

台灣北部海岸地區土地利用 歷史資料庫建立之研究

計畫主持人：蔡博文

國立台灣大學地理學系

共同主持人：范毅軍

中央研究院歷史語言研究所

研究助理：朱健銘，許家成，鄭踴謙

目錄

中文摘要	I
英文摘要	II
第一章 緒論	1
第二章 土地利用變遷	3
第一節 土地利用變遷研究	3
第二節 土地利用變遷國際研究	8
第三章 台灣地區三百年土地利用資料	10
第一節 前言	10
第二節 台灣地形圖土地利用資料萃取與資料庫建置	12
第三節 歷史航空照片土地利用資料的萃取	15
第四章 時序地理資訊系統 (Temporal GIS)	21
第一節 前言	21
第二節 時序地理資訊系統	22
第三節 土地利用歷史資料庫資料模式 (data model)	28
第五章 結論與後續研究	30
參考文獻	31
附錄一 農林航空測量所第一版土地利用分類	35
附錄二 農林航空測量所第二版土地利用分類	36
附錄三 國土利用調查土地利用分類	38
附錄四 山坡地土地利用分類	41
附錄五 林地土地利用分類	42
附錄六 台灣地形圖土地利用分類	43

第一章 緒論

土地利用 (land use) 是一地區自然與人文環境交互作用的結果，而近年被認為其為影響全球環境變遷 (global environmental change)，生物多樣性 (bio-diversity)，以及永續利用 (sustainability) 的關鍵因素之一。因此土地利用變遷 (land use/cover change, LUCC) 的研究近年正如火如荼的展開，國際學術組織也相繼成立土地利用變遷研究組織，例如國際地圈生物圈計畫 (International Geosphere Biosphere Programme, IGBP) 與國際人文面向計畫 (International Human Dimension Programme, IHDP) 成立了土地利用變遷計畫，國際地理學會 (International Geographic Union, IGU) 也成立了土地利用變遷研究群 (IGU-LUCC)，期望透過群體的力量，瞭解人們利用土地的機制，進而達到掌握與預測土地利用的型態，朝向永續利用的目標。

進行土地利用變遷研究首先面臨的是資料問題，由於土地利用資料為面的分佈資料，並且具備時間序列的性質，因此在資料的收集、處理、儲存與表達上都比其他資料來的困難，尤其時間序列資料的收集，必須整合歷史學的知識始能圓滿達成，所以土地利用資料的可得性 (availability) 相當低，以台灣地區而言，全面性的土地利用數值資料 (digital data) 僅能追溯到民國七十年左右 (Tsai, 1999)，因此欲進行土地利用變遷的研究有實質上的困難。

土地利用資料為全面性的分佈資料，資料量龐大，以傳統的資料處理方式僅能進行小地區的研究，因此土地利用資料以數值資料為佳，可以藉由電腦工具的快速運算與大量儲存的能力，進行深入的分析。土地利用資料的另一重要特性為其具備高度空間性 (spatial)，傳統以地圖為工具來輔助研究的進行，近年由於地理資訊系統 (geographic information system, GIS) 的發展，對於土地利用變遷的研究工作有突破性的發展。

本研究基於土地利用變遷研究的重要性與資料需求，配合土地利用資料的特性，整合歷史學的知識，運用地理資訊系統技術，建立台灣北部地區三百年土地利用歷史資料庫，以做為研究台灣土地利用變遷的基礎。計畫分為五年完成，計畫時程如下：

		工作項目
第一年	第一階段	整體資料來源調查、評估，資料庫規劃
	第二階段	1960 年代以後土地利用資料收集、處理、整合及資料庫建置
第二年		台灣光復以後至 1960 年代地利用資料收集、處理、整合及資料庫建置
第三年		日據時代地利用資料收集、處理、整合及資料庫建置
第四年		鄭成功來台後至台灣割讓日本時期地利用資料收集、處理、整合及資料庫建置
第五年	第一階段	原住民時期(鄭成功來台前)地利用資料收集、處理、整合及資料庫建置
	第二階段	資料使用、查詢、管理應用系統開發

本報告為第二年的成果報告，除第一章緒論外，第二章回顧近年土地利用變遷的相關研究以及目前土地利用變遷研究相關的國際組織及研究工作，以做為後續研究的指導及參考；第三章描述本研究第二年的成果，內容包括台灣地形圖土地利用資料庫的建置，1950 年代航空照片土地利用資料的萃取；第四章闡述土地利用數值資料庫的特性，並且討論時序地理資訊系統 (temporal GIS) 的發展，以及其於土地利用變遷研究的應用；第五章描述以第一年度的研究成果運用於國際地理學會所編纂的「世界部分地區土地利用變遷地圖集」(Land Use Cover Changes in Selected Regions in the World) 的成果；第六章敘述本年度工作的結論以及第三年度的工作準備。

本報告為連續性研究的階段報告，為求報告的完整性，本報告內容不侷限於本年度的研究成果，部分相關內容，例如理論基礎或文獻等是以第一年度的結果繼續研擬或更新。

第二章 土地利用變遷

第一節 土地利用變遷研究

土地利用 (land use) 是一地區自然與人文環境交互作用的結果，而近年被認為其為影響全球環境變遷，生物多樣性，以及永續利用的關鍵因素之一，因此土地利用變遷成為近年重要的環境研究課題。土地利用變遷研究主題根據 Tsai (1999) 可以分為五大部分 (圖 2-1)，而根據國際土地利用變遷研究建置計畫 (the LUCC implementation plan, 1999) 則包括四大部分 (圖 2-2)。

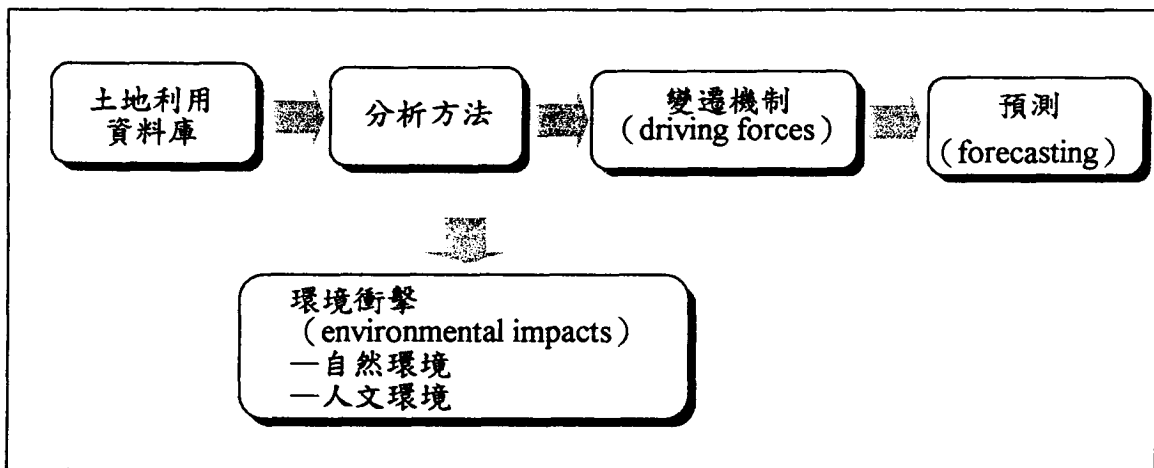
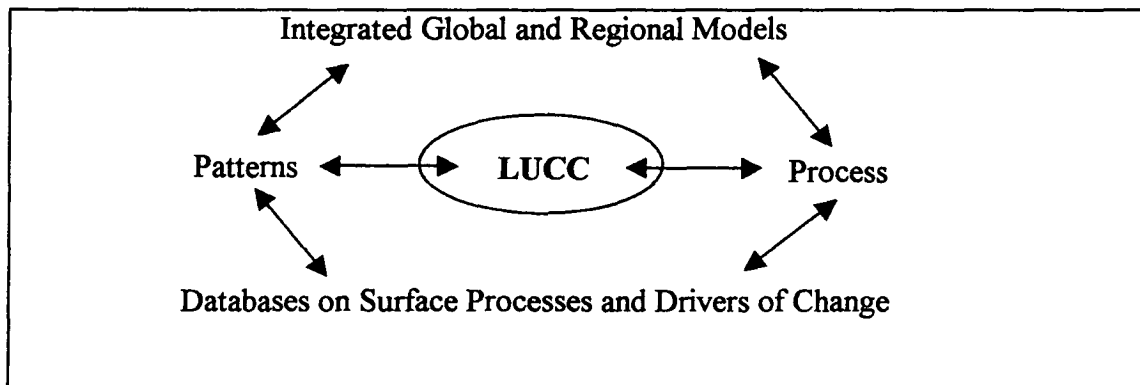


圖 2-1 土地利用變遷研究主題



取自 Implementation Plan for Land Use and Cover Change, 1999

圖 2-2 the broader research themes of LUCC

資料是研究工作的關鍵因素，土地利用變遷牽涉資料的時、空特性，數量龐大且關係複雜，因此近年來都以數值方式 (digital)

來建立土地利用資料庫。世界各國對於土地利用變遷研究都已開始著手進行歷史性資料庫的建立，瑞士國家森林局 (Swiss Federal

來建立土地利用資料庫。世界各國對於土地利用變遷研究都已開始著手進行歷史性資料庫的建立，瑞士國家森林局（Swiss Federal Institute of Forest）已完成 100 年的土地利用資料（Kienast, 1993）；美國伊利諾政府也擁有超過 160 年的土地利用資料（Iverson, 1988）；捷克最早的土地利用資料可追溯至 1845 年（Bicik, 1997, 2000）；日本的朝倉書店出版日本列島 100 年環境變化地圖集（Himiyama, 1994；Himiyama, 1999），其中土地利用資料源自 1850 年。國內土地利用資料並無任何政府或學術單位進行長時期歷史資料庫的建置工作，而資料是土地利用變遷研究的基礎，因此台灣地區土地利用歷史資料庫的建置實屬當務之急。國際土地利用變遷研究也希望積極完成過去 300 年的土地利用變遷資料庫，以便能夠預見未來 50 年的變化（LUCC, 1999）。

遙測衛星影像（satellite Imagery）是近三十年發展的新科技，它可以快速取得大範圍的地表土地使用（land cover）資料，尤其近年空間（spatial）及時間（temporal）解析度的提升，是進行土地利用變遷研究的有利資料來源。近年配合地理資訊系統理論的發展，運用電腦工具快速且精確運算的能力，以及資料庫儲存處理大量資料的功能，運用遙測技術於土地利用變遷的研究亦是重要的課題之一。

因此，從資料的角度來看土地利用變遷研究，它可以進行以實地資料為基礎（field based）的資料取向，也可以進行以遙測衛星影像為基礎（remote sensing based）的資料取向，前者可以從事土地利用（land use）與土地使用（land cover）變遷的研究，而後者僅能從事土地使用變遷的研究。再者，土地利用變遷研究的區域可以從地方（local）到區域（regional）到全球（global）等不同的規模，以實地資料為基礎的資料取向適合於地方及區域規模的變遷研究，而遙測衛星影像為基礎的資料取向則適合於區域及全球規模的研究。

有了完整的資料後，如何度量（measure）及分析這些具備時、空特性的土地利用資料，也是土地利用變遷的研究的重要課題。土地利用變遷的研究方法有敘事取向（narrative approach）、施為取向（agent-based approach）以及系統取向（system approach）（LUCC, 1999）。敘事取向的研究方法主要從觀察（observe）、描述（describe）

及解析 (interpret) 過去到現在的土地利用變遷事實，來瞭解土地利用變遷的情形，例如瞭解過去 300 年來人類使用土地的型態 (pattern)。施為取向的研究方法是從土地使用的施體，例如個人的本質 (年齡、性別、教育程度等屬性)；理性的決策法則；認知意象、偏好等來瞭解土地利用行為的決策過程與法則。系統取向的研究方法是從社會組織、政府政策、文化、經濟、國際情勢等外在環境因素來剖析變遷的機制。

敘事研究取向目前的研究重點在於發展空間化 (spatial explicitly) 的變遷度量方法或模式，主要透過空間計量方法 (statistical spatial analysis) 的發展來剖析土地利用變化的速率、變化的空間分佈及差異、空間型態等，著重於土地使用變遷 (land cover change) 的度量或分析。Hulshoff (1995) 認為度量土地利用變遷的方法有三個層次，第一個層次是文字描述，第二個層次是地圖分析 (map analysis)，藉由地圖來描述變遷情形，第三個層次是以數學方法來描述變遷情形。以數學方法或空間計量方法來度量變遷情形包括基本的變遷量度量，例如 Singh (1993)，張長義等 (民 82)，楊雲龍 (民 84) 等；空間型態的度量主要是透過各種指標 (indicators)，例如環境生態學 (landscape ecology) 所發展的景觀空間型態指標 (landscape pattern index) (Iverson, 1988; Forman and Godron, 1986; Turner and Ruscher, 1988; Baker and Cai, 1992)，利用這些指標可以度量土地利用坵塊 (land parcel) 的空間型態及結構；以空間計量方法來度量土地利用變遷的研究例如 Tsai, Chang, and Ding (1997) 以及 Boerner et al. (1996) 以馬可夫鏈模式 (Markov Chain Model) 來分析土地利用的變遷過程 (conversion process)。

施為取向的研究方法著重於土地利用 (land use dynamics) 的變遷分析，研究重點在於瞭解人對於土地利用的決策行為，透過標準研究方法的研擬，從個案的剖析 (case study) 開始，進而透過比較研究 (comparative analysis) 來尋求區域 (regional) 行為模式的異同。這個研究取向是由土地利用的行為來探索變遷的型態或結構，亦即由變遷歷程來推演其變遷型態 (process to pattern)，這與敘事取向的研究方法正好相反，敘事取向的研究方法是先瞭解變遷型態，再尋求變遷的作用 (pattern to process)。

相異於施為取向的研究方法，從微觀的個別行為（micro level behavior of individuals）著手，系統取向的研究方法是透過整體結構性因子（macro level structure and patterns）的剖析，例如經濟、政策、社會、文化等因素來辨識影響土地利用的機制（driving forces），進而瞭解這些機制如何影響決策行為。這個研究方法目前大部分是透過模式的建立，運用過去與現在的事實來校準（calibration）模式，進而期望預測未來的變遷。由於系統環境因地不同，所以這個研究方法必須整合地方性的小尺度（micro-level）模式至區域性的中尺度（meso-level）模式到全球性的大尺度（macro-level）模式。系統取向的研究如：Clarke（1998）運用細胞自動機模式（cellular automata model）模擬都市的擴張；Kitamura, et al（1997）以社會經濟、政策及規劃因子、自然因子為變遷機制，運用 multinomial logit model 來建立日本東京地區的土地利用變遷模式，並且預測 2001 年的土地利用方式；Landis and Zhang（1998a, 1998b）也是以 multinomial logit model 為主來發展美國加州舊金山地區的都市發展模式（California Urban Feature Model, CUF）；Berry, etc.（1996）也是以相同方法發展土地利用變遷分析系統（Land Use Change Analysis System, LUCAS），評估美國北卡羅來納州（North Carolina）Little Tennessee 河谷中土地權屬對土地利用型態的影響；

無論是那一種研究取向的研究方法，都可以運用及架構在認識論（epistemology）的三種基礎上：歸納法（inductive）、演繹法（deductive）及辯證法（dialectic），基本上，敘事取向的研究方法主要運用歸納法的認識論基礎，亦即透過觀察與描述來理解土地利用現象的本質（observe and describe to understand）；系統取向的研究方法比較著重在演繹法的傳統，亦即以建立模式來了解土地利用變遷的本質（model to understand）；而辯證法則是整合前述的方法來理解土地利用變遷的事實（integrate to understand）。

辨明（identify）土地利用的變遷機制（driving forces）是土地利用變遷研究的主要目的之一，變遷機制包括不同面向與不同尺度，所以必須運用不同的研究取向與方法，整合變遷型態（pattern）與作用（process）的研究結果，從人為作用力、社會作用力、經濟作用力、政策作用力、及空間作用力等面向，綜合運用前述的各種研究取向與方法，以瞭解、模擬、預測土地利用的變遷情形。

土地利用變遷研究除了上述的從變遷的本質來進行的研究外，其對環境的衝擊或影響 (environmental impacts) 也是重要課題，尤其近年的研究結果一致認為土地利用變遷與全球環境變遷 (global environmental change)、生物多樣性 (biodiversity)、及永續發展 (sustainable development) 有密切關係，並且是這些研究課題的基礎，亦即土地利用會影響全球環境變遷、生物多樣性、及永續發展，而氣候變遷、生物多樣性的減低、以及永續利用的改變，例如水資源、食物資源的改變，也會影響土地的利用。Tsuruta(1997) 使用高解析度衛星影像及地理資訊系統技術，探討土地利用改變對溫室氣體 (greenhouse emission) 的排放效應；Asiata (1997) 探討印尼森林改變對二氧化碳排放的關係；姜善鑫等 (民 82) 探討洪氾對土地利用變遷的影響，結果發現旱作與洪氾有相關性，因為淹水後土壤鹽分增加，因此旱作地大幅增加。

第二節 土地利用變遷國際研究

土地利用是地理學的傳統研究課題，近幾年全球氣候暖化，生物多樣性減低，以及各類環境與土地問題的發生，使得土地利用變遷研究成為國際研究的重要課題之一。土地利用變遷國際研究主要與數個國際研究組織相關：國際地圈—生物圈計畫（International Geosphere-Biosphere Programme, IGBP），國際人文面向計畫（International Human Dimension Programme, IHDP），國際地理學會土地利用變遷研究群（Land Use/Cover Change Study Group of International Geographical Union, IGU-LUCC），全球變遷分析、研究與訓練（Global Change System for Analysis Research and Training, START）。以下針對這些組織與計畫相關的土地利用變遷研究進行回顧。

- 國際地圈—生物圈計畫（International Geosphere-Biosphere Programme, IGBP）

土地利用變遷研究與全球環境變遷研究的關係密切，其中與國際地圈—生物圈計畫相關的國際研究計畫包括 PAGES（Past Global Changes）、GCTE（Global Change and Terrestrial Ecosystems）、GAIM（Global Analysis, Interpretation and Modelling）、DIS（Data and Information System）、BAHC（Biosphere Aspect of the Hydrological Cycle）、LOICZ（Land-Ocean Interactins In the Coastal Zones）。

- 國際人文面向計畫（International Human Dimension Programme, IHDP）

土地利用變遷研究與國際人文面向計畫相關的國際研究計畫包括 GECHS（Global Environmental Change and Human Security）、IDGEC（Institutional Dimension of Global Environmental Change）、IT（Industrial Transformation）、Human Health

- 國際地理學會土地利用變遷研究群（Land Use/Cover Change Study Group of International Geographical Union, IGU-LUCC）

國際地理學會在 1996 年成立土地利用變遷研究群以因應土地利用變遷的研究需求，先後於 1997 年、1998 年、1999 年、

2000年於澳洲、葡萄牙、夏威夷、及日本/韓國舉行國際學術研討會，並出版論文集，2000年並且編纂完成世界部分地區土地利用變遷地圖集。

- 全球變遷分析、研究與訓練 (Global Change System for Analysis Research and Training, START)

主要透過其下屬的區域土地利用變遷研究來進行，其中與台灣直接相關的組織為 Southeast Asia Regional Committee for START (SARCS)，目前主要研究重點在於運用衛星遙測技術於東南亞土地利用變遷研究的應用及推廣，著重於對環境衝擊的研究，例如土地利用變遷對溫室氣體、懸浮微粒的影響等。第一階段只有泰國、印尼、菲律賓、馬來西亞等國參加研究，第二階段的研究工作增加越南與台灣。

第三章 台灣地區三百年土地利用資料

第一節 前言

本研究的主要工作內容是收集並建置台灣北部地區三百年土地利用地理資訊系統資料庫，土地利用資料是具備時、空特性的資料，因此必須兼顧地理與歷史的取向，地圖是傳統以來儲存並表達地理資訊的最佳工具，因此收集土地利用歷史資料的途徑之一就是歷史地圖；而歷史的事實大都以文字來儲存及表達，存在於古籍文獻中，所以古籍文獻是收集土地利用歷史資料的另外一個途徑；近代的土地利用資料則普遍存在於地圖或數值資料庫 (digital database) 中；第一年度的研究中，另外發現一項寶貴的資料來源，就是過去軍事或非軍事用途所拍攝的航空照片，這些照片經過適當的判釋，可以萃取相當豐富的土地利用資訊。由於這些資料來源的特性不同，因此資料收集後必須進行不同的處理，使其成為一致性的資料。資料收集與處理程序如圖 3-1 所示，文獻史料為文字式資料，因此必須進行空間重構，使其表達於空間位置上；歷史地圖雖為地圖，但大部分非標準地圖，而為示意圖或簡圖，因此必須將其轉化為標準地圖；航空照片的處理較為複雜，理論上可以加以判釋後數化，但是航空照片數量龐大，除了判釋外，必須進行正射糾正 (rectification) 及座標對位 (registration) 程序才能成為地理資訊系統資料庫，並且軍事用途航空照片皆為傾斜攝影 (Burrows, 1999)，不易進行正射糾正與座標對位，因此航空照片擬以掃描方式 (scan) 處理；近代的資料大都表達於標準地圖上，所以直接進行數化 (digitize) 即可；數值資料則僅需進行適當的整理。

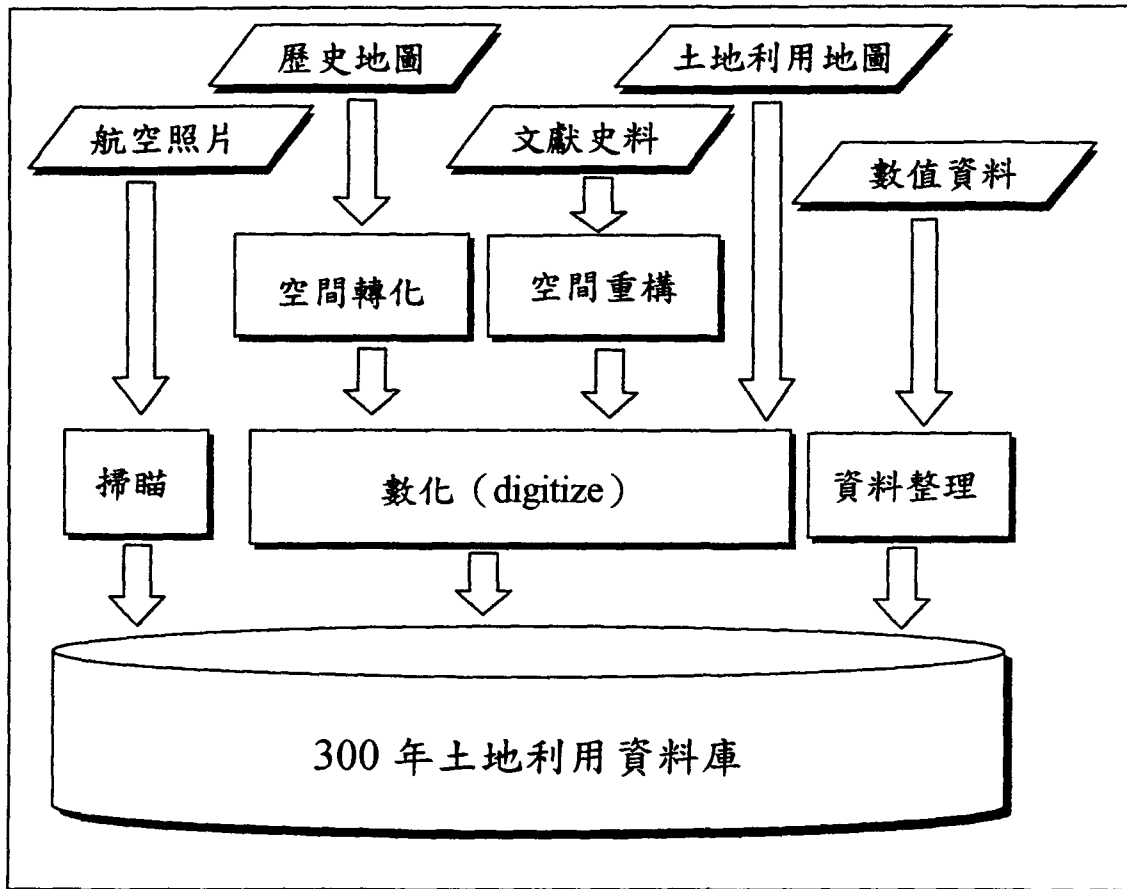


圖 3-1 土地利用資料收集與處理程序

以下各節分別對本年度所收集建置的資料內容，建置的方法，包括 1927 年日本佔領台灣其間所繪製的「台灣地形圖」，以及 1950 年間所拍攝之航空照片。本研究雖然配合其他子計畫，以台灣北部區域為研究區，然在資料來源的收集上，儘量不刻意侷限於北部區域，而以全台灣地區為收集對象。

第二節 台灣地形圖土地利用資料的萃取與資料庫建置

台灣地形圖是日據時期1921至1928年由日本帝國陸地測量部所調繪，作業方式是經由三角測量、水準測量、及地形測量等程序，比例尺二萬五千分之一，共177幅，涵蓋台灣西部與東北部（施添福，民87）（圖3-2），地圖內容包括地形、地貌，當時的行政界，重要地物，及土地利用等。由於土地利用並非地形圖的主體，因此是以符號（symbols）標示於圖上，由於地形圖非彩色印刷，加上年代久遠，目前收集到的地圖為翻印版，因此土地利用間的界線不易辨認（圖3-3），因此資料庫建置前必須進行適當的前置處理（pre-processing）。

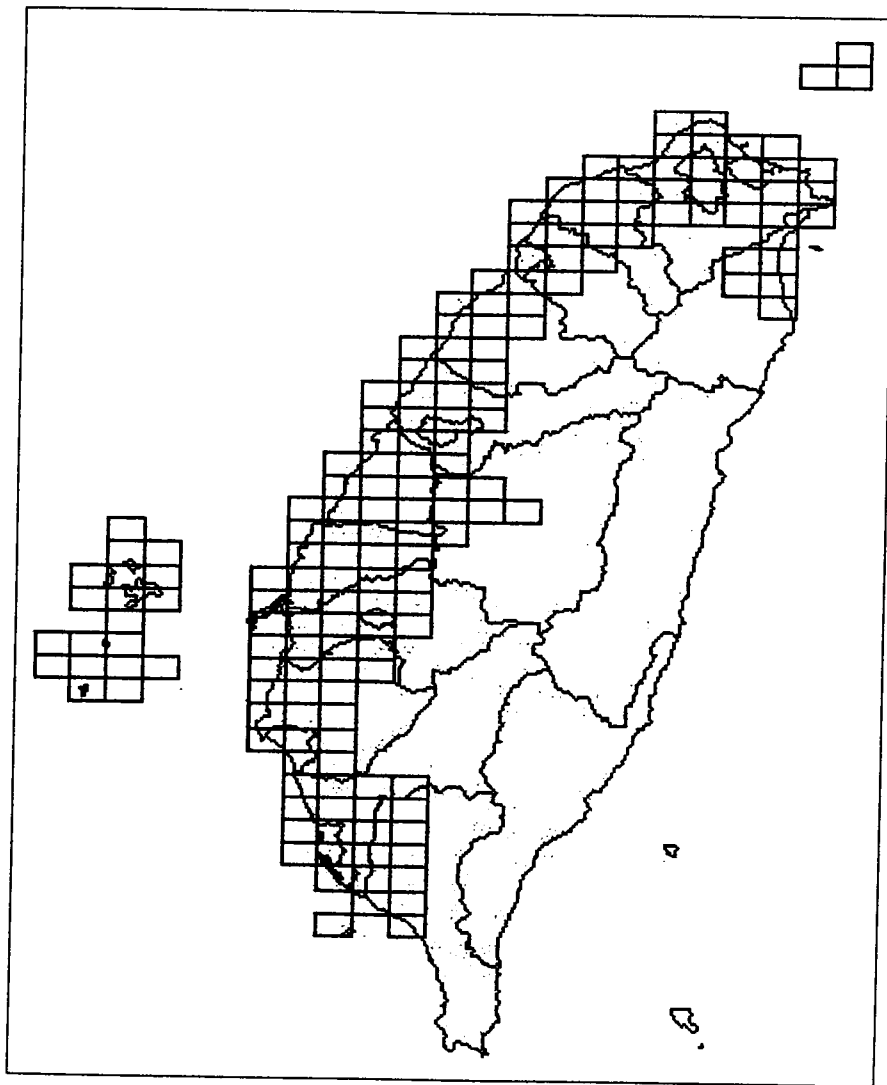


圖 3-2 台灣地形圖涵蓋範圍

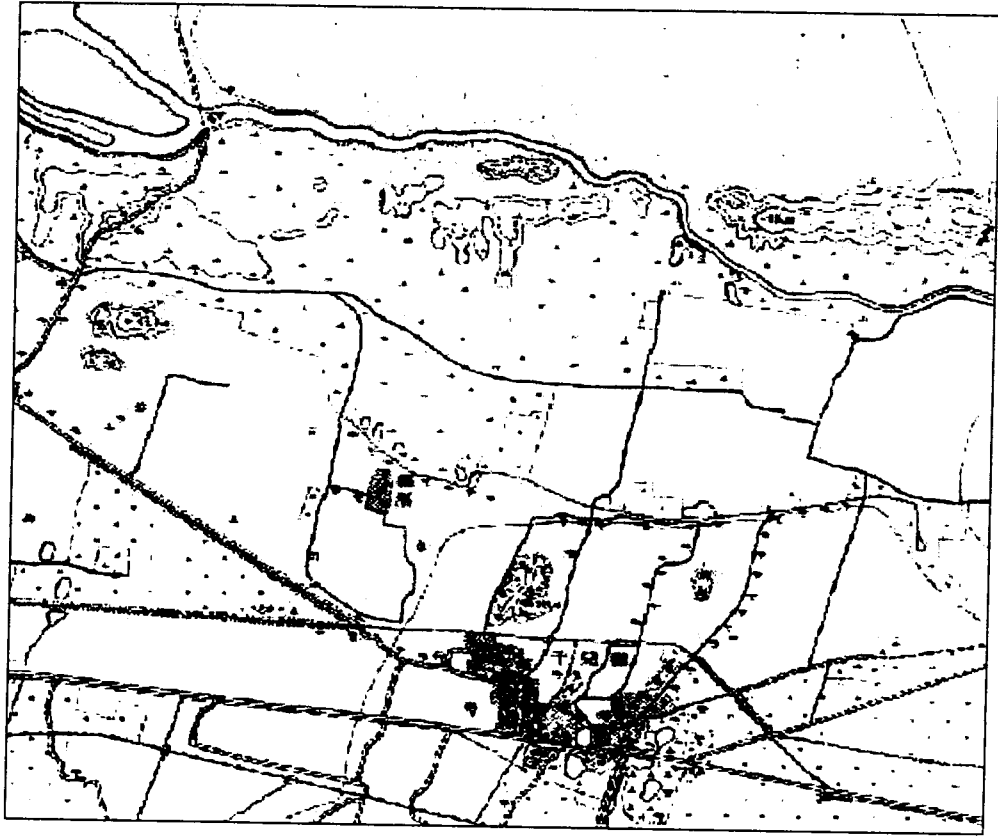


圖 3-3 台灣地形圖上的土地利用資訊

由於不同土地利用間有時候是以明顯地物為界線，例如道路、水圳等，有時候卻未必有明顯界線，因此地理資訊系統資料庫建置所常用的「清繪」方法並無法完全符合需求，本研究另行設計「彩繪」的方法，程序是使用不同顏色的色筆將不同符號所佔有的位置塗上不同顏色，當塗滿整張地圖後，不同顏色之間的界線就自動區隔出來，然後再參酌地物以適當顏色之筆勾勒出正確的界線。不同顏色除了提供界線的判斷外，還直接表達了屬性資訊（土地利用類別），以做為屬性資料輸入的依據。

土地利用分類根據地形圖上的圖例（legend），並且考慮與其他土地利用資料分類的相容性（compatibility），共區分為畑地、乾田、水田、沼田、桑畑、茶畑、果園、三椏畑、草地、樹木ヲ植ヘタル畑地、闊葉樹林、鍼葉樹林、枯木及燒木林、竹林、椶櫚科樹木、荒地、矮松林、篠地、濕地、魚塭、建地、墓墳、鹽田、水域、礁岩、沙洲等 26 類(圖 3-4)。此 26 類土地利用類型中，以水域、畑地、水田、闊葉樹林、及荒地所佔比例最高，建地、乾田次之，茶畑、沼田再次

之，其餘類別則零散分佈，所佔比例有限。

第三節 歷史航空照片土地利用資料的萃取

航空照片也是重要的土地利用資料來源，近年航空測量技術發達，國內各類大比例尺地形圖都逐漸採用航空攝影製圖，例如五千分之一像片基本圖，各大都市千分之一地形圖等，因此近年來航空照片的可得性較高，但是過去的航空照片由於技術及國家安全因素，可得性不高，本研究第一年已針對歷史性的航空照片進行調查與收集，結果如下所述：

歷史性航空照片大抵有幾個重要來源，一為財團法人工業技術研究院所收藏的一批台灣地區航空照片，數量約四千張，涵蓋高山地區除外的台灣本島，拍攝時間約自 1945 年至 1958 年，拍攝方式為垂直攝影 (vertical view) 而非傾斜攝影 (oblique view)。這批航空照片已由中央研究院電子計算機中心完成掃瞄儲存，並完成索引圖 (圖 3-4)，成為土地利用歷史資料庫的一部份。

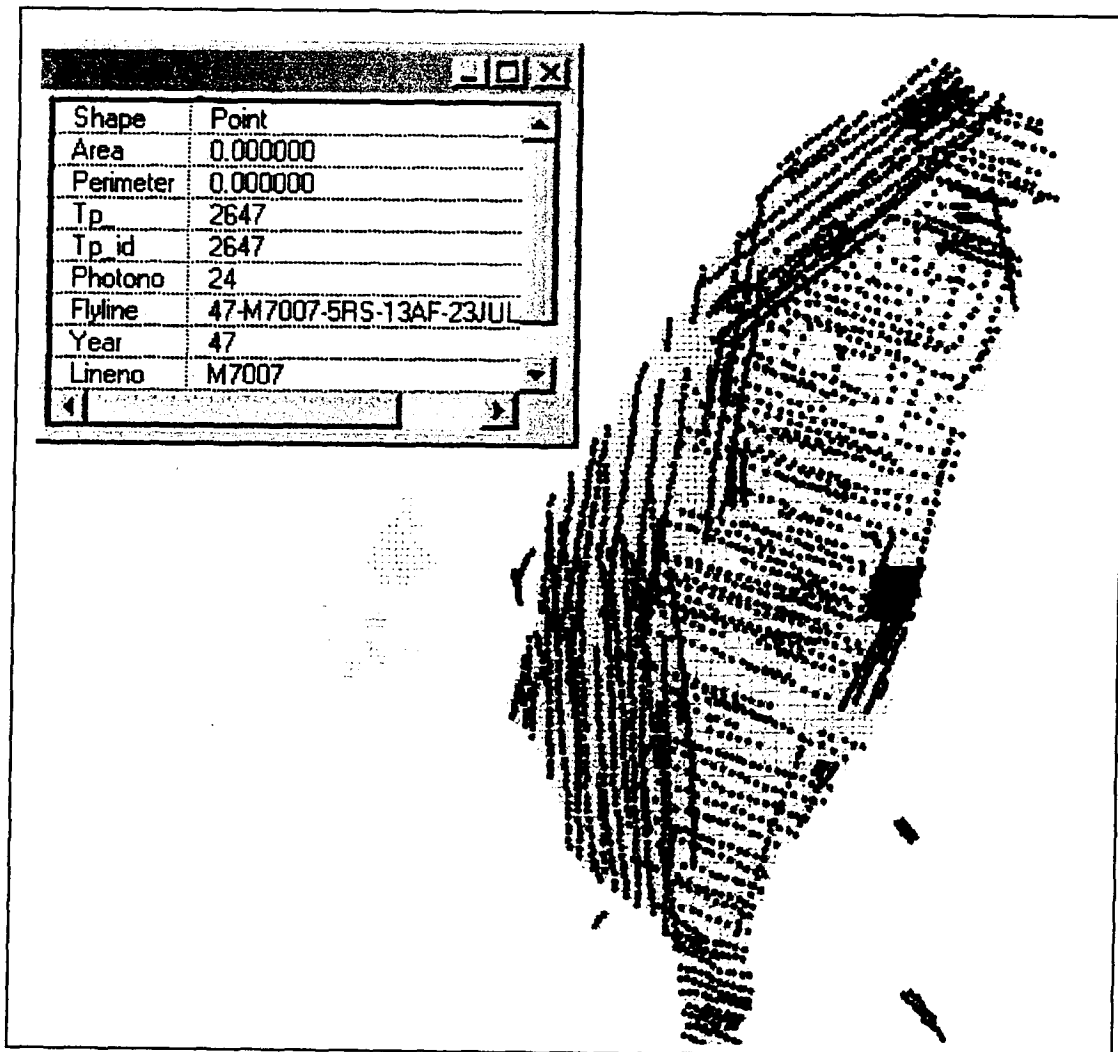


圖 3-4 歷史航空照片索引圖

另外一項重要的航空照片來源為國防單位，目前國防部下屬的某單位保存有民國 30 年以後之航空照片，這些照片包括第二次世界大戰期間美國所進行的偵察照相以及本國所拍攝之照片，其特點是所有照片的拍攝方式均為偵察照相，而非為航空測量使用，所以均為傾斜攝影，因此這些照片在經過掃瞄處理後，不易再進行正射糾正及座標對位，所以難以運用地理資訊系統工具來與其他資料進行整合分析。不過這些照片涵蓋台灣 30 年代以後地表的寶貴資訊，因此是土地利用歷史資料庫的重要資料來源，其使用方法可以依需要以人工方式進行局部地區之判釋及空間轉化，然後整合於地理資訊系統中，這批寶貴的資料目前由中央研究院進行保存規劃。

除了國內外，美國的國家典藏 (U.S. National Archives) 也保存了相當豐富的地圖及航空照片，這些資料大部分是第二次世界大戰期間，美國政府及軍方所拍攝或繪製 (National Archives and Records Administration, 1992)，經過初步篩選，與土地利用相關資料包括：

1. RG373-1 Records of the Defense Intelligence Agency-Aerial Photography

這批航空照片包括美國本土及海外地區，數量為數百萬張，拍攝時間為第二次世界大戰期間，雖然當時主要為軍事用途，但是大部分的航空照片為垂直攝影，以底片捲方式保存。

2. RG77.6 Records of the Office of the Chief Engineers

這批地圖為資源地圖，包括 1943 年調繪的台灣煤礦分佈及採煤及石油設施圖；1944 年調繪的台灣造船與修船廠地圖。

3. RG92.1 Records of the Office of the Quartermaster General

這批地圖是美國政府為了記錄第二次世界大戰期間死於國外並且埋葬於國外的軍人，而繪製的墳墓分佈地圖，這些地圖可以提供當時的墓地使用情形。

本年度針對前述由財團法人工業技術研究院所收藏的航空照片進行土地利用資訊萃取的可行性研究，以做為後續運用航空照片於土地利用變遷研究的參考。以航空照片為地理資訊系統資料庫的資料來源，其處理程序如下 (圖 3-5)：

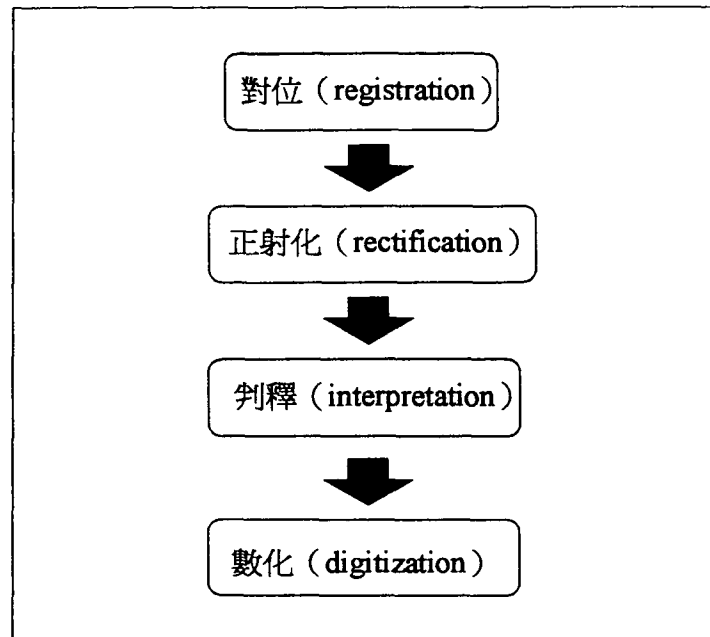


圖 3-5 數化程序

1. 對位 (registration)

每一張航空照片必須以已知位置的地物做為控制點，進行座標轉換工作，而此地物必須能夠於航空照片上清楚的辨認，並且必須能夠自參考資訊中獲得絕對位置，參考位置可以是地圖、GIS 資料庫、或是實地量測，本研究以農林航空測量所所出版的相片基本圖為絕對位置獲取參考資訊，為了使航空照片上的地物易於於相片基本圖上進行辨認，相片基本圖以民國 70 年左右所繪製的第一版地圖為主，先將其以掃瞄儀 (scanner) 進行掃瞄，然後以圖框之座標進行對位校正，最後再以遙測影像處理軟體 PCI 進行航空照片控制點的選取與對位。

2. 正射化 (rectification)

為了獲得準確的絕對位置，地物高程必須納入校正的程序中，但是倘若研究區並無太大地形起伏時，此項程序可以忽略。以本研究所進行的雲林沿海地區而言，正射化即非屬必要程序。

3. 判釋 (interpretation)

土地利用類別的判釋是最困難的步驟，尤其是歷史航空照片，進行判釋通常必須有地面實地資訊 (ground truth) 的輔助，但是歷史航空照片是過去的地表現象記錄，因此地面實地資訊不易獲得，若是冒

然以現今之現象為參考，恐怕會造成誤判的現象，可行的方法是輔以歷史文獻，諮詢地方長者也是可行的方法之一。

4. 數化 (digitization)

數化可以以數位板 (digitizer) 或螢幕數化 (screen digitize) 方式進行，將所欲萃取的不同土地利用類型界線記錄成為數值檔案。

航空照片土地利用資訊的萃取以雲林及宜蘭沿海地區為研究區，此研究區的選取是配合 Tsai, et al. (2000) 的研究，嘗試以空間分析方法進行養殖土地利用的空間型態及變遷因子分析。研究內容主要依據上述的作業程序，瞭解方法的可行性及投入成本，以做為未來以航空照片做為土地利用資料來源的參考，結果如下：

1. 歷史航空照片所呈現的是過去的地表狀態，過去的明顯地物相對的比較稀少，尤其是非都市地區，因此對位糾正所需的控制點不易選取，此為最大的困難處。其中道路的交點是比較明顯可用的地物，因為一般而言，道路只會增加或拓寬而不會減少，因此只要在歷史航空照片上存在道路交叉點，現今的地圖上一定也會存在。不過由於台灣近年交通建設大量施行，因此會發生現今地圖上的道路太複雜，以致困難辨認在歷史航空照片上相對應的道路，必須輔以道路建設的時間資訊，或是輔以較早期出版的地圖，才能順利的達成對道路應交叉點的辨認。
2. 土地利用的判釋根據類型的不同而有不同程度的困難度，但是很重要是無論何種類型的判釋，相關資訊的輔助與參考絕對是必須的，以宜蘭地區為例，海邊的旱田極易誤判為魚塭 (圖 3-6)，必須輔以養殖歷史文獻，瞭解魚塭發展時期與航空照片拍攝時間之間的關係，才能避免誤判情形的發生。

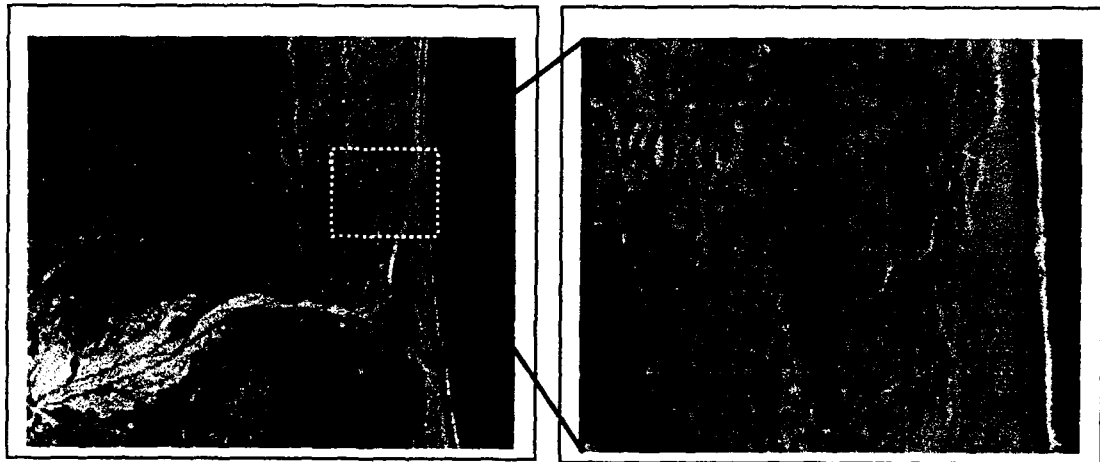


圖 3-6 航空照片範例 (宜蘭海岸)

3. 單一土地利用的抽取在判釋上困難度較低，例如聚落 (圖 3-7)，但是全面性土地利用類型的判釋困難度頗高，原因是任何地物都必須能夠分辨，否則會造成土地利用分佈的不連續，但是歷史航空照片所記錄的是過去的事實，無法進行地面實查，所以無法保證所有地物皆可正確分辨。

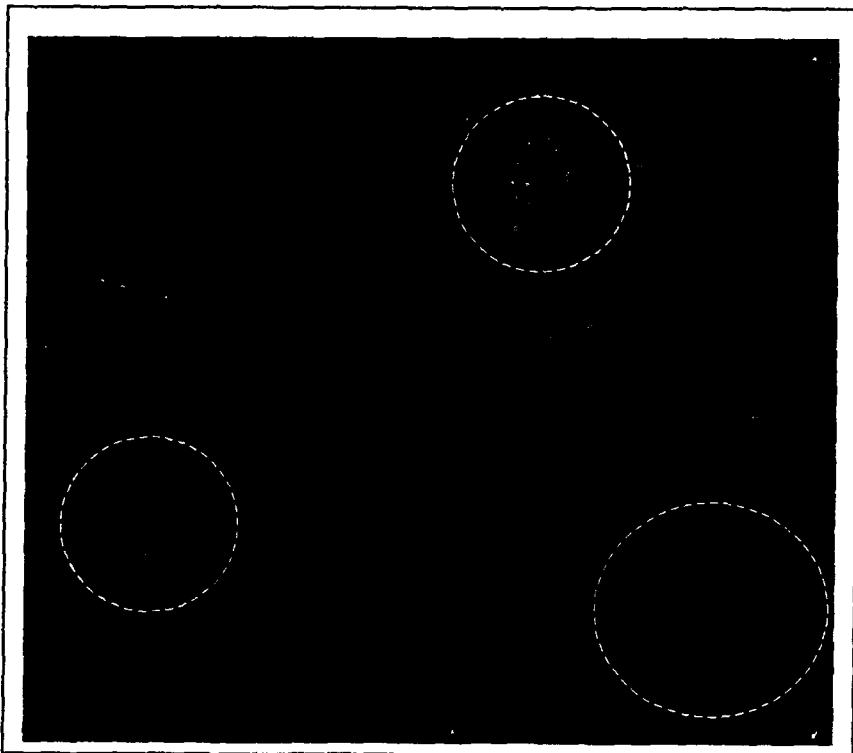


圖 3-7 航空照片範例 (聚落)

依據上述經驗，土地利用歷史航空照片的處理方式不宜仿照其他向量式 (vector) 資料的處理方式，嘗試將所有資料進行事先處理

(pre-processing)，達到地理資訊系統的架構 (architecture) 標準，包括連續性資料庫概念 (continuous database)、共同座標系統等，適宜的處理方式如下：

1. 掃瞄存檔

歷史航空照片的處理首先面臨的問題為保存問題，由於照片是經由光學與化學作用產生，其品質會隨著時間而變化，目前最理想的保存方式是運用數位科技，加以掃瞄存檔。由於電腦儲存媒體的進步，大量資料儲存的成本已大幅降低，而掃瞄設備的品質也日新月異，因此歷史航空照片宜以盡可能的高解析度掃瞄，以應未來可能的不同應用。

2. 詮釋資料製作

航空照片是理想的地表資訊來源，但是其非處理後之正射化圖形資訊，每一張照片之所涵蓋的位置及涵蓋範圍無法直接從照片上獲得，因此大量資料掃瞄後必須進行索引製作，並且進行完整資訊的製作，包括航高、拍攝時間、攝影儀器等，索引製作宜以地理資訊系統方法為之，以位置為索引的主鍵，而非以照片編號為主，可行的方式是記錄照片中心點的位置，並推算大致的涵蓋範圍，做為 GIS 資料之空間資料來源，並將前述航高、拍攝時間、攝影儀器等為屬性，建置完整之以 GIS 為架構之詮釋資料庫。

3. 歷史航空照片數值資料庫處理

歷史航空照片掃瞄後直接妥善儲存而不需進行 GIS 之前置處理及全面性的判釋，原因是各張照片的品質及其可資利用的資訊不一，例如理想控制點的可得性 (availability) 差異，以致對位的品質無法達到共同標準，若貿然進行，對於往後的應用可能造成嚴重的誤用情形。土地利用類型的全面判釋如前所述有其困難度，並且土地利用的分類也不宜事先定義，如此會限制了未來的應用潛力，畢竟航空照片上的資訊並未經過任何人為轉化，幾乎是原來地表現象的忠實記錄，因此資訊的萃取有無限的可能與潛力，不宜在建置資料庫時片面的縮小其範疇。

第四章 時序地理資訊系統 (Temporal GIS)

第一節 前言

土地利用資料是地表連續性的分佈資料，它同時具備空間 (spatial)、時間 (temporal) 及屬性 (attribute) 特性，其空間特性從幾何觀點而言，通常以不規則多邊形存在；時間特性從時間剖面觀之，亦為連續性的變化；屬性特性即為其土地使用類別。所以土地利用資料是某一種土地使用類別在某一時間與空間上的組合，因此土地利用變遷就是在某一時間與空間上，土地使用類別的改變。由於土地利用資料具備時、空特性，尤其進行土地利用變遷研究時，時、空特性必須同時納入分析與處理，因此土地利用資料比其它地理資料複雜，以地理資訊系統資料庫來進行儲存與管理時，必須有更周延的資料模式 (data model) 與資料結構 (data structure) 來表達與組織。

目前土地利用資料庫大都以時間剖面為基本單元，將不同時間剖面所收集的資料分別儲存，然而本研究所進行的土地利用歷史資料庫必須特別著重時間特性，因此必須將時間屬性整合於傳統的地理資訊系統資料模式中。本研究因此引入時序地理資訊系統 (temporal GIS) 概念，針對台灣地區三百年可收集到的土地利用資料特性，研擬土地利用歷史資料模式，以建立台灣北部地區三百年歷史資料庫，並且為未來使用此資料庫進行土地利用變遷研究的準備。

第二節 時序地理資訊系統

地理資訊系統的發展是為了效率化的組織、了解地表上的各種地物或地理現象，而位置、時間、及屬性是三種重要的資訊，傳統的地理資訊系統在位置及屬性資訊的掌握已相當成熟，基本上是以空間特性 (spatial-oriented) 為主軸的資訊系統，而屬性資料在傳統的管理資訊系統 (management information system, MIS) 也已發展相當成熟的技術，惟獨時間特性的處理，尚在發展當中。然位置、時間、及屬性是一體的三面，單獨對某一特性進行分析，都無法窺得全貌，必須整合起來，才能完全表達完整的地物或地理現象的特性。時序地理資訊系統就是基於這樣的理念來發展，企圖加強過去對位置、時間、及屬性特性分別處理分析的缺點。而地理資訊系統的發展，資料模式 (data model) 是最基本的基礎，因為資料模式是地物或地理現象概念化的表達 (abstract representation) (Peuquet, 1984)，它直接影響資料庫內所儲存的資料內涵，而資料庫所儲存的資訊是否完整是後續分析與處理的關鍵；時序地理資訊系統的發展亦然，發展一個整合空間、時間、及屬性的資料模式是時序地理資訊系統發展的重點。

本研究的主要工作內容是進行土地利用歷史資料庫的建置，而資料庫的建置必須先進行資料庫設計，研擬如何將收集到的不同時間土地利用事實儲存於資料庫中；資料庫設計除了考量資料的儲存外，更重要的必須考量未來的使用需求 (Tsai, 1988)。時序地理資訊系統的研究雖非本研究的研究範圍，但是為了使本研究所建立的土地利用資料庫能夠充分表達土地利用資料的時、空特性，同時兼顧未來土地利用變遷分析與模擬的功能需求，本節將進行時序地理資訊系統的回顧，尤其著重於資料模式的發展，以便建立完整的土地利用歷史資料庫。

時序資料模式 (spatial-temporal data model) 是時序地理資訊系統的核心，根據 Yuan (1999) 的回顧，時序資料模式的發展趨勢從資料層導向 (layer-oriented) 朝向事件導向 (event-oriented)。資料層導向主要是以時間剖面為基準，記錄該時間剖面當時的地理事實，包括空間及屬性，這類模式未能忠實記錄地理事件發生的時間，而是將地理事實投射 (time-stamped) 在就近的時間剖面；事件導向是儲存地物或地理現象的改變，較能反映地理事實，但是表

達方式較為複雜。Peuquet and Duan (1995) 將地理資訊系統的資料模式歸納為位置導向 (location-based)、地物導向 (feature-based)、及時間導向 (temporally-based) 三種模式型態，位置導向模式是在模式中將地理資料的空間特性 (位置) 固定建構於模式本體中，例如網格模式 (raster model)，所以我們只需要處理時間及屬性特性即可；地物導向模式是將地理資料的時間特性固定建構於模式本體中，例如向量模式 (vector model)，所以我們只需要處理空間及屬性特性即可；時間導向模式是將地理資料的屬性特性固定建構於模式本體中，例如 EBSDTM 模式 (Peuquet and Duan, 1995)，所以我們只需要處理空間及屬性特性即可。

Armstrong (1988) 的 Snapshot 模式是以時間因素為基準 (temporally-homogeneous)，記錄不同時間基準的地理事實 (圖 4-1)，它是屬於 Peuquet 的地物導向模式及 Yuan 的資料層導向模式。例如 Tsai et al. (1997) 使用 1976、1982、1988、1992 年四個時間剖面的的土地利用資料來分析土地利用的變遷，時間解析度 (time resolution) 成為反應事實的關鍵，但也是影響資料庫效率的主要因素，時間間距 (interval) 愈短，愈能表達變化的事實，但是也可能重複儲存大量未改變的事實。

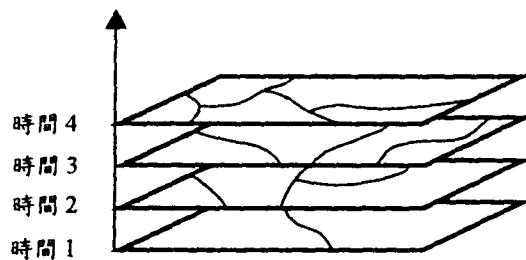


圖 4-1 Snapshot 模式

Langram and Chrisman (1988) 的 Space-Time Composite 模式是以空間單元為基準 (spatially-homogeneous)，記錄該單元屬性的變化及其變化的時間 (圖 4-2)，這種方式可以忠實表達地理事實的時間、空間、及屬性的變化，但是當空間單元改變時，所有記錄必須重新建置。以空間單元為基準的模式比較適合於環境監測、生態分析等課題。

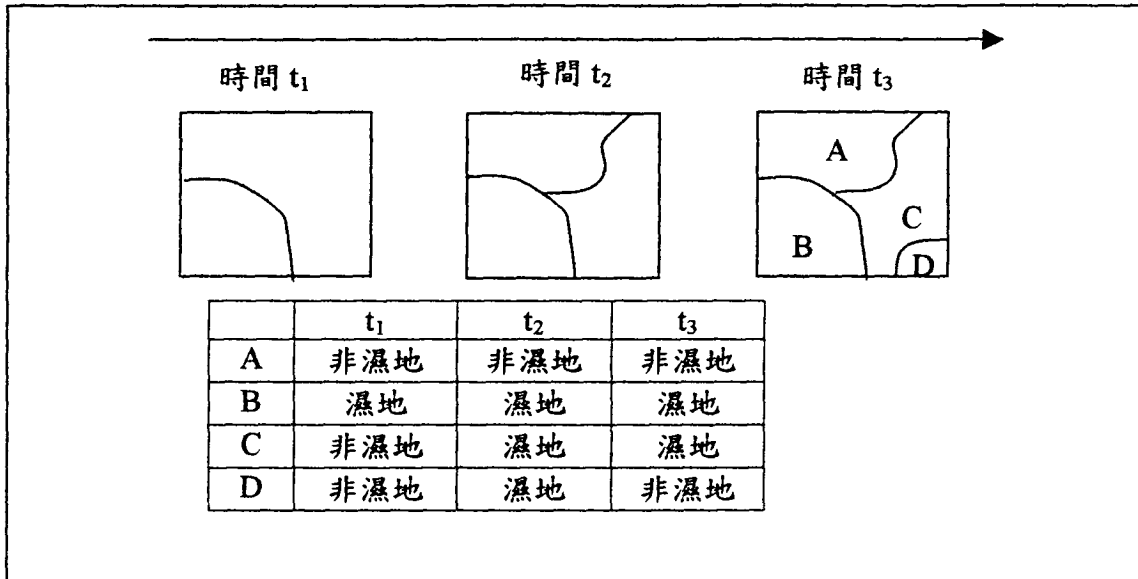


圖 4-2 Space-Time Composite 模式

Worboys (1992) 的 Spatiotemporal Object 模式是以屬性為基準 (attribute-homogeneous)，記錄某一屬性在時間及空間的改變 (圖 4-3)。這種表達模式適合於分析某一種地理現象的改變，例如都市的擴張。

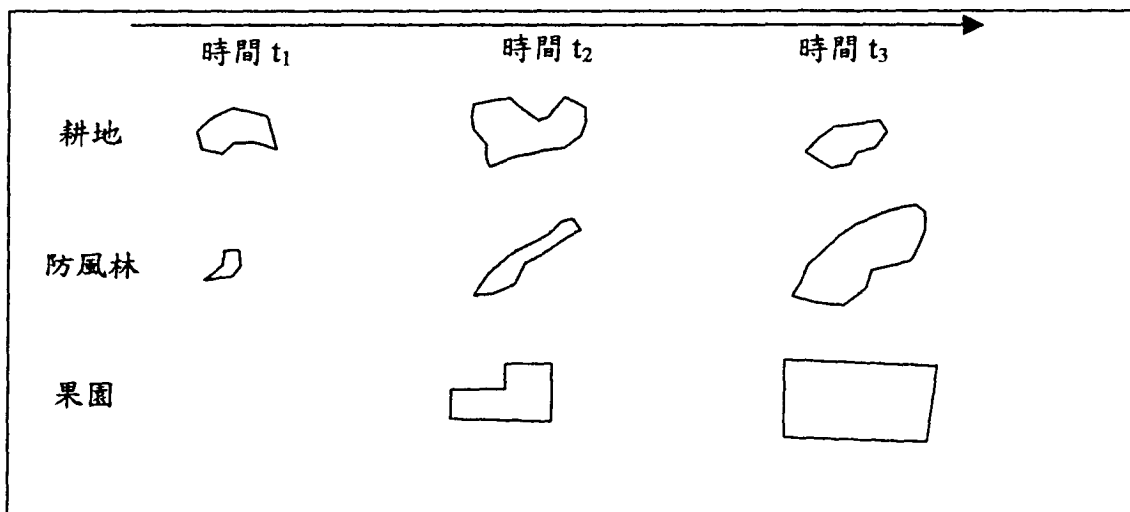
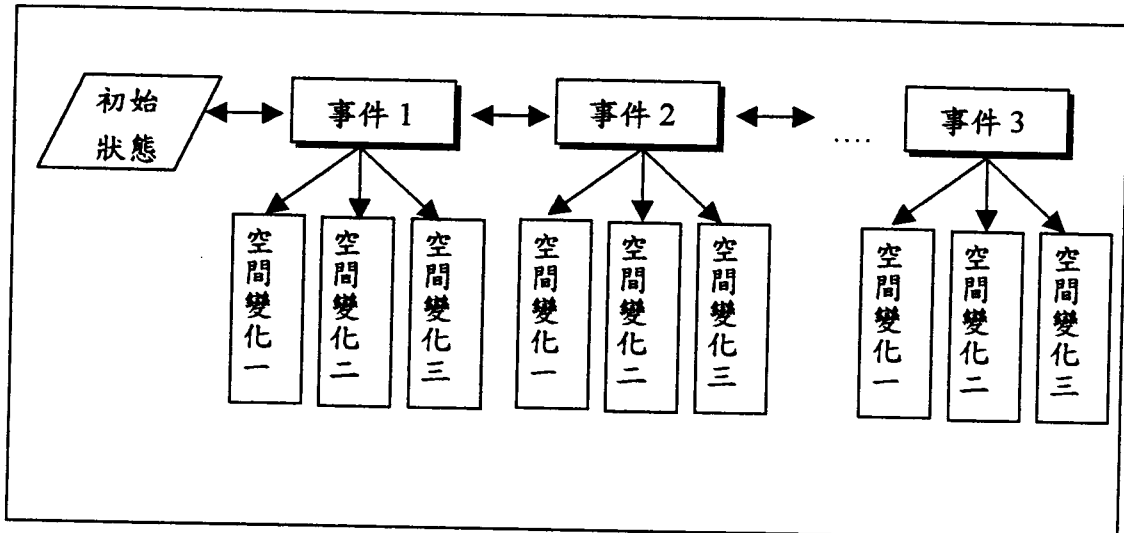


圖 4-3 Spatiotemporal Object 模式

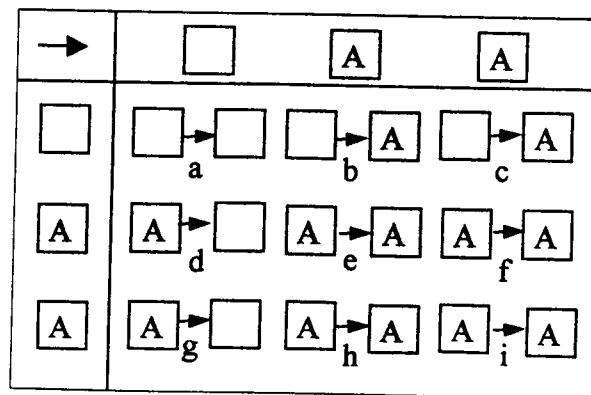
事件導向模式是以地物或地理現象為對象，以某一特定屬性為基準，記錄該對象的完整歷程 (process)，屬於時間導向模式，Peuquet and Duan (1995) 的 Event-Based Spatio-Temporal Data Model 先儲存某地物或地理現象的初始狀態，然後紀錄每一改變事件 (events)，每一事件再記錄其空間位置的變化 (圖 4-4)。



修改自 Peuquet & Duan (1995)

圖 4-4 Event-Based Spatio-Temporal Data Model

Hornsby and Egenhofer (2000) identity-based change 的時序知識表達模式，以地物或地理現象的特質狀態 (identity states) 以及這些特質狀態之間的轉變 (transition) 來表達時序知識，他們以四種初始物件 (primitives) 來做為模式的基本操作單元，此四種初始物件分別為目前存在 (existing)、目前不存在但過去曾經存在 (non-existing with history)、目前不存在過去也不存在 (non-existing without history)、以及轉變 (transition)，然後進一步組合此四種初始物件，來描述地物或地理現象在時間與空間的變化 (圖 4-5)。



- 目前存在 (existing)
- A 目前不存在但過去曾經存在 (non-existing with history)
- A 目前不存在過去也不存在 (non-existing without history)

- a: continue non-existing without history
- b: create
- c: recall
- d: destroy
- e: continue existence
- f: eliminate
- g: forget
- h: reincarnate
- I: continue non-existing with history

取自 Hornsby and Egenhofer (2000)

圖 4-5 identity-based change model

地理資料隱含空間、時間及屬性三種性質，因此地理變遷包括六種主要型態 (Yuan, 1999)，這六種變遷型態可以整理如表 4-1 所示。

表 4-1 地理變遷型態

空間特性	固定	例：某地自民國 85 年以後土地使用的改變
時間特性	控制	
屬性特性	度量	
空間特性	固定	例：某地從事魚塭養殖的期間
時間特性	度量	
屬性特性	控制	
空間特性	控制	例：賀伯風災後，信義鄉各地作物種植種類的改變情形
時間特性	固定	
屬性特性	度量	
空間特性	度量	例：草蝦病變發生時，那些地區的魚塭遭到棄養？
時間特性	控制	
屬性特性	固定	
空間特性	控制	例：信義鄉境內目前種植梅樹的地區，何時開始種植？
時間特性	度量	
屬性特性	固定	
空間特性	度量	例：賀伯風災後至今，信義鄉境內那些地區改種梅樹？
時間特性	固定	
屬性特性	控制	

土地利用變遷課題對於時間、空間、及屬性的度量需求都十分殷切，上述的六種地理變遷型態都可能應用於土地利用變遷的研究，因此一套周延的時序資料模式必須發展，此資料模式必須能夠充分表達上述變遷型態所必須具備的資訊。

第三節 土地利用歷史資料庫資料模式 (data model)

經由第二節的回顧與討論，時序地理資訊系統的發展仍在進行中，各種理論技術都尚未臻成熟的地步，尤其資料模式，回顧的模式中都仍然存在相當的問題與缺點。Snapshot 模式是以時間為基準的模式，結構簡明，但是如果時間解析度很大時（時間間距很短），會造成資料庫的冗贅 (redundant)；Spatial-TimeComposite 模式是以空間為基準的模式，在空間單元發生變化時，整體資料庫內的資料必須進行重構；Spatiotemporal Object 模式是以屬性為基準的模式，因此必須記錄時間與空間複雜的變化情形；Event-Based Spatio-Temporal Data Model 僅記錄改變的部分，當資料庫涵蓋的時間很長時，資料取用 (retrive) 的效率勢必非常低；identity-based model 目前侷限於固定地物的在時間片段 (discrete) 改變的表達，只是真實世界部分地物或地理現象的時空變化，尚無法完整的表達地物的時序特性。

雖然時序資料模式尚未有周延與成熟的設計，但是本研究本年度開始將進行實質的土地利用歷史資料庫建置，因此必須研擬可行的資料模式，以做為資料庫建置的指導。由於完整周延的資料模式尚未發展成熟，並且時序資料模式的研究並非本研究的研究課題，因此本研究所研擬的資料模式將以完整保存資料的時間、空間、與屬性特性為最大目標，如此除了可以忠於原來的事實外，當未來有完整的時序資料模式發展完成時，這些資料可以完整的轉換，而不至遺漏任何資訊。

土地利用資料為地表土地使用狀況的表達，應該為連續分佈的面型資料 (polygon)，不過面型資料會因表達的精細程度而可能以點資料 (point) 的型態來表達，尤其土地利用歷史資料，過去的歷史地圖比例尺通常很小，許多地物或地理現象是以點資料的型態呈現；而古籍文獻對於土地利用的記載是以文字的描述為主，因此比較困難表達其空間分佈範圍，大都以地名為空間位置的參考標準，因此本研究所研擬的資料模式在空間特性的保存上，將以面型資料為目標，但若原始資料無法有效的描述其範圍，將以點資料型態來表達。

土地利用變遷在時間剖面上是屬於非連續性 (discrete) 的變化，這與連續性的地理變遷不同，例如森林野火，資料模式必須能夠表達或推演燃燒速度、頻率等野火的燃燒歷程 (process) (Yuan, 1997)，所以資料庫只要能夠保存其變化的時刻 (time) 即可，而非變化的期間 (period)。

土地利用的屬性特性即為其使用型態，通常為了系統性操作，都會以某種分類法則來進行分類，然而土地利用分類，根據不同的使用需求與區域特性，會有不同的分類方法。本研究所擬建立的土地利用歷史資料庫並未事先界定未來的使用範疇，希望能夠滿足絕大部分的土地利用分析課題，因此本研究所研擬的資料模式，對於屬性特性而言，將保留原始資料所呈現的土地利用型態，而不做任何分類。

第五章 結論與後續研究

本研究第一年已完成台灣地區可得的土地利用數值資料收集，包括平地、山坡地、及林地，這些資料為立即可用之資料，不過時間上都是屬於近年（1980 及 1990 年代），年代稍長遠的土地利用資料未見有數值資料的存在；除了近代土地利用數值資料的收集外，也同時完成 88 份歷史地圖來源的調查與內容的初步瞭解，以及 187 份文獻古籍資料的收集；另外完成國內外可能典藏歷史航空照片的單位調查，並初步瞭解其現況及資料的可得性。

本年度（第二年）以第一年度的結果為基礎，進行 1920 年代之土地利用資料庫建置，以及進行 1950 年代歷史航空照片土地利用資料萃取的可行性探究，研擬系統性的操作方法。

除了實質資料庫建置外，本年度繼續時序資料模式的研究，雖然尚未有具體結論，但是已掌握國內外目前有關時序資料庫研究的階段成果。

第三年計畫將繼續 1900 年代土地利用資料庫的建置，研擬土地利用歷史資料庫管理系統，並且以已完成的資料進行示範性研究，探討資料庫建置的效益。

參考文獻

- Asiati, Siti, 1997, "Emission of CO₂ in Indonesia Related to Fossil Fuel Energy and Forestry", **Proceedings, Synthesis workshop on Greenhouse Gas Emission, Aerosols and Land Use and Cover Change in Southeast Asia**.
- Armstrong, M.P., 1988, "Temporality in Spatial Databases", **Proceedings, GIS/LIS'88**, 2:880-889.
- Baker, W.L. and Cai, Y., 1992, "The rle Programs for Multiscale Analysis of Landscape Structure Using the GRASS Geographical Information System", **Landscape Ecology**, 7(4):291-302.
- Berry, M.W., Flamm, R.O., Hazen, B.C. and MacIntyr, R.L., 1996, "Lucas: A System for Modeling Land-Use Change", **IEEE Computational Science and Engineering**, 3(1):24-35.
- Bicik, Ivan, 1997, "Long-Term Human-Nature Interaction Analysis : The Case of Land-Use Change in The Czech Republic", **Proceedings, IGU-LUCC'97**, 13-19.
- Bick, Ivan, 2000, "Land Use/Cover changes in the Czech Republic: Data Sources, research Methods, Compatibility", **Proceedings, IGU-LUCC'2000**, in print.
- Boerner, R.E.J., 1996, "Markov Models of Inertia and Dynamism on Two Contiguous Ohio Landscapes", **Geographical Analysis**, 28(1):56-66.
- Burrows, Willian E., 1998, "That New Black Magic", **Air & Space**, 1998/January 1999:28-35.
- Clarke, K.C. and Gaydos, L.J., 1998, "Loose-Coupling A Cellular Automation Model and GIS: Washington/Baltimore", **International Journal of Geographic Information Science**, 12(7):699-714.
- Forman, R.T.T. and Godron, M., 1986, **Landscape ecology**, John Wiley & Sons: New York.
- Himiyama, Yukio, 1994, "The Land Use/Cover Change Programme in Japan : A Review and Proposals", **Geographical Review of Japan**, 67(1):63-75.
- Himiyama, Yukio, 1999, "Historical Information Bases for Land Use Planning in Japan", **Land Use Policy**, 16(3):145-151.
- Hornsby, Kathleen and Egenhofer, Max J., 2000, "Identity-Based Change: a foundation for spatio-Temporal Knowledge representation", **International Journal of Geographical Information Science**, 14(3):207-224.

- Hulshoff, R.M., 1995, "Landscape Indices Describing A Dutch Landscape", **Landscape Ecology**, 10(2):101-111.
- Iverson, Louis R., 1988, "Land-Use Change in Illinois, USA : The Influence of Landscape Attributes on Current and Historic Land Use", **Landscape Ecology**, 2(1):45-61.
- Kienast, Felix, 1993, " Analysis of Historical Landscape Patterns with A Geographical Information System – a Methodological Outline", **Landscape Ecology**, 8(2):103-118.
- Landis, J. and Zhang, M., 1998a, "The Second Generation of The California Urban Feature Model, Part 1: Model Logic and Theory", **Environment and Planning A**, 30:657-666.
- Landis, J. and Zhang, M., 1998b, "The Second Generation of The California Urban Feature Model, Part 2: Specification and Calibration Results of The Land-Use Change Submodel", **Environment and Planning B: Design and Planning**, 25:795-824.
- Langran, G, and Chrisman, N.R., 1988, "A Framework for Temporal Geographic Information", **Cartographica**, 25(3):1-14.
- National Archives and Records Administration, 1992, **World War II Records in the Cartographic and Architectural Branch of the National Archives**, National Archives and Records Administration: Washington D.C.
- Peuquet, Donna J., 1984, "A Conceptual Framework and Comparison of Spatial Data Models", **Cartographica**, 21(4):66-113.
- Peuquet, D.J., and Duan, N., 1995, "An Event-Based Spatiotemporal Data Model (ESTDM) for Temporal Analysis of Geographic Data", **International Journal of Geographical Information Systems**, 9(1):7-24.
- Singh, R.B., 1993, "Land Use Development and Environmental Criticality in Marginal Regions: A Case Study of Himachel Pradesh", **Marginality and Development Issues in Marginal Regions**, International Geographical Union:19-40.
- The Scientific Steering committee of LUCC, 1999, **Implementation Plan for land Use and Cover change (LUCC)**.
- Tsai, 1999, "Land Use/Cover Change and digital Data Base in Taiwan", **Proceedings**,

1999 NIES Workshop on Information Bases and Modeling for Land Use and Cover Changes Studies in East Asia.

- Tsai, Bor-Wen, 1988, "A Query Approach for GIS Data Base Systems Design", **Science Reports**, Department of Geography, National Taiwan University, No. 13, PP. 189-203.
- Tsai, B.W., Chang, C.Y. and Ding, T.J., 1977, "Spatial Analysis In GIS--the Land Use Changes In the Coastal Area of Yunlin County, Taiwan", **Journal of Geographical Science**, 23:1-11.
- Tsai, Bor-Wen, Chang, Kang-Tsung, Chang, Chang-Yi, and Chu, Jen-Ming, 2000, Measuring Spatial Association Of Aquacultural Land Use In Taiwan", **Proceedings, IGU_LUCC'2000**.
- Tsuruta, Haruo, 1997, "Regional Estimates of GHG Emission and Other Atmospheric Species in Relation to LUCC Using High Resolution Satellite and GIS Datasets", **Proceedings, Synthesis workshop on Greenhouse Gas Emission, Aerosols and Land Use and Cover Change in Southeast Asia**.
- Turner, M.G and Ruscher, C.L., 1988, "Changes In The Spatial Patterns of Land Use In Georgia", **Landscape Ecology**, 1:241-251.
- Worboys, M. F., 1992, "A Model for Spatial-Temporal Information", **Proceedings, the 5th International Symposium on Spatial Data Handling**, 2:602-611.
- Yuan, May, 1999, "Temporal GIS and Spatio-Temporal Modeling", http://ncgia.ucsb.edu/conf/SANTA_FE_CD-ROM/sf_papers/yuan_may/may.html.
- Yuan, May, 1997, "Use of Knowledge Acquisition to build Wildfire Representation in Geographical Information Systems", **International Journal of Geographical Information Science**, 11(8):723-745.
- 張長義，劉英毓，蔡博文，民 82，彰雲海岸敏感地區土地利用變遷之研究，環保署研究報告。
- 楊雲龍，民 84，蘭陽平原環境災害識覺之研究，博士論文，國立台灣大學地理學研究所。
- 姜善鑫，于靜元，民 82，"嘉南平原洪犯區土地利用變遷之研究"，**地理學報**，國立台灣大學地理學系，16：1-20。

施添福，民 85，台灣堡圖，遠流出版社：台北。

施添福，民 87，台灣地形圖，遠流出版社：台北。

附錄一 農林航空測量所第一版土地利用分類

類別	代碼	類別	代碼近年
雙期作水田	01	二期單期田林木	56
一期單期作水田	02	二期單期田草地	57
二期單期作水田	03	二期單期田荒地	58
二年輪作水稻田	04	二年一期輪作田果樹	59
三或四年輪作田	05	二年一期輪作田林木	60
果作地	06	二年一期輪作田草地	61
果園	11	二年一期輪作田荒地	62
林地	22	二年三期輪作田果樹	63
草地	23	二年三期輪作田林木	64
水川	24	二年三期輪作田草地	65
魚池	25	二年三期輪作田荒地	66
水塘	26	三年一期輪作田果樹	67
鹽田	27	三年一期輪作田林木	68
水庫	28	三年一期輪作田草地	69
沼澤地	29	三年一期輪作田荒地	70
荒地	30	三年二期輪作田果樹	71
建地	33	三年二期輪作田林木	72
墓地	34	三年二期輪作田草地	73
道路地	35	三年二期輪作田荒地	74
河川地	36	四年輪作田果樹	79
軍事地	37	四年輪作田林木	81
養蠶場	38	四年輪作田草地	81
海水	39	四年輪作田荒地	82
堤防	40	旱作地果樹	83
二年一期輪作田	41	旱作地林木	84
二年三期輪作田	43	旱作地草地	85
三年一期輪作田	51	旱作地荒地	86
三年二期輪作田	52	水圳、道路併計地	87
四年輪作田	54	道路、水圳併計地	88
雙期作水田果樹	42	河川地水田	89
雙期作水田林木	44	河川地旱田	90
雙期作水田草地	45	河川地果樹	91
雙期作水田荒地	46	河川地林木	92
一期單期田果樹	47	河川地魚池	93
一期單期田林木	48	河川地建地	94
一期單期田草地	49	範圍外土地	96
一期單期田荒地	50	海洋	97
二期單期田果樹	55		

附錄二 農林航空測量所第二版土地利用分類

類別	代碼	類別	代碼
雙期作水田	001	二期單期田旱作	010
一期單期作水田	002	二期單期田果樹	055
二期單期作水田	003	二期單期田林木	056
二年輪作水稻田	004	二期單期田草地	057
三或四年輪作田	005	二期單期田荒地	058
旱作地	006	二年一期輪作田旱作	012
台糖農場地	008	二年一期輪作田果樹	059
果園	011	二年一期輪作田林木	060
區外保安林	021	二年一期輪作田草地	061
林地	022	二年一期輪作田荒地	062
草地	023	二年三期輪作田旱作	013
水川	024	二年三期輪作田果樹	063
魚池	025	二年三期輪作田林木	064
水塘	026	二年三期輪作田草地	065
鹽田	027	二年三期輪作田荒地	066
水庫	028	三年一期輪作田旱作	014
沼澤地	029	三年一期輪作田果樹	067
荒地	030	三年一期輪作田林木	068
工業區	032	三年一期輪作田草地	069
建築地	033	三年一期輪作田荒地	070
墓地	034	三年二期輪作田旱作	015
道路地	035	三年二期輪作田果樹	071
河川地	036	三年二期輪作田林木	072
軍事地	037	三年二期輪作田草地	073
養蠶場	038	三年二期輪作田荒地	074
海水	039	四年輪作田旱作	016
堤防	040	四年輪作田果樹	079
二年一期輪作田	041	四年輪作田林木	080
二年三期輪作田	043	四年輪作田草地	081
三年一期輪作田	051	四年輪作田荒地	082
三年二期輪作田	052	旱作地果樹	083
四年輪作田	054	旱作地林木	084
雙期作水田旱作	007	旱作地草地	085
雙期作水田果樹	042	旱作地荒地	086
雙期作水田林木	044	台糖農場旱作	017
雙期作水田草地	045	台糖農場水稻	018
雙期作水田荒地	046	台糖農場果樹	019
一期單期田旱地	009	台糖農場林木	020
一期單期田果樹	047	台糖農場草地	031
一期單期田林木	048	台糖農場荒地	053

一期單期田草地	049	台糖農場魚池	075
一期單期田荒地	050	台糖農場建地	076
保安林水稻	077	水圳、道路併計地	087
保安林旱作	078	道路、水圳併計地	088
保安林果樹	095	河川地水田	089
保安林林木	098	河川地旱田	090
保安林草地	099	河川地果樹	091
保安林魚池	100	河川地林木	092
保安林荒地	101	河川地魚池	093
保安林建地	102	河川地建地	094
保安林墓地	103	範圍外土地	096
保安林堤防	104	海洋	097

附錄三 國土利用調查土地利用分類

大類別	中類別	小類別	代碼	
農業用地	農作	稻作	0011	
		旱作	0012	
		廢耕地	0013	
	林業	林業	0020	
	養殖	養殖	0030	
	畜牧	畜禽舍	0041	
		牧場	0042	
	農業附帶設施	農業附帶設施	0050	
交通用地	機場	民用機場	1010	
	鐵路	一般鐵路線	1021	
		專用鐵路線	1022	
		捷運鐵路線	1023	
		鐵路車站	1024	
		鐵路相關設施	1025	
	公路	國道	1031	
		省道	1032	
		縣道	1033	
		鄉道	1034	
		市區道路	1035	
		其他道路	1036	
		公路車站	1037	
		停車場	1038	
		公路相關設施	1039	
	港口	商港	1041	
		漁港	1042	
		專用港	1043	
	水利用地	河道	河川	2011
			減河	2012
運河			2013	
堤防			2014	
溝渠		溝渠	2020	
蓄水池		水庫	2031	
		湖泊	2032	
		其他蓄水池	2033	
禦潮地		禦潮地	2040	
建築用地		商業	零售批發	3011
	服務業		3012	
	住宅	一層住宅	3021	
		低層住宅	3022	

		中層住宅	3023	
		高層住宅	3024	
機關團體		機關	3031	
		團體	3032	
學校		托兒所、幼稚園	3041	
		小學	3042	
		中學	3043	
		大專院校	3044	
		特種學校	3045	
文教藝術		文教藝術館	3050	
衛生醫療		醫療院所	3060	
慈善福利		慈善福利院	3070	
宗教		寺廟	3081	
		教堂	3082	
		宗祠	3083	
		其他宗教建築	3084	
公用事業		郵政電信	3091	
其他公用事業		氣象	3092	
		電力	3093	
		瓦斯	3094	
		自來水	3095	
		加油站	3096	
		雨水抽水站	3097	
環保設施		環保設施	3100	
喪葬設施		墳墓	3111	
		殯儀館、火葬場	3112	
消防安全設施		消防安全設施	3120	
興建中		興建中	3130	
古蹟		古蹟	3140	
工業用地	工業	製造	4010	
		工業相關設施	4020	
		倉儲	4030	
遊憩用地	陸上遊憩設施	公園綠地廣場	5011	
		體育場所	5012	
		動、植物園	5013	
		戶外遊樂場	5014	
	水岸遊憩設施		水域活動場所	5020
	遊憩服務設施		遊憩服務設施	5030
鹽業用地	鹽田	鹽田	6010	
		鹽業設施	6020	
礦業及土石用地	礦業	礦場	7011	

		礦業設施	7012
	土石	土石採取場	7021
		土石設施	7022
軍事用地	軍事用地	軍事用地	8000
其他用地	濕地	濕地	9010
	草生地	草生地	9020
	裸露地	裸露地	9030
	灌木荒地	灌木荒地	9040
	災害地	災害地	9050
	棄土地	棄土地	9060
	空置地	未使用地	9071
		人工改變中土地	9072
		測量標	9073

附錄四 山坡地土地利用分類

作物	代號	土地利用型
水稻	1	水 稻
雜作	2	雜 作
特用作物	3	木 薯 甘 蔗 瓊 麻 其 他 茶 桑 作 物
果樹	4	香 蕉 鳳 梨 柑 類 荔 枝 芒 果 梨 類 桃 類 葡 萄 枇 杷 百 果 檳 榔 其 他 果 樹
草地	5	牧 草 、 草 生 地
林木地	6	竹 葉 闊 葉 針 葉 針 闊 灌 木 樹 混 樹 木 清 滯
其他土地	7	水 崩 荒 公 園 、 球 場 建 一 般 用 川 墓 軍 河 外 海 範 範 園 園 外 土 範 範 園 園 外 土
區外土地		範 範 園 園 外 海 洋 範 範 園 園 外 土 地

附錄五 林地土地利用分類

類型	代碼	類型	代碼
冷杉天針	011	台灣杉造林	114
鐵杉天針	012	柳杉造林	115
檜木天針	013	肖楠造林	116
松類天針	014	其他針造林	119
雲杉天針	015	人針混	120
其他天針	019	人針闊混	130
天針闊混	030	相思林造林	141
天闊純	040	楓香造林	142
天闊混	050	樟樹造林	143
桂竹林	061	光臘樹造林	144
孟宗竹林	062	台灣樺造林	145
麻竹林	063	桐類造林	146
蕨竹林	064	其他闊造林	149
綠竹林	065	人闊混	150
其他竹林	069	桂竹造林	161
天竹針混	070	孟宗造林	162
天竹闊混	080	麻族造林	163
天竹針闊混	090	蕨族造林	164
檜木	111	綠林造林	165
松類造林	112	其他竹林	169
杉木類造林	113	人竹針混	170
人竹闊混	180	其他果園	639
人竹闊針混	190	其他墾地	640
灌木林	600	伐木基地	650
天生草生地	611	道路	700
箭竹地	612	建築用地	710
牧草地	613	苗圃用地	720
茶園	620	水田	730
甘蔗地	621	防火線	740
蔬菜地	622	工礦用地	750
其他旱作地	629	土場用地	760
香蕉園	631	墓地	770
柑橘園	633	鹽田	780
桃、李、梅園	634	魚塭	790
蘋果、梨、水蜜桃園	635	其他	800
檳榔園	636	裸露地	900
		水面	930

附錄六 台灣地形圖土地利用分類

代碼	類別	說明
1	畑地	住屋附近之非經濟性種植，俗稱「園子」
2	乾田	看天田
3	水田	
4	沼田	沼澤
5	桑畑	桑樹園
6	茶畑	茶園
7	果園	
8	三椏畑	
9	草地	
10	樹木ヲ植ヘタル畑地	人造林
11	闊葉樹林	
12	鍼葉樹林	
13	枯木及燒木林	
14	竹林	
15	椶櫚科樹木	
16	荒地	
17	矮松林	
18	篠地	雜竹林
19	建地	
20	墓墳	
21	水域	
22	魚塭	
23	鹽田	
24	礁岩	
25	沙洲	
26	濕地	