



台北市內湖區土地利用的變遷分析

郭士鳳*、盧光輝**

*中國文化大學地學研究所地理組研究生

**中國文化大學地理系暨地學研究所教授

【摘 要】

近年來，台北市隨著商業的興起而蓬勃發展，在高度發展商業區的帶動下，都市化快速成長。衡量大台北地區未來發展的趨勢，東北區較具有利條件以疏減市區人口壓力，而內湖區內擁有優質的居家環境，加上跨越基隆河之便捷民權大橋通行後，更促進內湖加速發展，由於內湖區在開發進程上，屬於第二波發展脈動，自 1968 年改制以來，內湖都市機能以住宅、休憩為主，至 2000 年底，10 年間人口成長近 5 倍。當人口不斷遽增時，在有限的面積範圍內，公部門如何有效規劃相關公共設施，如公園綠地、大型購物中心等，提供民眾使用，已成為一重要土地規劃議題。

馬可夫鏈是一種預測模式，模式以其轉換矩陣概念來展示空間區位利用與數量的改變情況，可作為比較一地區不同時期地貌變遷、土地利用的變化情形，並能預測未來可能之發展，尤其最近來結合其他理論與衛星遙測、地理資訊系統等分析技術，使土地空間利用的規劃與管理更便捷與完善。因此，本文以馬可夫鏈推測內湖區 1997 年到 2002 年土地分區利用面積大小的變遷，並假設變遷機率相同而推測出 2007 年的各土地利用的面積，將推測結果與實際狀況比較，經由變遷的成果，深入分析土地利用變遷的情形，有效掌握空間之發展特性與趨勢，作為未來規劃之參考依據，使內湖區將來能成為帶動台北經濟發展的前鋒。

關鍵字：土地利用類別、公共設施、都市建設、生活機能、轉移機率

Analysis of Land use Change in Neihu District, Taipei City

Shih-Feng, Kuo^{*}、 Kwong-Fai Andrew, Lo^{**}

^{*} Graduate Student ,Institute of Geography, Chinese Culture University

^{**} Professor , Institute of Geography, Chinese Culture University

【Abstract】

In recent years, intense commercial district development has resulted in rapid urbanization along with uprising and blooming commercial activities in Taipei City. The northeastern part of the Metropolitan Taipei areas is the ideal center to balance future development trend. The Neihu District, located in the northeastern corner of Taipei City, has the best living environment. With the completion of the cross Keelung River bridge, the development in the Neihu District has accelerated over the years. This is the second wave in the development history of this area. The first wave of land reform in 1968 focuses mainly in housing and recreation development. As population growth increases to almost 5 times in the last 10 years, the crucial land planning strategy in year 2000 is to provide effective infrastructure planning such as greening, parks and shopping malls to satisfy the increasing population needs with the limited supply of available land.

Markov Chain is a prediction model that uses the concept of transition matrix to display and quantify spatial land use changes. It may be used to compare land use changes in different time periods and to predict future potential development. Incorporating recent theoretical advent, remote sensing and geographic information system techniques, this model may be able to achieve thorough spatial land use planning and

management. This study, therefore, uses the Markov Chain model to assess the subdivision land use changes for year 1997 to 2002. These results are further used to predict land use pattern in 2007, assuming the change rate remains unchanged. The prediction results are then compared with the actual situation. Detail analysis of land use change may facilitate effective control of the characteristics and trend of space development. This provides the necessary guidelines for future land use planning and leads the Neihu district to becoming the frontier for economic development in Taipei City.

Keywords: land use type, infrastructure, urban facility, living condition, transition probability.

壹、前言

近年來，台北市隨著商業的興起而蓬勃發展，而台北101大樓的落成，更是進一步的確立了信義區這塊中心商業區的重要地位，在擁有高度發展的商業區的帶動下，都市化快速。以大台北地區未來發展趨勢衡量，東北區較具有利條件以疏減市區人口壓力，而內湖區內擁有「湖光山色、好山好水」優質的居家環境，加上跨越基隆河之民權大橋通行，促進內湖更形發展，由於內湖區在開發進程上，屬於第二波發展脈動，自1968年改制以來，內湖都市機能以住宅、休憩為主，至1990年底，人口總數達253,584人，10年間人口成長了4.9倍¹。進一步觀察，發現內湖區在北市的眾多行政區內屬於較晚開發的，當人口不斷湧入時，在有限的面積內，行政單位如何有效的規劃出相關公共設施（如：圖書館、公園）來提供民眾使用，就形成了一個重要的議題。

馬可夫鏈模式是一種預測的方法，此模式首先假設某一事件各種狀態的轉變機率，是根據於此時狀態的改變而暫不考慮其他因素，然後再利用此起始機率（initial probability）來推測未來事物的分布狀態。馬可夫鏈模式被廣泛地應用於管理決策分析、醫療過程追蹤、環境監測評估等各項領域；近年來有專家學者將其引用至人口調查、水文、氣候、土地利用變遷等地理學門的研究議題上，已有相當可觀之成果。馬可夫鏈以其轉換矩陣概念來展示空間區位利用與數量的改變情況，故可作為比較一地不同時期地貌變遷、地景變遷、土地利用的變化情形，並能預測未來可能之發展，尤其最近更是將之結合其他理論與衛星遙測、地理資訊系統等分析技術，使土地空間利用的規劃與管理更便捷與完善。

貳、內湖區的歷史背景

內湖區以清代內湖莊得名，因其境內多小盆地地形。閩南語“湖”為盆地之意，故以“湖”稱。內湖即內在盆地之意；一說內湖三面環山，南面臨指山內之大池，聚水而不必通河之地方。康熙中葉以前，漢人尚未移至此區，內湖居住的是凱達格蘭的平埔族原住民（母系社會）（花松村，1996），他們的人數稀少，享有大片豐腴土



地，早期的居民凱達格蘭族因傍水而居，土地的利用多屬於簡易雜作及漁獵工作。他們過著富足飽滿的漁獵農耕生活。

雍正始有少數漢人入台，直到乾隆 35 年（1770 年）完全解除渡台禁令，漢人（父系社會）大批湧入台灣、湧入內湖，不同的社會制度和生活習性漸漸同化了勢力較弱的原住民。舊時文獻（如荷蘭的戶口資料）上所述「番社」已不復存在。今日，雖然平埔族原住民仍生活在此地，內湖卻已被後來者的文化占有，租田墾荒，開闢水道，展開了一段近代開墾史。

在滿清乾隆 3 年（1738 年），內湖主要由閩省漳州人林成祖及乾隆 6 年（1741 年）漳州人何士蘭兩位先後來台開拓。日據時代內湖屬淡水一廳轄治，至 1900 年時隸屬台北廳，稱為第十區，1898 年內湖與北勢湖、洲子合併為第十二區。1897 年改為第九區，轄屬士林辦事處。1902 年內湖與南港合併，稱為「內湖莊」。

台灣光復初期原屬台北縣七星區內湖鄉，1946 年將南港劃出另成一鎮，1947 年將七星區併入淡水區，1950 年廢區制，改稱台北縣內湖鄉，至 1968 年 7 月 1 日，台北市升格為院轄市後，併入台北市，為「內湖區」；至 1974 年間，全區禁建。1976 年 2 月，市政府發佈大湖里附近地區的都市細部計劃；1978 年 2 月，在新里族段內溝火炭坑小段和五分小段，辦理第一期市地重劃後，區內各處大興土木（李錫津，2001）；而一棟棟的住宅公寓如「雨後春筍」般的出現。原本內湖區轄 20 個里，至 1990 年 3 月 12 日台北市行政區調整，增為 29 個里，1994 年 5 月 1 日因台北市公共工程闢建、基隆河截彎取直及第六期市地重劃工程，葫洲里將新河道以南地區劃入南港區東新里，石潭里將新河道以北原南港區東新里部份地區併入，湖元里將新河道以東原松山區舊宗里部份地區併入，洲子里因第六期市地重劃及基隆河截彎取直工程，原有住戶拆遷，除將天母快速道路（計劃道路）以西部份劃入中山區成功里外，餘暫時歸併西康里並俟重劃工程完竣，土地歸還地主，住戶重新遷入後再依程序恢復洲子里，區名依舊。

台北市內湖區土地利用的變遷分析

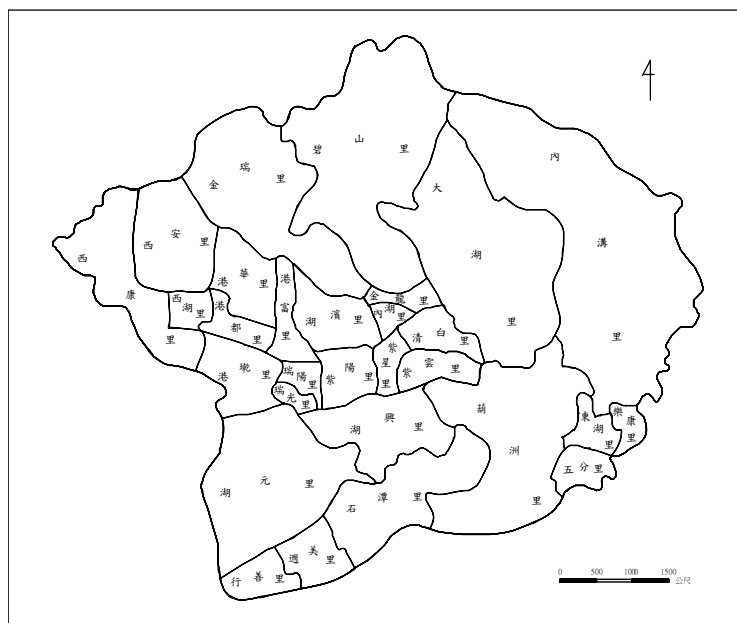


圖 1 台北市內湖區 2002 年之前各里行政區圖

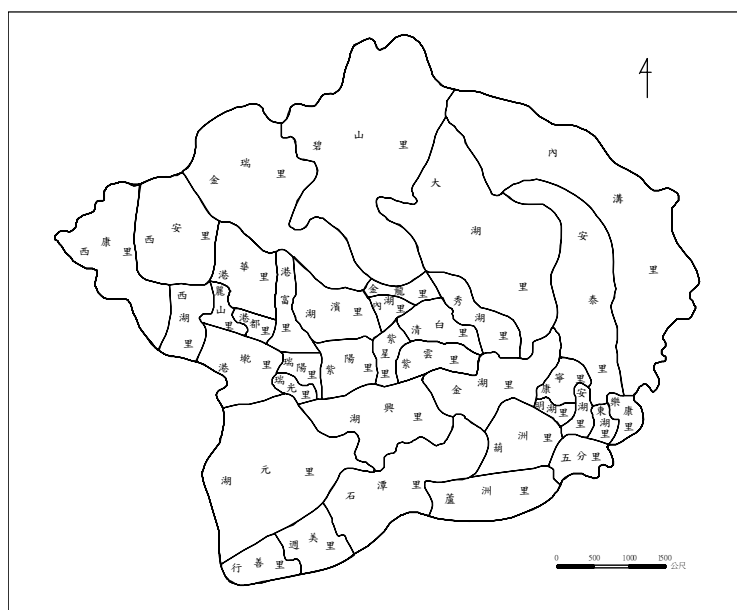


圖 2 台北市內湖區 2002 年之後各里行政區

近年來因人口快速增加，里的個數再次變動，從 2001 年之前的 29 個里（圖 1）到 2002 年後有 37 個里（圖 2）；而內湖全區人口數由 1974 年 12 月底為 51,369 人，經過 26 年的快速開發，至 2000 年底，人口總數已達 253,584 人，人口成長將盡 5 倍。

日治時期因磚瓦業興起、煤礦開採而開始重視本區的交通發展，各項交通建設也因此展開。舉磚瓦業來說，內湖不愧稱是大本營。早期燒瓦都是小片的紅瓦；日據時代為蓋日式宿舍，引進黑瓦技術，因此磚瓦業的人稱黑瓦為「日本瓦」，紅瓦為「台灣瓦」（陳金鑽，2000）；兩者皆在內湖盛極一時。後來，瓦片市場萎縮，進入專燒磚塊的竹管窯、目仔窯、八卦窯和今日的隧道窯。除了窯業以外，內湖還蘊藏了不少煤礦，如：現在台北汽車駕駛訓練中心為以前的地利煤礦（或改為豐田煤礦）、大台北瓦斯放桶處為永勝煤礦的舊址（後改為大永煤礦）、麗山國中後的中央社區旁為永福煤礦（後改為福田煤礦）。

至台灣光復後，內湖區曾因實施禁建政策而減緩開發的速度，煤礦於 1965 年也因都市發展、土地價值提高、環保意識抬頭等因素而逐漸萎縮，1976 年磚瓦業全面停產，同時磚瓦業於 70 年代也日漸減少；此兩項傳統工業減少後，於 1977 年解除禁建，內湖區開始加速開發，人口增加快速。在林業、礦產以致現代的工業產品，都是小有成就；雖然是台北市中發展稍慢的地區，內湖卻在近年急起直追，還有多處在都市開發進程中，已成為現代高樓林立的社區。



圖 3 台北內湖科技園區位置圖

台北市內湖區土地利用的變遷分析

隨著科技的進步，產業結構逐漸由勞力密集的型態轉變至技術與資本密集的產業型態，台北市因人口稠密，在工業部分是以都市型輕工業、都市服務型工業、高科技及技術密集型工業為主，為對散佈於住宅區、商業區之未登記工廠及台北市未來工業發展提供所需之大面積工業區素地，政府於 1985 年 1 月 15 日公告發布實施「擬訂內湖輕工業區附近地區細部計畫暨配合修訂主要計畫案」，採市地重劃方式，自 1987 年施行土地重劃闢設，1990 年 8 月 9 日發布實施「台北市內湖輕工業區輔導管理辦法」，分兩期整體開發，全區於 1995 年 2 月開發完成了內湖科技園區，正式開放廠商進駐以來，歷經一次修正及九度公告（含次核心產業）放寬進駐產業內容，目前園區已兼容製造業、策略型產業（資訊、通信及生技等科技產業）、相關支援性服務產業（餐飲、創投等）、企業營運總部暨外國駐台經貿科技商務中心等。園區範圍包括內湖路一段、港墘路、瑞光路、民權東路六段、舊宗路二段、堤頂大道二段所圍地區（圖 3），行政區屬西康里、港墘里、瑞光里、湖元里之一部分。計 149.72 公頃，產業用地（分為科技工業區 A 區、B 區）占 81.95 公頃；其中已開發土地約九成。圖 4 為內湖大灣區域附近的土地利用分佈情形。

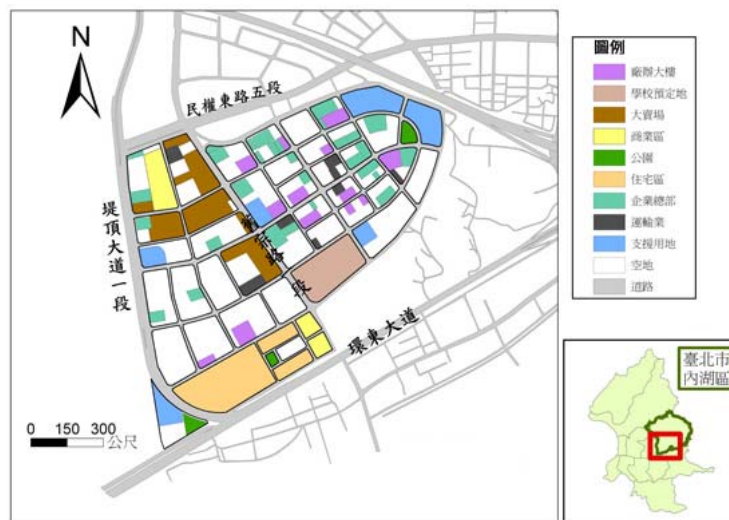


圖 4 內湖大灣土地利用分布圖



叁、馬可夫鏈模型的介紹

模型 (model) 一詞的定義雖頗為分歧與多元，但其核心涵義都是一致的，所謂模型是對各種實體與現象的簡化或抽象化，並能用以表達這些各種實體與現象的重要構成與其相互關連性，而一旦經檢驗有效的模型如果被廣泛接受，變成為某種事物的標準形式或使人可以照著做的標準樣式，則可以稱為是一種「模式」(張政亮，2006)。

模型或模式的建立有助於對事物或現象的解釋、分析、診斷及預測，也是建立完整系統科學體系的重要步驟；一般依模型的表示方法可將模型分為符號(圖表)模型、物理模型及數學模型等類別，其中數學模型即是利用數學方程式來描述事項的結構與特性，又假設這些事項的變數之間不僅具有函數關係，而且符合機率法則，那麼加入滿足變化關係的隨機變數後，即可稱為機率模型(趙大鵬，2004)。數學模型因有助於以模擬(simulation)的方法來對系統科學進行描述、分析和求解，所以在建置模型所使用的科學方法中，運用數學模型來抽象地闡述事項特徵和其變化規律，乃為現今應用最為廣泛的一種方式。

馬可夫鏈模型(Markov Chain Model) 是一種常用的機率模型，又稱為馬可夫鏈分析(Markov Chain Analysis)，其原理為利用機率轉移矩陣來進行模擬分析，此模型為一動態模式，參數可隨時間而變具有系統性，故可以用來預測未來事物變遷狀態或空間擴散趨勢(廖怡雯，2003)。馬可夫鏈模型的應用領域非常廣泛，例如在數理模式發展、管理決策分析、顧客價值轉移、疾病醫療追蹤、金融保險探討等，近年來許多學者也將其引用至地理相關議題的研究，如人口移動、城市發展、水文氣象、土地利用的變遷、景觀變遷等分析上；而隨著統計與資訊科技的進展，馬可夫鏈模型也逐漸結合其他的模型與系統而在地理空間分析的研究上有顯著之發展，故因應此種趨勢，對馬可夫鏈模型的原理與運用方式進行了解，實有助於地理學科知識與研究方法之提升。

綜合相關的研究與探討可以得知，馬可夫鏈模型屬於預測(Forecasting)方法的一種，是以現在所發生之事務狀態來推測未來，所憑藉的是前一時刻的狀態和轉

換機率而與時間過程無關，亦即是由資料本身來決定自己變動的形態，而不使用其他獨立變數去作解釋，故能提供另一種預測的模式。馬可夫鏈的解釋如下：假設我們所觀察或實驗所發生的結果定為 $E_1, E_2, \dots, E_n, \dots$ ，對於每一個結果 E_k ，我們若能給定一個出現的可能性 p_k （即機率），則對某一特定樣本之序列 $E_1 E_2 \dots E_n$ ，我們可知它出現的機率是 $p(E_1 E_2 \dots E_n) = p_1 \dots p_n$ ，這是指觀察的各項結果之間，彼此是互相獨立的情形；但在馬可夫鏈的理論中，我們的目的就是要確定觀察的各項結果是非獨立而具「互相關聯的」，這樣才能以現在來推測未來，在這種情況下，我們不能給任一個事件 E_i 一個機率 p_i ，但我們可以給一對事件 (E_i, E_k) 一個機率 p_{ik} ，這個時候 p_{ik} 的解釋是一種條件機率，就是假設在某次試驗中 E_i 已經出現，而在下一次試驗中 E_k 出現的機率。除了 p_{ik} 之外，我們還須要知道第一次試驗中 E_i 出現的機率 a_i 。有了這些資料後，一個樣本序列 $E_0 E_1 \dots E_n$ （也就是說第零次試驗結果是 E_0 ，第一次試驗是 E_1 ……第 n 次試驗是 E_n ）的機率就很清楚的即是 $P(E_0, E_1, E_n) = a_i p_{01} p_{12} \dots p_{n-1, n}$ 。

由上述之分析可知馬可夫鏈是一種特殊的隨機過程，以數學式來表示則所謂隨機過程乃是一個隨機變數之集合 $\{X_t\}$ ，其下標 t 為集合 T 之元素（ T 通常是非負數的整數集合），而 X_t 則是在時間 t 的某一特徵。例如，隨機過程 $X_1, X_2, X_3 \dots$ 可代表每一特定時間系統內的購物地區、顧客數目或是貨物需求量等……。若條件機率符合下述情況：對於任意 $t=0, 1, 2, \dots$ ，每一 $i, j, k_0, k_1, \dots, k_{t-1}$ 都使得 $P\{X_{t+1}=j | X_0=k_0, X_1=k_1, \dots, X_{t-1}=k_{t-1}, X_t=i\} = P\{X_{t+1}=j | X_t=i\}$ ，則稱隨機過程 $\{X_t\}$ 有馬可夫性質。此條件機率 $P\{X_{t+1}=j | X_t=i\}$ 乃是藉由事件狀態所有向度的演變機率（Transition Probability），來推測未來事件分布的狀態，這種機率的需滿足下列性質：

$$\sum_{j=1}^m P_{ij} = 1 \quad i=1, 2, \dots, m \quad \dots\dots\dots(\text{式一})$$

（ m 為事件的狀態數，第 i 種狀態轉變為各種狀態的總和為 1）

$$P_{ij} = n_{ij} / \sum_{j=1}^m n_{ij}$$

.....(式二)

(其中 P_{ij} 演變機率， N_{ij} 為事件 i 轉變至 j 的能量)

歸納事件所有狀態的演變機率，以矩陣表示則可得「演變機率矩陣」(Transitional Probability Matrix)，假設 A 為轉變機率矩陣，則：

$$A = \begin{pmatrix} P_{11} & P_{21} & \cdots & P_{m1} \\ P_{12} & P_{22} & \cdots & P_{m2} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ P_{1m} & P_{2m} & \cdots & P_{mm} \end{pmatrix} \quad \begin{array}{l} \text{爲一 } m \times m \text{ 矩陣} \\ \text{每列的總合爲 } 1 \\ \text{矩陣內各數值 } \geq 0 \end{array} \quad \text{..... (式三)}$$

依據馬可夫鏈的性質，假定存在一事物的初始分布狀態 P 及某一時期的轉變機率為 A，其中：

$$P = [P_1 P_2 \dots P_m] \quad , \quad \sum p_i = 1 \quad , \quad \text{則：}$$

$PA = P^1$ 表示經過一階段 (stage) 之後，事物的分佈狀況。

$PA^2 = P^2$ 表示經過二階段之後，事物分佈狀況。

$PA^m = P^m$ 表示經過 m 階段之後，事物分佈狀況。

此為以一時期內數量變化為依據(A)，以矩陣代數方推算以後個時期的變續變化(p^1 、 p^2 、 $\dots$ 、 p^m)，如果作為根據的演變時期，觀察正確而以後又無新的變動因素加入，則利用馬可夫鏈演算下去，即當矩陣重複自乘至無限多次之後，矩陣內的各個數值將會達到所謂的穩定狀態機率 (Steady State Probabilities) 而不再變化，此情形稱為平衡矩陣或會合矩陣 (Convergence Matrix)，其形態表示如式四所示，所以若設 $PL=Q$ ，由於 L 為平衡矩陣，則 Q 便為此時期事件最終的分佈狀態，也為反應出此事件變化程度的理論趨勢值 此時不論 P 的分佈狀況為何，Q 皆為一定的分佈狀態，亦即不受初始狀態的影響也與時間無關，而此穩定狀態可由聯立方程式求得。

$$L = \lim_{m \rightarrow \infty} A^m \quad \text{..... (式四)}$$

馬可夫鍊依其性質可區分為正規馬可夫鍊 (Regular Markvo Chain) 與吸收馬可夫鍊 (Absorbing Markvo Chain) 兩種。正規馬可夫鍊是指任何矩陣 P 是一個轉移矩陣，而且 P 連續的自乘積，在自乘到達 m 次以後，使得其自乘 m 次後所有的元素均大於 0，滿足此轉移矩陣的條件即是正規馬可夫鍊，而這個系統在長期的情形下會處於穩定的情況，所以前述的平衡矩陣或會合矩陣即是所謂正規馬可夫鍊。而吸收馬可夫鍊是指當事件過程進入某一狀態後，即停留於其上無法離開，則此一狀態即為吸收狀態 (Absorbing state)，該狀態之轉移機率必等於 1，即 $P_{ii}=1$ ；換言之，亦即轉移矩陣中，主對角線元素為 1 之狀態。吸收馬可夫鍊必需具備兩個條件：第一、至少有一個吸收狀態，第二、經過若干次試驗後，從每一個狀態均可以到達吸收狀態。所以吸收馬可夫鍊的一個基本性質是不論從任何狀態開始，經過多次試驗以後，其到達吸收狀態之機率必為 1。為了分析方便起見，我們將吸收馬可夫鍊之吸收狀態集中在前面，而將非吸收狀態排列在後面，則可列出下面的標準型式，並推導出相關公式：

$$P = \begin{pmatrix} I & O \\ R & Q \end{pmatrix}$$

此一轉移矩陣共有 r 個吸收狀態及 s 個非吸收狀態
 I 為 $r \times r$ 單一矩陣， O 為 $r \times s$ 零矩陣
 R 為 $s \times r$ 矩陣， Q 為 $s \times s$ 矩陣

其高次轉移矩陣，根據 Chapman-Kolmogorov 方程式可推得：

$$P^n = \begin{pmatrix} I & O \\ R + QR + QR^2 + \dots + QR^{n-1} & Q^n \end{pmatrix}$$

由代數公式知：

$$(I - Q)(R + QR + QR^2 + \dots + QR^{n-1}) = I - Q^n = I$$

Q 矩陣內之元素均為小於 1 者，當 n 逐漸加大時， Q^n 矩陣趨近於零矩陣

上式兩端各乘 $(I - Q)^{-1}$ 可得： $I + Q + Q^2 + \dots + Q^n = (I - Q)^{-1}$ (式五)

一般而言我們將 $N = (I - Q)^{-1}$ 定為基本矩陣 (Fundamental matrix)，而根據此基本矩陣，可以求知：1.馬可夫鏈在每一個非吸收狀態之平均停留時間。2.將 N 矩陣橫向就每一列求和，即得非吸收狀態開始到達吸收狀態平均所需之時間，其到達吸收狀態平均所需之時間（定義 t 為此項時間， e 為縱的求和向量，所有元素皆為 1，則 $t = Ne$ ）。3.從非吸收狀態開始，其被某一特定吸收狀態吸收之機率（即 NR ）。

當我們以馬可夫鏈統計出過去土地利用的改變，而去推測未來土地利用改變的趨勢及區位時，其過程中影響土地利用的原因很複雜，其中又以人為的影響因素為最，然而在移轉機率矩陣中已將所有時期的自然和人為因素背景產生的機率消長納入其中，即使現實的政治、經濟、社會等背景有所不同，且在時間上恐有遲滯（並非立即影響，而是經年累積的成果表現）發生的現象，若這些背景未被改變或修正，則其結果就如各矩陣所預測。可知馬可夫矩陣適用於趨勢的分析。

肆、衛星影像與航空照片於環境監測上的應用

由於衛星與航測影像具有一次大量擷取地面資料的特性，遂成為研究環境變遷與自然資源調查上最佳的利器與證據。近年來衛星與航測影像資料已廣泛的應用於地表覆蓋判釋，包括植物種類研究、土地利用分類、土壤分類或研判水質、地質狀況等。加上遙測與地理資訊系統技術的引入，便可有效地管理具有空間屬性的各項資訊，便於制定決策、進行學術評估及有效地對多時期的活動變化進行動態監測和分析比較，其蒐集地面資料的經濟性也是以往人為調查方式所無法比擬的，且是最能掌握時效性的環境調查方式，因此被大量地應用在環境監測上。

由於航測與衛星資料兼具歷史性，故常被用來作為環境變遷的資料來源，如蕭國鑫等（1996）運用衛星影像分析雲林縣魚塢的變遷，並以分類後的影像重疊後獲得（1988~1994年）魚塢面積增加率趨緩的結論；吳啓南等（1996）則同時運用衛星影像（1973~1998）與航測（1947~1994）探討了雲林地區海岸的變遷，並經由箔子寮漁港建造完成後造成的影響經驗，推斷六輕填海造地工程將會有同樣的效應，應及早防範；劉致亨（1996）運用了1992 與1995 兩期的SPOT 衛星影像為資料，分析處於山坡地的高爾夫球場開發前後泥沙量的推估、水文變化、水源涵養及水土保持等

方面對環境衝擊的影響；羅建霖（2006）則利用921 地震前後（1999及2001年）之SPOT 衛星影像進行古坑華山地區集水區判釋，探討土地利用現況分布，並劃設華山地區環境敏感區位，以作為坡地災害防治之參考。

近年來，更是將衛星影像結合其他分析方法去探討土地利用的變遷，如楊龍士等（1992）藉由SPOT與 LANDSAT MSS衛星影像資料分析台中都會區內之土地利用變遷情形；林慶昀（2003）利用遙感技術，分析汐止地區1986 及2001 年兩個時期之衛星影像，以取得土地利用型態變遷情形。廖怡雯（2003）以數個年度的台中市衛星影像進行土地使用分類，用以比較各類土地利用的變化並分析台中市的空間發展歷程。由上可知航測與衛星影像於環境變遷上扮演重要的角色。

伍、結果與分析

在基隆河還未截彎取直之前，內湖被彎曲的基隆河流貫，加上內湖本身靠山，所以在70年代內湖可說是一個山多地少人口稀疏的地方，加上1968年到1974年內湖全區禁建，更使得內湖的人口一度減少，以內湖的西湖地區來講，在基隆河截彎取直之前西湖地區發展大概只在北勢湖老街及港墘老街一帶，這個地方的居民主要從事農業工作或養殖豬、魚等工作，尤其科技園區的地方其實是基隆河沿岸的一塊大荒地，從來沒人想到這塊雜草叢生的荒地現在竟成了今日的科技園區，這個轉折點大概歸功於1996年基隆河截彎取直工程完成，截彎取直不但改善防洪問題，更為這裡帶來一大片的新生地，就連現在的環東大道也是基隆河的舊河道。截彎取直後，政府為善用這塊土地就把他規劃成「內湖輕工業區」，希望一些在台北市裡的工廠能主動遷移到此輕工業區，進而改善市容，但由於規劃之初，此區交通建設不足，生活機能也很差，所以一般的工廠沒有意願遷移到這個地方，更沒有引起大家的注意；2001年此區相繼完成堤防防洪計畫、上北二高與內湖環東大道的聯絡道，漸漸有許多集團認為，在寸土寸金的台北市，實在很難再找到這麼大的新生地，而且擁有這麼優勢的條件，因此這塊土地竟然在不知不覺中受到許多廠商的青睞，甚至許多科技企業總部聚集於此，台北市政府為了順應這裡急速的變化，也希望這裡能發展成台北市經濟軸帶中心，因此於2001年12月，正式把「內湖輕工業區」改成「內



湖科技園區」。

因此以馬可夫鏈演算出內湖區1997年到2002年土地分區利用面積大小的變遷，並假設變遷機率相同而推測出2007年的各土地利用的面積，將推測結果與實際狀況比較，經由變遷的成果，深入分析土地利用變遷的情形，有效掌握空間之發展特性與趨勢，作為未來規劃之參考依據。

一、不同時間土地類別變遷情形

本研究探討三個年度十三種土地利用類別之變化，並判斷何種變遷因素影響當地變遷情形(表1)。

表 1 三個年度各類型土地利用面積變化

土地利用	年份					
	1997		2002		2007	
	面積 (公頃)	占總面積的 比例(%)	面積 (公頃)	占總面積的 比例(%)	面積 (公頃)	占總面積的 比例(%)
總計	3157.88	100	3157.88	100	3157.88	100
可供都市發展土地	1291.27	40.89	1439.38	45.58	1446.66	45.81
住宅區	402.04	12.73	382.15	12.1	382.07	12.1
工業區	225.41	7.14	224.23	7.1	219.67	6.96
商業區	35.8	1.13	34.86	1.1	34.83	1.1
行政區	0	0	0	0	0	0
文教區	0	0	11.26	0.36	11.26	0.36
娛樂區	0	0	0	0	0	0
飛機場	0	0	0	0	0	0
公用設施用地	627.69	19.88	786.55	24.91	798.19	25.28

台北市內湖區土地利用的變遷分析

土地利用	年份					
	1997		2002		2007	
	面積 (公頃)	占總面 積的比 例(%)	面積 (公頃)	占總面 積的比 例(%)	面積 (公頃)	占總面 積的比 例(%)
特定專用區及其他	0.33	0.01	0.33	0.01	0.64	0.02
其 他 土 地	1866.6	59.11	1718.5	54.42	1711.22	54.19
農業區	17.89	0.57	4.53	0.14	4.53	0.14
保護區	1764.78	55.89	1628.18	51.56	1615.71	51.16
風景區	0	0	0	0	0	0
行水區	83.93	2.66	85.79	2.72	90.98	2.88

表中「可供都市發展土地」包含住宅區、工業區、商業區、行政區、文教區、娛樂區、飛機場、公用設施用地、特定專用區及其他，而「其他用地」包含農業區、保護區、風景區、行水區。其中住宅區、工業區、商業區的面積均有逐年下降的趨勢，但下降幅度都很小；而文教區可能因應都市計劃、土地重劃或內湖科技園區的成立後，內湖區陸續增加的人口，以及在台北市定位的改變，從2001年在本區開始有一定比例的面積(11.26公頃)；行政區、娛樂區和飛機場均未佔有土地面積；而「公用設施用地」定義為「就人口、土地使用、交通等現狀及未來發展趨勢，決定其項目、位置與面積，以增進市民活動之便利，內容含概公園綠地、市場、停車場、郵政、電信、機關用地、學校、人行步道、捷運系統、交通、車站、鐵路等用地面積」，且此項目有大幅度的增加，尤其在1997年~2002年期間，因此可見隨著人口的增加，市場(如台北花市)、交通建設(快速道路、高架道路、捷運內湖線等)也隨之增加。上述的結果顯示內湖為一正在開發中的地區；另一方面，雖然「住宅區、工業區、商業區」面積有下降之趨勢，但若透過當地都市計畫發展歷程與當地現況之調查，發現此一地區在1996年完成「內湖區第四期市地重劃區」後有二處市地重劃地區正在



進行，經過規劃開發後，由於1997年至2002年此區發展遲緩，許多區域大都仍處於待建區，此現象為造成都市及建成地區減少的主因。

二、以馬可夫鏈轉移矩陣探討土地利用類別變動情形

為了更進一步分析探討土地利用類別的變化情形，本研究利用馬可夫鏈模式來度量各種土地利用面積變化的詳細情形，時間點為1997~2002年，並假設轉移機率相同推測2002~2007年，並比較推測結果與實際狀況，以了解土地利用變遷的情形是否受人為因子的干擾。

(一) 1997年~2002年土地利用類別變動情形

1997年~2002年間土地利用面積轉移矩陣為例(表2)，土地利用類別變動的情形可從轉移面積與轉移概率值兩個問題面向來檢視：

1. 轉移面積

為判斷各土地利用類別間面積變化的轉變情形，以表2得知土地利用類別面積轉移大於10公頃以上為住宅區→文教區(11.26公頃)、農業區→公用設施用地(13.21公頃)、保護區→公用設施用地(141.14公頃)。若以「住宅區→文教區」、「農業區→公用設施用地」、「保護區→公用設施用地」變遷類別觀察，可研究判斷此一地區正處於開發階段，根據公用設施用地的定義可知此時期因基隆河第二次截彎取直及因應此區在台北市地位的改變，正大量興建交通建設(內湖科技園區內的道路，如：基湖路、瑞光路等、「汐五段高架道路」之內湖堤頂交流道(1997年)、麥帥二橋(1997年)、環東大道雙層橋(1998年)、金龍隧道(1997年)、民權隧道(1997年)、環東大道(2001年)、堤頂大道之南湖大橋與麥帥橋間的下層部份路段、內湖大彎地區的道路等、學校(麗湖國小-1998年、南湖高中-2002年)、醫院(康寧醫院-1999年、三軍總醫院-2000年)、公園(內湖運動公園)、抽水站 (陽光-1997年、長壽-1999年)等。

台北市內湖區土地利用的變遷分析

表 2 1997~2002 年土地利用面積轉移矩陣表（單位：公頃）

2002 1997	住宅區	工業區	商業區	行政區	文教區	娛樂區	飛機場	公用設施用地	特定專用區及其他	農業區	保護區	風景區	行水區	總計
住宅區	377.22 (0.938)	2.07 (0.005)	3.25 (0.008)	0	11.26 (0.028)	0	0	8.24 (0.021)	0	0	0	0	0	402.04 (1)
工業區	3.93 (0.017)	220.17 (0.977)	0.12 (5.32e-4)	0	0	0	0	1.19 (0.005)	0	0	0	0	0	225.41 (1)
商業區	0.88 (0.025)	1.99 (0.056)	31.49 (0.880)	0	0	0	0	1.44 (0.040)	0	0	0	0	0	35.8 (1)
行政區	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
文教區	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
娛樂區	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
飛機場	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
公用設施用地	0	0	0	0	0	0	0	620.23 (0.988)	0	0	7.46 (0.012)	0	0	627.69 (1)
特定專用區及其他	0	0	0	0	0	0	0	0	0.33 (1)	0	0	0	0	0.33 (1)

2002 1997	住宅區	工業區	商業區	行政區	文教區	娛樂區	飛機場	公用設施用地	特定專用區及其他	農業區	保護區	風景區	行水區	總計
農業區	0.06 (0.003)	0	0	0	0	0	0	13.21 (0.738)	0	2.55 (0.143)	0	0	2.07 (0.116)	17.89 (1)
保護區	0.03 (1.7e-5)	0	0	0	0	0	0	141.14 (0.080)	0	0	1620.72 (0.918)	0	2.89 (0.002)	1764.78 (1)
風景區	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
行水區	0.03 (3.6e-4)	0	0	0	0	0	0	1.1 (0.013)	0	1.97 (0.023)	0	0	80.83 (0.963)	83.93 (1)
總計	382.15	224.23	34.86	0	11.26	0	0	786.55	0.33	4.53	1628.18	0	85.79	3157.87

2. 轉移機率值

利用轉移機率值，可以判斷出類別變遷變動的幅度，以10%之轉移機率值檢視表2各類別的變化情形，發現「農業區→公用設施用地」、「農業區→行水區」的幅度最大，為73.8%(13.21公頃)、11.6%(2.07公頃)，顯示內湖區的農業用地為因應時代的變遷和在大台北地區地位的轉變，正處於大量變更轉型階段，以迎接更多人口與內湖科技園區的進駐。

(二) 以 1997~2002 年的轉移機率推測 2002~2007 年的土地利用

根據馬可夫鏈的理論，將 1997 年~2002 年的轉移機率矩陣自行相乘，即推測出 2002 年~2007 年(表 3)的土地利用的變遷轉移機率值。

台北市內湖區土地利用的變遷分析

表 3 2002~2007 年土地利用面積轉移矩陣表

2007 2002	住宅區	工業區	商業區	行政區	文教區	娛樂區	飛機場	公用設施用地	特定專用區及其他	農業區	保護區	風景區	行水區
住宅區	8.81E-01	0.010217	1.47E-02	0	2.63E-02	0	0	0.0398	0	0	0.0002	0	0
工業區	3.33E-02	0.954257	1.13E-03	0	4.87E-04	0	0	0.0108	0	0	6E-05	0	0
商業區	4.57E-02	0.103341	7.74E-01	0	6.89E-04	0	0	0.0759	0	0	0.0005	0	0
行政區	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
文教區	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
娛樂區	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
飛機場	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
公用設施用地	2.02E-07	0	0	0	0	0	0	0.9773	0	0	0.0227	0	2E-05
特定專用區及其他	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

2007 2002	住宅區	工業區	商業區	行政區	文教區	娛樂區	飛機場	公用設 施用地	特定專 用區及 其他	農業區	保護區	風景區	行水區
農業區	3.72E-03	1.73E-05	2.75E-05	0	9.52E-05	0	0	0.8364	0	0.023	0.0088	0	0.1279
保護區	3.21E-05	8.67E-08	1.38E-07	0	4.76E-07	0	0	0.1525	0	4E-05	0.8444	0	0.003
風景區	0	0	00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
行水區	7.59E-04	1.82E-06	2.89E-06	0	1.00E-05	0	0	0.0429	0	0.0259	0.0002	0	0.9303

從表 3 中得知轉移機率值高於 10% 的有「商業區→工業區」、「農業區→行水區」、「保護區→公用設施用地」、「農業區→公用設施用地」，其轉移機率分別為 10.33%、12.79%、15.25%、83.64%，可知「農業區」正大量被釋放變遷中，分別用於「行水區」和「公用設施用地」，可知此階段正大量興建各種公共建設，如交通建設(大溝溪親水步道、麥帥一橋(2002 年)、麥帥橋下層橋(2003 年)、「汐五段高架道路」之東湖交流道(2004 年)、內湖新明路與松山饒河街間跨河人行橋新建工程(2007 年)、康湖路 [東湖地區聯外山區線]道路新築工程(2005 年)等、重劃區(內湖第五期重劃區)、各社區公園(清白公園-2005 年)、堤防(內溝溪下游段整治工程、基隆河南湖大橋上游右岸堤防及兩岸堤外整地工程)、抽水站(康樂-2004 年、康寧-2006 年)、捷運(內湖線)、內湖污水處理廠新建工程(2002 年)、警察局(文德派出所新建工程-2007 年)、市政府消防局西湖分隊興建工程(2007 年)、內湖區市民運動中心暨科技園區服務中心(2005 年)等，其中「保護區」的變更案中最有名的可算是「慈濟內湖基地案」(但因此地本為行水區後回填而涉及環境敏感地、台北市保護區政策、以及慈濟的社會形象與責任等問題而仍歸屬於公用設施)。可見內湖區正為了因應截彎取直、內湖科技園區、各種大型交通網絡的興建，所帶來的人口急速增加，正不斷地大興工程。

三、以衛星影像圖判讀土地利用的變遷

以 1996 年、1998 年、2000 年 2004 年的 SPOT 衛星影像判讀發現(圖 5)，由三個紅色框框所示，裸露地的大小由 1996 年至 2004 年逐年減少。左下角的框框裸地減少是因基隆河截彎取直後空出的內湖科技園區以及周邊科技工業區的預定建築開發用地，隨著 2005 年內科完工後附近的交通建設。

而最上面的框框則代表內湖區在山區的建物開發情形，亦可以發現其數量有逐年增加的現象，經資料查證後發現此處為開闢產業道路，並且進行開發之區域。台北市政府在此設立碧山森林遊樂區，有大崙頂山森林棧道等

右下角的框框則是住宅區重建之處，將舊有的住宅區作重新規劃以及翻新的工作，如有名的建案：大湖山莊、內湖瓏山琳

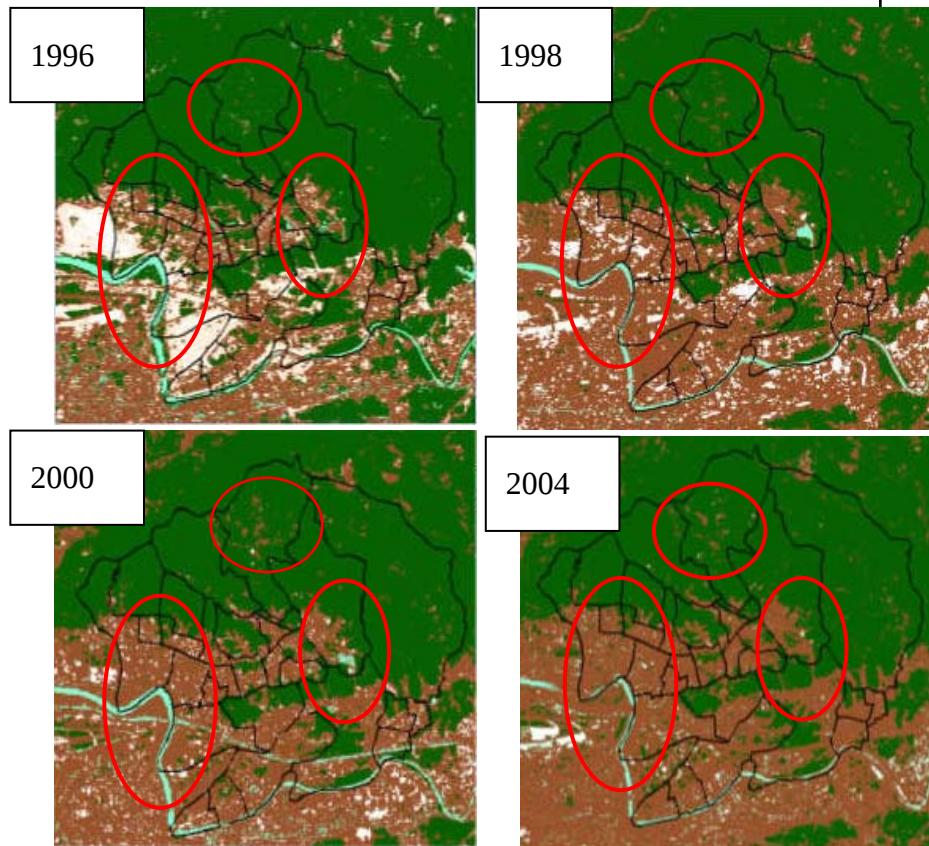


圖 5 1996 年、1998 年、2000 年 2004 年內湖地區 SPOT 衛星影像

陸、結語與建議

內湖區是疏緩台北都會地區居住空間飽和的另一發展腹地，如何有效利用現有自然環境資源與新興產業結合，創造優質的生活環境並促進當地經濟發展，進而帶動台北地區繁榮的都市景象，是目前發展的重點。然而內湖區自從政府計劃實施基隆河截彎取直工程完成後，發展了一連串的都市建設計劃，如：內湖科技園區及相鄰工業計劃區、捷運內湖線、住宅機能重新規劃等。成為繼信義計劃區之後台北都市發展之後起之秀。從交通面向來看，民權大橋、環東快速道路、麥帥一、二橋和至今還在動工中的捷運內湖線，均在提升內湖對外及對內連結的功能；從產業面向

來看，內湖科技園區帶動舊工業轉型及金融科技業移入；由住宅面向而言，高級住宅區的置入，使舊住宅區機能再造，也促使公共建設更為完善；從休閒娛樂面向，一定比例的公園綠地、大型購物中心(大潤發內湖一、二店、家樂福內湖店、好市多內湖店)的興建等，正強化內湖區的生活機能，達成生活圈的目標，而我們更可以期待，將來的內湖將與南港軟體科學工業園區和士林生技工業園區相結合，配合松山機場，再加上其本身的再造，將成為帶動台北經濟發展的前鋒。

本研究僅以衛星影像和馬可夫鏈做土地利用轉移趨勢分析，在後續研究上可進一步以原有資料，再應用多變量的因子分析、集群分析、判別分析、貝氏分析等探討土地利用改變的原因與變遷空間上的異質性，將土地利用變遷因素歸類，進而了解各集群分區的特性，以釐清影響土地轉移變遷之機制。

柒、參考文獻

- 李錫津（2001）。**臺北古今行**。臺北市政府教育局。
- 花松村（1996）。**臺灣鄉土續誌第二冊**。台北：中一出版社。
- 吳啓南、吳哲榮、李元炎（1996）。遙測資料應用於雲林地區海岸變遷分析。載於**第十五屆測量學術及應用研討會**（頁 627-636）。臺北：政治大學。
- 林慶昀（2003）。**汐止地區土地利用變遷影響逕流量空間分布之研究**。中國文化大學地學研究所碩士論文，未出版，臺北。
- 張政亮（2006）。馬可夫鏈模型(Markov Chain Model)在地理學研究之運用。**國教新知**，53（1），72-86。
- 楊龍士、周天穎、蕭璘璘（1992）。臺中都會區空間結構發展模式之探討。載於**遙測與地理資訊系統應用研討會**（頁 219-240）。台中：中興大學。
- 趙大鵬（2004）。**定量地學方法及應用**。高等教育出版社。
- 廖怡雯（2003）。**運用馬可夫鏈模式於臺中市土地利用變遷之研究**。逢甲大學土地管理研究所碩士論文，未出版，臺中。
- 臺北市內湖區公所編（2001）。**內湖區簡介**。臺北：臺北市內湖區公所。
- 臺北市府工務局新建工程處 http://ncp.tcg.gov.tw/ncp/all_aa.php



臺北市政府工務局水利工程處 <http://www.heo.taipei.gov.tw/>

臺北市政府地政處土地開發總隊 <http://www.lda.taipei.gov.tw/>

臺北市政府都市發展局 <http://www.planning.taipei.gov.tw/>

臺北市政府養護工程處網站 <http://www.med.taipei.gov.tw/>

劉致亨 (1996)。衛星遙測資料在山坡地開發監測之使用。載於**第十五屆測量學術及應用研討會論文集** (頁 677-685)。臺北：政治大學。

蕭國鑫、劉治中、吳哲榮 (1996)。遙測資料應用於魚塭變遷分析之研究。載於**第十五屆測量學術及應用研討會論文集** (頁 617-626)。臺北：政治大學。

羅建霖 (2006)。土石災害集水區之環境敏感區位分析－以雲林古坑華山地區為例。明道管理學院環境規劃暨設計研究所碩士論文，未出版，彰化。

