

一個機率性土地發展分析模式

鄒克萬* 張曜麟**

論文接受日期：八十九年一月十日

摘 要

傳統土地使用研究多偏向總體性之描述解釋，缺乏以微觀觀點來考量環境因子對個別土地發展的影響，較少觸及個別土地可能因環境屬性而影響其土地發展之狀況，以致較難深入掌握個別土地發展的因果關係。因此，本文乃選取適當的影響土地發展之環境潛能因子，利用個體選擇理論(discrete choice theory)，建構一個「機率性土地發展分析模式」；其間並結合地理資訊系統技術，進行模式校估及分析各項有關空間資料之處理與分析；最後並以嘉義縣中埔鄉為例進行個案實證研究。全文內容包括：1.前言；2.相關文獻回顧；3.模式建構；4.實證研究；5.結論與建議。結果發現地形、斷層、地質等11個因子，確實是土地是否發展的主要影響因素。

關鍵詞：空間選擇、地理資訊系統、個體選擇理論

* 國立成功大學都市計劃學系副教授
聯絡方式：台南市大學路1號，(06)2757575-54232
E-MAIL：uptkw@mail.ncku.edu.tw

** 國立成功大學都市計劃學系博士班研究生
聯絡方式：台南市大學路1號，(06)2342373-25
E-MAIL：yaolin@ntcp.up.ncku.edu.tw

A Probabilistic Model of Land Development Analysis

Ko-Wan Tsou, Yao-Lin Chang

Abstract

Most of the traditional studies about land use mainly focus on general description and overall interpretation, thus, ignore the differences among each land parcel and the micro view points. As the result, we are unable to draw up specific land development based on the present studies. Therefore, this paper adapts environmental factors which effecting land development, and builds the Probabilistic Model of Land Development Analysis with the technologies of Discrete Choice theory and Geographic Information System. The purpose of this paper is to capture the relationships between the environmental potential and land development, and to analyze spatial situations of lands, to be the forward-looking of land development. The study on Chunpu, the area in Chai-yi County, is made as the empirical study of this paper. There are five parts in this paper, including introduction, documents review, model framework, the empirical study and the conclusion. Our result shows that the 11 main factors of which affect the land development for sure are topography, geology and the geology fault...etc.

Keywords: spatial choice, GIS, discrete choice theory

一、前言

土地是從事各項活動的基礎，舉凡工商產業、公共建設、農業生產等，皆必須於大地上進行，故土地使用規劃之影響範圍廣泛，是整體都市發展規劃中相當重要的一環。而在台灣地區，其土地資源相當稀少，「地狹人稠」正是形容台灣地區最佳的寫照，土地資源的競爭使用即成為未來之趨勢。因此，如何在有限而不可再生的土地資源中，選擇適宜區位做其合宜之使用發展，並能兼顧「環境保育」與「經濟發展」，使土地可以永續發展，則為當今土地規劃之重要課題；因此，如何以整體規劃角度，配合使用者的需要，對土地進行合理規劃實為當務之急。

傳統土地使用研究多偏向利用區位性社經因素進行總體性之描述解釋，缺乏以微觀觀點來考量環境因子對個別土地發展的影響，較少觸及個別土地可能因環境屬性而影響其土地發展之狀況，以致較難深入掌握個別土地發展的因果關係。從心理學觀點，個別地主是否選擇將其土地加以開發，是一種機率性的過程(probabilistic process) (Anderson et al.,1992)，所以在探討各項環境因子如何影響土地之發展時，宜以機率性之選擇理論與模式來加以分析。這方面的研究以個體選擇理論(dis-

crete choice theory)最為普遍採用，整個理論可追溯至有關心理物理學之研究，其後在許多學者(如 Luce,1959; Tversky,1969; McFadden,1986)進一步的研究下，整個理論體系與研究模式已趨完整。

綜合前述考量，本文擬以個體選擇理論為基礎，配合探討影響個別土地發展與否之因子，藉以建構機率性土地發展分析模式，配合研究動機之需求，模式結果一方面可瞭解各個環境潛能因子對土地發展之影響程度，另一方面則可進一步分析出各宗土地未來之發展機率，可作為未來土地規劃之基礎；由於整個分析過程涉及大量空間性資料，故本文亦同時採用地理資訊系統 (geographical information systems, GIS)技術，進行模式校估及各項有關空間資料之處理與分析；為了檢證整個分析模式之可行性，本文並以嘉義縣中埔鄉為例進行個案實證研究。全文內容主要分成五個章節：1.前言；2.相關文獻回顧；3.模式建構；4.實證研究；5.結論與建議。

二、相關文獻回顧

基於土地使用規劃之重要性，土地使用相關研究之起源甚早，然由於研究者的背景不同或探討觀點不同，因此所採用的分析方法亦不同。最基本的土地使用研究中，多屬於描述性分析，其內容大多進行土地使用類別的探討，這些研究通常採用相似的方式，即將過去土地使用情況加以整理，藉由整理所得之累積資訊或經驗，將其歸納出結果，並以土地使用分類表格或土地使用圖等方法，來展現其研究成果。進一步的發展則在於解釋性理論的出現，如Alonso(1964)以可及性的角度，推論出土地成本與交通成本彼此替代的現象，並解釋地價與土地使用之互動關係。

由於前述的土地使用分析模式僅能對某個地區以歸納方式得知其土地使用情況，無法對其影響土地使用的因素加以深入研究，且不同區域有不同的經驗，因此，無法以通則性的指標資料來進行土地使用模式的探討。因此部份學者(Wider,1985; Shukla & Waddell, 1991)乃利用如迴歸分析等統計模式，來探討影響土地使用之因素。如Wider (1985)即採用每一筆土地的屬性，來研究影響土地使用變遷的因素，結果顯示每一筆土地的物理特徵是十分重要的影響因素，其並利用變異數分析(ANOVA)分析四項有關土地使用變遷的影響因素，包括：距市中心的距離、樓地板面積、土地面積與結構物年齡等，結果顯示距市中心的距離為影響其變化最重要的因素。綜合各個研究結果顯示，土地使用深受土地成本、運輸成本、市場規模、距市中心距離、製造業分佈等因素之影響(Erickson, 1986; Peiser, 1987; Heikkila et al., 1989; Shukla & Waddell, 1991)。這些研究雖然考量影響土地發展之因子日趨完整，但由於研究目的的差異及空間資料處理的困難，仍偏向於社經層面的探討，較缺乏有關研究地區自然環境因子的綜合考量，故研究結果尚不足以表現實際情況。

另一方面，隨著環境意識的提升，自然環境因子已成為進行規劃時所必須考量的項目，最早由Ian McHarg(1969)所提出一套生態規劃分析方法，將自然環境對土地使用的影響分為發展潛力與發展限制兩大類，來分析土地使用和自然環境間的關係，此一方法對於後來之土地適宜性分析產生重大之影響，並成為後來最普遍之分析方法。所謂土地適宜性係指特定土地對某種使用的適合性(Steiner, 1983)，且結果能被用來減少土地開發所帶來的環境衝擊。而相關之研究方法則陸陸續續

的被發展，如一般常用之完全型態法、數值組合法、同質區界定法、邏輯性組合法等，這些評估法各具優劣點(黃書禮, 1987)，同時也被廣泛的配合其它分析方法，如AHP法、主成份分析等加以應用(Burley & Brown, 1995；Jankowski & Richard, 1994；Malczewski & Moreno-Sanchez, 1997；Makropoulos et al., 1999；Xiang & Whitley, 1994；內政部營建署, 1996)，成為進行環境規劃時必然之程序，這顯示自然環境因子也是影響個別土地發展的重要因素。

同時，隨著近年來資訊科技的進步，地理資訊系統乃成為一快速發展的領域，其具有輸入、儲存、尋取、分析與展示等功能，相當有助於空間資料管理與分析，因此近年在都市規劃領域中，逐漸受到許多研究(Blat & Delgado, 1995; Watkins & Cocklin, 1997; Chase, 1999)的重視與應用，也使許多原本因空間資料取得問題而無法深入探討的分析得以進行。地理資訊系統的空間資料結構可分為兩大類：向量式(vector)與網格式(raster)，兩者各有其優缺點，向量式之優點在於精確度較高，能有效表示位相關係，其缺點則為資料結構較複雜，分析工作較耗費時間且不易表現空間變動性；網格式之缺點在於較不易表示位相關係，但其結構較簡單，頗適合進行類似本文之各項統計分析(Cox & Gifford, 1997)。另外，三度空間的展示功能是地理資訊系統近來發展之一項功能，藉由三度空間資料的展示，能夠提供更細微、更全面性的資訊給予規劃師作為分析之基礎 (Sárközy, 1994)。

雖然隨著分析技術的精進，對土地使用的狀況愈能掌握，然由前述之文獻分析發現，多數之土地使用研究多偏向利用社經資料來進行總體性之分析，較少針對個別土地之發展進行探討，同時也缺乏分析環境因子對土地發展的影響；至於土地適宜性分析則雖然考量自然環境因子的影響，但由於技術方法的限制，如準則的優先性、權重選定及變數間相關程度等問題 (Hopkins, 1997; Lober, 1995)，常會使得成果不易獲得認同且難以推動，有時與發展現況亦會出現落差，這些現象發生的原因在於環境因素的基本研究缺乏，故難以正確的了解環境因素如何影響土地發展及因素間的互動關係，故在相關研究設計上即不易處理。

而在土地發展方面，從心理學觀點來看，個別地主是否選擇將其土地加以開發，是一種機率性的過程，在探討個別土地之發展情形及其影響因子時，宜以機率性之選擇理論與模式來加以分析。目前這方面的研究以個體選擇理論最為普遍採用，其理論基礎源自心理物理學，其後在許多學者(如Luce, 1959; Tversky, 1969; McFadden, 1986)進一步的研究下，整個理論體系與研究模式已趨完整，其中並以羅吉特模式(logit model)為最具代表性的模式之一，該模式可由Luce(1959)年所提之選擇公設(choice axiom)推導而得，而且根據心理實驗結果(Anderson et al., 1992)顯示，在選擇方案沒有雷同的情況下，決策者之選擇機率基本上亦符合Luce(1959)所提之選擇公設。因此，羅吉特模式與早期所發展之其他常用模式(例如重力模式)相比，更具有心理學與經濟學之理論基礎，而較受研究者所認同。

目前運用個體選擇理論分析空間選擇行為之研究已在許多學術領域中出現，例如交通、住宅、市場 (McQuaid & Leitham, 1996；Wakita, 1997; Bucklin & Russell et al., 1998; Landis & Zhang, 1998)，但或許由於過去研究上不易處理模式中有關環境因子等空間屬性的資料，故較少見其應用

於有關土地發展的分析，而且既有的少數研究也缺乏在研究模式中考量自然環境因子，例如 Wu(1998)等曾利用個體選擇理論進行有關人口、就業密度、地價等社經屬性資料對土地使用變遷之影響。

整體而言，經由文獻回顧發現，土地使用分析的方法已由經驗式資料處理分析演變至運用統計模式分析資料，然而，就這些土地使用相關研究主題觀之，其主旨多在於土地使用影響因子的探討，亦即了解那些因子會影響到土地使用的發展型態、價值的改變等，而其考量的因子多著重於社經因子的總體性分析，相對的對於自然環境潛能因子與個別土地發展的探討即較為缺乏；至於土地適宜性分析雖然已充份的考量到自然環境因子，但缺乏與發展現況的連結配合。

基於前述研究方法之不足，同時，考量土地在長期發展過程下，各世代未知名的地主，在考慮各項環境條件之下對土地是否發展進行決策，經長期所累積得到的一個結果，應是一個次佳的結果，並由心理學之觀點顯示個別土地發展之選擇決策，其決策行為特性與前述文獻中所述及之個體選擇理論相近，因此，本研究乃嘗試以羅吉特模式為基礎，針對環境潛能因子，並結合地理資訊系統對空間資料之處理技術，建構機率性土地發展分析模式，以有效掌握土地使用狀況，探討其對土地使用發展的影響程度，以輔助相關研究，如協助土地適宜性分析之變數權重設定，作為土地使用發展規劃之基礎。

三、模式建構

本文即就模式建構內容與變數選取進行說明，首先介紹羅吉特模式之內容，並說明其與本研究之模式的關係。

(一) 羅吉特模式內容

羅吉特模式是以消費者或決策者選擇行為之隨機效用函數 (stochastic utility model) 為基礎，且假設決策者選擇方案時，乃以滿足其個人效用最大為原則推導而得。

其假設每個決策者 ($i = 1, 2, \dots, T$) 皆面臨一選擇集合 C_i ，包含 J_i 個替選方案 ($1 < J_i < \infty$)，每個替選方案皆由 N 個可量化屬性加以描述，則消費者從中選擇第 j 個方案所帶給他的效用可表示為 U_{ij} ， U_{ij} 為替選方案 j 對個人 i 之屬性向量 χ_{ij} 、個人 i 之社經屬性 d_{ij} ，與個人 i 及替選方案 j 之交互作用 y_{ij} 之函數，即 $U_{ij} = U(\chi_{ij}, d_{ij}, y_{ij})$ ，其中 U_{ij} 又分為 V_{ij} 與不可衡量部分 ε_{ij} ，

$$U_{ij} = V_{ij} + \varepsilon_{ij} \dots\dots\dots \text{式1}$$

$$\text{其中， } V_{ij} = (\chi_{ij}, d_{ij}, y_{ij}) \dots\dots\dots \text{式2}$$

V_{ij} ：代表總效用中可解釋部分的效用

ε_{ij} ：為誤差項，即不可解釋部分之效用

而選擇理論是基於消費者選擇替選方案以滿足個人效用最大為原則之假設所作的推導，故個體 i 選擇替選方案第 j^* 個方案之顯示偏好必滿足下式：

$$U_{ij^*} = U_{ij}(\chi_{ij}, d_{ij}, y_{ij}) \dots\dots\dots \text{式3}$$

因此，選擇該方案之機率形式可表示為：

$$P_{ij^*} = \text{Prob}(U_{ij^*} > U_{ij}, j = 1, 2, \dots, J) \dots\dots\dots \text{式4}$$

其中，J表示全部替選方案之數目，而 $\sum_j P_{ij} = 1$ 。

就本模式而言，由於所考量之發展現況，乃是歷經很長一段時間所形成，故其決策者包括歷來之開發者，由其依當時各項條件的考量，來決定其土地是否要開發，這即反應出其所選擇的方案所產生的效用，故本模式乃是在於利用羅吉特模式之原理，利用類比觀念建構而成；另一方面，也由於時空發展的限制，本研究即無法針對各個時期之各個決策者、社經條件、法令規章限制等進行調查，因為不管以任一時期作為基準皆會產生誤差，因此，本研究乃針對環境潛能因子來分析其對土地發展之影響，並作為未來規劃之基礎；在本研究所謂土地發展乃指除一級產業以外之土地開發行為，即包括從事住工商等活動之進行及建物興建，而為便於資料之取得，乃將建地(不透水層)地區視為已進行土地發展之地區。另外，在本模式中之替選方案有兩種，即是各樣本地區的發展現況，一是「已發展」，另一是「未發展」，所謂已發展乃是指在該研究分區單元中存在建地(不透水層)達10%者，反之即為「未發展」。

(二) 變數選擇

影響土地使用的因素相當廣泛，舉凡自然、社會、經濟、政治、文化等項目皆或多或少的影響到土地使用之形成，然而考量本研究之動機與目的，是為了更有效地掌握土地之利用狀況，故本研究乃從「環境潛能」的角度來探討，因此，為了選取適切之變數，本研究乃蒐集都市發展理論及土地適宜性分析研究，進行土地開發時對自然環境考量的文獻回顧整理歸納。而由於環境系統各組成分子間具有互動之關係，故需從整體性之規劃觀點，即綜合考量各種環境因子，並納入分析模型中，力求完整考量影響土地開發過程之環境潛能因子。經由歸納得環境潛能之項目包含地形坡度、地質、氣候、水文、交通可及性等項目(黃書禮，1987；Jankowski & Richard, 1994；Xiang & Whitley, 1994；內政部營建署，1996；施鴻志，1997)，下文茲就各項目進行說明：

1. 地形坡度：包括地勢結構、高程、坡向、地物、特殊地形、坡度、地形演化等，基本上這些屬性對於建築方位、道路定線、各種水流的排放設計、活動量與區位的規劃等均為重要的指標；其中坡度與土地使用尚有極為密切的關係，坡度的大小是控制建築開發強度的重要因素，一般而言，坡度愈陡愈不適用於建築開發與使用，依坡度的等級劃分，5%以下坡度適於各種使用與建築、30%以上的坡度則不適用於各種建築使用。
2. 地質：包括土壤、地質岩層、斷層等，這些因子明顯影響建築的成本與安全，及適於從事之活動種類，故規劃時須分析其岩石特性、崩塌地區、斷層地帶、土壤覆蓋深度、沖蝕地區、地下水層等，以判斷其土地之穩定度、基盤的支撐力、挖填方之影響等；另外，土壤中的土壤母質、有機質含量、陽離子交換能力、土壤排水性等屬性亦影響到農地生產力的高低。
3. 氣候：包括氣溫、雨量、風向、風速、濕度、日照、輻射、氣壓等。其中以溫度及雨量對都市之

發展影響最為顯著，因溫度對人體之發育健康、習性、生活及工作精神均有密切關係，且溫度亦影響到物產之豐富與否，此即控制了人類生存之基礎；至於雨量則為水源之基礎，任何生物均不能離水而居，故水源缺乏之處既不能生存更無法形成都市，反之雨量過多亦將造成災害並不利於物產之生長，故亦不適於都市之發展。

4. 水文：人類之發展起源皆是由鄰近水源的地區，故相關之水文屬性對土地發展有極大的影響力，其可分為地表水及地下水兩類，地表水係指水文循環中貯存在地表的水體部份，其深受當地自然環境特性以及土地使用活動關係密切，其存量多寡除了受降水量影響外，並深受地形變化、土壤特性、植被覆蓋等因素影響，這些因子包括了土壤質地、有機質含量、土壤沖蝕指數、坡度、降雨沖蝕指數、地表覆蓋因素、雨量、距地表水源遠近等；地下水意指儲存於地面下的水量，其來源主要是地表水或降雨經由重力及毛細管原理滲入地下含水層中，其入滲量主要是受地質、坡度、土壤、潛在入滲率等因子的影響。
5. 交通可及性：鄰近高速公路或快速道路交流道、鐵路或高速鐵路車站，及距主要道路愈近之地區，愈有利於該地區可及性的提高；另外距都市中心之距離愈近的地區，愈提供多項公共設施服務與較高階層之商業服務，亦愈有利於該項土地使用需求。

經由前述分析，已可了解影響土地使用發展之自然環境屬性，雖然這些屬性屬於不同之分類，然而彼此間卻存在著相當明顯的交互影響作用，因此，為避免所選取之環境屬性其本質重覆，本研究將配合模型特性，擷取較為基本之環境屬性，作為模型之操作變數。

在考量資料來源及代表意義後，共選取了16項變數，分別是雨量、有機質含量、土壤陽離子交換能力、降雨沖蝕指數、土壤沖蝕指數、土深、高度、可及性、距嘉義市中心距離之倒數、距中埔鄉公所距離之倒數、地形、斷層、地質、土壤母質、土壤排水性、表層質地等，其中前10項為量化變數，後6項則屬質化變數，在本模式中將以虛擬變數的方式處理質化變數；而由於研究資料的限制，在進行實際操作時，多直接使用相關政府部門曾經建立完成之基本環境資料來協助研究之進行。

四、實證研究

(一) 研究地區

為驗證模式效能，本研究擇定嘉義縣中埔鄉作為實證地區。中埔鄉位居嘉義縣南方，其西北方與嘉義市鄰接，全鄉東西寬10.8公里，南北長16.2公里，總面積為129.50平方公里。鄉內山地、平原地形各佔約一半，東屬山區丘陵地海拔約100—500公尺，西屬嘉南平原海拔約50—100公尺，呈東南高西北低之勢，屬地形較具變化之地區。其土壤以崩積土為主，至於氣候屬熱帶氣候區，雨量充足，適合農業發展。本鄉屬於嘉義縣內人口與都市發展皆快速成長的地區。其主要原因在於和嘉義市接壤，故在房價相對較低的狀態下，乃吸引不少人口移入，故屬於住宅衛星市鎮的角色。整體而言，本鄉之地形較富變化，同時都市發展程度較高，故能提供較多不同屬性之土地樣本供模式測

表一 環境變數之說明

項 目	說 明
雨 量	該分區之年平均雨量，單位為 mm
有機質含量(%)	土壤中之有機質含量，含量高低影響農業生產能力
土壤陽離子交換能力	土壤中之土壤陽離子交換能力，含量高低影響農業生產能力
降雨沖蝕指數	影響每單位土壤所流失之土壤量
土壤沖蝕指數	影響每單位土壤所流失之土壤量
土 深	該分區之平均土壤覆蓋深度，影響山坡地穩定程度，單位為 cm
高 度	該分區之平均高度，單位為 m
可及性	距主要道路距離之倒數，單位為 1 / 公里
距嘉義市中心距離之倒數	距嘉義市中心距離之倒數，單位為 1 / 公里
距中埔鄉公所距離之倒數	距中埔鄉公所距離之倒數，單位為 1 / 公里
地 形	分為山地、山麓丘陵及切割台地，平地等二類
斷 層	該分區是否有斷層通過，分為無斷層現象、有斷層現象兩類
地 質	該分區之地質成份，分為 1.砂、土、礫；2.石灰岩礁；3.頁岩、砂質頁岩、泥岩；4.硬頁岩、板岩、千枚岩、砂岩等四類
土壤母質	該分區之土壤母質成份，分為 1.洪積層、2.砂頁岩、3.沖積土、4.岩石、5.無母質等五類
土壤排水性	該分區土壤排水程度，分成良、不完全及不良等二類
表層質地	該分區之表層質地分為 1.壤質細砂土、粗砂質壤土、砂質壤土；2.極細砂土、壤質及細砂土、極細砂質壤土；3.坩質壤土、坩土；4.壤土；5.粘質壤土、坩質粘壤土；6.礫石等六類

試之用。中埔鄉之地理位置與土地發展現況參見圖一。

(二) 實證資料之處理

為了有效獲取環境變項的資料，在考量問題性質後，本研究擬利用地理資訊系統技術來進行資料擷取，本文之內容即針對地理資訊技術的相關應用程序進行說明。

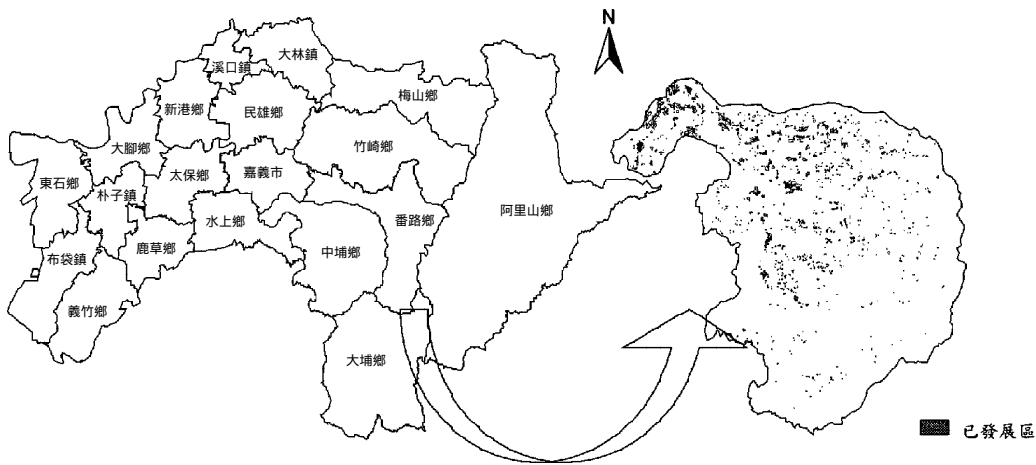
由文獻說明已知地理資訊系統之資料結構分為網格式與向量式二類，比較此二結構之優缺點後，可知網格式資料模型之資料結構較適合進一步統計分析，故本研究即以網格式資料模型為基準，並整合相關向量資料來進行資料之擷取。然而一般統計分析方法多是面對量化資料的處理，本研究所探討之環境屬性如地形、土壤、地質等則為質化資料。故在進行分析前，須將質化之環境變項，以虛擬變數的方式加以處理，以避免量度水準上之差異性。

在決定資料模式後，下一個重要工作乃是由地理資訊系統中取得空間網格式單元之屬性資料，

其應用步驟如下：

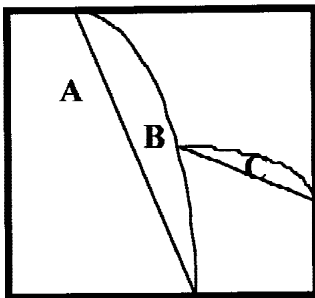
運用ARC/INFO進行疊圖分析工作(union)，再透過程式計算每個分區單元之環境變數屬性值。而在判別每個分區單元之環境屬性過程中之準則，在量化環境資料方面，是以所佔的面積為比重，來加以計算每個分區單元的屬性值。

例如每一個分區單元其土壤深度值之決定，乃是經由土壤深度圖與分區單元圖進行疊合之後，再透過該分區單元上，所有之不同土壤屬性值，以所佔面積比為權重，加以計算所得。如圖 2，假設某分區單元，經與土壤圖相疊合後，該分區單元上共有土壤深度 35 公分、45 公分與 25 公分等三種土壤深度值，而其所佔面積分別為 A(16,000 平方公尺)、B(3,500 平方公尺)、C(21,500 平方公尺)。故經計算該分區單元之土壤深度值為 31.375 公分(詳見圖二)。而在質化資料方面，則以所佔面積較大者之環境屬性，作為該分區單元之環境屬性。



圖一 中埔鄉地理位置及發展現況示意圖

資料來源：嘉義縣綜合發展計畫



分區	土深(公分)	面積(平方公尺)
A	35	16000
B	45	3500
C	25	21500

單一分區單元面積為(200 × 200)平方公尺

$$X = (35 \times 1.6 + 45 \times 0.35 + 25 \times 2.15) / 4$$

$$X = 31.375 \text{ (該分區單元之土深為31.375公分)}$$

圖二 各分區單元屬性值之計算方式(以土壤深度為例)

至於可及性的計算則是計算每一分區之中心點距離主要道路、中埔鄉公所與嘉義市中心之最短距離的倒數，作為其可及性之代表指標。

就理論而言，分區單元愈小則實際應用將愈為精確。然而受限於現有之數化資料比例尺皆較小（多小於二萬五千分之一），所以過小之分區單元劃設，並無法提高分析之精確度，反而造成電腦分析時之負荷。因此由應用面之需求及現有資料精度等因素考量之下，本研究設定以 200 × 200 平方公尺(四公頃)大小為基本分區單元，全區共分為 3,455 個分區單元。參見圖三。

藉由上述程序完成之各分區單元各項屬性資料之計算，量化之環境變數(如高度、雨量等)直接以數值來表示；質化的環境變數(如地形、地質等)則以虛擬變數方式表示，虛擬變數之表示方法，以土壤排水性為例，本研究地形種類共區分為良、不完全及不良二類，若某分區單元之土壤排水性為良，則以10表示之；若為不完全及不良則以01表示之，其他項目依此類推，此一代碼亦為輸入模式之資料格式。最後共建立完成各個環境變數乘以 3,455 個分區單元的屬性表格。可量化變數直接代入數值於模型中，至於各項質化資料代碼之各屬性意義，詳見表二。

前述各項環境因子資料來源是利用「台灣地區環境敏感地劃設與土地使用適宜性分析(北、南部區域)」所建立之各屬性圖層；至於發展現況資料則是利用嘉義縣綜合發展計畫處理 SPOT 衛星影像，所擷取出之已發展用地資料，其資料年度為民國 84 年。

(三) 實證結果分析

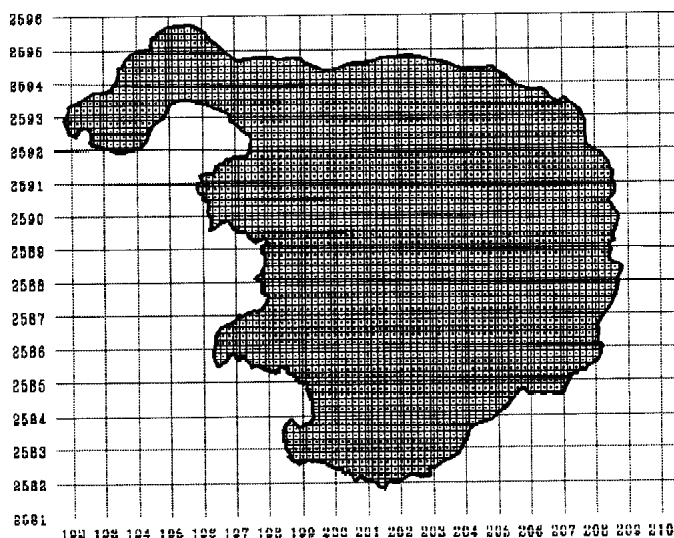
就模式整體而言，其概似比指標 $-2 \ln L$ 值達到 0.21，顯示整個模式對數據之配合能力頗佳；其次就各參數結果進行分析。

模式結果顯示，在 0.05 的收斂水準之下，可獲致如表三所示之各項參數校估數值：

由表三內容觀之，顯著影響土地發展與否的因素，包括有地形、斷層、地質、降雨沖蝕指數、土壤母質、土壤沖蝕指數、表層地質、高度、可及性、與嘉義市中心距離之倒數、與中埔鄉公所距離之倒數等 11 個變數。首先由係數值來判斷，地形(-0.31143)、降雨沖蝕指數(-1.02875)、土壤沖蝕指數(-0.04059)及高度(-0.61513)等 4 個變數，其係數值為負，斷層(0.25606)之係數值則為正，此顯示在非平地區、降雨沖蝕指數高、土壤沖蝕指數高、高度較高及有斷層的地區，會不利於土地的開發；至於地質(0.05100)、土壤母質(0.50142)、表層地質(0.39755)、可及性(1.33256)、與嘉義市中心距離倒數(0.85412)、與中埔鄉公所距離倒數(0.07721)等變數之係數值為正，則意味著這些因素對土地之發展與否具有正面助力，會促進土地發展；此一研究結果與以往有關環境適宜性研究(黃書禮, 1987; Jankowski & Richard, 1994; Xiang & Whitley, 1994; 內政部營建署, 1996)中所採用的假設相符合。而在這些影響變數中，土壤母質、降雨沖蝕指數、可及性、與嘉義市中心距離之倒數、高度等係數值皆甚高，顯示這些因子對於中埔鄉以往土地是否開發的影響程度相對較高。

另外，觀察雨量、有機質含量、土壤陽離子交換能力、土壤排水性、土深等 5 個非顯著影響因子，歸納其原因可能是由於其空間分佈差異性較不明顯，或不易由直接觀察其屬性，以致在都市發展的壓力下，以致在模型中出現不顯著的現象。

根據上述模式校估之結果(見表三)，即可預測各宗土地發展之機率，在模式利用各參數校估結



圖三 研究地區基本分區單元圖

表二 各質化環境變數之分類資料表

項 目	代碼	種 類
地 形	10	山地、山麓丘陵及切割台地
	01	平地
斷 層	10	無斷層現象
	01	有斷層現象
地 質	1000	砂、土、礫
	0100	石灰岩礁
	0010	頁岩、砂質頁岩、泥岩
	0001	硬頁岩、板岩、千枚岩、砂岩
土壤母質	10000	洪積層
	01000	砂頁岩
	00100	沖積土
	00010	岩石
	00001	無母質
土壤排水性	10	良
	01	不完全及不良
表層質地	100000	壤質細砂土、粗砂質壤土、砂質壤土
	010000	極細砂土、壤質及細砂土、極細砂質壤土
	001000	坩質壤土、坩土
	000100	壤土
	000010	粘質壤土、坩質粘壤土
	000001	礫石

資料來源：台灣地區環境敏感地劃設與土地使用適宜性分析(北、南部區域)

表三 中埔鄉土地發展空間選擇模式實證分析

變數	係數值	T值
雨量	0.00413	1.03183
地形	-0.31143	-2.50428*
斷層	0.25606	3.12297 *
地質	0.05100	1.98408 *
有機質含量	-0.00029	-0.32560
土壤陽離子交換能力	-0.00026	-0.04025
降雨沖蝕指數	-1.02875	-2.55420*
土壤母質	0.50142	2.99775 *
土壤沖蝕指數	-0.04059	2.25862 *
土壤排水性	0.00244	0.48515
表層地質	0.39755	2.35490 *
土深	-0.00034	-0.05788
高度	-0.61513	-2.55975*
可及性	1.33256	3.44213 *
距嘉義市中心距離之倒數	0.85412	2.87350 *
距中埔鄉公所距離之倒數	0.07721	1.97012 *
-square	0.2101	

資料來源：本研究整理

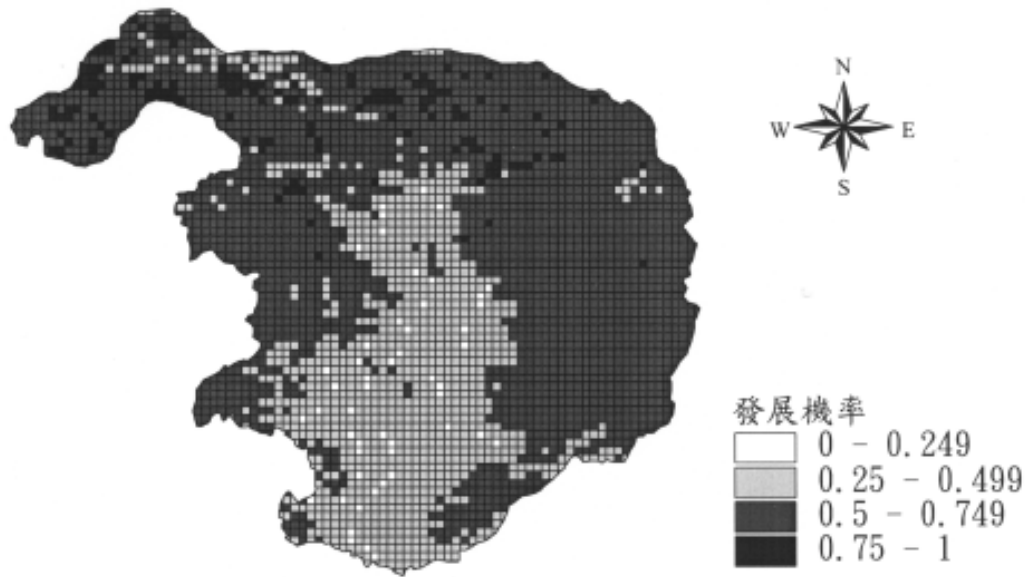
註：「*」表示在0.05顯著水準下具顯著性

果，推算得各土地發展機率如圖四所示，此一機率值代表在各土地之環境潛能因子之影響，其進行土地發展的可能性。根據此項分析結果顯示：在現況已發展地區之鄰近土地，其未來土地發展之機率皆頗高，且有朝向東北方發展之趨勢，此種發展趨勢與現行計畫看法相近(鄒克萬，1997)，應該加以事先規劃與管理，避免發生都市蔓延的現象。

綜合前述三點分析，顯示本次建構之實證模型已能適當的掌握中埔鄉之土地發展，對於未來之土地使用規劃應可進行更佳的輔助分析。

五、結論與建議

隨著土地資源的日漸稀少，土地開發的壓力日益增大，而影響土地發展的自然環境與社經因素相當複雜，因此，如何確切的掌握影響土地開發的因素即成為相當重要的基礎研究，有鑑於此，本文乃嘗試利用個體選擇理論結合地理資訊系統，建構一機率性土地發展分析模式，以求解析土地開



圖四 中埔鄉預測發展機率分佈圖

發之選擇機率，以作為土地規劃之基礎，經由此次的分析，本文得到下列幾個結論與建議。茲說明如后：

1. 透過相關文獻的整理歸納與台灣地區環境資料取得的可行性，本文共選取了16項環境潛能因子，包括雨量、有機質含量、土壤陽離子交換能力、降雨沖蝕指數、土壤沖蝕指數、土深、高度、地形、斷層、地質、土壤母質、土壤排水性、表層質地、可及性(距主要道路距離)、距市中心距離(嘉義市)、距市中心距離(中埔鄉)等，基本上，這些因子已可充份代表土地在進行開發時所需考量之屬性。
2. 在空間資料的處理上，本文乃利用地理資訊系統之技術來有效的協助資料取得，並利用其網格式(raster)的空間資料結構來進行研究單元分區，透過此一方法，本文得以將研究區進行研究單元分區，對於進行個別土地利用之研究極為便利，同時並可依研究需求來進行分區單元大小之調整。
3. 傳統土地使用分析多偏向利用社經資料來進行總體性之分析，較少針對個別土地之發展進行探討，同時也缺乏分析環境因子對土地發展的影響。然而從心理學觀點，個別地主是否選擇將其土地加以開發，是一種機率性的過程，故宜以機率性之選擇理論與模式來分析個別土地之發展情形及其影響因子。羅吉特模式為個體選擇理論與模式中最為普遍應用者，故本文乃利用羅吉特模型來建構土地使用分析模式，以了解影響土地發展之環境變項，作為未來土地規劃之基礎。
4. 在實證結果方面，顯著影響的因子包括有地形、斷層、地質、降雨沖蝕指數、土壤母質、土壤沖蝕指數、表層地質、高度、可及性、與嘉義市中心距離倒數、與中埔鄉公所距離倒數等11個變數，且其係數值與以往有關環境適宜性研究中所採用的假設相符合。顯示實證地區之土地使用發展已考量到自然環境屬性；另外一方面，在非顯著因子方面，歸納其原因可能是由於其空間分佈

差異性較不明顯，或因不易直接觀察其屬性，以致在都市發展的壓力下，在模型中出現不顯著的現象。

這個現象亦反應出該地區之土地管理制度並不夠完善，而導致了土地資源的不當使用，例如優良農地被進行土地開發，故配合此一研究結果，須進一步分析發展現況與土地適宜性分析的結果，以了解確實的狀況，並對日後開發提供完整考量，避免對都市長期發展產生不利的影響。

5. 模式結果除了印證環境因子對土地發展有影響外，同時也提供了一個較為具體的數據，可協助規劃者瞭解到這些因子其對土地發展的影響程度，並可與其它方法相輔相成，如整合進土地適宜性分析程序之準則選定與權重設定；結果並進一步將各個因子之影響程度整合成一機率值，將可更有效的模擬出未來整個地區的一個發展的可能狀態及趨勢。

而就個別分區之預測發展機率觀之，在現況已發展地區之鄰近土地，其未來土地發展之機率皆頗高，且有朝向東北方發展之趨勢，針對此一現象，規劃單位宜檢討其現有之都市計畫，分析計畫內容與自然趨勢是否相符合，反之，則應該加以事先規劃與管理，如配合土地適宜性分析，確認合理之土地開發強度與範圍，進而調整計畫範圍及土地使用分區，以避免發生都市蔓延的現象。

6. 本次研究在於探討環境潛能因子對土地是否發展之影響程度，經由實證結果已可對研究區之土地發展有一初步的認知，顯示利用羅吉特個體選擇模型有助於對土地使用進行更深入的探討。而在後續研究方面，建議可朝四個方向進行；一、針對個案進行調查，將社經條件、環境因子、地主屬性等資料加以蒐集，並綜合評估，來建構一全面性之模式；二、根據住宅、商業、工業...等細分類之土地使用，進一步分析影響其土地利用之因子及其影響強度，並探討土地使用變遷情形；三、由於都市類型不同，發展壓力及影響因子可能亦有所不同，故可利用本模式進行不同類型都市之比較研究，以建立更具普遍性之土地發展理論；四、未來可配合台灣地區都市及區域資料庫之逐漸建置，擴大考量整個模式中之變數，以增進模式校估之效果，並藉此加強相關影響因子之掌握。

陸、參考文獻

內政部營建署，(1992)，台灣地區環境敏感地劃設與土地使用適宜性分析(北、南部區域)。

內政部營建署，(1996)，台灣中部區域環境敏感地劃設與土地使用適宜性分析技術報告。

施鴻志，(1997)，都市規劃，《建都》，新竹。

黃書禮，(1987)，應用生態規劃方法於土地使用規劃之研究：土地使用適宜性分析評鑑準則之研擬與評鑑途徑之探討，《國立中興大學都市計劃研究所》。

鄒克萬，(1997)，嘉義縣綜合發展計畫，《國立成功大學都市計劃研究所》。

Alonso, W. (1964), *Location and Land Use: Toward a General Theory of Land Rent*, Harvard University Press, Cambridge Massachusetts.

- Anderson, S. P., Palma, A. & Thisse, J.F. (1992), *Discrete Choice Theory of Product Differentiation*, The MIT Press, Cambridge Massachusetts.
- Blat, J. and Delgado, A. (1995), Designing multimedia GIS for territorial planning: The ParcBIT case, *Environment & Planning B: Planning & Design*, **22(6)**:665-78.
- Bucklin, Randolph E. and Russell, Gary J., et al (1998), A relationship between market share elasticities and brand switching probabilities, *Journal of Marketing Research*, **35(1)**:99-113.
- Burley, J. B. & Brown, T. J.(1995), Constructing Interpretable Environments From Multidimensional Data: Gis Suitability Overlays and Principal Component Analysis, *Journal of Environmental Planning & Management*, **38(4)**:536-50.
- Chase, S. C. (1999), Supporting emergence in geographic information systems, *Environment & Planning B: Planning & Design*, **26(1)**:33-44.
- Cox, A.B. & Gifford, F. (1997), An overview to geographic information systems, *Journal of Academic Librarianship*, **23(6)**:449-60.
- Hopkins, Lewis E. (1977), Methods for Generating Land Suitability Maps: A Comparative Evaluation., *Journal of the American Institute of Planners*, **43(4)**:386-400.
- Jankowski, P. & Richard, L. (1994), Integration of GIS-based Suitability Analysis and Multicriteria Evaluation in a Spatial Decision, *Environment & Planning B: Planning & Design*, **21(3)**:323-40.
- Landis, J. & Zhang, M. (1998), The second generation of the California urban futures model. Part II: Specification and Calibration results of the land-use change submodel, *Environment & Planning B: Planning & Design*, **25(6)**:795-824.
- Lober, D. J.(1995), Resolving the siting impasse, *Journal of the American Planning Association*, **61(4)**:482-95.
- Luce, R.D. (1959), *Individual Choice Behavior: A Theoretical Analysis*, Wiley, New York.
- Makropoulos, C., Butler, D. and Maksimovic, C. (1999), GIS supported evaluation of source control applicability in urban areas, *Water Science And Technology*, **39(9)**:243-52 ,
- Malczewski, J. & Moreno-Sanchez, R. (1997), Multicriteria Group Decision-Making Model For Environmental Conflict Analysis in The Cape Region Mexico, *Journal of Environmental Planning & Management*, **40(3)**:349-74.
- McFadden, D. (1986), The choice Theory of Market Research, *Marketing Science*, **5(4)**:275-97.
- McQuaid, R.W. and Leitham, S. (1996), Accessibility and location decisions in a peripheral region of Europe: A logit analysis, *Regional Studies*, **30(6)**:579-88.
- McHarg, I. L. (1969), *Design with Nature*, Doubleday Garden City, New York.
- Särközy, F. (1994), The GIS Concept and 3-Dimensional Modeling, *Computers, Environment and Urban System*, **18(2)**:111-21.
- Shukla, V. and Waddell, P. (1991), Firm location and land use in discrete urban space: a study of the spatial

- structure of Dallas-Fort Worth, *Regional Science and Urban Economics*, **21**:225-53.
- Steiner, F. (1983), Resource suitability: methods for analysis, *Environmental Management*, **7**(5):401-20.
- Tversky, A. (1969), Intransitivity of Preference, *Psychological Review*, **76**:31-48.
- Wakita, S. (1997), Factors affecting household financial expectations: A multinomial logit analysis, *Consumer Interests Annual*, **43**:231-3.
- Watkins, R. L. & Cocklin, C. (1997), The use of geographic information systems for resource evaluation: A New Zealand example, *Journal of Environmental Planning & Management*, **40**(1):37-57.
- Wider, M.G. (1985), Site and Situation Determinants of Land Use Change: an Empirical Example, *Economic Geography*, **61**(4):332-44.
- Wu, F. (1998), An Empirical model of Intrametropolitan Land-Use Changes in a Chinese City, *Environment and Planning B: Planning and Design*, **25**(2):245-63.
- Xiang, W. N. & Whitley, D.L. (1994), Weighting land suitability factors by the PLUS method, *Environment and Planning B: Planning and Design*, **21**(3):273-304.