

台灣北部海岸地區土地利用歷史資料庫建立之研究

計畫編號：NSC 88-2621-Z-002-016

執行期限：八十七年八月一日至八十八年七月三十一日

主持人：蔡博文、范毅軍 國立台灣大學地理學研究所

一、中文摘要

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(biodiversity)，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。而土地利用變遷研究中，資料是關鍵性課題，尤其土地利用歷史資料更是不易獲得，本研究結合歷史學的知識，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。

由於土地利用資料為全面性的分佈資料，資料量龐大，並且具備空間、時間與屬性特性，本研究因此運用地理資訊系統技術，參酌時序地理資訊系統(Temporal GIS)的發展，研擬時序資料模式(Temporal Data Model)，以儲存組織土地利用歷史資料。

本研究分五年執行，本(第一年)年完成近年土地利用數值資料的收集，88種土地利用歷史地圖187份古籍文獻資料來源及歷史航空照片的調查；研擬時序資料模式；並設計空間重構的方法與程序；土地利用歷史地圖及古籍文獻相關資料並且建立資料庫以供後續使用查詢。

關鍵字：土地利用變遷，時序地理資訊系統，時序資料模式

ABSTRACT

Land use/cover change (LUCC) is central to the science of global environmental change, biodiversity and the sustainability of human-environment interactions. Data is the most crucial component of LUCC research. This research is designed to establish a historical

database of land use/cover change over 300 year in the northern part of Taiwan.

LUCC data lends itself to highly spatial-temporal oriented. This research reviews the current development of the temporal geographic information system and proposes a temporal data model for the database creation.

The available digital land use/cover data has been included in the database. 88 ancient atlas, 187 literatures and historical aerial photograph regarding land use/cover change have been surveyed. A bibliography database has been established for future use.

一、前言

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(biodiversity)，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。

二、土地利用變遷研究

土地利用變遷研究主題根據 Tsai (1999) 可以分為五大部分（土地利用資料庫、分析方法、變遷機制、變遷預測、及環境衝擊），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（Integrated Global and Regional Models、Patterns、Process、Databases on Surface Processes and Drivers of Change）。資料庫主要課題為歷史資料庫及遙測衛星影像的運用；變遷度量分析有敘事取向（narrative approach）、施為取向（agent-based approach）以及系統取向（system approach）等研究方法；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

三、台灣地區三百年土地利用資料

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；本年度研究中，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。

台灣地區目前可得（available）之土地利用數值資料包括政府單位所生產的平地、山地、林地等不同時間的資料，時間涵蓋約 20 年。本研究第一年收集到有關土地利用資料的相關地圖計有 88 份，已完成重要之地圖年代表，這些地圖部分為本國人所繪製，部分為日本人所調繪，因此年代表並列西元、中國年、及日本年，以方便明瞭地圖繪製的先後時間。為了有系統的記錄及管理這些地圖及其特性，本研究將收集到的地圖資訊先以記錄表詳細記錄其相關特性，然後再建置於 Microsoft Access 資料庫管理系統，以供本研究第二年計畫使用，同時也可提供其他研究者查詢使用。文獻古籍記收集到 187 份，文獻資料也與地圖一樣，於收集時先將相關資料記載於記錄表中，再依年代整理成年代表，並將文獻資訊記錄於 Microsoft Access 資料庫管理系統中。航空照片也是重要的土地利用資料來源，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描儲

存，成為土地利用歷史資料庫的一部份。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描處理後，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）。

四、時序地理資訊系統（Temporal GIS）

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。

時序地理資訊系統目前有 Snapshot 模式（Armstrong, 1988）、Space-Time Composite 模式（Langram and Chrisman, 1988）、Spatiotemporal Object 模式（Worboys, 1992）、Event-Based Spatio-Temporal Data Model（Peuquet and Duan, 1995）等，其各有不同特性與優缺點，本研究研擬的資料模式擬以數個可取得的基

本地圖時間點為基準，將基本地圖時間點間的土地利用變化投射於基本地圖上，以便以此基本地圖做為資料儲存的實體單位，但為了符合前述的時間、空間、屬性特性的忠實保存，時間特性擬以詮釋資料（meta data）的方式來記載。

五、時序資料庫

地理資訊系統資料庫的資料來源不外乎地圖或實地收集，而土地利用歷史資料庫的資料來源主要為歷史地圖及文獻史籍，由於歷史地圖絕大部分為小比例尺地圖，或為示意圖等非標準地圖；文獻史籍則主要以文字敘述為主，因此土地利用歷史資料庫的建置不似一般地理資料庫的建置方式，而必須先進行空間重構的步驟。空間重構就是將原來不具空間特性的土地利用資訊加值轉化為具備空間特性的資料，為了因應地理資訊系統的整合功能，此空間特性還必須是絕對位置，而非相對位置，以便不同時間的土地利用資料以及土地利用資料與其他資料之間可以進行整合分析。

空間重構的進行方法有兩種不同途徑，一為先將個別時間點的資料進行空間重構，不同時間點的資料以個別空間參考系統（spatial referencing）為基準，最後再將這些個別的相對位置資料以系統性方法全部轉化為統一的絕對位置，另一種方法是先選定具備標準化空間參考系統的時間點，通常是具備標準地圖的時間點，以此標準地圖為基本圖，將介於基本圖時間點之間的地理事實投射於基本圖上，亦即以基本圖為基準，進行空間重構，經過詳細審視所收集的歷史地圖及文獻古籍資料來源，標準化的空間參考資訊非常稀少，因此本研究的空間重構工作擬採第二種方法來進行。做為標準的基本地圖經過評估，擬以1921至1928年調繪的台灣地形圖以及1904年測繪的台灣堡圖為主，進行空間重構的工作，這兩種基本地圖對於100餘年以內的資料作業應為理想的基準，但是對於150年以上的資料作業，必須謹慎小心，以減低時間投射所產生的誤差。

根據第四章所研擬的土地利用歷史

資料庫資料模式，以保存資料的空間、時間、及屬性特性為最大目標，但是目前發展的資料模是尚無法完全符合需求，因此本研究擬以詮釋資料的方式來彌補目前資料模式的缺失之處。

由於空間重構擬以時間投射於基本地圖的方法來進行，因此資料發生的確實時間必須記錄於詮釋資料中；對於無法獲得確切範圍而以點資料型態來表達的資料，必須將原始資料來源的文字敘述或圖示儲存於詮釋資料中。由於詮釋資料可能包含多種不同的資料型態，包括文字敘述、圖片等，因此詮釋資料擬以超鏈結（hyperlink）的方式來加以組織。

六、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，年代稍長遠的土地利用資料未見有數值資料的存在。

土地利用歷史資料來源主要來自歷史地圖及文獻史籍，本研究已完成 88 份歷史地圖來源的調查與內容的初步瞭解，部分地圖並且已收集到，地圖相關資訊則建置於資料庫中，以方便第二年研究，以及其他學者查詢使用；文獻古籍已完成 187 份資料的收集，相關資訊也與歷史地圖一樣建置於資料庫中。

航空照片亦為土地利用資料的重要來源，惟過去航空攝影技術不如現今發達，因此航空照片的來源十分有限，最早僅能追溯到第二次世界大戰期間，本研究已完成國內外可能典藏歷史航空照片的單位，並初步瞭解其現況及可得性，由於歷史航空照片大部分原來為軍事用途，因此取得管道受到較多的限制。

總合言之，本研究第一年已就可能的土地利用歷史資料來源進行廣泛的調查與瞭解，資料來源最早為 1372 年，不過大部分資料為 1600 年以後，亦即 300 年土地利用歷史資料庫的建立可行性極高。本研究雖然配合整體整合計畫的研究範圍，定義為台灣北部地區，惟本研究進行時，並不刻意排除北部以外地區的資料收集，以做為未來建立台灣全島土地利用歷史資料庫的基礎。

第二年以後的後續研究將遵循本年度研究的規劃結果，包括資料模式、空間重構方法、以及資料庫建置程序等，逐步完成實體資料庫的建置。其次，部分資料來源可再進一步深入瞭解，包括美國國家典藏以及國內可能典藏航空照片的軍事單位。

七、參考文獻

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。

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。

Armstrong, M.P., 1988, "Temporality in Spatial Databases", *Proceedings, GIS/LIS'88*, 2:880-889.

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.

Boerner, R.E.J., 1996, "Markov Models of Inertia and Dynamism on Two Contiguous Ohio Landscapes", *Geographical Analysis*, 28(1):56-66.

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.

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, 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.
- 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.
- 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_C D-ROM/sf_papers/yuan_may/ may.html.