

地圖概括化對環境變遷研究之影響

以臺灣地圖資料為例

The Impact of Cartographic Generalization on Environmental Change Research A Case Study of Taiwanese Map Data

賴進貴*

Jinn-Guey Lay

葉高華**

Ko-Hua Yap

Abstract

Being the documents of historical environment, maps provide valuable information for research of environmental change. Many previous studies have explored problems regarding map data accuracy, coordinate system and projection. However, the influence of cartographic generalization has often been overlooked. This article discusses cartographic principles and the impact of cartographic generalization on environmental change research. In order to identify such influences, major Taiwanese map data were analyzed. Findings of this case study suggest that environmental changes based on overlapping maps are not necessarily reliable. Therefore, researchers must use maps of similar scales and purposes, or even re-generalize map data when necessary.

Keywords: map, generalization, data quality, environmental change.

* 國立臺灣大學地理環境資源學系副教授

Associate Professor, Department of Geography, National Taiwan University.

** 國立臺灣大學地理環境資源學系研究助理

Research Assistant, Department of Geography, National Taiwan University.

摘要

地圖是歷史環境的文件記錄，在環境變遷研究上具重要參考價值。許多研究已指出地圖資料準確度、坐標系統與投影於地圖套疊時所產生的問題，然而有關地圖概括化的影響層面則未受到相同的重視。本文旨在於探討地圖概括化對環境變遷研究之影響，並以重要的臺灣地圖資料為例，驗證此種影響的性質及程度。藉由此一個案研究的結論，本文發現直接套疊地圖所獲得之環境變遷訊息未必可靠。因此研究者應盡量選擇比例尺與使用目的相近的地圖資料，必要時可針對所使用的地圖資料進行再概括化處理。

關鍵字：地圖、概括化、資料品質、環境變遷

前言

地圖¹記錄環境，然而這個世界充滿瑣碎而繁雜的事物。為了避免陷入紊亂的困境，製圖者抓取重點、略去枝微末節，並將事物歸併為精簡的類別，此即為地圖概括化² (generalization) 之意義。換言之，地圖並非完整地複製真實世界，而是呈現經過篩選、去蕪存菁的資訊。如此一來，不同年代地圖間的差異，究竟是真實環境的變遷？還是概括化程度的差異？這是每一位欲藉由地圖資料探討環境變遷的研究者，都必須深思的問題。

Monmonier (1991) 在《地圖如何說謊》(How to Lie with Maps) 一書中指出：「任何一幅地圖在多方面均包含些許小欺騙，因為它藏匿部分真實事物以突顯主題資訊，如此方有助於用圖者對該主題之瞭解。」因此研究者必須有所警覺：地圖間的差異有可能是被選擇與概括化的，傳達著虛假的變遷訊息。此影響係源自地圖概括化的本質限制，並非任何環節出現差錯，因此很容易被忽略。究竟地圖概括化的內涵與要素對環境變遷研究產生什麼影響？這是本文所要深入探討的問題。

本文根據地圖概括化的理論，演繹其對環境變遷研究之影響，並藉由個案分析的結果具體呈現及驗證之。本文所分析的地圖資料個案，包括 1904 年出版的《臺灣堡圖》、1920 年代測繪的《實測地形圖》、1960 年代聯勤總部製作的軍用地形圖、1980 年以後持續出版的《經濟建設版地形圖》，以及利用像片基本圖編製而成的數值資料庫，包括 1980 年代農林航空測量所製作的土地利用數值資料庫、1994 年完成的國土利用調查數值資料庫。這些地圖資料橫跨一個世紀，是研究臺灣環境變遷的利器。透過對這些個案的瞭解，一方面具體驗證本文的論點；另一方面，對於使用這些地圖資料的研究者而言，有助於因應地圖概括化的影響。

地圖與環境變遷研究之關係

環境是空間現象的組合，而圖像是最適於表達空間要素的形式，因此早在人類發展文明之初，便已嘗試運用圖像記錄生活周遭的環境。此種繪圖經驗展開地圖的發展史 (Harley, 1987)。隨著歷史演進，各時期地圖堆疊成層，成為觀察過往環境的時間切片。而近現代地圖的出現，更將人類記錄環境

的方式規範於典範³之中，使地圖中的環境資訊具有可共量性，套疊分析遂成為可能。

許多研究透過歷史地圖的套疊來探討自然環境變遷。例如，石再添（1980）套疊 1904、1926、1954、1975 等四個年代的地圖，發現臺灣西部海岸有整體西進的趨勢；張瑞津等（1996; 1997; 1998）、張瑞津與陳翰霖（1999）、Chang 與 Chen（2001）整理二十世紀以來臺灣各套地形圖，重建百年來嘉南平原海岸線及河道的變遷史；許民陽與張政亮（2002）比對 1904、1955、1985、1991 等四個年代的地圖，探討宜蘭平原海岸線後退的情形。

上述研究較關心空間單元的邊界狀態，另一類研究則著重空間單元的內容，亦即土地覆蓋 (land cover) 或土地利用 (land use)。其中，土地利用反映特定時空、文化下，人類與環境的依存關係，因此向來是地圖的重要內容。而歷史地圖堆疊成層的特性，更充分反映土地利用變遷的歷史連結⁴。但相較於自然環境的特徵，土地利用的空間單元小、數量龐雜、變遷速度也快，使資料處理相對困難，土地利用變遷研究便受到較大限制。傳統上，研究者以肉眼觀察不同年代地圖的差異，再輔以文獻印證，採取質性的 (qualitative) 研究策略。例如，周素卿與高傳棋（1996）利用歷史地圖，觀察臺北市加蚋仔地區百年來的土地利用變遷。這些研究必須把焦點投注於具時代意義的關鍵性變遷，而無法注意每一筆土地的變遷細節，也無法進行數值化的計量統計與空間分析。

隨著地理資訊系統 (GIS) 的發展，研究者處理空間資料的能力大增，土地利用變遷的計量統計與空間分析容易許多。但因應 GIS 的特性，研究者須將傳統的類比 (analog) 地圖轉換成數值資料。目前農航所土地利用數值資料庫與國土利用調查數值資料庫是臺灣最完整的現成數值資料庫，遂成為多數研究的資料來源。例如，Tsai 等（1997）分析雲林縣沿海養殖魚塢的變遷；蔡博文等（2001）分析宜蘭平原養殖魚塢的變遷；Tsai 等（2001）引入空間自相關的分析至養殖漁業的土地利用變遷中；徐美玲（2001）以距離變數推測宜蘭海岸防風林的變遷；丁志堅（2002）分析屏東平原土地利用變遷的環境與個體之決定因子，並藉以建立解釋模式。這些研究皆取材於相同的數值資料庫，因此時間便受限於 1980 至 1990 年代。

數值化的土地利用變遷研究，除仰賴現成的數值資料庫，尚有必要從歷史地圖中擷取資訊，以充實時間的向度。賴進貴等（2004a; 2004b）從 1904 年出版的《臺灣堡圖》、1920 年代測繪的《實測地形圖》及 1960 年代測繪的軍用地形圖中，數化臺北盆地的聚落、交通、水系等資訊，再配合現成的土地利用數值資料庫，將臺北盆地聚落變遷的分析延伸為百年尺度。

由此可見，地圖資料已在環境變遷研究中獲得廣泛應用。然而套疊地圖時所面臨的問題與限制必須充分瞭解，否則地圖雖未刻意欺瞞，仍可能誤導研究者。其中，地圖的資料品質問題已廣受矚目（如 Goodchild and Gopal, 1989；賴進貴，1995；賴進貴與王慧勳，1995）。地圖資料的準確度有一定限制，縱使相同的事物被分別記錄於兩張地圖時，兩者也不會完全相同。若將不同年代的地圖套疊，其差異便可能是因誤差而產生之偽多邊形 (pseudo polygons)。尤其早年受限於測繪技術，地圖資料的準確度較差。沈淑敏（1997）便指出《臺灣堡圖》在臺灣東部的準確度不佳，而臺灣東部的海岸變遷速率又低，因此不宜據此推估變化量。

地圖的坐標⁵系統與投影也已受到關注。不同的參考橢球體使相同地點產生不同坐標，而不同的投影方式則使相同事物在地圖上產生不同變形。由於百年來臺灣的地圖資料曾更換數次坐標系統與投影，使其彼此間具有幾何偏差，必須進行相關轉換（徐瑞萍，2002）。此外，臺灣的地籍圖體系與地形

圖體系採取不同的坐標系統，為了避免誤差，劉延猷（1996）、李弘洲等人（1999）研究如何整合這兩套體系。

利用地圖資料研究環境變遷時必須注意準確度、坐標系統與投影的限制，唯有當環境的變遷量大於地圖的誤差量時，套疊的研究才具有意義（沈淑敏與張瑞津，2003）。然而除此之外，地圖概括化的影響則往往被忽略。假使有兩張描繪相同事物的地圖，採取相同的坐標系統與投影、彼此之間沒有任何資料品質差異，但概括化程度不同，則套疊之後依舊會產生假象。Dixon（1967）分析非洲查德湖（Lake Chad）時便指出，不同年代地圖中的湖泊外形差異，實在難以判斷是湖面變遷造成的、還是概括化程度不同所造成的。以往對於地圖概括化的探討，皆著眼於製圖層面（如聞祝達與石慶得，1990；聞祝達，1995）；隨著遙測影像與數值資料的應用日廣，近年來則發展概括化之自動化法則，以生產、經理土地覆蓋 / 利用之資料（如 Martinez-Casasnovas, 2000; Gao *et al.*, 2004）。然而，對於地圖概括化在環境變遷研究中的影響，卻鮮少被論及。有鑑於此，本文採取使用者的立場，以釐清此種面向。

地圖概括化之理論

Robinson 等人（1995）將地圖縮編（cartographic abstraction）定義為地圖要素之一，也是地圖之所以為地圖的理由（*raison d'être*）。雖然人們已可從太空中看到地表的完整面貌，但這幅景象並不具有太多意義。地表上的現象太大、太複雜，無法藉由直接觀察而充分掌握。為了辨識這些事物，必須將其濃縮。濃縮的空間使人們看清楚地理現象，但也使其特徵變得擁擠，造成視覺困擾。為了免於這種不便，還須刪除、忽略不需要之細節；同時，根據地圖的使用目的來強調必要特徵。此過程有兩種操作，其一是限制我們所關心的訊息種類，稱為選擇（selection）；其二則是使被選擇的特徵於繪製地圖時，能符合地圖的尺度與使用目的，以達到有效傳播，即為概括化（Robinson *et al.*, 1995）。誠如 Visvalingam 與 Whyatt（1990）所言：「發現及傳播空間實體的『要義精髓』，而非僅如照片一般地詳實記錄該實體」。

選擇是製圖者決定必要特徵，以符合地圖使用目的之過程，完成後便進入概括化的階段。Miller 與 Voskuil（1964）簡潔地指出：「地圖概括化就是評估（evaluation）、選擇與強調（emphasis）的過程」。而 Robinson 等人（1995）將概括化分為五種類別：製圖者根據特徵的屬性將其排序或群組，稱為分類（classification）；製圖者保留重要的特徵而刪除不需要之細節，稱為簡化（simplification）；製圖者強調重要的特徵，稱為誇張化（exaggeration）；當製圖者做成上述決定後，利用標記將這些資訊編碼（code）於地圖上，稱為符號化（symbolization）；最後，製圖者在地圖上建立特徵與特徵之間的關係，則稱為歸納（induction）。

這麼多的類別在實際操作過程中，其實密不可分。McMaster（1987）即指出：「即使是一條線段的概括化，其瞬間所做的決定，包括選取並強調重要的特徵、消除不需要的資料，都是在一次動筆之間完成。」而 Robinson 等人（1995）之所以將這些密不可分的動作類別化（categorize），乃是為了概念的傳達⁶。本文藉由 Robinson 等人（1995）的知識體系為理論架構，以達成溝通概念的目的。但當我們充分瞭解其內涵後，大可不再做此硬性區分。

影響地圖概括化的因素，包含地圖的使用目的、比例尺、資料質量⁷（quality and quantity of data）與圖形極限⁸（graphic limits）。其中後兩項與測繪技術層面相關，因此當其被控制在一定的水準範圍以內

時，前兩項的影響便較為顯著。認識地圖的測繪目的與比例尺，有助於瞭解該地圖的概括化情形。

演繹分析

本文從 Robinson 的理論架構出發，演繹分析分類、簡化及符號化對於環境變遷研究之影響，及其因應之道。這是由於此三種操作的影響顯而易見，且可被清楚地描述與分析⁹。

(一) 分類之影響

地圖資料總是根據土地的覆蓋或利用情形，將其歸併為幾種類別。例如，將搭蓋建築物的土地皆歸類於建地、將種植農作物的土地皆歸類於農地、將保持森林植被的土地皆歸類於林地。然而在不同的分類依據下，相同土地有可能被歸類於不同類別中。分類的依據與比例尺有關。比例尺愈大的地圖資料，可容納愈詳細的類別顯示；比例尺愈小，則土地類別必須更為精簡。另一方面，分類的依據與使用目的有關。例如，都市計畫圖重視建地，將其分類為更多的類別（住宅用地、商業用地、文教用地），而不在意農地的細節（稻田、蔗田、果園）；農業土地利用資料則相反。

假設某地的土地利用類別包含水稻田、陸稻田與旱作地三種（圖 1A）。圖 1B 重視農作物的種類，而水稻和陸稻都是稻，因此將其歸為同一類別。對於圖 1C 而言，則重視灌溉的情形，既然陸稻也屬旱作，因此將其歸為同一類別。如此一來，同樣的土地利用情形被分成三種型式。甚者，名稱相同的類別在不同分類體系中，可能具有不同內涵。例如，圖 1B、圖 1C 都有「旱作地」這個類別，但是它們的範圍顯然是不同的。一旦研究者不察，直接將它們套疊，便會得到旱作地變遷的假象。

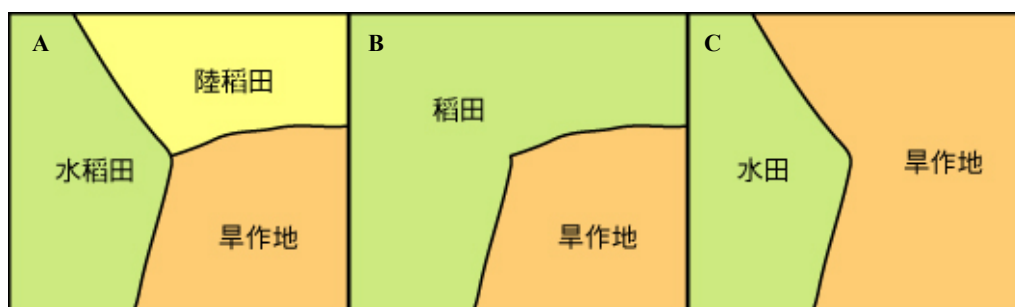


圖 1 不同分類體系下的土地利用示意圖

由此可見，研究者利用地圖資料探討環境變遷時，必須小心分類體系不一致的陷阱。首先，應避免套疊比例尺差異懸殊的地圖資料。比例尺相近，則類別數量通常也較為接近。再者，應選擇使用目的相似的地圖資料，因其乃分類的設計依據。欲瞭解地圖資料的使用目的，可由製作者的身份與其使用場合得知。例如，都市計畫局與農委會所生產的地圖資料，使用目的顯然不同；而地政單位所使用的地籍圖與軍方所使用的地形圖，對於土地的分類依據也不會一致。

倘若分類體系差異仍無法避免時，研究者應根據需求，適度再分類 (reclassify) 地圖資料的類別。例如，當研究者欲比較圖 1A 與圖 1B 時，須將前者的「水稻田」與「陸稻田」再分類為「稻田」；欲比較圖 1A 與圖 1C 時，則須將前者的「陸稻田」與「旱作地」再分類為「旱作地」。換言之，再分類

的操作必須遷就於類別較少的地圖，亦即一份分類粗略的地圖資料，將使其他地圖資料的詳盡分類失去意義。然而有時候，再分類並無法完全解決分類體系不一致問題。例如圖 1B 與圖 1C 之間的差異，已由於製圖者的設限而無法進行比較。

(二) 簡化之影響

地圖資料簡化對環境變遷研究的影響，其一來自線條或邊界轉折點的刪減，這對海岸線變遷的研究影響甚大；其二則來自空間單元的刪減，深深影響土地覆蓋或土地利用變遷的研究。製圖者操作簡化的依據，與比例尺密切相關。比例尺愈大的地圖資料，可容納愈多的資訊，故刪減量愈少；比例尺愈小，則簡化的情形愈顯著。Topfer 與 Pilliwizer (1966) 提出方根定律 (Radical Law) 做為地圖縮編的準則，雖可根據比例尺決定地圖上的資料量，卻無法決定哪些資訊應被保留，因此製圖者尚須根據使用目的刪減不必要之資訊。判斷何者為雜訊，往往取決於製圖者的主觀，而使用者只能被動地接受簡化後的結果。

線條或邊界轉折點的刪減，不但使線條的轉折處變少，也使其長度變短。Mandelbrot (1983) 便是由英國海岸線在不同比例尺下的簡化情形，發展出碎形理論。此種簡化當然使地圖套疊後呈現虛假的變遷訊息。不過，製圖者在進行轉折點的刪減時，通常保留轉折角度較大的點，例如海岸線的岬角，因為那通常是較重要的地理特徵。所以利用地圖資料研究海岸線變遷時，較大轉折處的變遷情形較為可靠。

空間單元的刪減有兩種情況，其一針對不需要的資料類別，其二針對面積較小的空間單元。後者在不同區域將產生不同程度的影響。例如，同樣刪減一塊面積 1,000 平方公尺的建地，對於都市的影響可能不太顯著，但其往往是鄉村裡的重要地理現象。若將土地利用視為二元對立性，如建地對「非建地」，則簡化的情形也會發生在「非建地」中。亦即，只要刪減一塊「非建地」，等於就是把它視為建地。由於被包圍在都市建地中的「非建地」面積較小，很容易遭到刪減，如此都市的建地便被誇大。準此，愈大的簡化程度，使都市的建地被誇大，而鄉村的建地被省略。茲以像片基本圖縮編而成的 1/5,000、1/25,000、1/100,000 三種比例尺地圖資料為例。圖 2 顯示臺北市區建地，愈小的比例尺，小「非建地」被刪減愈多，因此建地面積愈被誇大。圖 3 則顯示臺北市郊區（陽明山一帶）建地，愈小的比例尺，小建地被刪減愈多，因此「非建地」愈誇大。研究者若套疊不同簡化程度的地圖資料，便很容易得到建地變成「非建地」的不合理現象。

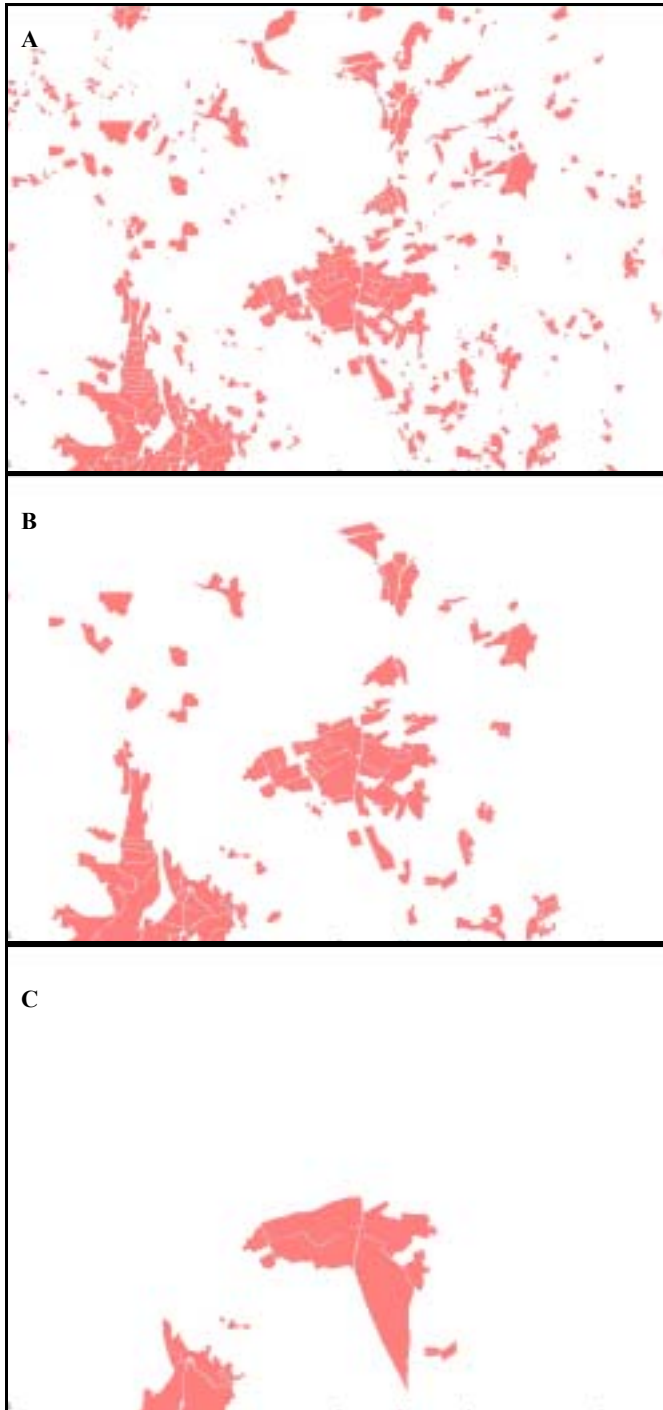
本文統計三種比例尺地圖資料之間的差異。由於這些資料係根據像片基本圖縮編而成，不同比例尺之間的差異完全來自概括化程度的不同，而無準確度、坐標系統或投影的疊圖誤差問題。表 1 顯示，愈小的比例尺，則建地的多邊形數量愈少、平均面積愈大。此外，1/100,000 比 1/5,000 的建地總面積多出 8% 左右。然而實際差異應大於此數，因市區被誇大的建地面積與郊區被省略的建地面積，將互相抵銷。本文將套疊之後的計算結果列於表 2。以 1/50,000 與 1/10,000 的差異而言，前者分別有 25% 的「非建地」與 17% 的建地為後者所無。一來一往間，兩者差異超過四成。



資料來源：勤崑電子地圖¹⁰

附註：A 圖為 1/5,000 資料；B 圖為 1/25,000 資料；C 圖為 1/100,000 資料。

圖 2 同範圍、不同比例尺之建地簡化情形 (臺北市區)



資料來源：勤崑電子地圖。

附註：A 圖為 1/5,000 資料；B 圖為 1/25,000 資料；C 圖為 1/100,000 資料。

圖 3 同範圍、不同比例尺之建地簡化情形 (臺北市郊區)

表 1 三種不同簡化程度的臺北市建地資料特性

比例尺	多邊形總數	總面積 (m ²)	多邊形平均面積 (m ²)	以 1/5,000 之總面積為 100
1/5,000	10,565	71,270,302	6,746	100.00
1/25,000	2,986	73,672,079	24,672	103.37
1/100,000	415	77,062,619	185,693	108.13

資料來源：勤崙電子地圖，本研究計算、整理。

表 2 三種不同簡化程度的臺北市建地資料差異

不同比例尺地圖之差異情形	總面積 (m ²)	以 1/5,000 之建地總面積為 100	以 1/25,000 之建地總面積為 100
1/5,000 建地、1/25,000 非建地之部分	4,950,639	6.95	X
1/5,000 非建地、1/25,000 建地之部分	7,352,416	10.32	X
1/5,000 建地、1/100,000 非建地之部分	12,339,116	17.31	X
1/5,000 非建地、1/100,000 建地之部分	18,131,433	25.44	X
1/25,000 建地、1/100,000 非建地之部分	8,555,025	X	11.61
1/25,000 非建地、1/100,000 建地之部分	11,945,565	X	16.21

資料來源：勤崙電子地圖，本研究計算、整理。

完全相同的土地利用資料，經不同程度簡化後，可產生相當大的差異。若將其套疊，便得到虛假的環境變遷訊息。因此，研究者應避免套疊比例尺不同的地圖資料，因比例尺對簡化的影響非常巨大。再者，研究者應選擇使用目的類似的地圖資料，因其乃資料刪減與否的判斷依據。倘若簡化差異仍無法避免時，可對地圖資料進行再簡化的作業。包括，刪減某資料類別、或刪減面積小於某臨界值之空間單元。不過，再簡化的操作必須遷就於簡化程度較高的地圖資料，亦即一份簡化程度高的地圖資料，將使其他地圖資料的細節都失去意義。

(三) 符號化之影響

地圖資料上呈現的環境資訊乃編碼之結果，因此符號化的方式亦影響概括化程度。例如，道路雖是平面，但在地圖資料上可能以線條呈現（圖 4）；而學校、醫院、警察局、郵局等設施，在地圖資料上甚至成為點符號（圖 5）。符號化方式的選擇，與比例尺有關。比例尺愈大的地圖資料，可容納愈複雜的符號，道路可能就不會被畫成線條；比例尺愈小，則必須使符號更簡單。另一方面，符號化的方式也與使用目的有關。例如，地形圖只要將道路畫成線條即可，其寬度取決於道路等級；都市計畫圖

則必須根據道路的實際寬度來繪製。

符號化方式的不同，亦使地圖資料套疊後呈現虛假的變遷訊息。由於平面的地理現象往往被編碼為點符號或線符號，因此符號化差異對於面資料的影響甚大。例如道路被畫成線條時，其兩旁的土地利用類別可能被誇大或縮小（圖 4）。又如學校、醫院、警察局、郵局等設施成為點符號時，其周圍的住宅建地範圍亦深受影響（圖 5）。因此，研究者應避免套疊比例尺差異懸殊的地圖資料。比例尺相近，則符號化的方式通常也較相近。再者，研究者應選擇使用目的類似的地圖資料，因其乃是符號化的設計依據。

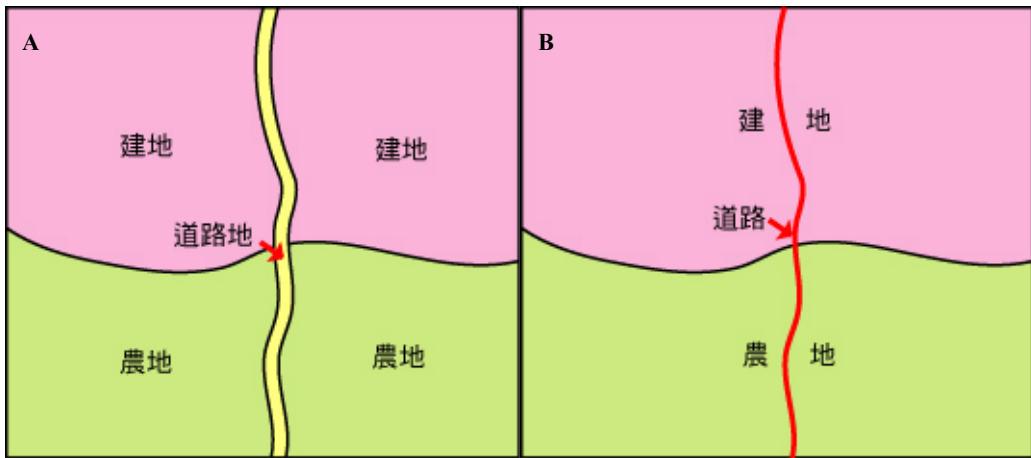


圖 4 不同符號化的土地利用示意圖（面至線）

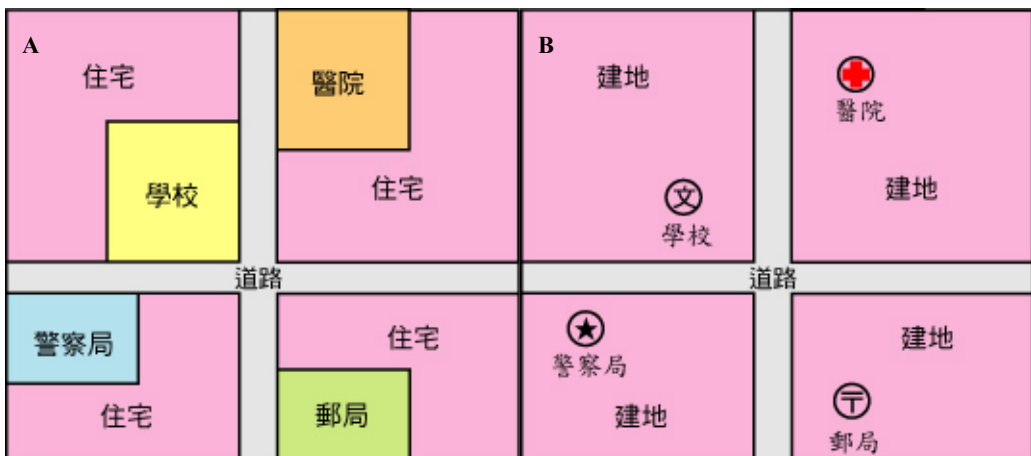


圖 5 不同符號化的土地利用示意圖（面至點）

倘若符號化方式的差異仍無法避免時，研究者應根據需求再編輯資料。例如，欲比較圖 5A 與圖 5B 時，須將前者的「學校」、「醫院」、「警察局」、「郵局」、「住宅」等類別，歸併至「建地」裡。然而這種簡單的操作，未必能完全解決符號化差異的問題。如圖 4 的範例，若直接將「道路地」歸併至「建地」中，則農地中將產生細長的不合理建地；反之亦然。因而此種操作還得根據鄰近條件進行調整。例如，將兩旁都是「建地」的「道路地」歸併至「建地」中，將兩旁都是「農地」的「道路地」歸併至「農地」中，但這並不容易自動化操作。

個案分析

地圖概括化對環境變遷研究之影響，不僅存在於邏輯演繹裡，必然亦普遍發生於實際案例中。本文僅以臺灣的地圖資料為個案，具體分析這些現象的存在情形。

(一) 臺灣重要地圖資料

本文藉由數套適合環境變遷研究的臺灣地圖資料，呈現並驗證地圖概括化的影響。這些地圖資料，包括 1904 年出版的《臺灣堡圖》(以下簡稱《堡圖》)、1920 年代測繪的《實測地形圖》(以下簡稱《實測》)、1960 年代由聯勤總部製作的軍用地形圖(以下簡稱《聯勤》)、1980 年以後持續出版的《經濟建設版地形圖》(以下簡稱《經建》)、1980 年代由農林航空測量所製作的土地利用數值資料庫(以下簡稱《農航》)、1994 年完成的國土利用調查數值資料庫(以下簡稱《國土》)。認識這些地圖資料的測繪背景，有助於瞭解其概括化的情形及原因。

日本人治領臺灣後，隨即於 1898 年展開臺灣土地調查事業。經 6 年努力，於 1904 年將成果繪製成 466 張 1/20,000 的地圖，此即為《堡圖》。《堡圖》的目的，乃為日本人提供統治臺灣與擬定建設方針的精確依據，因而成為日本人治理臺灣的藍圖(施添福，1996)。由於《堡圖》是土地調查事業的成果，詳細記載土地的分界，遂成為可套疊分析的臺灣地圖資料中，年代最早的一份。

1/25,000《實測》是臺灣有史以來第一套經完整三角測量而製成之地圖，乃「大日本帝國陸地測量部」從 1923 年起，以 5 年時間所繪製，而於 1926 年起陸續出版，共 177 張(施添福，1999)。《實測》取代《堡圖》成為官方公務標準基圖，對於瞭解日本時代中期的臺灣環境，為不可或缺的素材。

1960 年代，聯勤總部參考航空照片的資訊，重新測繪新 1/25,000 與 1/50,000 地形圖，屬於軍事用途。為了比較相同比例尺下的地圖概括化差異，本文選擇 1/25,000《聯勤》進行剖析。1970 年代，農林航空測量隊(農林航空測量所的前身)完成《航空像片基本圖》，使臺灣的基本圖由線畫地形圖進入像片圖的時代。這些像片基本圖於 1980 年起被縮編成 1/25,000 與 1/50,000 地形圖，並持續更新再版，亦即《經建》(許哲明，1998；沈淑敏與張瑞津，2003)。同理，為了比較相同比例尺下的地圖概括化差異，本文選擇 1/25,000《經建》進行剖析。《聯勤》與《經建》，是研究戰後臺灣環境變遷的重要素材。

1980 年代，農林航空測量所利用剛完成的像片基本圖，繪製農業土地利用分類調查結果，並將其數值化為《農航》，包括第一版與第二版《平地農業土地利用》(以下簡稱《平地》)、《山坡地土地利用》(以下簡稱《坡地》)、《區外保安林土地利用》。第一版《平地》的調查時間為 1981 至 1984 年，

將土地利用分為 75 種類別；第二版《平地》的調查時間為 1987 至 1989 年，將土地利用增為 104 種類別；《坡地》的調查時間為 1983 至 1985 年，共分 8 大類、37 小類；《區外保安林土地利用》的調查時間為 1986 至 1987 年，其分類體系與《坡地》一致，因此本文將其併入《坡地》中討論（賴進貴與孫志鴻，1994）。

1991 至 1994 年，內政部地政司進行國土利用調查，將成果轉繪於像片基本圖上，再數值化為《國土》。《國土》對於土地利用的分類非常詳盡，共計 10 個大類別、46 個中類別與 93 個小類別（附錄表 1）。目前臺灣很多環境變遷的研究，都使用《農航》與《國土》做為素材（見本文「地圖與環境變遷研究之關係」一節）。

（二）分類之影響

上述地圖資料間，分類體系很不一致。甚至許多相同名稱的類別，在不同地圖資料中具有不同內涵，這對於土地覆蓋與土地利用變遷的研究影響甚大。本文經詳盡比對後，將其分類體系的對應關係整理於表 3。從表格當中，可清楚看出各種類別在內涵上的差異情形，並據以進行再分類。詳述如下：

1. 建築用地方面

《堡圖》將建地分為「市街」與「庄社」兩類，僅有《實測》能取得對應關係。《實測》呈現「市街」與「村落」，不過並非直接將建地分成這兩類，而是由更小的類別組織而成。其中，「村落」必定具有「園圍」，位於「園圍」中的有「普通家屋」或「小家屋」；「市街」則由「商賈連簷家屋」、「普通家屋」、「小家屋」、「庭地」等類別組成。除此之外，其他地圖資料皆無法取得這種對應關係。因此欲比較《堡圖》、《實測》與其他地圖資料的建地差異時，須將「市街」、「庄社」或「村落」諸類別歸併。

《實測》除建地以外，尚具有由「叢樹」、「苗木畑」、「花畑」、「芝地」（即草坪）等類別組成的「公園」，大致可與《經建》的「綠地」、《坡地》的「公園球場用地」（球場主要指高爾夫球場）、《國土》的「公園綠地廣場」加「動植物園」相對應，但仍有小部分差異。除此之外，《堡圖》、《聯勤》不具有公園綠地的類別；《平地》則將此內容歸併於「建地」中，使建地範圍明顯大於其他地圖資料。究其原委，《平地》較不關心農業用地以外的土地利用細節。這樣的差異，在研究都市擴張時，影響非常巨大。

《聯勤》與《經建》皆以「建築區」與「獨立房屋」顯示建地，但不包含非住宅用途的「庭地」，如學校操場。此外，《聯勤》建築區且不包含鄉村的「園圍」，此係軍用地圖較不重視不具地標功能之平面覆蓋物所致。如此一來，《聯勤》與《經建》的鄉村建地內涵，差異頗大。

《平地》的建地類別得由更多項目再分類而成，參見表 4。此外，「軍事地」、「工業區」亦與建地相關，但僅能與《國土》取得對應關係，故須加以歸併方能比較其他地圖資料之建地差異。值得注意的是，《平地》中的建地類別尚隱含機場內容；《坡地》中的「一般建地」則隱含道路、堤防內容。

《國土》與建地相關的類別主要是「建築用地」（墳墓除外）、「工業用地」、「軍事用地」等 3 個大類，底下包含數十種項目（附錄），但其他地圖資料皆無法與這些細節取得對應關係。另一方面，「畜舍舍」、「農業附帶設施」、「公路車站」、「停車場」、「體育場所」、「遊憩服務設施」、「鹽業設施」、「礦業設施」、「土石設施」，及一些歸屬不甚明確的項目，如：「鐵路車站」、「鐵路相關設施」、「公路相關設施」、「戶外遊樂場」等，須由研究者自行判斷是否歸併於建地類別中。

表 3 臺灣常用地圖資料中的分類體系對照

《堡圖》	《實測》	《聯勤》	《經建》	《平地》	《坡地》	《國土》		
市街、庄社	小家屋	獨立房屋	獨立房屋	建地類*、軍事地、工業區	一般建地	建築用地大類 (墳墓除外)、工業用地大類、軍事用地大類、(畜禽舍、農業附帶設施、公路車站、停車場、體育場所、遊憩服務設施、鹽業設施、礦業設施、土石設施)		
	商賈連簷家屋	建築區	建築區					
	普通家屋							
	庭地 (住宅)							
(空白)	園圍	(空白)	(空白)	綠地	公園球場用地	公園綠地廣場、動植物園		
	庭地 (非住宅)							
墓地	墓地	墳地	墓地	墓地類*	墓地	墳墓		
田地	水田	水田	水田	水田類*	水稻	稻作		
	沼田	旱田與種植地	旱作地	旱作類*	雜作、特用作物類 (茶除外)	旱作		
	乾田							
桑畑								
畑地	三椏畑	蔗田	蔗田	臺糖農場地	果樹類*	果樹類		
	畑地							
	農場或果園	果園或農場						
	果園							
茶畑	茶畑	茶林	茶林	旱作類*	茶			
草地	草地	(空白)	(空白)	草地類*	牧草	牧場		
					草生地	草生地		
竹林	竹林	樹林	樹林	林地類*、區外保安林	竹林	林業		
樹林	樹木種植畑地				(未分類)			
	針葉樹林							
	闊葉樹林							
	棕櫚科樹林							
	枯木及燒木林							
	矮松地					(未分類)		
藤地	灌木林	灌木荒地						
荒地	荒地	(空白)	(空白)	荒地類*	(未分類)	廢耕地		
沙埠	沙阜、流岩及流沙	沙地	沙地		荒地	裸露地		
露岩及散岩	露岩散岩及頽岩	露岩、散岩	(露岩)					
崩落	雨裂崩土及流土	崩土	崩土		崩塌地	災害地		
沼澤	沼	沼澤或濕地	沼澤或濕地		沼澤地	(無)	濕地	
	瀦水							
濕地	濕地							
	泥地	易氾濫區	易氾濫區					
湖池	貯水池、涸燥貯水池	(水域)	魚池	魚池類*	水面	養殖		
				養蚵場				
			湖	水塘			其他蓄水池	
				水庫			水庫	
	湖池					湖泊		
河川	河川		河流	河川地	河川地	河川、減河、運河		
埤圳**	溝渠**			水圳			併計地	溝渠
道路**	道路**	道路**	道路**	道路地	一般建地	國道、省道、縣道、鄉道、市區道路、其他道路		
鐵道**	鐵道**	鐵路**	鐵路**		(未分類)	一般鐵路線、專用鐵路線		
鹽田	鹽田	鹽田	鹽田	鹽田	(無)	鹽田		
(無)	(空白)	(空白)	水田、旱作地	建地類*	(無)	民用機場		
土堤、石堤**	土堤、石堤**	護岸**	堤防**	堤防類*	一般建地	堤防		
(未分類)	(未分類)	(未分類)	(未分類)	(未分類)	(未分類)	(上列除外之項目)		

資料來源：本研究整理。

* 係再分類結果，分類方式詳見表 4；** 線符號資料。

表 4 《平地農業土地利用》之再分類

類別	土地利用項目
建地類	建地、臺糖農場建地*、保安林建地*、河川地建地
墓地類	墓地、保安林墓地*
水田類	雙期作水田、一期單期作水田、二期單期作水田、二年輪作水田、三或四年輪作田、二年一期輪作田、二年三期輪作田、三年一期輪作田、三年二期輪作田、四年輪作田、臺糖農場水稻*、保安林水稻*、河川地水田
旱作類	旱作地、雙期作水田旱作*、一期單期田旱作*、二期單期田旱作*、二年一期輪作田旱作*、二年三期輪作田旱作*、三年一期輪作田旱作*、三年二期輪作田旱作*、四年輪作田旱作*、臺糖農場旱作*、保安林旱作*、河川地旱田
果樹類	果園、雙期作水田果樹、一期單期田果樹、二期單期田果樹、二年一期輪作田果樹、二年三期輪作田果樹、三年一期輪作田果樹、三年二期輪作田果樹、四年輪作田果樹、旱作地果樹、臺糖農場果樹*、保安林果樹*、河川地果樹
草地類	草地、雙期作水田草地、一期單期田草地、二期單期田草地、二年一期輪作田草地、二年三期輪作田草地、三年一期輪作田草地、三年二期輪作田草地、四年輪作田草地、旱作地草地、臺糖農場草地*、保安林草地*
林地類	林地、雙期作水田林木、一期單期田林木、二期單期田林木、二年一期輪作田林木、二年三期輪作田林木、三年一期輪作田林木、三年二期輪作田林木、四年輪作田林木、旱作地林木、臺糖農場林木*、保安林林木*、河川地林木
荒地類	荒地、雙期作水田荒地、一期單期田荒地、二期單期田荒地、二年一期輪作田荒地、二年三期輪作田荒地、三年一期輪作田荒地、三年二期輪作田荒地、四年輪作田荒地、旱作地荒地、臺糖農場荒地*、保安林荒地*
魚池類	魚池、臺糖農場魚池*、保安林魚池*、河川地魚池
堤防類	堤防、保安林堤防*

資料來源：本研究整理。

* 第一版無此項目。

2. 農業用地方面

《堡圖》的「田地」與《國土》的「稻作」，不區隔水稻田與陸稻田；《實測》區隔之，其中水稻田包含「水田」與「沼田」，「乾田」則指陸稻田。故比較上述地圖資料之稻田差異時，須歸併《實測》的 3 種類別。《聯勤》、《經建》、《農航》重視農田灌溉的情形，因此陸稻田被歸於旱作地的類別中。如此一來，其水田內涵便與《堡圖》的「田地」或《國土》的「稻作」有所差異，對稻田變遷研究產生不同程度的影響。

《堡圖》與《實測》的「畑地」係指旱作地，然《實測》另外割出「桑畑」、「三極畑」與「果園」，使其「畑地」內涵較《堡圖》者為狹義。《國土》的「旱作」除上述內涵以外，另包含茶園。《聯勤》與《經建》的旱作類別則包含陸稻田，但割出「蔗田」；其果樹類別包含農場，較《實測》、《農航》者為廣義。《平地》的旱作類別不僅包含陸稻田，尚包含茶園，然其一部份蔗田在第二版中被「臺糖農場地」瓜分。值得注意的是，《經建》中的「水田」或「旱作地」常隱含著機場內容。

由於臺灣許多農田實施輪作制度，使水田與旱作地發生輪迴演替的現象。唯有《平地》鉅細靡遺

地描述其輪作情形，其他地圖資料皆無。故《平地》詳盡的農地分類僅適用於第一版與第二版之間的比較，若欲比較其他地圖資料之農地差異時，則須再分類為相容的類別，參見表 4。

3. 植被方面

《平地》的林地、草地、荒地諸類別均得再分類而成，參見表 4。

針對林地，《實測》與《坡地》的分類較為詳盡，然前者的「樹木種植畑地」、「枯木及燒木林」無法與後者取得對應關係；後者的「闊葉樹林」包含前者的「棕櫚科樹林」，「灌木林」涵蓋前者的「矮松地」與「籐地」，「混淆林」則為前者部份「針葉樹林」與「闊葉樹林」組成。其他地圖資料的林地分類較為簡略，其中《聯勤》與《經建》的「樹林」尚包含竹林，但割出「矮林」；《國土》的「林業」亦包含竹林而不含「灌木荒地」；《堡圖》正好相反，「樹林」包含灌木林而不含「竹林」。

《堡圖》、《實測》、《平地》的草地類別，在《聯勤》與《經建》中並不存在，而《坡地》與《國土》則進一步將其細分為「草地」與「牧場」。另一方面，《堡圖》與《實測》的荒地近似於廢耕地；《平地》的荒地類別則較為廣義，尚包含裸露地與崩土。再者，《堡圖》、《實測》、《聯勤》、《經建》進一步將裸露地分為沙地、露岩兩類；《聯勤》、《經建》、《坡地》則不具有廢耕地類別。

《平地》的「沼澤地」與《國土》的「濕地」皆同時涵蓋《聯勤》與《經建》的「沼澤或濕地」、「易氾濫區」兩類；其中「沼澤」或「濕地」在《堡圖》中進一步被分開；而《實測》再將狹義的沼澤分為「沼」、「瀦水」兩類。

4. 水域方面

《堡圖》的「湖池」相當於《坡地》的水面，泛指逕流除外之內陸水域。《實測》亦有「湖池」，然較為狹義，不包含人工之「貯水池」、「涸燥貯水池」。《經建》則區隔使用目標，養殖用途者為「魚池」，相當於《平地》的魚池類（再分類情形參見表 4）、「養蚵場」，以及《國土》的「養殖」；蓄水用途者則為「湖」，相當於《平地》的「水塘」、「水庫」，以及《國土》的「其他蓄水池」、「水庫」、「湖泊」。

《經建》與《坡地》不區隔河川、溝渠，《堡圖》、《實測》、《平地》、《國土》區隔之。然《平地》的「水圳」與「道路地」有部分重疊，稱為「併計地」。至於《聯勤》，不重視水域的細節，將所有水域歸併。

綜合上述剖析可知，分類體系的差異普遍存在於地圖資料中，故欲藉其探討環境變遷時，務必謹慎地根據需求進行再分類。

(三) 簡化之影響

簡化之影響包含兩種情況，茲分別詳述如下：

1. 資料類別之簡化

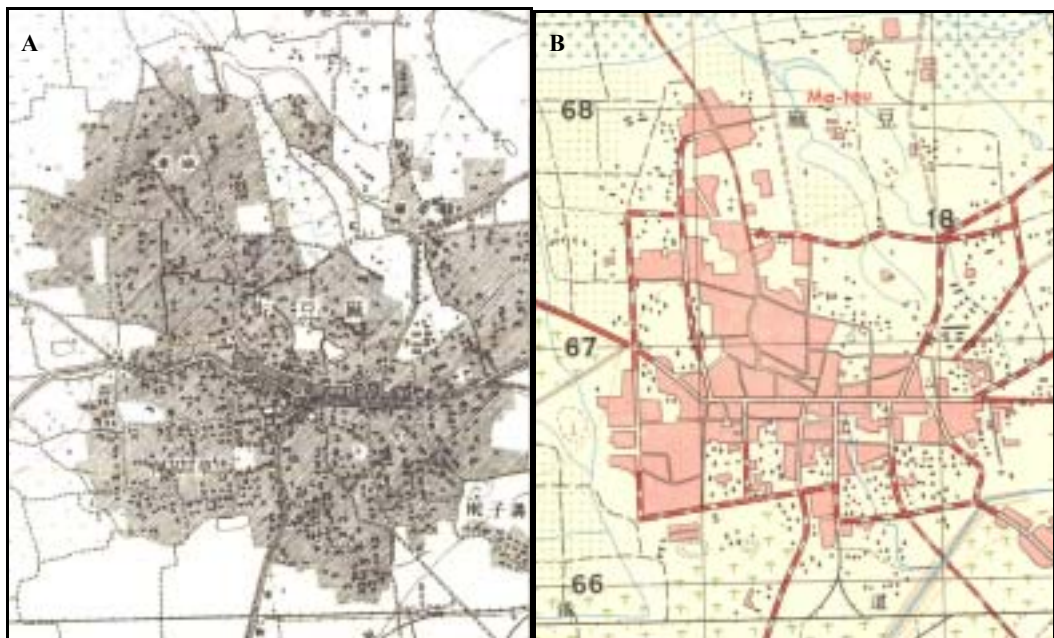
從表 3 當中可發現，某些地圖資料缺乏部分類別而呈現空白狀況，此即為資料類別之簡化。由於傳統地形圖可在圖面上留白，因此較常出現資料類別簡化的情形。包括：《堡圖》簡化公園綠地之類別；《聯勤》除簡化公園綠地外，並簡化草地、廢耕地、部分附屬於建地之平面覆蓋物，導致鄉村建地被嚴重低估；《經建》簡化草地、廢耕地、少許附屬於建地之平面覆蓋物。研究者若欲使用這些資料，則必須遷就於簡化程度較高者，對簡化程度較低者進行資料類別的再簡化。

2. 空間單元之簡化

在同類別的資料中，特徵較明顯的獲得保留，而較不顯著的遭到刪減，此即為空間單元之簡化。例如，《聯勤》大量簡化附屬於建地之平面覆蓋物（如圖 6B），使其相較於年代更早之《實測》（圖 6A），呈現建地萎縮的假象。《平地》則大量簡化被建地所包圍之道路地（如圖 7），導致建地範圍的誇大。原則上，面積較小、較孤立的空間單元，被刪減的機會較大。然而海岸淺灘的簡化情況則模稜兩可，增加海岸變遷研究的難度。根據觀察，《經建》、《農航》、《國土》對於海岸淺灘的簡化程度較高，須留心其影響。例如，新竹香山的海岸淺灘，在《經建》中顯然較《堡圖》者為小（圖 8）。

在同一份地圖資料中，也可能發生簡化程度不一致的情形。例如，《國土》中的臺中市部分，明顯有一塊「Γ」形的資料高度簡化區域（圖 9）。研究者若利用《平地》與《國土》，分析 1980-1990 年代臺中市區的建地範圍變遷，便會得到建地萎縮的假象。

由於比例尺對簡化程度影響深遠，因此同為 1/25,000 之《實測》、《聯勤》、《經建》適合套疊分析，若加上 1/20,000 之《堡圖》，尚可接受；同以像片基本圖（平地 1/5,000、山地 1/10,000）為基底之《農航》與《國土》間，亦適合套疊分析。但若欲同時比較所有地圖資料時，則必須犧牲《農航》與《國土》的解析度。亦即，依據 1/25,000 地圖資料的最小繪圖單元（minimum mapping unit），再簡化《農航》與《國土》。再簡化的方式，可刪減小於最小繪圖單元之空間單元；亦可將地圖資料網格化，使其網格大小為最小繪圖單元。



附註：A 圖為《實測》；B 圖為《聯勤》。

圖 6 《聯勤》建地之簡化情形（以麻豆為例）

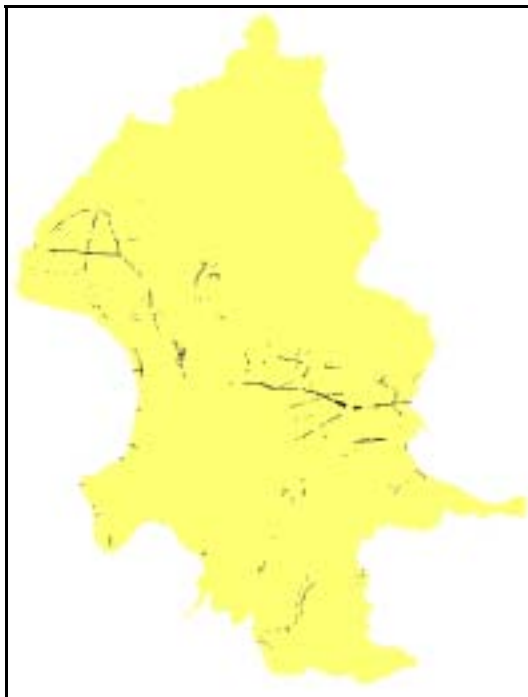


圖 7 第一版《平地》道路地之簡化情形 (以臺北市為例)



附註：A 圖為《堡圖》；B 圖為《經建》。

圖 8 《經建》海岸淺灘之簡化情形 (以新竹香山為例)

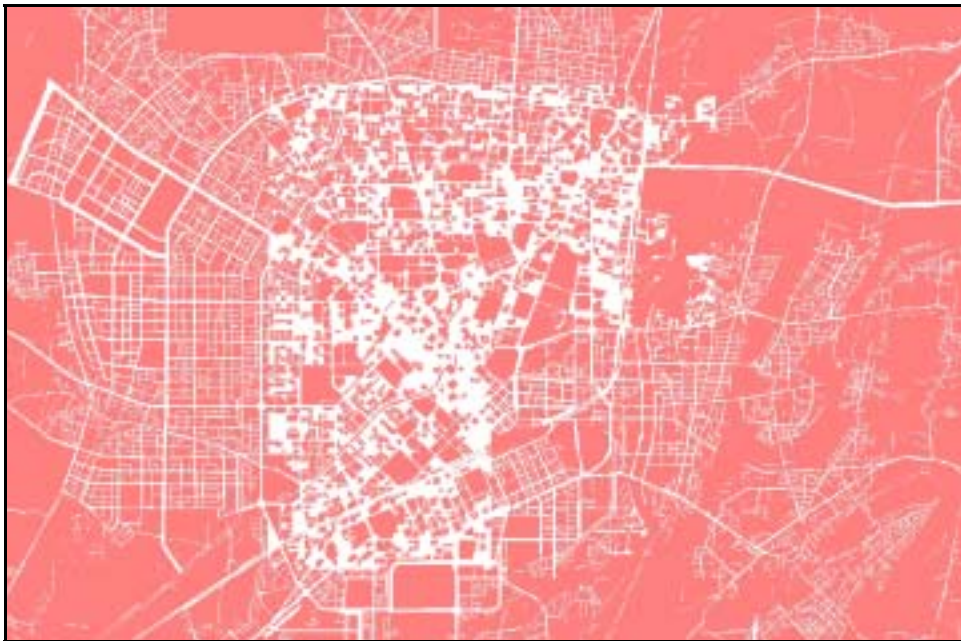


圖 9 《國土》中資料簡化程度不一致之情形 (以臺中市為例)

(四) 符號化之影響

傳統地形圖常將一些土地類別編碼成線符號或點符號，而《農航》與《國土》則以區塊紀錄所有土地利用類別。從表 3 當中便可發現這種差異。4 套傳統地形圖皆以線條呈現道路、堤防與溝渠，但這些資料在《農航》與《國土》中都是獨立的區塊。此外，《國土》中的文教設施、醫療設施、公用設施等等區塊，在傳統地形圖中僅是建地裡的點符號而已。

此種差異，使地圖資料在套疊時產生問題，其中尤以道路地最難處理。研究者使用傳統地形圖時，通常將道路的範圍算到鄰近的建地或農地裡。然而在《農航》與《國土》中，建地或農地皆不包含這些道路地。研究者若欲比較兩種不同符號化方式的地圖資料，則得耗費心力再編輯之。

結論：使用地圖資料的注意事項

地圖既是環境變遷研究不可或缺的素材，便不能忽視地圖概括化的影響。本文根據地圖概括化的理論，演繹分析其對環境變遷研究之影響。且藉由重要的臺灣地圖資料，呈現並驗證此種影響的存在。如何做出可靠的環境變遷研究，必須對地圖概括化的影響有充分瞭解。依據研究分析結果，本文提出下列四點結論。

(一) 直接套疊而得之變遷未必可靠

將地圖資料直接套疊，雖可取得個別的變遷位置與規模數量，但未必可靠。研究者若對研究區域的質性缺乏瞭解，便容易被數字的假象所欺瞞，而做出不合理的推論。由於地圖概括化對於個別圖徵 (map feature) 的影響較大，對於整體性的空間型態 (如：空間自相關、空間聚集性等等) 影響較小，因此分析地圖資料中的空間型態變遷，應比直接將其套疊而取得個別的變遷量更具意義。

(二) 選擇比例尺與使用目的相近的地圖資料

地圖資料的比例尺與使用目的，是影響其概括化程度的主要原因。比例尺和使用目的相近的地圖，其概括化處理方式和程度亦較為相近。因此本文建議在進行環境變遷研究時，應盡量採用比例尺與目的相近的地圖資料，以減少地圖概括化的影響。

(三) 對地圖資料進行再概括化的處理

研究者應仔細觀察、比較不同地圖資料間的概括化情形，並據以採取適當的處理措施。當分類體系不一致時，須再分類；當簡化程度明顯不同時，須再簡化；當符號化方式顯著差異時，須再編輯。這些操作皆遷就於概括化程度較高的地圖資料。有關再概括化的方式，值得進一步發展。

(四) 討論地圖概括化的影響

研究者使用地圖資料進行環境變遷研究時，須正視地圖概括化的影響，並於研究中具體回應。包括：所使用的地圖資料，其概括化情形為何？因應措施為何？對於研究產生什麼影響？研究者唯有具體回應這些問題，方能證明其研究成果為真實的環境變遷。

謝 辭

本文為國科會人文處補助研究計畫 (NSC 94-2415-H-002-029) 之部分成果。不具名審查者所提供之問題與建議，使本文在個案分析與因應上有更周詳之考量，提升論文品質。勤崴科技公司提供部分數值地圖以利研究進行。謹此致謝。

註 解

1. 本文所探討的地圖資料，不侷限於傳統紙張地圖，尚包含利用地圖編製而成之數值資料。
2. 亦有學者偏好使用「簡括化」，與「概括化」各有支持者。軍方製圖單位則稱為「簡化」，但易與 simplification 混淆。考量英文原文之文義，並減少與「簡化」一詞的混淆，本文使用「概括化」。
3. 近現代的製圖典範要求地圖必須符合縮小 (reduction)、幾何轉換 (transformation) 與抽象化 (abstraction) 等原則 (Robinson *et al.*, 1995)，形成比例尺 (scale) 與投影 (projection) 等要素。
4. 土地利用並不是產生在真空之中，而是產生在具有歷史特性的地理環境之上。土地利用及地景的形成過程，常常是像地層一樣，一層層地疊合在固定的空間之上，形成該地區的地理特色。土地利用的變遷，相當程度受到上一個歷史發展階段的土地利用所影響。縱使變遷快速而劇烈，但前

後歷史階段之間的土地利用依然有著莫大的關連性（周素卿與高傳棋，1996）。

5. 根據教育部公布的國語辭典，應寫為「坐」標。
6. 另一層意義則是：對於數值化的地圖資料而言，電腦必須根據明確的指令來處理數值，而這樣的類別化有助於建立運算規則 (algorithms)。
7. 資料的數量愈少、品質愈差，只能製作概括化程度愈高的地圖。另一方面，資料的數量愈多，也需要進行愈大的概括化，以過濾不必要的資訊。
8. 紙張上或螢幕上的圖形都具有一定的物理極限 (physical limits)，超過這個極限時，圖形將無法被製作或被呈現，而必須加以概括化。如今，圖形的物理極限已可遠小於人類判識圖形時的生理與心理極限 (physiological and psychological limits)。
9. 至於誇張化的概念直到地圖進入數值化作業時才被提出，而歸納對於等高線的影響雖顯而易見，但製圖者如何操作此兩種作業，尚未被清楚地描述與分析。
10. 勳崗電子地圖係根據像片基本圖進行數化，再縮編成各種比例尺之數值圖檔。

引用文獻

- 丁志堅 (2002) 屏東平原土地利用變遷分析與模式建立，國立臺灣大學地理環境資源研究所博士論文。
- 石再添 (1980) 臺灣西部海岸線的演變及海埔地的開發，國立臺灣師範大學地理系地理研究報告，6: 1-36。
- 李弘洲、朱杏修、曾德福 (1999) 地籍坐標與二度分帶坐標轉換之研究，地籍測量，18 (3): 10-23。
- 沈淑敏 (1997) 圖像資料在討論花東地區海岸地形變遷上的應用，地圖，8: 219-232。
- 沈淑敏、張瑞津 (2003) 圖像資料在臺灣地區地形變遷研究上的應用與限制，國立臺灣師範大學地理系地理研究報告，38: 67-87。
- 周素卿、高傳棋 (1996) 舊地圖與都市土地利用變遷：以臺北加蚋仔地區為例，國立臺灣大學地理學系地理學報，21: 1-37。
- 施添福 (1996) 導讀，臺灣堡圖 (復刻版)，臺北：遠流。
- 施添福 (1999) 日治時代二萬五千分之一臺灣地形圖使用手冊，臺北：遠流。
- 徐美玲 (2001) 以土地利用距離變數推測宜蘭海岸防風林的變遷，國立臺灣大學地理學系地理學報，30: 71-87。
- 徐瑞萍 (2002) 臺灣地區不同時期地形圖套疊之研究，地圖，12: 107-122。
- 張瑞津、石再添、陳翰霖 (1996) 臺灣西南部臺南海岸平原地形變遷之研究，國立臺灣師範大學地理研究報告，26: 19-56。
- 張瑞津、石再添、陳翰霖 (1997) 臺灣西南部嘉南平原的河道變遷研究，國立臺灣師範大學地理系地理研究報告，27: 105-132。
- 張瑞津、石再添、陳翰霖 (1998) 臺灣西南部嘉南平原的海岸變遷研究，國立臺灣師範大學地理系地理研究報告，28: 83-106。
- 張瑞津、陳翰霖 (1999) 十七世紀以來臺灣西南海岸平原主要河流之河道變遷研究，中國地理學會會

刊, 27: 1-27。

許民陽、張政亮 (2002) 蘭陽平原海岸後退之研究, *中國地理學會會刊*, 30: 57-76。

許哲明 (1998) 臺灣地區地形圖之演進, *地圖*, 9: 1-16。

勤崴電子地圖 (2002) *勤崴電子地圖 2002 年版*, 臺北: 勤崴科技股份有限公司。

聞祝達 (1995) 地圖簡化目的與內涵之探討, *地圖*, 6: 43-55。

聞祝達、石慶得 (1990) 地圖資料簡化之探討, *地圖*, 1: 27-41。

劉延猷 (1996) 地形圖與地籍圖套合之研究, *地籍測量*, 13 (3): 21-34。

蔡博文、張長義、張康聰 (2001) 蘭陽平原養殖土地利用變遷分析, *中國地理學會會刊*, 29: 93-101。

賴進貴 (1995) 數值土地利用資料準確性之研究, *國立臺灣大學地理學系地理學報*, 19: 91-103。

賴進貴、王慧勳 (1995) 疊圖誤差模擬之研究, *地圖*, 6: 21-30。

賴進貴、孫志鴻 (1994) *臺灣地區數值土地利用資料庫建立之研究*, 行政院農業發展委員會委託國立臺灣大學地理環境資源研究所研究報告。

賴進貴、葉高華、王韋力 (2004a) 日治前中期臺北盆地之聚落空間結構變遷: 歷史地理與地理資訊結合初探, *中國地理學會會刊*, 34: 21-42。

賴進貴、葉高華、王韋力 (2004b) 土地利用變遷與空間相依性之探討: 以臺北盆地聚落變遷為例, *臺灣地理資訊學刊*, 1: 33-46。

Chang, J. C. and Chen, H.L. (2001) Geomorphological changes on coastal plain in southwestern Taiwan, *Western Pacific Earth Sciences*, 1 (1): 107-114.

Dixon, O. M. (1967) The selection of towns and other features on atlas maps of Nigeria, *The Cartographic Journal*, 4 (1): 16-23.

Gao, W., Gong, J. and Li, Z. (2004) Thematic knowledge for the generalization of land use data, *The Cartographic Journal*, 41(3): 245-252.

Goodchild, M. F. and Gopal, S. (1989) *Accuracy of Spatial Databases*, New York: Taylor & Francis.

Harley, J.B. (1987) The map and the development of the history of cartography, in: Harley, J.B. and Woodward, D. (eds.) *The History of Cartography*, Chicago: University of Chicago Press, 1-42.

Mandelbrot, B. B. (1983) *The Fractal Geometry of Nature*, San Francisco: Freeman.

Martinez-Casasnovas, J. A. (2000) A cartographic and database approach for land cover/use mapping and generalization from remotely sensed data, *International Journal of Remote Sensing*, 21(9): 1825-1842.

McMaster, R. B. (1987) Automated line generalization, *Cartographica*, 24(2): 74-111.

Miller, O. M. and Voskuil, R. J. (1964) Thematic-map generalization, *The Geographical Review*, 54 (1): 13-19.

Monmonier, M. S. (1991) *How to Lie with Maps*, Chicago: The University of Chicago Press.

Robinson, A. H., Morrison, J. L., Muehrcke, P. C., Kimerling, A. J. and Guptill, S. C. (1995) *Elements of Cartography*. 6nd ed., New York: John Wiley & Sons.

Topfer, F. and Pilliwizer, W. (1966) The principles of selection, *The Cartographic Journal*, 3: 10-16.

Tsai, B. W., Chang, C. Y. and Ding, T. J. (1997) Spatial analysis in GIS: the land use changes in the coastal

area of Yunlin County, Taiwan, *Journal of Geographical Science*, 23: 1-12.

Tsai, B. W., Chang, K. T., Chang, C. Y. and Chu, J. M. (2001) Measuring spatial association of aquacultural land use in Taiwan, *Journal of Geographical Science*, 29: 121-129.

Visvalingam, M. and Whyatt, J. D. (1990) The Douglas-Peucker algorithm for line simplification: re-evaluation through visualization, *Computer Graphics Forum*, 9: 213-228.

94年2月3日 收稿

94年9月5日 修正

94年9月11日 接受

附 錄

附錄表 1 國土利用調查數值資料庫分類體系表

大類別	中類別	小類別	代碼	大類別	中類別	小類別	代碼
農業用地	農作	稻作	0011	建築用地	文教藝術	文教藝術館	3050
		旱作	0012		衛生醫療	醫療院所	3060
		廢耕地	0013		慈善福利	慈善福利院	3070
	林業	林業	0020		宗教	寺廟	3081
		養殖	0030			教堂	3082
	畜牧	蓄禽舍	0041			宗祠	3083
		牧場	0042			其他宗教建築	3084
農業附帶設施	農業附帶設施	0050	公用事業			郵政電信	3091
交通用地	機場	民用機場			1010	氣象	3092
		鐵路			一般鐵路線	1021	電力
	專用鐵路線				1022	瓦斯	3094
	捷運鐵路線				1023	自來水	3095
	鐵路車站				1024	加油站	3096
	鐵路相關設施				1025	雨水抽水站	3097
	公路	國道		1031	其他公用事業	3098	
		省道		1032	環保設施	3100	
		縣道		1033	喪葬設施	3111	
		鄉道	1034	墳墓	3112		
市區道路		1035	殯儀館、火葬場	3112			
其他道路		1036	消防安全設施	3120			
公路車站		1037	興建中	3130			
停車場		1038	古蹟	3140			
公路相關設施	1039	工業用地	工業	製造	4010		
港口	商港		1041	工業相關設施	工業相關設施	4020	
	漁港	1042	倉儲	倉儲	4030		
	專用港	1043	遊憩用地	陸上游憩設施	公園綠地廣場	5011	
水利用地	河道	河川			2011	體育場所	5012
		減河		2012	動、植物園	5013	
		運河		2013	戶外遊樂場	5014	
		堤防	2014	水岸遊憩設施	水域活動場所	5020	
溝渠	溝渠	2020	遊憩服務設施	遊憩服務設施	5030		
蓄水池	水庫	2031	鹽業用地	鹽田	鹽田	6010	
	湖泊	2032		鹽業設施	鹽業設施	6020	
	其他蓄水池	2033	礦業及土石用地	礦業	礦場	7011	
禦潮池	禦潮池	2040		礦業設施	礦業設施	7012	
建築用地	商業	零售批發	3011	土石	土石採取場	7021	
		服務業	3012		土石設施	7022	
	住宅	一層住宅	3021	軍事用地	軍事用地	軍事用地	8000
		低層住宅	3022		其他用地	濕地	濕地
		中層住宅	3023	草生地		草生地	9020
		高層住宅	3024	裸露地		裸露地	9030
	機關團體	機關團體	3031	灌木荒地		灌木荒地	9040
		機關	3032	災害地		災害地	9050
		團體	3033	棄土地		棄土地	9060
	學校	托兒所、幼稚園	3041	空置地		未使用地	9071
		小學	3042			人工改變中土地	9072
		中學	3043		測量標	9073	
		大專院校	3044				
		特種學校	3045				

資料來源：國土利用調查數值資料庫。