

蘭陽平原農地轉用影響因子分析與空間規劃 政策探討：系統方法之引入

陳維斌* 李俊霖** 張琪如*** 王瓊芯****

論文收件日期：103年11月11日
論文修訂日期：104年12月09日
論文接受日期：105年02月19日

摘 要

蘭陽平原自1991年國道五號開工，2000年農業發展條例修正通過後，因預期心理大量興建農舍，此一農地轉用不僅破壞了農地的生產功能，其對於社會經濟系統以及環境生態系統所扮演的重要文化、調節與支持功能也一併消失。為能進一步探討其農地轉用之影響因子，本研究引用系統生態學（system ecology）的「系統」方法為基礎，透過專家學者與農民之訪談，以農地尺度（farm scale）與過程基礎（process-based）觀點建立蘭陽平原農地轉用系統與假說，並以1977年、1995年至2006年的蘭陽平原的農地轉用為例，整合GIS與逐步迴歸分析方法進行多時期（multi-periods）的分析，其中主要將蘭陽平原劃分為245個網格空間（1.5×1.5公里），以進一步指認出系統中，農地本身特性與鄰域條件於蘭陽平原農地轉用的影響關係。經蘭陽平原農地轉用假說驗證結果顯示，一、農地破碎化會影響農地轉用率，以耕地（含旱作地、稻作地）具有解釋力；二、農地的單位面積土地價格確實會影響農地轉用；三、未轉用廢耕地、稻作地面積比會影響農地轉用率；四、生活機能影響對農地轉用具重要影響力；五、緊鄰住宅、商業、四米（含以上）道路、大專院校的農地，及離河流較近的農地，因周邊投資效益佳，對於農地轉用影響較為顯著；六、農地轉用受周圍的住宅數量影響，並以後期的都市地區較為明顯；七、農地轉用具有次要火車站衛星現象。最後，本研究在農地轉用因子之時間與空間交叉分析後建議，農地保育政策必須更貼近農民決策之農地轉用因子，並且能夠將非農業的潛在轉用影響因子納入整合性的考量，以針對具有空間差異性的轉用因子提出農地保育的空間策略。

關鍵詞：系統方法、空間規劃政策、農地轉用、過程基礎、影響因子

* 助理教授，中國文化大學市政暨環境規劃學系。

** 通訊作者，副教授，中國文化大學景觀學系，TEL：(02) 28610511#41533，
E-mail：chunlin1977@gmail.com。

*** 副教授，中國文化大學景觀學系。

**** 博士生，東華大學環境學院自然資源與環境學系。

An Analysis of Agricultural Land Change Factors and Spatial Planning Policies Review for Lan-Yang Plain: The System Approach

Wei-Bin Chen*, Chun-Lin Lee**,
Chi-Ru Chang***, Chiung-Hsin Wang****

ABSTRACT

Since the construction of National Freeway No. 5 in 1991 and the amendment of the Agricultural Development Act in 2000, real estate prospects have driven a rapid bloom of housing developments in agricultural lands in the Lan-Yang Plains. Such land-use transformations have not only diminished the provisioning services of agricultural land, but also degraded their cultural, regulating, and supporting services. In this study, a systems approach is used to examine various hypotheses regarding the transformation of farms to housing developments in Lan-Yang Plains. Information gathered from interviews with farmers and experts in agricultural land-use planning are used to form a farm-scale, process-based systems model of agricultural land-use change. Land use maps from 1977, 1995, and 2006 are divided into 245 square grids (1.5 km × 1.5 km) and analyzed with GIS to derive farm, neighborhood (within same grid), and external factors. Stepwise regression models with these factors are then used to parameterize the probability of agricultural land-use change in the systems model. Empirical results suggest that the rate of agricultural land-use change is affected by: 1) fragmentation of agricultural lands; 2) unit land price; 3) the area of abandoned fields still developable under current regulations; 4) availability of shopping and services in the same grid; 5) the density of housing in the same grid; 6) proximity of grid to other housings, business districts, roads wider than 4m, university campuses, river-fronts, and other factors that enhance investment prospects; and 7) proximity of grid to secondary train stations. We suggest that agricultural land use policies should be more aligned to the factors driving the land-use decisions of individual farmers, especially because such decisions have spatial implications much larger than the space allotted to housings.

Key words: Agricultural land change, Factors, Process-based, System approach, Spatial planning policies review

* Assistant Professor, Department of Urban Planning and Development, Chinese Culture University.

** Corresponding author, Associate Professor, Department of Landscape Architecture, Chinese Culture University, TEL: +886-2-28610511#41533, E-mail: chunlin1977@gmail.com.

*** Associate Professor, Department of Landscape Architecture, Chinese Culture University.

**** Ph.D. student, Department of Natural Resources and Environmental Studies, National Dong Hwa University.

一、前言

臺灣在經濟與都市發展的前提下，農地資源的保護一直是被妥協的一部分，都市計畫的變更、擴大、新訂與農舍的興建一再將農地轉用為都市發展用地，然而農地的轉用為不可逆（irreversible）的過程，使得農地資源持續受到威脅（徐明宜，2006；李俊霖與李俊鴻，2012）。2000年農業發展條例修正通過後，臺灣農地破碎化、農舍興建、農地釋出與轉用等問題，更進一步衝擊了國內農地資源的保育（徐明宜，2006；陳維斌等，2009）。自Daily（1997）提出生態系統服務（ecosystem services）的觀點（供應功能、文化功能、調節功能與支持功能）來分析農地所具有的功能後，農地的多元功能開始被重視，尤其是糧食供應外農地所具有的間接使用價值、選擇價值與非使用價值（李承嘉等，2009；Bergstrom, 2005; De Groot and Hein, 2007）。因此，農地被轉用所失去的不僅是農作物的耕作面積與產量，其對於社會經濟系統以及環境生態系統所扮演的重要文化、調節與支持功能也一併消失（Millennium Ecosystem Assessment, 2005）。

為能夠瞭解農地轉用之「影響因子」，以進一步探討可能的相關政策，近年來國內外已有相當多的研究探討農地轉用可能的影響因子。其中，陳惠玲（2010）以空間迴歸模型探討桃園縣1995年至2006年間農地轉用可能的影響因子，並指出人口密度、公共設施面積比例、農地平均公告現值、都市發展用地面積比例、都市計畫區範圍以及農地型態，為影響桃園縣農地變遷主要的因子。黃威翔（2008）在影響蘭陽平原農地轉用與興建農舍的影響因子研究中，亦指出宜蘭縣的農地轉用壓力隨著農地到「市中心距離」增加產生快速下降的現象，且指出農地預期增值率大於農業收益率，顯示農民持有農地並非著眼於農業收益，而在於預期農地增值所獲得之報酬。此外，「臨路與否」、「鄰域狀況—周圍農舍密度」、「至當地聚落距離」、「至市中心距離」、「當地人口密度」、「至休閒農業區距離」、「至縣級主要道路距離」、「至鄉鎮中心距離」與「至河道距離」等九項因子，為影響蘭陽平原1995-2006年農舍興建具潛力之因子（吳彩珠等，2013）。此外，1995-2006年宜蘭地區的農舍空間分布逐漸鬆散，造成住農混雜、農地破碎、治安問題及更多的公共需求造成資源浪費等問題（許元綸，2010）。而Pôças, et al.（2011）則以地景指數（landscape metrics）來分析葡萄牙東北部山地鄉村地景過去三十年來農業地景變遷，以針對農業地景管理與保育規劃提出政策。

然而，近年研究中多以統計方法判斷農地轉用與其他因子間是否存在關係，或以地景指數的計算探討地景指數與農地轉用間存在關係，而未能針對這些因子或地景指數「影響農地轉用的過程（process）」加以探討。Lourdes, et al. (2011) 雖以驅動力（driving forces）的觀點，藉由logit迴歸方法考量地理、氣候、土壤與基礎設施等十一項驅動力因子，建構農地的動態土地覆蓋模擬模型（Dyna-CLUE），惟其對於因子如何驅動農地轉用過程仍未有深入的探討。此外，Colson, et al. (2011) 在探討巴西亞馬遜地區的農業土地轉用研究中，加入政策的轉變探討不同時期的農地轉用狀況，並指出相關政策對農地轉用有關鍵性的影響，然而，受限於研究圖資的取得狀況，臺灣過去農地轉用因子研究多以單一時期為主（許元綸，2010；陳惠玲，2010），對於不同時期農地所受到相關政策之影響較難進行深入的探討。

Lambin, et al. (2000) 針對不同土地利用變遷的研究方法進行比較後，認為過程基礎（process-based）的方法，相對適合用來探討土地利用/覆蓋變遷之研究，且需著重於土地轉用因子間的「系統回饋（system feedback）」影響。此外，農地利用變遷與生物物理資源及社會經濟驅動力間存在複雜的關係，而這些關係需要更有系統的方式來探討其相互影響的過程（Drummond et al., 2012）。而Verburg, et al. (2013) 亦認為土地系統觀點需要生產系統的地方研究（local studies of production systems），而非僅透過型態基礎觀（pattern-based perspectives）。Coelho, et al. (2001) 即以農民行為（farmers' behavior）的決策過程觀點探討農地轉用的過程，其中發現以系統觀點（systems approach）在探討農地轉用的過程中可有效的瞭解各個影響因子在轉用過程中扮演的角色。而農民與農民的觀點在農地轉用過程中扮演重要的角色。因此，以農地尺度（farm-scale）探討物理環境與其決策過程之關聯性，對於農地保育政策的探討是相當關鍵的（Rounsevell et al., 2003）。而Calvo-Iglesias, et al. (2009) 即以農地特徵、土地覆蓋、人口與耕作系統動態為基礎，探討西班牙北部地區農地轉用的狀況。而Roose, et al. (2013) 雖仍以地景指數來探討都市郊區農地的轉用與都市擴張，但已開始針對其土地利用變遷的過程與動態進行探討。近年針對埃及、南葡萄牙地區、歐洲中部與印度東北部等地區農地轉用因子與相關政策探討之研究，多以「系統觀點」為基礎整合農地轉用因子間的互動關係，並進一步探討道路擴張、社會制度改變、灌溉系統與農地破碎，以及農地轉用後帶來的衝擊與對應的農地保育

政策 (Alfiky et al., 2012; Ribeiro et al., 2014; Munteanu et al., 2014; Mozumder and Tripathi, 2014)

Von Bertalanffy (1968) 提出一般系統理論 (general system theory)，試圖以系統觀點整合自然科學與社會科學的研究而強化跨學門 (interdisciplinary) 間的探討，並從更整體的觀點分析真實世界的複雜 (complexity) 問題。後續，各種描繪系統概念的繪圖技術被發展出來，其中，系統生態學家 H. T. Odum 之能量系統符號 (energy circuit symbols)，主要以圖形的介面來表示系統之組成及其複雜的交互作用關係，提供複雜因子間影響過程的討論基礎。Pak and Brieva (2010) 在探討哥倫比亞的亞馬遜地區的農業地景轉變時，採用流向圖 (flow diagrams) 的方式，整合多時段的地景分析與角色扮演遊戲 (Role-Playing Games)，以農地尺度探討農業地景變遷的動態。而系統觀點與能量系統圖的工具，後續，亦被用來探討 1971-2006 年間臺灣北部區域都市周邊農地變遷之衝擊 (Huang et al., 2011)。因此，系統觀點與系統圖已經成為探討農地轉用過程中，與轉用影響因子間相互影響關係之重要方法。然而，相較於近年來臺灣廣泛地採用地景指數與統計方法，並從區域與地方尺度進行的農地轉用因子研究而言，以系統與農民觀點來詳細探討農地轉用過程與影響因子間的關聯性雖相對耗時，但卻較能有效的探討其轉用過程以及農地相關政策之影響關係。

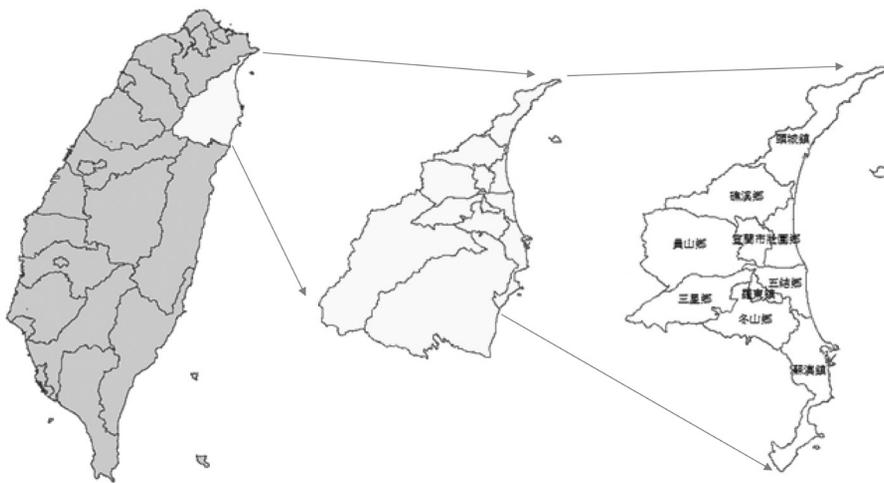


圖1 研究範圍圖

臺灣自古以農立國，農業生產占經濟重要的一環，也由於多重角色與功能的特性，農地在同一個空間上可能受到不同法令體系的管制與約束。這些不同的法令之間，由於立法的基礎與目的不同，在執行上難免會有相互重疊，甚至衝突的可能性。而蘭陽平原因鄰近台北都會區，自1991年國道五號開工後，強化了開發商與民眾對宜蘭農地開發與增值之期望，研究指出1977至1995年間蘭陽平原原有448.15公頃的農地被轉用，1995至2006年間更高達901.84公頃的農地被轉用為住宅建地（王瓊芯，2014），進一步加速了蘭陽平原中豪宅農舍的亂象。因此，本研究考量土地利用調查圖資的可獲得性後，以1977年至2006年的蘭陽平原為例（包含頭城鎮、礁溪鄉、壯圍鄉、宜蘭市、員山鄉、五結鄉、羅東鎮、三星鄉、冬山鄉、蘇澳鎮等鄉鎮，參見圖1），試圖引入系統觀點與H. T. Odum的能量系統圖例，並藉由訪談專家學者、公部門代表與農民，建立蘭陽平原農地轉用「假說」及轉用過程「系統圖」，並結合地景指數（landscape metrics）、地理資訊系統（Geographical Information System, GIS）中空間分析與網格式資料的評估與逐步迴歸（stepwise regression）分析方法，探討多時期（1977-1995與1995-2006）與多尺度（農民、建商與公部門）觀點下的農地轉用影響因子，及探討過去二十九年期間，農地相關政策與轉用狀況間的相互影響關係，以提出農地保育政策之具體建議。其中，為能針對農地轉用狀況有詳細的掌握以提高研究之效度，本研究中考量法規面之限制，首次將未轉用農地面積之觀念納入分析因子中。

二、研究方法與設計

（一）名詞界定

本研究所指的「農地」，係指土地使用實際為農作使用者，以及供農業經營不可分離之倉儲設備、曬場、集貨場等農用之土地；「廢耕地」，係指原為從事稻作、旱作（含果樹）等使用，因廢耕而為草生之土地；「農舍」係指農地上，土地使用實際為住宅者，本研究係根據國土測繪中心與內政部地政司所進行之國土利用調查成果中之農地與廢耕地上的「一層與低層住宅」作為判斷。本研究所指的「農地破碎化」，係指農地受非農業使用土地所造成的穿孔、分割、破碎、縮小、消失等，使農地的面積變小與數量變多之現象。而本研究中之「農地轉用」，係指土地使用方式由農地轉為住宅建地，其轉用的判斷以1977年、1995年與2006年三個年度土地利用現況調查¹為基礎，分為1977-1995年與1995-2006年兩個區間判斷農地是否

¹ 本研究係以農林航空測量所第二次森林資源及土地使用調查圖資第二版（1977年），及內政

發生轉用（參見圖2）。本研究所指的「未轉用農地」，係指都市計畫農業區以及非都市土地中特定農業區、一般農業區、保護區與森林區範圍內，未興建住宅的農牧用地。本研究中所指的「空間規劃政策」採廣義的界定，含括休耕補貼²、農地釋出方案、農業發展條例、都市與非都市土地使用分區管制等直接影響農地轉用條件限制之政策，以及國道五號、宜蘭厝推廣計畫、休閒農業區等，具有潛在間接提高農地轉用誘因之政策。其中，1977-1995年間主要可討論休耕補貼政策（1983-1989年實施「第一階段稻米生產及稻田轉作六年計畫」，1989-1995年實施的「稻米生產及稻田轉作後續計畫」與宜蘭運動公園，對農地轉用因子可能帶來的影響（如耕作意願、效益考量與衛星現象），而1995-2006年間則可探討國道五號開工的預期心理、農地釋出方案（住宅區部份）、縣政中心都市計畫、羅東運動公園、持續休耕補貼（1997年水旱田利用調查計畫）、宜蘭厝推廣計畫、農業發展條例修正與休閒農業區等政策對農地轉用因子的影響。此外，本研究中所指的「衛星現象」係指農地轉用因子影響力的強度，會受與特定因子距離（如市中心）遠近的不同而有差異，主要用來探討跨網格（尺度）農地轉用因子之影響。

此外，系統（system）可被定義為一組元素、元素的屬性及元素間關係所組成的集合，系統中各組成元素間存在著許多互動過程，並可就系統內的組成元素、元素本身的特性及各種元素間的互動關聯性討論之（黃書禮，2002；Chadwick, 1978）。因此，本研究中所指的「系統」主要由「農地」、「農地特性」與「農地轉用影響因子」，以及其間相互之「影響關係」等部份所組成；其中，各元素、特性與關係之建立，係藉由為文獻分析、訪談專家學者與農民所決定。此外，本研究中以系統生態學與景觀生態學中層級理論（hierarchy theory）為基礎，並以2006年蘭陽平原範圍內「最大農地面積的三倍」為原則（O'Neill et al., 1996），劃定1.5公里×1.5公里的「系統單元網格³」，將蘭陽平原劃分為245個網格空間，用以探討各網格空間內農地轉用系統的運作狀況。其中，為獲得農地轉用與各影響因子較佳的資料細節，本研究並非直接將各向量式圖檔資料轉換為1.5公里的網格，而是先將土地利用與各因子之向量式資料轉為1公尺×1公尺的網格資料，再針對每個「系統

部第一次（1995年）及第二次（2006年）國土利用調查圖資作為研究底圖，故據以設定研究期間。

2 1983-1989年實施「第一階段稻米生產及稻田轉作六年計畫」，1989-1995年實施的「稻米生產及稻田轉作後續計畫」，1997-2007年實施「水旱田利用調整計畫」等農業政策，皆為鼓勵稻田轉作或給予直接休耕或種植綠肥等給付。

3 系統網格單元的尺度大小可能會影響後續逐步迴歸分析的結果，因此本研究中之推論僅適用於該空間尺度之討論。

單元網格」詳細計算其中之各類因子與土地利用狀況，以獲得最佳之資料評估精度（Lee et al., 2008）。

（二）研究方法

1. 系統方法

十九世紀初期Georg Hegel在提出系統的觀念後，以動態的過程（process）來詮釋世界的運作並解釋歷史發展的過程（Littlejohn, 1992）。後續，在Von Bertalanffy（1968）提出一般系統理論（general system theory）之後，生態學、物理學、經濟學與社會學等各研究領域中之系統觀點與系統分析方法開始有整合的可能性。系統模擬（system simulation）領域主要在（Forrester, 1969）與（Odum, 1983）的引導下，發展出系統動態模型（system dynamic model）與系統生態模型（system ecology model）。Alfiky et al.,（2012）提出系統模型主要可分為四個邏輯步驟，1)「系統分析（system analysis）」係建立在基礎系統分析概念上，用以界定系統的時間、空間範圍；2)「概念模型（conceptual modeling）」：係用圖表或方案等視覺手法，來表示影響彼此因果關係的組合；3)「數學模型（mathematical model）或電腦模型（computer model）」係藉由建立數學方程式或電腦系統方程式，來運算物理問題；4)「模型分析（model analysis）」係透過實際的數據計算模型係數，以進行該模型的校準和模型驗證。

本研究所引用的系統方法，係以系統模擬前兩個步驟「系統分析」與「概念模型」為基礎，經訪談專家學者，以界定系統的時間及空間範圍，並藉由訪談農民與相關領域之專家，以建立農地轉用概念系統圖。其中，因Odum（1983）的能量系統符號具有描繪系統元素中物質、能量與影響關係的特點，本研究採用該方法建構系統圖。

2. 地理資訊系統

地理資訊系統為一具有多功能的空間資訊建立、儲存、管理、展現與分析工具，其主要係將各種地理資料，整合成有系統的地理資料庫，並將各種地理訊息以文字、數字、圖表或地圖等形式展現之。本研究主要以Arc GIS 10.1軟體將社會經濟因子賦予空間特性，並加以計算空間變數，如距離、鄰域條件，以凸顯空間位相關係的因子，詳見表2。本研究係以向量（vector）圖資為基礎進行計算，並以1.5公里×1.5公里之系統單元網格，統計（summaries）網格內各項農地轉用因子、農地特性與轉用量。其中關於農地轉用量的計算，為避免向量轉換為網格（raster）

資料的過程中，導致地景空間組成失真，故於轉換為資料型式時，設定網格大小為1公尺，使網格資料能更趨近實際地景組成，以保持較高之資料精度（Lee et al., 2008）。

3. 逐步迴歸分析

迴歸分析主要在「解釋」和「預測」變數兩大方面，並藉由迴歸方程式得知各自變數對於依變數的影響力，亦可藉此找出最大影響的自變數，及藉由各自變數的變化係數，亦可用來預測依變數的變化。其中，逐步迴歸分析屬多元迴歸分析方法之一，當不確定那些預測變項較能有效預測某個效標變項時，可藉由逐步迴歸分析方法，以篩選出較具預測力的變項，多用在探索性的研究方面，以探討那些變項較能有效預測某個效標變項（王俊明，2000）。本研究將上述Arc GIS計算得知的空間變數，藉由統計軟體（SPSS 18）的逐步迴歸分析，以找出解釋蘭陽平原1977-1995年及1995-2006年農地轉用的最佳因子組合，並建立蘭陽平原農地轉用迴歸方程式，供討論該因子與相關政策之關係。

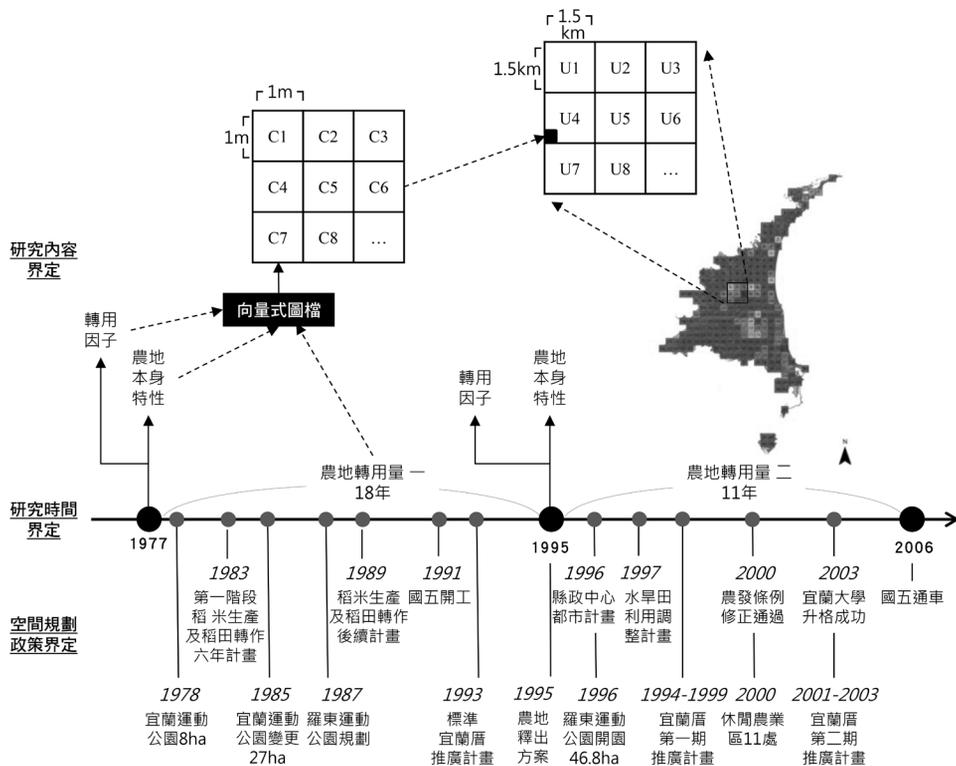


圖2 名詞界定示意圖

(三) 研究設計

本研究之研究設計參見圖3所示，主要藉由回顧國內相關政策、土地使用相關法規、興建農舍規定，及國內外景觀生態學（landscape ecology）、系統生態學（system ecology）、地景指數及農地轉用研究後，初步歸納「農地轉用因子」，並以Odum（1983）能量系統符號建立蘭陽平原之初步「農地轉用系統圖」。隨後，並以該系統圖作為溝通與訪談基礎，進行專家學者與農地地主之訪談，以調整蘭陽平原「農地轉用因子」與「農地轉用系統圖」。其中，專家學者訪談以座談會的方式進行（2013年7月24日，於台北市濟南路租用會議室），邀請具有系統生態學、景觀生態學、都市規劃與宜蘭縣農地資源空間規劃經驗之專家學者共六位，針對轉用因子、相關政策與系統圖中之轉用關係進行逐一討論與調整；此外，並透過電話訪談的方式瞭解公部門（宜蘭縣政府農業處代表二位，2013年8月14日）對農地轉用系統、相關政策與影響因子之看法（訪談前已先寄送農地轉用因子與系統圖），並藉由其推薦訪談五位研究範圍內有農舍興建經驗之農民（分2013年8月26日與10月19日兩次於農民住家進行），進一步瞭解農地轉用因子與系統圖是否能反映農民之觀點，以及相關政策對其轉用之影響。

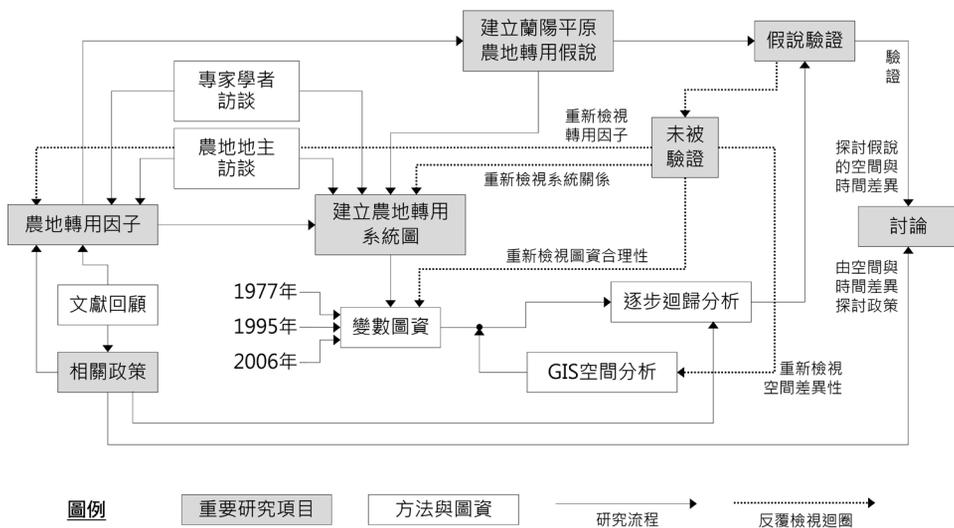


圖3 研究設計架構圖

農地轉用系統圖一方面作為農地特性、農地轉用量、轉用因子與轉用過程討論之基礎，另一方面亦供GIS圖資分類與計算空間變數之依據。本研究中主要透過地

理資訊系統中各項空間分析 (spatial analyst) 功能，進行1977年、1995年、2006年蘭陽平原自變數與依變數之建立後，藉由逐步迴歸分析進行分時期之農地轉用分析，據以進行蘭陽平原農地轉用「假說驗證」，若假說未被驗證，則進一步重新「檢視轉用因子」、「檢視系統關係」、「檢視圖資合理性」與「檢視空間差異性」，並據以找出系統關係與圖資分析需進一步調整之部份，再重新進行逐步迴歸與假說驗證；至有部份假說被驗證後（某時段或某區域），再進一步探討假說中時間與空間之差異性，並據以探討「相關政策」之潛在影響。

三、假說建立

本研究藉由文獻回顧初步整理影響蘭陽平原農地轉用之因子，如道路、住宅、商業、溫泉資源等，並據以提出「農地越破碎，農地轉用率較高」、「廢耕地轉用率較高」、「生活機能越完善，農地轉用率較高」、「鄰近溫泉具投資效益，農地轉用率較高」與「距市中心、交流道、火車站、休閒農業區較近的農地，其轉用率越高」等五項蘭陽平原農地轉用之初步假說。此外，為進一步探討相關政策及多尺度（農民與公部門）觀點影響農地轉用的過程，本研究藉由專家學者座談、公部門與農民訪談進行農地轉用因子的補充（包含休耕補貼政策會影響農民的耕作意願，修正後的農發條例促進農舍住宅數量的增加；未轉用農地面積比例大，農地轉用率高；農民的勞動年齡亦會影響其耕作意願，兒女成/分家的住宅需求會影響其轉用；農地繼承人對土地的情感，及是否仍住在當地，或居住的時間長短亦會影響農地的作物形態或是否轉用；公部門或建商於徵收/收購農地時，農地的價格、農地的規模、農地產權的複雜程度等皆會影響徵收/收購的金錢與時間成本；以及農地面積的完整度、住宅需求強度（如大專院校）、交通便捷特性（近交流道）與投資效益（近大型運動公園）等條件），並將前述農地轉用因子按「農地本身特性」與「農地鄰域條件」加以區分，據以修正初步假說，詳參見表1。此外，且為探討各農地轉用因子間是否會互相影響，本研究中加入兩項「條件假說」之驗證，如廢耕反映農民的耕作意願，而單位面積土地價格反映農民的轉用意願，期加以驗證是否廢耕地農民會受到農地價格影響而進行轉用。

此外，本研究依據專家學者座談、公部門訪談與農民訪談之結果，將「公部門觀點G」、「建商觀點C」、「農民觀點F」與「相關政策P」四部份之可能影響因子，納入蘭陽平原農地轉用系統，其中，主要依「耕作意願」、「破碎化」、「生活機能」、「效益考量」、「情感因素」、「衛星現象」等加以歸納，並依各別轉

表1 蘭陽平原農地轉用假說

因子屬性	假說	說明
農地本身特性	假說一：農地越破碎，轉用率較高	本研究假設農地越破碎，其受到都市發展與道路切割之影響較嚴重，機械耕種的適用性較低，而農地被轉用率可能相對較高。
	假說二：農地價格越高，轉用率較高	地價高之農地，反應其周邊具有較高之開發條件，在其他條件相同的狀況下，具有相對高之開發效益，被轉用率可能較高。因1977年及1995年公告土地現值及公告地價資料無法取得，本研究假設1977年、1995年的農地相對價格與2006年具一致性，並以2006年土地現值數據代表之。
	假說三：未轉用農地面積比例越大，轉用率較高	本研究假設還未轉用農地面積比例越高之地區，其下一階段農地發生轉用率亦會較高。
	假說四：廢耕地較容易被轉用	因廢耕地反應農民的耕作意願，本研究即假設耕作意願低，轉用比例可能相對較高。
農地鄰域條件	假說五：生活機能越完善，轉用率越高	本研究假設網格空間內的生活機能越完善，因交通便利性，聯絡感情便利性，及購買日常物品的便利性，其農地轉用率越高。
	假說六：因周邊條件有利投資，轉用率較高	本研究假設「與農地相鄰」之景觀或投資效益條件，面積比例越高或距離越近，可提高其投資誘因而增加農地轉用率。
	假說七：農地轉用具有聚集效應	本研究假設農地轉用具有群聚效應，其轉用率會受到周圍住宅數量的影響。
	假說八：農地轉用具有衛星現象	本研究假設農地轉用具有衛星現象，其轉用率與農地到市中心、休閒農業區、火車站、交流道、大型運動公園與大專院校之距離有關。
條件假說	假說九：廢耕且地價高的農地，轉用率較高	廢耕地反應農民的耕作意願，單位面積土地價格的開發效益反映轉用誘因，本研究假設當農民耕作意願較低、又土地的效益較高時，農地的轉用率較高。
	假說十：廢耕地轉用率受周圍農地轉用率增加而增加	本研究假設農地轉用具有比較心態，當該農民耕作意願較低時，可能會受到周圍農地轉用之影響而轉用。

用因子的影響方式，如農地緊鄰四米（含以上）道路的比例越高，將提高其生活機能之誘因，其農地轉用率將隨之增加，因此以「+」表示其正向影響關係，如距離市中心越近，農地轉用率將隨之增加，則以「-」表示負向影響關係，以建立農地轉用系統圖（參見圖4）。然而，目前系統圖中農民的勞動年齡、兒女成/分家的住宅需求、農地繼承人對土地的情感（是否仍住在當地）、居住的時間長短、農地產權的複雜程度等因子，未能在既有可取得的資料獲得合理的計算與評估方式，因此，未納入後續迴歸分析中進行探討。

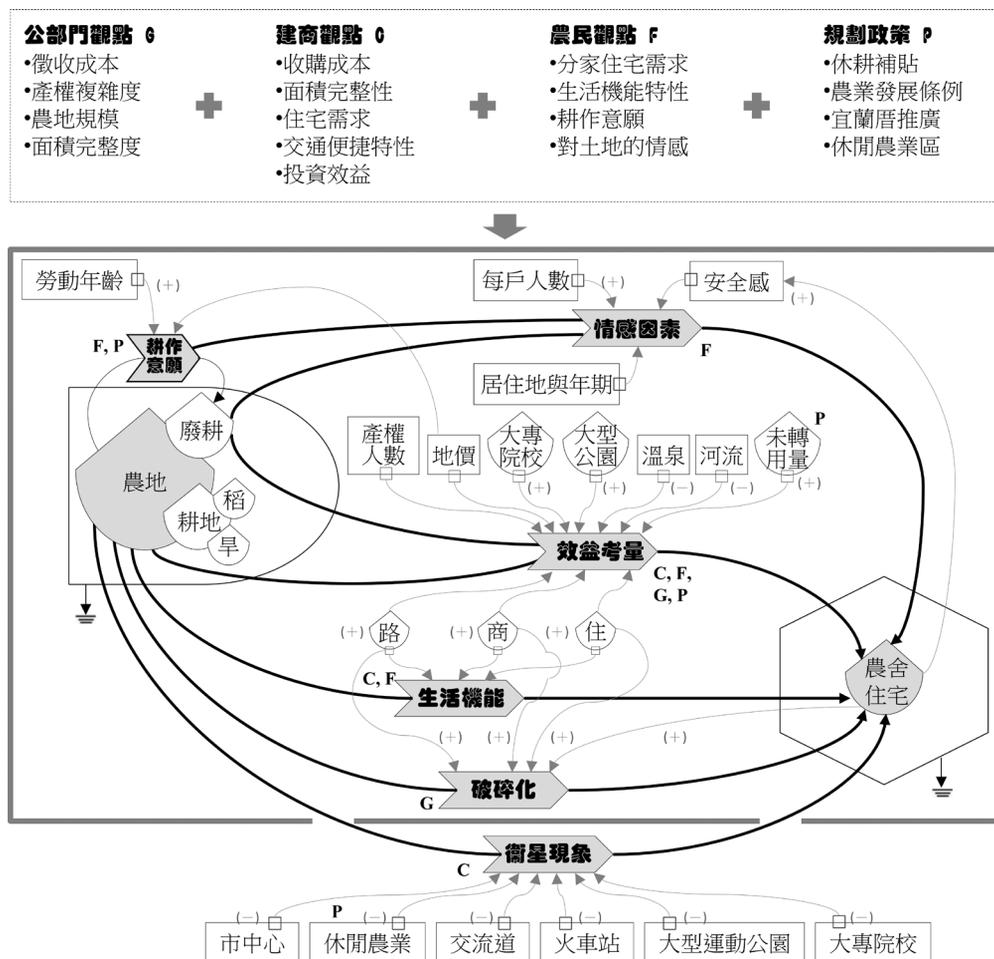


圖4 蘭陽平原農地轉用系統圖（初步）

備註：各系統符號之意義，詳見黃書禮（2002）

四、變數建立與資料說明

本研究以2006年蘭陽平原範圍內最大農地面積的三倍為原則（O'Neill et al., 1996），設定系統單元網格空間為1.5×1.5公里（參見圖2）。蘭陽平原共計245個網格，其中88個網格屬性為包含都市計畫區的都市地區，157個網格屬性為非都市地區。延續先前所建立之蘭陽平原農地轉用假說與系統圖，參見表2所示，本研究統計每一網格空間內之「農地轉用率⁴」（農地轉用面積 / 農地總面積）作為「依變數」。以表達出1977-1995年與1995-2006年兩時期內，網格間相對之農地轉用強度，其中，又將農地耕作狀態細分為耕地（耕地又分為旱作與稻作）與廢耕地，用以討論表1的假說四、假說九、假說十。

而自變數部份主要配合假說之驗證與系統圖建立，其中，代表農地本身特性的自變數—「農地破碎度」以農地(嵌塊體)數量、平均嵌塊體大小及邊緣密度等變數代表之。「農地價格」部份則以2006年宜蘭縣公告土地現值為資料，分別計算各網格內的「單位面積土地價格」，以反應耕作狀態固定的前提下，該農地周邊環境條件具有的開發效益。「未轉用農地面積比」則以未興建住宅的農地面積 / 農地總面積。此外，代表農地鄰域條件的自變數—「生活機能」，係以道路、住宅或商業土地使用面積佔陸地面積之比例代表；農地周邊投資效益部份則以該因子（四米（含以上）道路、住宅、商業、大專院校、大型運動公園）緊鄰的農地面積比，以及與該因子（溫泉、河流）之最近距離代表。而聚集效應則以網格空間內農地上之低層住宅數量代表。最後，衛星現象部份，主要以各網格空間中心點至各因子的最近距離方式代表之。

為探討1977-2006年蘭陽平原農地轉用率與農地本身特性與農地轉用因子等之關係，本研究以農林航空測量所之土地使用調查圖資第二版（1977年）以及內政部第一次（1995年）與第二次（2006年）國土利用調查圖作為研究底圖，依據表2中所建立之變數計算方式，評估各系統單元網格中之變數值。為能探討農地轉用與其耕作狀態之關聯性，本研究中依其耕作特性分為廢耕地與耕地，以討論相關政策對於農地轉用的影響；並按作物類型，區分為廢耕地、旱作地及稻作地等三種層級，以比較農地單位經濟收益的差異對於農地轉用的影響。本研究以1995年國土利用調查的一層及低層住宅、道路、商業作為「生活機能類」分析項目；並進一步指認大專院校（宜蘭大學與蘭陽技術學院）與大型運動公園（宜蘭運動公園與羅東運動公

4 各年度所有變數詳細之GIS計算過程、使用圖資與評估成果，詳參見DOI：10.6677/JTLR.2016.19.02.001-035.01

園)的位置，與依據供指定建築線的道路等級(四米(含)以上)道路作為「景觀投資效益類」的分析項目；其餘非屬假說羅列的土地使用項目，則歸屬背景不予分析。

其他變數部份，本研究參考2006年宜蘭縣之都市計畫圖，以供指認主要市中心(宜蘭市、羅東鎮，計2處)、次要市中心(計8處)，並搭配宜蘭縣非都市土地使用編定圖資以及建物分佈圖，以檢視研究範圍內尚未興建住宅的未轉用農地面積。此外，搭配內政部出版之2006年通用版電子地圖，以作為路寬校正及指認主要火車站(頭城、礁溪、宜蘭、羅東、南澳，計5處)、次要火車站(計14處)、交流道(頭城、宜蘭、羅東、蘇澳，計4處)位置之參考，以及搭配農委會出版之休閒農業區範圍圖、中央地質調查所出版之溫泉露頭圖資，供指認休閒農業區及溫泉露頭位置之依據。

各自變數與依變數計算方式確立後，本研究採用Arc GIS10.1的空間分析功能，以向量圖資為計算基礎，以245個 1.5×1.5 公里的「系統單元網格」為空間單元，分別統計及建立蘭陽平原各時期(1977年、1995年與2006年)的變數圖資，參見圖5所示。圖5係以1995年蘭陽平原農地、廢耕地、耕地、旱作地與稻作地的破碎度變數：嵌塊體數量(NP)、平均嵌塊體大小(MPS)與邊緣密度(ED)為例。各年度所有變數詳細之計算過程、GIS使用圖資與評估成果，詳參見DOI:10.6677/JTLR.2016.19.02.001-035.01。

五、統計模型結果

本研究以農地轉用率為依變數，及系統內部與外部之自變數(詳參見表2)，透過逐步迴歸分析了解影響農地轉用率之因子，以及其影響方式，並驗證農地轉用假說，找出影響農地轉用率的組合變數。以下分別說明逐步迴歸分析假說驗證之結果。

(一) 假說驗證結果

本研究應用逐步迴歸分析，建立九條迴歸方程式，其分別以1977-1995年(前期)、1995-2006年(後期)、以及1977-2006年(全期)之間的農地轉用率為九條方程式之依變數。農地轉用相關自變數原建立23個，隨研究進行中配合「重新檢視轉用因子」、「重新空間圖資之合理性」與「重新檢視空間差異性」的假說驗證與調整過程(詳見圖3)細分化而增加。其中除將農地分為耕地與廢耕地外，亦

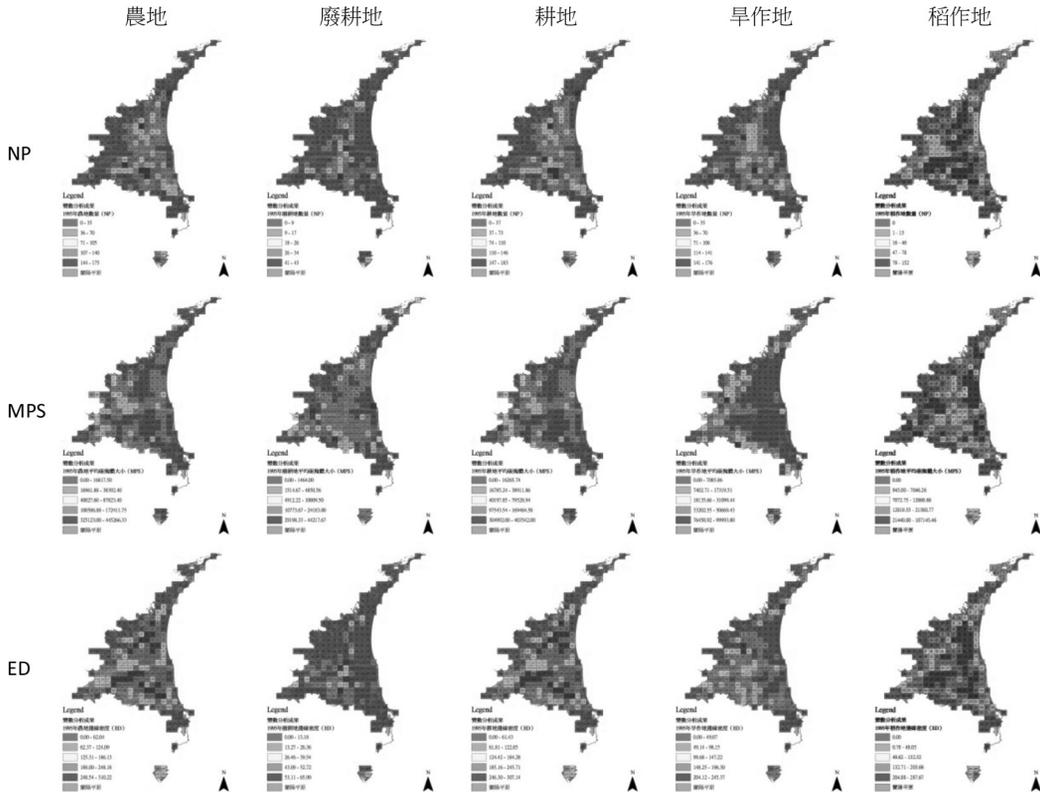


圖5 蘭陽平原各變數圖 (以1995年蘭陽平原農地破碎度變數為例)

將「耕地」分為「稻作與旱作」，如1977-1995年的43個自變數，係包含稻作空間特性（計9個）、旱作空間特性（計9個），與廢耕地空間特性（計9個⁵）及其他變數（計16個），其中1977-1995年間因國道五號尚未施工，故於衛星現象因子中未將交流道納入計算，且休閒農業區始於2000年陸續公告，羅東運動公園尚未完工開園，故亦未將其納入考量。而1995-2006年則考量政策頒布與重大建設，增加了「至休閒農業區最近距離」及「與交流道距離」二個變數，共計45個自變數。1977-2006年間則因將自變數之農地、廢耕地、耕地、旱作、稻作等空間特性完整含括，細分化後的自變數達到62個。各階段經逐步迴歸分析將有效之自變數選取出來，其結果詳參見表3。

5 進一步依稻作、旱作與廢耕地屬性細分化之9個農地自變數為：農地嵌塊體數量、農地平均嵌塊體大小、農地邊緣密度、可轉用農地面積比例、鄰四米以上道路之農地面積比、鄰住宅農地面積比、鄰商業農地面積比、鄰大專院校農地面積比、鄰運動公園農地面積比。

表2 蘭陽平原農地轉用依變數與自變數彙整表

類型	對應假說	變數名稱	次變數名稱	計算說明	單位
依變數	—	農地轉用率	廢耕地轉用率	$\frac{\text{農地轉用面積}}{\text{農地總面積}}$	—
			耕地*轉用率		
自變數	系統內部	農地數量	廢耕地數量	農地嵌塊體數量	塊
			耕地*數量		
		農地平均嵌塊體大小	農地平均嵌塊體大小	$\frac{\text{農地總面積}}{\text{農地總數量}}$	m ²
			耕地*平均嵌塊體大小		
		農地邊緣密度	農地邊緣密度	$\frac{\text{農地邊緣總長}}{\text{陸地面積}}$	m/m ²
			耕地*邊緣密度		
	假說二 高地價之農地，轉用比例較高	單位面積土地價格	同左	$\frac{\sum \text{公告土地現值} \times \text{農地面積}}{\text{農地總面積}}$	\$/m ²
	假說三 未轉用農地面積比例越大，轉用比例較高	未轉用農地面積比	未轉用廢耕地面積比 未轉用耕地*面積比	$\frac{\sum \text{未興建住宅的農地面積}}{\text{農地總面積}}$	—
	假說五 生活機能越完善，轉用比例越高	道路比例	同左	$\frac{\sum \text{生活機能土地使用面積}}{\text{陸地面積}}$	—
		住宅比例	同左		
		商業比例	同左		
	假說六 因周邊條件有利投資，轉用比例較高	鄰四米道路農地面積比	鄰四米道路廢耕地面積比	$\frac{\sum \text{鄰景觀投資因子農地面積}}{\text{農地總面積}}$	—
鄰四米道路耕地*面積比					
鄰住宅農地面積比		鄰住宅廢耕地面積比			
		鄰住宅耕地*面積比			
鄰商業農地面積比		鄰商業廢耕地面積比			
		鄰商業耕地*面積比			
鄰大專院校農地面積比	鄰大專院校廢耕地面積比				
	鄰大專院校耕地*面積比				

表2 蘭陽平原農地轉用依變數與自變數彙整表 (續)

類型	對應假說	變數名稱	次變數名稱	計算說明	單位	
自變數	假說六 因周邊條件有利投資，轉用比例較高	鄰大型運動公園農地面積比	鄰大型運動公園廢耕地面積比	$\frac{\Sigma \text{鄰景觀投資因子農地面積}}{\text{農地總面積}}$	—	
			鄰大型運動公園耕地 [*] 面積比			
		至溫泉最近距離	同左	各網格中心點至各溫泉露頭的最近距離	m	
		至河流最近距離	同左	各網格中心點至河流的最近距離		
	假說七 農地轉用具有聚集效應	住宅數量	同左	各網格空間內一層及低層住宅數量	棟	
	系統外部	假說八 農地轉用具有衛星現象	至主要市中心最近距離	同左	各網格中心點至各因子的最近距離	m
			至次要市中心最近距離	同左		
			至火車站最近距離	同左		
			至次要火車站最近距離	同左		
			至大型運動公園最近距離	同左		
至大專院校最近距離			同左			
至交流道最近距離			同左			
至休閒農業區最近距離			同左			

註：本研究將標示「*」之耕地進一步區分為旱作與稻作兩類型進行分析。

由表3的方程式一結果顯示，前期當住宅比例每增加一單位時，蘭陽平原的農地轉用率將提高0.229個百分比，其為農地轉用最主要的驅動因子；其次為鄰大專院校旱作地面積比，每增加一單位轉用率會增加0.052個百分比；再其次為鄰商業旱作地面積比，每增加一單位轉用率會增加0.023個百分比；而鄰住宅廢耕地面積比每增加一單位，農地轉用率會增加0.007個百分比；未轉用廢耕地面積比每增加一單位，則依次增加0.001個百分比的轉用率，至於距火車站的距離則沒有太大的

表3 蘭陽平原各時期全區農地轉用假說驗證

區間	項目	範圍	農地轉用方程式	R ²	F
1977-1995年	方程式一	全區	1977-1995年農地轉用率=0.009+0.229（住宅比例）+0.001（未轉用廢耕地面積比）+0.007（鄰住宅廢耕地面積比）+0.023（鄰商業旱作地面積比）+0.052（鄰大專院校旱作地面積比）-5.219×10 ⁻⁷ （至次要火車站最近距離）	0.596	54.945
	方程式二	都市地區	1977-1995年都市地區農地轉用率=0.019+0.326（住宅比例）-1.323×10 ⁻⁶ （至次要火車站最近距離）-1.505×10 ⁻⁴ （稻作地數量）	0.644	52.263
	方程式三	非都市地區	1977-1995年非都市地區農地轉用率=-0.001+0.381（住宅比例）+0.03（鄰商業旱作地面積比）+0.01（鄰住宅廢耕地面積比）+0.002（未轉用稻作地面積比）-1.609×10 ⁻⁷ （稻作地平均嵌塊體大小）-2.610×10 ⁻⁴ （稻作地數量）+9.51×10 ⁻⁶ （單位面積土地價格）	0.593	28.656
1995-2006年	方程式四	全區	1995-2006年農地轉用率=0.012+0.334（道路比例）+0.001（未轉用廢耕地面積比）+0.007（鄰住宅旱作地面積比）-3.959×10 ⁻⁷ （旱作地平均嵌塊體大小）+5.792×10 ⁻⁶ （單位面積土地價格）	0.485	42.303
	方程式五	都市地區	1995-2006年都市地區農地轉用率=0.028+2.318×10 ⁻⁴ （住宅數量）	0.403	58.412
	方程式六	非都市地區	1995-2006年非都市地區農地轉用率=0.024+0.001（未轉用廢耕地面積比）+2.108×10 ⁻⁵ （單位面積土地價格）+0.013（未轉用稻作地面積比）+0.188（鄰商業旱作地面積比）-3.965×10 ⁻⁷ （稻作地平均嵌塊體大小）+0.003（鄰住宅旱作地面積比）-0.006（鄰四米道路廢耕地面積比）-1.667×10 ⁻⁶ （至次要火車站最近距離）-3.011×10 ⁻⁶ （至河流最近距離）	0.678	32.139

表3 蘭陽平原各時期全區農地轉用假說驗證 (續)

區間	項目	範圍	農地轉用方程式	R ²	F
1977-2006年	方程式七	全區	1977-2006年農地轉用率=0.012+0.334 (道路比例) +0.001 (未轉用廢耕地面積比) +0.007 (鄰住宅早作地面積比) -3.9×10 ⁻⁷ (旱作地平均嵌塊體大小) +5.7×10 ⁻⁶ (單位面積土地價格)	0.485	42.303
	方程式八	都市地區	1977-2006年都市地區農地轉用率=0.032+1.7×10 ⁻⁴ (住宅數量) -0.057 (鄰商業耕地面積比) +1.003 (商業比例)	0.473	26.391
	方程式九	非都市地區	1977-2006年非都市地區農地轉用率=0.024+0.001 (未轉用廢耕地面積比) +2.108×10 ⁻⁵ (單位面積土地價格) +0.013 (未轉用稻作地面積比) +0.188 (鄰商業早作地面積比) -3.965×10 ⁻⁷ (稻作地平均嵌塊體大小) +0.003 (鄰住宅早作地面積比) -0.006 (鄰四米道路廢耕地面積比) -1.667×10 ⁻⁶ (至次要火車站最近距離) -3.011×10 ⁻⁶ (至河流最近距離)	0.678	32.139

註：本研究以P值小於 $\alpha=0.05$ 之顯著水準決定逐步迴歸自變數之篩選；方程式九經逐步迴歸自變數篩選後，所挑選之自變數與方程式六完全一致，因此，方程式九與方程式六自變數之係數與截距項均完全相同；詳細各方程式選入之變數與其所符合的假說對照表，請參見DOI：10.6677/JTLR.2016.19.02.001-035.02

負面影響，每增加一公里農地轉用率約減少 5.219×10^{-4} 個百分比，此外，具影響力的因子以灰色塊顯示，如圖6 (a) 所示。方程式四顯示，後期最主要的影響因子為道路比例，每增加一單位時，蘭陽平原的農地轉用率會提高0.334個百分比；其次為鄰住宅早作地面積比，每增加一單位農地轉用率會增加0.007個百分比；再其次是未轉用廢耕地面積比，每增加一單位會增加0.001個百分比的轉用率；旱作地平均嵌塊體大小與單位面積土地價格⁶則影響不大。具影響力的因子，亦以灰色塊顯示，如圖6 (b)。方程式七的影響因子與強度與方程式四的關係大致相同。

6 由於本研究以2006年公告土地價格數據計算各網格的單位面積土地價格 (元/平方公尺)，故此處土地價格的係數無法代表1977年地價變化的影響程度。

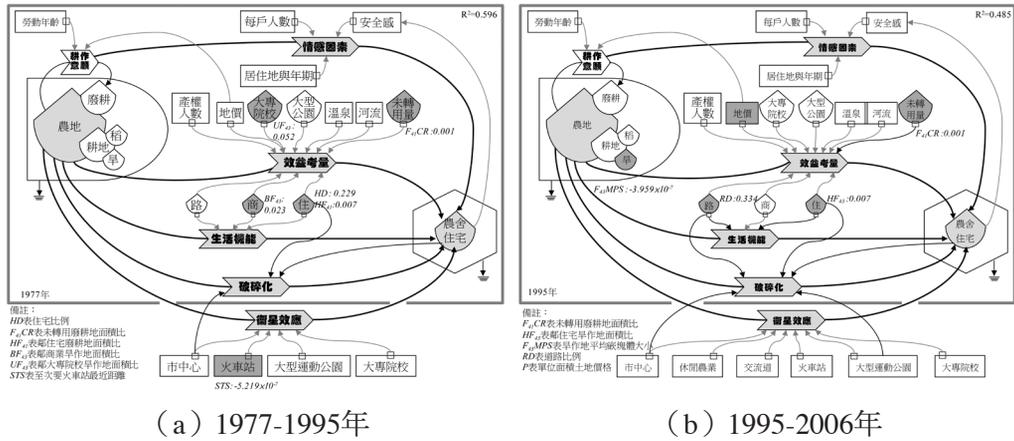


圖6 逐步迴歸分析後修正之農地轉用系統圖

前期蘭陽平原都市地區的農地轉用率受到「稻作地破碎化」、「住宅比例」、「至次要火車站距離」影響（方程式二），後期則主要受「住宅數量」影響（方程式五）；非都市地區之農地轉用率前期受到「稻作地破碎化」、「單位面積土地價格」、「未轉用稻作地面積比」、「住宅比例」、「旱作地與商業的緊鄰程度」、「廢耕地與住宅的緊鄰程度」影響（方程式三），後期則受「稻作地破碎化」、「單位面積土地價格」、「未轉用廢耕地面積比」、「未轉用稻作地面積比」、「旱作地與商業、住宅的緊鄰程度」、「廢耕地與四米（含以上）道路的緊鄰程度」、「至次要火車站距離」之影響（方程式六）。

由上述分析可知，不論是哪一個時期，對於農地轉用率，未轉用廢耕地面積比皆扮演著一定的重要性，然而在前期，鄰大專院校旱作面積比和住宅比例，高度影響整體農地轉用比率，其原因可能是因為宜蘭大學由專科升格成技術學院，以及蘭陽技術學院改制所帶來的預期心理所致，但此影響為一短期的預期心理，並未帶來長期的改變，一旦預期心理消失，則又恢復到後期/全期的型態。

（二）條件假說驗證結果

本研究提出兩個條件假說，參見表1，經逐步迴歸分析結果顯示，前期（方程式十）的廢耕地轉用確實會受周圍農地轉用率增加而增加，也會受到農地的單位面積土地價格影響。後期（方程式十三）的條件假說驗證則較不顯著，詳見表4。亦如表4所示，不論是前期或後期，鄰住宅廢耕地面積比和廢耕地轉用率成正比，即面積越大，被轉用率就越高，因其鄰近住宅區，土地價值較高之故；而廢耕地平均

表4 蘭陽平原各時期全區農地轉用條件假說驗證

區間	項目	範圍	農地轉用方程式	R ²	F
1977-1995年	方程式十	全區	1977-1995年廢耕地轉用率 = 0.003 + 0.657 (農地轉用率) + 0.023 (鄰住宅廢耕地面積比) + 9.599 × 10 ⁻⁶ (單位面積土地價格) - 1.176 × 10 ⁻⁶ (廢耕地平均嵌塊體大小) - 0.002 (鄰四米道路耕地面積比)	0.494	43.685
	方程式十一	都市地區	1977-1995年都市地區廢耕地轉用率 = -0.012 + 0.025 (鄰住宅廢耕地面積比) + 1.073 × 10 ⁻⁵ (單位面積土地價格) + 0.587 (農地轉用率)	0.582	40.484
	方程式十二	非都市地區	1977-1995年非都市地區廢耕地轉用率 = -0.001 + 0.725 (農地轉用率) + 0.408 (住宅比例) + 0.002 (未轉用廢耕地面積比)	0.363	26.240
1995-2006年	方程式十三	全區	1995-2006年廢耕地轉用率 = 0.001 + 0.082 (鄰住宅廢耕地面積比) + 0.027 (鄰四米道路廢耕地面積比) - 3.896 × 10 ⁻⁶ (廢耕地平均嵌塊體大小) + 0.036 (臨河屬性)	0.191	13.947
	方程式十四	都市地區	1995-2006年都市地區廢耕地轉用率 = 0.071 + 0.025 (鄰住宅耕地面積比) - 1.036 × 10 ⁻⁵ (至主要火車站最近距離)	0.215	12.637
	方程式十五	非都市地區	1995-2006年非都市地區廢耕地轉用率 = -0.010 + 0.118 (鄰住宅廢耕地面積比) + 0.043 (鄰四米道路廢耕地面積比) - 4.805 × 10 ⁻⁶ (廢耕地平均嵌塊體大小) - 0.293 (鄰商業耕地面積比) + 0.038 (臨河屬性)	0.314	13.178

註：本研究以P值是否小於 $\alpha=0.05$ 之顯著水準決定逐步迴歸自變數之篩選；詳細各方程式選入之變數與其所符合的假說對照表，請參見DOI：10.6677/JTLR.2016.19.02.001-035.03

嵌塊體大小則和其轉用比例成反比，嵌塊體越大，越不容易被轉用，這可能是受農業單位對於大面積農地的保護政策影響；而鄰四米道路耕地面積比則在前期與轉用比例成反比，但是在後期則呈現正比，亦即面臨道路者較易受到轉用，並以非都市地區更為顯著（方程式十五），其原因可能是因為2000年農發條例修正，開放農

地自由買賣，只要經直轄市或縣（市）主管機關核定，於不影響農業生產環境及農村發展，可以在自有農地上申請興建農舍，因此造成許多鄰道路的廢耕地被轉換使用。

六、討 論

延續逐步迴歸模型之探討進行蘭陽平原農地轉用假說之驗證（參見表5），若就全期（1977-2006年）與全區來看，與農地本身特性相關的假說驗證結果顯示，農地破碎化會影響農地轉用率，破碎度越高轉用率亦越大，因為農業生產通常具有其最小規模，若是農地過於破碎，則越不利農業生產活動，因此傾向變更為他種用途，其中又以耕地（含旱作地、稻作地）具有解釋力。其次為農地的單位面積土地價格會影響農地轉用，單位面積土地價格越高者，在其條件固定的前提下，其週邊環境條件具有較高之開發效益，轉用率自然較高。此外，未轉用廢耕地與稻作地面積比例越高，其農地轉用率越高，因尚未興建農舍的農地，反應該地區尚未被發展的程度，民眾對其預期心理較高，認為未來發展的潛力較高，因此越容易被轉用。另外，因農地的廢耕反映出地主本身較低之耕作意願，因此，廢耕地相較於其他農地更容易被轉用。在農地鄰域條件相關的假說驗證結果發現，生活機能影響對農地轉用具重要影響力，生活機能越完善的地區，因轉用後的土地價值也越高，所以農地更容易被轉用；而緊鄰住宅、商業、四米（含）以上道路、大專院校的農地，及離河流較近的農地，因周邊投資效益佳，對於農地轉用之影響亦較為顯著。然而，農地轉用影響因子在前期、後期、都市與非都市地區亦出現顯著差異，以下進一步針對蘭陽平原之農地轉用依「不同時期農地轉用因子之差異性」、「農地轉用因子時空交叉討論」與「轉用因子與相關政策探討」進行探討。

（一）不同時期農地轉用因子之差異性

若按不同發展時期（前期：1977-1995年，後期：1995-2006年）進一步檢視影響蘭陽平原農地轉用的因子，可發現前期的農地轉用受到「住宅比例」、「廢耕地與住宅的緊鄰程度」、「旱作地與商業、大專院校的緊鄰程度」及「至次要火車站距離」影響而增加。後期則受到「旱作地破碎化」、「單位面積土地價格」、「道路比例」、「旱作地與住宅的緊鄰程度」等影響較為顯著（參見表5），其中，蘭陽平原之農地轉用在不同時期發現以下特徵。

表5 蘭陽平原農地轉用假說驗證結果一覽

類型	假說	驗證結果	結果說明
農地本身特性	假說一 農地越破碎，農地轉用率較高。	完全符合： 1995-2006年； 1977-2006年 條件符合： 1977-1995年	農地破碎化會影響農地轉用率，耕地（含旱作地、稻作地）具有解釋力。 不同發展階段，影響農地轉用的因素有差異。 前期受稻作地破碎化影響。後期則受到旱作地及稻作地破碎化影響。 非都市地區受到稻作地破碎化影響較明顯。
	假說二 高地價之農地，轉用率較高。	完全符合： 1995-2006年； 1977-2006年 條件符合： 1977-1995年	單位面積土地價格會影響農地轉用率，且呈正向關係。 不同發展階段，受單位面積土地價格影響的區域有差異。 前期只有非都市地區受影響。後期則全區與非都市地區受影響。
	假說三 未轉用農地面積比越大，農地轉用率較高。	完全符合： 1977-1995年； 1995-2006年； 1977-2006年	未轉用廢耕地、未轉用稻作地面積比會影響農地轉用率，其餘則不受解釋。 整體而言，蘭陽平原農地轉用皆受未轉用廢耕地面積比影響。 非都市地區於不同發展時期，受未轉用廢耕地影響有差異。 前期僅受未轉用稻作地面積比影響。後期則加上未轉用廢耕地面積比影響。
	假說四 廢耕地較容易被轉用。	條件符合： 1977-1995年； 1995-2006年	平均而言，廢耕地轉用率較耕地高。 不同發展階段，廢耕地轉用量皆較耕地少。
農地鄰域條件	假說五 生活機能越完善，農地轉用率較高。	完全符合： 1977-1995年； 1995-2006年； 1977-2006年	道路比例、住宅比例、商業比例皆會正向影響農地轉用率。 不同發展階段，影響農地轉用的因素有差異。 前期受到住宅比例影響。後期則受到道路比例影響。 都市地區於不同的發展階段，影響因素有差異。 前期受到住宅比例影響。後期則受商業比例影響。

表5 蘭陽平原農地轉用假說驗證結果一覽（續）

類型	假說	驗證結果	結果說明
農地鄰域條件	假說六 因周邊投資效益佳，農地轉用率較高。	條件符合： 1977-1995年； 1995-2006年； 1977-2006年	以住宅、商業、大專院校、四米（含）以上的道路緊鄰及至河流的距離會影響農地轉用率，其餘則不受解釋。 整體而言，旱作地較易受到影響，並受與商業、住宅緊鄰影響較多。 不同發展階段，影響農地轉用的因素有差異。前期農地（含廢耕地、旱作地）受住宅、商業、大專院校緊鄰的面積增加，農地轉用率會增加。後期受旱作地與住宅緊鄰面積影響。
		部分不相符： 1995-2006年； 1977-2006年	1977-2006年的都市地區，商業緊鄰對耕地（含旱作地）的影響為負向關係。 1995-2006年非都市地區，當廢耕地與寬四米以上道路相鄰面積越多，農地轉用率會減少。
	假說七 農地轉用具有聚集效應。	條件符合： 1995-2006年； 1977-2006年 不受解釋： 1977-1995年	後期都市地區農地轉用具有聚集效應，其餘則不受解釋。
	假說八 農地轉用具有衛星現象。	完全符合： 1977-1995年 條件符合： 1995-2006年； 1977-2006年	農地轉用具有火車站衛星現象，其他因子則不受解釋。 整體而言，蘭陽平原農地轉用受次要火車站影響較為明顯，但不同發展階段，受影響的區域有差異。 前期都市地區受影響。後期則為非都市地區受影響。
條件假說	條件假說： 廢耕且地價高的農地，轉用比例較高 廢耕地轉用比例會受周圍農地轉用增加而增加	條件符合： 1977-1995年 不受解釋 1995-2006年	皆只有前期會受周圍農地轉用率、單位面積土地價格影響，後期則不受解釋。

1.發展後期旱作地破碎化對農地轉用之影響顯著：以蘭陽平原之旱作種類而言，旱作地的平均單位面積產值高於稻作地，因此，進行旱作之農民除了因本身之栽種專長外，其對於利潤之追求特性會高於進行稻作之農民。此外，政府對於旱作地的農業基礎設施投資相對稻作地為少，在旱作地的保護與規範也相對較少，促成其轉用較為容易。因此，在比較利益的前提與農作類型的轉型下，蘭陽平原發展後期「旱作地破碎化」情形被突顯出來，成為後期影響農地轉用為住宅建地的重要因子之一，此與黃威翔（2008）之研究結論「追求更高的收益報酬」特性相符。

2.道路比例在後期成為影響農地轉用的重要因子：周邊生活機能條件較完善的農地具有較高的轉用比例，其中，蘭陽平原發展前期，大部份的農地轉用在宜蘭、羅東與鄉鎮周邊發生，因該地區之農地具有較佳的生活便利特性，因此該時期影響農地轉用的生活機能條件主要受到「住宅比例」所影響；而後期在道路系統逐步建構完成後，離各鄉鎮中心距離較遠但具有交通便利特性之農地逐漸被轉用，因此，「道路比例」的影響則成為蘭陽平原後期影響農地轉用之主要生活機能條件。

3.農地轉用在後期會進一步刺激周邊農地轉用：蘭陽平原前期在大專院校（宜蘭大學與蘭陽技術學院）以及地方住宅與商業發展中心周邊地區有明顯的預期心理，使得該地區有較顯著的農地轉用狀況；後期大專院校與商業地區周邊農地之轉用已趨緩，不僅突顯出蘭陽平原發展後期以住宅周邊的農地轉用為主，也反映出農地轉用為住宅後，對其周邊農地之轉用有顯著的刺激效果而引發連鎖效應。

4.前期廢耕且地價高之農地轉用狀況明顯：經進一步條件假說驗證結果顯示，蘭陽平原前期的廢耕地轉用比例，受到「單位面積土地價格」與「周圍農地轉用率」影響。初步推論，可能是前期民眾對農地轉用後的預期心理較高，當都市發展逐漸穩定之後，後期區位條件較差之廢耕地土地價格成長的空間相對變小，對廢耕地之地主已不具吸引力；又可能該農地地主已長期不居住在此，故未受周圍農地轉用率及單位面積土地價格影響。

（二）農地轉用因子時空交叉討論

以假說驗證結果進一步針對農地轉用因子之「時間」（前期與後期）與「空間特性」（都市與非都市）進行交叉討論（參見表5），發現影響蘭陽平原「都市地區」與「非都市地區」農地的轉用因子有所差異，可知前期蘭陽平原都市地區的農地轉用率受到「稻作地破碎化」、「住宅比例」、「至次要火車站距離」影響，後期則主要受「住宅數量」影響。而非都市地區之農地轉用率前期受到「稻作地破碎化」、「單位面積土地價格」、「未轉用稻作地面積比」、「住宅比例」、「旱作

地與商業的緊鄰程度」、「廢耕地與住宅的緊鄰程度」影響，後期則受「稻作地破碎化」、「單位面積土地價格」、「未轉用廢耕地面積比」、「未轉用稻作地面積比」、「旱作地與商業、住宅的緊鄰程度」、「廢耕地與四米（含）以上道路的緊鄰程度」、「至次要火車站距離」之影響。此外，本研究中針對時間與空間特性之交叉分析，發現蘭陽平原農地轉用具有以下特徵。

1. 稻作地破碎化為非都市農地轉用之重要因子：蘭陽平原前期（1977-1995）之農地破碎化為蘭陽平原後期（1995-2006）農地轉用之重要因子，此一部份與過去國內研究之結論一致，然而，進一步針對其空間差異加以探討可發現，非都市地區之「稻作地破碎化」因子被突顯出來，成為非都市地區農地持續被轉用的重要影響因子，這也解釋了蘭陽平原於非都市土地上持續出現的農舍豪宅現象。

2. 農地價格對農地轉用影響效果之擴散：蘭陽平原發展前期，位於非都市地區之農地轉用，受到農地的單位面積土地價格之影響顯著。然而，此一現象至發展後期，由於農業栽種與轉用建地間效益差額的不斷擴大，持續推升都市與非都市地區農地轉用的誘因，因此，農地的單位面積土地價格對農地轉用之影響，已由非都市地區之農地進一步擴散為對全區（含都市與非都市）農地之轉用均出現顯著的影響。

3. 後期非都市地區農地廢耕成為農地轉用之徵兆：蘭陽平原前期非都市地區之農地轉用率，主要與其稻作面積中未興建住宅農舍之農地面積量呈現正相關，因此，該時期之農地轉用受到未轉用稻作地面積之影響顯著。然而，至發展後期，非都市地區「未轉用廢耕地面積」亦成為農地轉用重要影響因子之一，顯示蘭陽平原發展後期，非都市地區之農地在轉用發生前，已先出現農地廢耕之狀況。

4. 都市地區後期農地轉用受到商業化顯著影響：根據蘭陽平原農民之訪談顯示，農地轉用住宅會考量親友網絡的居住區位，此一現象得到蘭陽平原前期都市地區之農地轉用因子「住宅比例」之驗證。然而，發展後期都市地區之農地轉用亦開始受到「商業比例」的顯著影響，此一結果，亦與蘭陽平原發展後期農地轉用多作為房地產銷售之商業考量一致。

5. 緊鄰商業區對都市農地轉用產生負面影響：蘭陽平原後期都市地區之農地轉用，雖與該網格空間中的商業面積比呈現正相關，但若將緊鄰商業土地面積因素納入考量，則發現緊鄰商業土地對居住安寧造成之負面影響在模型中反映出來，因此，蘭陽平原中商業緊鄰因素對耕地轉用的影響為負向關係。

6. 蘭陽平原邊緣非都市農地轉用趨緩：位於蘭陽平原邊緣之非都市農地，在發展後期雖出現明顯的廢耕現象，而其亦有緊鄰四米以上道路之條件，但卻因其區位

偏遠缺乏轉用誘因，而較少出現農地轉用之狀況，因此，蘭陽平原邊緣之非都市農地在發展後期之轉用比例，與廢耕地及鄰四米道路面積比呈現負向之影響關係。

7.後期都市地區農地轉用出現聚集效應：蘭陽平原發展後期由於1995年農地釋出方案的推動，以及既有住宅聚落的發展持續刺激周邊地區剩餘農地的轉用，使得都市地區與周邊地區之農地轉用出現明顯的空間聚集特徵。

8.蘭陽平原廢耕地被轉用比例高於耕地：本研究中發現相較於持續耕作中之農地，蘭陽平原之廢耕地在其他條件固定的前提下有較高之轉用比例，此亦反映出耕作意願較低之農地易發生轉用之狀況。

9.次要火車站對農地轉用影響效應的轉變：蘭陽平原農地轉用受到「次要火車站」的衛星現象影響顯著，其中，蘭陽平原發展前期之農地轉用發生於「次要火車站」周邊之都市地區。然而，後期周邊地區之道路路網逐漸完成，而次要火車站周邊地區之都市發展亦逐漸成形，使得次要火車站對都市地區農地之影響逐漸降低，而因為公路系統的依賴擴散至次要火車站周邊非都市地區之農地轉用。此一現象，除了與「從都市地區擴大至非都市地」的都市發展歷程相呼應外，亦與次要火車站的火車減班與逐漸依賴地方道路系統有關。

10.周圍農地轉用率對前期廢耕地轉用影響顯著：條件假說驗證結果顯示，農地轉用因子確實會互相影響，但其影響程度並非全面性，以廢耕地為例，僅前期（1977-1995年）的廢耕地會受周圍農地轉用率、單位面積土地價格影響，後期則不受影響。

11.全期非都市廢耕農地轉用率受到前期的稀釋：蘭陽平原1995-2006年間，全區廢耕地轉用率受到鄰四米道路廢耕地面積比的正影響，亦反映出發展快速的後期，耕作意願低若搭配上良好的地方交通條件，不論在全區或非都市地區確實明顯提高了農地的轉用；然而，就1977-2006年間而言，蘭陽平原非都市地區的農地轉用率，卻與鄰四米道路廢耕地面積比呈現些微負相關，則可發現非都市地區廢耕地若就全時期來看，快速發展後期的農地轉用狀況，受到前期未發生轉用之廢耕地狀況的稀釋，大幅降低了整體的農地轉用狀況，甚至出現些微負相關。

（三）轉用因子與相關政策探討

本研究中採廣義的角度探討進一步納入可能影響蘭陽平原農地保育的空間規劃政策，如：都市土地使用分區管制、非都市土地使用分區與編定、羅東與宜蘭運動公園、大專院校的設立、國道五號、宜蘭厝推廣計畫與休閒農業區等，以從各相關政策之觀點重新檢視其對農地轉用因子之影響。本研究彙整前述蘭陽平原農地轉用

假說以及其轉用因子之時間與空間特性後，進一步針對蘭陽平原未來相關政策提出以下討論。

1.農地保育應具有整體性的思維：影響蘭陽平原農地轉用的因子眾多，除了農地與農業本身之外栽種型態與農地價格外，尚與周邊之交通條件、生活機能與都市發展有關，本研究的結果顯示，道路比例、住宅數量、旱作地破碎化、單位面積土地價格等因子都會直接影響農地的轉用，而這些因子含括了交通、農業、土地與城鄉發展等部門。因此，為有效保護農地資源，不能單就農業生產進行討論，而應具有整體的空間發展與政策思維。

2.關注廢耕與農地破碎化後帶來的連鎖效應：蘭陽平原農地轉用率與農地破碎化程度存在正向的影響關係，尤其非都市地區之農地轉用受到稻作地破碎化顯著的影響，再加上蘭陽平原的稻作多以機械方式耕作，若破碎將導致其不再具備機械耕作條件，更容易被轉用為其他使用。後期，在旱作地破碎化程度越高之地區轉用現象更為明顯，而非都市地區之廢耕現象亦為蘭陽平原農地轉用之徵兆。此外，由破碎化導致農地轉用後進一步對周圍農地轉用帶來的連鎖效應，本研究中亦在多時期的農地轉用因子探討中得到驗證。因此，如何抑制農地的破碎化與廢耕現象？以及如何降低其所帶來的連鎖效應？為農地資源保育政策必須能夠回應之關鍵問題。

3.農地保育應更貼近農民轉用之考量：臺灣在糧食安全與農糧價格穩定的考量下提出各種農業政策，這些政策某種程度上已達到糧食安全與價格穩定的目標，然而，對於農地資源多功能性的保育來說，卻產生背道而馳的效果，如：休耕補貼。蘭陽平原農地轉用受到旱作地破碎化以及未轉用廢耕地面積比例顯著影響，若探究其背後之原因會找出，農民由稻作、旱作、廢耕到轉用過程中最基本的比較利益過程，當農業栽種收益的不確定性持續提高的同時，相關政策應跳脫只用「農地生產」的功能來衡量農地的價值，並思考如何將以農地多功能性賦予其合理的價值，以回到農民最根本的比較利益思維過程。

4.農地保育政策應具有空間策略特性：農地的轉用具有聚集性與連鎖效應，周圍農地一旦被轉用或變更為建地，周遭的農地轉用率會大為提高。本研究中亦指出農地轉用影響因子具有空間差異性，針對都市地區、非都市地區之特定農業區與一般農業區之農地保育政策，應針對其關鍵的影響因子加以回應，而非一體適用的規劃與政策。蘭陽平原大部份的主要農地位於都會區域的近郊範圍內，在稽查人力有限的狀況下可以優良農地為基礎設定保育策略地區，一方面嚴格執行農地與農舍的農用，避免非法使用所帶來的農地破碎與後續連鎖效應，另一方面從設計誘因方面著手，賦予農地多功能之價值與付費機制。此外，休耕補貼政策亦應具有空間差異

性策略，如：可針對需積極保育之重要農地採「耕種」補貼，以提高耕作意願降低廢耕與休耕狀況可能導致的轉用連鎖效應。

5.積極進行跨部門的溝通協調：本研究中發現交通便利性、以及道路切割造成的農地破碎化、農地釋出方案以及新訂與擴大都市計畫，確實會提高周圍農地的轉用比例。農委會與農業局應積極與各發展部門溝通，以在其他部門之計畫與政策研擬時，掌握可能的農地直接與間接衝擊，並事先提出可能的配套措施。如：與擴大都市計畫地區緊鄰之特定農業區，將遭遇到農地轉用因子大幅提高之衝擊因應，而非僅由開發部門依法劃設綠帶解決；而地方道路系統規劃時，如何減少道路系統對農地的切割，以降低其農地的破碎化程度。

6.正視農發條例對農地帶來遠超過1/10衝擊的事實：本研究中發現農地興建住宅與道路造成的農地破碎化，確實會提高該地區農地被轉用之比例，此外，將農地上未進行1/10住宅興建的「未轉用面積」納入轉用因子分析後，發現原本未被開發之非都市農地，其轉用比例將顯著提升。臺灣自2000年農業發展條例修正通過後，開放農地自由買賣以及有條件興建農舍及農業設施農舍，以及將相鄰鄉鎮之農地納入9/10農地面積之計算之爭議，表面上看來最大的農地轉用量即為既有農地的1/10，但蘭陽平原現地的觀察可以發現，興建1/10住宅的農地，剩下9/10農地持續維持農作的比例相當低，若再將非都市優良農地轉用壓力高於蘭陽平原邊緣之農地納入考量，會發現1/10的住宅興建漏洞，對農地多功能性的保育與優良農作物生產的衝擊遠超過1/10。

7.相關政策對農地轉用間接衝擊之評估：「示範性農舍」計畫（如：宜蘭縣政府1994年開始推動的宜蘭厝計畫），確實能夠有效引導並規範1/10農地上興建農舍住宅的美觀性並營造出蘭陽平原特殊的農田景觀，但本研究中發現的農地轉用連鎖效應，以及後續9/10農地多功能性之消失，均需進一步針對蘭陽平原中宜蘭厝之數量與區位，評估其農地轉用的間接衝擊，以避免塑造出獨特的宜蘭厝農地景觀，卻持續引發農地轉用連鎖效應，而卻付出了整體農地多功能性消失的代價。此外，雖第二期宜蘭厝推廣計畫（2001-2003年）已設定以建地開發為優先，惟如何避免其對蘭陽平原後期都市農地轉用率，受到住宅數量影響的聚集效應的間接衝擊應加以評估。

七、結論與建議

臺灣地區自2000年農業發展條例修正通過後，開放農地自由買賣以及有條件興

建農舍及農業設施農舍，此舉對於農地破碎化的影響及影響興建農舍因子之研究影響逐漸被重視。本研究中結合系統生態學的系統方法與逐步迴歸分析，配合專家學者與農民之訪談，考量農民觀點所建立的農地轉用系統模型，分析蘭陽平原1977-1995年（前期）、1995-2006年（後期）農地轉用率與農地本身的條件、所在地區的生活機能完善程度、與各種景觀及投資效益空間因子的緊鄰的程度、農地價格、未轉用的農地面積多寡、聚集效應與外在吸引力等因子之關係，並據以驗證蘭陽平原農地轉用假說以及進行相關政策之探討。

本研究不僅將農地按其耕作行為區分為廢耕地與耕地，以討論相關政策對於農地轉用的影響，並按作物類型，區分為廢耕地、旱作地及稻作地等三種層級，用以比較農地單位經濟收益的差異對於農地轉用的影響；本研究並以ArcGIS中的分析工具計算農地破碎化程度、轉用因子與農地的互動行為，並藉由GIS圖資之配合找出未申請興建住宅之農地，以納入「未轉用面積」，此一操作程序有別於近期以農舍所在區位搭配以地景指數計算的農地破碎化程度之觀點。最後並分別針對空間相互影響的方式進行討論，同時間接含括了社會經濟因子，如農地價格；情感因素，如群聚安全感、耕作意願等因子，有別於近期研究僅以單期農地轉用變化量及僅以外在因子吸引力的觀點。在方法論上，引入「系統方法」整合GIS、地景指數與統計分析，主要有「強化農地轉用影響因子選取的效度」、「提高專家、農民與團隊內討論的聚焦程度」、「將統計模型的結果轉換為過程基礎的因果關係」與「提高相關政策討論時對於相關因子交互影響之掌握度」等貢獻。

此外，本研究中以蘭陽平原為案例地區驗證了「一、農地破碎化會影響農地轉用率，以耕地（含旱作地、稻作地）具有解釋力」、「二、農地的單位面積土地價格確實會影響農地轉用」、「三、未轉用廢耕地、稻作地面積比會影響農地轉用率」、「四、生活機能影響對農地轉用具重要影響力」、「五、緊鄰住宅、商業、四米（含）以上的道路、大專院校的農地，及離河流較近的農地，因周邊投資效益佳，對於農地轉用影響較為顯著」、「六、農地轉用受周圍的住宅數量影響，並以後期的都市地區較為明顯」與「七、農地轉用具有次要火車站的衛星現象」等農地轉用假說，而進一步的條件假說驗證結果顯示，農地轉用因子確實會互相影響，但僅前期的廢耕地會受周圍農地轉用率、單位面積土地價格影響。

最後，針對後續農地轉用之相關研究，提出五點建議。第一、本研究由於宜蘭縣1977年及1995年的公告地價資料及地段地號圖資無法取得，故本研究以2006年公告土地現值數據分析之，並假設1977年、1995年的農地相對價格與2006年具一致性，惟若實際情況並不一致，可能導致結果不一樣。故建議後續研究，如能取得前

述數據及圖資，宜以計算各期農地價格漲幅較能反映之，則有助於更正確地討論 1977-1995年、1995-2006年土地價格對農地轉用的影響。第二、本研究中少數具有較高轉用因子條件的農地區位，實際上並未發生轉用，將之與航空照片進一步比對後發現，其主要位於「墳墓、高架橋下方與海岸等周邊地區」故建議後續研究如能進一步將此類負影響因子（或工業區對農地轉用的負影響）納入詳細討論，則應能提出更貼近真實世界的農地轉用預測模型。第三、農地轉用後對農地轉用因子造成的回饋影響之探討，將有助於分析轉用因子動態的影響過程，惟其GIS圖資需求更為龐大，建議在相關圖資建構完成後，可進行動態影響效果的探討。第四、本研究在農地轉用需求面因子部份，受限於既有資料的可獲得性，以考量「休閒農業區、大型運動公園、大專院校、溫泉條件以及地價」的方式，反映空間上的「相對」農地轉用需求，建議未來在各種農地轉用需求量評估研究與基礎資料建置完善後，可以更直接而絕對的資料考量農地轉用需求。第五、系統圖中農民的勞動年齡、兒女成/分家的住宅需求、農地繼承人對土地的情感（是否仍住在當地）、居住的時間長短、農地產權的複雜程度等因子，在本研究中未能取得合理的評估資料，後續建議相關資料建置完成後進一步深入探討。第六、本研究中發現農地轉用的分析上，分時期、分農地屬性與分地區討論實有其必要性，以避免平均化或整體性資料帶來的錯誤分析。

參考文獻

- 王俊明，2000，各項統計方法的使用目的及使用時機，中華民國體育學會體育測驗與評量分科研究委員會八十八學年度研討會：國立體育學院。
- 王瓊芯，2014，系統觀點下蘭陽平原農地轉用分析之研究，中國文化大學景觀學系碩士論文。
- 吳彩珠、林峰田、林森田、許元綸，2013，宜蘭農地宅舍分布型態之變遷與其影響因素之探討，都市與計劃，第40卷，第1期，頁31-57。
- 李承嘉、廖麗敏、陳怡婷、王玉真、藍逸之，2009，多功能農業體制下的農地功能與使用方案選擇，台灣土地研究，第12卷，第2期，頁135-162。
- 李俊霖、李俊鴻，2012，農地轉用對生態系統服務功能衝擊之經濟評估，農業經濟叢刊，第17卷，第2期，頁111-144。
- 宜蘭縣政府地政處，2013，公告現值及地價網頁，引用於2013年11月01日至11月22日，取自 <http://lotung-reg.e-land.gov.tw/query/valueprice.jsp?menu=true&type=P>。

- 徐明宜，2006，解析 WTO 下之農地政策與問題，財團法人國家政策研究基金會，
<http://old.npf.org.tw/PUBLICATION/TE/095/TE-R-095-039.htm>。
- 許元綸，2010，宜蘭農舍分布之研究，長榮大學土地管理與開發學系碩士論文。
- 陳惠玲，2010，應用空間統計探討農業用地變遷與影響因素—以桃園縣為例，國立
臺北大學都市計畫研究所碩士論文。
- 陳維斌、張素青、紀若凡，2009，從法令制度面探討農地資源使用之課題，農地資
源空間規劃成果論壇：行政院農業委員會。
- 黃威翔，2008，農地轉用壓力下之農地價格—以宜蘭縣為個案，國立臺北大學不動
產與城鄉環境學系碩士論文。
- 黃書禮，2002，生態系統理論在區域研究之應用，都市與計劃，第 29 卷，第 2 期，
頁 187-215。
- Alfiky, A., G. Kaule and M. Salheen, 2012, Agricultural fragmentation of the Nile Delta;
a modeling approach to measuring agricultural land deterioration in Egyptian Nile
Delta, *Procedia Environmental Sciences*, 14, pp. 79-97.
- Bergstrom, J. C., 2005, Postproductivism and changing rural land use values and
preferences, in S. J. Goetz, J. S. Shortle and J. C. Bergstrom, ed., *Land use
problems and conflicts: causes, consequence and solutions*, London: Routledge
Publishing.
- Calvo-Iglesias, M. S., U. Fra-Paleo and R. A. Diaz-Varela, 2009, Changes in farming
system and population as drivers of land cover and landscape dynamics: The case
of enclosed and semi-openfield systems in Northern Galicia (Spain), *Landscape
and Urban Planning*, 90(3-4), pp. 168-177.
- Chadwick, G., 1978, *A system view of planning*, 2nd ed, Ch8 Models, Oxford: Pergamon
Press Publishing.
- Coelho, J. C., P. A. Pinto and L. M. da Silva, 2001, A systems approach for the estimation
of the effects of land consolidation projects (LCPs): a model and its application,
Agricultural Systems, 68(3), pp. 179-195.
- Colson, F., J. Bogaert and R. Ceulemans, 2011, Fragmentation in the Legal Amazon,
Brazil: Can landscape metrics indicate agricultural policy differences?, *Ecological
Indicators*, 11(5), pp. 1467-1471.
- Daily, G. E., 1997, *Nature's Services – Societal Dependence on Natural Ecosystems*,
Washington: Island Press Publishing.
- De Groot, R. and Hein, L., 2007, *Concept and valuation of landscape functions at
different scales*, Berlin Heidelberg: Springer-Verlag Publishing.

- Drummond, M. A., R. F. Auch, K. A. Karstensen, K. L. Sayler, J. L. Taylor and T. R. Loveland, 2012, Land change variability and human–environment dynamics in the United States Great Plains, *Land Use Policy*, 29(3), pp. 710-723.
- Forrester, J. W., 1969, *Urban Dynamics*, Cambridge: MIT Press Publishing.
- Huang, S.-L., Y.-H. Chen, F.-Y. Kuo and S.-H. Wang, 2011, Emergy-based evaluation of peri-urban ecosystem services, *Ecological Complexity*, 8(1), pp. 38-50.
- Lambin, E., M. D. Rounsevell and H. Geist, 2000, Are agricultural land-use models able to predict changes in land-use intensity?, *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 82(1-3), pp. 321-331.
- Lee, C.-L., S.-L. Huang and S.-L. Chan, 2008, Biophysical and system approaches for simulating land-use change, *Landscape and Urban Planning*, 86(2), pp. 187-203.
- Littlejohn, S. W., 1992, *System Theory, Theories of Human Communication*, Belmont, CA: Wadsworth Publishing.
- Lourdes, L., Z. Karina, L. Pedro, M. Héctor and M. Néstor, 2011, A dynamic simulation model of land cover in the Dulce Creek Basin, Argentina. *Procedia Environmental Sciences*, 7, pp. 194-199.
- Millennium Ecosystem Assessment, 2005, *Ecosystems and Human Well-Being: Biodiversity Synthesis*, Washington, DC: World Resources Institute Publishing.
- Mozumder, C. and N. K. Tripathi, 2014, Geospatial scenario based modelling of urban and agricultural intrusions in Ramsar wetland Deepor Beel in Northeast India using a multi-layer perceptron neural network, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 32, pp. 92-104.
- Munteanu, C., T. Kuemmerle, M. Boltziar, V. Butsic, U. Gimmi, L. Halada, and V. C. Radeloff, 2014, Forest and agricultural land change in the Carpathian region—A meta-analysis of long-term patterns and drivers of change, *Land Use Policy*, 38, pp. 685-697.
- Odum, H. T., 1983, *System Ecology: an Introduction*. New York: John Wiley & Sons Publishing.
- O'Neill, R. V., C. T. Hunsaker, S. P. Timmins, B. L. Jackson, K. B. Jones, K. H. Riitters and J. D. Wickham, 1996, Scale problems in reporting landscape pattern at the regional scale, *Landscape Ecology*, 11(3), pp. 169-180.
- Pak, M. V. and D. C. Brieva, 2010, Designing and implementing a Role-Playing Game: A tool to explain factors, decision making and landscape transformation, *Environmental Modelling & Software*, 25(11), pp. 1322-1333.

- Pôças, I., M. Cunha and L. S. Pereira, 2011, Remote sensing based indicators of changes in a mountain rural landscape of Northeast Portugal, *Applied Geography*, 31(3), pp. 871-880.
- Ribeiro, P. F., J. L. Santos, M. N. Bugalho, J. Santana, L. Reino, P. Beja and F. Moreira, 2014, Modelling farming system dynamics in High Nature Value Farmland under policy change. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 183, pp. 138-144.
- Roose, A., A. Kull, M. Gauk and T. Tali, 2013, Land use policy shocks in the post-communist urban fringe: A case study of Estonia, *Land Use Policy*, 30(1), pp. 76-83.
- Rounsevell, M. D., J. Annetts, E. Audsley, T. Mayr and I. Reginster, 2003, Modelling the spatial distribution of agricultural land use at the regional scale, *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 95(2-3), pp. 465-479.
- Verburg, P. H., O. Mertz, K.-H. Erb, H. Haberl and W. Wu., 2013, Land system change and food security: towards multi-scale land system solutions, *Current opinion in environmental sustainability*, 5(5), pp. 494-502.
- Von Bertalanffy, L., 1968, *General System theory: Foundations, Development, Applications*. New York: George Braziller Publishing.

