

應用分析網路程序法於水田變遷驅動因子分析

賴 俞 均¹⁾ 陳 思 宏²⁾ 吳 振 發³⁾

關鍵字：分析網路程序法、土地利用變遷、驅動因子

摘要：本研究主題不同於以往探究土地利用變遷驅動因子的統計運算方法，為多準則決策方法分析網路程序法來探討中台灣地區影響水田土地利用變遷之驅動因素，透過文獻回顧和專家訪談篩選出中台灣地區水田土地變遷影響因子並研擬出分析網路程序法架構與專家問卷，選定 14 位學者進行問卷調查，受訪之學者研究領域為都市及城鄉規劃、景觀變遷、土地規劃設計和地理資訊系統相關領域，第一次問卷調查後經一致性檢定問卷一致性，未通過一致性檢驗者進行第二次訪問修正，有效問卷為 10 份。研究結果顯示影響水田種植區域分佈之主要因素為土壤有機質(0.16521)、地層下陷(0.14465)和土壤保肥力(0.14452)等三項因素，且最適宜發展策略為應保存優良農田。

前 言

不同的社會系統、生態系統、土地利用系統等作用影響下使土地呈現各種不同利用類型，當系統中作用因子相變化即產生土地利用型態的改變，而土地利用與全球環境變遷形成一個複雜的交互作用系統，且土地利用與覆蓋變遷(Land Use and Cover change, LUCC)的現象與人類對土地利用、環境的衝擊和回饋互相形成關連(黃和詹，2009)，探討不同條件下土地利用變遷趨勢與其背後的成因，有助於掌握土地改變情形並用於相關決策制定(吳，2006)。

普遍探討土地利用變遷影響因素的分析方法為羅吉斯迴歸(Logistic Regression)，此方法為土地利用變遷模型之基礎，已廣泛運用於土地利用或生態環境變遷與環境、社會變化的互動關係，羅吉斯迴歸主要藉由與空間、區位相關之社會經濟函數等進行土地利用型態

-
- 1) 國立中興大學園藝系碩士班研究生。
 - 2) 國立中興大學國際農企業學位學程助理教授。
 - 3) 國立中興大學園藝系教授，通訊作者。

改變的分析(吳, 2006), 經由適合度檢定、觀測值與預測值之分類表等進而篩選出該土地利用類型之驅動因子項目與權重值, 以統計觀點客觀呈現土地利用變遷因素。

而分析網路程序法(Alytic Network Process, ANP)此一多準則決策法已於社會、管理學領域等普遍運用, 但與土地利用變遷相關領域卻尚未有所連結及應用, 有別以往, 本研究嘗試使用 ANP 法進行土地利用變遷驅動因子之篩選、評值以及適宜管理策略之抉擇, 以專家知識的角度切入探討土地利用變遷影響關係, 目的在於瞭解專家知識下土地利用變遷驅動因子項目、彼此相對關係、權重值與適宜發展策略。

文 獻 回 顧

一、土地利用變遷

舉凡地球表面上所有生物所呈現的物理狀態即為土地覆蓋(Land Cover), 包括氣候、土壤、植被、生物多樣性、逕流與水資源等, 人類直接在地表土地上進行直接相關的所有活動則稱為土地利用(Land Use) (Clawson and Stewart, 1965), 使農業用地、水利用地、建築用地、遊憩用地、礦業用地、都市發展用地等各種不同土地利用類別於地表上成形。而這些土地利用活動隨著人們在各種不同社會、生態、土地利用和全球環境系統等作用互相影響下, 造成地表變化劇烈而影響到全球區域環境變遷(丁, 2002; 張, 2005; 吳, 2006), 可見土地利用/覆蓋變遷(LUCC)是探究全球環境變遷的基礎且重要課題。

二、變遷驅動因素

在不同的自然環境限制、社會背景和經濟政治發展等作用因子作用下, 土地利用活動呈現出各式各樣的類型, 當這些因子產生變化、互相影響時, 直接導致土地利用的改變, 而這些影響因子即土地利用變遷驅動力, 因此探究土地利用變遷影響因素為土地利用變遷分析之首要步驟(張等, 2002; 吳, 2006), 亦是認識土地利用變化機制、預測土地利用未來趨勢及訂定土地利用發展政策的基礎(熊等, 2002; 吳, 2006)。透過彙整土地利用變遷相關文獻, 將土地利用變遷驅動因子歸納出六種類型:

(一) 自然環境因子

為最直接影響土地利用的驅動因子, 每個地方皆有特定的自然環境條件, 例如地形、地質、土壤、水文、生物、氣候等, 對於土地利用之類別、適宜發展方向、強度具一定程度的決定權, 大部份的土地利用變遷相關研究皆會納入自然環境因子(張, 2005; 李, 2009; 閻等, 2014)。

(二) 基地條件因子

為基地本身的特性或土地所有者與使用者因其所能掌控的資源而影響土地所有者與使用者對該土地之經營管理策略, 並進而影響土地利用變遷, 此類驅動因子包含土地形狀、土地面積大小、初始土地利用方式、鄰近土地利用方式、土地開發面積多寡、鄰接道路寬

等，通常是人為所能掌控的土地利用變遷驅動因子(張，2005；李，2009；陳，2012；閻等，2014)。

(三) 鄰里特性因子

土地利用變遷影響因素不只來自內部土地本身條件影響，其附近區位和鄰里條件等也會互相影響土地利用的發展而非獨立發展的個別區位，例如新產業進駐、鄰近土地利用類型、交通可及性(與道路、都市的距離等)、交通動線等皆為影響土地利用變化的可能性(張，2005；李，2009；陳，2012；閻等，2014)。

(四) 社會經濟因子

為外在社經環境之先決條件和作用力，非土地所有者或使用者所能掌控，與土地利用存有關聯性並對土地利用區位和類型有明顯的影響，例如人口特性、生活型態、都市擴張、產業結構轉型和地區價值觀等(張，2005；李，2009；陳，2012；閻等，2014)。

(五) 政策計畫因子

包含兩種類別之因子，一為根據該地區產業成長、人口、未來發展潛力和空間結構目標，合理分配土地並有土地使用類別、強度等管制內容，此為土地利用計畫因子；二為空間發展政策因子，為國家或區域層級所施行的空間型式或經濟發展政策等所造成土地利用變遷型態之影響，亦可能產生土地利用發展限制，例如：科學工業園區設置、保育區劃設或特定產業發展等(張，2005；Serra *et al.*, 2008；李，2009；陳，2012；閻 2 等，2014)。

(六) 其他因子

有些非前述的實質性影響因子，例如主觀決策和歷史事件等非實質的影響因子，而且空間不穩定性和異質性存在亦對土地利用變遷有較高強度的影響(張，2005；葉，2014；劉，2016)。

在探討土地利用變遷驅動因子分析方法中，常用的研究方法為迴歸分析、多變量分析、相關分析、馬可夫鏈和羅吉斯迴歸(Logistic Regression)等(許，2003；王，2014)，迴歸模式為利用統計模型方法觀察兩個或兩個以上變數間是否相關、存有因果關係及其影響的正負向和程度；多變量主要用於分析擁有多個變數的資料，探討資料彼此之間的關聯性或是釐清變數之間的結構；相關分析為透過數學模式計算測量變數之間影響關係的強弱程度；馬可夫鏈可透過量化的方式呈現不同時期土地利用變遷狀況的比較，是藉由兩個時期的土地轉移機率矩陣來模擬下一期土地利用變遷的可能性；羅吉斯迴歸與迴歸模式同樣皆為統計模型方法探究個體在本身最大效益下的土地利用選擇，最大的差異為羅吉斯迴歸可以探討驅動因子為離散值之變數(閻等，2014；劉，2016)。其中已大量應用在土地利用變遷驅動因子分析及其互動關係的研究方法為羅吉斯迴歸(吳，2006；王，2014)。

三、分析網路程序法(Alytic Network Process, ANP)

學者 Thomas L. Saaty 提出的分析層級程序法(Alytic Hierarchy Process, AHP)和分析網路程序法(Alytic Network Process, ANP)是綜合定性與定量分析，可模式化決策者之思維過程，利用分解、判斷、排序和綜合決策發展過程以符合專家學者們決策思維的基本特

徵(張, 2017), 而分析網路程序法(ANP)為學者 Thomas L. Saaty 為了克服分析層級程序法(AHP)層級架構中, 層面或因子間可能產生之相互依存及回饋關係而非單純由上到下之線性關係所發明, 分析網路程序法(Analytic Network Process, ANP)針對層面; 準則和方案間所存有相互回饋(Feedback)與損益取捨(Trade-off)關係, 應用超級矩陣(Super Matrix)演算法求取總目標、準則、次準則和各替選方案之優先權重值(衛, 2007; 許, 2014)。

分析層級程序法(AHP)適用於準則、次準則和方案間彼此相互獨立(Independent)時的決策問題, 為線性之層級結構, 而分析網路程序法(ANP)則運用在準則、次準則和方案彼此間可能為相互依存(Interdependent)關係的決策問題, 為非線性之網路結構, 此為 AHP 法與 ANP 法間的主要差別, 其中 ANP 法在應用上最重要的優勢為 ANP 法設定各目標的優先權值且明確訂出各準則、次準則和方案間的網路架構關係和相互依存之階層關係(許, 2014)。

研究方法

一、研究範圍

本研究以台灣中部地區為範圍進行水田土地利用變遷驅動因子, 行政區包括苗栗縣、台中市、南投縣、彰化縣和雲林縣, 為台灣西部平原之起始帶, 主要地形有台中盆地、埔里盆地、大肚台地、八卦台地、彰化平原(濁水溪)和部份嘉南平原。

二、研究內容

研究內容分為幾個部分逐一討論, 分別為文獻蒐集水田驅動因子、專家學者篩選因子、ANP 層級架構、正式問卷發放與決策軟體分析, 最後求得出水田土地利用變遷驅動因子相對關係、權重值以及適宜策略發展。

(一) 文獻彙整驅動因子

透過回顧水田土地利用變遷相關文獻結果彙整出降雨量(年)、高程(m)、坡度(%)、土壤侵蝕指數(K 值)、地層下陷區(ha)、土壤排水性、農地自然生產力分級、休閒農業區(ha)、農產業經營專區(ha)、與都市計畫區距離(m)、與工業區、科學園區距離(m)、與火車站距離(m)、與河川距離(m)、與水圳距離(m)、與農路、產業道路距離(m)、與鄉道以上道路距離(m)、與交流道距離(m)、與建築物距離(m)、與海岸線距離(m)、里人口密度、里人口就業比例(%)、里人口老化程度、平均農戶所得、人口成長率(%)等 24 項土地利用變遷驅動因子, 並依上述各驅動因子特性歸類成自然環境、空間政策、鄰里特性和農戶特性等四大層面, 各變遷驅動因子說明及來源如表 1。

表 1. 土地利用變遷驅動因子彙整表。

Table 1. Summary of the driving factor.

層面	驅動因子	說明
自然環境	降雨量(年)	該年度最大日降雨量，可表示當年度強降雨情況。
	高程(m)	某一點與基準面的相對高度，土地高低與開發成本有所影響。
	坡度(%)	一地爬升之垂直高度除以水平面上移動距離之百分比。
	土壤侵蝕指數(K 值)	土壤抵抗沖蝕分離和搬運等作用強度高低之量化指標。
	地層下陷區(ha)	該土地所含地層下陷區的範圍，反應此地環境敏感性。
	土壤排水性	照土壤性質觀測排水能力，反應該土地生產條件優劣。
	農地自然生產力分級	依適摘性評估成果對農地行生產力分級，反應生產條件。
空間政策	休閒農業區(ha)	該土地涵蓋之休閒農業區範圍，反應此地產業發展。
	農產業經營專區(ha)	該地包含之農產業經營專區範圍，反應農業生產概況。
	與都市計畫區距離(m)	至都市計畫區最近距離，反應政策導向，引導周邊土地發展。
	與工業區、科學園區距離(m)	該地中心至工業區科學園區最近距離，帶動產業改變。
	與火車站距離(m)	該地中心點至火車站之最近距離，反應此地可及性程度。
	與河川距離(m)	至河川之最近距離，在保育、防災觀念下，多為環境敏感地。
	與水圳距離(m)	該土地中心點至水圳之最近距離，反應此地適宜之生產條件。
鄰里特性	與農路、產業道路距離(m)	該地中心至農路產業道路最近距離，可及性高促進周邊開發。
	與鄉道以上道路距離(m)	該土地中心點至鄉道之最近距離，道路密度高，其可及性越高越促進周邊土地開發。
	與交流道距離(m)	該土地中心點至交流道之最近距離，可及性高促進周邊開發。
	與建築物距離(m)	該中心至建築物最近距離，建築物密度反應人口產業程度。
	與海岸線距離(m)	該中心至海岸線最近距離，海岸周邊多保育地或邊際土地。
	里人口密度	以鄰里為單位之平均每一平方公里之人口數。
	農戶里人口就業比例(%)	某一時期(就業人數 + 失業人數)百分比，反應經濟概況。
農戶特性	里人口老化程度	以 65 歲以上人口數除以 15 歲人口數之百分比為衡量指標。
	平均農戶所得	某一年度每一戶農家平均所得，反應經濟概況。
	人口成長率(%)	該地之人口變化率，為人口結構指標之一。

(二) 專家學者篩選因子

藉由前述文獻回顧彙整出歷年水田土地利用變遷驅動因子相關文獻中討論頻率較高之驅動因子為本研究主要探討對象，考量到各個驅動因子之間共線性問題以及探討面向為總體土地利用變化而非單一土地利用類別，因此透過訪談背景領域為景觀變遷、土地規劃設計和地理資訊系統以及發表與進行土地利用變遷相關研究之 3 位專家學者進行土地利用變遷驅動因子項目之篩選，訪談時間為 106 年 12 月 18 日至 106 年 12 月 20 日，其中專家學者建議土地利用變遷驅動因子中為面積和範圍者，改用與該驅動因子之距離呈現較能反應其空間區位，以及建議新增「土壤保肥力」和「土壤有機質」等兩項驅動因子。表 2 呈現專家篩選驅動因子之結果，其中刪除原則為該驅動因子有 2 位專家認定刪除以及性質相似之驅動因子擇一代表。

(三) ANP 層級架構

依據相關文獻整理以及專家們篩選結果，確定後續執行的分析網路程序法(ANP)專家問卷之總目標(Goal)為「水田管理策略評估」，目標準則(Criteria)為水田變遷驅動因子之三個層面，分別是「自然條件」、「社經條件」和「生產條件」三個準則，次準則(Sub Criteria)為 11 項驅動因子，包括高程、坡度、地層下陷嚴重區域、與都市計畫區距離、與工業區科學園區距離、與建築物距離、與主要道路距離、里人口密度、與河川灌溉渠道距離、土壤保肥力和土壤有機質等 11 個驅動因子，適宜策略則是依據國土計畫法中農業發展地區之土地使用原則分為 3 項方案策略，主要為以發展為主、依地區特性彈性多元利用以及強制保存所有農業生產地等策略方向之水田適宜發展策略。

(四) 正式問卷發放與決策軟體分析

ANP 專家問卷於 107 年 3 月 15 日開始發放調查，問卷全數回收截止時間為 107 年 4 月 13 日，調查期間共寄出 14 份專家問卷，共回收 12 份問卷，回收率為 85.7%，填寫 ANP 專家問卷的專家學者選取原則為具備都市及城鄉規劃、景觀變遷、土地規劃設計和地理資訊系統之專業領域且有 8 年以上研究與實務經驗以及曾發表或是進行土地利用相關研究之專家學者，包含國立台北大學公共事務學院不動產與城鄉環境學系、逢甲大學都市計畫與空間資訊學系、國立中興大學園藝學系所、國立勤益科技大學景觀系所、東海大學景觀學系、明道大學景觀與環境設計學系、黎明技術學院、中央研究院、鎮公所、文化部文化資產局、行政院環保署等共計 14 位背景領域為都市及城鄉規劃、景觀變遷、土地規劃設計和地理資訊系統之專家學者，剔除無效問卷 2 份，有效問卷為 10 份，回收率為 71.4%。

回收的問卷數據採用決策軟體 Super Decision 進行分析，其由 AHP/ANP 創始人 Thomas L. Saaty 與其妻子 Rozann Whitaker Saaty 和共同創辦的 Creative Decisions Foundation 團隊所開發的，此決策軟體主要運用在分析網路程序法(ANP)的相關研究，其可以幫助研究者在繁複龐大計算過程中的運算，可求取各因子層級的不一致性比(Inconsistency Index, InC.I.)、未加權超級矩陣、加權超級矩陣、極限超級矩陣以及各層面

表 2. 驅動因子篩選表。

Table2. The driving factor selection.

驅動因子	專家 A	專家 B	專家 C	最終選擇
1. 降雨量(年)	保留	刪除	刪除	—
2. 高程(m)	保留	保留	保留	保留
3. 坡度(%)	保留	保留	保留	保留
4. 土壤侵蝕指數(K 值)	刪除	保留	保留	△
5. 地層下陷區(ha)	保留	保留	保留	保留
6. 土壤排水性	保留	刪除	保留	△
7. 農地自然生產力分級	保留	刪除	保留	△
8. 休閒農業區(ha)	刪除	保留	刪除	—
9. 農產業經營專區(ha)	保留	刪除	刪除	—
10. 與都市計畫區距離(m)	保留	保留	保留	保留
11. 與工業區、科學園區距離(m)	保留	保留	保留	保留
12. 與火車站距離(m)	保留	保留	保留	△
13. 與河川距離(m)	保留	刪除	保留	保留
14. 與水圳距離(m)	保留	刪除	保留	保留
15. 與農路、產業道路距離(m)	保留	保留	保留	保留
16. 與鄉道以上道路距離(m)	保留	保留	刪除	保留
17. 與交流道距離(m)	保留	刪除	刪除	—
18. 與建築物距離(m)	保留	刪除	保留	保留
19. 與海岸線距離(m)	保留	刪除	刪除	—
20. 里人口密度	保留	保留	保留	保留
21. 里人口就業比例(%)	刪除	保留	保留	△
22. 里人口老化程度	刪除	刪除	保留	—
23. 平均農戶所得	刪除	刪除	保留	—
24. 人口成長率(%)	保留	保留	保留	△
25. 土壤保肥力		建議新增		保留
26. 土壤有機質		建議新增		保留

準則、次準則和方案策略之權重值。另一個 Super Decision 決策軟體對研究者的幫助在於其可以利用圖形化的方式呈現 ANP 的架構圖，可顯示出此架構網絡中的相依和回饋等決策問題，且與微軟作業系統相容性高，可以將外部圖片資料匯入軟體內，也可以將軟體內部資料匯入 Excel 進行後續分析統計，有效率的節省研究者整理數據資料及運算統計的時間(張，2017)。

(五) 水田土地管理策略評估結果

在「水田土地管理策略評估」此總目標下各準則層面、次準則因子之總體相對權重值及其排序狀況如表 3，第一層準則層面相對重要性中，權重值以「生產條件(0.41309)」最高、「自然條件(0.33742)」次之而「社經條件(0.24949)」最低，顯示本研究專家學者們認為「生產條件」此一準則層面對「水田土地管理策略評估」有高度的影響性，表示該土地適宜栽種稻作與否比起其位處之自然環境與社會發展層面相較為重要。

第二層次準則因子相對重要性中，權重值以「土壤有機質(0.16521)」最高，「地層下陷嚴重區域(0.14465)」次之，第三高為「土壤保肥力(0.14452)」，第四高為「高程(0.12046)」，第五高為「與河川灌溉渠道距離(0.10336)」，其中生產條件層面中的次準則因子皆在總體相對權重值前五高之內，第二高的「地層下陷嚴重區域(0.14465)」顯示出水田和地層下陷

表 3. 水田土地管理策略評估下各因子總體相對權重值。

Table 3. Overall relative weight value of each factor under the evaluation of paddy land management strategy.

總目標	第一層級		第二層級		總權重 A*B	總排序
	準則層面	權重值 (A)	次準則因子	權重值(B)		
水田土地管理策略評估	自然條件	0.33742	高程	0.35699	0.12046	4
			坡度	0.21433	0.07232	7
			地層下陷嚴重區域	0.42868	0.14465	2
	社經條件	0.24949	與都市計畫區距離	0.21908	0.05466	8
			與工業區科學園區距離	0.29064	0.07251	6
			與建築物距離	0.11549	0.02881	11
			與主要道路距離	0.17226	0.04298	10
			里人口密度	0.20252	0.05053	9
	生產條件	0.41309	與河川灌溉渠道距離	0.25021	0.10336	5
			土壤保肥力	0.34985	0.14452	3
			土壤有機質	0.39994	0.16521	1

區域分佈多位於本土西半部而造成影響，第四高的「高程(0.12046)」表示水田分佈受高低海拔所影響，而台灣水田分佈多位於平地低海拔地區。

在方案策略相對權重值中(表 4)，以「保存優良水田」的權重值為最高，「保存優良與次優良水田」次之，權重值最低為「保存所有平地水田」，顯示本研究專家學者們高度認同優良農地中的水田非常需要保存，利於維護優質之生產生態，而大部份水田或許不限制其必須農用，適地適況採取多元利用以利整體土地利用發展。

表 4. 水田土地管理策略評估下方案策略總體相對權重值。

Table 4. Overall relative weight value of program strategy under paddy land management strategy assessment.

總 目 標	第一層級		方案策略		總權重 A*S	總排序
	準則層面	權重值 %(A)	策略項目	權重值 %(S)		
水 田 土 地 管 理 策 略 評 估	自然條件	33.74%			12.23%	
	社經條件	24.95%	保存優良水田	36.25%	9.04%	1
	生產條件	41.31%			14.97%	
地 管 理 策 略 評 估	自然條件	33.74%	保存優良與 次優良水田	34.17%	11.53%	2
	社經條件	24.95%			8.53%	
	生產條件	41.31%			14.12%	
評 估	自然條件	33.74%			9.98%	
	社經條件	24.95%	保存所有平地水田	29.58%	7.38%	3
	生產條件	41.31%			12.22%	

(六) 水田土地適宜分佈

所得出專家學者角度下水田土地管理的各個影響水田變遷因子權重值，可得知影響水田變遷的重要因子項目以及其重要性排序，將各個驅動因子權重值透過地理資訊系統 (Geographic Information System, GIS) 空間運算功能，進行因子權重值與分級分數的加成，得出在此 11 項影響水田變遷驅動因子下本研究專家學者判定適宜水田發展的空間分佈區位(圖 1)。

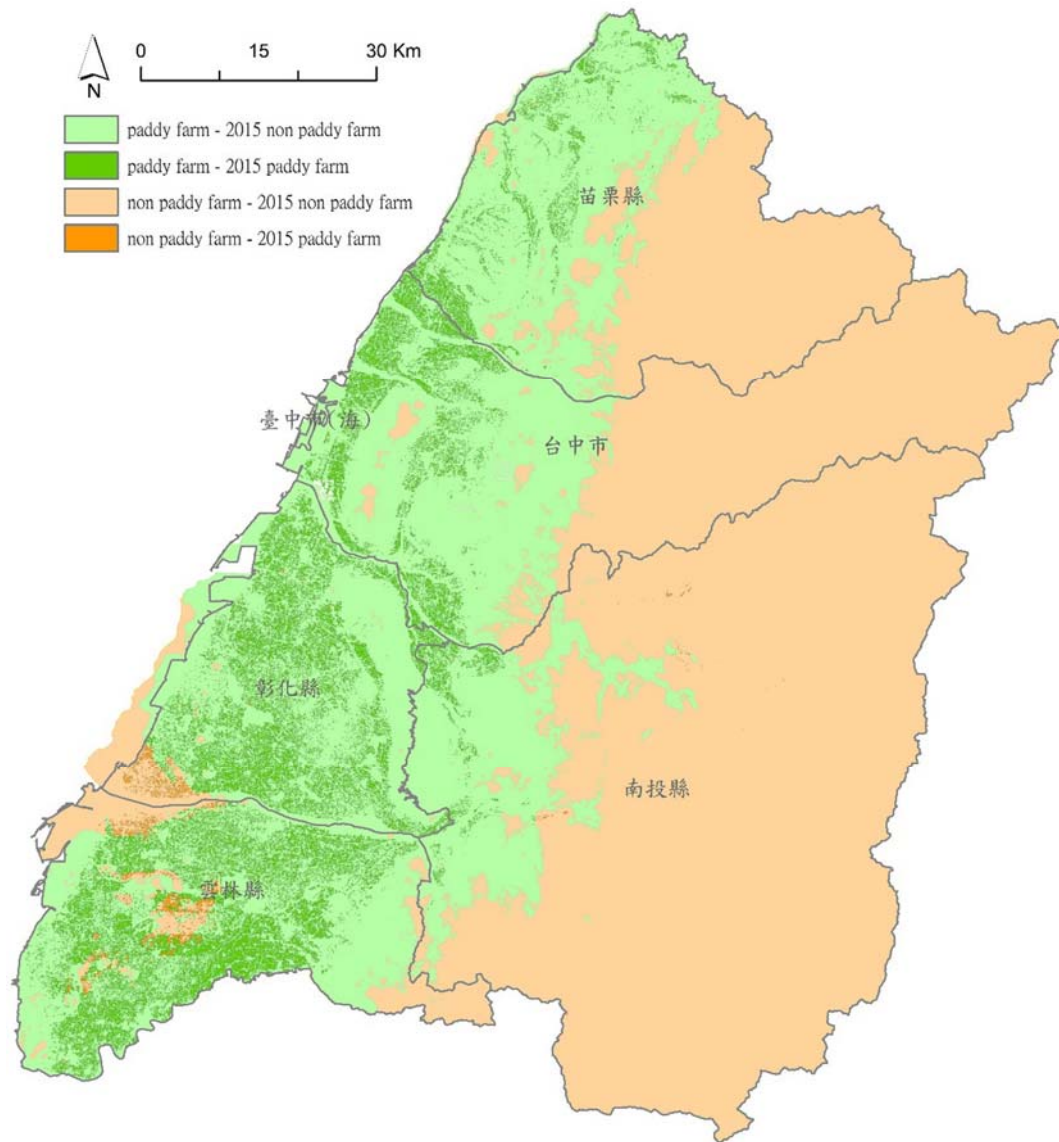


圖 1. 水田適宜分佈區位

Fig. 1. Paddy fields suitability distribution.

結論與建議

本研究不同於以往探究土地利用變遷驅動因子之統計方法，嘗試使用 ANP 法進行土地利用變遷驅動因子之篩選、評值以及適宜管理策略之抉擇，以專家知識的角度切入探討土地利用變遷影響關係，所得出的結果為影響水田種植區域分佈之主要因素為土壤有機質(0.16521)、地層下陷(0.14465)和土壤保肥力(0.14452)等三項因素，且本研究專家學者們認為適宜水田發展策略為應保存平地優良水田。本研究將影響水田和旱田之驅動因子項目與其他文獻相比較、討論其不同面向，其中一篇文獻為學者吳振發於 2006 年提出，影響集水區附近農地之驅動因子程度大小依序為土地所有權、坡度、土壤深度、與建築物距離、與道路距離、高程、與火車站距離；另一篇文獻為高速公路興建對於鄉村景觀中土地利用類別的影響評估(邱，2010)，其中農地變遷驅動因子影響程度依序為開發成本、土壤內部排水性、坡度、土壤 pH、土壤沖蝕指數 K 值與人口成長率並列、土壤深度、高程、與水源距離、與道路距離和人口數和與斷層帶距離和與土石流距離並列。

可發現在影響農地驅動因子項目中皆被選取為影響農地之驅動因子有坡度、高程、與道路距離，顯示此三項因子對於影響農地變遷之重要性；在篩選農地變遷驅動因子方法上，本研究採用分析網路程序法(ANP)探究專家學者角度之農地變遷驅動因子，學者吳振發於 2006 年提出之土地利用變遷與景觀生態評估中的農地變遷驅動因子是由文獻彙整後經迴歸模式所篩選，而邱仁暉於 2010 年所篩選的農地變遷驅動因子是經由訪問研究區里長後經迴歸模式所選取，在篩選驅動因子方法上主要有實質上影響及統計上影響兩差別，本研究比起其他兩篇文獻多選取土壤有機質、地層下陷嚴重區域、土壤保肥力、與河川灌溉渠道距離、與工業區科學園區距離、與都市計畫區距離、里人口密度、與建築物距離等 8 項驅動因子，顯示此 8 項因子對於農地變遷有實質上的影響程度而非統計上之影響。

本研究訪談及專家問卷對象為地景變遷、都市規劃和地理資訊系統領域中的專家學者，未限制問卷對象所屬地域性，建議後續可尋求對於研究範圍有深入瞭解之訪談對象，其提供之意見除了有學術及專業知識、經驗背景所加持，亦對於該研究範圍的土地利用變遷歷程之感受性越高，越可反應更加適地適宜之看法。

參考文獻

- 丁志堅。2002。屏東平原土地利用變遷分析與模式建立。國立臺灣大學地理環境資源研究所博士論文。台北。
- 王威捷。2014。2000 年至 2005 年台灣中部農林土地利用變遷之探討。國立臺灣大學生物資源暨農學院森林環境資源學系碩士論文。台北。
- 李毓真。2009。海岸土地使用變遷因素之研究，國立成功大學都市計劃研究所碩士論文。台南。

- 吳振發。2006。土地利用變遷與景觀生態評估方法之建立。國立臺北大學都市計劃研究所碩士論文。新北。
- 邱仁暉。2010。高速公路興建對鄉村景觀及格局影響評估。國立中興大學園藝學系碩士論文。台中。
- 許立達。2003。山坡地鄉鎮林地變遷影響因子探討。行政院農業委員會委託研究計畫。私立中國文化大學森林暨自然保育研究所。台北。
- 許哲瑜。2014。整合模糊德爾非法與模糊分析網路程序法建構及評估河流景觀健康之研究，國立中興大學園藝學系所博士論文。台中。
- 黃國慶、詹士樑。2009。台北都會區土地使用/覆蓋變遷驅動力之空間近鄰效果探討。都市與計劃。36(4): 415-443。
- 葉詩文。2014。永康鹽行地區地景變遷之研究。國立臺南大學文化與自然資源學系碩士論文。臺南。
- 陳芮瑤。2012。海岸林地結構特性及其使用變遷之研究。國立成功大學都市計劃研究所碩士論文。台南。
- 張長義、朱子豪、周素卿、蔡博文、倪進誠、林裕彬。2002。本地變遷趨勢、衝擊評估與因應策略之整合模式發展與長期基礎資料調查、監測與收集整合機制之推動規劃土地利用組規劃報告書。行政院國家科學委員會專題研究計畫 91 年度成果報告。
- 張曜麟。2005。都市土地使用變遷之研究，國立成功大學都市計劃研究所博士論文。台南。
- 張魁峯。2017。Super Decision 軟體操作手冊—以 ANP 突破 AHP 的限制。鼎茂圖書出版股份有限公司。台北。
- 熊惠波、侯會喬、江源、耿侃。2002。扎魯特旗土地利用變化及其驅動力分析。農村生態環境。18(3): 5-10。
- 閻克勤、蔡宜穎、紀思寧。2014。桃園市陂塘功能及土地利用變遷之研究。建築與規劃學報。15(2/3): 193-216。
- 劉宜宣。2016。土地利用發展對埤塘變遷影響之研究。中華大學建築與都市計畫學系碩士論文。新竹。
- 衛萬里。2007。應用分析網路程序法選擇最佳產品設計方案之決策分析模式。國立臺灣科技大學設計研究所博士論文。台北。
- Clawson, M., and C. L. Stewart. 1965. Land use information, a critical survey of U.S. statistics including possibilities for greater uniformity, Baltimore: The Johns Hopkins Press.
- Serra, P., X. Pons, and D. Sauri. 2008. Land-cover and land-use change in a Mediterranean landscape: A spatial analysis of driving forces integrating biophysical and human factors. Applied Geography. 28(3): 189-209.

Application of Analytic Network Process onto Driving Factors of Rice Paddy Fields

Yu-Jyun Lai¹⁾ Szu-Hung Chen²⁾ Chen-Fa Wu³⁾

Key words: ANP, Driving factor, Linear combination method

Summary

The focal point of this research is different with the traditional statistical methods for examining driver factors of land use change. In this study, the Analytic Network Process (ANP) for the multi-criteria decision making framework was applied to identify how the driving factors affect the land use change on rice paddy fields in Taiwan. First, the drivers were identified through literature reviews and expert interviews. Then the framework of the ANP was established, and the design of expert questionnaires was determined in order to gathering experts' opinions. Fourteen scholars were identified and selected to fill out the survey. The research expertise of selected scholars include urban planning, landscape change, landscape planning and design, applications of geographic information system, etc. After the first-round survey, response consistency would be checked. The inconsistent responses would be sent back to original interviewees and perform the second-round correction. The final valid questionnaires were 10 samples. The results indicate that main factors affecting spatial distribution of rice paddy field are soil organic matter (0.16521), land subsidence (0.14465), and soil fertility (0.14452). Also, the most suitable management strategy is to preserve 'good-quality' farmlands.

-
- 1) Student in M.S. program, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.
 - 2) Assistant professor, International Master Program of Agriculture, National Chung Hsing University.
 - 3) Professor, Department of Horticulture, National Chung Hsing University. Corresponding author.