

編號：102 年 01

行政院主計總處研究報告

我國農地運用與變遷之研究

國勢普查處

陳惠欣、孫珮瑛、周怡伶、徐宏元

行政院主計總處

印製日期：103 年 1 月

目 次

目 次	一
摘 要	三
表目次	七
圖目次	八
第一章 緒論	1
第一節 研究動機及目的	1
第二節 研究架構及方法	2
第二章 農地利用政策之背景與現況分析	4
第一節 重要農地政策回顧	4
第二節 當前農地面臨之結構性問題	5
第三節 公務統計與普查之耕地消長比較	8
第四節 小結	18
第三章 農用可耕作地區位分布及變化	19
第一節 研究指標之計算方式	19
第二節 絕對分布之變化	20
第三節 相對分布之變化	24
第四節 小結	27
第四章 農用可耕作地變動因素	30
第一節 成長曲線模型	30
第二節 實證分析	34
第三節 小結	42

第五章	可耕作地農作物生產情形.....	44
第一節	灰關聯分析.....	45
第二節	資料包絡分析.....	47
第三節	小結.....	52
第六章	結論與建議.....	54
第一節	結論.....	55
第二節	建議.....	57
參考文獻		58

我國農地運用與變遷之研究

研究人員： 陳惠欣、孫珮瑛、

周怡伶、徐宏元

服務機關： 行政院主計總處

摘 要

一、研究目的與緣起

在經濟發展過程中，位處都會邊緣之農地，易受到建設所需或環境汙染，而轉為工商業用途，因此優良農地維護與異業競用問題，伴隨經濟發展日益突顯。且近年持續受全球化、自由化競爭及氣候變遷之衝擊，嚴重威脅作物生產，故農地資源保育及糧食安全愈受重視。基於保護優良農地，營造優質農業經營環境，有關發揮農地多元功能，促進農地資源永續利用之課題，值得我們省思與重視。

本文希望藉由蒐集有關農地利用之農業政策與公務資料，了解我國過去至現在，重要農地利用政策之相關措施及其影響，並比較 20 年來農地公務統計資料之消長變化。進而分析 79 年、94 年及 99 年農林漁牧業普查資料，了解各地區可耕作地利用情形、變動因素及作物生產效益，期能供為農政單位制訂農地政策及改善農地運用效率之決策參考。

二、研究方法及過程

本研究係以 79 年、94 年及 99 年農林漁牧業普查臺灣地區農牧戶之可耕作地面積為分析基礎，其研究方法及實證分析可分為三部分探討：

- (一) GIS (Geographic Information System)圖示法：以縣市為單位，計算農用可耕作地之集中率(rate of concentration)及區位商數(location quotient)，利用 GIS 圖示法分別呈現 79 年及 99 年縣市農用可耕作地之分布及其變遷情形，並比較 20 年間集中率、區位商數之增減變動，探討各縣市農用可耕作地區位變遷之趨勢、相對重要性及其變動幅度。另比較各普查年度集中率的熵數(entropy)及其轉化之當量區數(number of equivalent)，了解

農用可耕作地是否有集中現象或專業化趨勢。

(二) **成長曲線模型(Growth Curve Model)**：以鄉鎮市區為分析單位，選取農牧業工作指揮者平均年齡、農牧業工作承接者比率、平均每戶從農人數、可耕作地自有比率及平均可耕作地面積等可能影響因素為解釋變數，分別對農用比率及農用可耕作地區位商數之變動，採成長曲線模型分析，了解 79 年至 99 年間各鄉鎮市區可耕作地利用情形及農用可耕作地之相對重要性，探討影響 20 年間農用可耕作地變動之主要因素。

(三) **灰關聯與資料包絡分析(Data Envelopment Analysis)**：選定可耕作地之主要產出作物如稻作，藉灰關聯分析，萃取出影響該作物銷售收入之關鍵因素，並採用資料包絡分析法，探討該作物經營效率及提升效率之要素。

三、結論

(一) **79 年至 99 年縣市農用可耕作地之分布及其變遷情形**：觀察中南部 8 大縣市 20 年間農用可耕作地之集中率與區位商數變動趨勢，其中南投縣集中率之降幅為所有縣市之最大，且其區位商數轉為小於 1，對照 20 年間地圖圖層顏色變化，實為一大警訊，故針對其縣市內之可耕作地面積，應嚴格控管農地農用，鼓勵復耕維持地利，並減少非農業使用情形，以利優良農地永續發展。

1. 臺灣地區 99 年縣市農用可耕作地集中率大於 6.0% 者，由大至小依序為臺南市、雲林縣、嘉義縣、彰化縣、屏東縣、臺中市、南投縣及高雄市等 8 大農業縣市，均位在臺灣中南部，經過 20 年間的變化，其區位商數轉變為小於 1 者有南投縣及高雄市，其餘 6 個縣市之區位商數仍維持大於 1。

2. 集中率小於 6.0% 的縣市中，嘉義市及花蓮縣經過 20 年間的變化，皆隨著集中率的增加，其對地區相對重要性亦呈上升。

3. 隨時間變化與經濟成長，區位商數排在前 3 名的雲林縣、嘉義縣及彰化縣，隨著其集中率的增加，其農用可耕作地對地

區相對重要性亦有逐漸提升的趨勢；而南投縣不僅集中率降幅最大，且其農用可耕作地對該縣的重要性亦相形降低。

4.觀察 20 年間縣市農用可耕作地之區位商數變動情形，減幅較大縣市由大至小依序為澎湖縣、基隆市、新竹市、新竹縣及臺北市，除澎湖縣受限於缺水、氣候等環境因素不利耕種外，其餘縣市農用可耕作地對地區相對重要性經過 20 年時間變化，均越顯降低，驗證鄰近（含）都會區之可耕作地，易受到建設所需或環境汙染，轉為工商業用途或非農業使用情形增加。

（二）成長曲線模型分析結果：證實臺灣地區各鄉鎮市區 20 年間農用可耕作地呈現逐年減少之趨勢，可耕作地農業生產情形之重要性逐年降低。

1.臺灣 8 大農業縣市各鄉鎮市區 20 年間，農用可耕作地之區位商數各有消長，其中都會地區及山地鄉之農用可耕作地相對重要性有明顯逐年降低之趨勢。

2.臺灣各鄉鎮市區 20 年間農用可耕作地減少與農業勞動力高齡化、可耕作地規模狹小有關。在勞動力部分，農牧戶之工作指揮者平均年齡偏高，而工作承接者比率下降、從農人數減少，致使農業勞動力結構老化，不利可耕作地農業生產作業。

（三）灰關聯與資料包絡分析結果：灰關聯係取兩因素變化之絕對值，在尋找投入 DEA 之同向變數時，會較 Pearson 相關（需考量正相關或負相關）便利。由於稻作係可耕作地農用之重要作物，故以該作物進行經營效益分析，且經實證獲取影響其銷售收入之 6 項因子為可耕作地面積、農業從業員工人數、專兼業特性、工作指揮者教育程度、工作指揮者出生年次及可耕作地自有率等。

1.在稻作投入產出指標均大於 0 者有 4 萬 9,203 家，經資料包絡分析後有 62 家或 0.13%，具相對整體效率。其中以東部

地區之整體效率較高，南部地區整體效率較低。另稻作在中部及南部地區經營績效改善空間較大，因該二地區不僅整體效率較低，且技術效率與最適生產規模比例均較低，顯示此二地區，因經營家數較多，無論在資源分配或生產要素投入上均有較大之提升空間。

2. 稻作經營者有 26.0% 為規模報酬遞增階段，表示應擴大規模以提高生產效率；而稻作經營者中有 73.8% 屬規模報酬固定；僅 0.2% 屬規模報酬遞減階段。

3. 由資料包絡分析之敏感度分析觀察，當投入變數單一變動時（其他變數不動下），以可耕作地面積之變動與原經營效率值差異最大，其次則為專兼業特性。

四、建議

- （一）促進可耕作地區域利用目標：民國 79 年至 99 年之 20 年間可耕作地農用情形之變動確實具地區差異，應考量地區性農業指標與特性，以達成可耕作地區域利用目標，尤應注意 8 大農業縣市可耕作地農用情形。
- （二）改善農業勞動結構：工作指揮者平均年齡偏高、工作承接者比率低、從農人數減少等農業勞動結構因素，不利於可耕作地活化、產業創新與農業永續經營，亟需鼓勵青年返鄉從農及參與農民學院，以改善農業勞動力高齡化現象。
- （三）配合農地政策提升可耕作地利用效益：可耕作地受限於規模細小，致使經營效率偏低，不利於可耕作地農業生產，故應藉由農地銀行平台及小地主大佃農政策改善可耕作地利用效益。
- （四）檢視經營指標改善投入、產出效益：由資料包絡分析結果，可看到全體、各地區及各經營單位之經營效率，所以可藉農業經營指標檢視經營者投入條件及地區性發展，以提升農作物生產及可耕作地利用效率。

表目次

表 2-3-1	民國 92 年至 101 年臺灣地區公務統計之農業用地與 耕地面積	10
表 2-3-2	臺灣地區農林漁牧業普查與農情查報之耕地面積比較	13
表 2-3-3	農業統計調查之耕地定義差異比較.....	16
表 3-2-1	臺灣地區農牧戶可耕作地農用情形按可耕作地所在縣 市分	21
表 3-2-2	臺灣地區各縣市農用可耕作地之集中率及其變動	22
表 3-2-3	臺灣地區各縣市農用可耕作地集中率之熵數及其轉化 之當量區數	24
表 3-3-1	臺灣地區各縣市農用可耕作地之區位商數及其變動	25
表 4-1-1	成長曲線模型之各變項計算方式.....	33
表 4-2-1	民國 79 年至 99 年臺灣地區農用面積變化情形	35
表 4-2-2	前 8 大農業縣市 20 年間農用比率增加之鄉鎮市區	36
表 4-2-3	前 8 大農業縣市農用可耕作地之區位商數 20 年間變 動情形	37
表 4-2-4	農用比率之時間成長模型分析.....	39
表 4-2-5	農用可耕作地區位商數之時間成長模型分析	41
表 5-1-1	臺灣地區從事農耕業之農牧戶家數按主要經營種類分	44
表 5-1-2	灰關聯序	47
表 5-2-1	各地區稻作經營者之各項效率值比較.....	49
表 5-2-2	稻作經營者規模報酬分析.....	50
表 5-2-3	稻作經營者差額變數分析.....	51
表 5-2-4	稻作經營者敏感度分析.....	52

圖目次

圖 1-2-1	研究架構圖	3
圖 2-2-1	我國以熱量計算之綜合糧食自給率	7
圖 2-3-1	國土使用與農地統計架構	9
圖 2-3-2	臺灣地區耕地趨勢圖	13
圖 2-3-3	臺灣地區農林漁牧業普查與農情查報之耕地趨勢圖	14
圖 3-2-1	79 年與 99 年農林漁牧業普查之農用可耕作地面積之 絕對分布圖	23
圖 3-2-2	79 年至 99 年間普查農用可耕作地之集中率增減情形 ...	23
圖 3-3-1	79 年與 99 年農林漁牧業普查之農用可耕作地面積之 相對分布圖	26
圖 3-3-2	79 年至 99 年間普查農用可耕作地之區位商數增減情 形	26
圖 3-3-3	各縣市 20 年間農用可耕作地之集中率與區位商數變 動趨勢	28

第一章 緒論

第一節 研究動機及目的

我國自古以農立國，農業不僅提供民生不可或缺之糧食，亦同時提供其他產業所需的基本原物料，在經濟發展方面一直扮演舉足輕重的角色。但由於工商經濟快速成長，農業發展受限於本身的特質及自然條件的限制而成長緩慢，後因全球化、自由化之衝擊，影響農業生產結構的改變，無法再和工商業並駕齊驅，致農業產值占全國生產總值比重近年來益趨陡降。惟農業發展乃是整個經濟發展之一環，基於維持社會安定、保障國家安全及促進工商經濟繁榮，其仍身兼糧食安全與維護生態環境之功能，與我們食衣住行有著密切不可分之關係，故應如何將有限之農業資源，作適當的分配及有效利用，實為我國經濟發展中不容忽視之重要課題。

自民國 89 年 1 月農業發展條例修正發布後，農地不再限制農民擁有，而以落實「農地農用」為管理目標，惟因農牧用地取得成本較低，工商經濟發展致農地違規使用情形日益嚴重，加上農地政策允許農舍、農業設施、休閒設施等使用，造成農業用地之穿孔、細碎與分割，無法發揮規模經濟效果，不利農業生產，加入 WTO 後又受到農產品自由貿易影響，進口農產品低價傾銷，農業競爭力不足，致農地休耕比例過高，糧食自給率大幅下降，農地未能有效分配與利用，今後如何避免優良農地日益流失與縮減，值得我們省思與重視。因此，為制訂符合現階段農業發展所需的農業政策，以促進轉型升級提升農業競爭力，並面對環境氣候急遽變化，嚴重威脅農作物正常生產供給，因應未來糧食需求，有必要針對 20 年來農業政策及農地變化作一探討，期能維護現有優良農地，並活化休耕地作合理利用，使農地經營規模化、效率化，提高農業競爭力，增加農民所得，確保糧食自給，俾利農業永續發展。

本研究所稱之農地係指受區域計畫法管轄之「農業用地」，其中涵蓋定義更嚴謹之「耕地」，即依區域計畫法劃定為特定農業區、一

般農業區、山坡地保育區與森林區之農牧用地。本文希望藉由蒐集農地利用有關之農業政策與公務統計資料，了解我國過去至現在重要農地利用政策之相關措施及其影響，並比較各項公務資料農地 20 年來消長變化。進而以 79 年、94 年及 99 年農林漁牧業普查農牧戶可耕作地為分析對象，以 GIS 圖示法呈現，比較各普查年度及各地區農用可耕作地之區位商數變動及其群聚效果，再以成長曲線模型，分析影響農用可耕作地變動之主要因素。另以可耕作地之主要產出作物如稻作，以灰關聯分析，萃取出影響該作物銷售收入之關鍵因素，並採用資料包絡分析法，探討該作物經營效率及提升效率之要素。根據上項分析結果，藉由了解各地區可耕作地利用情形、變動因素及作物生產效益，期能供為農政單位制訂農地政策及改善農地運用效率之決策參考。

第二節 研究架構及方法

本研究係以 79 年、94 年及 99 年農林漁牧業普查臺灣地區農牧戶之可耕作地面積為分析基礎，其研究方法及實證分析可分為三部分探討，研究架構如圖 1-2-1 所示：

(一) **GIS (Geographic Information System) 圖示法**：以縣市為單位，計算農用可耕作地之集中率(rate of concentration)及區位商數(location quotient)，利用 GIS 圖示法分別呈現 79 年及 99 年縣市農用可耕作地之分布及其變遷情形，並比較 20 年間集中率、區位商數之增減變動，探討各縣市農用可耕作地區位變遷之趨勢、相對重要性及其變動幅度。另比較各普查年度集中率的熵數(entropy)及其轉化之當量區數(number of equivalent)，了解農用可耕作地是否有集中現象或專業化趨勢。

(二) **成長曲線模型 (Growth Curve Model)**：以鄉鎮市區為分析單位，選取農牧業工作指揮者平均年齡、農牧業工作承接者比率、平均每戶從農人數、可耕作地自有比率及平均可耕作地面積等可能影響因素為解釋變數，分別對農用比率及農用可耕作地區位商數之變動，採成長曲線模型分析，了解 79 年至 99 年間

各鄉鎮市區可耕作地利用情形及農用可耕作地之相對重要性，探討影響 20 年間農用可耕作地變動之主要因素。

(三) 灰關聯與資料包絡分析 (Data Envelopment Analysis)：選定可耕作地之主要產出作物如稻作，藉灰關聯分析，萃取出影響該作物銷售收入之關鍵因素，並採用資料包絡分析法，探討該作物經營效率及提升效率之要素。

圖 1-2-1 研究架構圖



第二章 農地利用政策之背景與現況分析

第一節 重要農地政策回顧

早期我國土地政策的基本精神在於「地利共享」與「地盡其用」，農地政策為土地政策的一環，必須配合土地政策及農業、社會經濟環境的改變而調整。自民國 38 年起實施第一階段的農地改革，包括三七五減租、耕地放領及耕者有其田，解決農地地權分配問題；民國 62 年行政院頒發《農業發展條例》，為臺灣農業之基本法，規定農地農有農用，一律不准供農舍以外的私人使用；民國 63 年頒布區域計畫法，以及之後各縣市全面辦理非都市土地使用編訂與管制；民國 72 年開始第二階段的農地改革，為期四年，提供購地貸款，推行共同、委託及合作經營，實施稻米保價制度，補貼農業生產，增進農地經營效率；民國 82 年 7 月底廢止耕者有其田政策，研擬農地釋出方案，釋出 16 萬公頃供非農業部門使用。

至民國 89 年及 92 年兩度修改農業發展條例，以及農地相關配套法案，放寬農地自由買賣及興建農舍等措施，原僅限制自耕農才能取得農地，放寬為一般人與農企業都可購買農地；民國 99 年實施「小地主大佃農政策」，鼓勵老年或無營農意願的農民出租或出售農地，並引進青年農民或農企業以承租方式擴大經營規模；民國 101 年 12 月內政部提出「農業用地興建農舍管理辦法修正草案」，規定農舍最小面積為 13 坪，不得有 1 坪狗籠農舍。

「農地農用」這項主張，自民國 62 年農業用地編定公告迄今，歷經了 40 年來經濟環境的變化，係當初糧食不足危機意識所孕育出來的政策。民國 89 年修正農發條例至今，農地開放自由買賣施行已 10 年有餘，由修正前同時管「人」及管「地」的並行政策，轉變為放寬農地農有、落實農地農用，成為只有管「地」的農地政策，對我國農地利用方式產生重大改變與影響。但由於中央法規的鬆綁，對農地非農用情形，地方政府抽查人力不足，致農地利用長期疏於有效的監督與管制，演變成違規農舍或豪華別墅林立，加速鄉間農地的炒作，甚至有些農舍擅自改裝為工廠或倉儲，並排放廢水污染農地，影響

農業生態環境，不僅農地資源流失嚴重，更背離農地農用的基本原則。

所謂良好的農地利用應是在土地資源合理的分配下，能維護完整的生態環境，並透過有效率的利用，確保農業在生產、生活及生態的功能，最後達到社會公平及地利共享的境界。為達成良好農地利用的目標，首先需要觀察一國的農業用地總面積，其編定項目中，實際用於農業生產的就是耕地，而衡量農地利用效率的指標，最大的關鍵在於休耕政策的執行，雖然休耕可以達到穩定糧價的功能，卻也造成農地的閒置，休耕補助更間接提高耕地租金價格，阻礙耕地規模的擴大及農地的有效利用。故有效率的利用農地，依法應不能作非農業使用，亦即不應以農地之名，行他種用途之實，造成農地喪失農業應有的功能。

第二節 當前農地面臨之結構性問題

自民國 89 年農發條例修正案放寬農地分割限制與農宅興建資格後，由於農地開放自由買賣，一般民眾也可輕易變身為農民的行列，多年下來耕地持有人雖呈增加，但不代表其投身農業工作，有些未經營農業的人在耕地上不種田（未從事農牧業生產），卻種房子，衍生蓋農舍自住或轉售獲利等現象，嚴重影響附近農田灌溉排水及農機利用，並造成生產環境的污染，以致都市近郊優良農田受到侵蝕破壞而逐漸流失。根據 101 年 10 月中央研究院「農業政策與科技研究建議書」提到，10 年來臺灣消失的耕地 4 萬 5 千公頃，相當於 1,770 座大安森林公園占地的面積（約 26 公頃），其中用於蓋住宅與農舍者有 1 萬 7 千公頃，相當於 15 個臺北市信義區面積（約 1,121 公頃）。中研院建議，為避免上述問題繼續惡化，應儘速進行修訂農發條例及農宅興建實施辦法，增加購買農地限制條款，如購入之耕地未依規定使用者應抽取農地占用稅，或凍結新購農地興建農舍 3 至 5 年，或限制農地及農舍之所有權移轉期限等，以找回臺灣逐年流失的優良耕地，並永續維護農業生產環境。

過去 20 年臺灣在過度追求工商業發展下，致國內農家數、農家

人口數、農地面積及農業就業人數呈遞減趨勢，農業產值占國內生產毛額比重目前更降至不到 2%，由於受限生產成本及自然條件等結構性因素，我國農家多為小農經營型態，採勞力集約從事農牧業生產，有 7 成 5 以上者需靠兼業（非農業所得）來養家餬口增加農家收入，戶內年輕人口不願意從事農業相關工作，外移都市情形嚴重，農村勞動力普遍老化。長久以來，農產品價格偏低、農業經營利潤減少，及市場供需不穩定等因素，影響耕地非農用情形甚深，致休耕現象及粗放經營家數持續增加，耕地一旦雜草叢生易成為病蟲害滋生來源，無形中會降低鄰近農地生產效益，進而影響耕地經營者營農意願。

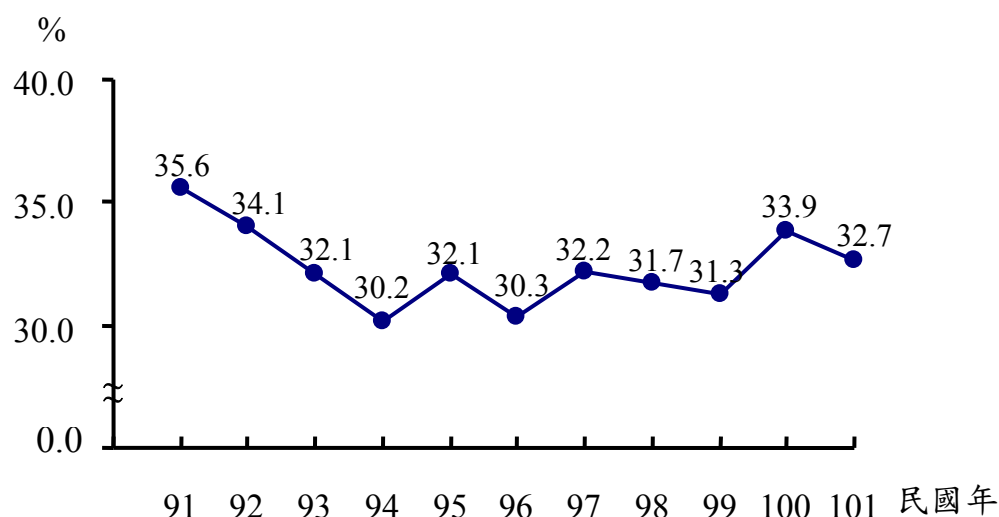
政府鼓勵稻田轉作雜糧或休耕之政策開始於民國 73 年，已持續執行近 30 個年頭，最初期作休耕面積僅有 5 千 7 百公頃，然民國 91 年我國加入世界貿易組織（WTO），貿易自由化後國內農產品不敵進口農產品的低價行銷，無競爭力的農民只好配合稻作休耕，以致期作休耕面積增至 101 年的 20 萬公頃，其中連續兩期休耕的農地有 5 萬公頃。中研院建議書指出，此休耕政策不但沒有生產力且未提供任何就業機會，更造成農業耕作環境惡化，破壞農村景觀，同時政府每年必須支付休耕補助款高達新臺幣 100 億元，已成為財政一大負擔。

最近 10 年由於開發中的國家如中國、印度等國經濟成長強勁，人口數亦持續攀升，帶動對糧食需求的急速增加，但糧食生產卻受限大自然環境與氣候的異常變化，生長相對緩慢，糧食短缺情形日益嚴重，且糧食主要出口國因災損減產，又受其國內生質能源原料需求成長，部分糧食作物改轉作為生質能源作物或供為畜牧用的飼料作物，致其國內糧食供需吃緊並引發國際市場價格上揚。自民國 96 年起，全球糧價不斷飆升，由於各地糧荒警訊頻傳，糧食生產面臨前所未有的威脅，主要糧食生產國家為確保自家糧食供應無虞，先後採取糧食監控與管制之措施，糧食安全存量已成為全球必須共同正視的經濟課題。

觀察近 10 年我國綜合糧食自給率（以熱量為權數），由 91 年最高點 35.6% 逐漸降至 94 年之 30.2%，隨即反彈緩升至 101 年之 32.7

%，見圖 2-2-1。究其下降原因主要係受國際貿易自由化影響，國外糧食以低價或貿易配額等優勢進入國內市場，並取代部分國內糧食生產，且因國人飲食習慣西化之改變，國內糧食生產不符經濟效益，再加上災害及投入成本墊高影響供應縮減，致我國糧食自給率呈現下降趨勢。民國 95 年以後世界各地氣候變遷加劇，穀物生產受到影響，我國為因應國際糧價高漲，及避免休耕地轉種生質能源作物有與糧食爭地之虞，並確保國內糧食自給率，民國 97 年陸續推出各項糧食增產配套措施，如調整休耕給付，積極鼓勵休耕地恢復種植水稻、飼料玉米及輪作獎勵作物，或透過「農地銀行」出租休耕地種植作物，以活化休耕農地、改善農業結構及補強農民福利制度。

圖 2-2-1 我國以熱量計算之綜合糧食自給率



長期以來臺灣「稻米過剩與雜糧不足」並存的結構性問題嚴重，全臺休耕面積小於稻作種植面積已拉近不到 6 萬公頃的差距，依民國 101 年全國糧食安全會議，決議將我國糧食自給率由目前之 33%，提高至 109 年之 40%。中研院建議，臺灣若要提高糧食自給率，政府應先檢討休耕農地及現行耕作制度，必須從維持現有優良農地面積及活化休耕稻田做起，並建立整體配套措施，如鼓勵生產進口替代或具競爭力的作物，以及結合地方政府推動地區特產作物。

故農政單位為有效促進農地利用，於民國 102 年 1 月開始啟動「

調整耕作制度活化農地中程（102～105 年）計畫」，優先活化一年兩期連續休耕的 5 萬公頃農地，透過政策補助調整，鼓勵兩期休耕地中至少復耕一期，種植玉米、牧草、小麥、毛豆等進口替代作物，預計未來四年可活化 4 萬 5 千公頃耕地，藉以提高我國糧食自給率 1.4%，105 年目標達到 34.9%，另透過休耕補助限領一期，鼓勵無力耕作的老農或無意願耕種的非專業農民釋出農地，出租給專業農民耕作，除增加年輕人從農機會，活化耕地亦可增加 10 萬人就業機會。

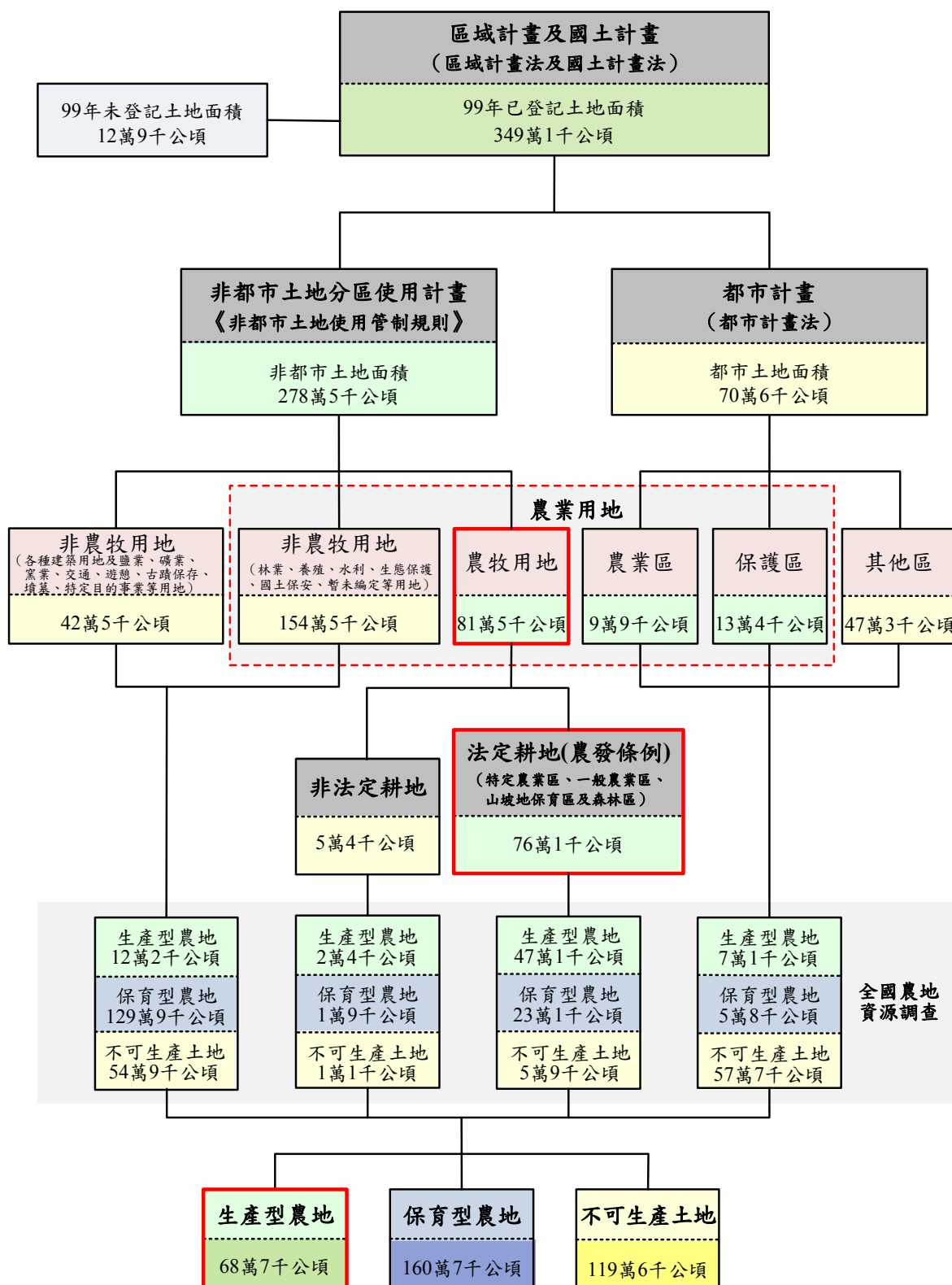
我國目前雖不致有糧食安全隱憂，但全球已步向不穩定的高糧價、高油價時代，長遠來看應審慎面對國際糧荒的效應，持續落實檢討改進國內農地利用政策，提出具體因應對策，俾利國內糧食除維持適當的「糧食自給率」及「安全存量」外，並能追求「質優」及「食用安全」的提升。

第三節 公務統計與普查之耕地消長比較

農地是珍貴的國家資源，是農業生產不可或缺的元素，農地利用管理因涉及民眾之財產，多以法律訂定執行規範，其為國土使用管制之一環，架構在區域計畫法及都市計畫法體系內，區域內之非都市土地，應由直轄市或縣（市）政府按非都市土地分區使用計畫，制訂非都市土地使用分區圖，劃定為特定農業區、一般農業區、山坡地保育區、森林區、工業區、鄉村區、風景區、國家公園區、河川區或特定專用區等 10 種使用分區，並參酌實際需要，就土地使用性質，編定農牧用地、林業用地、養殖用地、水利用地、生態保護用地、國土保安用地、各種建築用地、交通用地等 18 種用地別。國土使用與農地統計架構詳見圖 2-3-1。

本文提及之農地係指受區域計畫法及都市計畫法管轄之「農業用地」，係指非都市土地或都市土地農業區、保護區範圍內，除主要供為農作、森林、養殖、畜牧及保育使用外，並包含供與農場不可分離之農舍、畜禽舍、倉儲設備、曬場、集貨場、農路、灌溉、排水等土地，以及農民團體與合作農場所有直接供農業使用之倉庫、冷凍（藏）庫、農機中心、蠶種製造（繁殖）場、集貨場、檢驗場等用地，故

圖 2-3-1 國土使用與農地統計架構



註：1.生產型農地：係指供農業生產使用之耕地、畜牧、水產養殖及溫網室等用地。

2.保育型農地：係包括森林、濕地及草生地。

3.不可生產土地：係指農舍、展售場、設施、農業倉儲、建築物、道路、水泥地及公共設施。

資料來源：內政部、行政院農業委員會。

農業用地可再區分為「耕地」及「耕地以外之農業用地」。表 2-3-1 農業用地之估算，係為非都市土地的七種用地（含農牧用地、林業用地、養殖用地、水利用地、生態保護用地、國土保安用地、暫未編定用地）合計，加上都市計畫法中農業區及保護區兩區之合計。而農發條例之「法定耕地」定義更為嚴謹，係依區域計畫法劃定為特定農業區、一般農業區、山坡地保育區與森林區等四區之農牧用地，視為耕地，其中「特定農業區」是指優良農地或曾投資建設重大農業改良設施，經會同農業主管機關認為必須加以特別保護而劃定者，而「一般農業區」是指特定農業區以外供農業使用的土地。

表 2-3-1 民國 92 年至 101 年臺灣地區公務統計之農業用地與耕地面積

	單位：千公頃												
	農業用地		非都市土地								都市計畫土地		
	法定 耕地	合計	農牧 用地	林業 用地	養殖 用地	水利 用地	生態 保護 用地	國土 保安 用地	暫未 編定 用地	合計	農業 區	保護 區	
民國 92 年	2 183	761	1 940	812	902	27	54	1	57	87	243	102	141
民國 93 年	2 228	742	1 985	808	922	27	53	1	88	86	243	101	142
民國 94 年	2 233	747	1 993	814	922	28	53	1	91	84	240	100	140
民國 95 年	2 256	739	2 016	814	936	28	53	1	97	87	240	100	140
民國 96 年	2 334	761	2 095	814	1 009	27	53	1	106	85	239	99	140
民國 97 年	2 482	774	2 247	814	1 133	27	54	1	130	88	235	100	135
民國 98 年	2 546	760	2 310	814	1 172	28	54	1	152	89	236	100	136
民國 99 年	2 593	761	2 360	815	1 199	27	55	1	177	86	233	99	134
民國 100 年	2 626	761	2 391	814	1 217	27	56	1	193	83	235	99	136
民國 101 年	2 692	762	2 457	814	1 256	27	57	1	220	82	235	99	136

註：法定耕地係指依區域計畫法劃定為特定農業區、一般農業區、山坡地保育區與森林區之農牧用地。因農業發展條例最近一次修訂為民國 92 年 2 月 7 日，故本表統計年份係自 92 年起編製。

資料來源：內政部。

依據內政部非都市土地使用地編定面積統計資料，近 10 年編定為「農牧用地」之土地維持在 81 萬公頃，近 5 年每年變更使用農牧用地面積約 800 至 1,200 公頃。以民國 99 年為例，我國農發條例法定耕地面積為 76 萬 1 千公頃，其中農牧用地來自特定農業區有 27 萬 1 千公頃，一般農業區有 17 萬 5 千公頃，山坡地保育區有 29 萬 6 千

公頃，森林區有 1 萬 9 千公頃。

民國 84 年行政院農業委員會曾受行政院指示要在 15 年內釋放 4 萬 8 千公頃的農地供非農業使用。主要的方式為農業區的調整，將特定農業區的一部分農業用地約 4 萬公頃，調整為一般農業區。其次，放寬農地變更限制及簡化審查程序方式，以加速農地申請變更的作業。至民國 89 年底，變更為工業區、工商綜合區、勞工住宅、高速公路、高速鐵路、高爾夫球場等特定目的事業的非都市農地達 9 千公頃，都市農地計 4 千公頃，地方政府權限內所變更的農地面積約為 2 萬 3 千公頃。然民國 90 年與 91 年，合法農地的釋出已明顯的減少，分別為 2 千公頃與 3 千公頃。

在經濟發展過程中，位處都會邊緣之農地，易受到建設所需或環境汙染，而轉為工商業用途，再加上近年氣候變遷帶來的災害損壞，以致耕地總面積逐年遞減，基於保護優良耕地及落實農地農用，應有效控制耕地流失及移作他用的現象，以掌握我國正確總耕地面積。探究我國耕地統計資料來源，除內政部地政司土地登記簿所登錄使用地類別為農牧用地者外，尚包括農糧署農情查報系統所建立之農業統計年報耕地資料、農委會企劃處辦理之農地資源調查中的生產型農地資料，以及本總處每 5 年舉辦之農林漁牧業普查所蒐集而來的可耕作地資料。

內政部地政司經管土地登記制度之「農牧用地」，主要係作為土地所有權人之登記管理，若其已變更為不能種植農作物之土地，該登錄檔案尚未及時更新，則會發生與實際農地使用不符情形。「耕地」係為行政院農業委員會農業統計年報使用名詞，係指供為農作物生產之土地，可區分為水田、旱田 2 大類，包括已登記各種地目及未登記之河川地、海埔地、山坡地及原野地等實際作為農耕使用之土地。農林漁牧業普查則使用「可耕作地」，係指不管地上有沒有栽培作物，只要能生產農作物，即視為可耕作地。在認定上，可耕作地並非以土地登記簿或土地所有權狀上所登載的地目為準，而是須實際用於農作物生產之土地為準，若地目雖為田、旱地，但卻變更作為其他用途（

如改成水泥鋪面做為房舍、畜禽舍、魚池、造景、停車場等），未來也不可能復耕，則不視為可耕作地。由於統計資料中「耕地」、「可耕作地」之定義略有不同，資料使用者應依據資料來源或定義斟酌使用。

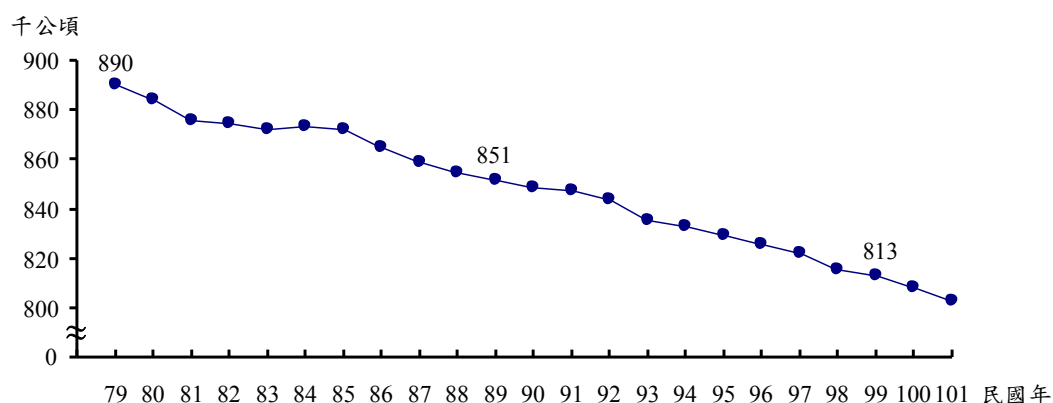
為有效掌握農地資源分布及現況，提供國土計畫為農地分級分區之參據，農委會企劃處於民國 100 年起著手建構長期性農地資源調查，藉由現有的內政部地籍圖、都市計畫範圍的農業區圖及保護區圖、各縣市村里區界圖、國土利用現況圖、最新電子地圖等圖資進行農地分類（分為生產型農地、保育型農地及不可生產農地等三類），再透過林務局最新航照圖進行人工判識及現場實地調查作業，再予檢視修正，並分年度執行細部檢核作業及建立更新制度，以完成全國農地資源分布圖。為避免與現行農業統計調查之耕地及法定耕地之定義混淆，農地資源調查係以「生產型農地」區別耕地，指實際可從事農業生產之農業用地，在扣除建築物、設施物等占地面積後，可供為農作物生產（含使用人工鋪面之溫網室，但不含集貨場等農業設施）、水產養殖及畜牧飼養等使用。

99 年全國農地資源初步調查結果，提供農業生產使用之農地面積（優良農地）計 68 萬 7 千公頃，與法定耕地 76 萬 1 千公頃相較，減少 7 萬 4 千公頃農地，透過農地資源分布圖發現，除部分作為農產品集貨場、糧倉、農業設施外，確實有不少農地已變更為豪宅、工廠、民宿、土雞城等非農業使用，甚至更有科學園區、開發案競相與農民爭地。若與 99 年農林漁牧業普查全國可耕作地面積 57 萬 9 千公頃比較，兩者主要差異在於普查係查填具經濟規模效益達 0.05 公頃以上且仍可栽培農作物之農地，而農委會全國農地資源調查之生產型農地則尚包含規模 0.05 公頃以下之農地，以及使用人工鋪面之溫網室、供水產養殖用的魚池（塭）與畜牧使用地，若將此部分面積 6 萬 4 千公頃加計至普查可耕作地，則兩者差異將縮小為 4 萬 4 千公頃。

過去 20 年間，臺灣地區耕地面積由 79 年的 89 萬公頃減少至 99 年的 81 萬 3 千公頃，如圖 2-3-2 所示，減少 7 萬 7 千公頃或 8.7%，

其中近 10 年平均每年約遞減 3 至 4 千公頃，據農情查報統計主要係受變更使用、廢耕或轉為保育、造林等使用所致。

圖 2-3-2 臺灣地區耕地趨勢圖



資料來源：行政院農業委員會

觀察 20 年來農林漁牧業普查之農牧業可耕作地面積，亦呈逐次減少情形，如表 2-3-2，99 年普查為 57 萬 7 千公頃，較 89 年減少 4 萬 4 千公頃或 7.1%，探究其減少原因，除少部分受到農地徵收因素外，主要係受農平地造林政策影響，若種植林木樹齡在 6 年以內者屬農牧業，6 年以上者則屬林業，因此 93 年以前以可耕作地參與造林的農家，99 年後轉為以林地參與造林之林業經營者，致部分可耕作地面積由農轉林逐年減少。

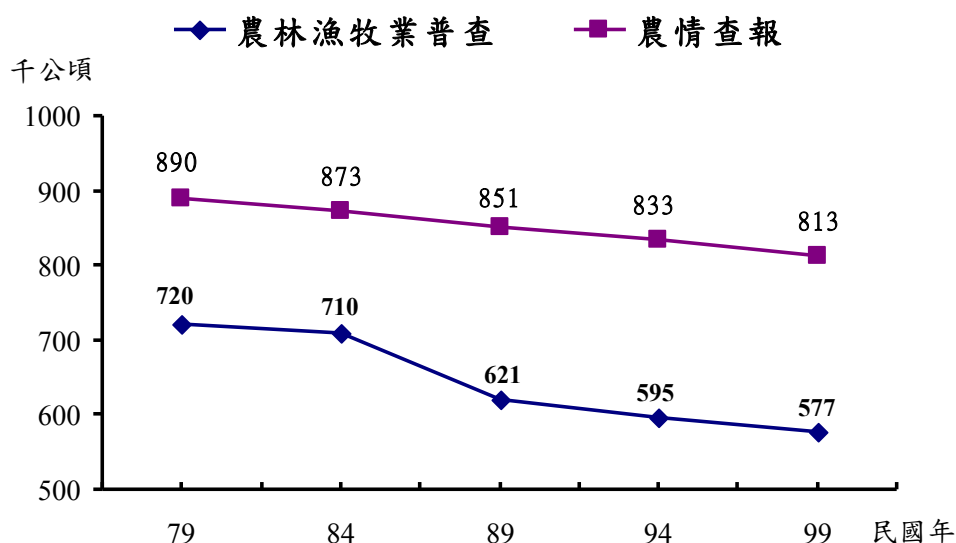
表 2-3-2 臺灣地區農林漁牧業普查與農情查報之耕地面積比較

年份	可耕作地	耕地	比較增減		單位：千公頃	
	農林漁牧業 普查	農情 查報	增減數	增減率 (%)	農牧用地 內政統計 年報	生產型農地 全國農地 資源調查
民國 79 年	720	890	-170	-19.10	...	...
民國 84 年	710	873	-163	-18.67	...	...
民國 89 年	621	851	-230	-27.03	...	...
民國 94 年	595	833	-238	-28.57	814	...
民國 99 年	577	813	-236	-29.03	815	687
89 至 99 年間 比較	增減數	-44	-38			
	增減率(%)	-7.1	-4.5			

資料來源：可耕作地來自行政院主計總處；耕地及生產型農地來自行政院農業委員會；農牧用地來自內政部。

再觀察這兩項調查統計之耕地趨勢，如圖 2-3-3 所示，兩者在 79 年就已相差 17 萬公頃，89 年持續擴大相差 23 萬公頃，94 年及 99 年則穩定維持差距在 24 萬公頃左右；若分析兩者面積比較增減率，79 年普查可耕作地較農情查報耕地短差 19.1%，20 年後則擴大至 29.0%。

圖 2-3-3 臺灣地區農林漁牧業普查與農情查報之耕地趨勢圖



資料來源：行政院主計總處、行政院農業委員會。

從各項農業統計調查發現，耕地資料來源不論出自於何處，20 年來我國耕地面積均呈遞減趨勢，若減少的耕地屬於優良、肥沃或精華的耕地，將嚴重影響糧食供應，甚至需仰賴進口農產品，不利我國未來農業發展，故如何減緩優良耕地的流失，並作有效的運用，是臺灣農業亟需正視的課題。

由於農林漁牧業普查與農情查報在耕地認定原則、查報方式及制度面上的差異，均是造成兩者耕地差距逐年擴大的原因，故為讓資料使用者釐清兩者之差異，茲針對其統計目的、調查範圍、蒐集方式及認定原則，歸納如下重點說明，同時加入 100 年辦理之農地資源調查，如表 2-3-3，提供三項調查之異同比較，以利資料使用者正確使用。

農林漁牧業普查旨在蒐集受訪戶（單位）之農業生產結構、勞動力特性、農牧業收入及經營概況等基本資料，採「屬人（經營者）主義」調查，係由訪問員攜帶普查名冊及普查表，逐一詢問受訪戶（單位）之農業主要工作者，普查年年底時農牧業經營者擁有使用權之可耕作地面積。而農業統計年報則是透過農情查報系統掌握農情資料，利用一年需查報 3 次之各期作物面積調查機會，同時進行耕地面積之實測調查，故僅掌握耕地所在位置及作物面積、產值等資訊，由於未直接詢問農牧業經營者，無法得知農家家戶面之一般概況。農情查報係採「屬地主義」調查，由田間調查員親自攜帶航測基本圖至耕地現場比對，實際踏查與目測耕地變動情形，並標示繪製調查基本圖上之耕地及非耕地大小，藉精密計算尺核算，換算出實際耕地面積，因此理論上農情查報較能完全掌握耕地面積資料，惟踏查耕地過程中，部分田間調查員有時習慣就上期資料內容延續填報，若未及時將新增之道路、工寮及水塘等面積扣除，易導致耕地面積虛增。故為改善人工估測作物種植面積的誤差，農情查報自民國 97 年起，先針對部分敏感性作物運用 PDA 進行試驗調查，透過衛星定位系統及 GIS 系統整合應用，掌握該項作物耕地位址，建立作物種植面積資料庫，期迅速掌握敏感作物種植動態資訊，除降低產銷失衡情形發生，亦精進調查統計技術。

由於我國耕地破碎零細，畸零地相當多，特別是山坡地區，在辦理普查時，因未要求訪問員必須親自至耕地現場勘查，農民回答即使遺漏或短報可耕作地面積，也無從查起，而在農情查報對地調查，尤其是踏查山區，常因地形複雜，目測難度高，致山林間的林地及耕地之區分不易精確計算。另普查名冊之對象雖經過實地判定更新，惟因訪查實際耕作者，致可耕作地出租、委託他人經營部分較難掌握。故為避免普查受查單位漏查全年未使用之可耕作地及掌握非自有可耕作地面積，仍應加強訪問員對普查可耕作地之認定標準，留意查填範圍勿遺漏租（借、占）用、接受委託經營及休耕等面積，農業經營者若能充分合作並據實以告，普查統計結果應用分析及實用性層面則較農情查報更能廣泛運用。

表 2-3-3 農業統計調查之耕地定義差異比較

	農林漁牧業普查	農情查報	農地資源調查 (生產型農地)
辦理機關	行政院主計總處	農糧署	農委會企劃處
調查範圍	可耕作地面積達 0.05 公頃以上者。	有種植作物的土地，均列為耕地統計對象。	農業發展條例之農業用地範圍（詳農發細則第 2 條），且有地籍資料之地區。
調查方式	對人調查	利用各期作物面積調查同時進行，將現況與基本圖上不符之耕地與非耕地界線標繪於基本圖上。	1. 透過既有地籍圖、國土利用現況圖、最新電子地圖等圖資進行農地分類，再透過最新航照圖進行人工判識及現地調查作業再予檢視，獲致全國農地資源分布圖。 2. 民國 100 年先針對雲林縣、臺中市及桃園縣轄農地範圍辦理航照圖人工判識作業。
可耕作地或耕地定義	可耕作地是指可栽培農作物，且未移作其他用途之土地。原則上，耕地並非以土地登記簿或土地所有權狀上所登載為準，須依實際利用耕地情形查記，若暫時休耕或多年未耕而有復耕之可能者，仍視為「可耕作地」。	耕地係指實際作為農作物生產之土地，可歸類為水田、旱田二大類，其中包括已登記各種地目及未登記之河川地、海埔地、山坡地及原野地等在內之實際作為農耕使用之土地。	1. 本項調查為避免與現行農業統計或法定耕地之定義混淆，故採用「農地」一詞，並將農地資源分類為生產型、保育型及非生產型農地（除上開兩者以外）。 2. 本項調查作業所稱「生產型農地」，係指實際可從事農業生產之農業用地，且扣除建築物或設施物範圍。包含農作（含溫室，不含集貨場等農業設施）、水產養殖、畜牧（不包含畜禽設施）使用。
認定原則			
利用堤防與河川間之浮覆地或新生地等	1. 種植作物或果樹者視為可耕作地（○） 2. 荒廢不能耕種者不視為可耕作地（×）	1. 種植作物或果樹者視為耕地（○） 2. 荒廢不能耕種者不視為耕地（×）	1. 此區若無地籍資料，未納入分析範圍 2. 若有地籍資料且屬於農業用地範圍，可供生產使用者，則納入生產型農地（○） 3. 若現況為濕地、沙洲灘地，則列屬保育型農地（×）
溫室、玻璃室等設施栽培之基地，未鋪設混凝土，可直接栽培農作物者	○	○	○

	農林漁牧業普查	農情查報	農地資源調查 (生產型農地)
畜牧用地(不含設施)	×	×	○
畜禽舍	1.基地未鋪設混泥土則視為可耕作地(○) 2.基地已鋪設混泥土則不視為可耕作地(×)	×	視為非生產型農地(×)
溫網室(地基為水泥地)	×	○	○
魚池(塭)	×	×	○
建築基地、農舍	×	×	視為非生產型農地(×)
曬場	×	×	視為非生產型農地(×)
農地造林計畫田地	1.樹齡6年以內視為可耕作地(○) 2.6年以上則視為林地(×)	暫計入耕地(休閒面積)(○)	現況為造林之農地，則納入保育型農地範圍(×)
山坡地	1.種植果樹則視為可耕作地(○) 2.若荒廢未耕種或已造林，視為林地(×)	1.如已造林，視為林地(×) 2.荒廢未耕種，計入耕地(休閒面積)(○)	1.種植果樹則視為耕地(○) 2.荒廢未耕種或已造林，視為保育型農地(×)
草生地或土地任其自然生長牧草，供牲畜食用或肥料	×	1.若因暫時性不經營該土地，而致雜草叢生，計入耕地(休閒面積) 2.若已長期未經營致復耕不易則視為非耕地(×)	視為保育型農地(×)
有肥培管理之人工牧草栽培地	○	○	○
沼澤地；因土地流失、崩陷或毀壞已不能耕種，且不能復耕	×	×	視為保育型農地(×)
竹林地以採收竹材為主	視為林地(×)	視為林地(×)	視為保育型農地(×)
地目為林地，實際上已開墾種植農作物，或以採收竹筍為目的之竹林	○	○ (若為桂竹或刺竹則視為林地)	本調查係以農業用地之使用情形作為認定標準，未參考「地目」別資料(○)
耕地上種植樹木(非果樹)並已長大成林	視為林地(×)	視為林地(×)	視為保育型農地(×)
為保護農作物而種植有林木或竹類之土地	視為林地(×)	視為林地(×)	視為保育型農地(×)

註：本研究自行整理。

第四節 小結

基於農林漁牧業普查與農情查報之蒐集目的不同，調查方法亦各有其利弊，其調查結果發布之統計數字，由於來源出處不同，兩者產生差異在所難免，故在資料應用方面，資料使用者應視研究議題與內容，謹慎運用數字來源及清楚備註資料出處，尤其是觀察資料時間數列，務必選擇同一來源比較才具意義。農業統計年報有關耕地面積及作物種植面積、產值等資訊，係由鄉鎮農情調查員勘查農地現況，經蒐集並彙整至縣市統計；而農林漁牧業普查則著重在調查時點的事實呈現，全面訪查各農家（場）經營情形，不是藉抽樣推估產生，故能適時反映農業政策影響之家戶面資料變化。因此，兩者發布之統計資料均具有應用價值及調查意義，除互相供為地區耕地面積之檢核，了解耕地減少原因外，長期應可參考以農委會企劃處農地資源調查公布之生產型農地資訊，適度調整改善目前調查之缺失。以普查為例，本總處將賡續定期校正所蒐集之普查名冊並連結公務檔案，避免實際從事農牧業之對象遺漏，並加強普查宣導，祛除受訪者心中疑慮，進而提供翔實正確資料，期能拉近與公務統計耕地之差距，以產製更符合現況的可耕作地統計資訊。

第三章 農用可耕作地區位分布及變化

第一節 研究指標之計算方式

一、集中率與區位商數

為了解臺灣地區農作物生產區位之變化，本文以 79 年、94 年及 99 年農林漁牧業普查資料，比較 3 個普查年度農牧戶可耕作地中農用面積之「絕對分布」與「相對分布」。

所謂「絕對分布」係指可耕作地中農用面積地區集中率之分布，亦即各地區農用面積占全國農用面積比率之分布。集中率公式如下：

$$c_i = a_i / A$$

c_i ：為 i 地區農用面積之集中率

a_i ：為 i 地區之農用面積

A ：為全國總農用面積

當 c_i 越大，表示 i 地區農用可耕作地對全國而言越重要。

而「相對分布」係指農用面積在地區相對重要性分布。農用面積在地區的相對重要性是以區位商數(location quotient)的大小表示。區位商數公式如下：

$$l_i = (a_i / T_i) \div (A / T) = (a_i / A) \div (T_i / T) = c_i \div (T_i / T)$$

l_i ：為 i 地區農用面積之區位商數

a_i ：為 i 地區之農用面積

T_i ：為 i 地區之可耕作地面積

A ：為全國總農用面積

T ：為全國總可耕作地面積

區位商數乃是以農用面積在地區之重要性為基礎下，比較各地區可耕作地中農用面積之相對比重。當 l_i 越大，表示全國農用可耕作地在 i 地區而言，相對重要性越高。

觀察在 3 個普查年度的時間過程中，若 (T_i / T) 變動極小時， Δl_i 與 Δc_i 間，會有很高的正相關存在。

二、熵數及其轉化之當量區數

20 年來隨著工商經濟成長發展，農用可耕作地面積是否更趨集中？抑或更地區專業化呢？本文採用熵數(entropy)及其轉化之當量區數(number of equivalent)來表示，主要因為此方法有考慮各地區之集中率，且當量區數可以明確代表各地區農用面積集中程度，及其最小可能集中程度或最大可能分散程度的差距。

$$E = -\sum_{i=1}^n c_i \ln c_i$$

E : 為農用面積之熵數

c_i : 為 i 地區之農用面積集中率

n : 為地區數

當 E 越大，表示農用面積集中程度越低，亦即分布越分散。因為熵數在解釋上較不明確，故採用 Horiwitz 之建議，將熵數轉化為當量區數

$$NE = \exp E$$

表示農用面積需要分配於多少個地區，才能產生相同的熵數。當 E 越大，表示農用面積集中程度越低，且由 NE 與 n 之比較，可知農用面積之集中絕對程度。

第二節 絕對分布之變化

99 年底臺灣地區農牧戶之可耕作地面積中，供作「生產農作物」、「開放參觀、採摘（含市民農園）」及「田、旱地造林」等用途之農用面積計 50 萬 7,280 公頃或占 92.7%，較 79 年底減少 12 萬 2,770 公頃或 19.5%，見表 3-2-1。按各縣市可耕作地中農用面積所占比率觀察，農用比率最高縣市為雲林縣之 98.3%，其次為嘉義縣及彰化縣，分別為 98.0% 及 97.7%；農用比率較低者依序為澎湖縣 23.6%、新北市 71.5% 及新竹縣 72.9%。觀察 20 年間農用面積變動情形，除基隆市增加 38 公頃外，其餘縣市均呈減少，以南投縣減少 1 萬 6,931 公頃最多，臺南市減少 1 萬 1,802 公頃次之，彰化縣減少 9,455 公頃再次；減幅最大者為澎湖縣之 68.8%，其次依序為臺北市之 53.2%、

新竹市之 43.0%、新北市之 34.5%、新竹縣之 33.0%、南投縣之 32.2%、苗栗縣之 30.6%。

表 3-2-1 臺灣地區農牧戶可耕作地農用情形按可耕作地所在縣市分

	民國 79 年底			民國 94 年底			民國 99 年底			20 年間農用面積比較	
	可耕作地 面積 (公頃)	農用 面積 (公頃)	農用 比率 (%)	可耕作地 面積 (公頃)	農用 面積 (公頃)	農用 比率 (%)	可耕作地 面積 (公頃)	農用 面積 (公頃)	農用 比率 (%)	增減數 (公頃)	增減率 (%)
總計	664 627.64	630 049.61	94.80	551 679.72	519 398.87	94.15	547 360.87	507 279.79	92.68	-122 769.82	-19.49
新北市	19 319.72	13 961.32	72.26	14 826.65	12 580.89	84.85	12 806.33	9 149.88	71.45	-4 811.44	-34.46
臺北市	3 666.14	3 460.35	94.39	2 527.74	2 414.55	95.52	1 903.32	1 618.06	85.01	-1 842.29	-53.24
臺中市	47 829.94	47 087.90	98.45	40 419.00	39 326.20	97.30	39 977.48	38 220.41	95.60	-8 867.49	-18.83
臺南市	78 901.62	77 645.31	98.41	67 849.43	65 595.12	96.68	68 707.20	65 843.40	95.83	-11 801.91	-15.20
高雄市	40 145.62	38 964.86	97.06	33 119.25	30 688.23	92.66	34 195.00	31 433.37	91.92	-7 531.49	-19.33
宜蘭縣	20 372.66	19 082.98	93.67	18 123.95	16 750.35	92.42	17 947.98	16 335.35	91.01	-2 747.63	-14.40
桃園縣	35 000.99	29 465.61	84.19	27 516.67	24 756.34	89.97	26 274.93	22 836.69	86.91	-6 628.92	-22.50
新竹縣	23 667.78	19 474.16	82.28	18 355.07	14 548.33	79.26	17 887.36	13 045.60	72.93	-6 428.56	-33.01
苗栗縣	30 373.59	27 890.86	91.83	21 524.02	20 017.01	93.00	22 101.10	19 349.66	87.55	-8 541.20	-30.62
彰化縣	58 894.57	58 160.14	98.75	49 800.07	48 799.22	97.99	49 856.70	48 705.64	97.69	-9 454.50	-16.26
南投縣	53 896.38	52 605.09	97.60	40 389.87	37 868.77	93.76	38 686.64	35 673.68	92.21	-16 931.41	-32.19
雲林縣	67 293.96	66 487.99	98.80	59 036.09	58 109.01	98.43	60 220.26	59 177.05	98.27	-7 310.94	-11.00
嘉義縣	67 024.04	66 560.14	99.31	59 769.34	59 017.62	98.74	58 777.06	57 584.24	97.97	-8 975.90	-13.49
屏東縣	52 579.14	50 792.11	96.60	45 405.30	42 501.98	93.61	45 469.90	42 449.14	93.36	-8 342.97	-16.43
臺東縣	28 870.48	26 571.75	92.04	23 046.60	20 428.15	88.64	23 134.98	20 387.94	88.13	-6 183.81	-23.27
花蓮縣	30 387.33	26 174.36	86.14	23 981.38	21 951.76	91.54	24 200.12	21 844.27	90.27	-4 330.09	-16.54
澎湖縣	1 720.80	1 129.28	65.63	2 126.72	586.16	27.56	1 488.67	351.99	23.64	- 777.29	-68.83
基隆市	321.31	316.10	98.38	438.75	429.40	97.87	434.14	354.11	81.57	38.01	12.02
新竹市	2 503.03	2 386.36	95.34	1 718.14	1 367.61	79.60	1 690.84	1 360.21	80.45	-1 026.15	-43.00
嘉義市	1 858.54	1 832.94	98.62	1 705.68	1 662.17	97.45	1 600.86	1 559.10	97.39	-273.84	-14.94

註：農用比率係指農用面積占可耕作地面積比率。

所謂農用可耕作地「絕對分布」係指各縣市農用可耕作地之集中率分布，亦即各縣市農用面積占全國農用面積比率之分布。由表 3-2-2 得知，民國 99 年以臺南市農用可耕作地所占比率 13.0% 最高，雲林縣 11.7% 次之，嘉義縣 11.4% 再次，其餘縣市比率較高者依序為彰化縣 9.6%，屏東縣 8.4%，臺中市 7.5%，南投縣 7.0%，高雄市 6.2%，合計此 8 大縣市占 74.8%，亦即全國四分之三之農用可耕作地集中於此，相較於 79 年此 8 縣市農用可耕作地所占比率，成長 2.0 個百分點。觀察 20 年間各縣市農用可耕作地集中率變動情形，增減幅度最大的縣市為南投縣，降低 1.3 個百分點，其次為雲林縣，增加 1.1

個百分點，再其次為嘉義縣、臺南市，分別增加 0.8 個、0.7 個百分點，其餘縣市之變動則皆在±0.6 個百分點以下。

表 3-2-2 臺灣地區各縣市農用可耕作地之集中率及其變動

	農用可耕作地之集中率 (%)			集中率比較增減 (百分點)	
	民國 79 年底	民國 94 年底	民國 99 年底	79 年至 94 年	79 年至 99 年
新北市	2.22	2.42	1.80	0.20	-0.42
臺北市	0.55	0.46	0.32	-0.09	-0.23
臺中市	7.47	7.57	7.53	0.10	0.06
臺南市	12.32	12.63	12.98	0.31	0.66
高雄市	6.18	5.91	6.20	-0.27	0.02
宜蘭縣	3.03	3.22	3.22	0.19	0.19
桃園縣	4.68	4.77	4.50	0.09	-0.18
新竹縣	3.09	2.80	2.57	-0.29	-0.52
苗栗縣	4.43	3.85	3.81	-0.58	-0.62
彰化縣	9.23	9.40	9.60	0.17	0.37
南投縣	8.35	7.29	7.03	-1.06	-1.32
雲林縣	10.55	11.19	11.67	0.64	1.12
嘉義縣	10.56	11.36	11.35	0.80	0.79
屏東縣	8.06	8.18	8.37	0.12	0.31
臺東縣	4.22	3.93	4.02	-0.29	-0.20
花蓮縣	4.15	4.23	4.31	0.08	0.16
澎湖縣	0.18	0.11	0.07	-0.07	-0.11
基隆市	0.05	0.08	0.07	0.03	0.02
新竹市	0.38	0.26	0.27	-0.12	-0.11
嘉義市	0.29	0.32	0.31	0.03	0.02

綜合上述分析並參照圖 3-2-1，可知在 79 年至 99 年間，農用可耕作地區位之絕對分布，集中率超過 6.0%者有 8 個縣市，均位在臺灣中南部，兩次普查縣市圖層顏色發生變化者僅有南投縣、苗栗縣及新北市，無法看出其他縣市實際變化，故須觀察圖 3-2-2 各縣市圖層顏色深淺變化，圖層呈深綠色者之縣市有雲林縣、嘉義縣及臺南市，表示該縣市集中率變化增加超過 0.5 個百分點；相對圖層呈深黃色者有南投縣、苗栗縣及新竹縣，表示該縣市減少超過 0.5 個百分點，其農用可耕作地未來是否持續流失，值得關注。

圖 3-2-1 79 年與 99 年農林漁牧業普查之農用可耕作地面積之絕對分布圖

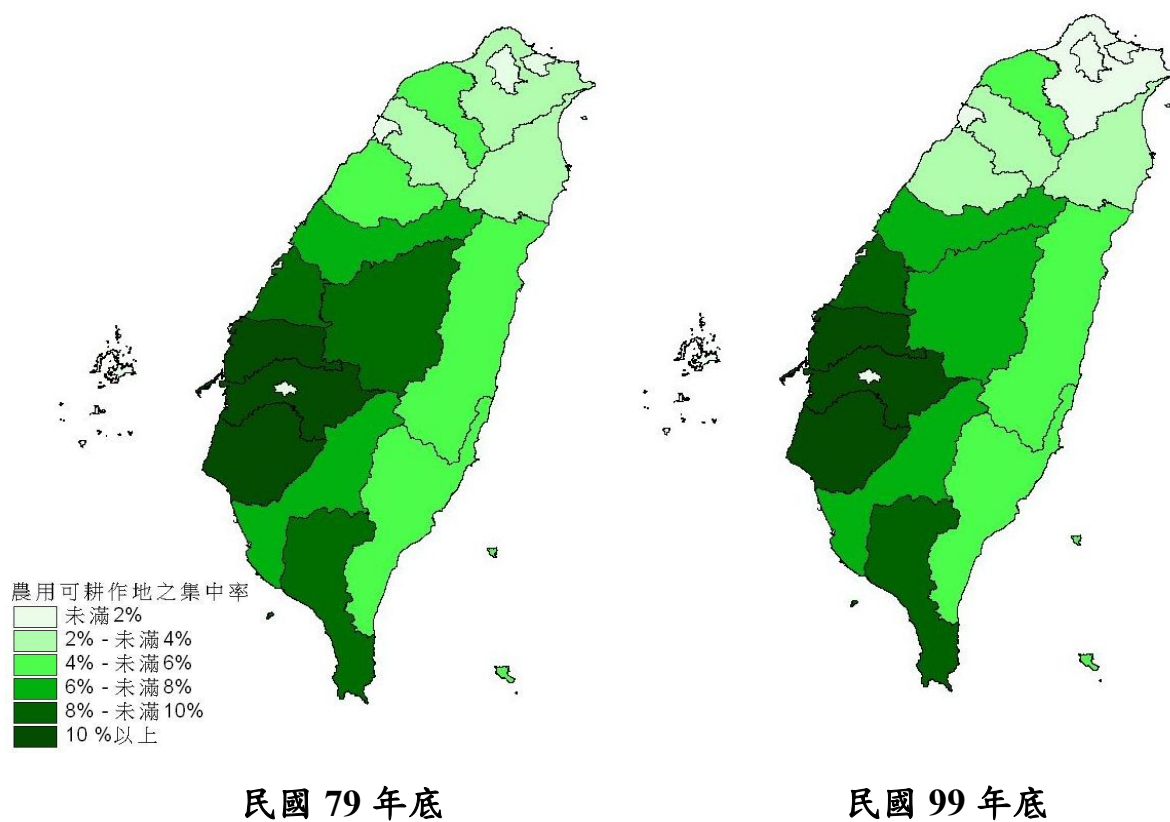
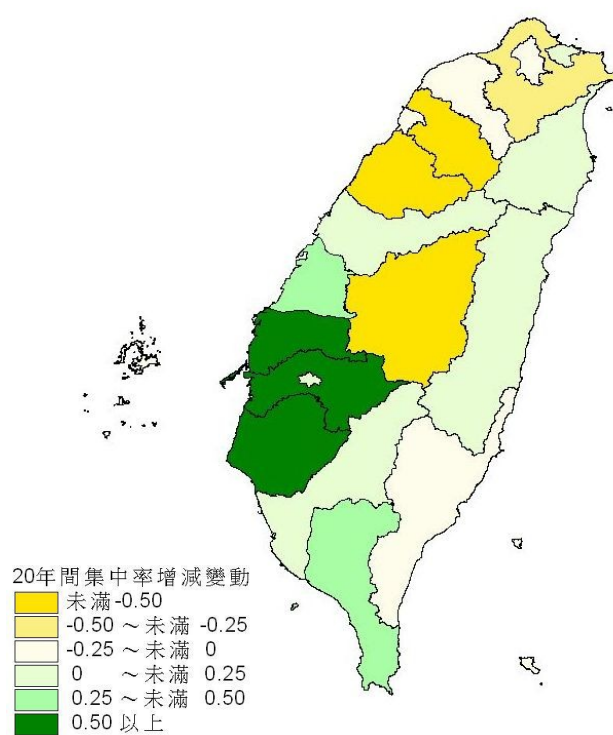


圖 3-2-2 79 年至 99 年間普查農用可耕作地之集中率增減情形



經過 20 年之時間變化，農用可耕作地之區位分布，是否更趨地區專業化，抑或集中程度有無提高？其可藉由各年度農用可耕作地集中率的熵數及其轉化的當量區數得知，見表 3-2-3。臺灣地區農用可耕作地分布的熵數，由民國 79 年的 2.6555，降為 94 年的 2.6390，再降至 99 年的 2.6173；而其當量區數，則由 79 年的 14.2326，降為 94 年的 13.9996，再降至 99 年的 13.6984。顯示農用可耕作地有集中的趨勢，但其速度極為緩慢。

表 3-2-3 臺灣地區各縣市農用可耕作地集中率之熵數及其轉化之當量區數

	農用面積之集中率 c_i			$\ln c_i$			$c_i \times \ln c_i$		
	民國 79 年底	民國 94 年底	民國 99 年底	民國 79 年底	民國 94 年底	民國 99 年底	民國 79 年底	民國 94 年底	民國 99 年底
新北市	0.0222	0.0242	0.0180	-3.8077	-3.7205	-4.0174	0.0845	0.0901	0.0723
臺北市	0.0055	0.0046	0.0032	-5.2030	-5.3712	-5.7446	0.0286	0.0250	0.0184
臺中市	0.0747	0.0757	0.0753	-2.5943	-2.5808	-2.5863	0.1938	0.1954	0.1947
臺南市	0.1232	0.1263	0.1298	-2.0939	-2.0692	-2.0418	0.2580	0.2613	0.2650
高雄市	0.0618	0.0591	0.0620	-2.7839	-2.8288	-2.7806	0.1720	0.1671	0.1724
宜蘭縣	0.0303	0.0322	0.0322	-3.4966	-3.4343	-3.4358	0.1059	0.1108	0.1106
桃園縣	0.0468	0.0477	0.0450	-3.0619	-3.0436	-3.1011	0.1433	0.1451	0.1395
新竹縣	0.0309	0.0280	0.0257	-3.4770	-3.5752	-3.6613	0.1074	0.1001	0.0941
苗栗縣	0.0443	0.0385	0.0381	-3.1168	-3.2561	-3.2675	0.1381	0.1255	0.1245
彰化縣	0.0923	0.0940	0.0960	-2.3827	-2.3650	-2.3434	0.2199	0.2222	0.2250
南投縣	0.0835	0.0729	0.0703	-2.4829	-2.6185	-2.6550	0.2073	0.1909	0.1866
雲林縣	0.1055	0.1119	0.1167	-2.2490	-2.1904	-2.1481	0.2373	0.2451	0.2507
嘉義縣	0.1056	0.1136	0.1135	-2.2481	-2.1748	-2.1760	0.2374	0.2471	0.2470
屏東縣	0.0806	0.0818	0.0837	-2.5183	-2.5031	-2.4805	0.2030	0.2048	0.2076
臺東縣	0.0422	0.0393	0.0402	-3.1653	-3.2358	-3.2139	0.1336	0.1273	0.1292
花蓮縣	0.0415	0.0423	0.0431	-3.1821	-3.1638	-3.1442	0.1321	0.1337	0.1355
澎湖縣	0.0018	0.0011	0.0007	-6.3200	-6.7868	-7.2644	0.0114	0.0077	0.0051
基隆市	0.0005	0.0008	0.0007	-7.6009	-7.0980	-7.2644	0.0038	0.0059	0.0051
新竹市	0.0038	0.0026	0.0027	-5.5728	-5.9396	-5.9145	0.0212	0.0156	0.0160
嘉義市	0.0029	0.0032	0.0031	-5.8430	-5.7445	-5.7764	0.0169	0.0184	0.0179
熵數(E)							2.6555	2.6390	2.6173
當量區數							14.2326	13.9996	13.6984

註：熵數計算公式為 $E = -\sum_{i=1}^n c_i \ln c_i$ ，當量區數為 $\exp E$

第三節 相對分布之變化

農用可耕作地「相對分布」係指農用面積在地區相對重要性分布，一般以區位商數的大小表示。由表 3-3-1 觀察各縣市農用可耕作地

之區位商數，民國 99 年以雲林縣 1.0603 最高，排名由 20 年前位居第 2 晉升至第 1，嘉義縣 1.0571 次之，排名由第 1 退居至第 2，彰化縣 1.0541 再次，排名仍位居第 3，其餘區位商數大於 1 者，依序為嘉義市 1.0541、臺南市 1.0340、臺中市 1.0316 及屏東縣 1.0073，其餘縣市除澎湖縣為 0.2551 外，其區位商數皆介於 0.7 至 1.0 間。再參照圖 3-3-1 農用可耕作地相對分布圖，觀察 79 年及 99 年之縣市圖層，顏色變淺者有基隆市、臺北市、新竹縣（市）、苗栗縣、南投縣、高雄市；顏色變深者有桃園縣、彰化縣、雲林縣、嘉義縣（市）及花蓮縣。20 年間區位商數由 79 年大於 1 轉變為 99 年小於 1 的縣市，亦即圖層由第 5 層深色轉為較淺色者，有高雄市、南投縣、基隆市及新竹市；觀察中南部地區縣市圖層的變化，其中圖層顏色變深者為彰化縣、雲林縣、嘉義縣（市），而顏色變淺者有南投縣及高雄市，顯示經過時間變化這兩個縣市之農用可耕作地對該縣市的相對重要性已降低。

表 3-3-1 臺灣地區各縣市農用可耕作地之區位商數及其變動

	農用可耕作地之區位商數			區位商數比較增減	
	民國 79 年底	民國 94 年底	民國 99 年底	79 年至 94 年	79 年至 99 年
新北市	0.7623	0.9013	0.7709	0.1390	0.0086
臺北市	0.9957	1.0146	0.9173	0.0189	-0.0784
臺中市	1.0385	1.0334	1.0316	-0.0051	-0.0069
臺南市	1.0381	1.0269	1.0340	-0.0112	-0.0040
高雄市	1.0239	0.9842	0.9919	-0.0397	-0.0320
宜蘭縣	0.9881	0.9817	0.9821	-0.0065	-0.0060
桃園縣	0.8881	0.9556	0.9378	0.0675	0.0498
新竹縣	0.8680	0.8419	0.7869	-0.0261	-0.0810
苗栗縣	0.9687	0.9878	0.9447	0.0191	-0.0240
彰化縣	1.0417	1.0408	1.0541	-0.0009	0.0124
南投縣	1.0296	0.9959	0.9950	-0.0338	-0.0346
雲林縣	1.0422	1.0455	1.0603	0.0032	0.0181
嘉義縣	1.0476	1.0488	1.0571	0.0012	0.0095
屏東縣	1.0190	0.9942	1.0073	-0.0248	-0.0117
臺東縣	0.9709	0.9415	0.9509	-0.0294	-0.0200
花蓮縣	0.9086	0.9723	0.9740	0.0636	0.0653
澎湖縣	0.6923	0.2927	0.2551	-0.3995	-0.4371
基隆市	1.0378	1.0395	0.8801	0.0017	-0.1577
新竹市	1.0057	0.8455	0.8680	-0.1603	-0.1377
嘉義市	1.0404	1.0351	1.0509	-0.0053	0.0105

圖 3-3-1 79 年與 99 年農林漁牧業普查之農用可耕作地面積之相對分布圖

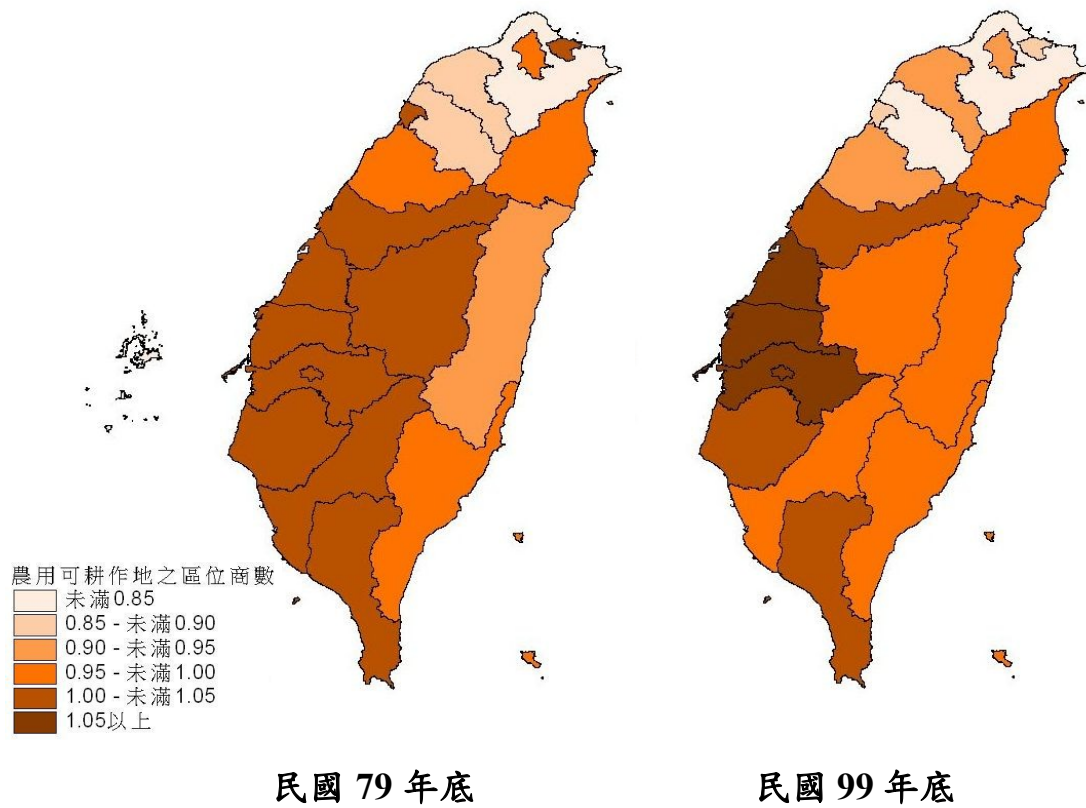
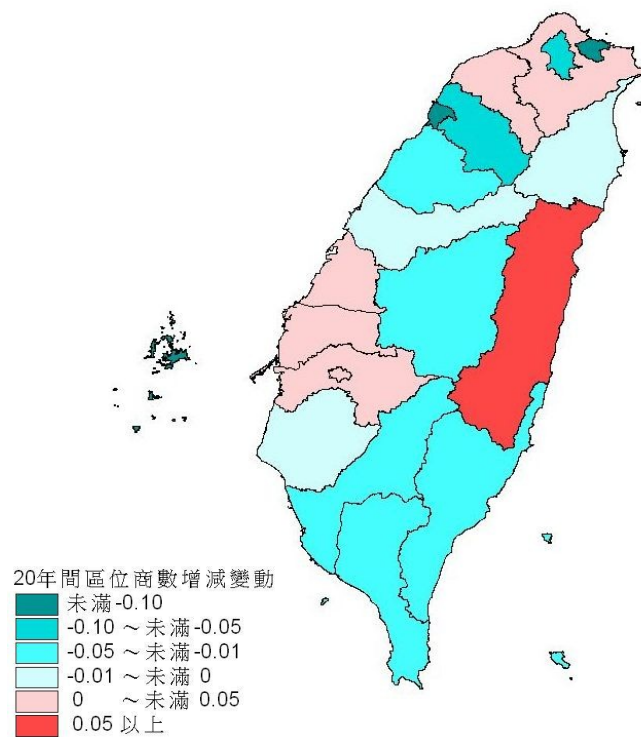


圖 3-3-2 79 年至 99 年間普查農用可耕作地之區位商數增減情形



觀察 20 年間各縣市農用可耕作地之區位商數變動情形，減幅較大者，以澎湖縣減少 0.4371 最多，基隆市減少 0.1577 次之，新竹市減少 0.1377 再次，新竹縣及臺北市亦分別減少 0.0810、0.0784；而增幅較大者為花蓮縣及桃園縣，分別增加 0.0653、0.0498；其餘縣市之變動幅度則皆介於 ± 0.035 間。若觀察 3 個普查年度區位商數變動趨勢，逐次遞減的縣市依減幅由大至小排序，分別為澎湖縣、新竹縣、南投縣及臺中市，表示農用可耕作地對該縣市的相對重要性逐漸減少；而逐次遞增的縣市依增幅由大至小排序，分別為花蓮縣、雲林縣及嘉義縣，表示農用可耕作地對該縣的相對重要性逐漸增加。另新北市及桃園縣雖呈先增後減，彰化縣及嘉義市則呈先減後增，但這四個縣市區位商數變動的趨勢仍為正向。

配合圖 3-3-2 觀察各縣市圖層顏色深淺變化，圖層呈深藍色者表示該縣市區位商數減幅大於 0.1，澎湖縣、基隆市及新竹市均屬之；相對圖層呈深紅色者表示該縣市增幅大於 0.05 以上，僅有花蓮縣，而圖層為淺紅者表示該縣市增幅係介於 0 至 0.05 間，有新北市、桃園縣、彰化縣、雲林縣、嘉義縣及嘉義市。對照中南部 8 大農業縣市，臺中市及臺南市之縣市圖層呈淺藍色，表示其區位商數減幅介於 -0.01 與 0 間，而南投縣、高雄市及屏東縣之圖層則呈深藍色，表示減幅更大，介於 -0.05 與 -0.01 間，應特別關注這幾個重要農業縣市之可耕作地面積，嚴格控管農地農用，減少非農業使用情形，才能保有高於其他非農業縣市之相對重要性。

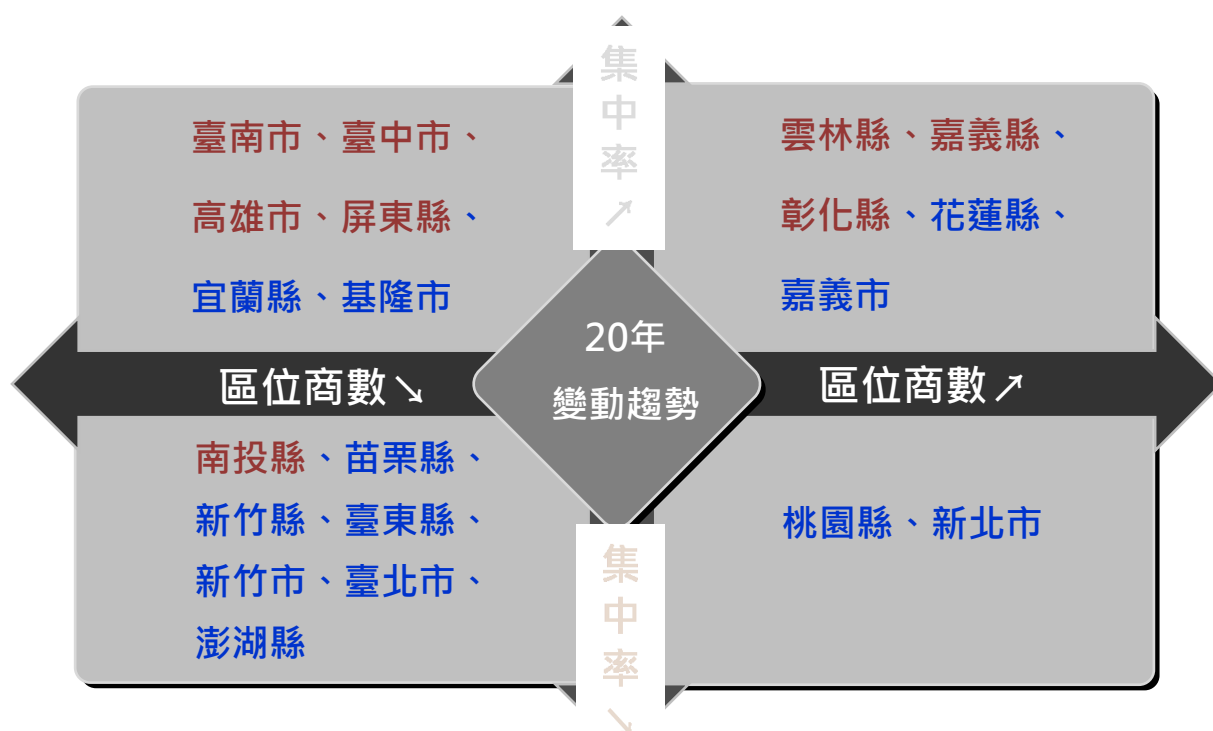
第四節 小結

觀察 20 年間農用可耕作地之絕對分布與相對分布情形，可獲致以下結論：

- 一、臺灣地區 99 年縣市農用可耕作地集中率大於 6.0% 者，計有臺南市 13.0%、雲林縣 11.7%、嘉義縣 11.4%、彰化縣 9.6%、屏東縣 8.4%、臺中市 7.5%、南投縣 7.0% 及高雄市 6.2% 等 8 大農業縣市，其中除南投縣與高雄市之區位商數小於 1 外，其餘縣市之區位商數皆大於 1。隨時間變化與經濟成長，區位商數

排在前 3 名的雲林縣、嘉義縣及彰化縣，隨著其集中率的增加，其農用可耕作地對地區相對重要性亦有逐漸提升的趨勢，而在南投縣，不僅集中率降幅最大，且農用可耕作地對該縣的重要性亦相形降低，其餘縣市如臺南市、臺中市、高雄市及屏東縣，其集中率雖然增加，但對該縣市的相對重要性卻呈降低趨勢，見圖 3-3-3。

圖 3-3-3 各縣市 20 年間農用可耕作地之集中率與區位商數變動趨勢



二、集中率小於 6.0% 的縣市中，南臺灣嘉義市之農用可耕作地的比重雖不大僅 0.3%，但其區位商數卻大於 1，東臺灣花蓮縣之集中率為 4.3%，其區位商數接近 1，此 2 縣市經過 20 年間的變化，皆隨著集中率的增加，其對地區相對重要性亦呈上升；北臺灣桃園縣及新北市，其集中率雖呈減少，但農用可耕作地對該縣市相對重要性卻提高，而宜蘭縣及基隆市，其集中率雖然增加，但對該縣市相對重要性卻呈降低，其餘如苗栗縣、新竹縣（市）、臺北市、臺東縣及離島的澎湖縣，皆隨集中率之降低，農用可耕作地對該縣市的重要性亦相形降低。

三、 臺灣地區 79 年縣市農用可耕作地之區位商數大於 1 者有 11 個縣市，經過 20 年間的變化，其區位商數轉變為小於 1 者有基隆市、新竹市、南投縣及高雄市等 4 個縣市，其餘 7 個縣市之區位商數仍維持大於 1，且皆位於中南部地區。觀察 20 年間區位商數的變化，呈增加者有北部的桃園縣、新北市，中南部的彰化縣、雲林縣及嘉義縣（市），以及東部的花蓮縣，其餘縣市均呈減少，其中減幅最大的縣市為澎湖縣，其次為基隆市、新竹市。

第四章 農用可耕作地變動因素

第一節 成長曲線模型

為了解臺灣地區農用可耕作地消長情形及變動肇因，本研究使用 79 年、94 年、99 年農林漁牧普查之農牧戶可耕作地資料，以成長曲線模型進行實證分析。過去變遷研究受到概念化、測量及設計等方面不適切的影響，無法對研究現象進行深入檢驗，僅能使用固定時點上對個體差別進行區分之工具。然而，因階層線性模型之發展，為變遷研究提供一個強大的方法體系，在應用多時點之有效測量資料時，成長曲線模型將可為研究個體變化結構及其解釋變數提供一體化的方法。

考量實證分析之合理性、有效性，本研究將不使用縣市而採用鄉鎮市區之最小分析單元，以臺灣地區 358 個鄉鎮市區（不含金門縣、連江縣）作為分析單元進行分析。本研究不以縣市為分析單元的理由有三：第一，以縣市單元進行分析，因分析單元較大，將無法有效捕捉各縣市內鄉鎮市區之農業結構差異。第二，相較於鄉鎮市區，各縣市內部異質性過高，例如 99 年臺灣地區農用比率為 92.7%，新北市則為 71.5%，然其轄區內農用比率差異極大，有高於臺灣地區農用比率之五股區 94.8%、八里區 92.9%，卻也有低於平均水準的瑞芳區 39.0%、烏來區 37.1%；若以縣市做為分析單元，將使得農用可耕作地變異情形被大幅消除，無法有效探究農用可耕作地分布差異與原因。第三，由於臺灣地區（不含金門縣、連江縣）僅有 20 個縣市，因此若使用縣市做為分析單元，易因觀察體數目過少，造成分析參數估計之困難。

在探討 79 年至 99 年之 20 年間臺灣地區農用可耕作地消長情形及變動肇因時，本研究將分為兩大主題分別進行探討。首先，以農用比率探討 79 年至 99 年間臺灣地區之各鄉鎮市區可耕作地利用情形，藉此了解可耕作地農用情況之變遷與原因。接著，進一步以農用可耕作地區位商數進行分析，探討 79 年至 99 年間臺灣地區各鄉鎮市區可

耕作地從事農作物生產之相對重要性，可了解農用可耕作地之變遷消長及其影響因素。藉由上述兩大主題之探討，將可更清楚地釐清臺灣地區各鄉鎮市區 20 年間農用可耕作地之變遷及其影響因素。

一、模型設定

針對前述兩大主題，本研究將採用成長曲線模型分兩階段進行分析。首先，使用最基本的虛無模型(Null Model)，亦稱隨機效果變異數分析模型(ANOVA with Random Effects Model)，模型公式如下所示：

$$\text{層 1 } y_{ti} = \pi_{0i} + e_{ti} \quad (1.1)$$

$$\text{層 2 } \pi_{0i} = \beta_{00} + \gamma_{0i} \quad (1.2)$$

其中， $i=1, \dots, n$ 分別表示不同的鄉鎮市區、 $t=79, 94, 99$ 分別表示不同年度之時間點，而公式(1.1)中， y_{ti} 表第 i 鄉鎮市區在時間 t 之農用比率或農用可耕作地區位商數；假定誤差項 $e_{ti} \sim N(0, \sigma^2)$ 。而公式(1.2)中， β_{00} 為截距，亦表示農用比率或農用可耕作地區位商數之平均值；假定隨機效果 $\gamma_{0i} \sim N(0, \tau_{00})$ 。

接著，使用隨機係數模型(Random Coefficient Model)，了解 79 年至 99 年間鄉鎮市區可耕作地農用情形之消長情況及成因，模型公式如下所示：

$$\text{層 1 } y_{ti} = \pi_{0i} + \pi_{1i}T + \sum_1^k \pi_{kti} X_{kti} + e_{ti} \quad (2.1)$$

$$\text{層 2 } \pi_{0i} = \beta_{00} + \gamma_{0i} \quad (2.2)$$

$$\pi_{1i} = \beta_{10} + \gamma_{1i}$$

在公式(2.1)中， y_{ti} 表第 i 鄉鎮市區在時間 t 之農用比率或農用可耕作地區位商數； T 為時間；自變項 X_{kti} （如農牧業工作指揮者平均年齡及平方項、農牧業工作承接者比率、平均每戶從農人數、可耕作地自有比率、平均可耕作地面積），其影響係數為 π_{kti} ；假定誤差項 $e_{ti} \sim N(0, \sigma^2)$ 。而公式(2.2)中，截距 β_{00} 代表農用比率或農用可耕作地區位商數之平均起始點；假定隨機效果 $\gamma_{0i} \sim N(0, \tau_{00})$ ； β_{10} 則可表示農用

比率或農用可耕作地區位商數之平均變化率；假定隨機效果 $\gamma_{1i} \sim N(0, \tau_{11})$ 。

二、變項設定及定義

(一) 依變項

為完整了解臺灣地區各鄉鎮市區 20 年間農用可耕作地面積之變遷，本研究將分別以農用比率、農用可耕作地區位商數進行分析，其定義如下：

1. 農用比率：係為鄉鎮市區可耕作地農用情形，即可耕作地作為生產農作物、開放參觀（採摘）、田（旱）地造林等農用情形之面積占該縣市可耕作地總面積之比率，其中不包含暫作栽培農作物以外用途（如當停車場、畜禽舍）及全年未使用。
2. 農用可耕作地區位商數：係為鄉鎮市區可耕作地從事農作物生產在臺灣地區之相對重要性，其計算概念詳見「第三章第一節研究指標之計算」。

(二) 自變項

為釐清臺灣地區各鄉鎮市區 20 年間農用可耕作地之變動肇因，本研究在設定自變項時，除參考過去相關研究文獻外，亦需考量 79 年、94 年、99 年農牧戶資料中共有變項之限制。在模型分析過程中，將可能的自變項採逐步迴歸(stepwise regression)方式進行分析，選取模型適配度(goodness-of-fit)較佳之分析結果，即 AIC(Akaike Information Criterion)、BIC(Bayesian Information Criterion)較低者。以下為模型適配度較佳之自變項組合及其定義（表 4-1-1）：

1. 農牧業工作指揮者（簡稱工作指揮者）平均年齡及平方項：工作指揮者平均年齡係為鄉鎮市區農牧戶主要負責該戶農牧業經營方針之決定或指揮管理各種農事作業之平均年齡，藉此探討鄉鎮市區農用可耕作地與工作指揮者平均年齡之關係。考量鄉鎮市區農用可耕作地情形與工作指揮者平均年齡

存有非線性關係之可能性相當高，僅納入工作指揮者平均年齡，以線性假設進行分析估計會形成資料上的限制，因此進一步納入工作指揮者平均年齡之平方項，探討工作指揮者平均年齡之非線性效果。

2. 農牧業工作承接者比率（簡稱工作承接者比率）：係指鄉鎮市區中具有承接自家農牧業工作者（而非可耕作地繼承者）之農牧戶比率，以分析工作承接者比率對於鄉鎮市區農用可耕作地之影響。
3. 平均每戶從農人數：係指鄉鎮市區農牧戶每戶戶內 15 歲以上人口中全年有從事自家農牧業工作 1 日以上之平均人數，藉此探討鄉鎮市區農用可耕作地與平均每戶從農人數之關係。

表 4-1-1 成長曲線模型之各變項計算方式

變 項	計算方式
依變項	
農用比率	$= \frac{\text{鄉鎮市區農用面積}}{\text{鄉鎮市區可耕作地面積}} \times 100\%$
農用可耕作地區位商數	$= \frac{\text{鄉鎮市區農用面積}}{\text{臺灣地區農用面積}} \div \frac{\text{鄉鎮市區可耕作地面積}}{\text{臺灣地區可耕作地面積}}$
自變項	
工作指揮者平均年齡	$= \frac{\text{鄉鎮市區農牧業工作指揮者年齡總和}}{\text{鄉鎮市區農牧業工作指揮者人數}}$
工作指揮者平均年齡平方項	$= \left(\frac{\text{鄉鎮市區農牧業工作指揮者年齡總和}}{\text{鄉鎮市區農牧業工作指揮者人數}} \right)^2$
工作承接者比率	$= \frac{\text{鄉鎮市區農牧戶具工作承接者戶數}}{\text{鄉鎮市區農牧戶總戶數}} \times 100\%$
平均每戶從農人數	$= \frac{\text{鄉鎮市區從農人數}}{\text{鄉鎮市區農牧戶數}}$
可耕作地自有比率	$= \frac{\text{鄉鎮市區可耕作地自有面積}}{\text{鄉鎮市區可耕作地面積}} \times 100\%$
平均可耕作地面積	$= \frac{\text{鄉鎮市區可耕作地面積（公畝）}}{\text{鄉鎮市區可耕作地數量}}$

4. 可耕作地自有比率：指鄉鎮市區農牧戶可耕作地所有權屬為自有自用所占面積之比率，以了解分析可耕作地自有比率對於鄉鎮市區農用可耕作地之影響。
5. 平均可耕作地面積：係指鄉鎮市區中各筆可耕作地面積之平均大小，以了解分析可耕作地面積規模對於鄉鎮市區農用可耕作地之影響。

第二節 實證分析

一、臺灣地區鄉鎮市區 20 年間農用可耕作地變化情形

(一) 前 8 大農業縣市農用可耕作地重要性提升且以雲嘉南區域為重

由於地理環境因素，臺灣地區農用可耕作地多集中分布於臺灣本島西半部，其中約七成集中於臺中市、臺南市、高雄市、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義縣、屏東縣等前 8 大農業縣市。由表 4-2-1 可發現，經 20 年時間發展，臺灣地區農用面積占可耕作地面積比率（以下簡稱農用比率）呈逐年下降的趨勢，由 79 年 94.8%，94 年 94.2%，下降至 99 年 92.7%。雖然前 8 大農業縣市農用比率亦呈逐年下降趨勢，由 79 年 98.2% 下降至 99 年 95.8%，但前 8 大農業縣市對於臺灣地區農用可耕作地發展越顯重要，前 8 大農業縣市占臺灣地區農用可耕作地之結構比已由 79 年 72.7%、94 年 73.5%，上升至 99 年 74.7%。

由表 4-2-1，觀察 20 年間縣市農用可耕作地之結構比，前 8 大農業縣市農用可耕作地之結構比變動略有差異。20 年來，以雲林縣增加 1.1 個百分點增幅最大，嘉義縣上升 0.8 個百分點次之，臺南市上升 0.7 個百分點再次。而南投縣則是前 8 大農業縣市中唯一 20 年間農用可耕作地之結構比呈下降趨勢之縣市，由 79 年 8.4%、94 年 7.3%，下降至 99 年 7.0%，共減少 1.3 個百分點。由於前 8 大農業縣市 20 年間農用可耕作地之結構比變動差異，使雲林縣於 99 年竄升至第二位，99 年農用可耕作地之結構比依序為臺南市、雲林縣、嘉義縣。就 20 年來縣市農用可耕作地之結構比觀察，雲嘉南區域一直都為

臺灣地區可耕作地生產農作物之重要區域。

表 4-2-1 民國 79 年至 99 年臺灣地區農用面積變化情形

	民國 79 年底			民國 94 年底			民國 99 年底		
	農用 面積 (公頃)	占可 耕作 地面 積比 率 (%)	結 構 比 (%)	農用 面積 (公頃)	占可 耕作 地面 積比 率 (%)	結 構 比 (%)	農用 面積 (公頃)	占可 耕作 地面 積比 率 (%)	結 構 比 (%)
臺灣地區	630 049.61	94.80	100.00	519 398.87	94.15	100.00	507 279.79	92.68	100.00
前 8 大農業縣市	458 303.54	98.23	72.74	381 906.15	96.49	73.53	379 086.93	95.76	74.73
臺中市	47 087.90	98.45	7.47	39 326.20	97.30	7.57	38 220.41	95.60	7.53
臺南市	77 645.31	98.41	12.32	65 595.12	96.68	12.63	65 843.40	95.83	12.98
高雄市	38 964.86	97.06	6.18	30 688.23	92.66	5.91	31 433.37	91.92	6.20
彰化縣	58 160.14	98.75	9.23	48 799.22	97.99	9.40	48 705.64	97.69	9.60
南投縣	52 605.09	97.60	8.35	37 868.77	93.76	7.29	35 673.68	92.21	7.03
雲林縣	66 487.99	98.80	10.55	58 109.01	98.43	11.19	59 177.05	98.27	11.67
嘉義縣	66 560.14	99.31	10.56	59 017.62	98.74	11.36	57 584.24	97.97	11.35
屏東縣	50 792.11	96.60	8.06	42 501.98	93.61	8.18	42 449.14	93.36	8.37
其他縣市	171 746.07	86.71	27.26	137 492.72	88.20	26.47	128 193.04	84.63	25.27

註：農用面積占可耕作地面積比率即為農用比率。

(二)前 8 大農業縣市僅 17 個鄉鎮市區 20 年間農用比率呈增長趨勢

即使 8 大農業縣市農用比率呈現下降趨勢，但進一步觀察 20 年間 8 大農業縣市各鄉鎮市區農用比率之變化，仍可發現 17 個鄉鎮市區在 20 年間呈成長趨勢。據表 4-2-2，20 年間農用比率呈增長趨勢之 17 個鄉鎮市區中，以臺南市轄內囊括 4 個鄉鎮市區為最多，彰化縣、雲林縣、屏東縣則各以 3 個鄉鎮市區次之，而臺中市並無任何鄉鎮市區於 20 年間呈增長趨勢。17 個鄉鎮市區中，增長幅度最大為屏東縣車城鄉由 79 年 76.8%增長至 99 年 92.3%，20 年間增加 15.5 個百分點。其次，為臺南市安平區由 79 年 74.0%增長至 99 年 81.9%，20 年間增加 7.9 個百分點。再次，為雲林縣口湖鄉由 79 年 87.5%增長至 99 年 94.8%，增加 7.3 個百分點。

表 4-2-2 前 8 大農業縣市 20 年間農用比率增加之鄉鎮市區

	農用比率(%)			農用比率比較增減(百分點)	
	民國 79 年底	民國 94 年底	民國 99 年底	79 年至 94 年	79 年至 99 年
臺南市 安平區	74.03	87.02	81.94	12.99	7.91
南化區	97.67	99.69	98.71	2.02	1.04
東山區	96.31	96.64	96.77	0.33	0.46
新市區	97.25	98.03	97.61	0.78	0.36
高雄市 彌陀區	78.93	87.08	82.37	8.15	3.44
彰化縣 線西鄉	97.41	99.33	98.62	1.92	1.21
社頭鄉	97.22	98.47	98.08	1.25	0.86
埔鹽鄉	98.83	99.45	99.11	0.62	0.28
南投縣 魚池鄉	92.17	95.44	93.77	3.27	1.60
雲林縣 口湖鄉	87.50	94.73	94.78	7.23	7.28
斗南鎮	98.90	99.37	99.12	0.47	0.22
二崙鄉	99.45	99.56	99.47	0.11	0.02
嘉義縣 新港鄉	99.60	99.82	99.70	0.22	0.10
鹿草鄉	99.50	99.54	99.60	0.04	0.10
屏東縣 車城鄉	76.83	88.32	92.35	11.49	15.52
東港鎮	95.66	97.11	97.85	1.45	2.19
枋山鄉	98.70	99.44	99.00	0.74	0.30

(三) 前 8 大農業縣市山地鄉、都市地區之農用可耕作地相對重要性逐年減弱

就前 8 大農業縣市之鄉鎮市區農用可耕作地相對重要性變動情形來看，其增減幅度各有消長（表 4-2-3）。前 8 大農業縣市鄉鎮市區中，20 年間農用可耕作地之區位商數增長幅度，以屏東縣車城鄉增長 0.1860 為最高，雲林縣口湖鄉 0.0996 次之，高雄市彌陀區 0.0562 再次；而減幅最多則以臺中市西區減少 0.6616 最高，其次為屏東縣春日鄉減少 0.4824、泰武鄉減少 0.4546。在臺中市、臺南市、高雄市等三個直轄市中，減少幅度前三區皆位於 99 年五都改制前之原臺中市、原臺南市、原高雄市轄區內，可見該都市地區隨 79 年至 99 年間經濟發展，其農用可耕作地相對重要性逐漸減弱。此外，由前 8 大縣市減幅前三鄉鎮市區名單可發現，南投縣仁愛鄉、嘉義縣阿里山鄉及

屏東縣春日鄉、泰武鄉、霧台鄉等皆為山地鄉，易因地勢陡峭可耕地利用不易，致使其農用可耕作地相對重要性逐年減弱。由此可知，前 8 大農業縣市山地鄉、都市地區之農用可耕作地相對重要性逐年減弱。

表 4-2-3 前 8 大農業縣市農用可耕作地之區位商數 20 年間變動情形

	縣市 變動	增減幅度前三大之鄉鎮市區						
臺中市	-0.0069	增	后里區	0.0221	大肚區	0.0172	大安區	0.0162
		減	西 區	-0.6616	東 區	-0.1674	北屯區	-0.1377
臺南市	-0.0040	增	南化區	0.0349	東山區	0.0283	新市區	0.0273
		減	中西區	-0.1841	北 區	-0.1736	東 區	-0.0903
高雄市	-0.0320	增	彌陀區	0.0562	內門區	0.0488	桃源區*	0.0457
		減	左營區	-0.2617	鹽埕區	-0.2456	前鎮區	-0.2088
彰化縣	0.0124	增	線西鄉	0.0366	社頭鄉	0.0328	埔鹽鄉	0.0269
		減	花壇鄉	-0.0729	員林鎮	-0.0208	伸港鄉	-0.0083
南投縣	-0.0346	增	魚池鄉	0.0394	國姓鄉	0.0325	草屯鎮	0.0152
		減	仁愛鄉*	-0.2008	中寮鄉	-0.0937	鹿谷鄉	-0.0909
雲林縣	0.0181	增	口湖鄉	0.0996	崙背鄉	0.0271	斗南鎮	0.0263
		減	臺西鄉	-0.0271	古坑鄉	-0.0227	麥寮鄉	-0.0138
嘉義縣	0.0095	增	新港鄉	0.0251	鹿草鄉	0.0251	溪口鄉	0.0234
		減	番路鄉	-0.0289	阿里山鄉*	-0.0153	布袋鎮	-0.0068
屏東縣	-0.0117	增	車城鄉	0.1860	東港鎮	0.0467	新埤鄉	0.0273
		減	春日鄉*	-0.4824	泰武鄉*	-0.4546	霧台鄉*	-0.2690

註：以「*」標記之鄉鎮市區皆為山地鄉。

二、農用比率分析

由虛無模型（表 4-2-4 模型一）得知，臺灣地區 358 個鄉鎮市區過去 20 年的平均農用比率 β_{00} 為 0.89200，標準誤為 0.00671。各鄉鎮市區間農用比率變異數 $\text{Var}(\gamma_{0i}) = \tau_{00} = 0.01113$ ，而 20 年間農用比率之變異數 $\text{Var}(e_{ij}) = \sigma^2 = 0.01496$ ，可知農用比率總變異為 0.02609，即 $0.01113 + 0.01496$ ，其中有 42.7 % 來自鄉鎮市區間變異（ $\rho = 0.01113 / 0.02609$ ）。而 $\text{Var}(\gamma_{0i}) = \tau_{00}$ 之顯著性，代表過去 20 年間鄉鎮市區農用比率具有顯著差異情形，需進一步分析其肇因。

接著，隨機係數模型（表 4-2-4 模型二）進一步納入各自變項進行分析，可增加模型 78.1%解釋變異量。由觀察隨機效果可得知， $\text{Var}(\gamma_{0i}) = 0.00244$ 、 $\text{Var}(\gamma_{1i}) = 0.00001$ ，兩者皆具有顯著效果，前者代表 79 年鄉鎮市區農用比率具有顯著差異，後者則表示 20 年間鄉鎮市區農用比率變化具有顯著差異。

以固定效果觀察各自變項影響效果發現， $\beta_{10} = -0.00511$ 且具顯著水準，驗證 20 年間臺灣各鄉鎮市區農用比率呈現下降趨勢，逐年減少農用情形，此下降趨勢與以下解釋變項有關：首先，工作指揮者平均年齡（ $\beta_{20} = -0.05830$ ）及其平方項（ $\beta_{30} = 0.00055$ ），兩者皆達顯著水準，可知工作指揮者平均年齡與農用比率呈非線性關係，工作指揮者平均年齡越高越不利於農用情形，其影響效果有隨著年齡增加而逐漸趨緩。其次，工作承接者比率（ $\beta_{40} = 0.09244$ ）、平均每戶從農人數（ $\beta_{50} = 0.01965$ ）皆具顯著性，可知農用比率之消長趨勢受工作承接者比率、平均每戶從農人數之正向影響，若能提升從農勞動力將有助於可耕作地農用情形。最後，平均可耕作地面積（ $\beta_{70} = 0.00084$ ）亦具顯著性，所以平均可耕作地面積規模擴大也有助於提升可耕作地農用情形。然而，可耕作地自有比率（ $\beta_{60} = 0.02513$ ）未達顯著水準，可知農用比率之消長趨勢與可耕作地自有情形無關。

表 4-2-4 農用比率之時間成長模型分析

固定效果	模型一		模型二	
	係數	標準誤	係數	標準誤
截距, β_{00}	0.89200 ***	0.00671	2.33700 ***	0.50540
時間, β_{10}			-0.00511 ***	0.00098
工作指揮者平均年齡, β_{20}			-0.05830 **	0.01806
工作指揮者平均年齡平方項, β_{30}			0.00055 ***	0.00016
工作承接者比率, β_{40}			0.09244 **	0.03361
平均每戶從農人數, β_{50}			0.01965 *	0.00838
可耕作地自有比率, β_{60}			0.02513	0.02954
平均可耕作地面積, β_{70}			0.00084 ***	0.00017
隨機效果	變異數		變異數	
截距, γ_{0i}	0.01113 a***		0.00244 c*	
時間, γ_{1i}			0.00001 *	
層一誤差, e_{ij}	0.01496 b***		0.01156 ***	
-2 log-likelihood	-1045.4		-1262.5	
AIC	-1039.4		-1238.5	
BIC	-1027.7		-1192.0	

- 註：1. 模型一為虛無模型，由 $[a/(a+b)]$ 計算得知 42.66%之總變異量源自組間變異；
 模型二為隨機係數模型， $[(a-c)/a]$ 計算得知該模型可解釋 78.08%變異量。
 2. 顯著水準：***<0.001, **<0.01, *<0.05。

三、農用可耕作地之區位商數分析

由虛無模型（表 4-2-5 模型一）得知，358 個鄉鎮市區過去 20 年的平均農用可耕作地之區位商數 β_{00} 為 0.95000，標準誤為 0.00717。各鄉鎮市區間農用可耕作地之區位商數變異數 $\text{Var}(\gamma_{0i}) = \tau_{00} = 0.01293$ ，而 20 年間農用可耕作地之區位商數之變異數 $\text{Var}(e_{ij}) = \sigma^2 = 0.01641$ ，可知農用可耕作地之區位商數總變異為 0.02934，即 $0.01293 + 0.01641$ ，其中有 44.1% 來自鄉鎮市區間變異（ $\rho = 0.01293 / 0.02934$ ）。而 $\text{Var}(\gamma_{0i}) = \tau_{00}$ 之顯著性，代表過去 20 年間鄉鎮市區農用可耕作地之區位商數具有顯著差異情形，需進一步離析其肇因。

接著，隨機係數模型（表 4-2-5 模型二）進一步納入各自變項進行分析，可增加模型 81.8% 解釋變異量。由觀察隨機效果可得知， $\text{Var}(\gamma_{0i}) = 0.002360$ 不具顯著性，即 79 年鄉鎮市區間農用可耕作地之區位商數不具差異性； $\text{Var}(\gamma_{1i}) = 0.00001$ 卻具有顯著效果，表示 20 年間鄉鎮市區農用可耕作地之區位商數變化具有顯著不同。

以固定效果觀察各自變項影響效果發現， $\beta_{10} = -0.00445$ 且具顯著水準，驗證 20 年間臺灣各鄉鎮市區農用可耕作地之區位商數呈現下降趨勢，各地區可耕作地從事農作物生產之相對重要性逐年減弱，其與以下因素有關：首先，工作指揮者平均年齡（ $\beta_{20} = -0.06272$ ）及其平方項（ $\beta_{30} = 0.00059$ ），兩者皆達顯著水準，可知工作指揮者平均年齡與農用可耕作地之區位商數呈非線性關係，工作指揮者平均年齡越高越不利於農用可耕作地發展，其影響效果隨年齡增加有逐漸趨緩的情形。其次，工作承接者比率（ $\beta_{40} = 0.08501$ ）、平均每戶從農人數（ $\beta_{50} = 0.02816$ ）皆具顯著性，可知農用可耕作地之區位商數之消長趨勢受工作承接者比率、平均每戶從農人數之正向影響，若能提升從農勞動力將有助於農用可耕作地發展。最後，平均可耕作地面積（ $\beta_{70} = 0.00088$ ）亦具顯著性，所以平均可耕作地面積規模擴大也有助於提升農用可耕作地發展。然而，可耕作地自有比率（ $\beta_{60} = 0.02634$ ）未達顯著水準，可知農用可耕作地之區位商數之消長趨勢與可耕作地自有情形無關。

表 4-2-5 農用可耕作地區位商數之時間成長模型分析

固定效果	模型一		模型二	
	係數	標準誤	係數	標準誤
截距, β_{00}	0.95000 ***	0.00717	2.49850 ***	0.53630
時間, β_{10}			-0.00445 ***	0.00104
工作指揮者平均年齡, β_{20}			-0.06272 **	0.01919
工作指揮者平均年齡平方項, β_{30}			0.00059 ***	0.00017
工作承接者比率, β_{40}			0.08501 *	0.03560
平均每戶從農人數, β_{50}			0.02816 **	0.00888
可耕作地自有比率, β_{60}			0.02634	0.03126
平均可耕作地面積, β_{70}			0.00088 ***	0.00018
隨機效果	變異數		變異數	
截距, γ_{0i}	0.01293 a***		0.00236 c	
時間, γ_{1i}			0.00001 *	
層一誤差, e_{ij}	0.01641 b***		0.01307 ***	
-2 log-likelihood	-931.8		-1134.2	
AIC	-925.8		-1110.2	
BIC	-914.2		-1063.6	

註：1. 模型一為虛無模型，由 $[a/(a+b)]$ 計算得知 44.07%之總變異量源自組間變異；

模型二為隨機係數模型， $[(a-c)/a]$ 計算得知該模型可解釋 81.75%變異量。

2. 顯著水準：*** <0.001, ** <0.01, * <0.05。

第三節 小結

據本文探討民國 79 年至 99 年間臺灣地區鄉鎮市區農用可耕作地消長情形及變動肇因之分析結果，可得知以下主要發現：

- 一、臺灣地區農用可耕作地多集中分布於前 8 大農業縣市，雖然經 20 年時間發展，前 8 大農業縣市農用比率呈逐年下降趨勢，然其可耕作地農作物生產之重要性逐年提升，且以雲嘉南區域為重。
- 二、在前 8 大農業縣市 20 年間農用比率呈逐年下降趨勢中，仍有 17 個鄉鎮市區農用比率於 20 年間呈增長趨勢，但其增長趨勢與幅度皆不相同。屏東縣車城鄉是 20 年間（79 年至 99 年）農用比率增長幅度最大之鄉鎮市區，臺南市安平區為 15 年間（79 年至 94 年）農用比率增長幅度最大之鄉鎮市區，但 99 年農用比率較 94 年低 5.1 個百分點。
- 三、前 8 大農業縣市各鄉鎮市區 20 年間農用可耕作地之區位商數各有消長，其中都會地區及山地鄉之農用可耕作地相對重要性有明顯逐年降低之趨勢。就前 8 大縣市減幅前三之鄉鎮市區名單可發現，直轄市（臺中市、臺南市、高雄市）減幅較多者皆為五都改制前之轄區，而其他縣市則多為山地鄉，由此可知鄉鎮市區易因地理環境或經濟發展，致使其農用可耕作地相對重要性減弱。
- 四、以成長曲線模型分析，證實臺灣地區各鄉鎮市區 20 年間農用可耕作地呈現逐年減少之趨勢。民國 79 年時，臺灣各鄉鎮市區間可耕作地農用情形已有顯著差異，但各鄉鎮市區間生產重要性並無差別。然而，無論是以農用比率探討的可耕作地利用情形，抑或是以農用可耕作地區位商數探討的各鄉鎮市區可耕作地從事農作物生產之相對重要性，皆可得知我國可耕作地用於農業生產情形已大不如前，且其重要性逐年降低。

五、 臺灣各鄉鎮市區 20 年間農用可耕作地下降與農業勞動力結構、可耕作地規模有關。在勞動力結構部分，農牧戶之工作指揮者平均年齡偏高，而工作承接者比率下降、從農人數減少，致使農業勞動力結構老化，不利可耕作地農業生產作業。此外，臺灣地區可耕作地呈細分化，平均可耕作地面積規模過於細小，將不利於可耕作地生產環境。因此，若能提升青年從農、擴大可耕作地規模將有助於農用可耕作地發展。

第五章 可耕作地農作物生產情形

可耕作地主要用途係為農作物生產，據 99 年農林漁牧普查資料，臺灣地區從事農耕業之農牧戶家數計 70 萬 4,345 家，按主要經營種類觀察，稻作栽培業占 43.3% 最多，其中稻作休耕占稻作栽培業 31.0%；其次為果樹栽培業占 26.8%，蔬菜栽培業占 18.0% 再次。本文為了解 99 年可耕作地農作物生產情形，選定主要經營種類—稻作栽培業，探討其經營效率及提升效率之要素，並以灰關聯分析及資料包絡分析進行實證研究。

表 5-1-1 臺灣地區從事農耕業之農牧戶家數按主要經營種類分

民國 99 年底		
	家數 (家)	結構比 (%)
總計	704 345	100.00
稻作栽培業	304 963	43.30
稻作休耕	94 389	13.40
雜糧栽培業	31 149	4.42
特用作物栽培業	36 106	5.13
蔬菜栽培業	127 076	18.04
果樹栽培業	188 428	26.75
食用菇菌栽培業	1 103	0.16
甘蔗栽培業	1 670	0.24
花卉栽培業	5 927	0.84
其他農作物栽培業	7 923	1.12

註：1. 若有 2 種以上經營種類時，其主要經營種類係以該單位農畜產品全年生產價值或投入成本最多者填記。

2. 稻作栽培業家數包括種稻家數及稻作全年休耕家數；稻作全年休耕家數係指一、二期稻作均休耕，且除綠肥外，未種植其他作物及飼養家畜禽者。

資料來源：行政院主計總處。

第一節 灰關聯分析

一、灰關聯進行之步驟

本文為了解並提升臺灣地區稻作栽培業之生產效益，先行排除稻作休耕、自食自用者，針對具發展潛力之前 25% 稻作栽培業者（約當農畜產品銷售年收入達 15 萬元以上）計 4 萬 9,203 家為觀察樣本進行研究，利用灰關聯分析萃取出影響稻作銷售收入之因素，再利用資料包絡分析（Data Envelopment Analysis, DEA）來探討該作物經營效率及提升效率之要素。

灰關聯分析係灰色系統理論（Grey System Theory）之一環，由鄧聚龍教授在 1982 年所提出，其意義是指如果兩因素變化的趨勢是一致的，則可認為兩因素的關聯性較大；反之，則兩者關聯性較小。由於灰關聯係取兩因素變化之絕對值，故尋找投入 DEA 之同向變數時，會較 Pearson 相關（需考量正相關或負相關）便利。以下為灰關聯進行的步驟：

（一）灰關聯生成

本文利用 8 個變數進行分析，包含：農畜產品銷售年收入、可耕作地面積、農業從業員工人數、可耕作地非自有率、專兼業特性、工作指揮者教育程度、工作指揮者出生年次、農用比率，故因而有 8 個原始序列，每個序列有 4 萬 9,203 個數值，其可表示為：

$$\begin{aligned}x_0 &= (x_0(1), x_0(2), \dots, x_0(k)), \\x_1 &= (x_1(1), x_1(2), \dots, x_1(k)), \\x_2 &= (x_2(1), x_2(2), \dots, x_2(k)), \\&\vdots \\x_i &= (x_i(1), x_i(2), \dots, x_i(k)), \\i &= 1, 2, 3, \dots, 8; k = 1, 2, 3, \dots, 49203.\end{aligned}$$

首先須對各序列進行正規化處理，本文採區間值正規化，即先分別求出各個序列的最大值和最小值，然後將各個原始資料減去最小值

後再除以區間值（即最大值減最小值）。再設定一個序列為參考序列，其餘則為比較序列。本文將設定農畜產品銷售年收入為參考序列，其餘變數為比較序列。

（二）計算灰關聯係數

灰關聯係數依參考序列的不同分為「局部性灰關聯係數」及「整體性灰關聯係數」，兩者之差別在於局部性只設定一個參考序列，而整體性中任一序列均可為參考序列。本文採局部性灰關聯係數，即僅設定農畜產品銷售年收入為參考序列，局部性灰關聯係數公式如下：

$$\gamma(x_o(k), x_j(k)) = \frac{\Delta_{\min} + \zeta * \Delta_{\max}}{\Delta_{oj}(k) + \zeta * \Delta_{\max}}$$

$\Delta_{oj} = \|x_o(k) - x_j(k)\|$ ：參考序列 $x_o(k)$ 與比較序列 $x_j(k)$ 之絕對差。

$\Delta_{\min}$ ：所有序列絕對差的最小值。 $\Delta_{\max}$ ：所有序列絕對差的最大值。

ζ ：辨識係數， $\zeta \in [0,1]$ ，本文設定為 1。

（三）計算灰關聯度

灰關聯度為灰關聯係數的平均值，可因給予各因子權重的差別不同，分為等權灰關聯度與不等權灰關聯度兩種模式。本文給予各因子相同之權重，即採等權灰關聯度，其公式如下：

$$\gamma(x_o, x_j) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \gamma(x_o(k), x_j(k))$$

（四）排定灰關聯序

將求得的灰關聯度依值的大小排列，稱為灰關聯序。

二、灰關聯結果分析

以 99 年臺灣地區主要經營種類為稻作栽培業，且農畜產品銷售年收入達 15 萬元以上之農牧戶為觀察樣本，採農畜產品銷售年收入為參考序列所得之灰關聯度，依其值大小排列如表 5-1-2：

表 5-1-2 灰關聯序

變 項	等權灰關聯度
可耕作地面積	0.9210
農業從業員工人數	0.9180
可耕作地非自有率	0.8667
專兼業特性	0.7992
工作指揮者教育程度	0.7938
工作指揮者出生年次	0.7711
農用比率	0.5370

由於農用比率之灰關聯度較低，因此予以刪除，故將以可耕作地面積、農業從業員工人數、可耕作地非自有率、專兼業特性、工作指揮者教育程度、工作指揮者出生年次為 DEA 的投入變數，農畜產品銷售年收入為 DEA 的產出變數。

第二節 資料包絡分析

一、資料包絡模型

資料包絡分析係採經濟學的概念，應用決策單位（Decision Making Unit, DMU）之各項投入及產出資料，評估其之間的相對效率，當某個 DMU 的投入越少而產出越多，代表該 DMU 的效率越高。經濟學中將「不同的投入組合所能得到最大的產出」稱之為生產函數，因而最大的效用組合將落在「生產前緣」（Product Frontier）上。DEA 係以生產前緣作為衡量效率的基礎，利用目標的投入及產出資料，透過數學模型求出生產前緣，再將 DMU 的實際資料與生產前緣作比較，即可求得各 DMU 的相對效率。

資料包絡分析最早由 Charnes、Cooper 及 Rhodes 所提出，稱為 CCR 模型，該模型是假設 DMU 處於固定規模報酬（Constant Return to Scale, CRS）情形下，可用來衡量總效率，CCR 模型的公式如下：

$$\begin{aligned}
\text{Max } E_k &= \frac{\sum_{r=1}^s u_r Y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_i X_{ik}} \\
\text{s.t. } &\frac{\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i X_{ij}} \leq 1 \quad j=1,2,\dots,n \\
&u_r, v_i \geq \varepsilon > 0 \quad r=1,2,\dots,s \quad i=1,2,\dots,m
\end{aligned}$$

決策單位 $j(j=1,2,\dots,n)$ 使用第 $i(i=1,2,\dots,m)$ 項投入量為 X_{ij} ，其第 $r(r=1,2,\dots,s)$ 項產出量為 Y_{rj} ，而 ε 代表一個極小的正數， E_k 為第 k 個決策單位的績效。以一個決策單位的效率(E_k)最大化作為目標式，其中 u_r, v_i 分別代表第 r 個產出項與第 i 個投入項之權重。

Banker、Charnes 及 Cooper 認為生產過程應為變動規模報酬 (Variable Returns to Scale, VRS)，因而修正了 CCR 模型固定規模報酬的假設，並推導出能夠衡量技術效率與規模報酬情形的 BCC 模型，其公式如下：

$$\begin{aligned}
\text{Max}_{u_r, v_i} E_k &= \frac{\sum_{r=1}^s u_r Y_{rk} - u_o}{\sum_{i=1}^m v_i X_{ik}} \\
\text{s.t. } &\frac{\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj} - u_o}{\sum_{i=1}^m v_i X_{ij}} \leq 1, \quad j=1,\dots,n \\
&u_r, v_i > 0, \quad r=1,\dots,s, \quad i=1,\dots,m.
\end{aligned}$$

u_o 無正負限制

二、資料包絡分析結果

(一) 整體效率分析

本研究利用 DEA-SOLVER 軟體來計算，CCR 效率值等於 1，代表 DMU 具有整體效率。就全體稻作經營者觀察，有 62 家具整體效率，整體效率平均值為 0.264。若以各地區之整體效率值觀察(表 5-2-1

），以東部地區之整體效率平均值 0.421 最高，而北部地區、中部地區及南部地區較低，其整體效率平均值分別為 0.288、0.284 及 0.273。

（二）技術效率分析

技術效率是指在生產要素不變之下，所能得到的最大的可能產出，也就是對於投入的生產要素做最有效的運用。技術效率可從 BCC 模型求得，若等於 1，代表具技術效率。就全體稻作經營者觀察，有 97 家具技術效率，技術效率平均值為 0.879。若以各地區之技術效率觀察（表 5-2-1），以北部地區之整體效率平均值 0.936 最高，其次依序為中部地區、南部地區及東部地區，技術效率平均值分別為 0.892、0.867 及 0.830，由於各地區技術效率平均值普遍高於 0.8，顯示臺灣各地區稻作經營者（農畜產品收入達 15 萬元以上）有效運用生產要素。

（三）規模效率分析

規模效率值為整體效率值除以技術效率值。就全體稻作經營者觀察，有 74 家具規模效率，規模效率平均值為 0.322。若以各地區之規模效率觀察（表 5-2-1），除東部地區稻作經營者規模效率平均值高於 0.5 外，其餘各地區之平均值普遍偏低，均介於 0.3 與 0.4 之間，顯示稻作經營者在規模效率上若能改善，有助於整體稻作經營效率之提升。

表 5-2-1 各地區稻作經營者之各項效率值比較

	家數	具整體 效率家數 (家)	具技術 效率家數 (家)	具規模 效率家數 (家)	整體效率 平均值	技術效率 平均值	規模效率 平均值
全體	49 203	62	97	74	0.2638	0.8791	0.3218
北部地區	4 531	33	71	35	0.2882	0.9362	0.3188
中部地區	28 115	46	98	46	0.2844	0.8921	0.3407
南部地區	13 393	36	73	41	0.2731	0.8667	0.3380
東部地區	3 164	40	90	43	0.4212	0.8295	0.5362

（四）規模報酬分析

觀察稻作經營者之規模報酬（表 5-2-2），全體稻作經營者有 1 萬 2,827 家或 26.1% 是屬於規模報酬遞增階段，顯示該等農家目前是在小於最適規模下營運，可藉由擴大規模以提升生產效率；有 3 萬 6,300 家或 73.8% 是屬於規模報酬固定階段，顯示該等農家已在最適規模下營運；另僅 76 家是屬於規模報酬遞減階段，顯示該等農家目前是在大於最適規模下營運，可藉由降低規模以提升生產效率。

表 5-2-2 稻作經營者規模報酬分析

	家數	規模報酬遞增		規模報酬固定		規模報酬遞減	
		家數 (家)	比例 (%)	家數 (家)	比例 (%)	家數 (家)	比例 (%)
全體	49 203	12 827	26.07	36 300	73.78	76	0.15
北部地區	4 531	2 525	55.73	1 997	44.07	9	0.20
中部地區	28 115	21 450	76.29	6 631	23.59	34	0.12
南部地區	13 393	4 373	32.65	9 005	67.24	15	0.11
東部地區	3 164	2 954	93.36	187	5.91	23	0.73

（五）差額變數分析

差額變數分析是就資源使用的情形，來探討相對無效率之 DMU，若為了達到相對有效率 DMU 相同的資源使用效率時，應減少的投入量或增加的產出量。DMU 如在投入項指標有差額變數，表示 DMU 在該項指標投入過多；如在產出項指標有差額變數，表示 DMU 應增加產出。本研究以 CCR 模型來運算差額變數，故相對無效率的 DMU 可依其結果作為改善效率之參考。茲以全體稻作經營者中 10 筆 DMU 為例（表 5-2-3），第 2 筆 DMU 的可耕作地面積有差額變數 11.807，顯示其可減少可耕作地面積以提升生產效率；第 8 筆 DMU 的可耕作地面積為 78.803，顯示其可耕作地使用缺乏效率，工作指揮者出生年次有差額變數 12.954，顯示其工作指揮者雖較年輕，但未有助於效

率提升，可耕作地非自有率有差額變數 0.540，顯示其租（占）用可耕作地未能提升效率；第 10 筆 DMU 的農業從業員工人數為 0.180，顯示其可減少勞動力投入以提升生產效率。

表 5-2-3 稻作經營者差額變數分析

DMU	Score	Excess 耕地 總面積 S-(1)	Excess 農業從業 員工人數 S-(2)	Excess 工作指揮者 出生年次 S-(3)	Excess 可耕作地 非自有率 S-(4)	Excess 專兼業 特性 S-(5)	Excess 工作指揮者 教育程度 S-(6)	Shortage 農畜產品 銷售收入 S+(1)
1	0.1836	0	0	0	0.2978	0	0	0
2	0.4293	11.8068	0	0	0.1073	0	0	0
3	0.1527	0	0	0	0.2879	0	0	0
4	0.1836	0	0	0	0.1526	0	0	0
5	0.1430	0	0	3.7023	0.4983	0	0	0
6	0.1710	0	0	0	0.5591	0	0	0
7	0.3699	0	0	0	1.2319	0	0	0
8	0.5397	78.8033	0	12.9540	0.5397	0	0	0
9	0.1487	0	0	1.3606	0.2221	0	0.1110	0
10	0.3442	0	0.1795	0	0	0	0	0

（六）敏感度分析

DEA 衡量的效率是相對效率，因此當投入產出項的變數改變，其相對效率亦將變動，因此敏感度分析在於了解變更一個投入或產出項時，其對 DMU 效率值的影響程度。若變更投入或產出項所得到的效率值，與原效率值差距愈大，則顯示此一投入或產出項對於效率值的邊際貢獻愈大。

茲以全體稻作經營者之投入產出原組合，與減少一個投入項的新組合，比較兩組合間之 CCR 整體效率值。如表 5-2-4，新組合 1 與原組合效率差異的絕對值最大，顯示可耕作地面積影響能力最大，新組

合 4 效率差異的絕對值最小，顯示可耕作地非自有率影響最小。

表 5-2-4 稻作經營者敏感度分析

	投入項						產出項	整體效率	與原組合效率差異值
	可耕作地面積	農業從業員工人數	工作指揮者出生年次	可耕作地非自有率	專兼業特性	工作指揮者教育程度	農畜產品銷售收入		
原組合	○	○	○	○	○	○	○	0.264	-
新組合 1	—	○	○	○	○	○	○	0.212	-0.051
新組合 2	○	—	○	○	○	○	○	0.248	-0.016
新組合 3	○	○	—	○	○	○	○	0.249	-0.015
新組合 4	○	○	○	—	○	○	○	0.258	-0.006
新組合 5	○	○	○	○	—	○	○	0.221	-0.043
新組合 6	○	○	○	○	○	—	○	0.257	-0.007

第三節 小結

據本文探討 99 年農畜產品銷售年收入達 15 萬元以上之稻作經營者之經營效率，可得知以下主要發現：

- 一、 灰關聯度可找出相關因素之變化情形：經實證獲取影響稻作銷售收入之 6 項因子如下：可耕作地面積、農業從業員工人數、可耕作地非自有率、專兼業特性、工作指揮者教育程度、工作指揮者出生年次等。
- 二、 稻作具整體效率者僅占 0.13%：經 DEA 分析後，4 萬 9,203 家稻作經營者中有 62 家或 0.13%，具相對整體效率。其中以東部地區之整體效率較高，南部地區整體效率較低。另稻作在中部及南部地區經營績效改善空間較大，因該二地區不僅整體效率較低，且技術效率與最適生產規模比例均較低，顯示此二地區，因經營家數較多，無論在資源分配或生產要素投入上均有較

大之提升空間。

- 三、 稻作經營者近 7 成 4 屬規模報酬固定：稻作經營者有 26.1% 為規模報酬遞增階段，表示應擴大規模以提高生產效率；而稻作經營者中有 73.8% 屬規模報酬固定；僅 0.2% 屬規模報酬遞減階段。
- 四、 稻作經營之可耕作地面積對整體效率影響最大：由 DEA 之敏感度分析觀察，當投入變數單一變動時（其他變數不動下），以可耕作地面積之變動與原經營效率值差異最大，其次則為專兼業，而可耕作地非自有率影響最小。

第六章 結論與建議

在經濟自由化、貿易全球化下，使我國農業發展面臨很大的挑戰。我國為因應自由貿易對農業之衝擊，特針對農地利用提出對策，於 2000 年頒布農發條例修正案，由原本農地「農有、農用、農享」調整為「放寬農地農有、落實農地農用」，亦即由「管地又管人」轉為「管地不管人」之政策，大幅放寬對農地買賣限制，卻也引發豪華農舍林立、好水良田汙染、耕地細分與流失現象，致衍生糧食自給率日益下降等嚴重問題。

伴隨近年全球氣候變遷之影響，農業將面臨農業生產及糧食安全的重大考驗。依據氣候變遷對全球的衝擊影響報告，未來熱帶及亞熱帶地區將因溫度升高而導致農作物產量降低，且極端氣候頻率將增加、嚴重性亦增強，進而影響糧食生產與供應的穩定性。臺灣在都市化及工業化發展下，致使暖化速度快，未來面臨災害性氣候可能性亦增加，如何確保農業永續經營及國內糧食穩定供給將是重要課題。

農地係為糧食生產及農業發展之基礎，是不可再生之資源，具有區位性及不可移動性，應由農地管理與利用著手，才得以因應全球化與氣候變遷之衝擊，並實現農業永續經營之目標。糧食生產需配合氣候及土壤條件，調整農地糧食生產區域及生產面積，並促進休耕農地活化，以提升糧食生產力與自給率。且為確保受氣候因素影響時，得隨時恢復生產，亦應維持適當農地。如此，不僅可確保農地之糧食生產經濟性功能，亦可提昇生活品質與保護生態環境之多功能性，全方位考量農業生產、農家生活、農村生態之需求。

為研析農地管理與利用改善之道，本研究回顧臺灣地區過去 20 年農地消長變化，並探討 20 年間農用可耕作地集中化、專業化趨勢及其影響因素，以提供活化休耕農地、維持適當可耕作地、落實農地農用之政策參考。此外，進一步探討我國農牧戶主要作物之稻作之經營效率及提升效率之要素，以期改善農家經濟及提升產業競爭力。以下為 GIS 圖示法、時間成長模型、灰關聯及資料包絡分析之分析結果所歸納提出的結論與建議。

第一節 結論

(一) 民國 79 年至 99 年縣市農用可耕作地之分布及其變遷情形：觀

察中南部 8 大縣市 20 年間農用可耕作地之集中率與區位商數變動趨勢，其中南投縣集中率之降幅為所有縣市之最大，且其區位商數轉為小於 1，對照 20 年間地圖圖層顏色變化，實為一大警訊，故針對其縣市內之可耕作地面積，應嚴格控管農地農用，鼓勵復耕維持地利，並減少非農業使用情形，以利優良農地永續發展。

1. 臺灣地區 99 年縣市農用可耕作地集中率大於 6.0% 者，由大至小依序為臺南市、雲林縣、嘉義縣、彰化縣、屏東縣、臺中市、南投縣及高雄市等 8 大農業縣市，均位在臺灣中南部，經過 20 年間的變化，其區位商數轉變為小於 1 者有南投縣及高雄市，其餘 6 個縣市之區位商數仍維持大於 1。
2. 集中率小於 6.0% 的縣市中，嘉義市及花蓮縣經過 20 年間的變化，皆隨著集中率的增加，其對地區相對重要性亦呈上升。
3. 隨時間變化與經濟成長，區位商數排在前 3 名的雲林縣、嘉義縣及彰化縣，隨著其集中率的增加，其農用可耕作地對地區相對重要性亦有逐漸提升的趨勢；而南投縣不僅集中率降幅最大，且其農用可耕作地對該縣的重要性亦相形降低。
4. 觀察 20 年間縣市農用可耕作地之區位商數變動情形，減幅較大縣市由大至小依序為澎湖縣、基隆市、新竹市、新竹縣及臺北市，除澎湖縣受限於缺水、氣候等環境因素不利耕種外，其餘縣市農用可耕作地對地區相對重要性經過 20 年時間變化，均越顯降低，驗證鄰近（含）都會區之可耕作地，易受到建設所需或環境汙染，轉為工商業用途或非農業使用情形增加。

(二) 成長曲線模型分析結果：證實臺灣地區各鄉鎮市區 20 年間農用可耕作地呈現逐年減少之趨勢，可耕作地農業生產情形之重要性逐年降低。

1. 臺灣 8 大農業縣市各鄉鎮市區 20 年間，農用可耕作地之區位商數各有消長，其中都會地區及山地鄉之農用可耕作地相對重要性有明顯逐年降低之趨勢。

2. 臺灣各鄉鎮市區 20 年間農用可耕作地減少與農業勞動力高齡化、可耕作地規模狹小有關。在勞動力部分，農牧戶之工作指揮者平均年齡偏高，而工作承接者比率下降、從農人數減少，致使農業勞動力結構老化，不利可耕作地農業生產作業。

(三) 灰關聯與資料包絡分析結果：灰關聯係取兩因素變化之絕對值，在尋找投入 DEA 之同向變數時，會較 Pearson 相關（需考量正相關或負相關）便利。由於稻作係可耕作地農用之重要作物，故以該作物進行經營效益分析，且經實證獲取影響其銷售收入之 6 項因子為可耕作地面積、農業從業員工人數、專兼業特性、工作指揮者教育程度、工作指揮者出生年次及可耕作地自有率等。

1. 在稻作投入產出指標均大於 0 者有 49,203 家，經資料包絡分析後有 62 家或 0.13%，具相對整體效率。其中以東部地區之整體效率較高，南部地區整體效率較低。另稻作在中部及南部地區經營績效改善空間較大，因該二地區不僅整體效率較低，且技術效率與最適生產規模比例均較低，顯示此二地區，因經營家數較多，無論在資源分配或生產要素投入上均有較大之提升空間。

2. 稻作經營者有 26.0% 為規模報酬遞增階段，表示應擴大規模以提高生產效率；而稻作經營者中有 73.8% 屬規模報酬固定；僅 0.2% 屬規模報酬遞減階段。

3. 由資料包絡分析之敏感度分析觀察，當投入變數單一變動時（

其他變數不動下)，以可耕作地面積之變動與原經營效率值差異最大，其次則為專兼業特性。

第二節 建議

- (一) 促進可耕作地區域利用目標：民國 79 年至 99 年之 20 年間可耕作地農用情形之變動確實具地區差異，應考量地區性農業指標與特性，以達成可耕作地區域利用目標，尤應注意 8 大農業縣市可耕作地農用情形。
- (二) 改善農業勞動結構：工作指揮者平均年齡偏高、工作承接者比率低、從農人數減少等農業勞動結構因素，不利於可耕作地活化、產業創新與農業永續經營，亟需鼓勵青年返鄉從農及參與農民學院，以改善農業勞動力高齡化現象。
- (三) 配合農地政策提升可耕作地利用效益：可耕作地受限於規模細小，致使經營效率偏低，不利於可耕作地農業生產，故應藉由農地銀行平台及小地主大佃農政策改善可耕作地利用效益。
- (四) 檢視經營指標改善投入、產出效益：由資料包絡分析結果，可看到全體、各地區及各經營單位之經營效率，所以可藉農業經營指標檢視經營者投入條件及地區性發展，以提升農作物生產及可耕作地利用效率。

參考文獻

- 中央研究院(2013)。農業政策與科技研究建議書。中央研究院報告 No.10。臺北市：中央研究院。
- 內政部(2012)。中華民國 101 年內政統計年報。台北市：內政部統計處。
- 行政院主計處(1992)。中華民國七十九年臺閩地區農林漁牧業普查報告。臺北市：主計處。
- 行政院主計處(2007)。94 年農林漁牧業普查報告。臺北市：主計處。
- 行政院主計總處(2012)。99 年農林漁牧業普查報告。臺北市：主計總處。
- 行政院農業委員會(2009)。中華民國八十八年農業統計年報。臺北市：行政院農業委員會。
- 行政院農業委員會(2012)。中華民國 101 年農業統計年報。臺北市：行政院農業委員會。
- 吳同權、張宏浩(2011)。農地自由買賣政策對農地利用型態之影響評估及因應對策。行政院研究發展考核委員會委託研究報告(編號：RDEC-RES-099-015)。臺北市：行政院研究發展考核委員會。
- 黃敏郎、劉守恆(2009)。地理資訊系統基礎操作實務。臺北市：統一元氣資產管理。
- 葉晉嘉、劉麗娟、吳濟華(2006)。運用資料包絡分析法評量台灣地區城市健康度之研究。健康城市第四期學刊。臺南市：國立成功大學健康城市研究中心。
- 郭朝文，李世偉，林娟憶(2007)。使用 DEA 分析選擇股票投資標的-以 IC 設計產業為例。決策分析研討會。
- 陳惠欣(2011)。花卉產銷特性之研究：以台灣地區為例。輔仁大學應用統計研究所碩士論文。
- 監察院(2009)。面對全球糧荒問題，因應未來糧食需求，我國農糧及

- 農地利用政策之檢討專案調查研究報告。臺北市：監察院。
- 劉珊芳(2007)。地方製造業生產力與創新績效之研究。國立政治大學地政研究所碩士論文。
- 謝俊義(2010)。HLM 多層次線性分析－理論、方法與實務。臺北市：鼎茂圖書。
- 羅孟珠(1985)。臺灣主要作物生產區位變遷之研究。國立臺灣大學農業經濟學研究所碩士論文。
- Banker, R. D., A. Charnes, and W. W. Cooper(1984).Some models for estimating technical and scale efficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, 30, 1078-1092.
- Charnes, A., W.W. Cooper, and E. Rhodes(1978).Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6),429-444
- Ene, M., Smiley, W., & Bell, B. A. (2013). *MIXED_FIT: A SAS® Macro to Assess Model Fit and Adequacy for Two-Level Linear Models*. Poster session presented at the SAS Global Forum 2013, April 28-May 1, San Francisco, CA.
- Raudenbush, S. W., & Bryk, A. S. (2001). *Hierarchical Linear Models : Applications and Data Analysis Methods*. Thousand Oaks, CA : Sage Publications.
- Singer, J. D. (1998). Using SAS PROC MIXED to fit multilevel models, hierarchical models, and individual growth models. *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, 23(4), 323-355.