡法沒有考慮誤差項所帶來的效果。所以廠商因為其他外在因素而受到限制(例如：氣候或政策因素)的效果就會被歸類為技術無效率，又因為沒有假設生產函數的形式，便無法瞭解投入以及產出間的關係；相反的隨機邊界模型便可以達到這些目的。
3. 貝氏隨機邊界模型和傳統隨機邊界模型的異同則是在於貝氏隨機邊界模型又多加入了事前的假設，而且估計值是由一機率密度函數所表示，對研究者來說，便能用機率的概念去瞭解這個估計值的型態。

#### 4.4 比較方法

使用上述三種不同的方法估計技術效率之後，本研究欲探討使用三種不同方法所得到的技術效率值之間是否存在差異。除了比較隨機邊界模型所估計的係數和技術效率的平均值或標準差之外，本研究關心三種不同方法所估計的技術效率值之分配是否相同、另外也關心不論其使用方法為何，漁戶生產技術效率的排序是否一致？本研究應用 Kruskal-Wallis 檢定和 Spearman 等級檢定兩種無母數法，使用無母數法的好處為不用假設母體為常態分配或變異數相等的假設。有關其介紹如下兩小節。

##### 4.4.1 Kruskal-Wallis 檢定

Kruskal-Wallis 檢定用來檢定三個或三個以上獨立母體分配是否相同的檢定方法，是一種以等級來進行變異數分析的檢定方法。其檢定步驟如下：(林惠玲、陳正倉，2004)

1. 設立假設：

$H_0$ ：k 個母體有相同分配

$H_1$ ：k 個母體分配至少有兩個不同

2. 將所有的樣本混合，由小而大排列等級，求取各樣本的等級和( $R_i$ )，等級和即各排列的等級之和，再計算檢定統計量  $K$ 。

$K$  的公式如下：

$$K = \frac{12}{n(n+1)} \sum_{i=1}^c \frac{R_i^2}{n_i} - 3(n+1), \text{ 其中 } n \text{ 為總樣本數, } c \text{ 為樣本組數, } n_i \text{ 為第 } i$$

組樣本數,  $i=1 \cdots \cdots c$ ,  $R_i$  則為第  $i$  組樣本之等級和。

3. 在  $H_0$  為真的假設下，該統計量為自由度為  $c-1$  的卡方分配。即  $K \sim \chi^2_{c-1}$ 。其決策法則為若  $K > \chi^2_{c-1, \alpha}$ ，則拒絕  $H_0$ ，即  $k$  個母體分配至少有兩個不同；若  $K \leq \chi^2_{c-1, \alpha}$ ，則表示不拒絕  $H_0$ ，即  $k$  個母體有相同分配。

#### 4.4.2 Spearman 等級檢定

欲衡量兩個順序資料間的相關程度，本研究應用 Spearman 等級相關檢定，也是使用無母數的方法，所謂等級相關檢定，是利用等級相關係數來做檢定的方法。

本研究使用的 Spearman 等級係數之公式為： $r_s = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n(n^2-1)}$ ，其中  $r_s$  稱為

Spearman 等級相關係數(Spearman Rank Correlation Coefficient, SRCC)、 $d$  為兩樣本隨機變數的等級差異、 $n$  為樣本數。 $r_s$  的解釋與一般的相關係數相同，當兩個變數的等級順序完全相同時，可得  $r_s$  等於 1；反之， $r_s$  等於 -1 則可以解釋為兩變數的等級順序完全相反；若  $r_s$  等於零則表示兩個變數的等級無相關(林惠玲、陳正倉，2004)。另外，若  $r_s$  介於 1 和 0.5 之間，則稱做高度相關(Strongly Correlated)，若  $r_s$  介於 0 和 0.5 之間，則稱為低度相關(Weakly Correlated)。

從樣本獲得等級相關係數( $r_s$ )後，便可以利用之來推論母體等級相關係數( $\rho_s$ )。利用之來檢定  $\rho_s$  是否為零(兩個順序資料沒有相關)，其假設檢定設定如下：

$H_0 : \rho_s=0$ (兩個順序資料沒有相關)

$H_1 : \rho_s \neq 0$ (兩個順序資料相關)

而統計檢定量的計算，以大樣本的情況( $n \geq 30$ )為例， $r_s$  近似常態分配，即  $r_s \sim N(0, 1/(n-1))$ ，其統計量為： $Z = \frac{r_s - 0}{\sqrt{\frac{1}{n-1}}}$ 。

本文利用以上兩種無母數方法，希望能提供更多統計上的方法去驗證資料包絡法、傳統隨機邊界法以及貝氏隨機邊界法這三種方法所估計的生產技術效率之間是否存在異同。以 Kruskal-Wallis 檢定檢定三種方法所估計的生產技術效率之機率分配是否相同，以 Spearman 等級檢定去檢定不論使用哪種方法，個別漁戶的生產技術效率在整體漁戶中的排序是否相關。

本章所介紹之理論，包括估計技術效率的三種方法以及比較不同方法間是否存在差異的無母數法，其結果將呈現於第六章。而第五章則先介紹本研究所使用的資料。





## 第五章 資料收集與介紹

本章第一部份先簡介使用的資料來源，第二部份則針對所使用的投入變數做說明。

### 5.1 資料收集

本文使用 1999 年至 2006 年，共七年的「中華民國臺灣地區沿近海及養殖漁家經濟調查報告」中的養殖漁戶部分。此調查的前身為臺灣省政府漁業局所調查的「養殖漁戶經濟調查」，在黃貴民與王金利(1997)的文獻中就有應用民國八十年的資料。

根據報告書，此調查的目的有二：

1. 建立國家基本經濟統計資料
2. 瞭解從事養殖漁業專業之漁家之漁業經營狀況、家庭收支情形及勞動利用等有關漁家經濟之各項資料，以供輔導改善漁民生活，提高漁民所得之參考。

抽樣方法則以養殖魚塢地理資訊系統資料為調查母體名冊，選擇的魚種則是以具生產重要性或具有政策必要性及過去已調查多年的魚種為主。主要的魚種包括：吳郭魚、鰻魚、虱目魚、石斑魚、白蝦、文蛤、九孔、鯛類、牡蠣、箱網以及鱸魚，不同年份對於主要魚種的定義並不相同，例如鯛類在後面幾年完全就無調查資料，不過大致上來說大同小異；至於次要的魚種，則採取隔年調查的方式。最後依據各縣市水產養殖面積母體資料，依母體數與樣本數之比率，依養殖類別分層，隨機抽出調查樣本。

此資料包括基本的地理及人口變數、養殖成本、養殖環境與設施、養殖作業與支出、家庭收支與存款以及未來經營意願與困難之資料，對於想要了解臺灣的養殖漁戶之生產狀況，可說是具有代表性且完整的。

有關於本研究所使用的資料，基本年份以及魚種整理如表 5-1 所示。

表 5-1：1999 年至 2006 年魚種以及樣本數

魚種/年份	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
吳郭魚	99	88	86	89	89	94	97	98
鰻魚	69	69	60	60	60	65	70	70
文蛤	49	49	57	56	57	57	62	62
牡蠣	80	80	84	84	84	86	86	86
鱸魚	-	42	55	59	66	76	71	72
虱目魚	94	86	73	73	74	79	80	82
石斑魚	55	54	53	55	59	67	74	91
小計	446	468	468	476	489	524	540	561
白蝦	44	44	50	49	50	54	58	41
箱網	27	24	22	21	22	17	17	16
九孔	-	30	29	30	24	23	25	21
泥鰱	-	1	-	-	-	-	-	-
鯉魚	-	-	3	-	35	-	-	-
甲魚	-	30	-	-	-	-	-	-
蜆	23	-	-	-	-	-	-	-
鯛類	59	-	33	43	-	-	-	-
樣本數	599	597	605	619	620	618	640	639

資料來源：本研究整理。

由上表可以發現，所謂的主要魚種每年都會固定調查，而本文所使用的魚種為：吳郭魚、鰻魚、虱目魚、石斑魚、文蛤、牡蠣以及鱸魚。至於為什麼選擇這些魚種呢？除了主、次要的考量以外，也是為了調查的可信性，因為認為上述魚種是較穩定的，所以才選用這些魚種。

除了選定以上魚種以外，並且因為某些資料不全，故刪除部分樣本，經過處理後，分魚最後的樣本數變為：吳郭魚 718 筆、鰻魚 501 筆、虱目魚 636 筆、石斑魚 474 筆、文蛤 435 筆、牡蠣 607 筆、石斑魚 438 筆；分年則為：1999 年 363 筆、2000 年 442 筆、2001 年 465 筆、2002 年 469 筆、2003 年 485 筆、2004 年 519 筆、2005 年 505 筆以及 2006 年 557 筆資料。

## 5.2 估計技術效率投入項

根據「中華民國九十五年臺灣地區沿近海與養殖漁家經濟調查報告」，各魚種的投入項目之比重由下表表示：

表 5-2：各魚種投入之比重

費用/魚種	吳郭魚	鰻魚	虱目魚	石斑魚	文蛤	牡蠣	鱸魚
魚苗費	12.9	53.1	15.6	24.1	28.3	29.5	11.2
飼料與肥料費	64.7	34.3	56.2	55.4	24.3	0.0	75.3
水產物藥品費	1.3	1.0	1.1	1.6	0.4	0.0	1.8
水電油料費	4.6	3.5	9.9	8.4	9.0	10.3	5.7
其他耗材	0.4	0.1	0.4	0.2	1.2	9.2	0.2
漁具費	0.4	0.3	0.3	0.4	0.6	1.6	0.3
設備修理費	2.0	1.1	3.6	2.6	3.3	11.8	1.5
土地或塭地租金	2.1	0.2	2.6	0.6	5.6	0.0	0.2
塭池整備費	1.6	1.2	3.9	1.5	8.0	0.0	1.3

續表 5-2：各魚種投入之比重

費用/魚種	吳郭魚	鰻魚	虱目魚	石斑魚	文蛤	牡蠣	鱸魚
魚貨運輸費用	1.2	0.1	0.1	0.2	1.7	1.2	0.2
家工	3.0	1.	1.8	1.0	0.0	10.3	0.0
雇工	1.7	0.9	0.2	0.4	1.3	1.6	0.2
臨時工資	3.5	2.1	3.7	1.9	10.9	21.9	1.5
保險費	0.3	0.1	0.3	1.1	1.1	2.0	0.1
養殖借款利息	0.2	0.9	0.3	0.6	4.2	0.7	0.4
其他	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

資料來源：本研究整理。

由上表可以知道，不同魚種間成本結構不盡相同，但依舊可以找出共同點，例如：魚苗費以及飼料費(飼料與肥料費)，除了牡蠣沒有飼料費以外，不論是哪種魚種，這兩項都算是重要的投入；其次為水電油料費。比較特別的是牡蠣的設備修理費較其他魚種為高，是因為牡蠣的養殖是在外海，經年的沖刷使得設備較常需要修理，除此之外，牡蠣和文蛤的工資(包括：家工、雇工以及臨時工資)都較其他魚種高出許多，可見這兩種貝類的養殖都需要較多的人力。

技術效率的估計，必須選用適當的投入項方可計算出正確的數值，最後介紹本文所使用的投入以及產出變項，除了上述的魚苗費以及飼料費以外，亦包含土地投入以及勞動投入。

其單位如下：魚苗以及飼料費的單位為新臺幣元，土地投入的單位為分，勞動投入的單位為人日數，產量的投入則為公斤。本文所使用的投入產出變項之基本統計量如下表。有關成本的花費，本研究考量到通貨膨脹的效應，故以行政院主計處所公布的以 2006 年為基期之消費者物價指數平減。

表 5-3：各魚種使用變數之基本統計量

投入項	平均數	標準差	平均數	標準差
吳郭魚 (n=714)		鰻魚 (n=501)		
產量	71,486	105,481	26,396	22,900
魚苗費	264,046	420,168	2,948,344	2,269,117
飼料與肥料費	1,116,471	1,554,228	1,905,985	1,611,095
勞動投入	32	40	40	42
土地投入	36	49	21	16
虱目魚 (n=636)		石斑魚 (n=474)		
產量	24,483	24,274	21,759	18,754
魚苗費	178,962	224,758	964,701	1,283,752
飼料與肥料費	579,095	608,817	1,709,686	1,763,583
勞動投入	32	43	100	360
土地投入	29	50	20	28
文蛤 (n=435)		牡蠣 (n=607)		
產量	36,221	48,227	9,645	8,931
魚苗費	227,626	294,332	193,830	355,069
飼料與肥料費	228,506	298,391	0	0
勞動投入	46	104	44	87
土地投入	24	27	34	42

續表 5-3：各魚種使用變數之基本統計量

投入項	平均數	標準差
<i>鱸魚 (n=438)</i>		
產量	39,281	29,879
魚苗費	241,591	205,453
飼料與肥料費	1,472,926	1,001,141
勞動投入	45	76
土地投入	12	9

資料來源：本研究整理。



## 第六章 實證分析

本章共分為三小節，第一節以吳郭魚為例，首先簡介貝氏隨機邊界模型估計過程及結果，再來就係數的部分，將傳統與貝氏隨機邊界模型的估計結果加以比較；第二節比較三種方法所估計的技術效率之異同，除了比較基本統計量以外，另外應用兩種無母數法，分別是 Kruskal-Wallis 檢定以及 Spearman 等級檢定。本研究利用 Kruskal-Wallis 檢定此三種不同方法所估計的技術效率其機率分配是否一致，接著利用 Spearman 等級檢定檢定使用三種不同方法估計的技術效率其漁戶之「排序」是否相關；第三節則首先以 2006 年為例，探討三種方法所估計的技術效率其機率密度圖之差異，亦應用 Kruskal-Wallis 檢定分析三種方法所估計的技術效率其分配是否相同。再來則是比較各年間使用不同方法所估計的技術效率變化，最後僅用貝氏隨機邊界模型所估計的技術效率，比較 2000 年以及 2006 年這兩年之異同。

### 6.1 係數估計結果

本文估計了七種主要魚種，但因本文之篇幅有限，所以在此僅呈現吳郭魚的估計結果，其他魚種的估計結果請參見附錄一。

首先介紹估計貝氏隨機邊界模型的過程以及結果。首先是起始值的給定，因為隨機邊界模型不是有極值的狀態，為了幫助模型的收斂，所以必須給定起始值。本文的參數為：Translog 生產函數的係數值( $\beta$ )、技術效率值的標準差( $\sigma_u$ )以及干擾項的標準差( $\sigma_v$ )。有關以上三種參數的起始值之給定方法為：係數值的起始值為最小平方法(Ordinary Least Square, OLS)的估計結果；至於  $\sigma_v$  以及  $\sigma_u$  之起始值的給定方法，本研究參照 Drukker(2003)<sup>10</sup>，以及利用動差法(Method of Moment)去給定  $\sigma_v$  以及  $\sigma_u$  之起始值。Drukker(2003)建議  $\sigma_v$  以 OLS 估計結果之平均平方誤差(Mean

<sup>10</sup> <http://www.stata.com/statalist/archive/2003-05/msg00650.html>

Squared Error, MSE)為起始值，至於  $\sigma_u$  則以 OLS 估計結果的殘差項(Residual)之第二以及第三中央動差(Second and Third Central Moment)，即變異數以及偏態係數(Skewness) 計算。詳情請見 Koop & Mullahy (1990)以及 Huang *et al.* (2002)。

由第四章的介紹可以知道，貝氏隨機模型的參數估計方法為一個不斷利用觀察值(y)以及前期資訊( $\theta_{t-1}$ )求出各參數事後機率密度函數的方法，本研究所設定的重複(Iteration)次數為五萬次，所以每個參數的事後機率密度函數都會有五萬筆觀察值，以勞動投入的係數( $\beta_3$ )為例，可依據此五萬筆資料畫出類似時間序列的圖，顯示出在過程中此估計結果的變化，如圖 6-1 所示。

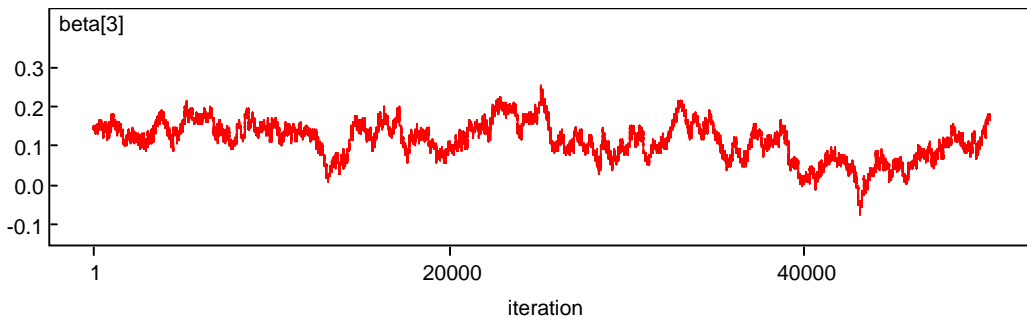


圖 6-1：吳郭魚勞動投入係數項隨著更新次數變化的情形

由上圖 6-1 可以觀察到， $\beta_3$  從我們給定的起始值(0.1453235，此為 OLS 的係數值)開始，之後每一次重複所獲得的估計值，都是利用前期的資訊以及觀察值去更新的，而這每一次的重複都會被記錄下來。由上圖可以發現  $\beta_3$  的估計值最大有到 0.25 左右，最小有到 -0.1 左右。另外可將五萬筆的資料畫成機率密度函數圖如下：

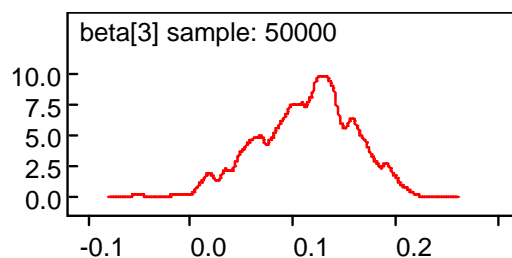


圖 6-2：吳郭魚  $\beta_3$  的機率密度函數圖



由上圖 6-2 可以發現， $\beta_3$  出現次數最集中的部分在 0.15 左右，其分配算是平滑，其他例如吳郭魚的  $\beta_1$ (飼料投入)其機率密度函數圖就顯得沒有那麼平滑，集中的趨勢並不明顯。

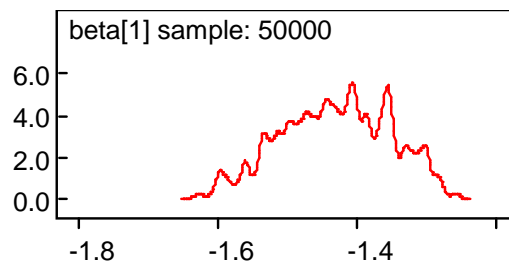


圖 6-3：吳郭魚  $\beta_1$  的機率密度函數圖

以吳郭魚為例簡介貝氏隨機邊界模型的估計方法以及結果之後，本研究將比較貝氏隨機邊界模型以及傳統隨機邊界模型所估計之係數值。表 6-1 為吳郭魚的傳統與貝氏隨機邊界模型的估計結果，其中貝氏估計結果的係數值為五萬次重複所得的平均數。



表 6-1：吳郭魚隨機邊界模型之係數估計結果比較

	傳統隨機邊界模型				貝氏隨機邊界模型			
	係數值	標準差	95%信賴區間		平均數	標準差	95%信賴區間	
飼料費	-1.514**	0.252	-2.009	-1.019	-1.430**	0.079	-1.591	-1.292
魚苗費	1.382**	0.209	0.972	1.793	1.437**	0.103	1.265	1.647
勞動投入	0.147**	0.056	0.036	0.257	0.113**	0.047	0.015	0.197
土地投入	1.829**	0.328	1.186	2.471	1.697**	0.243	1.297	2.217
飼料費平方	0.330**	0.027	0.277	0.384	0.321**	0.009	0.307	0.338
飼料*魚苗	-0.247**	0.033	-0.313	-0.181	-0.253**	0.015	-0.281	-0.228
飼料*勞動	-0.019*	0.013	-0.044	0.006	-0.011	0.010	-0.031	0.008
飼料*土地	-0.457**	0.061	-0.577	-0.338	-0.432**	0.054	-0.553	-0.338
魚苗平方	0.026**	0.005	0.016	0.036	0.026**	0.005	0.017	0.035
魚苗*勞動	-0.021**	0.009	-0.039	-0.002	-0.022**	0.008	-0.037	-0.005
魚苗*土地	0.180**	0.043	0.096	0.264	0.179**	0.030	0.114	0.230
勞動平方	0.015**	0.004	0.008	0.021	0.014**	0.004	0.007	0.021
勞動*土地	0.013	0.015	-0.017	0.043	0.008	0.016	-0.022	0.039
土地平方	0.050	0.053	-0.054	0.154	0.048	0.051	-0.050	0.146
常數項	3.215*	1.730	-0.176	6.606	2.690**	0.633	1.318	3.724
$\sigma_v$	0.414				0.428			
$\sigma_u$	0.257				0.164			
$\sigma^2$	0.237				0.210			
$\lambda$	0.621				0.383			

資料來源：本研究估計。

註：\*表在 10%顯著水準下顯著，\*\*表示在 5%顯著水準下顯著。

其中  $\sigma_v$ 、 $\sigma_u$ 、 $\sigma^2$  以及  $\lambda$  如第四章所介紹，由上表可以發現貝氏和傳統的隨機邊界模型其係數值並沒有太大差異，正負號也都一致。對照 Balcombe *et al.* (2006) 的結果，亦發現貝氏與傳統隨機邊界模型的係數估計值相當接近。

## 6.2 技術效率值之比較

本節比較三種估計方法所估計的技術效率之異同。首先比較三種方法所估計的技術效率值之基本統計量，也比較魚種間技術效率的不同並且和國內文獻的技術效率值做比較；再來以吳郭魚為例，繪出機率密度函數圖，藉以觀察三種方法估計的技術效率之分配情形。最後應用 Kruskal -Wallis 檢定去檢定三種技術效率之分配是否相同以及利用 Spearman 等級檢定去檢定漁戶使用三種方法下排序的相關情形。

根據不同的魚種及方法，將基本統計量整理如表 6-3。

表 6-2：各魚種應用三種不同方法估計之技術效率比較

魚種/方法	平均數	標準差	最小值	最大值	百分位數		
					25%	50%	75%
<i>吳郭魚 (n=714)</i>							
資料包絡法	0.387	0.235	0.039	1.000	0.185	0.367	0.515
貝氏隨機邊界模型	0.859	0.029	0.602	0.947	0.848	0.860	0.875
傳統隨機邊界模型	0.824	0.042	0.450	0.944	0.808	0.826	0.849
<i>鰻魚 (n=501)</i>							
資料包絡法	0.554	0.243	0.101	1.000	0.342	0.523	0.732
貝氏隨機邊界模型	0.835	0.054	0.324	0.946	0.815	0.840	0.862
傳統隨機邊界模型	0.998	0.000	0.998	0.998	0.998	0.998	0.998

續表 6-2：各魚種應用三種不同方法估計之技術效率比較

魚種/方法	平均數	標準差	最小值	最大值	百分位數		
					25%	50%	75%
<i>虱目魚 (n=636)</i>							
資料包絡法	0.356	0.243	0.080	1.000	0.178	0.270	0.444
貝氏隨機邊界模型	0.870	0.037	0.540	0.972	0.859	0.875	0.888
傳統隨機邊界模型	0.856	0.044	0.469	0.972	0.844	0.863	0.878
<i>石班魚 (n=474)</i>							
資料包絡法	0.626	0.218	0.032	1.000	0.480	0.611	0.780
貝氏隨機邊界模型	0.948	0.040	0.707	0.994	0.937	0.957	0.975
傳統隨機邊界模型	0.948	0.041	0.709	0.995	0.937	0.957	0.976
<i>文蛤 (n=435)</i>							
資料包絡法	0.510	0.210	0.122	1.000	0.369	0.455	0.619
貝氏隨機邊界模型	0.693	0.139	0.047	0.931	0.624	0.731	0.785
傳統隨機邊界模型	0.695	0.142	0.044	0.934	0.625	0.734	0.789
<i>牡蠣 (n=607)</i>							
資料包絡法	0.402	0.236	0.053	1.000	0.233	0.331	0.507
貝氏隨機邊界模型	0.650	0.157	0.214	0.905	0.559	0.680	0.780
傳統隨機邊界模型	0.644	0.165	0.199	0.909	0.547	0.675	0.780
<i>鱸魚 (n=438)</i>							
資料包絡法	0.431	0.204	0.125	1.000	0.306	0.353	0.453
貝氏隨機邊界模型	0.853	0.044	0.476	0.946	0.832	0.858	0.877
傳統隨機邊界模型	0.835	0.055	0.375	0.946	0.809	0.842	0.865

資料來源：本研究估計。

可以從上表 6-2 發現，各魚種應用資料包絡法之技術效率估計結果其平均值都較低且較分散，而兩個隨機邊界模型所估計的技術效率平均較高，也較集中。可以發現在百分位數方面，兩種隨機邊界模型的三個百分位數都很接近，不像使用資料包絡法所估計的技術效率的差異來得如此明顯；而若比較兩種隨機邊界模型，則可以發現鰻魚、石斑魚以及文蛤三種魚種的平均數以及三個百分位數傳統隨機邊界的估計值都較高，其他魚種的平均數以及百分位數則是貝氏隨機邊界模型所估計的技術效率較高。

再來，為了能更清楚的看出不同方法所估計的技術效率的高低，取各魚種的技術效率平均值用圖形表示如圖 6-4。由圖 6-4 可以發現，除了鰻魚以外，貝氏隨機邊界模型和傳統隨機邊界模型的技術效率幾乎很接近。使用資料包絡法最無效率的魚種為虱目魚，其平均為 0.356，最高的是石斑魚的 0.626；使用傳統隨機邊界模型的最無效率的魚種為牡蠣，平均為 0.644，最高的是鰻魚平均為 0.998，而使用貝氏隨機邊界模型之最無效率的魚種為牡蠣，其平均為 0.650，最高的是石斑魚的 0.948。

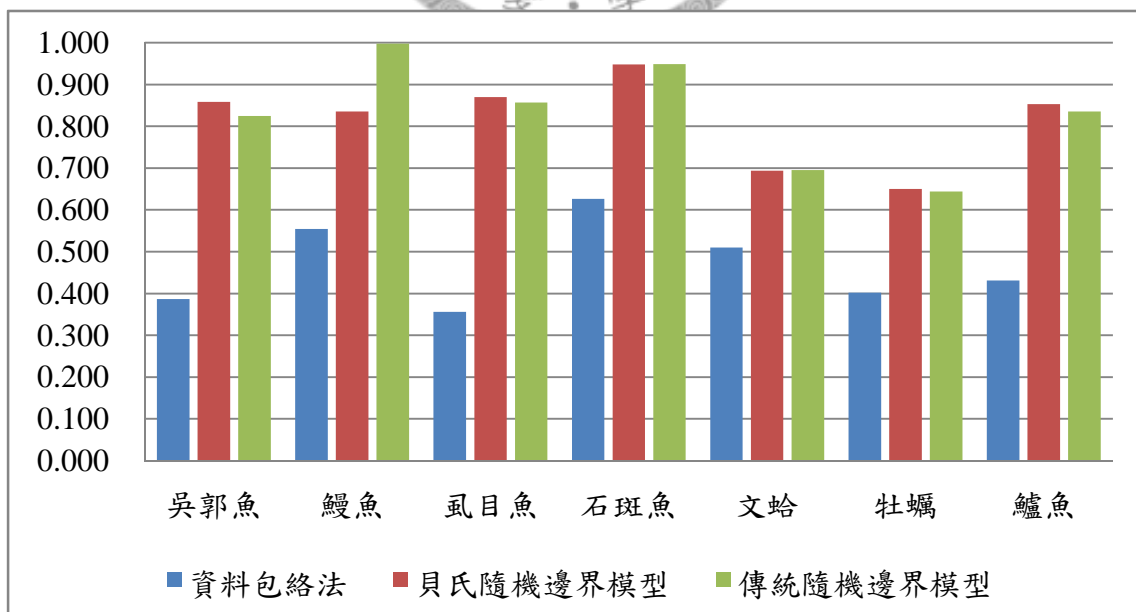


圖 6-4：不同魚種三種不同估計方法的平均值

從上討論可以發現，使用三種不同估計方法的確是有差異，上述的共同結論僅有傳統與貝氏隨機邊界模型效率最低者都是牡蠣，以及資料包絡法以及貝氏隨機邊界模型最高效率者都是石斑魚。

相較其他研究臺灣養殖漁業的文章，不論是資料包絡法或是傳統隨機邊界模型，本研究的結果都偏高；例如應用傳統隨機邊界法分析吳郭魚技術效率的研究，陳志偉(2001)以及洪培勳(2002)的結果為 0.766 以及 0.783，分析石斑魚養殖技術效率的施惠文(2003)之技術效率為 0.7724，僅有文蛤資料包絡法之技術效率平均值與郭仁杰(2005)得到相近的結果 (0.5606)。

接著以吳郭魚為例，畫出使用三種不同方法估計之生產技術效率的機率密度函數圖，藉此觀察使用三種不同方法估計技術效率的差異，其他魚種的圖形比較，因為篇幅的關係則置於附錄二。由圖 6-5 可以發現，資料包絡法的技術效率呈現較為右偏的分配，主因是資料包絡法並沒有考慮外在因素(例如：氣候、政策...等)所帶來的效果，而是將這類因素所帶來的影響都歸因於技術無效率，故估出來的結果會偏低；隨機邊界模型則是較左偏並集中在高效率的漁戶，並且可以發現使用貝氏隨機邊界模型估計出來的技術效率較傳統隨機邊界模型估計出來的技術效率來得更左偏且集中。

此三種技術效率的差異，結論和 Balcombe *et al.* (2006)的結論一致，即資料包絡法所估計的技術效率會呈現較低且扁平的機率分配，傳統與貝氏隨機邊界模型所估計的技術效率之機率分配則較高且集中。

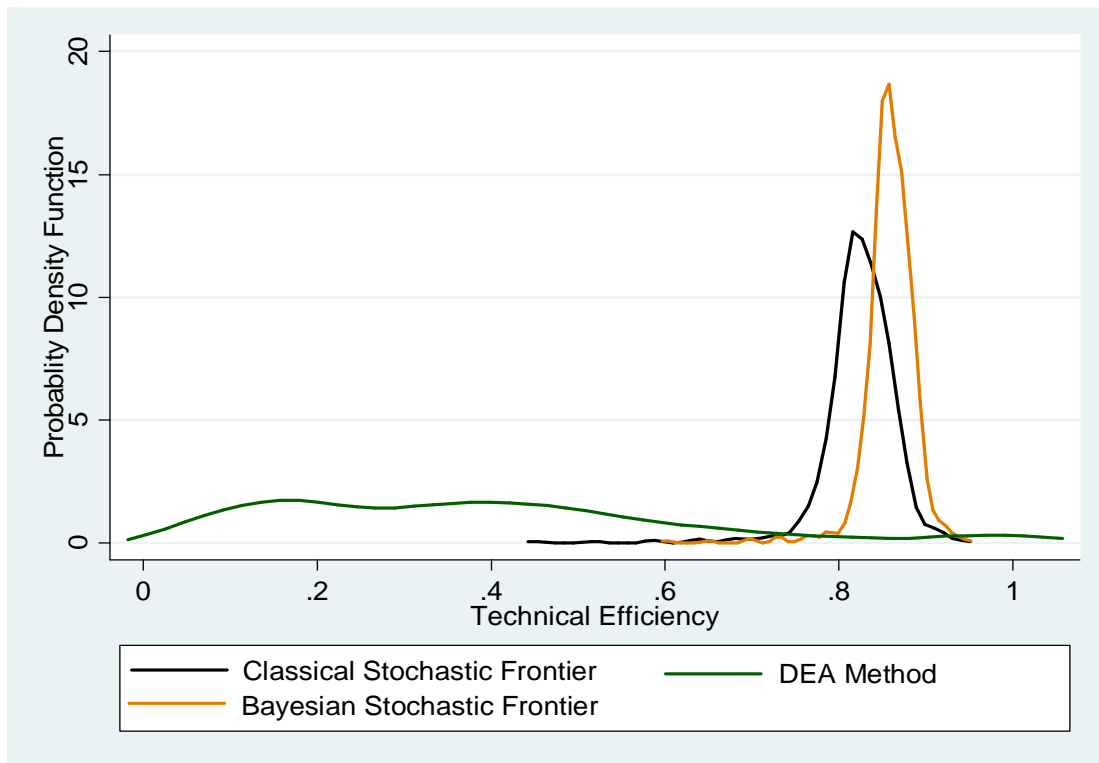


圖 6-5：吳郭魚三種不同方法下之技術效率機率密度函數圖

再來，本文使用 Kruskal-Wallis 檢定去檢定三種不同方法所估計之技術效率值其分配是否一致，Kruskal-Wallis 檢定為一無母數法，為檢驗三個或三個以上獨立母體分配是否相同的方法，其虛無假設和對立假設的設定如下：

$H_0$ ：三種方法估計出來的技術效率值呈現同樣的分配

$H_1$ ：三種方法估計出來的技術效率值至少有兩者呈現不同的分配

所有魚種的 Kruskal-Wallis 檢定統計量(K)分別為：吳郭魚 1270.554、鰻魚 976.941、虱目魚 963.791、石斑魚 579.743、文蛤 259.881、牡蠣 451.340 以及鱸魚的 633.371。本研究發現不論是哪種魚，其 P 值均為 0.0001，均拒絕虛無假設，表示三種方法所估計的技術效率之分配至少有兩者呈現不同的分配。

除了探討三種方法所估計出來技術效率值的分配是否相同以外，本研究另外考慮：是否不論使用哪種方法去估計技術效率，養殖漁戶的排序會相同？亦即，不論使用哪種方法，其實養殖漁戶在該產業中技術效率的排名都一樣？

本研究利用上章所介紹的 Spearman 等級相關係數以及等級相關檢定，探討各養殖漁戶使用三種不同估計方法所得之技術效率值，若將養殖漁戶加以排序，這三種不同方法間養殖漁戶的技術效率排序相關性是否為零？其虛無假設與對立假設的設定如下：

$H_0$ ：三種不同方法所估計的技術效率值其等級無相關

$H_1$ ：三種不同方法所估計的技術效率值其等級有相關

結果如表 6-4 所示，可以發現，不論用什麼方法，每個養殖漁戶的技術效率之排序是在統計上有相關的，也就是說，儘管此養殖漁戶估出來的三種技術效率”值”的大小會有所差異，但是在個別養殖漁戶的”排序”方面，不管使用什麼方法在統計上都是無差異的，只是相關性的大小不同罷了。姑且不論其正負號，貝氏和傳統隨機邊界模型所估計出來的技術效率之排序其相關性都在 0.99 左右，表示具有高度相關。相反的，資料包絡法與隨機邊界模型或是貝氏隨機邊界模型所估計的技術效率值之排序其相關性就較弱，尤其是吳郭魚、鰻魚和虱目魚三種魚。



表 6-3：不同方法不同魚種之 Spearman 檢定結果

魚種/方法	貝氏隨機邊界模型	傳統隨機邊界模型	資料包絡法
<i>吳郭魚 (n=714)</i>			
貝氏隨機邊界模型	1.000		
傳統隨機邊界模型	0.999	1.000	
資料包絡法	0.233	0.234	1.000
<i>鰻魚 (n=501)</i>			
貝氏隨機邊界模型	1.000		
傳統隨機邊界模型	-0.997	1.000	
資料包絡法	-0.279	0.282	1.000
<i>虱目魚 (n=636)</i>			
貝氏隨機邊界模型	1.000		
傳統隨機邊界模型	0.997	1.000	
資料包絡法	0.232	0.237	1.000
<i>石斑魚 (n=474)</i>			
貝氏隨機邊界模型	1.000		
傳統隨機邊界模型	0.991	1.000	
資料包絡法	0.637	0.659	1.000
<i>文蛤 (n=435)</i>			
貝氏隨機邊界模型	1.000		
傳統隨機邊界模型	0.993	1.000	
資料包絡法	0.690	0.711	1.000

續表 6-3：不同方法不同魚種之 Spearman 檢定結果

魚種/方法	貝氏隨機邊界模型	傳統隨機邊界模型	資料包絡法
<i>牡蠣 (n=607)</i>			
貝氏隨機邊界模型	1.000		
傳統隨機邊界模型	1.000	1.000	
資料包絡法	0.740	0.741	1.000
<i>鱸魚 (n=438)</i>			
貝氏隨機邊界模型	1.000		
傳統隨機邊界模型	0.997	1.000	
資料包絡法	0.515	0.507	1.000

資料來源：本研究估計。

註：均在顯著水準 1% 下拒絕虛無假設。

除此之外，鰻魚的估計結果相較於其他魚種顯得較為不同，可以發現傳統隨機模型所估計的技術效率值之排序和貝氏隨機邊界模型所估計的技術效率值之排序呈現負的相關，表示等級順序相反；且貝氏隨機邊界模型所估計的技術效率值之排序以及資料包絡法所估計的技術效率之排序也是負的相關，表示等級順序相反。但是本研究認為鰻魚的傳統隨機邊界模型估計結果有問題，因為技術效率太高且太過集中，所以忽略鰻魚這個較為不同的結果。

至於其他探討 Spearman 等級檢定的文獻，例如 Sharma *et al.* (1997) 比較傳統隨機邊界模型以及資料包絡法所估計的技術效率，所得到的結論為：此兩種方法的 Spearman 等級相關係數為 0.745，另外 Balcombe *et al.* (2006) 得到資料包絡法以及傳統/貝氏隨機邊界模型的 Spearman 等級相關係數也比本研究為高，其值都超過 0.8。

### 6.3 年間比較

本研究將比較 1999 年至 2006 年間技術效率之變化，在本小節將會分成兩部分，第一部份因為本節的重點為比較技術效率的變化，故先比較 2006 年使用三種不同方法所估計的技術效率值之機率密度函數圖，接著應用 Kruskal-Wallis 檢定加以驗證。再來比較不論是哪種估計方法，八年間技術效率是否有變化；第二部分則將以貝氏隨機邊界模型所估計出來的技術效率值為例，將 2000 年以及 2006 年單獨比較，看頭尾兩年的技術效率是否有所改變。

#### 6.3.1 三種方法之比較

在比較各年間技術效率之變化之前，首先比較同一年使用不同種方法下技術效率的不同。以最近的 2006 年為例，將三種方法估計的技術效率之機率密度函數圖表示如圖 6-6 所示，而其他年份的比較，則置於附錄三。

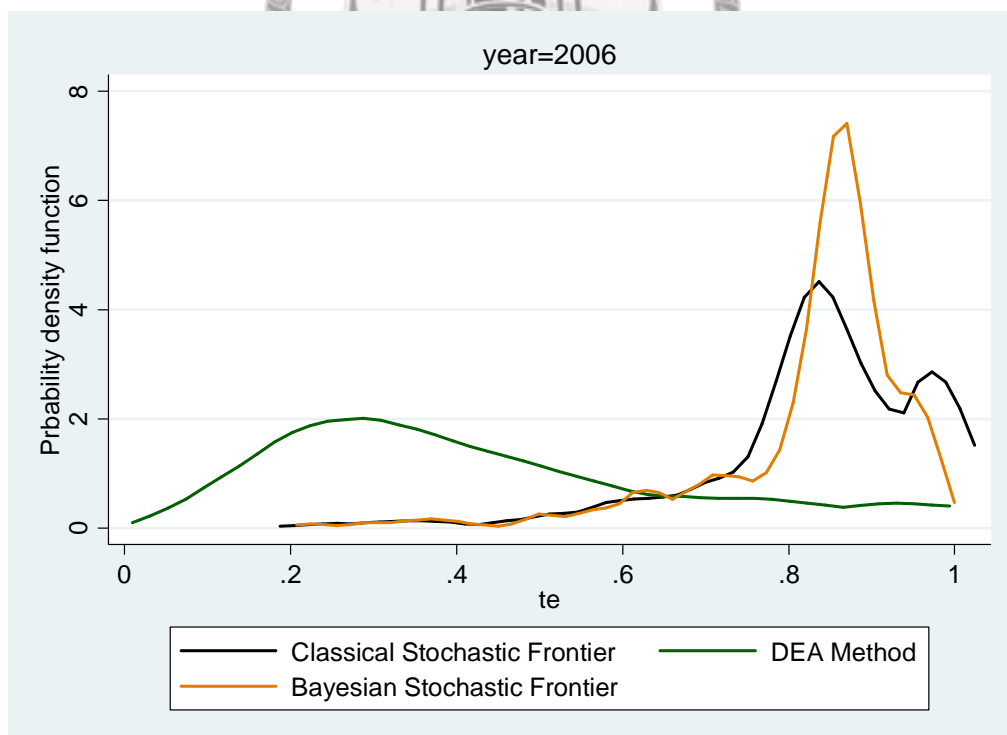


圖 6-6：2006 年三種不同方法技術效率的機率密度函數圖

由上圖可以得到和魚種一樣的結論，都是應用資料包絡法估計的技術效率之機率分配狀況會較隨機邊界模型來得右偏，且較為扁平。又同樣是隨機邊界模型，貝氏隨機邊界模型的技術效率之機率分配集中在 0.8 至 0.9 之間，但是在接近高技術效率時，傳統隨機邊界模型又有另波高峰，這也是為何其平均值會較高的原因。

在此亦利用 Kruskal-Wallis 檢定去檢定三種方法所估計的技術效率值之分配是否一致，其虛無與對立假設和前節相同；得到各年的檢定統計量 K 分別為 1999 年為 275.419、2000 年 505.892、2001 年 469.568、2002 年 474.908、2003 年 601.698、2004 年 661.930、2005 年 539.439 以及 2006 年為 664.010，本研究得到不論是哪一年拒絕虛無假設的結論(P 值均為 0.0001)，即各年至少有兩種不同方法估計之技術效率分配狀況是不同的。再來將比較不同年間使用不同方法所估計的技術效率之變化，其基本統計量如表 6-4 所示。



表 6-4：不同年間不同方法所估計的技術效率比較

年份/方法	平均數	標準差	最小值	最大值	百分位數		
					25%	50%	75%
<i>1999 年(n=363)</i>							
資料包絡法	0.523	0.273	0.059	1.000	0.308	0.468	0.736
貝氏隨機邊界模型	0.826	0.114	0.123	0.987	0.805	0.856	0.888
傳統隨機邊界模型	0.847	0.127	0.122	0.998	0.803	0.860	0.930
<i>2000 年(n=442)</i>							
資料包絡法	0.428	0.233	0.053	1.000	0.259	0.386	0.546
貝氏隨機邊界模型	0.796	0.145	0.227	0.989	0.764	0.840	0.878
傳統隨機邊界模型	0.805	0.160	0.208	0.998	0.765	0.840	0.893
<i>2001 年(n=465)</i>							
資料包絡法	0.467	0.255	0.039	1.000	0.270	0.421	0.652
貝氏隨機邊界模型	0.811	0.140	0.277	0.992	0.797	0.858	0.883
傳統隨機邊界模型	0.819	0.156	0.269	0.998	0.782	0.850	0.910
<i>2002 年(n=469)</i>							
資料包絡法	0.461	0.253	0.062	1.000	0.271	0.404	0.616
貝氏隨機邊界模型	0.809	0.135	0.047	0.993	0.782	0.849	0.879
傳統隨機邊界模型	0.821	0.152	0.044	0.998	0.776	0.847	0.934
<i>2003 年(n=485)</i>							
資料包絡法	0.453	0.238	0.064	1.000	0.285	0.413	0.607
貝氏隨機邊界模型	0.822	0.113	0.282	0.993	0.794	0.850	0.880
傳統隨機邊界模型	0.832	0.129	0.279	0.998	0.791	0.844	0.907

續表 6-4：不同年間不同方法所估計的技術效率比較

年份/方法	平均數	標準差	最小值	最大值	百分位數		
					25%	50%	75%
<i>2004 年(n=519)</i>							
資料包絡法	0.444	0.228	0.053	1.000	0.283	0.392	0.570
貝氏隨機邊界模型	0.826	0.117	0.214	0.992	0.813	0.854	0.878
傳統隨機邊界模型	0.834	0.133	0.199	0.998	0.800	0.845	0.926
<i>2005 年(n=505)</i>							
資料包絡法	0.448	0.247	0.032	1.000	0.265	0.390	0.588
貝氏隨機邊界模型	0.809	0.137	0.224	0.994	0.783	0.855	0.881
傳統隨機邊界模型	0.817	0.155	0.205	0.998	0.771	0.839	0.907
<i>2006 年(n=557)</i>							
資料包絡法	0.435	0.245	0.068	1.000	0.251	0.369	0.559
貝氏隨機邊界模型	0.827	0.125	0.223	0.985	0.810	0.857	0.891
傳統隨機邊界模型	0.833	0.140	0.214	0.998	0.795	0.848	0.932

資料來源：本研究估計。

由上表可以發現，不論是哪一年都和 2006 年一樣，資料包絡法所估計的技術效率其平均值較低、兩個隨機邊界模型則較接近，都呈現較高且集中的趨勢，若比較百分位數，則可以發現傳統隨機邊界則是明顯地在 75% 百分位數高出許多，這也是傳統隨機邊界模型的技術效率平均值都較高的原因。

再來，為了比較不同年份間效率的變化，將各年間不同方法的平均值繪成趨勢圖如圖 6-7 所示。可以發現，單就資料包絡法所估計的技術效率而言，從 1999 年至 2000 年有較大的差異，而 2000 年至 2001 年為上升，但在 2002 年之後又逐步下降；若以貝氏隨機邊界模型所估計的技術效率為準，則可以發現 1999 年到 2000 年也有下降，2000 年至 2001 年為下降，2002 年之後漸漸上升，但在 2005 年時又

下降，而 2006 年時又上升；若以傳統隨機邊界模型所估計的技術效率為例，則可以觀察到和貝氏隨機邊界模型一樣的趨勢。另外，若比較同時下降的 1999 年至 2000 年，則可以發現應用資料包絡法的技術效率估計值其下降幅度比較大。

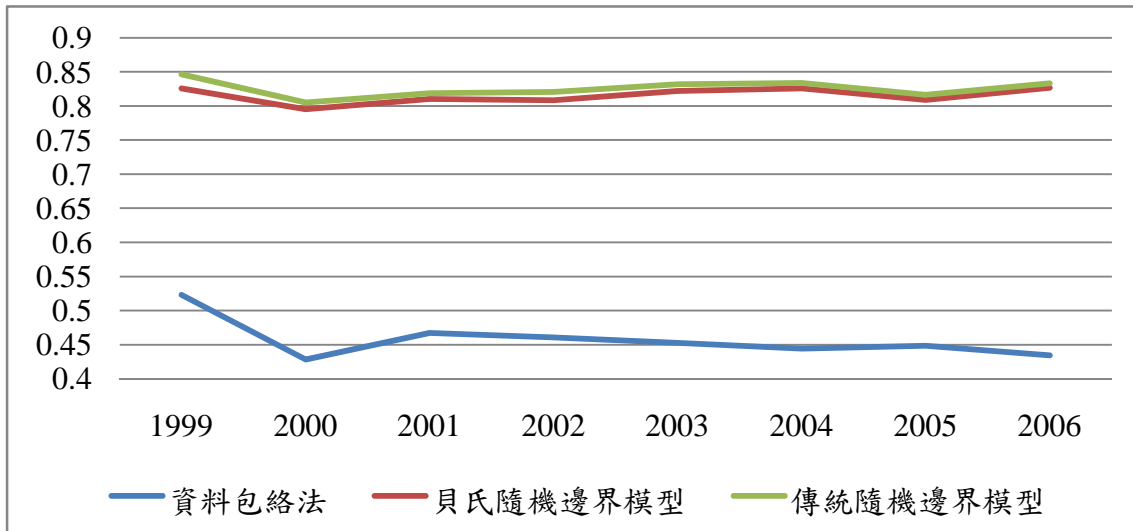


圖 6-7：1999 年至 2006 年間技術效率平均值的變化

### 6.3.2 使用貝氏隨機邊界模型比較前後兩年技術效率

為了瞭解年間技術效率的變化，本研究採用貝氏隨機邊界法所估計的生產技術效率，雖然本文的資料從 1999 年到 2006 年，但因為 1999 年和 2006 年的技術效率分佈並無太大差異，所以比較 2000 年以及 2006 年間的技術效率變化，將此兩年的技術效率值的基本統計量整理如表 6-6。

表 6-5：2000 年與 2006 年貝氏技術效率比較

年度	平均值	標準差	百分位數								
			1%	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%	99%
2000 年	0.796	0.021	0.310	0.447	0.578	0.764	0.840	0.878	0.918	0.955	0.964
2006 年	0.827	0.016	0.326	0.569	0.663	0.810	0.857	0.891	0.943	0.972	0.979

資料來源：本研究估計。

由表 6-6 可以發現，2006 年的技術效率平均值較 2000 年來得高，並且從 1% 的百分位數開始，2006 年的技術效率就一直較 2000 年來得高。再來，本研究將 2000 年以及 2006 年使用貝氏隨機邊界模型估計的技術效率，以機率密度函數圖的形式呈現如圖 6-8 所示，如此便能看到整個機率分配的變化。

由下圖可以觀察到，2006 年的技術效率較集中在 0.85 左右，且在高技術效率處有另波高峰，反觀 2000 年是集中在 0.5 和 0.75 左右，這便是兩年間技術效率最主要的差異所在。另外 2000 年的技術效率機率分配比 2006 年的技術效率機率分配來得平滑，表示在 2000 年的漁戶在各個不同程度的技術效率水準都有，其分佈較均勻，不像 2006 年同一技術效率水準的漁戶可能有很多。



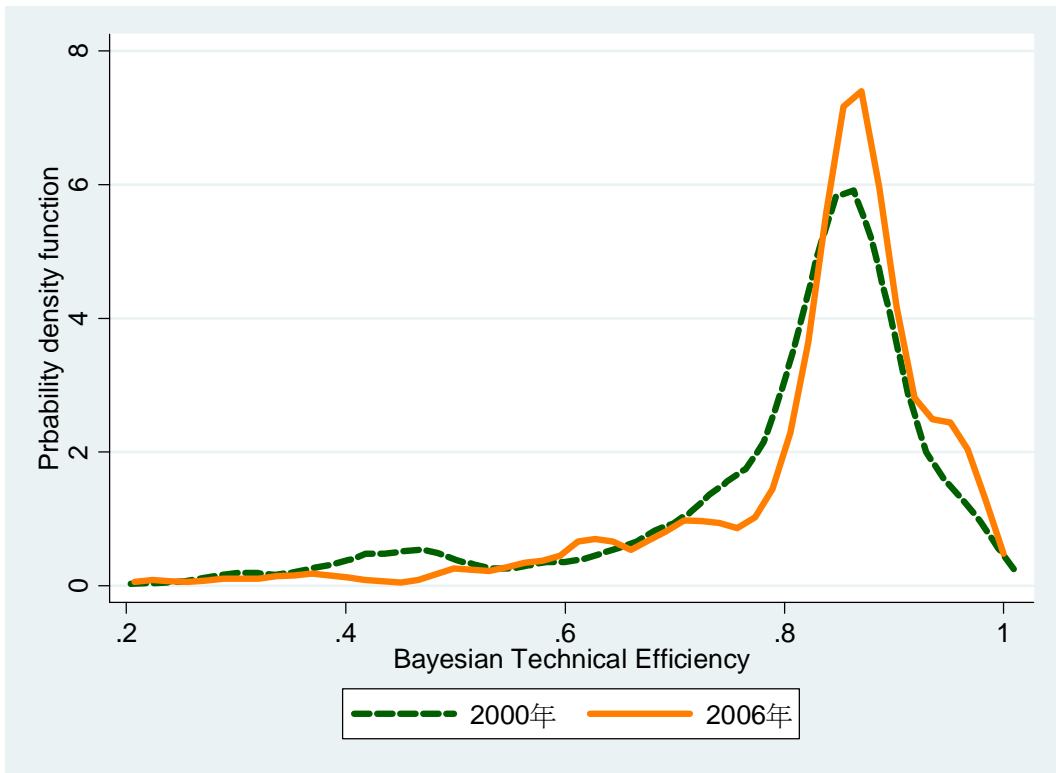


圖 6-8：2000 年以及 2006 年貝氏隨機邊界模型技術效率機率密度函數圖



## 第七章 結論與建議

本章共分二小節，第一節簡單回顧一下所得到的結論，第二小節則為本研究的限制與未來發展方向。

### 7.1 結論

首先針對貝氏與傳統隨機邊界模型的比較，正文以吳郭魚的係數估計結果為例，發現係數結果很接近；再來是使用三種不同方法下其技術效率機率密度函數圖之比較，可以發現不論是哪種魚，資料包絡法所估計的技術效率之機率分配都較其他兩種隨機邊界法所估計的技術效率之機率分配來得扁平且右偏；除此之外，在 Kruskal-Wallis 檢定下得到應用三種方法所得到的技術效率之分配在統計上至少有兩者是不同之結論。最後使用 Spearman 等級檢定，發現貝氏與傳統的隨機邊界模型都是顯著地高度相關、而資料包絡法與其他兩種隨機邊界法的相關程度則是：石斑魚、文蛤、牡蠣以及鱸魚為顯著高度相關、剩下的魚種為顯著地低度相關。

比較完各魚種三種方法估計的技術效率之機率分配後，接著分年比較使用三種不同方法所估計的技術效率之機率分配，並且發現一樣的結論，也就是使用資料包絡法估計的技術效率值之機率分配比其他兩種方法所估計出來的技術效率之機率分配來得右偏且扁平，而兩種隨機邊界模型所估計出來的技術效率之機率分配較接近，且都是較左偏且集中的，惟傳統隨機邊界模型所估計的技術效率較貝氏隨機邊界模型所估計的技術效率在 75% 百分位數處明顯地較高。再來使用 Kruskal-Wallis 檢定，得到不管是哪一年，應用三種方法所得到的技術效率之分配在統計上至少有兩者不同之結論。

最後比較年間的技術效率變化，可以發現不論是使用哪種方法，1999 年至 2000 年間有比較大的差異，之後有起有落，但差距都不大。若僅使用貝氏的隨機邊界模型比較 2000 年以及 2006 年的技術效率差異，則可以發現除了在低技術效率的

部分以外，2006 年的技術效率在各百分位數都較 2000 年來得高；又 2006 年技術效率值的集中處在 0.85 以後，但是反觀 2000 年的技術效率集中處則是在 0.5 以及 0.75 之處，這就是造成兩年技術效率差異的原因。

## 7.2 未來發展以及研究限制

本文首先利用貝氏隨機邊界模型估計養殖漁戶之技術效率，並比較各種貝式與傳統隨機邊界模型所估計的生產函數係數值之異同，接著比較三種不同方法估計的技術效率其機率分配之異同，最後比較年間的技術效率之異同。本節則提出一些未來的發展以及研究上的限制，以供後續研究參考。

1. 或可將貝式隨機邊界模型應用在其他方面。因為本文首先將此方法應用在臺灣的資料上面，在許多方面也許較不成熟、較無經驗，未來或許可以將此方法更加深入的探討，並期待更多人的投入。
2. 養殖漁戶經濟調查資料的樣本數過小，無法代表全體養殖戶。雖然本資料是臺灣目前用來分析養殖漁戶生產狀況最適當的資料，但是相較於全體養殖漁戶三萬多人，本資料每年所抽樣之個數似乎過少；且魚種方面的多樣性也不夠，每年都是主要魚種佔了大多數，其調查所謂「次要魚種隔年調查」，其實每年都是主要魚種為主。
3. 本研究估計的技術效率，實應採取分魚種分年去估計，但由於樣本數過小，所以採取區分魚種估計技術效率，但要這樣估計的背後有很強的前提：即在 1999 年至 2006 年間各魚種沒有技術進步，都是維持在同一技術水準下。這樣的前提似乎不太可能，畢竟前後共橫跨了七年的時間，但由於認為區分年又區分魚種會使樣本數過小，故本研究仍採取分魚種的方法

4. 希望能獲得其他國家的養殖漁業資料，因為比較本國內的技術效率較無意義，若能獲得外國，尤其是中國大陸或是東南亞國家這些養殖漁業發展迅速之國家的資料，便可以比較本國以及他國之間的技術效率。



## 參考文獻

### 中文部分

王碧如，2004。「宜蘭地區臺灣鮑生產效率之分析」。碩士論文，國立臺灣海洋大學海洋資源管理研究所。

行政院農業委員會，2007。『中華民國九十六年農業統計年報』。臺北：行政院農業委員會。

行政院農業委員會漁業署，2007<sup>a</sup>。『中華民國九十六年漁業年報』。臺北：行政院農業委員會漁業署。

行政院農業委員會漁業署，2007<sup>b</sup>。『中華民國九十六年漁業統計年報』。臺北：行政院農業委員會漁業署。

行政院農業委員會漁業署，1999-2006。『中華民國八十八年至九十七年臺灣地區沿海與養殖漁家經濟調查報告』。臺北：行政院農業委員會漁業署。

行政院主計處，2007。『中華民國九十四年農林漁牧業普查報告』。臺北：行政院主計處。

李朝賢、李宜謙，1995。「臺灣虱目魚養殖技術效率之分析」，『農業經濟半年刊』。58期，103-128。

李武忠、詹滿色、陳郁蕙、陳雅惠、廖一久，2005。「臺灣草蝦養殖產業之技術效率：追蹤資料分析」，『臺灣水產學會刊』，32卷4期，383-390頁。

余金妹，2002。「臺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」，『農業金融論叢』，48期，129-159。

林永德，2002。「臺灣養殖漁業發展現況」，『中國水產』。595期，32-47。

林惠玲、陳正倉，2004。『應用統計學』。台北：雙葉書廊有限公司。

- 洪培勳，2002。「臺灣吳郭魚生產技術效率之分析--隨機性邊界生產函數之應用」。碩士論文，國立臺灣海洋大學應用經濟研究所。
- 胡興華，2008。「開創臺灣養殖漁業的新局」，『漁業推廣』。263期，6-19。
- 施惠文，2003。「臺灣石斑魚產業經濟結構與生產技術效率之分析」。碩士論文，國立臺灣海洋大學應用經濟研究所。
- 秦啟文，1999。「臺灣地區地層下陷防治之執行成效—節約地下水源 防止地層下陷」，『節約用水季刊』。15期。
- 莊琦婷，2006。「臺灣鯛養殖場生產技術效率分析--隨機性邊界生產函數之應用」。碩士論文，國立臺灣海洋大學應用經濟研究所。
- 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卷，5期，377-386。
- 陳郁蕙、溫祖康，2001。「臺灣地區草蝦養殖產業技術效率之研究」，『農業金融論叢』。46期，289-304。
- 陳志偉，2001。「臺灣吳郭魚產業之技術效率分析」。碩士論文，國立海洋大學漁業經濟研究所。
- 陳蕙卉，2004。「臺灣箱網水產養殖產業之技術效率分析」。碩士論文，國立臺灣海洋大學應用經濟研究所。
- 陳智遠，2003。「疫病發生對臺灣地區草蝦養殖技術效率之影響」。碩士論文，國立臺灣大學農業經濟學研究所。
- 郭仁杰，2005。「臺灣地區文蛤養殖生產效率分析」。碩士論文，國立臺灣海洋大學應用經濟研究所。
- 黃貴民、王金利，1997。「臺灣九孔養殖技術效率之分析」，『臺灣水產學會刊』。24卷，3期，251-259。

英文部分

- Balcombe, K., I. Fraser, and J. H. Kim, 2006. "Estimating Technical Efficiency of Australian Dairy Farms Using Alternative Frontier Methodologies." *Applied Economics* 38: 2221–2236.
- Balcombe, K., I. Fraser, M. Rahman, and S. Laurence, 2007<sup>a</sup>. "Examining the Technical Efficiency of Rice Producers in Bangladesh." *Journal of International Development* 19 (1): 1–16.
- Bezemer, D., K. Balcombe, J. Davis, and I. Fraser, 2005." Livelihoods and Farm Efficiency in Rural Georgia" *Applied Economics* 37(15) : 1737–1745.
- Balcombe, K., H. Doucouliagos, and I. Fraser, 2007<sup>b</sup>. "Input Usage, Output Mix and Industry Deregulation: An Analysis of the Australian Dairy Manufacturing Industry." *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics* 51(2) : 137 – 156.
- Brümmer, B. 2001. "Estimating Confidence Intervals for Technical Efficiency: the Case of Private Farms in Slovenia" *European Review of Agriculture Economics* 28 (3) : 285–306.
- Coelli, T.J., D.S.P. Rao, C.J. O'Donnell, and G.E. Battese, 2005. *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis, 2nd Edition*. N.Y.: Springer.
- Chiang, F.S., C.H. Sun, and J. M. Yu, 2004." Technical Efficiency Analysis of Milkfish(*Chanos chanos*) Production in Taiwan—An Application of the Stochastic Frontier Production Function." *Aquaculture*. 230: 99– 116.
- Cinemre, H.A., V. Ceyhan, M. Bozoğlu, K. Demiryürek, and O. Kılıç, 2006." The Cost Efficiency of Trout Farms in the Black Sea Region, Turkey." *Aquaculture*. 251( 2-4): 324–332.
- Dorfman, J.H., and G. Koop, 2005 "Current Developments in Productivity and Efficiency Measurement." *Journal of Econometrics* 126: 233–240.

- Dey, M.M., F.J. Paraguas, G.B. Bimbao, and P.B. Regapsi, 2000. "Technical Efficiency of Tilapia Growout Pond Operations in the Philippines." *Aquaculture Economics and Management* 4 (1/2): 33– 47. (Special Issue: Socioeconomics of tilapia culture in Asia).
- Ennsfellner, K.C., D. Lewis, and R. I. Anderson, 2004. "Production Efficiency in the Austrian Insurance Industry: A Bayesian Examination." *Journal of Risk and Insurance* 71(1): 135–159.
- Emrouznejad, A., B.R. Parker, and G. Tavares, 2008. "Evaluation of Research in Efficiency and Productivity: A Survey and Analysis of the First 30 Years of Scholarly Literature in DEA." *Socio-Economic Planning Sciences* 42(3) :151–157.
- Fernández, C., E. Ley, and M.F. J. Steel, 2002<sup>a</sup>. "Bayesian Modelling of Catch in A North-west Atlantic Fishery." *Journal of the Royal Statistical Society: Series C (Applied Statistics)* 51(3): 257 – 280.
- Fernández, C., G. Koop, and M.F.J. Steel, 2002<sup>b</sup>. "Multiple-output Production with Undesirable Outputs: An Application to Nitrogen Surplus in Agriculture." *Journal of the American Statistical Association* 97: 432–442.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2008. *The State of World Fisheries and Aquaculture*. Rome: FAO.
- Gunarantne, L.H.P., and P.S. Leung, 1996. "Asian Black Tiger Shrimp Industry: A Meta-productivity Analysis." In Chapter 5, *Economics and Management of Shrimp and Carp farming in Asia*, 2001, Network of Aquaculture Centers in Asia-Pacific, Bangkok, Thailand.
- Gunarantne, L.H.P., and P.S. Leung, 1997. "Productivity Analysis of Malaysian Cultured Shrimp Industry." In: Leung, P.S., Sharma, K.R., (Eds.), *World Aquaculture '97*, February 19–23, Seattle, Washington, and in: Chapter 6, *Economics and Management of Shrimp and Carp farming in Asia*, 2001, Network of Aquaculture Centers in Asia-Pacific, Bangkok, Thailand.
- Griffin, J. and M.F.J. Steel, 2007 "Bayesian Stochastic Frontier Analysis Using WinBUGS." *Journal of Productivity Analysis* 27(3):163–176.



- Huang, H.C. 2004. "Estimation of Technical Inefficiencies with Heterogeneous Technologies" *Journal of Productivity Analysis* 21: 277–296.
- Huang, M.Y., C.J. Huang, and T.T. Fu, 2002."Cultivation Arrangements and the Cost Efficiency of Rice Farming in Taiwan." *Journal of Productivity Analysis* 18: 223–239.
- Iinuma, M., K.R. Sharma, and P.S. Leung, 1999. "Technical Efficiency of Carp Pond Culture in Peninsula Malaysia: An Application of Stochastic Production Frontier and Technical Inefficiency Model." *Aquaculture* 175:199–213.
- Kaliba, A.R., and R.C. Engle, 2004. "Cost Efficiency of Catfish Farms in Chicot County, Arkansas: The Impact of Extension Purposes." Selected Paper Prepared for Presenting at the Southern Agricultural Economics Association Annual Meeting, February 18, Oklahoma.
- Karagiannis, G., S.D. Katranidis , and V. Tzouvelekas, 2002. " Measuring and Attributing Technical Inefficiencies of Seabass and Seabream Production in Greece." *Applied Economics Letters*. 9: 519–522.
- Kurkalova, L. A. ,and A. Carriquiry, 2002. "An Analysis of Grain Production Decline During the Early Transition in Ukraine: A Bayesian Inference." *American Journal of Agricultural Economics* 84(5): 1256–1263.
- Kurkalova, L. A., and A. Carriquiry, 2003. "Input- and output-orientated Technical Efficiency of Ukrainian Collective Farms, 1989–1992: Bayesian Analysis of A Stochastic Frontier Model." *Journal of Productivity Analysis* 20: 191–211.
- Kim, Y., and P. Schmdit, 2000." A Review and Empirical Comparison of Bayesian and Classical Approaches to Inference on Efficiency Levels in Stochastic Frontier Models with Panel Data." *Journal of Productivity Analysis* 14(2): 91–118.
- Koop, G., J. Osiewalski, and M. F. J. Steel, 1994." Bayesian Efficiency Analysis with A Flexible Form: the AIM Cost Function." *Journal of Business and Economic Statistics* 12: 339–46.
- Koop, G. J., M. F. J. Steel, and J. Osiewalski, 1995. "Posterior Analysis of Stochastic Frontier Models Using Gibbs Sampling." *Computational Statistics* 10: 353–73.

- Koop, R.J., and J. Mullahy, 1990. "Moment-based Estimation and Testing of Stochastic Frontier Models." *Journal of Econometrics* 46: 165–183.
- Koop, G.J., and M.F.J. Steel, 2001. "Bayesian Analysis of Stochastic Frontier Models" in *A Companion to Theoretical Econometrics* (Ed.) B. Baltagi, Balckwells, Mass., 520-537.
- Lewis, D., T.M. Springer, and R.I. Anderson, 2003. "The Cost Efficiency of Real Estate Investment Trusts: an Analysis with a Bayesian Stochastic Frontier Model." *The Journal of Real Estate Finance and Economics* 26(1): 65–80.
- Latruffe, L., K. Balcombe, S. Davidova, and K. Zawalinska, 2004. "Determinants of Technical Efficiency of Crop and Livestock Farms in Poland." *Applied Economics* 36: 1255–1263.
- Lunn, D.J., A. Thomas, N. Best, and D. Spiegelhalter, 2000. "WinBUGS - A Bayesian Modelling Framework: Concepts, Structure, and Extensibility." *Statistics and Computing* 10 (4): 325–337.
- Lancaster, T., 2004. *An Introduction to Modern Bayesian Econometrics*. U.K. : Wiley-Blackwell.
- Martinez-Corderoa, F. J., and P.S. Leung, 2004. "Sustainable Aquaculture and Producer Performance: Measurement of Environmentally Adjusted Productivity and Efficiency of a Sample of Shrimp Farms in Mexico." *Aquaculture*. 241: 249–268.
- Ören, M. N., and T. Alemdar, 2006. "Technical Efficiency Analysis of Tobacco Farming in Southeastern Anatolia." *Turkish journal of agriculture and forestry* 30 : 165–172.
- Osborne ,S., and M.A. Trueblood, 2006. "An Examination of Economic Efficiency of Russian Crop Production in the Reform Period." *Agricultural Economics* 34 : 25–38.
- Sharma, K.R., 1999. "Technical Efficiency of Carp Production in Pakistan." *Aquaculture Economics and Management* 3: 131– 141.

- Sharma, K.R., and P.S. Leung, 1998. "Technical Efficiency of Carp Production in Nepal: An Application of Stochastic Frontier Production Function Approach." *Aquaculture Economics and Management* 2: 129–140.
- Sharma, K.R., and P.S. Leung, 2000<sup>a</sup>. "Technical Efficiency of Carp Production in India: A Stochastic Frontier Production Function Analysis." *Aquaculture Research* 31: 937– 948.
- Sharma, K.R., and P.S. Leung, 2000<sup>b</sup>. "Technical Efficiency of Carp Pond Culture in South Asia: An Application of Stochastic Meta-production Frontier Model." *Aquaculture Economics and Management* 4 (3/4) and in: Chapter 11, Economics and Management of Shrimp and Carp farming in Asia, 2001, Network of Aquaculture Centers in Asia-Pacific, Bangkok, Thailand., 169–189.
- Sharma, K.R., and P.S. Leung, 2003. "A Review of Production Frontier Analyses for Aquaculture Management." *Aquaculture Economics and management* 7 (1/2): 15–34.
- Sharma, K.R., P.S. Leung, C. Hailiang, and A. Peterson, 1999. "Economic Efficiency and Optimum Stocking Densities in Fish Polyculture: An Application of Data Envelopment Analysis (DEA) to Chinese Fish Farms." *Aquaculture* 180: 207–221.
- Sharma, K.R., P.S. Leung, and H.M. Zaleski, 1997. "Productive Efficiency of the Swine Industry in Hawaii: Stochastic Frontier vs. Data Envelopment Analysis." *Journal of Productivity Analysis* 8: 447–459.
- Sedik, D., M. Trueblood, and C. Arnade, 1999. "Corporate Farm Performance in Russia, 1991-1995: An Efficiency Analysis." *Journal of Comparative Economics* 27: 514–533.
- Stauffer, H.B. 2007. *Contemporary Bayesian and Frequentist Statistical Research Methods for Natural Resource Scientists* U.K.: Wiley-Blackwell.
- Tveteras, R., and G.E. Battese, 2000." Technical Change and Productive Inefficiency Change in Norwegian Salmon Farming: The Influence of Regional Agglomeration Externalities." Paper Presented at the 10th Biennial Conference of the International Institute of Fisheries Economics and Trade, Oregon, July 10– 14.

Tveteras, R., and G.E. Battese, 2006. "Agglomeration Externalities, Productivity, and Technical Inefficiency." *Journal of Regional Science* 46(4) : 605–625.

Tingley, D., S. Pascoe, and L. Cogan, 2005. "Factors Affecting Technical Efficiency in Fisheries: Stochastic Production Frontier Versus Data Envelopment Analysis Approaches." *Fisheries Research* 73 : 363–376.

Van den Broeck, J., G. Koop, J. Osiewalski, and M.F.J. Steel, 1994. "Stochastic Frontier Models: A Bayesian Perspective." *Journal of Econometrics* 61: 273–303.

Wadud, A., and B. White, 2000. "Farm Household Efficiency in Bangladesh: A Comparison of Stochastic Frontier and DEA Methods ." *Applied Economics* 32: 1665–1673.



附錄一：各魚種貝式以及傳統隨機邊界模型結果



附表 1-1：鰻魚隨機邊界模型之係數估計結果

	傳統隨機邊界模型			貝氏隨機邊界模型		
	係數值	標準差	95%信賴區間	平均數	標準差	95%信賴區間
飼料費	-1.890**	0.560	-2.987 -0.793	-1.908**	0.052	-2.028 -1.821
魚苗費	-0.634**	0.313	-1.248 -0.020	-0.632**	0.063	-0.762 -0.525
勞動投入	1.926**	0.425	1.094 2.758	1.835**	0.084	1.710 2.017
土地投入	1.070*	0.566	-0.039 2.178	1.220**	0.312	0.685 1.839
飼料費平方	0.222**	0.045	0.134 0.309	0.214**	0.011	0.192 0.232
飼料*魚苗	0.141**	0.029	0.085 0.197	0.146**	0.005	0.135 0.157
飼料*勞動	-0.191**	0.071	-0.330 -0.053	-0.163**	0.019	-0.199 -0.139
飼料*土地	-0.229**	0.079	-0.383 -0.075	-0.266**	0.058	-0.367 -0.176
魚苗平方	0.010*	0.005	-0.001 0.020	0.011**	0.004	0.003 0.018
魚苗*勞動	-0.056	0.053	-0.160 0.048	-0.070**	0.012	-0.087 -0.048
魚苗*土地	-0.108**	0.039	-0.185 -0.032	-0.091**	0.027	-0.151 -0.039
勞動平方	-0.038**	0.006	-0.051 -0.026	-0.038**	0.006	-0.053 -0.027
勞動*土地	0.168**	0.065	0.041 0.294	0.165**	0.034	0.102 0.237
土地平方	0.177**	0.058	0.062 0.291	0.177**	0.056	0.059 0.271
常數項	9.041*	4.871	-0.506 18.588	9.161**	0.496	8.322 10.060
$\sigma_v$	0.303			0.266		
$\sigma_u$	0.003			0.232		
$\sigma^2$	0.092			0.124		
$\lambda$	0.009			0.870		

資料來源：本研究估計。

註：\*表在 10%顯著水準下顯著，\*\*表示在 5%顯著水準下顯著。

附表 1-2：虱目魚隨機邊界模型之係數估計結果

	傳統隨機邊界模型				貝氏隨機邊界模型			
	係數值	標準差	95%信賴區間		平均數	標準差	95%信賴區間	
飼料費	0.587*	0.358	-0.116	1.290	0.685**	0.074	0.521	0.811
魚苗費	0.367	0.272	-0.167	0.901	0.149	0.128	-0.032	0.384
勞動投入	-0.165	0.119	-0.398	0.069	-0.188**	0.063	-0.288	-0.069
土地投入	-0.030	0.311	-0.640	0.579	0.175	0.151	-0.116	0.494
飼料費平方	0.006	0.037	-0.067	0.079	0.000	0.007	-0.015	0.012
飼料*魚苗	-0.070*	0.045	-0.158	0.017	-0.066**	0.012	-0.083	-0.036
飼料*勞動	0.057**	0.019	0.020	0.094	0.052**	0.017	0.029	0.084
飼料*土地	0.025	0.070	-0.111	0.162	0.011	0.046	-0.110	0.084
魚苗平方	0.036*	0.023	-0.009	0.081	0.051**	0.012	0.032	0.073
魚苗*勞動	-0.042*	0.025	-0.091	0.008	-0.031**	0.014	-0.054	-0.003
魚苗*土地	0.020	0.059	-0.096	0.136	-0.003	0.038	-0.075	0.086
勞動平方	0.011**	0.003	0.004	0.018	0.011**	0.004	0.004	0.018
勞動*土地	-0.002	0.027	-0.054	0.050	-0.004	0.025	-0.050	0.048
土地平方	-0.028	0.029	-0.084	0.028	-0.017	0.025	-0.066	0.030
常數項	-0.319	2.264	-4.755	4.118	0.109	0.468	-1.006	0.975
$\sigma_v$	0.262				0.270			
$\sigma_u$	0.205				0.163			
$\sigma^2$	0.111				0.099			
$\lambda$	0.782				0.603			

資料來源：本研究估計。

註：\*表在 10%顯著水準下顯著，\*\*表示在 5%顯著水準下顯著。

附表 1-3：石斑魚隨機邊界模型之係數估計結果

	傳統隨機邊界模型				貝氏隨機邊界模型			
	係數值	標準差	95%信賴區間		平均數	標準差	95%信賴區間	
飼料費	-0.371	0.356	-1.070	0.327	-0.461**	0.139	-0.697	-0.292
魚苗費	-0.235	0.178	-0.584	0.114	-0.178**	0.062	-0.321	-0.091
勞動投入	-0.018	0.113	-0.239	0.202	-0.048	0.048	-0.129	0.050
土地投入	0.480**	0.123	0.238	0.722	0.504**	0.046	0.412	0.574
飼料費平方	0.864**	0.099	0.670	1.059	0.938**	0.063	0.835	1.067
飼料*魚苗	0.131	0.211	-0.283	0.545	0.068	0.061	-0.063	0.170
飼料*勞動	-0.062	0.122	-0.302	0.177	0.025	0.044	-0.071	0.100
飼料*土地	-0.441**	0.142	-0.719	-0.163	-0.507**	0.051	-0.595	-0.411
魚苗平方	0.248**	0.056	0.138	0.357	0.239**	0.038	0.171	0.314
魚苗*勞動	0.020	0.031	-0.041	0.081	-0.011	0.023	-0.060	0.035
魚苗*土地	-0.127**	0.046	-0.218	-0.036	-0.091**	0.034	-0.159	-0.028
勞動平方	0.083**	0.027	0.030	0.135	0.063**	0.021	0.019	0.102
勞動*土地	-0.015	0.022	-0.059	0.028	-0.025	0.017	-0.062	0.005
土地平方	0.037*	0.021	-0.005	0.079	0.054**	0.014	0.031	0.088
常數項	0.406*	0.265	-0.113	0.926	0.484**	0.089	0.362	0.641
$\sigma_v$	0.050				0.017			
$\sigma_u$	0.000				0.073			
$\sigma^2$	0.003				0.006			
$\lambda$	0.000				4.196			

資料來源：本研究估計。

註：\*表在 10%顯著水準下顯著，\*\*表示在 5%顯著水準下顯著。



附表 1-4：文蛤隨機邊界模型之係數估計結果比較

	傳統隨機邊界模型				貝氏隨機邊界模型			
	係數值	標準差	95%信賴區間		平均數	標準差	95%信賴區間	
飼料費	-0.320	0.239	-0.788	0.148	-0.352**	0.078	-0.526	-0.241
魚苗費	-0.267	0.310	-0.875	0.341	-0.358**	0.085	-0.484	-0.186
勞動投入	-0.352	0.258	-0.858	0.155	-0.519**	0.087	-0.667	-0.347
土地投入	1.070*	0.605	-0.116	2.256	1.103**	0.277	0.591	1.656
飼料費平方	0.011	0.038	-0.064	0.085	0.016	0.013	-0.010	0.037
飼料*魚苗	0.012	0.038	-0.061	0.086	0.009	0.016	-0.016	0.043
飼料*勞動	0.044*	0.025	-0.005	0.092	0.059**	0.016	0.038	0.101
飼料*土地	0.057	0.099	-0.138	0.251	0.005	0.047	-0.079	0.086
魚苗平方	0.039**	0.009	0.022	0.057	0.031**	0.010	0.014	0.050
魚苗*勞動	0.031	0.062	-0.091	0.153	0.044**	0.015	0.022	0.080
魚苗*土地	-0.166**	0.082	-0.326	-0.007	-0.103	0.062	-0.196	0.008
勞動平方	0.003	0.005	-0.006	0.013	0.006	0.005	-0.003	0.015
勞動*土地	-0.083	0.073	-0.226	0.060	-0.096**	0.033	-0.157	-0.028
土地平方	0.188*	0.115	-0.037	0.413	0.187**	0.067	0.071	0.320
常數項	11.123**	2.496	6.231	16.014	12.890**	0.459	12.110	13.890
$\sigma_v$	0.246				0.254			
$\sigma_u$	0.531				0.529			
$\sigma^2$	0.343				0.345			
$\lambda$	2.157				2.082			

資料來源：本研究估計。

註：\*表在 10%顯著水準下顯著，\*\*表示在 5%顯著水準下顯著。

附表 1-5：鱸魚隨機邊界模型之係數估計結果比較

	傳統隨機邊界模型			貝氏隨機邊界模型		
	係數值	標準差	95%信賴區間	平均數	標準差	95%信賴區間
飼料費	-2.419*	1.108	-4.591 -0.248	-2.289**	0.101	-2.429 -2.080
魚苗費	0.391	0.583	-0.752 1.534	0.507**	0.153	0.231 0.747
勞動投入	0.076	0.107	-0.134 0.286	-0.044	0.052	-0.154 0.037
土地投入	1.077	0.811	-0.512 2.666	0.783**	0.453	0.012 1.421
飼料費平方	0.258**	0.100	0.061 0.455	0.252**	0.010	0.232 0.271
飼料*魚苗	-0.048	0.090	-0.225 0.129	-0.074**	0.021	-0.113 -0.039
飼料*勞動	0.019	0.021	-0.021 0.059	0.036**	0.011	0.015 0.056
飼料*土地	-0.289**	0.140	-0.563 -0.015	-0.258**	0.074	-0.384 -0.129
魚苗平方	0.014**	0.007	0.001 0.027	0.018**	0.006	0.006 0.030
魚苗*勞動	-0.058**	0.013	-0.084 -0.032	-0.057**	0.010	-0.075 -0.038
魚苗*土地	0.132**	0.054	0.026 0.238	0.155**	0.035	0.079 0.215
勞動平方	0.020**	0.004	0.012 0.028	0.020**	0.004	0.012 0.028
勞動*土地	0.001	0.017	-0.033 0.034	-0.006	0.015	-0.034 0.024
土地平方	0.110	0.089	-0.065 0.284	0.089	0.073	-0.057 0.218
常數項	17.791**	7.125	3.826 31.757	16.970**	1.127	14.200 18.480
$\sigma_v$	0.263			0.275		
$\sigma_u$	0.241			0.186		
$\sigma^2$	0.127			0.111		
$\lambda$	0.918			0.677		

資料來源：本研究估計。

註：\*表在 10%顯著水準下顯著，\*\*表示在 5%顯著水準下顯著。

附表 1-6：牡蠣隨機邊界模型之係數估計結果比較

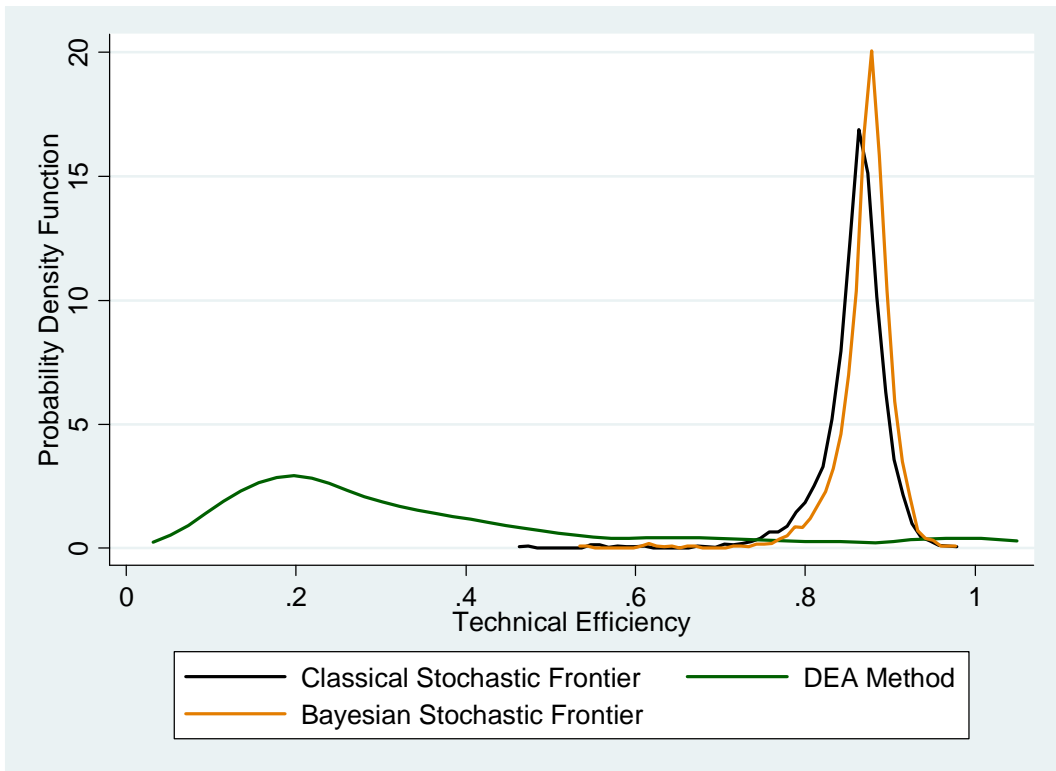
	傳統隨機邊界模型				貝氏隨機邊界模型			
	係數值	標準差	95%信賴區間		平均數	標準差	95%信賴區間	
魚苗費	-0.127*	0.077	-0.278	0.024	-0.100	0.059	-0.207	0.008
勞動投入	0.177**	0.075	0.031	0.323	0.212**	0.053	0.110	0.313
土地投入	-0.220*	0.142	-0.499	0.058	-0.251	0.137	-0.545	0.002
魚苗平方	0.085**	0.004	0.077	0.093	0.085**	0.004	0.077	0.094
魚苗*勞動	-0.063**	0.012	-0.087	-0.038	-0.069**	0.010	-0.086	-0.050
魚苗*土地	0.034**	0.013	0.009	0.060	0.037**	0.013	0.011	0.060
勞動平方	0.026**	0.003	0.019	0.033	0.026**	0.004	0.017	0.033
勞動*土地	0.036**	0.014	0.008	0.064	0.038**	0.015	0.010	0.070
土地平方	0.000	0.027	-0.054	0.053	-0.001	0.028	-0.052	0.054
常數項	4.832**	0.792	3.280	6.385	4.509**	0.556	3.593	5.556
$\sigma_v$	0.288				0.303			
$\sigma_u$	0.632				0.610			
$\sigma^2$	0.482				0.464			
$\lambda$	2.196				2.013			

資料來源：本研究估計。

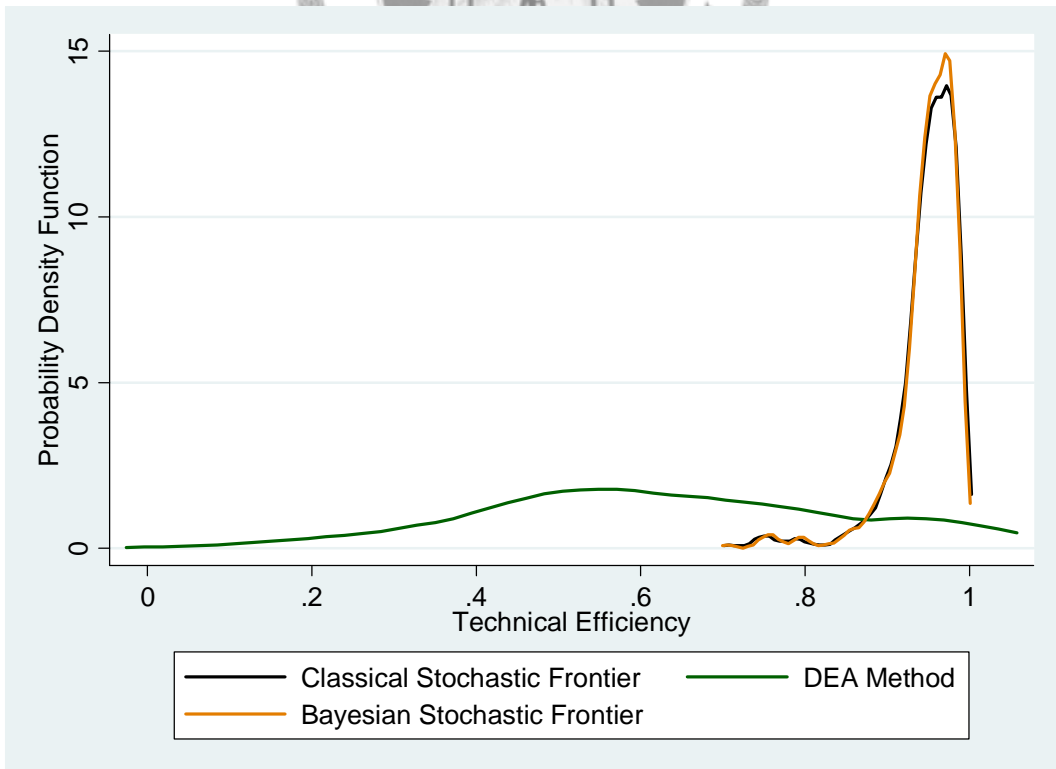
註：\*表在 10%顯著水準下顯著，\*\*表示在 5%顯著水準下顯著。

附錄二：各魚種三種不同方法下之技術效率機率密度函數圖

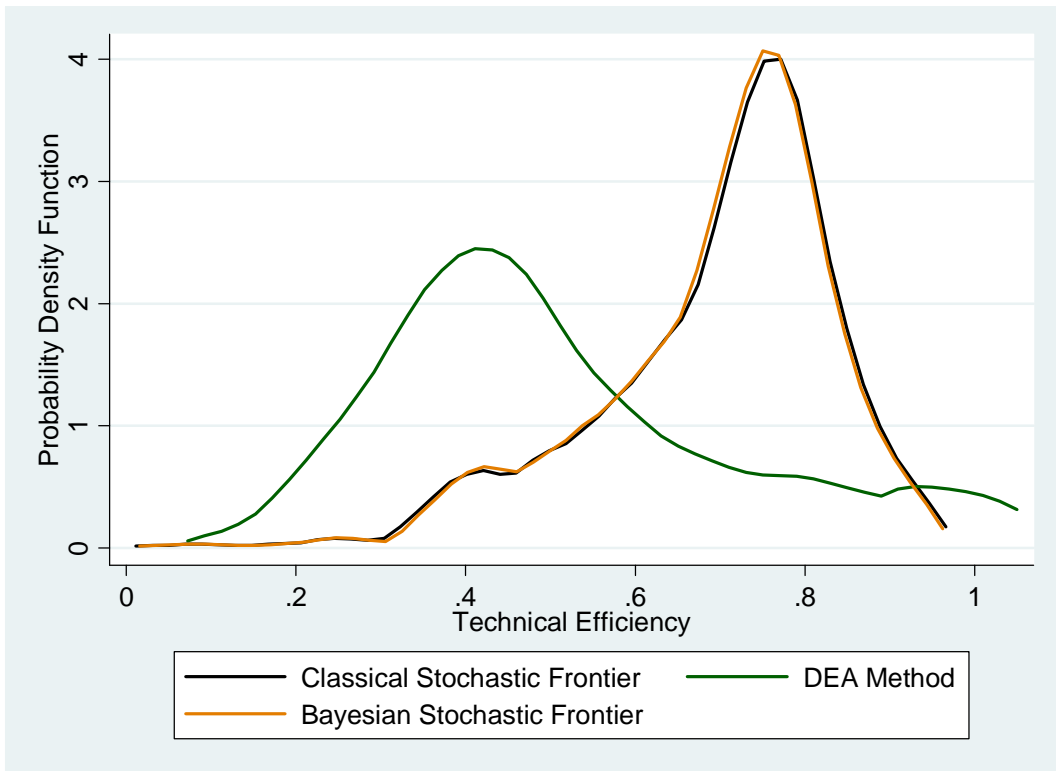




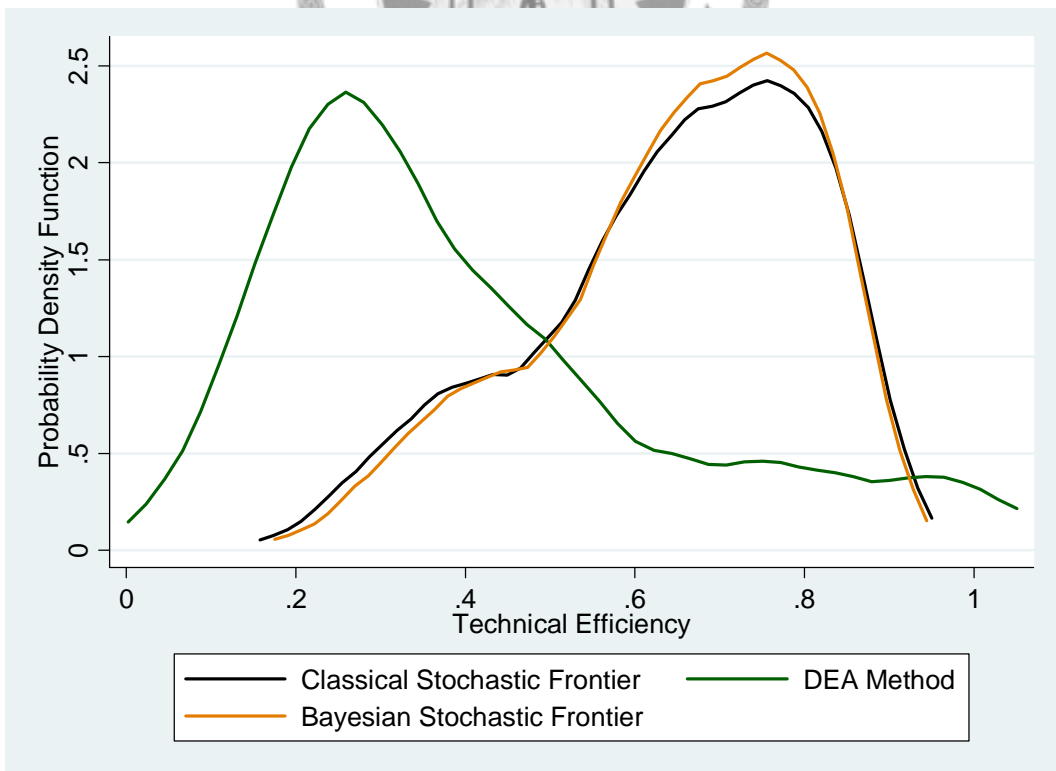
附圖 2-1：虱目魚三種不同方法下之技術效率機率密度函數圖



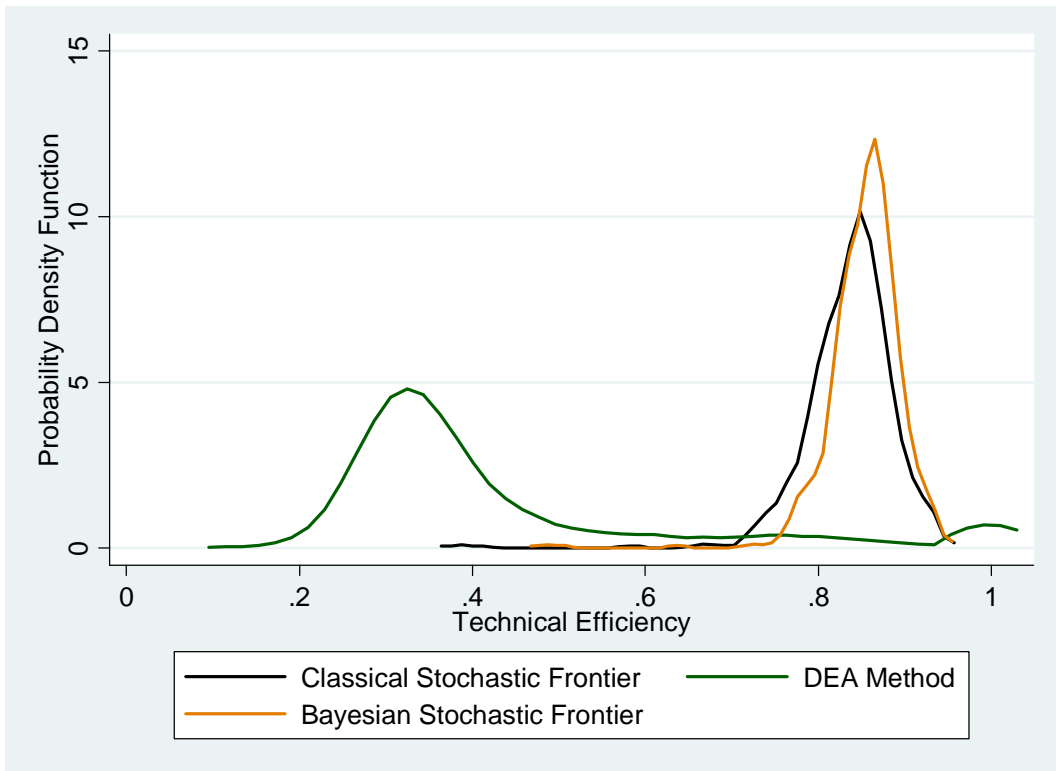
附圖 2-2：石斑魚三種不同方法下之技術效率機率密度函數圖



附圖 2-3：文蛤三種不同方法下之技術效率機率密度函數圖



附圖 2-4：牡蠣三種不同方法下之技術效率機率密度函數圖



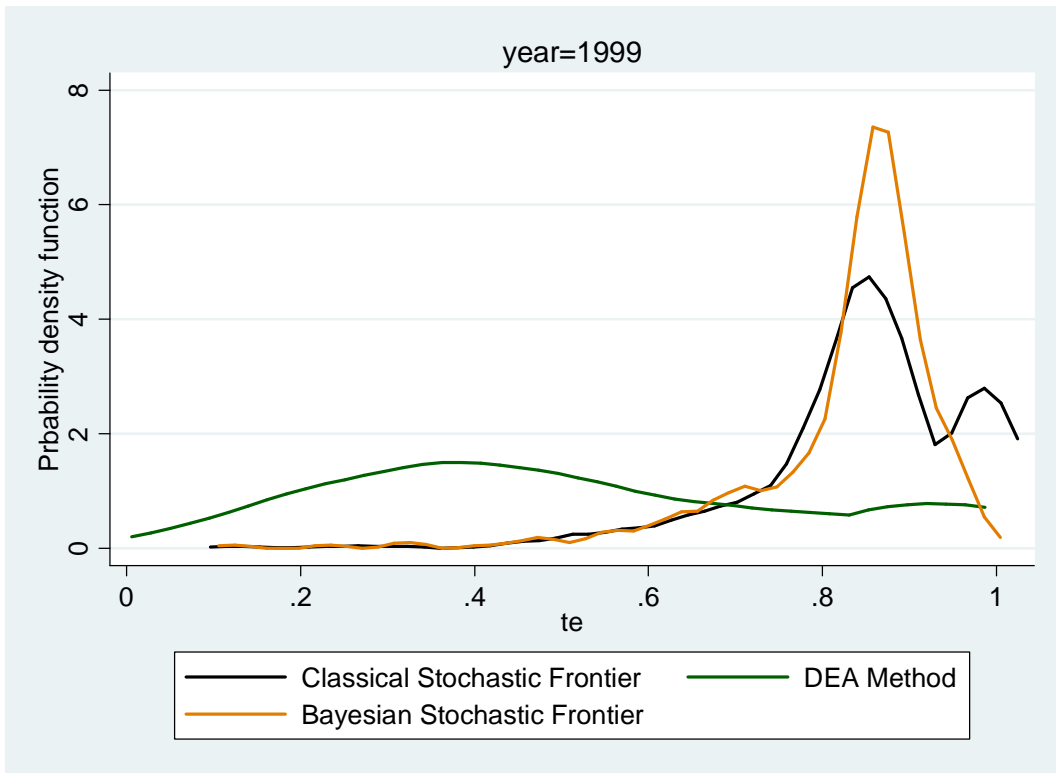
附圖 2-5：鱸魚三種不同方法下之技術效率機率密度函數圖



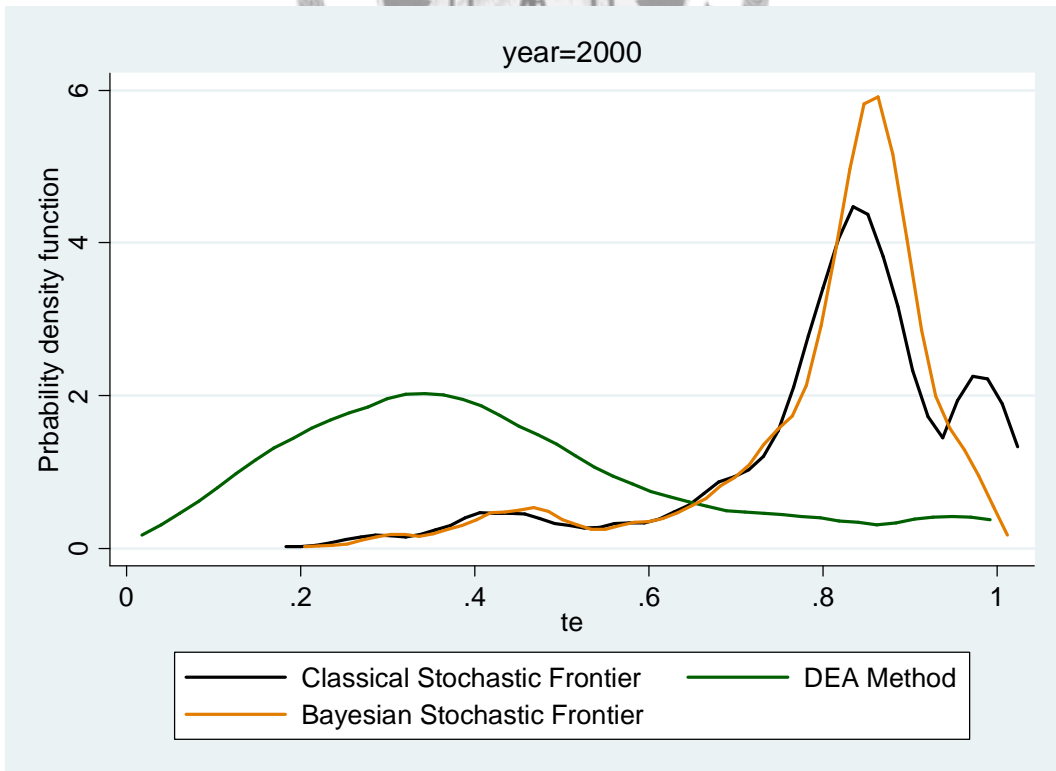
附錄三：不同年間三種技術效率的機率密度函數圖



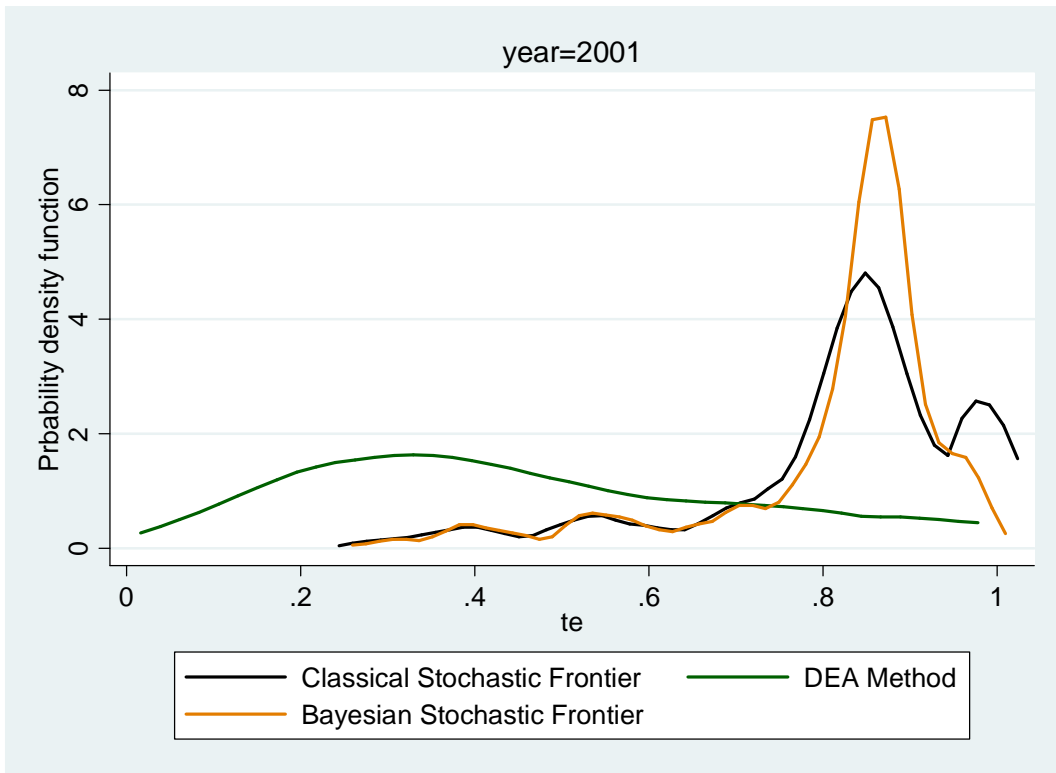




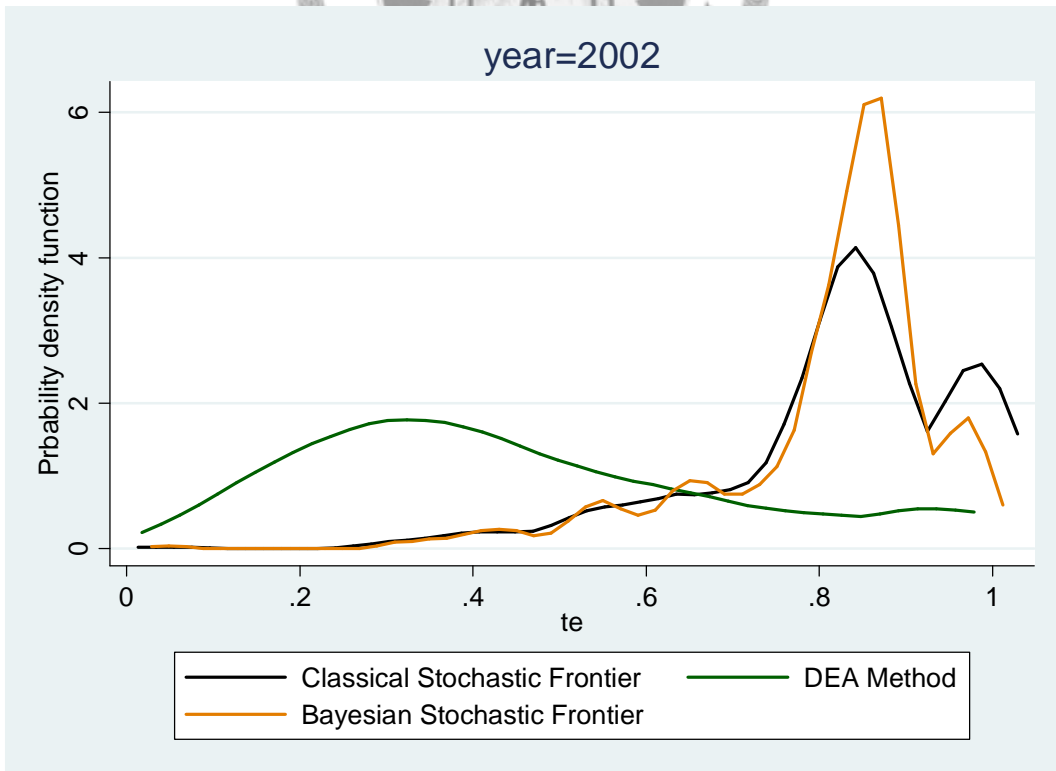
附圖 3-1：1999 年三種技術效率的機率密度函數圖



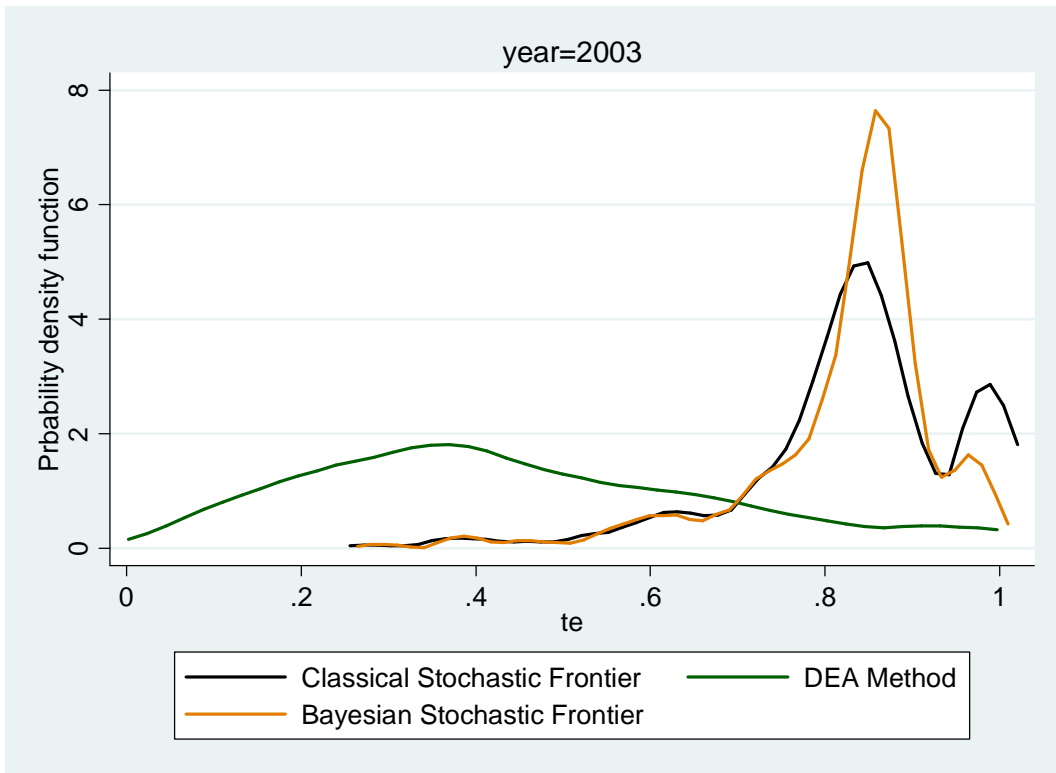
附圖 3-2：2000 年三種技術效率的機率密度函數圖



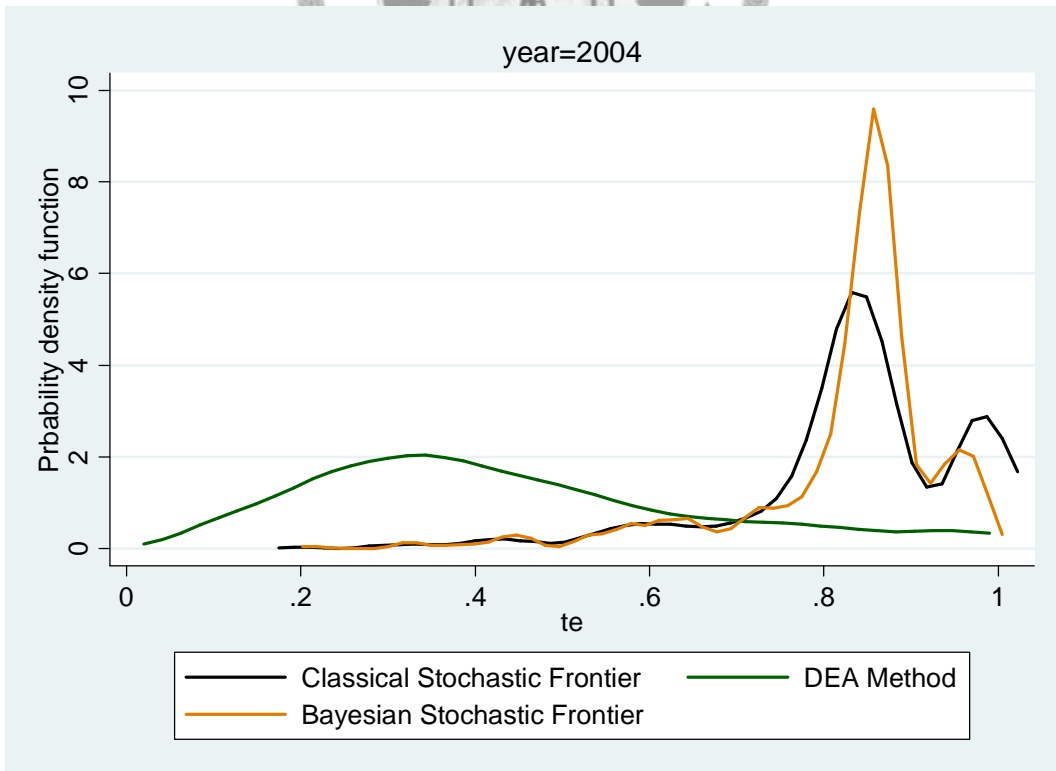
附圖 3-3：2001 年三種技術效率的機率密度函數圖



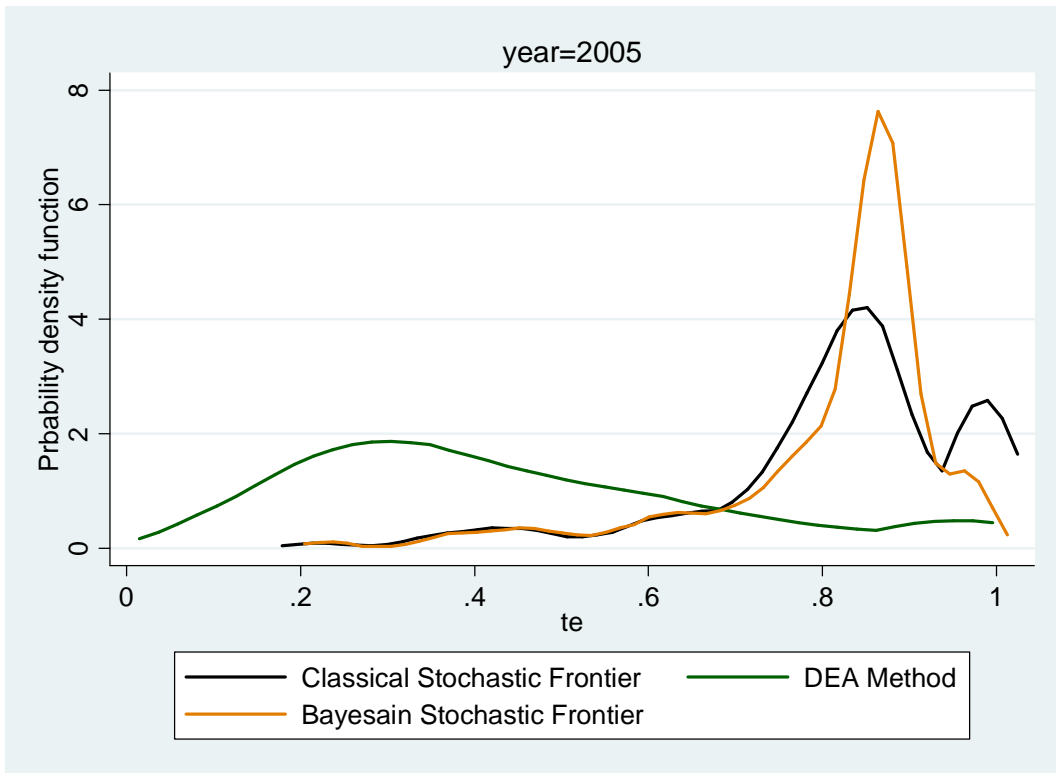
附圖 3-4：2002 年三種技術效率的機率密度函數圖



附圖 3-5：2003 年三種技術效率的機率密度函數圖



附圖 3-6：2004 年三種技術效率的機率密度函數圖



附圖 3-7：2005 年三種技術效率的機率密度函數圖

