

目 錄

中文摘要 IV

ABSTRACT V

第一章 研究介紹 1

1.1 計畫背景.....	1
1.2 研究問題.....	2
1.3 研究工作及步驟.....	3
1.4 成果效益.....	4

第二章 土地利用變遷模式探討 5

2.1 土地利用變遷研究.....	5
2.2 GIGALOPOLIS 計畫.....	5
2.3 URBANSIM 模式介紹.....	12
2.4 小結.....	13

第三章 土地利用資料 14

3.1 新增資料來源.....	14
3.2 各類土地利用資料特色.....	16
3.3 坐標整合處理.....	19

第四章 淡水河流域土地利用變遷 25

4.1 淡水河的土地利用變遷.....	25
4.2 細胞自動機與空間擴散.....	25
4.3 淡水河流域的土地利用變遷.....	28
4.4 空間結構分析.....	36

第五章 土地利用現況分析 41

5.1 各縣市土地利用面積.....	41
5.2 台灣土地利用現況.....	42
5.3 資料分析與說明.....	43

第六章、成果與討論 48

6.1 土地利用資料庫.....	48
6.2 空間演化模式.....	48
6.3 討論與建議.....	49

參考文獻 50

附件一 TRANSLATE.AVE 原始碼.....	53
附件二 TRANSFORMDATA.AVE 原始碼.....	54
附件三 TRANSFORM.AVE 原始碼.....	55

中文摘要

關鍵詞：全球變遷、土地利用、細胞自動機

本研究是整合型計畫「台灣環境變遷以及全球氣候變遷對台灣衝擊評析」之子計畫，負責土地利用變遷議題的探討，本年度研究為第二年計畫。第一年工作清查數種土地利用資料，資料類型包括：文字記錄、紙張地圖、航空照片、遙測衛星影像、數值資料等，時間尺度涵蓋過去 100 年。本年度研究進一步整合台灣地區 1995-2000 年的土地利用資料，得以作為台灣本島土地利用研究的基礎。本研究整合淡水河流域的五個不同年度土地利用資料，並以 1971 及 1977 兩個年度的資料，分析土地利用變遷的種類、面積與位置。本研究並採取細胞自動機的概念，從空間組織演化觀點探討土地利用變遷與周遭地區的關連，以作為模擬與預測的基礎。後續研究工作將配合 US 的都市成長模式，進一步探討土地利用變遷與都市環境變遷的結合。

Abstract

Keywords : global change, land use, cellular automata

This research aims to investigate the land use and land cover change (LUCC) of Taiwan. The research endeavored at the issues of data derivation, arrangement and initiative analyses. The authors have successfully identified the source of land use data, including: documents, paper maps, remote sensing imagery, and digital data. A more comprehensive data set extending to 100 years ago of the Tamsui Water Basin has been created with 20-year intervals. Taking advantage of GIS techniques for change detection, this study has identified the land change between 1971 and 1977 of the research area. The main result of this year is the integration of a digital land use data set for the current Taiwan. This data set was used to provide a comprehensive report of various land use status in Taiwan. Finding from this research will contribute to the study of UrbanSim model. The study of UrbanSim has been undergoing with the grant from National Science Council. The data set and models created in this research will be passed to the research team of UrbanSim study.

第一章 研究介紹

1.1 計畫背景

本研究是整合型計畫「台灣環境變遷以及全球氣候變遷對台灣衝擊評析」之子計畫。環境衝擊及評析是跨領域的工作，必須結合不同領域的學者組成研究群。是以本整合型計畫涵蓋氣候、水資源、生態、漁業、土壤環境、土地利用等領域之學者專家組成，針對臺灣百年來迄今的環境變遷進行文獻之收集、整理、分析及評估，並試圖發展環境變遷的預測模式，期能針對「永續臺灣」提供可行的政策性建言。

土地覆蓋 (land cover) 的特徵是影響氣候、生態、水文、生物種類和繁雜度的重要因子 (IGBP, 1993)，而地面覆蓋的改變常常是由人類使用土地的方式所驅動，諸如：森林面積減少、都市擴張、天然海岸消失、濕地生態系統破壞等，都是土地利用 (land use) 變遷所引發的土地覆蓋改變，土地覆蓋的改變往往引發自然環境的改變，而環境的改變也會迫使人類採取調整、適應措施，產生不同的土地利用形式。土地利用是人類和自然環境之間的橋樑，兩者之間存在著交互作用，其型態反映了特定環境和文化之下，人類和環境的依存關係。

從環境變遷的觀點而言，不同的土地利用由於其類別或強度 (intensity) 的差異，對環境所產生的衝擊並不相同。從資源經理的觀點而言，自然環境的變遷也會影響土地利用的形式，不同區位或利用型態的土地，其承受環境改變的脆弱性 (vulnerability) 不同，受環境變遷的衝擊程度也有所不同。例如，「土地利用」對於農林漁業，以及海岸環境的影響更是十分明顯；另一方面，海平面上升也將對海岸地區的土地利用型態產生衝擊。這種雙向的關連性，在環境科學和社會經濟等不同面向之下，都有許多值得研究探討的課題，亟待學術研究工作者進行觀察、分析與評估。土地利用變遷被列為「台灣環境變遷與全球氣候變遷衝擊評析」

研究中的重要因子之一。本研究計畫乃是此一整合型計畫的子計畫，負責土地利用及其變遷研究，針對台灣地區在全球環境變遷尺度下的土地利用變遷問題進行調查、分析與評估模擬與分析。本研究負責土地利用變遷的面向，原計畫構想擬以三年的跨年度完成總體計畫，本年度研究為第二年計畫。

1.2 研究問題

有鑑於土地利用/土地覆蓋對環境變遷的重要性，國際地圈和生物圈研究計畫（IGBP, International Geosphere and Biosphere Programme）及國際社會科學委員會下的人文面向研究計畫（IHDP, International Human Dimension Programme），特別合組一個探討土地利用/土地覆蓋變遷（LUCC， Land Use and land Cover Changes）的工作群，積極規畫和推動土地利用變遷研究之進行。這個工作群並擬出土地利用變遷研究的三個核心課題，包括(IGBP, 1993)：

- 境況評估（situational assessment）：針對不同的時間規模和空間規模，瞭解土地利用和土地覆蓋的變化情形。空間規模涵蓋地區性到全球之間的不同範圍，時間規模包括近二十年到近四百年之間的不同時期規模。
- 模擬與預測（modeling and projecting）：建立土地利用和土地覆蓋的變遷模式，以預測未來可能的變化趨勢，進而預測整體環境的變遷。
- 規模概念（conceptual scaling）：不同規模下的環境變遷型式和影響層面不盡相同，研究工作必須思考各種不同規模下的環境變遷問題並加以整合，以瞭解不同規模的土地利用變遷現象，彼此之間的關連性和影響。

第一年度研究重點為土地利用資料的整理及土地利用變遷研究的文獻探討，本研究廣泛探討台灣地區的土地利用資料類別，並且進行初步的資料生產與整合測試。本年度研究課題包括兩大項目：資料整合與變遷分析。

在土地利用資料整合工作上，本研究探索五個不同時段的土地利用資料，分別為 1904、1926、1971、1977、1995 等，同時也收集整理遙測衛星影像資料，此

一資料庫將台灣土地利用變遷上溯到 100 年前，為土地利用變遷模擬工作建立多元的來源。在土地利用變遷的境況分析部分，本研究使用大比例尺的土地利用資料進行變遷分析，得到淡水河流域平地部分的土地利用變遷，具體分析出變遷的類型、面積和位置。這些資料將可以作為進一步模式探討的基礎。

在變遷分析方面，本研究以淡水河流域的土地利用變遷進行研究。利用所整合的不同年度資料，進行變遷偵測與分析。這部分工作除了使用現成的 GIS 軟體系統之外，也自行發展電腦程式來進行空間演化分析，探討土地利用變遷的結構與組織，利用這種統計因素來檢討土地利用變遷的空間結構關係。從地理資訊分析的層面，本研究考慮到資料網格解析度大小的問題，並且使用實際資料來驗證解析度大小的關係。從變遷的面積、類型組合等因子，皆是研究探索的重點。

1.3 研究工作及步驟

本年工作重點在於資料收集整理與建構。資料庫的內容與格式會影響到其利用價值，是以必須先探討資料庫設計工作並設計其整體性架構。研究工作內容包括：

- 1、土地利用變遷模式探討：針對土地利用變遷的模式進行文獻收集與整理。

本年度的文獻回顧部分加入兩個主要系統，分別為美國地質調查所 (USGS) 支持的 Gigalopolis 計畫及華盛頓州立大學的 UrbanSim

- 2、資料彙整：由相關政府單位和研究機構，取得現有的數值土地利用資料。

另外，由國土資訊系統的管道，取得其他相關的數值地圖資料。參考 IGBP 架構，探討土地利用變遷所要涵蓋的資料。本年度工作取得台灣本島完整的 1/25,000 的數值地形圖，從中得以抽取建築區、道路、綠地等類別的土地利用資料，這些現成的數值資料對於土地利用現況瞭解有莫大助益。

- 3、變遷分析：利用所收集的土地利用資料進行比對，探討土地利用變遷的數量、位置、類別等。

- 4、模式建立：發展土地利用變遷模式，圖檔整理：建立位相關係，賦予屬性

資料，並且將個別圖檔整合。

1.4 成果效益

接續第一年的研究工作成果，本研究第二年度的重要成果包括下列三項：

1. 資料庫建置：測試 1904 年台灣堡圖及 1926 年台灣地形圖的數化工作，這項成果顯示台灣地區的土地利用資料在時間尺度上可以上溯到 100 年前，並且大致上每隔 20 年能有一次完整的資料。
2. 台灣地區土地利用現況瞭解：本研究首次利用大比例尺的數值資料庫，完成台灣各縣市的土地利用基本資料分析。這些資料是以地理資訊系統進行建置，因此可以方便地和其他各種環境及人文因子整合分析。這些成果有助於提供台灣地區環境變遷狀況的紀錄。
3. 變遷分析：利用過去 100 年來五個年度的資料，建立淡水河流域土地利用變遷的分析，包括變遷的類型、面積、位置。並且能進一步以動畫的方式來呈現這些變遷，進而探討引發變遷的驅動力。

上述研究成果可以作為其他子計畫之參考，如：陸域生態、海岸河口、大氣化學等，皆直接或間接地受到土地利用變遷影響。本子計畫研究積極思考如何來落實整合的理念，希望能藉由資料分享來充實環境變遷研究的周詳性，進一步促進整合模式的發展。

第二章 土地利用變遷模式探討

2.1 土地利用變遷研究

由於土地利用變遷是多面向的綜合地理現象，早期單純的土地利用變遷僅就單一個案加以解析陳述其變遷現象。但從近期的土地利用變遷研究中可以發現土地利用變遷研究結合了景觀生態學的理论、數學演化模式等新的研究取向來嘗試解釋不同地區不同時段的土地利用變遷。例如，運用馬可夫鍊（Markov Chain）度量土地利用變遷研究，基於機率的假設，配合群集分析來瞭解變遷趨勢（丁志堅，1997），運用同樣的研究概念，再配合多變數分析，將土地利用變遷研究的變遷原因分析的更完備（蔡靜如，1998）。近幾年來，細胞自動機（Cellular Automata，簡稱 CA）逐漸被引用到土地利用研究中，CA 是從空間演化的觀點來解釋土地利用變遷的現象，提供另外一種模式建立的觀點。本研究在上一年度研究中，曾經針對 CA 的本質和應用可能加以探討。本年度研究進一步探討大型的整合模式，其中美國地質調查署（USGS）的 Gigalopolis 計畫和華盛頓州大學的 UrbanSim 是較具代表性的兩個模式。這兩個模式分別提供原始的程式碼（Source Codes），有助於電腦系統的引進與建置，因此本研究深入瞭解這兩套模式。茲分別介紹如下。

2.2 Gigalopolis 計畫

Gigalopolis 計畫是由美國加州大學 Santa Babara 校區的團隊負責推動。這個計畫使用了細胞自動機的觀念，充分地利用了計算機的大量運算能力。計算機科學的快速發展，使得許多以前沒有辦法加以實現的運算方法已經可以在一般的電腦上加以實作，其中細胞自動機就是一個明顯的例子。過去當觀察到極為複雜的現象時，歸納時總是只能以巨觀的尺度來進行分析，很多時候並不能完整地描述現象本身以及隱藏於其後的微觀策略。在此我們將巨觀尺度下觀察的標的物

稱為「整體」，並且將微觀尺度下的標的物稱為「個體」。

細胞自動機這個以計算機的發展為基礎的數學分析工具，讓以往研究複雜現象時，「只知其然而不知其所以然」、「只見整體而不見個體」的情形加以改觀。藉由細胞自動機，可以觀察到個體的決定如何影響到整體，因此也就可以推得個體決定的變化與整體觀察現象的模式改變之間的關係。這種能力是前所未見的，因此目前細胞自動機的應用範圍擴展地相當迅速。在土地利用與土地覆蓋變遷的領域中，目前有下列四項課題值得注意：

1. 土地變遷之空間與時間型態的模擬。
2. 在高度非聚集的尺度下了解這些變化的前因後果。
3. 發展出相對應的模型以了解隱藏在土地利用變遷前後的經濟活動。
4. 了解個體的選擇與土地利用變遷結果之間的因果關係。

為了增進對於「明確之空間區位」與「非聚集性空間」之土地利用變遷的了解與模式建立，土地利用資料的收集與分析，在方法和技術上都有必要加以改進。現階段主要的挑戰在於了解「在空間上呈現出分散性的個體選擇」如何聚集起來而成為一區域性的結果，這個議題所關心的是：由一種尺度的分析如何跨越至另一種尺度？Gigalopolis 專案，即為細胞自動機在環境地理學上的應用案例。依據 WWW 網站該計畫的報告說明，Gigalopolis 研究的背景、模型、架構整理如下。

2.2.1 發展背景

Gigalopolis 計畫是以成長中的都市為主要結構，涵蓋世界上十億人口以上的地區。由於這種 Gigalopolis 會徹底地影響到土地、大氣、和水文等資源，因此超過了百萬人口等級的區域都會尺度，其所衍生的都市動力學必須被視為大陸性和全球尺度的現象。

由於都市化區域和它們之間的連結將會是 21 世紀全球變遷的主要驅動力，因此有必要對於此類超大型都市結構的成長模式作一個了解，以因應未來可能的

變化及需求。在美國地質調查所「都市動力學」計畫的財政支援下，Clarke(1997)開發了以細胞自動機為基礎的 SLEUTH 程式，這個名稱是來自於此分析模型中之必要輸入圖層的字首，其中包括：Slope, Land cover, Exclusion, Urbanization, Transportation, and Hillshade。

這個程式以 C 語言撰寫而成並且支援大量平行處理的功能以改進效率。目前它的發行許可證並不是「一般公開許可」或「較少一般公開許可」，因此不是自由軟體。另外它所採用的影像處理程式是由 Tom Boutell.com 所開發 GD Graphics Library (相關資訊可在 <http://www.boutell.com/gd/> 中找到)，此影像函式庫目前的版本 1.8.4 雖然可以讀各種不同格式的網格圖檔，但是僅能輸出 PNG 和 JPEG 影像等開放的格式，對於 GIF 圖檔的輸出功能該公司完全不予理會以避免觸法 (GIF 格式有登記著作權)。而 SLEUTHv3.0beta 在分析時所處理的輸入輸出圖層格式均為 GIF，因此在使用上會受到限制。

SLEUTH 的主要程式架構分為三個部份：

1. 都市成長模型 (Urban Growth Model, UGM)：用來模擬研究區域的都市成長，並且作為在 SLEUTH 中運算的主要部份。它定義了成長係數的指定與使用，以及成長規則與相關係數之間的互動關係。以程式的觀點來看它所扮演的角色即為主程式的部份。
2. 土地覆蓋三角模型 (Land Cover Deltatron Model, LCDM)：為一土地利用與覆蓋的模型，用來模擬非都市的土地類別變遷。事實上因為此模型的「類別變遷動力學特性」設計的極為一般化，因此不論是土地利用、土地覆蓋、或是其他的分類系統都可以由 LCDM 來加以模型化，唯一的差別只在於輸入資料的不同。此模型基本上是由都市成長模型所驅動並且在某種程度上兩者彼此相連。
3. Tom Boutell.com 所開發 GD 影像函式庫 (版本 1.2)：在 SLEUTH 中，為了簡化細胞自動機的實作工程，網格的部份直接以 GIF 影像格式的操作來進行，輸出輸入皆為 GIF 圖檔。不過此一動作它並沒有加以實作而是以外部已經開

發完成的影像函式庫 GD (版本 1.2) 來取代，因此 SLEUTH 輸出輸入的部份為此一影像處理程式。

細胞自動機的四大組成要素為：細胞網格 (cells)、狀態 (states)、鄰近網格 (neighborhoods)、和演化規則 (rules)。在 Gigalopolis 中加以實作的部份 (UGM 與 LCDM) 中，最值得注意的當然是它的演化規則是如何加以設計與定義的。接下來先了解影響這兩個模型中各種生長規則的「生長係數」有哪些，再來看用來定義出模型中「都市動力學」的「生長規則」。

2.2.2 影響生長的係數 (Growth Coefficients)

空間擴散具有三種主要的形式：

- 1、接觸擴散：沿著現有現象的邊緣而逐漸蔓延。
- 2、移轉擴散：現象本身的位置轉移，總面積並沒有增加。
- 3、跳躍擴散：類似植物的種子隨風飄散，可能另外形成新的成長中心。

現實世界的空間擴散過程則可能兼具這三種擴散行為。在 UGM 中為了定義出空間擴散的影響因素，一共使用了五個係數。這些係數的值則是藉由比較「模擬的土地利用變遷」和「研究區域的歷史資料來」做校準，並且藉由成長規則的使用直接影響到都市成長的運算結果：

- I. 分散係數 (dispersion coefficient)
- II. 繁殖係數 (breed coefficient)
- III. 傳播係數 (spread coefficient)
- IV. 坡度係數 (slope coefficient)
- V. 道路引力係數 (road gravity coefficient)

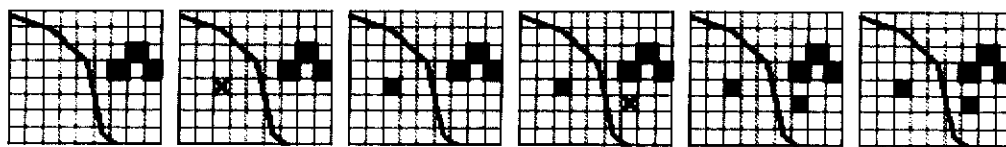
2.2.3 都市動力學的定義 - 生長規則 (Growth rules)

UGM 的都市動力學特性是直接定義在其細胞自動機的演化規則中，也就是 Gigalopolis 專案中所謂的（都市）成長規則。其起始狀態為一組由地景所輸入的資料組態；另外一組判斷與生長的規則則應用到這些資料上來模擬都市所驅動的土地利用變遷。

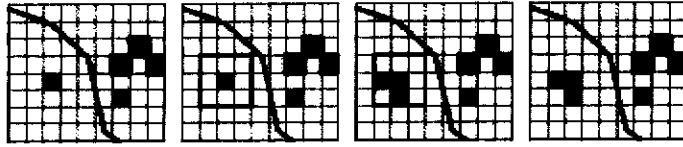
有兩個不同標準的合適度定義，在整個生長過程期間中影響網格都市化的可能性。合適度是以一個不可能都市化區域的「除外圖層」，和「坡度」來定義。其中坡度的合適度定義為：（坡度，slope coefficient）超過 21% 的網格視為不可能都市化的區域。實作在 SLEUTH 的都市成長模型（UGM）中的都市動力特性定義在下述四個步驟中，其中各個步驟以一個「成長階段與動力特性的描述」和「一個成長中各階段的例子」來加以說明。本節中之描述與範例圖示皆摘錄自 Gigalopolis 專案網頁。

都市成長類型在 UGM 的定義中包括下列四種，其中每一種成長類型在每一個成長階段中都會被採用一次，並且彼此之間的成長結果互不衝突。這是因為 UGM 只有對「正成長」加以定義，而沒有所謂的「負成長」。

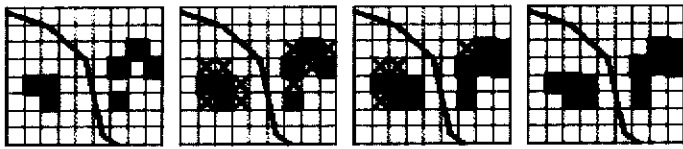
1. 自發的生長 (Spontaneous Growth) - 定義土地之隨機發生都市化的現象。在 CA 架構下為：任何非都市化的網格在任何生長階段中都有一點機會成為都市化網格。



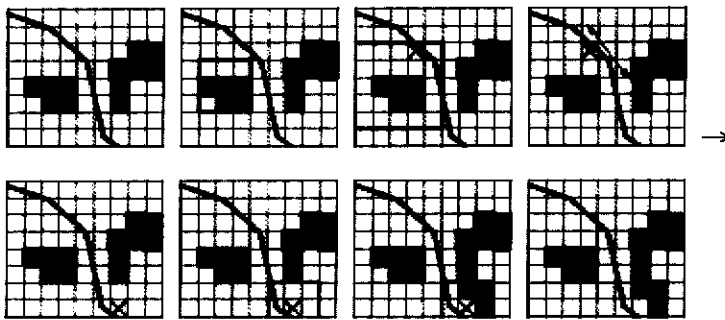
2. 新的傳播中心 (New Spreading Centers) - 任何新的、自發地都市化的網格，都會成為新的都市化傳播中心。



3. 邊緣生長 (Edge Growth) - 如果一個非都市化的網格有至少三個都市化的相鄰網格，那麼它就有一特定的全域機率（定義在 spread coefficient 傳播係數中）使其本身都市化。



4. 道路所影響的生長 (Road-Influenced Growth) - 是由現有的交通基礎建設以及在步驟(i)(ii)(iii)所完成的最近的都市化 來加以決定的。



2.2.4 生長循環 (Growth Cycle)

一個生長循環包含了下述步驟，如果是進行土地覆蓋的模型化，其生長規則則採用土地覆蓋三角模型 (LCDM) 來取代原本的都市成長模型 (UGM)：

1. 設定係數 (Set Coefficient Values)
2. 採用成長規則 (Apply growth Rules)
3. 自我修正 (Self-Modification)

這三個步驟中比較值得注意的是 Self-Modification，它會將前述的五個係數值分別調整為景氣好（如果成長速度過快，大於 CRITICAL_HIGH）或景氣差（成長速度過慢，小於 CRITICAL_LOW）的狀態，以模擬在都市成長的過程中成長加速與下降的情形。

2.2.5 實際案例

在本案例中顯示了在模擬前實際的土地利用資料，共有 1930 年及 1990 年兩個年份。首先，先進行模型的校準（calibration）工作，完成校準後即可由 1930 年的資料開始進行都市成長的模擬，或由 1990 年的資料進行回溯模擬。結果如下表所示，其中 1930 年與 1990 年的道路發展與都市發展資料皆為實際資料，作為模型的校準之用；而 1950 年與 1970 年之資料則為由 UGM 模擬而得的資料。

SLEUTH	1930	1950	1970	1990
實際土地利用				
道路發展				
都市發展				

圖 2.1 利用 SLEUTH 由實際土地利用模擬道路與都市發展之範例圖

2.3 UrbanSIM 模式介紹

UrbanSim 是華盛頓大學 (University of Washington) 所發展的都市成長模式，是整個 PRISM (Puget Sound Region Integrated Synthesis Model) 的人文面向模式，整個 PRISM 模式的目的是為了探索華盛頓州 Puget Sound 地區的環境及人文因素。都市擴張是影響環境變遷的主要因素，而這種成長是一種動態的過程，涵蓋時間和空間的變化，也涵蓋微觀尺度的個人決策和多重的組織與機構的角力。現有的都市擴張模式大都是以傳統經濟學的土地利用模式切入，這些觀點假設土地擁有者和開發者都是以追前最大利益為目標。Wingo(1961)提出都市結構平衡的觀點，認為區位是影響民眾選擇住宅位置的主要因子。Leontief(1967) 的輸入/輸出 (Input/Output) 模式，則著眼於各種經濟因素的流通。大致而言，這些有關土地利用變遷與都市成長的分析，偏重於經濟學的考量。

UrbanSim 的目的在於提供一套整合模式，包括：都市經濟、景觀生態、複雜系統科學等。UrbanSim 是參考 Waddell (1998a,b,c) 所發展的都市模擬模式，用以預測都市地區土地利用、基礎設施、資源使用與污染分佈等現象。

UrbanSim 包括五個部分的模式：

區位模式 (location model)

生產與消費 (production and consumption)

土地利用 (land use)

土地覆蓋 (land cover)

水資源使用 (water use)

營養承載 (nutrient loads)

土地利用和覆蓋被視為整個模式的核心，因為土地覆蓋的變遷是受到自然環境及人文社經條件的驅動，而這種改變是目前最主要的環境變遷。都市中土地利用的變遷則包括：經濟變遷、人口變遷、工作機動性與位置模型(Employment mobility models)、就業機會移動性(Employment mobility models)、就業機會選擇模型。地

理區位是一項重要的因子，例如房地產特質包括了區域交通可及性、住家機動性與區位因素。

時間和空間的演化是這些模式所欲探討的因子，因此整個計畫採用細胞自動機的概念，用來探討區位的時空演化模式。

2.4 小結

Gigalopolis 專案提供了一個細胞自動機於土地覆蓋與都市成長模擬上的良好範例，可以作為今後在建構模擬台灣地區土地利用變遷模型時的參考系統。不過我們必須了解 SLEUTH 的 UGM 與 LCDM 和可以用來模擬土地利用變遷的細胞自動機有兩點根本上的不同：

1. 單一主題：只能針對單一主題進行成長模擬，不同主題之間的成長互動付之闕如。而土地利用變遷中，各種不同類型的土地利用彼此間的互動會是分析模擬上的一個主要因素。
2. 成長不能回頭：隨著時間的進展，已經成長的區域不能再變為「未成長」。不過模擬時則可以在時間軸上向前或向後（回溯）進行。

因此並不能直接將 SLEUTH 應用在土地利用變遷的模擬上。不過如果依照它現有的架構再加以修改，加入進行土地利用變遷所必要的分析要求，應不失為一可行的方式。

UrbanSim 模式採取開放程式碼的政策，因此已可順利取得原始程式碼及相關的文獻，可以在一般之個人電腦上執行。這個模式值得用來測試。然而軟體安裝及資料格式方面皆有待克服困難。目前，台灣大學相關系所已經獲得研究經費支持，將引進這個模式，並改寫成本土化系統，以台北都會區進行模式驗證與校正。本研究所累積的淡水和流域土地利用變遷資料及經驗，將可作為這些系統開發的參考。

第三章 土地利用資料

3.1 新增資料來源

本研究在上一年度已經整理出台灣地區的土地利用資料來源及類型，並且闡述各種資料的特性。所列舉的資料包括：

1. 早期歷史文獻資料
2. 調查報告
3. 清朝台灣古地圖
4. 日治時代地圖
5. 遙測衛星影像及航空照片圖
6. 內政部經建版地形圖
7. 數值資料

本年度研究新增資料為現代數值地形圖。伴隨地理資訊系統的發展，資料生產已經逐漸成為一項新的產業。以往的地理資料主要是由政府部門在負責生產，隨著 GIS 產業的成長與專業化，民間廠商也有生產地理資料的能力。目前，台灣地區的資料生產廠商已有數家。早期的資料生產者是以兼業方式進行，這兩年則出現專業的資料生產廠商。本研究使用勤崙公司所生產的 1/5000 數值地形圖和 1/25000 數值地形圖。這些圖上分別有詳細的道路網、建築區、公共設施、綠地等。是土地利用變遷研究的重要資料，本研究取得上述資料的使用權，因此在本年度的研究中也納入這部分資料的分析。

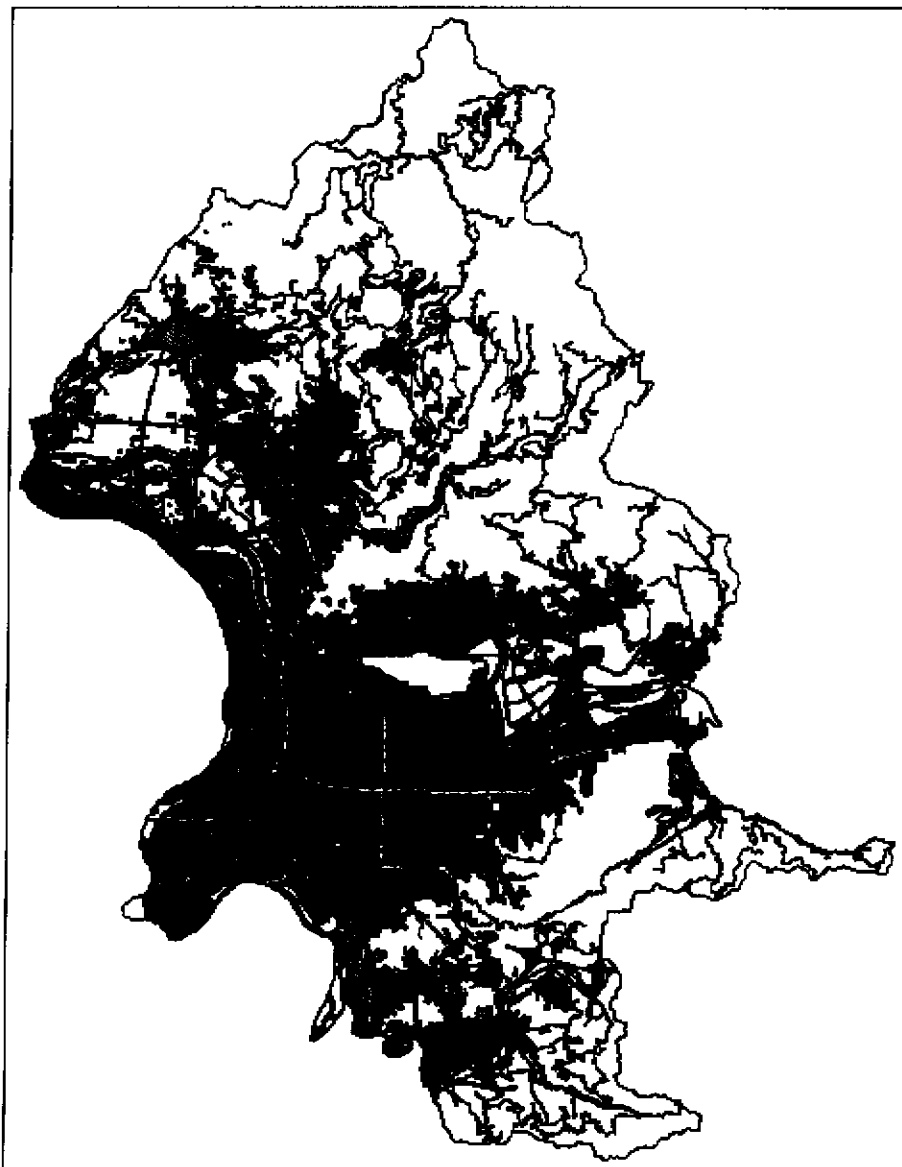


圖 3-1 勤崙科技所生產的全台土地利用數值資料（以台北市 1/25000 資料為例）



圖 3-2 勤崙科技所生產的全台土地利用數值資料（以建城區 1/25000 資料為例）

3.2 各類土地利用資料特色

早期文件資料提供的是一種背景資料，沒有辦法得知確切的土地利用的空間位置或數量，然而顯示的是人類活動初期的未開發狀態。真正能進行土地利用變遷分析，必須要有精確的地圖，足以顯示土地利用的類型及位置，唯有大比例尺的地圖才足以提供這樣的資料。對於台灣地區而言，這類的資料出現在約 100 年前。日本佔領台灣之後，爲了能掌握土地資源，進行大比例尺地圖的繪製，先後在 1905 年及 1925 製作台灣堡圖及台灣地形圖，這兩套圖使得我們的分析得以上溯到 100 年前。

台灣堡圖是由日本臨時台灣土地調查局配合陸軍測量部自 1898 年（昭和 31 年）起耗時六年在全台灣各地以三角測量法所繪製的大型地形圖，於 1904 年正式由台灣日日新報社對外公開出版。堡圖共計有 465 張分區地圖，資料涵蓋範圍 18846.906 平方公里，佔全島面積 52%。日本政府繪製台灣堡圖的目的在於管理土地地權、區分地目及測量地形。每張堡圖的比例尺為二萬分之一，詳細記載 1900 年代日治初期台灣土地利用的空間分佈及地貌特徵，建地、農地、林地等土地利用的精確範圍都可以在圖上讀取。若將台灣堡圖的資訊數化成地理資訊系統格式，則它可能台灣最完整的，而且是資料年代最早的數值土地利用資料。

台灣堡圖記錄的資料可分為 13 類(表 3-1)，人文地理資料有市街、社庄等聚落建地，建地內的「副記號」標示地面上明顯特立建物或特殊點，如神祠、寺院、學校等。天然地及耕地為農田及其他自然植被的土地，農地分田地（水稻田）、茶園、旱田（果樹）等，有些地區會夾雜部份墓地。自然地理資料主要是以等高線表示地形的起伏高低，山區細部的天然變化地如崩場地、裸露岩頭用小圖案標示。天然植被則分為草地、樹林（林地）、竹林、荒地等。至於河道及沙洲也按真實比例記載，細流、土堤、石堤、乾河道也繪製上去。

表 3-1 台灣堡圖地理資料表

資料類別	細部項目	備註
市街		面資料
社庄		面資料
副記號	神祠、寺院、西教堂、陸軍基地及軍營、海軍基地及軍營、廳、公署、監獄、學校、醫院、派出所、郵便電信局等 24 項。	點資料
小物體	石燈、基地、紀念碑、獨立樹、竹子、採礦地、井、三角點等 12 項	點資料

構圖	城郭、土圍	線資料
道路	一至三等道路、不明路、電線等 8 項	線資料
境界	廳界、堡里鄉界、街庄界、地域、蕃地界等	線資料
鐵道	車站、鐵道、交會處、建構中鐵道	線資料
耕地及天然地	旱田、水稻田、茶園、草地、樹林、竹林、荒地、墓地等 8 項	面資料
起伏地及變形地	崩塌地、裸露硬岩、散碎地、下陷地	面資料
埤圳	堰、小溝、河上及道路上	線資料
河川地	沙地、細流等 14 項	面資料
海岸地	鹽田、投錨所、沙洲、堤防等 6 項	點資料
固定水體	湖、沼地、濕地、泥地	面資料

國民政府播遷來台後，為發展台灣農業，特委由行政院農委會農林航測所利用中型飛機拍攝台灣平地及山區農業及林地土地利用現況，航空照片記錄拍攝當時的土地覆蓋狀況，是土地利用資料中最即時的一類資料。此外，中央大學太空遙測中心每天自環境資源衛星接收影像資料，資料中所記錄的是反射自地表的光譜值，地面的衛星接收站收到衛星傳送的資料後儲存，以利於後續的人工或電腦做判讀分類處理。航空照片及衛星影像資料都不是實際從地面調查得知的土地利用資料，土地覆蓋並不一定能夠代表土地利用。例如資料中某塊草地可能是荒地，校園內的草坪或大規模的牧場，分類判識出來的土地利用便可能為荒地，建地或農地。因此土地覆蓋不能告訴我們這是那一類型的土地利用，航照圖及衛星影像圖在本質上只能算是間接的土地利用資料。照片和影像必須經過人工判識加上實地調查才能轉變為真正的土地利用資料。儘管資料的時效性高，但土地利用的判識及調查的過程相當耗時耗力，而原資料的使用費也高，這正是該資料的特

色。

農委會及內政部出版的土地利用資料都是經過實地調查所得來的資料，因此不須做人工判讀的工作，只要將原有的土地利用代碼重新分類後即可使用。農委會的資料是注重農地及林地的地目分類，建地部份僅歸為一類。內政部則較注重都市土地利用分類，學校，工廠，寺廟都有分類出來，如要整合這兩筆資料應先做好土地重分類的工作。

茲將上述各土地利用資料依時效性及資料限制、後續處理等特色列於表 3-2 以供比較：

表 3-2 各類土地利用資料的特色比較(本研究整理)

資料名稱	時效性	資料限制	後續處理	備註
台灣堡圖及台灣地形圖	台灣最早的土地利用資料	無山區及禁圖資料	以 GIS 數化、地目重分類	地圖
農航所航照圖	即時性	資料量龐大，影像複雜	人工判識、數化、現地調查	照片
衛星影像圖	即時性	資料量龐大，影像複雜	人工判識、數化、現地調查	電子影像
農委會土地利用資料	1971 年及 1977 年	建地分類不夠精細	接邊、地目重分類	GIS 圖層
內政部土地利用資料	1994 年	無台北市及高雄市	接邊、地目重分類	GIS 圖層

3.3 坐標整合處理

本研究在建立基礎土地利用資料時，在座標系統上遭遇到兩個問題，：

1. 各個年代的座標系統都不盡相同，即使相同，所使用的參考值也不同。

2. 年代較早的地圖在測繪時所使用的測量儀器在精度上限制較大，尤其是測量較長距離時的累積誤差十分嚴重。

爲了對這些座標進行修正的工作，在各個步驟中分別開發了 ArcView/Avenue 程式來加以解決：

1. 座標平移與定位
2. 座標變形資訊的蒐集
3. 座標的修正

各別的程式碼敘述如下：

1. `translate.ave` 這個 script 的主要目的是爲尚未建立地理座標之數化後 polygon shape 圖層進行初步的地理座標關連(geo-reference)，此一功能與目前 ArcGIS 8.1 Desktop 中所提供的 geo-reference 不同。ArcGIS 8.1 Desktop 所針對的是網格式圖檔的座標定位功能，與 ArcView 3.* 中的延伸模組 Imagine Analyst 所提供的相對功能基本上是一樣的，而本程式所操作的對象乃是向量式的資料（即，點、線、面...等格式）。以目前而言，程式只是單純地進行座標位置平移的動作，至於比例尺的調整則藉由下面的兩個 scripts（`transformdata.ave` 和 `transform.ave`）來加以處理。特別要注意的是這兩個 scripts 並不只是專門設計用來進行比例尺的調整之用的，它們可以進行更爲一般化的座標修正工作。
2. `transformdata.ave` 的主要功能在於有效地進行座標變形修正資訊的蒐集，它採用了 ArcView 3.* 的操作介面來幫助使用者加速資訊的蒐集工作。本研究在將 1904 年的土地利用資料修正至 1926 年時總共在兩個圖層的比對中擷取了 740 個修正點資訊，如下圖所示，其中淡灰色圖形爲 1926 年的土地利用資料而藍色 X 形即爲修正點。

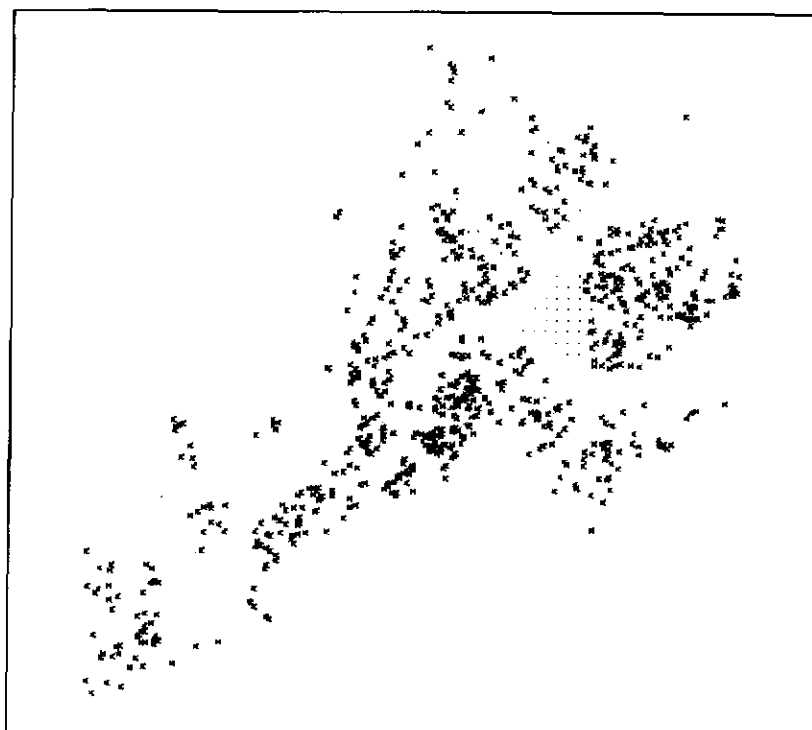


圖 3-3 將 1904 年土地利用資料修正到 1926 年之修正點資訊

蒐集的步驟基本是以編輯一個點(point)格式的 shape file 的方式來進行，不同的是使用者只需要在操作時如繪製線段般，先在欲修正的座標點上左鍵按一下，再到此座標點應在的位置上左鍵按一下，即完成一個點位修正資訊的建立。程式會自動計算出其 x 方向及 y 方向的偏移量並且將它們連同此點位之座標資訊寫入其屬性表中，如下圖所示：

Shape	Id	Delta x	Delta y	x	y
Point	0	-50.2629	35.9020	280809	2758198
Point	0	-40.2103	22.9773	281063	2757965
Point	0	12.9247	14.3608	281014	2757278
Point	0	-51.7515	12.9247	281408	2757300
Point	0	-5.7443	35.9020	281198	2757331
Point	0	-24.4134	14.3608	278951	2756441
Point	0	-27.2856	-27.2856	280357	2754573
Point	0	-25.8495	-14.3608	280822	2754281
Point	0	-15.7969	-15.7969	280558	2754277
Point	0	20.8418	-57.3149	295374	2775855
Point	0	-18.2365	-41.6835	295875	2775831
Point	0	-52.1044	-28.6574	295578	2775712

圖 3-4 修正點位之屬性表

在完成變形修正資訊的蒐集後，可以採用各種不同的模式來對它們進行連續變化圖層的處理，如：設定人爲邊界、搭配地形分析...等。不過現階段由於原始資料不足，因此採用沒有其他圖層因素影響的內、外插演算方式取得連續變化圖層。藉由此種方式，地理座標在二度空間上的變形可以分爲 x 方向和 y 方向上的連續變化圖層，分別如圖 3-5 及圖 3-6 所示：

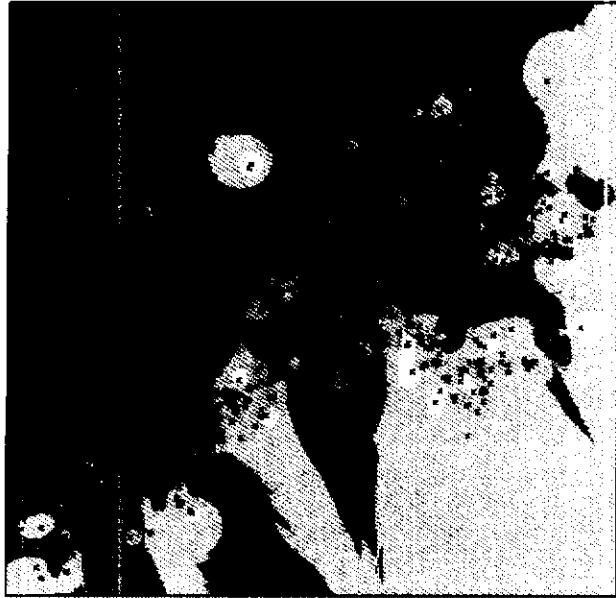


圖 3-5 X 方向連續變化圖層



圖 3-6 Y 方向連續變化圖層

其中比較值得注意的是，在某些地區由於可供前後比對的參考點稀少，甚至只有一點，使得所得出的變形資訊呈現不準確的同心圓狀。這個現象也許可以由別種處理連續變化圖層的模式來加以排除，不過終究是數值演算上的技巧，真正要消除此種現象只能藉由更多更詳細的比對資訊。

3. `transform.ave` 有了變形修正資訊後，就可以 `transform.ave` 來對向量式資料進行座標修正，這個 script 讀取前述的 x 與 y 方向上的連續變化圖層作為其座標修正之依據。目前考量到相對精度、程式的工作效率、以及本研究欲修正標的物的特性，採用的方式是以每個圖徵（建築區）為單位來進行平移。理想上如果變形資料十分精確或欲修正標的物之 x 方向或 y 方向上的延展範圍相對於整體變形區域比例較大而無法加以忽略時，則必須要採用以組成各個圖徵的基本點作為平移單位之方式。目前由於客觀條件不足，因此以圖徵作單位是較為合理的作法。

圖 3-7 與圖 3-8 分別顯示出修正前後之 1904 年土地利用資料與 1926 年資料套疊時之情形：



圖 3-7：修正前之 1904 年土地利用資料與 1926 年資料套疊時之情形



圖 3-8：修正後之 1904 年土地利用資料與 1926 年資料套疊時之情形

第四章 淡水河流域土地利用變遷

4.1 淡水河的土地利用變遷

空間分佈的變遷模擬是地理學及相關空間領域的一大研究課題。土地利用變遷、水產養殖地的擴充、疾病的擴散，都是一種空間演化。顯示在面積、位置、分佈型態上都有可能演化。有關空間演化方面的研究也有了更多元的作法。以土地利用變遷研究為例，前人研究使用 GIS 和計量分析結合，以統計分析或機率結合觀點，例如應用馬可夫鍊的模擬方式（丁志堅，1997）。針對一個現象空間演化的行為加以研究者雖然並不多，但是卻開始的非常早。早在 1960 年代瑞典的學者 Hagerstrand 即提出的空間擴散就已經提出這種概念，他以 Monte Carlo 模式來模擬這種可能的演化，並且以 5 公里見方的網格為單元，來模擬瑞典地區的一個新農業政策擴散的歷程（Hagerstrand, 1967）。Hagerstrand 的空間擴散模式包括三類的成員：採行者（adopter），傳遞者（carrier），接受者（receiver）。這個模式包括採行—傳遞—接受的過程，傳遞與接受的程度是由機率來決定（Hagerstrand, 1967; Haggett *et al.*, 1989）。他並且提出鄰近區（neighborhood）的概念，同時也採用網格狀的結構。其結果是以 Monte Carlo 模式來解釋這樣的擴散行為。這種模式將現象視為一種主體與客體，並且將擴散的行為由機率來解釋。

這 20 年來，地理資訊系統的發展使得空間模擬的研究工作更為便利，而網格式 GIS 的發展更提供大量的模擬工具，間接刺激新的地理模式發展。近年來發展中的細胞自動機（Cellular Automata，簡稱 CA）提供另外一種觀點，從空間組織的演化上切入（汪禮國，1997；陳宥任等，2000；Clarke *et al.*, 1997；White and Engelen, 1997；White, Engelen, and I Uljee., 1997）。

4.2 細胞自動機與空間擴散

細胞自動機的理论源自於計算機科學的發展，近年來在地理相關問題的應用

研究上漸漸受到學者的重視。CA 的組成要素包括：網格、網格型態、鄰近空間、演化規則等四項 (Batty *et al.*, 1997)。茲分別說明如下。

- 網格 (cells)：CA 是由一個個的網格（或稱細胞）所構成。理論上這些網格可以是任何幾何形狀，甚至可以立體的空間，不過目前大部分的 CA 研究都是以規則排列的方格為主，其空間結構和網格式地理資訊系統的結構相同。
- 網格型態 (states)：每一個網格的內容是由一組有限的型態來顯示，這些型態可以是二元的，如：活的、死的；空的、已經被佔據的。也可以是多元的，例如：建地、空地、商業用地、住宅用地等土地利用類型。在任一時間，每一個網格都將呈現這一組型態中的某一類，也只能以一類來顯示。
- 鄰近區 (neighborhood)：CA 中每一個網格的型態，會隨著其鄰近地區內的網格型態來進行變化。設計一個 CA 時需要界定鄰近區的大小。以網格式的資料結構而言，鄰近區可以是中心網格上下左右四個網格所構成的 Von Neumann Neighborhood，也可以是其周遭的八個網格所構成的 Morre Neighborhood (Batty *et al.*, 1997)。有些研究則將鄰近區的範圍擴大到數個網格半徑，例如 White 和 Engelen(1997)的研究即以 8 個網格為半徑，總數達 196 個網格作為鄰近區。
- 演化規則 (rules)：每一個網格在下一個時間點的型態，是由其目前的型態及其鄰近區內網格型態的組合而決定。由一條條明確的規則決定下一時間點型態的演變。

從本質和功能觀之，CA 的發展分別呈現了一種新的機制 (mechanism)、觀點 (perspective)、模式 (model) 及工具 (tool)。就機制面而言，CA 的演化源自於 1950 年代的人工生命構想，這種人工生命具有動態、自我複製的特性，實際演化是發生在局部性鄰近區內的微觀尺度，演化過程本身呈現的是一種 if - then 的機制。if-then 機制所帶動的演化，本身是一種決定性 (deterministic) 的演化，就微觀層面而言代表著一種由下而上的運作機制，有別於利用數學概念

(如馬可夫鏈的機率概念)的演化模式。

CA 的演化是由各個網格依據鄰近區特性進行全面性的同步演化與更新，其結果呈現了宏觀尺度的整體型態，這種整體型態通常是未能預知的，唯有演化規則已知。這種演化機制反映了「Thinking globally, Acting locally!」的觀點 (Batty *et al.*, 1997)，藉由局部地區內微觀層面的演化來解釋、預測全面性的特性。在探討一個地理現象變遷的原因或本質時，引導我們去思考最基本的作用力演化特質。CA 提出一種空間型態的演化模式，這種模式可以模擬真實世界的狀況，如：土地利用變遷、生態環境的演變，研究者得以用來模擬、預測地理現象的演變，所以它具有模式的功能。在另外一方面，CA 也逐漸發展成一種規劃的工具，將 CA 的演化規則轉換成一種發展條件的規範或限制，例如：「一個農地網格其周圍如果有若干的網格是屬於住宅區或商業區，則下一階段它可能發展成商業區。」這樣的條件可以設定為規劃土地利用時的準則，利用這樣的規則來指定每一個網格的可能發展型態或發展潛力，作為規劃設計的決策依據。從規劃工具的層面來看，CA 的運作方式和一般網格式 GIS 所強調的地圖算術 (map algebra) 非常類似，同樣是以一個圖層內各個網格鄰近區的特性來進行計算並產生發展潛力。

針對 CA 在土地利用的研究課題，White and Engelen(1997)將 CA 發展成為規畫與設計的工具，針對加勒比海的 St Lucia 島進行土地利用規畫，建立了一套結合了宏觀 (Macro) 和微觀 (Micro) 兩種層次的決策支援系統。宏觀層次是從經濟、人口、政策層面來預測整個研究區內的土地利用需求，並且將這些需求分配到各個區域單元。微觀層次中利用 CA 模式來計算每一個網格的土地利用潛力，將土地利用變遷數量分派到各個網格。Clarke 等 (1999) 嘗試利用 CA 來預測未來的土地利用變化趨勢。他們的分析模式整合了地面覆蓋 (land cover)、坡度、交通網路、保護區等四種資料，利用過去 100 年的資料來建立 CA 的變遷法則，並利用過去 100 年間數個不同年度的土地利用資料來校正法則，再利用所產生的 CA 系統來預測未來的土地利用變遷。並納入了自我修正的功能，用來調

整急速擴張或衰退等不同階段的都市成長，增加了 CA 模式的彈性。

全球土地利用變遷是近年來學術界所關心的課題，都市地區或是建地的擴張尤其是造成環境改變的重要因子。這種變遷本身是一種空間擴散行為。空間擴散主要包括三種：接觸擴散、移轉、跳躍式擴散。接觸擴散主要是沿著現有現象的邊緣而逐漸蔓延，移轉現象則是分佈現象本身的位置轉移，總面積並沒有增加。跳躍式的擴散則是類似植物的種子隨風飄散，其繁衍面積逐漸擴增的過程，可能另外形成新的成長中心，而不必然於伴隨於原有分佈面積的周遭。現實世界的空間擴散過程，可能兼具這三種擴散行為。以建地的擴展而言，接觸擴散及跳躍式擴散都是常見的形式，而類似遷村或易地而建的移轉情形也並非不可能。這些情形反映在宏觀尺度的都市成長，即有所謂的 urban sprawl 和多元核心模式 (Cadwallader, 1996:p60-65)。

土地利用變遷往往呈現一種強勢土地利用的擴散過程。CA 提供另外一種思維的空間模式，如果我們使用 CA 是否可以解釋這種擴散行為？本研究以淡水河的土地利用資料為例，結合 CA 的理念和精神來檢視土地利用變遷，探討空間演化與擴散行為的本質，進而探討 CA 和土地利用變遷結合的可能。透過這個研究過程希望能增進吾人對於空間演化與模擬的瞭解。

4.3 淡水河流域的土地利用變遷

研究區的範圍是以台灣淡水河流域內的平地部份為主要的分析對象。原淡水河流域的範圍橫跨台北縣市、新竹、桃園、基隆以及部份宜蘭山區。根據本資料的內容來看，山區及保留地部份因為變動較少，且分類過細，所以選擇了以平地部份為觀察的主要對象。

平地部份的定義是指海拔高度在 100 公尺以下的土地，這塊區域包含了農地，建地，林地，荒地，河道等多樣的土地利用類型，範圍也縮小到台北縣市及部份桃園地區。詳如圖 4-1。粗線為淡水河流域，橫線為流域內的平地部份，為本研究之研究區。

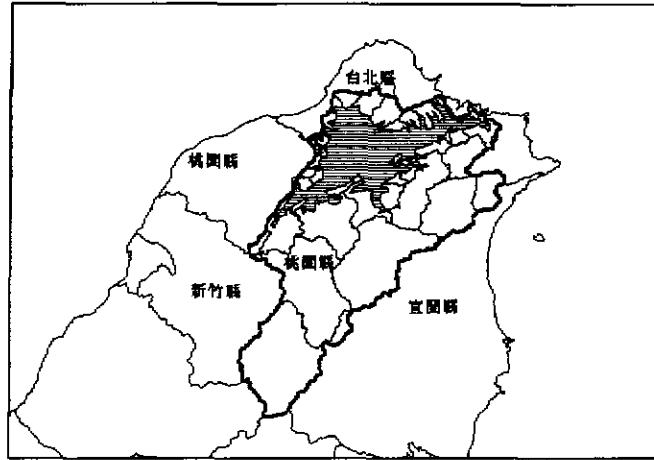


圖 4-1 研究區範圍示意圖

本研究由農委會取得的土地利用數值資料檔計有 1971 及 1977 年等兩個年份的資料。原始資料是以一張張的地圖而獨立儲存成圖檔。基於後續資料分析的需要，本研究將所有的個別圖檔連接成全區的檔案。接邊工作上原是以 PC 電腦上的 Arc/Info 相關指令來操作，但作業過程相當繁瑣。後來即改用 Arc/View 下的 Geoprocessing 中的 merge themes together 功能，完成圖檔的接合。原始資料是以向量格式儲存。根據先前研究經驗顯示，以向量資料進行土地利用變遷分析將會面臨資料不吻合所產生的誤差（賴進貴，1996），所以本研究先將向量式資料轉檔成網格式的 Grid 檔，分別產生兩個年度的網格資料，解析度是 10*10 平方公尺。原資料有邊界不整合及細小碎形多邊形產生，但轉成網格式資料後可以消除原向量資料的邊界，細小多邊形也因網格化後一一的被消除。這部分工作使用的指令是 Arc/View 中的 convert to GRID 指令。由於原土地利用資料分類過細，不利於變遷分析研究。本研究依據環境變遷研究的需求，將原有的類別重新分類為七類，包括：建地、農地、林地、固定水體、其他水體、交通、荒地等。

本研究整合研究區的土地利用資料，目前已經完成 1971、1977 兩個年度的全區數值土地利用資料，並且將它們轉換成網格結構。這些網格資料進一步藉由 GIS 系統來進行分析。疊圖分析（Overlay Analysis）是 GIS 中研究土地利用變遷最有效，也是最直接的分析方法。利用疊圖分析可以分析出變遷土地的空間分

佈及面積變化。本研究利用 ArcView 的 Tabulate Area 計算功能，找出土地利用變遷的類型和面積。根據 GIS 處理結果顯示，研究地區全區從 1971 到 1977 年的七種土地利用變化情形如表 4-1 及表 4-2。



圖 4-2 研究區範圍 3D 示意圖

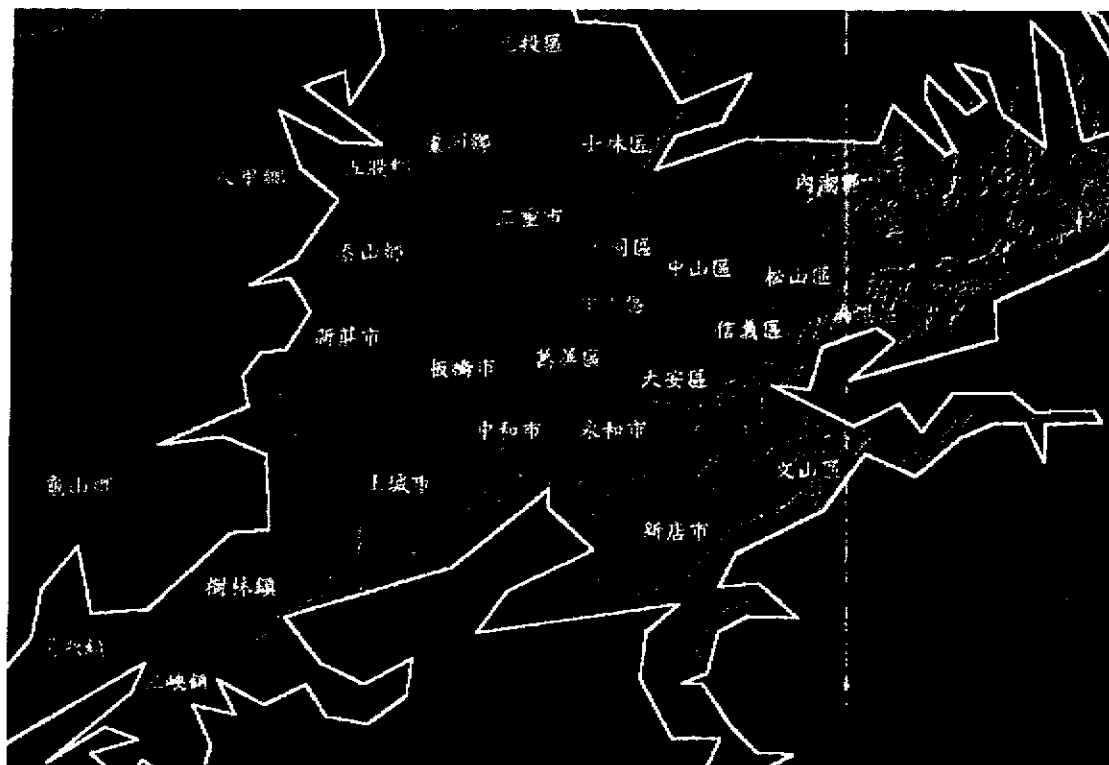


圖 4-3 研究區 1904 年土地利用資料

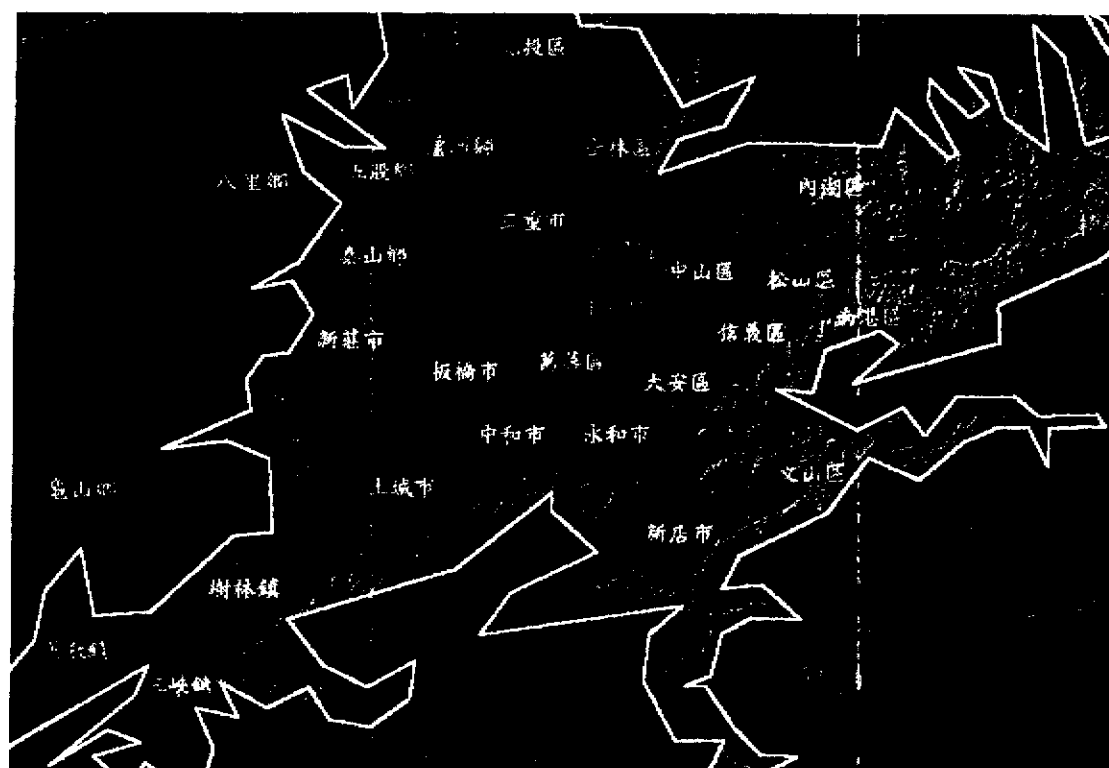


圖 4-4 研究區 1926 年土地利用資料

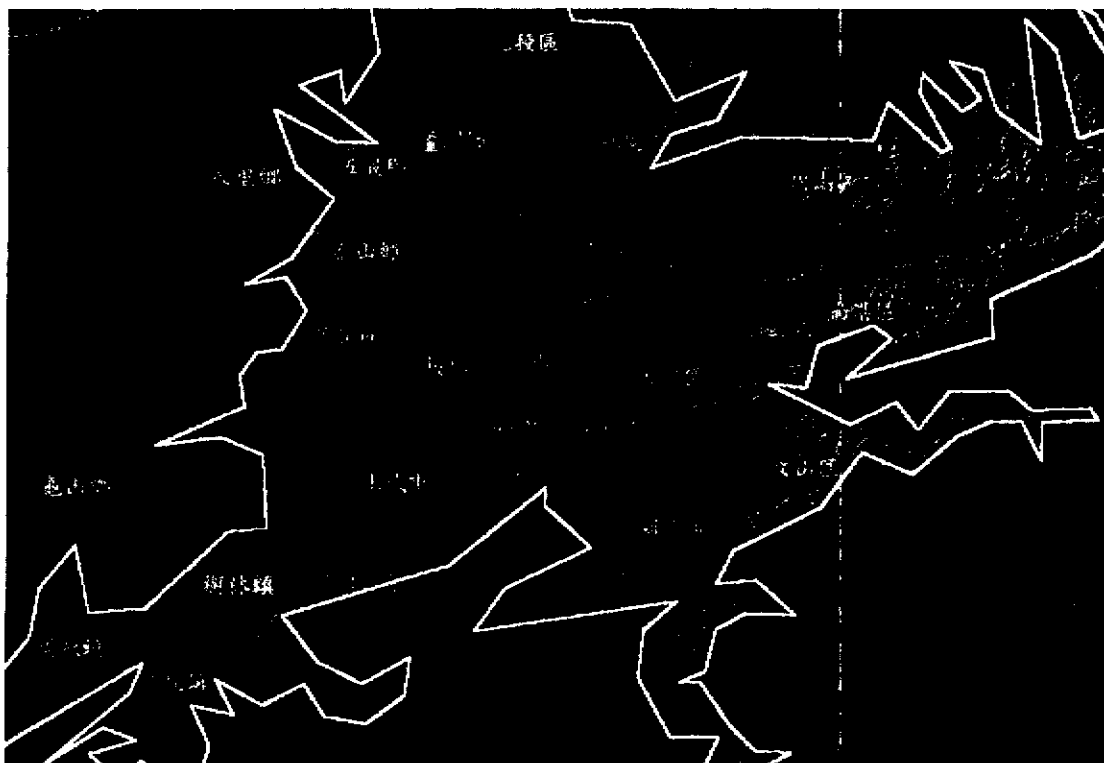


圖 4-5 研究區 1971 年土地利用資料

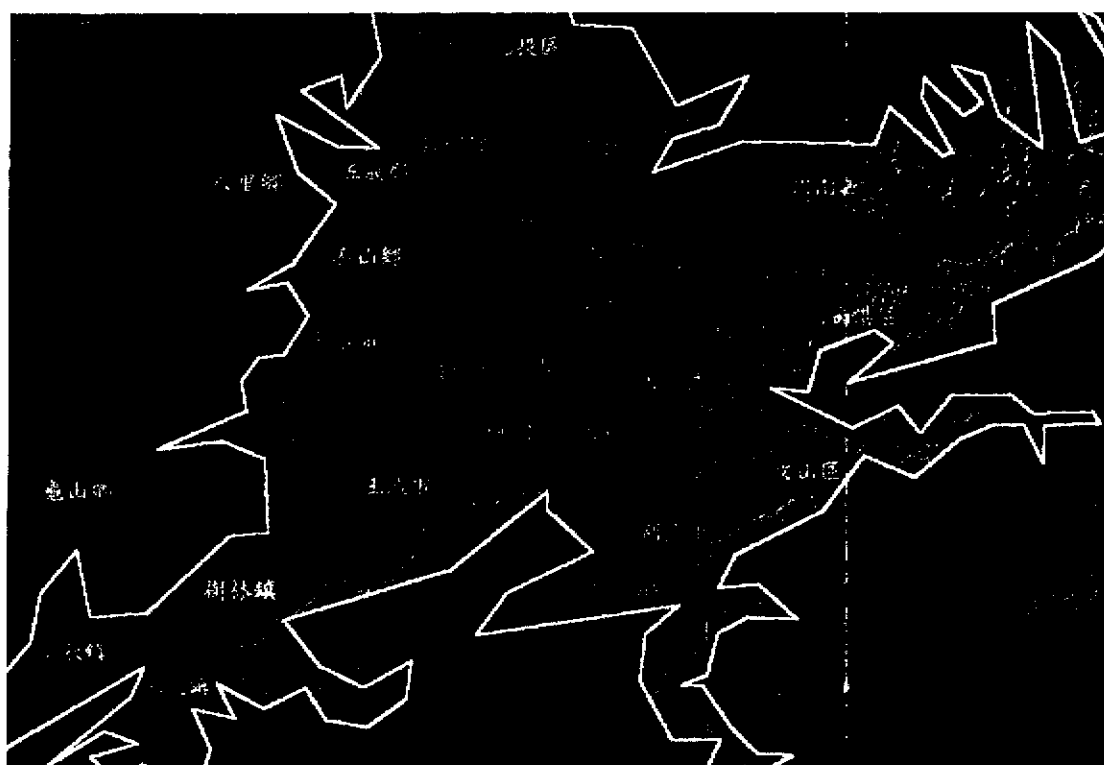


圖 4-6 研究區 1977 年土地利用資料

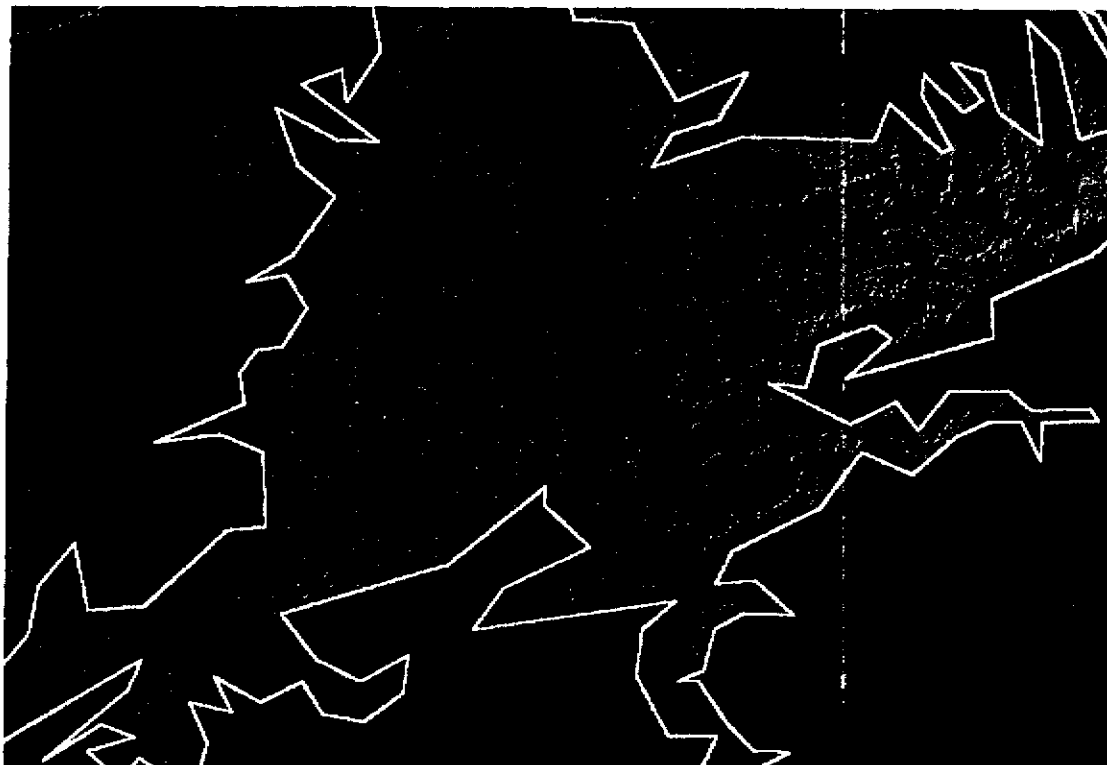


圖 4-7 研究區 1904 年至 1926 年之土地利用變遷情形



圖 4-8 研究區 1926 年至 1971 年之土地利用變遷情形



圖 4-9 研究區 1971 年至 1977 年之土地利用變遷情形

表 4-1：研究區不同年度土地利用資料

	建地	農地	林地	河川水 庫	其他水 體	道路	荒地
1971 面積(公頃)	16328.97	7842.66	782.65	4194.23	827.37	590.34	1904.20
1977 面積(公頃)	17583.53	6554.05	917.52	3532.54	733.33	800.20	2349.24
1971 佔全區百分比	50.29	24.15	2.41	12.92	2.55	1.82	5.86
1977 佔全區百分比	54.15	20.18	2.83	10.88	2.26	2.46	7.24

表 4-2：研究區土地利用變遷分析表(%)

1977 1971	建地	農地	林地	河川水庫	其他水體	道路	荒地
建地	46.92	1.36	0.29	0.12	0.13	0.42	1.05
農地	3.58	17.13	0.49	0.34	0.64	0.66	1.33
林地	0.30	0.22	1.48	0.05	0.01	0.04	0.31
河川水庫	0.83	0.20	0.15	9.75	0.28	0.11	1.59
其他水體	0.49	0.37	0.05	0.17	0.98	0.07	0.42
道路	0.47	0.14	0.02	0.04	0.06	1.04	0.05
荒地	1.56	0.76	0.34	0.42	0.16	0.13	2.49

表 4-1 顯示建地增加了總面積 4%，而農地減少了總面積的 4%，而由表 4-2 可看出，1977 年的建地主要是由 1971 年佔總面積 46.92% 的建地、3.58% 的農地和 1.56% 的荒地等土地利用所轉變。農地變建地是最主要的變遷，所以本研究以這項變遷進一步分析其空間結構。

土地利用和變遷和人口問題息息相關。過去 50 年來台灣的人口呈現急遽成長，伴隨人口增加的是建地面積的成長。土地的面積是有限的，建地的面積在增加中，顯示它是一種擴散的行爲，從土地利用的強度與價值而言，變遷是由低價值發展到高價值。建地是一種最高價值的應用，因此其分佈成長也是可以預期。從 1971-1977 的土地利用變遷地圖，我們發現建地的增加是一種空間擴散行爲，本研究的下一個工作是探討這些擴散的本質和形式可否由 CA 來呈現，甚至進一步加以模擬。

4.4 空間結構分析

針對上述的變遷中，本研究鎖定 1977 年的所有農地網格及從農地變建地兩類網格，進行空間組織結構分析。空間組織分析部分是由本研究自行開發的程式來進行。所謂的空間組織型態是由程式記錄目標網格周圍八個網格的土地利用狀態情形。這個程式所可以查詢與統計的類型包括五種，分別說明如下：

- (1) 一對多型態統計：分析從特定類土地利用變成各類的鄰近狀態統計。
- (2) 多對一型態統計：分析從各類土地利用變成特定類的鄰近狀態統計。
- (3) 一對一型態查詢：分析從某類土地利用變成另類的鄰近狀態統計。
- (4) 鄰近區查詢（一對多）：輸入一特定鄰近狀態，查詢此一狀態在 A 類變成各類的情形。
- (5) 鄰近區查詢（多對一）：輸入一特定的結果，查詢此一結果的變遷來源之鄰近組成。

以圖 4-10 的示意網格為例，中心網格從第一年度的農地轉變成第二年度的建地，其鄰近狀況為 1 個建地 6 個農地 1 個林地。

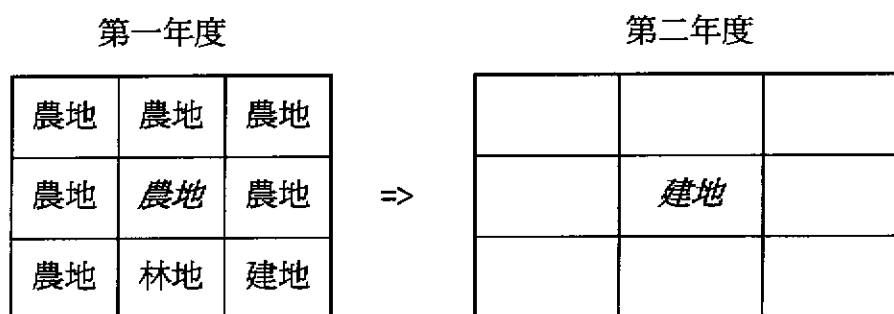


圖 4-10：鄰近區狀況與變遷示意圖

利用這些自行開發的空間分析程式，本研究進一步分析農地變建地的鄰近區網格型態。表 4-3 內容所顯示的所有農地網格的鄰近區組成情形。由於可能的網格型態非常多，所以表格中只列出該類型網格數量超過總網格數 1% 者，共計有 8 類。

整合表 4-3 和先前的表 4-10 資料，我們發現研究區原有的農地約佔總面積 20%。其中，有 70.87% 的農地在 1977 年仍維持農地，14.83% 變為建地，2.72% 變為道路地，2.04% 變為林地。相對於建地而言，土地利用為農地的區域，維持農地的比例略低，有約 30% 轉變為其他土地利用，顯見農地變遷是主要的改變。具有相同鄰近區狀態的農地網格，有可能發展成不同的土地利用。例如，周圍 8 格都是農地的農地網格，變成建地和維持農地的比例是 2：9。這個比例關係顯示鄰近區狀態和變遷類型存在一種多元的可能，而不是單純的映射。由於同樣的初始土地利用和同樣的鄰近狀態有可能演變出不同的土地利用，找出某一土地利用變遷的鄰近型態後，分析同樣鄰近型態會變遷成不同土地利用的比例，後續工作在發展演化規則時，可以利用此一比例以機率方式去決定變遷後的土地利用型態。

表 4-3：農地變遷的鄰近狀態統計（所佔比例大於 1%，10*10 平方公尺）

1	轉變	鄰近網格狀態							所佔格數	比例 %
		建	農	林	河川	其它水體	道路	荒地		
農地	農地	0	8	0	0	0	0	0	451584	58.0
農地	建地	0	8	0	0	0	0	0	69116	8.9
農地	荒地	0	8	0	0	0	0	0	26662	3.4
農地	道路	0	8	0	0	0	0	0	14687	1.9
農地	農地	1	7	0	0	0	0	0	13478	1.7
農地	其水	0	8	0	0	0	0	0	12925	1.7

農地	農地	2	6	0	0	0	0	0	10917	1.4
農地	農地	3	5	0	0	0	0	0	9482	1.2

本研究重點鎖定在農地和建地的關係，所以分析重點進一步針對所有鄰近區狀態只包含農地或建地的農地網格進行統計。這項統計結果如表 4-4。表中左側第一欄數字表示網格組成型態。例如，8000000 代表 8 個建地 0 個農地，7100000 代表 7 個建地網格 1 個農地網格。

表 4-4 農地變遷鄰近型態分析(10*10 平方公尺網格)

	農地	建地	林地	河川水庫	其他水體	道路	荒地
8000000	0	0	0	0	0	0	0
7100000	15.7	82.4	0	0	1.96	0	0
6200000	27.3	64.1	2.48	0	0.583	0.729	4.81
5300000	32.4	57.4	1.98	0.625	0.919	1.32	5.4
4400000	41.3	48.8	2.16	0.339	0.933	1.4	4.99
3500000	48.4	40.7	2.07	0.802	1.09	1.6	5.37
2600000	56.9	32.7	2.27	0.474	1.15	1.32	5.19
1700000	61.8	27.7	2.36	0.353	1.15	1.32	5.31
0800000	76.5	11.7	1.4	1.21	2.49	2.19	4.52

表 4 的統計結果顯示，當一個農地網格周圍的農地格數愈多，維持原農地土地利用的比例就會愈高，從 0%、15.7%、27.3%、32.4%...到 76.5%。相對地，第三欄數字顯示，農地周圍的農地建地格數愈多，變為建地的比例也就愈大，周圍全是農地的網格變成建地的比例只有 11.7%，有一格建地的 27.7%，上升到

到有六格的 64.1%，有七格建地的則上升到 82.4%。顯示農地變建地的空間擴散過程和周圍網格的建地數量有高度相關。表 4-4 的統計資料顯示，建地的空間擴散以接觸型擴散為主，亦即鄰近區如果已經有建地網格，則該網格變成建地的可能性也隨之升高。

CA 提供一種新的模擬工具，也是一種分析的觀點。利用 CA 作為工具，我們可以探討各種可能的空間演化行為。空間擴散只是許多空間演化中的一種形式，CA 可以用來探討這種行為，然而並不侷限在這種行為上。到底哪一種的變遷佔的比例比較大，其實是可以利用網格的鄰近區組成來完成分析。只要將網格的鄰近區一一做成分析，即有可能進一步將這些網格型態整理出來之後，建立一個模擬的示範系統。從 CA 觀點來分析都市擴張 (urban sprawl) 的行為，我們可以說這種演化是由現有類別邊緣成長的，反映在網格的鄰近區組成，也就是農地變建地網格的鄰近區中，已經包含有建地。如果，都沒有建地則是一種跳躍式的擴散。表 4-4 數據顯示，完全沒有鄰近建地網格的農地變遷比較少，相對而言，大部分的變遷都是緊鄰現有建地邊緣，顯示農變建是是一種接觸擴散的行為。

本研究顯示 CA 是可以用來和空間擴散模式結合，並嘗試探討其和 Hagerstrand 的空間擴散模式之間的關係。從模式的架構層面觀之，CA 的理念和 Hagerstrand 模式頗為接近，然而 Hagerstrand 的空間擴散鎖定在接觸式擴張，並且是利用機率來模擬，這和 CA 以鄰近區的型態來建立演化規則的情形並不完全相同。就兩者的架構觀之，CA 提供一個比較完整有彈性的模擬環境或工具，它可以整合。

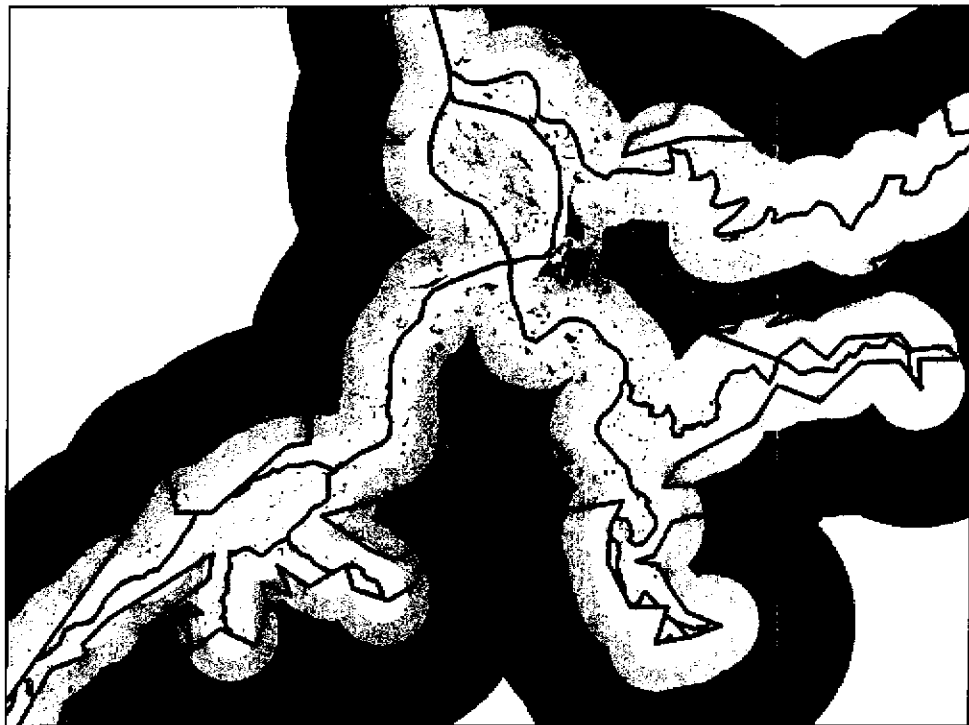


圖 4-10 1904 年距離河道遠近之空間分析

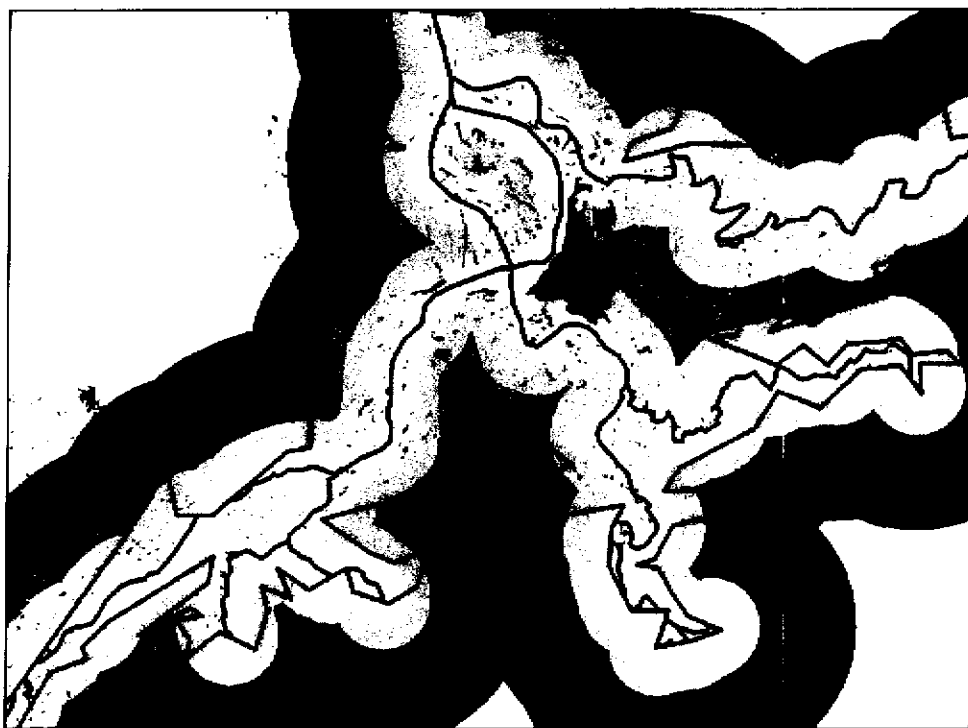


圖 4-11 1926 年距離河道遠近之空間分析

第五章 土地利用現況分析

5.1 各縣市土地利用面積

下表中之各項數據是根據勤崙科技所數化生產的全台灣 1/25000 以及 1/5000 資料計算而得，其中資料的分類以及代碼與勤崙科技之原始資料相同。資料的型式分為兩種：polygon 以及 polyline，對於這兩種不同類型的資料，利用撰寫好的 Avenue 程式分別進行其面積以及長度的計算並寫入其屬性表中，最後再輸出其屬性表進行統計分析而得下列數據。

資料名稱			區面積	建城區	公園	行水區	道路	學校	公設區	道路長	鐵路	捷運
資料型式			polygon	polygon	polygon	polygon	polygon	polygon	polygon	polyline	polyline	polyline
代碼	perf_id	perf_na	district	bu25	pa25	ri25	ro25	sc25	xb25	croad	railway	rap
b	10019	台中市	16134.9	4700.3	87.3	240.4	1116.5	279.0	72.3	194.8	3.1	0.0
l	10006	台中縣	205710.1	8495.7	38.6	4757.7	3040.8	240.3	54.9	867.4	22.0	0.0
a	63	台北市	26999.7	7232.9	555.5	1175.6	1723.4	739.6	212.0	315.2	4.4	5.1
f	10001	台北縣	205521.6	12862.3	321.9	3716.3	3218.0	535.3	120.4	866.1	16.6	1.5
v	10014	台東縣	351505.2	1207.4	1.7	2066.6	751.8	44.2	8.4	496.2	8.7	0.0
d	10021	台南市	18437.9	3766.5	23.0	499.4	768.3	235.0	17.4	172.2	4.1	0.0
r	10011	台南縣	206627.7	10726.1	27.1	3891.8	3381.9	99.8	7.6	1200.8	54.9	0.0
g	10002	宜蘭縣	218660.0	1441.9	30.2	2033.0	1055.0	93.4	5.8	407.0	19.8	0.0
u	10015	花蓮縣	460292.5	1380.0	0.0	3906.4	1041.0	91.3	15.1	541.6	40.2	0.0
m	10008	南投縣	410008.9	2772.7	0.1	3366.9	2475.9	42.3	10.7	1024.2	2.6	0.0
t	10013	屏東縣	278323.3	4713.1	14.6	2937.3	2684.0	108.4	5.8	1124.7	28.9	0.0
k	10005	苗栗縣	181135.6	2635.3	14.1	1992.0	1876.2	53.3	12.7	837.7	19.6	0.0
h	10003	桃園縣	120872.2	12147.0	49.3	1465.6	3140.0	266.8	22.5	805.0	10.1	0.0
e	64	高雄市	16665.4	7810.8	101.8	232.9	1462.8	358.6	57.2	201.9	16.3	0.0
s	10012	高雄縣	279692.9	7035.2	23.5	3803.8	2664.9	281.5	57.5	850.3	18.2	0.0
c	10017	基隆市	13096.4	1757.3	9.9	87.8	351.5	48.0	3.2	96.9	9.9	0.0
p	10009	雲林縣	132697.2	4007.3	20.8	13412.8	3792.5	35.8	15.8	1050.6	28.9	0.0
o	10018	新竹市	11890.5	1925.0	4.4	161.1	540.6	155.5	11.5	101.9	7.0	0.0
j	10004	新竹縣	140923.3	2350.2	48.1	774.9	774.9	61.0	111.1	514.3	7.0	0.0

			1									
i	10020	嘉義市	5964.2	1835.5	13.2	115.4	299.7	109.5	20.3	55.4	4.6	0.0
q	10010	嘉義縣	194903.9	4333.6	5.2	3984.6	2719.8	26.3	5.1	950.5	41.1	0.0
n	10007	彰化縣	111451.2	11169.0	23.4	3073.2	2813.5	161.7	6.6	915.7	23.4	0.0

5.2 台灣土地利用現況

本部份分析的目的在于了解目前台灣各區的土地利用現況，以作為後續分析方向之依據。此項工作之目標共有三項：

1. 建立台灣本島一級行政區之土地利用現況資料。
2. 建立台灣本島二級行政區之土地利用現況資料。
3. 建立台灣本島 40 公尺網格的土地利用現況資料。

其中在本研究中各級行政區的相關定義為：

1. 一級行政區，共分為兩類：
 - I. 第一類指的是兩個直轄市和五個省轄市，即台北市、高雄市、基隆市、新竹市、台中市、嘉義市、及台南市。
 - II. 第二類指的則是台灣省轄下各縣，即台北縣、桃園縣、新竹縣、苗栗縣、台中縣、彰化縣、雲林縣、嘉義縣、台南縣、高雄縣、屏東縣、宜蘭縣、花蓮縣、台東縣、及南投縣。
2. 二級行政區，指的是一級行政區轄下之各次級行政區：
 - I. 以一級行政區第一類而言，二級行政區為其下所屬各“區”。
 - II. 以一級行政區第二類而言，二級行政區為其下所屬各“鄉”、“鎮”、“市”。

目前已根據勤威公司數化的二萬五千分之一地形圖以及五千分之一像片基本圖的電子檔完成“台灣本島一級行政區之間的土地利用現況”之資料蒐集工作，初步的分析結果顯示一級行政區中第一類與第二類之間的土地利用型態有根本上的差異。

本研究的後續發展目標在於繼續完成二級行政區以及 40 公尺網格之土地利用現況資料的建立。以行政區劃分作為土地利用資料建立的基本單位在細胞自動機的分析中並沒有太大的意義，不過這些資料對於了解區域發展、城鄉差異、以及國家資源分配等影響土地利用以及土地覆蓋的背景因素具有指標性的作用；以 40 公尺網格為單位所建立的資料可以直接應用於細胞自動機的分析中，為本研究的主要目標之一。限於人力與經費，目前這兩項資料尚未完成並且列為明年度的工作目標。

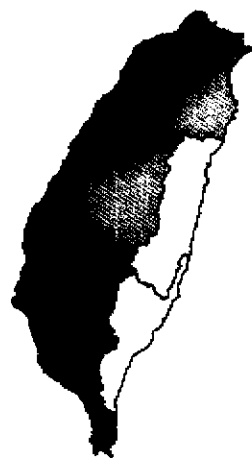
資料的展示設定如下表所示：

資料名稱 描述	資料總數 (面積或長度)	(資料總數) / (行政區面積)	(資料總數) / (行政區人口數)
名稱：代碼	面積或長度總數	面積比	人口比

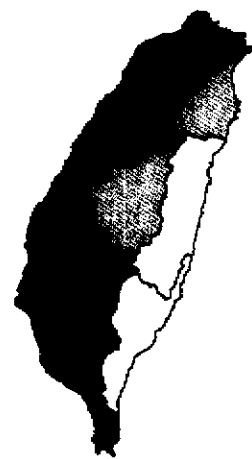
其中資料總數與行政區面積皆以勤威公司所數化的二萬五千分之一地形圖為基礎計算而得，各縣市人口數則採用 1997 年份的統計資料。

5.3 資料分析與說明

一級行政區之土地利用現況資料將以“第一類”與“第二類”作為在分析與說明時之標的物，遇有特殊案例時再以各一級行政區作為標的物。另外衛星區域指的是第一類各行政區之鄰近一級行政區。

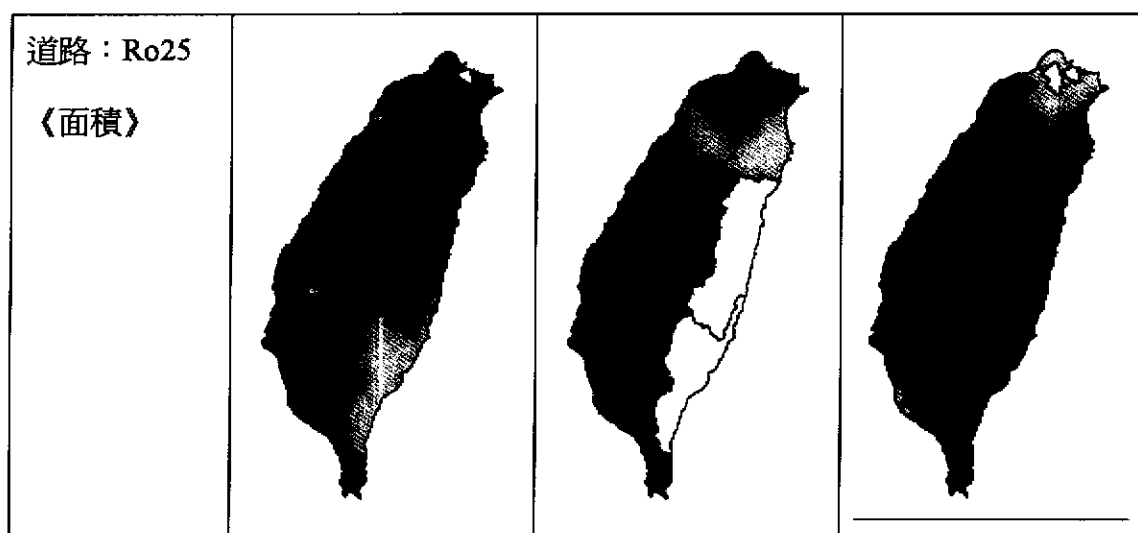
建城區：Bu25 《面積》 指的是除了基礎公共設施、公園綠地、和學校以外的建築區。			
--	---	--	---

建城區面積總數以台北縣最多，但以面積比來看，第一類明顯高於第二類，表示第一類的建城區面積於其總面積中佔有較高比例，其次則為衛星區域；以人口比來看，以衛星區域最高（除了台北縣），表示這些地區平均每人分得的建城區面積較多，其次為第一類（除了台北市）。其中特別值得注意的是東部三大縣的建城區不僅面積小、比例小，每人分得的面積在台灣四大分區中也最少。當然，台北市平均每人分得的建城區面積在一級行政區中是最少的。

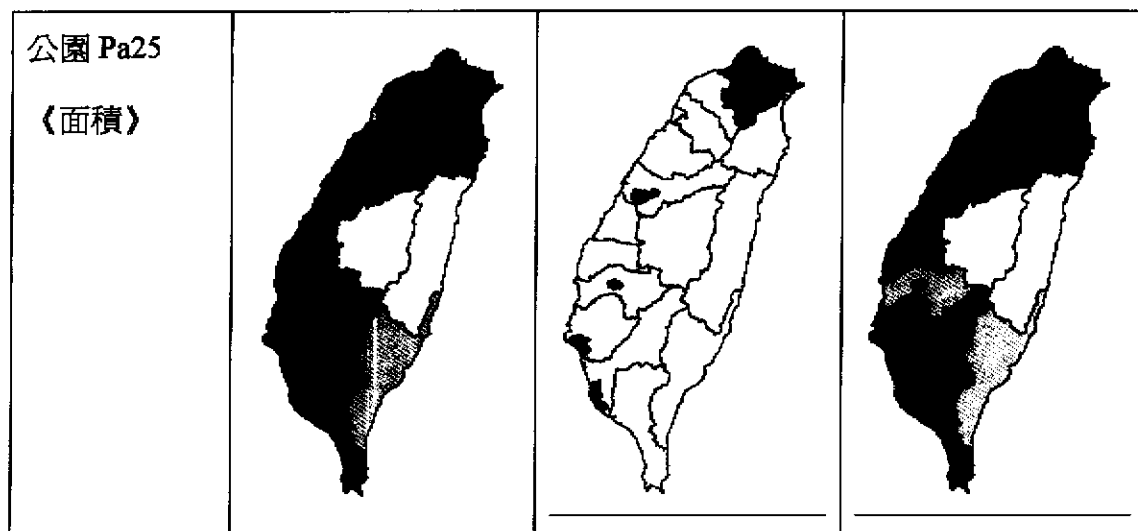
道路：Croad 《長度》 指的是由五千分之一的像片基本圖上數化的道路線段所計算而得的道路長度。			
---	---	--	---

道路長度以面積比來看，第一類明顯高於第二類，表示第一類的道路密度較高，其次則為桃園縣、苗栗縣、彰化縣、雲林縣、嘉義縣、及台南縣；以人口比來看，第二類除了台北縣外均明顯高於第一類，表示這些地區平均每人分得的道路長度較長，其中最多的為苗栗縣、嘉義縣、花蓮縣、台東縣、及南投縣。另外台北市平均每人分得的道路長度在一級行政區中是最少的。

要特別注意的是道路長度與道路寬度以及道路品質無關，下面再來看看道路面積資料的情形為何。



道路面積以面積比來看，第一類明顯高於第二類，表示第一類的道路所佔的面積比例較高，其次則為其衛星區域；以人口比來看，第二類除了台北縣外均明顯高於第一類，表示這些地區平均每人分得的道路面積較長。台北市、高雄市、與基隆市是一級行政區中平均每人分得的道路面積是最少的。

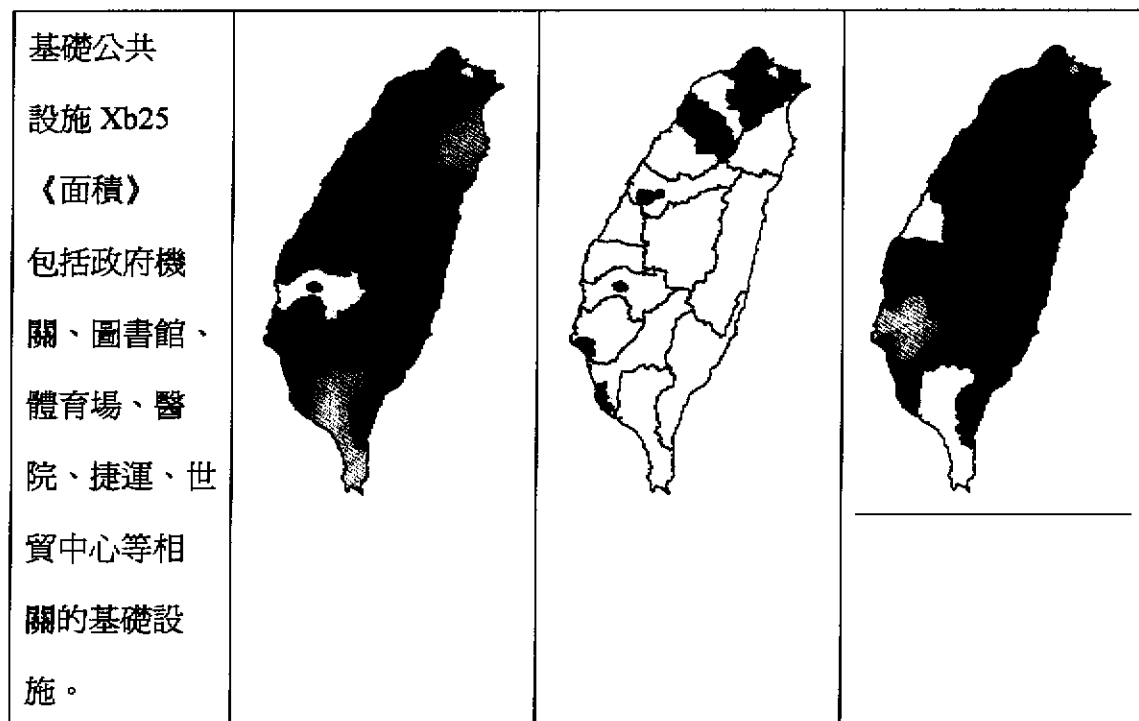


台北、台中、以及高雄都會區所佔的的公園面積最多，值得注意的是花蓮縣、台東縣、及南投縣三大縣根本沒有公園可言，原因可能是都市化的程度低，不需另外興建公園之故。以面積比來看，第一類以及台北縣（除新竹市外）均高於第二類，表示第一類的公園面積在總面積中佔有較高比例，其餘一級行政區之比例大致相同；以人口比來看，與面積比之分布相當，不過其次為衛星區域；新竹縣與宜蘭縣是除了第一類（除了新竹市）以及台北縣外中，平均每人分得的公園面積最多的。



第一類除了基隆市外佔有最多學校面積，尤其是台北市。以面積比來看，也

是第一類最大，其次為基隆市、台北縣、桃園縣、台中縣、彰化縣、與高雄縣；以人口比來看，第一類除了基隆市外以及花蓮縣、高雄縣平均每人分得的學校面積最多。



以面積比來看，基礎公共設施以第一類（除了基隆市外）以及台北縣、新竹縣所佔之比例最高。值得注意的是基隆市與嘉義縣的基礎公共設施面積相當地低。以人口比來看，台北市、新竹縣、和台中市平均每人分得的公共設施面積最多，其次為除了基隆市以外的其他第一類行政區與台北縣、苗栗縣、台中縣、高雄縣、屏東縣、花蓮縣、以及台東縣。

第六章、成果與討論

6.1 土地利用資料庫

土地利用變遷是國際性全球變遷研究的重要一環。這項研究工作涵蓋：土地利用資料庫建立、變遷偵測、與預測及模擬等工作。土地利用資料庫的建檔工作，是 IGBP/IHDP 國際學術組織所關切的基本資料，也是國土基本資料調查的一環。本研究收集、整合台灣地區的土地利用資料，並建立過去 100 年來五個不同時期的資料，分別涵蓋全國性及區域性測試地區的資料。這些資料並透過地理資訊系統整合到相同座標系統中，以進一步用於變遷偵測。土地利用資料庫的完成，可以提供各地環境及人文狀況的變化歷史，增進規畫者對於各該地區發展背景的瞭解，以做為規畫工作參考。早期的資料目前都已儲存起來並且掃描成電腦影像檔案，實際的應用則需要進一步的數化處理。本研究的成果顯示這項資料的建立是可行有用的，然而全面性資料建立工作是需要大量經費和人力的投入，非本研究所能獨力完成。

近年來由於地理資訊產業的發展，數值地理資料越來越容易取得，民間廠商也積極參與資料的建立。至少，從現在起台灣的土地利用現況已經以電子檔案的形式記錄在電腦中，我們應該要善用這些資料作為分析的基礎。

以第五章土地利用現況分析而言，所採用的基礎研究資料即為民間公司勤崙科技所數化生產的全台灣 1/25000 以及 1/5000 土地利用資料。分析的結果整體來看，除了基隆市以外，台灣本島的土地利用若以一級行政區來加以區分，大致上可以分為兩類，分別與第五章所述及的第一類與第二類相呼應。另外若以區域平衡的角度來看，則可以大致分為北、中、南、東四區。這兩類與四區的分類方式在本研究的分析結果中顯而易見，我們期望能夠在資料取得後，於二級行政區的分析中找到更為精確的台灣土地利用型態，並希望此一初步的分析資料能夠作為進一步研究的基礎。

6.2 空間演化模式

本研究在土地利用變遷分析工作的主要成果為 CA 的測試。雖然最近幾年 CA 的應用與理論探討逐漸吸引學界注意，然而現有的研究還屬於萌芽階段，尚有更

多的課題值得探討。本研究延伸筆者先前的研究成果（賴進貴，2000），進一步使用真實的土地利用資料來探討 CA 在土地利用變遷上的可行性。利用自行開發的軟體，本研究得以順利進行空間結構組織統計，利用這種統計因素來檢討土地利用變遷的空間結構關係。原始研究動機試圖找出 CA 的演化規則，以作為發展 CA 模式的基礎。

本研究測試與分析結果顯示，土地利用變遷的行為是一種空間擴散模式，可以和 Hagerstrand 等計量地理學者所提出的理論進一步結合。為了加強 CA 模擬的準確度，本研究認為將 CA 和機率結合是一種極具潛力的發展，這種機率不是馬可夫鍊的機率，而是由空間組織型態所蘊含的機率。如此，CA 所建立的模式將得以更貼近現實世界的實際變遷。本文是筆者在 CA 研究系列的一環，後續研究工作將鎖定在 CA 模式建立工作上。

6.3 討論與建議

土地利用與覆蓋的變遷（LUCC）是全球變遷研究的重要一環。今年 7 月間在荷蘭阿姆斯特丹舉行的 IGBP 年會，LUCC 的研究群即展現高度的活力和表現，在與會者的論文發表中佔有顯著的比例。這樣的研究工作需要團隊進行，然而我國的 LUCC 研究並未形成大型團隊，因此研究工作與成果難以整合。本計畫原為 3 年的長期計畫，然而受到國科會計畫規劃的影響，3 年的研究中途夭折，在實施兩年之後無以為繼，殊為可惜。所幸，台灣大學相關系所的研究群準備以 3 年時間針對 US 進行研究，筆者列為其中單一子計畫的共同主持人而有機會將這兩年來累積的研究成果（包括資料庫及模式）整合到新的研究計畫中，希望能在新的計畫中延續目前的研究方向及課題，讓土地利用變遷的相關分析進一步整合到環境及生態模擬分析中。

參考文獻

- 1、 丁志堅 (1997) 運用馬可夫鍊模式度量土地利用變遷之研究，台灣大學地理學研究所碩士論文。
- 2、 汪禮國 (1997) 細胞自動體模式與都市空間演化，中興大學都市計畫研究所碩士論文。
- 3、 陳宥任，賴世剛 (2000) 都市土地使用與運輸網路動態關係 — 以細胞自動體為基礎之探索，中華民國區域科學學會 89 年度年會論文集，pp. D2—II—1—19。
- 4、 蔡靜如 (1998)，台北盆地土地利用變遷趨勢之研究，中興大學都市計畫研究所碩士論文。
- 5、 賴進貴 (1995)，數值土地利用資料準確性之研究，地理學報第十九期。
- 6、 賴進貴、孫志鴻 (1994)，台灣地區數值土地利用資料庫建立之研究，國立台灣大學地理系研究報告，行政院農業委員會。
- 7、 賴進貴 (1995)，數值土地利用資料準確性之研究，國立台灣大學地理系地理學報，第十九期，93—106 頁。
- 8、 賴進貴、王慧勳 (1995)，疊圖誤差之模擬分析，地圖，第六期。
- 9、 Alberti, M., and P. Waddell(2000) "An Integrated Urban Development and Ecological Simulation Model", Integrated Assessment, In Press.
- 10、 Batty, M. (1997), "Cellular automata and urban form: a primer", APA Journal, pp266-274.
- 11、 Batty, M., H. Couclelis, and M. Eichen (1997) "Editorial", Environment and Planning B: Planning and Design, 24: 159-164.

- 12 、 Batty, M. (1997), "Cellular automata and urban form: a primer", *APA Journal*, pp266-274.
- 13 、 Clarke, K.C., S. Hoppen, and L. Gaydos (1997) "A self-modifying cellular automata model of historical urbanization in the San Francisco Bay area", *Environment and Planning B: Planning and Design*, 24: 247-261.
- 14 、 Irwin, E.G., J. Geoghegan(2001) "Theory, data, methods:developing spatially explicit economic models of land use change", *Agriculture, Ecosystems and Environment* 85 7-23.
- 15 、 Leontief, W.(1967) "Input-Output Economics", Oxford University Press, New York.
- 16 、 Veldkamp, A., E.F. Lambin(2001) "Predicting land-use change", *Agriculture, Ecosystems and Environment* 85 1-6.
- 17 、 Waddel, P.A.(1998a) "UrbanSim: The Oregon prototype metropolitan land use model", *Proceedings of the 1998 ASCE Conference on Land Use, Transportation and Air Quality: Making the Connection*, Portland, Oregon.
- 18 、 Waddel, P.A.(1998b) "Simulating the Effects of Metropolitan Growth Management Strategies", Prepared for Presentation at the 1998 Conference of the Association of Collegiate Schools of Planning, November 1998, Pasadena, California.
- 19 、 Waddel, P.A.(1998c) "Monitoring and Simulating Land Capacity at the Parcel Level", *Lincoln Institute of Land Policy Conference on Land Capacity Monitoring*, Seattle, Washington.
- 20 、 White, R., G. Engelen, and I Uljee (1997) "The use of constrained cellular automata for high-resolution modeling of urban land use dynamics", *Environment*

and Planning B, 24, pp.323-343.

- 21 、 White, R., and G. Engelen (1993) "Cellular automata and fractal urban form: a cellular modeling approach to the evolution of urban land use patterns", Environment and Planning A, 25, pp.1175-1199.
- 22 、 White R., and G. Engelen (1997) "Cellular automata as the basis of integrated dynamic regional modelling", Environment and Planning B, 24, pp.235-246.
- 23 、 Wingo, L.(1961) "Transportation and Urban Land", The Johns Hopkins University Press. Baltimore, Maryland.

附件一 translate.ave 原始碼

```
>> translate.ave
```

```
theView = av.GetActiveDoc
```

```
theThemeName = MsgBox.Choice(theView.GetThemes, "Vector Theme Is:", "Select Theme to Translate...")
```

```
theTheme = theView.FindTheme(theThemeName.AsString)
```

```
theFTab = theTheme.GetFTab
```

```
theField = theFTab.FindField("Shape")
```

```
moveX = MsgBox.Input("Enter X displacement:", "X-disp Is...", "0").AsNumber
```

```
moveY = MsgBox.Input("Enter Y displacement:", "Y-disp Is...", "0").AsNumber
```

```
theFTab.SetEditable(true)
```

```
for each rec in theFTab
```

```
    mygr = theFTab.ReturnValue(theField, rec)
```

```
    mygr.Move(moveX, moveY)
```

```
    theFTab.SetValue(theField, rec, mygr)
```

```
end
```

```
theFTab.SetEditable(false)
```

```
theFTab.GetSelection.ClearAll
```

```
theFTab.UpdateSelection
```

```
av.GetProject.SetModified(true)
```

附件二 transformdata.ave 原始碼

```
>> transformdata.ave

theView = av.GetActiveDoc

moveLine = theView.GetDisplay.ReturnUserLine

spt = moveLine.ReturnStart
ept = moveLine.ReturnEnd
a   = ept.GetX - spt.GetX
b   = ept.GetY - spt.GetY

theTheme = theView.GetEditableTheme
theFTab  = theTheme.GetFTab

myList = List.Make

if (theFTab.FindField("move_X") = nil) then
  xField = Field.Make("move_X", #FIELD_FLOAT, 20, 4)
  myList.Add(xField)
end

if (theFTab.FindField("move_Y") = nil) then
  yField = Field.Make("move_Y", #FIELD_FLOAT, 20, 4)
  myList.Add(yField)
end

theFTab.AddFields(myList)

theField      = theFTab.FindField("Shape")
moveXField = theFTab.FindField("move_X")
moveYField = theFTab.FindField("move_Y")

theFTab.BeginTransaction
rec = theFTab.AddRecord

theFTab.SetValue(theField, rec, spt)
theFTab.SetValue(moveXField, rec, a.AsString)
theFTab.SetValue(moveYField, rec, b.AsString)

theTheme.GetFTab.EndTransaction
theTheme.GetFTab.GetSelection.ClearAll
theTheme.GetFTab.GetSelection.Set(rec)
theTheme.GetFTab.UpdateSelection

av.GetProject.SetModified(true)
```

附件三 transform.ave 原始碼

```
>> transform.ave

theView = av.GetActiveDoc

moveXName = MsgBox.Choice(theView.GetThemes, "The X-disp Theme Is:", "Select X-displace GRID...")
moveYName = MsgBox.Choice(theView.GetThemes, "The Y-disp Theme Is:", "Select Y-displace GRID...")
moveXTheme = theView.FindTheme(moveXName.AsString)
moveYTheme = theView.FindTheme(moveYName.AsString)
'MsgBox.Info(moveXTheme.GetClass.GetClassName, "X:")
'MsgBox.Info(moveYTheme.GetClass.GetClassName, "Y:")

InThemeName = MsgBox.Choice(theView.GetThemes, "The IN Theme Is:", "Select Theme to Transform...")
theTheme = theView.FindTheme(InThemeName.AsString)
theFTab = theTheme.GetFTab
theField = theFTab.FindField("Shape")
theList = List.Make
if (theFTab.FindField("key") = nil) then
    keyField = Field.Make("key", #FIELD_BYTE, 20, 4)
    theList.Add(keyField)
end

theFTab.SetEditable(true)
theFTab.AddFields(theList)
theFTab.SetEditable(false)
theKeyField = theFTab.FindField("key")

OutThemeName = MsgBox.Choice(theView.GetThemes, "The OUT Theme Is:", "Select Transformed Theme...")
newTheme = theView.FindTheme(OutThemeName.AsString)
newFTab = newTheme.GetFTab
newField = newFTab.FindField("Shape")
newList = List.Make
if (newFTab.FindField("key") = nil) then
    keyField = Field.Make("key", #FIELD_BYTE, 20, 4)
    newList.Add(keyField)
end

newFTab.SetEditable(true)
newFTab.AddFields(newList)
newFTab.SetEditable(false)
newKeyField = newFTab.FindField("key")

keyValue = 0

for each record in theFTab
    theTown = theFTab.ReturnValue(theField, record)
    theCenter = theTown.ReturnCenter
    thePoints = theTown.AsPolyline.AsMultiPoint
    'MsgBox.Info(theCenter.AsString, "The Center:")

    dispX = moveXTheme.GetGrid.CellValue(theCenter, Prj.MakeNull)
    dispY = moveYTheme.GetGrid.CellValue(theCenter, Prj.MakeNull)

    'moveXTheme.Identify (theCenter, "x-disp")
    'moveYTheme.Identify (theCenter, "y-disp")
    'MsgBox.Info(dispX.AsString, "X:")
    'MsgBox.Info(dispY.AsString, "Y:")

    newPoints = thePoints.Move(dispX, dispY)
    newListofPoints = newPoints.AsList
    newList = List.Make
    newList.Insert(newListofPoints)
    newTown = Polygon.Make(newList)

    keyValue = keyValue + 1

    newFTab.BeginTransaction
    newFTab.SetEditable(true)
    newRecord = newFTab.AddRecord
    newFTab.SetValue(newField, newRecord, newTown)
    newFTab.SetValue(newKeyField, newRecord, keyValue)
    newFTab.SetEditable(false)
    newFTab.EndTransaction

    theFTab.SetEditable(true)
    theFTab.SetValue(theKeyField, record, keyValue)
    theFTab.SetEditable(false)
end
```

```
theFTab.GetSelection.ClearAll  
theFTab.UpdateSelection  
av.GetProject.SetModified(true)
```