

基隆河中上游流域建成地型態 變遷之分析

Change of Pattern and Expansion in the Developed Area of Mid-Upper Course of Keelung River Catchment

王翠華*

Tsui-Hua Wang

林俊全**

Jiun-Chuan Lin

Abstract

This study focuses on the spatial and temporal change of developed areas in the mid-upper part of Keelung River Catchment. The evolution of land-use patterns is based on the distribution and change of developed areas in different periods. Specifically, this study includes the following three topics of this study include: (a) the distribution and change of developed areas; (b) the hotspots of developed areas; (c) the relationship between slope inclination and developed area.

This study identifies three different periods, including period I (1983-1988), period II (1988-1995), and period III (1995-2004). The rates of increase of developed areas in these three periods are 0.88, 0.41 and 0.33 km² per year respectively showing a declining trend. Si-Jhih City of Taipei County and An-Lo, Chi-Tu District of Keelung City are the fastest urbanized areas in the whole study area. The expansion of developed areas in period I was mainly located in hillslope areas. In period II, the expansion took place mostly located in Si-Jhih City of Taipei County and An-Lo

* 國立臺灣大學地理環境資源研究所碩士

Master, Institute of Geography, National Taiwan University.

** 國立臺灣大學地理環境資源學系教授

Professor, Department of Geography, National Taiwan University.

District of Keelung City with 35% and 25% of total development in the period. Development in the third period was mainly located in the bank area of Keelung River. The low intensity development was replaced by high intensity. Additionally, slopes affected the distribution of built-up areas; more than 90% of built-up areas were located in the region flatter than slope category III.

This study provides a quantitative analysis of distribution and evolution of developed areas in the upper part of Keelung River Catchment. It can be the basis for monitoring land-use/cover change in this area. By using aerial photo interpretation, data overlay, case study and field investigation, this study provides a detailed account of changes of built-up areas change and serve as an example for future studies.

Keywords: LUCC, Keelung River, Sijhih City, slope hazard.

摘 要

本研究以基隆河中上游流域為研究區，藉由土地利用資料及航空照片(1983-2004年)共四個年代的資料，判釋建地分佈，利用GIS分析，並以圖面資訊計算各時期聚的分布及變遷速率，檢視研究區內建地變遷的型態及重心，分析其擴張型態，並進行實際野外觀測驗證。本研究目的有三：1. 探討各時期建成地的分布及變遷速率；2. 研究區內建地變遷的重心及型態；3. 坡度因子對建地變遷的影響。研究結果顯示：1. 各時期已開發的建地變遷的面積，第一時期(1983-1988年)平均每年增加 0.88 km^2 ；第二時期(1988-1995年)平均每年增加 0.41 km^2 ；第三時期(1995-2004年)平均每年增加 0.33 km^2 ，建地擴張的速度逐漸變慢，擴張速度最快的地方為臺北縣汐止市、基隆市的安樂區與七堵區。2. 變遷的空間特性：第一時期的建地分布較為零散，以山坡地社區擴張為主；第二時期集中於汐止市(占開發地區35%)與基隆市安樂區(占開發地區20%)，由原有建成地沿交通路線呈線狀向外擴張；第三時期集中於基隆河主流沿岸，原先低度利用的土地利用型態轉變成高度利用的型態。3. 坡度因子對建地變遷的影響：建地擴張發展受坡度因素影響很大，90%以上建地分布於三級坡以下。

本研究以空間觀點歸納了基隆河流域發展，彌補了以往純描述性的分析，並提供建成地發展更精確的量化分析與空間分析。建成地的變遷，對環境容易造成不良影響，應持續監測。這些潛在災害可經由各種地圖資料的套疊、航照判釋、個案分析與實地勘察歸納之，本研究提供了一個建地變遷研究的良好例子，以及重要的基礎供後續研究做參考。

關鍵字：土地覆蓋與利用變遷、基隆河流域、汐止、坡地災害

前 言

土地利用變遷顯示在不同時間序列下，人與環境交互作用的變化情形，也是人在因應其所面對的生存環境發生變化時，調適人文或自然環境變化所產生的衝擊(蔡博文等, 2001)。土地利用方式改變，

是受到許多因子交互作用下的結果，同時土地利用變遷也會對相關環境因子造成衝擊，例如降低生物多樣性、引發環境災害、及造成區域經濟結構的改變等，都市化 (urbanization) 的問題對於這上述這些災害更有加劇的作用 (張石角, 1986; Harms *et al.*, 2000; Tang *et al.*, 2005)。研究土地利用變遷不僅是了解區域過去的歷史，也提供了未來發展的知識基礎。

臺灣山多平原少，構造運動活躍，因此不當的土地開發可能引發嚴重的災害。基隆河流域為淡水河三大支流之一，中游谷地位於臺北市與基隆港間，其範圍為兩都市間之聯絡通道，容納了基隆港的貨物進出口量，並吸收臺北盆地急速發展而過多的人口，在這幾年來變化十分劇烈。過去關於此地區的研究，如臺北盆地建地的擴張與影響 (鄧天德, 1979; 李鹿苹, 1984; 丘逸民, 2000)、基隆河流域的水患、環境識覺 (徐美玲與王秋原, 1990)、汐止市的山坡地問題等，但在建地擴張的型態上甚少著墨，有關土地利用分析之文獻，也多止描述性分析，並且將重點放在土地資源的利用與開發 (王洪文, 1977)，討論資源利用的自然地理基礎，以及土地利用現況及將來，卻未有量化分析來支持結論 (劉承洲, 1979; 郭蔚楓, 1974)，對於整體建地變遷的概況著墨甚少。基隆河流域許多河段位於河谷地，腹地狹小，因此建地的擴張受限於地形的影響，擴張型態與一般平原地區 (如臺北盆地) 應相當不同，因此本研究藉由歷年的航空照片 (1983-2004 年)，判釋建地分佈，利用 GIS (Geographic Information System, GIS)，以圖面資訊計算各時期聚的分布及變遷速率，檢視研究區內建地變遷的型態及重心，分析其建地擴張型態。

研究區簡介

(一) 自然環境

基隆河主流長約 86.4 公里，流經平溪鄉、瑞芳鎮、基隆市、汐止市及臺北市。上游地區岩層多呈橫谷地形，因此河谷陡狹，常有急流瀑布 (李鹿苹, 1984)。本研究區基隆河中上游流域 (圖 1)，地形以山坡地為主，面積約 288 平方公里。中游地區以掘鑿曲流及河階地形為主，建地與農地大多分布於河階地上；一般稱南港以下為下游地區，地勢平坦多自由曲流。地質方面，除了河流沿岸地區多沖積層外，大部份屬於中新世的地層，部份屬於含煤層，本區岩性多為砂頁岩互層，地層傾角大致往東南方向，加上坡度陡峻，容易發生邊坡災害。

(二) 發展歷程

基隆河流域早期的發展，多在河流沿岸較肥沃的沖積層上發展農業聚落，或在山坡地上發展茶業、樟腦生產與採礦事業，而產生的小型礦業聚落等，因腹地狹小，建地的發展受到地形的限制很大 (陳世一, 1997)。本研究區位於臺北和基隆間，交通動線網連結著基隆港與臺北盆地之間的貨櫃運輸。另外，由於臺北都會區人口急速膨脹，人口開始移入，使本研究區建地分佈開始擴張 (劉承洲, 1979)，1970-1980 年間，本研究區在產業及道路建設方面發生了許多重大改變，如基隆市市地重劃、六堵工業區設置 (1965 年)、七堵調車場完工 (1972 年)、北基公路完成 (1976 年)、高速公路八堵段通車 (1978 年) 等，這些公共建設使本研究區之發展有更劇烈的影響與改變。



圖 1 研究區域圖

Fig. 1. Location of the study area.

研究材料與方法

(一) 建地資料

土地利用不僅代表過去的歷史，也是未來發展的基礎，故應用的範圍相當廣泛，例如環境災害 (Paulet *et al.*, 2005; Tiwari, 2000; Riedel, 2005)、對水文的影響 (Carlson and Arthur, 2000; Brun and Band, 2000; Weng, 2001; Sharma *et al.*, 2001; 陳文福與廖信誠, 1996)、災害防治 (施鴻志等, 1989; 何智武與林致遠, 1995; 姜善鑫與于靜元, 1993; 王秋原與徐美玲, 1989; 盧光輝與姜善鑫, 1996)、都市發展基礎研究 (Tian *et al.*, 2005; 李建堂等, 1983), 或土地利用研究方法研究 (Getis and Ord, 1992; 鄒克萬與張曜麟, 2004; 蔡博文等, 1997; 2001; Tsai *et al.*, 2006); 或探究造成土地利用變遷的因素 (Kok, 2004) 等，不同的研究目的使用資料也不相同。

本研究目的在於量化各時期建地的分布及特色，因此利用 GIS 工具進行各種相關因子的空間與屬性特性分析，時間序列上所要求的歷史地圖資料，經掃描、校正與定位後轉成數值檔。校正與定位工具使用 ArcGIS 9.0 的 Georeferencing 工具處理。本研究所使用的土地利用資料有四個年度，分述如下：

1. 農林航空測量所所建置的資料庫，由航空照片判釋建地區塊，然後抽樣實地檢核，最後以地理資訊系統方法進行數值化。其中有兩個年度 (1983 與 1988 年)，因基隆河集水區上游地區變化並不大，僅都市發展程度較高已數位化，所以事實上只有一個年度的資料，因此本研究將其「建地」類分出來後，再分別對照第一與第二版的相片基本圖做核對增補，以做為 1983 與 1988 年兩個年度的資料。

2. 水利署第十河川局生產之 1994、2004 年兩個年度的土地利用資料，其中 1994 年資料由地政司

資料合併，2004 年的資料由航空照片判釋數化而成。由於兩類資料之建成地區資料來源不一，因此本研究針對 1994 年資料再輔以第三版相片基本圖為底圖進行人工修編；2004 年的資料以農航所 2003 年航空正射影像，為底圖進行輔助判釋工作。

Xiao *et al.* (2006) 利用都市成長率 (annual urban growth rate, AGR) 來評估單位面積裡都市化的速度，討論河北省石家莊的都市擴張情形等。但以地圖作為資料基礎有時間上的限制，得到的訊息為時間點與時間點之間的變化，非連續性的時間資料，因此董玉祥與全洪 (2004) 在南海進行量化土地利用變遷的速率時，加入時間的變數，假設每一時期內的變化速度一致，計算每年平均的變遷量。

本研究以基隆河流域含汐止市以上為空間尺度，1983-2004 年共約 20 年間為時間尺度，並定義研究對象「建地」為人為開發地區，包括住宅區、商業區、工業區、學校、公園皆屬之，依此定義將將上述土地利用資料所需要的資訊抽取出來，並假設每一時期內變遷速率相同，以計算土地利用變化情形。

(二) 空間自相關分析 (spatial autocorrelation analysis)

本研究除了以疊圖方式來表示建地變遷的空間形態，還透過空間自相關分析 (spatial autocorrelation analysis) 來檢視各年度建地變遷的主要聚集區域，藉以檢視建地變遷的空間型態。

地圖上所記載的空間形態 (spatial pattern)，大致可分成二類：1. 地點資料 (place data)，包括空間的位置訊息與幾何資訊，如點的密度、線的平均長度等；2. 內容資料 (content data)，指對象的性質，例如點的大小表示聚落的人口數、線的寬窄表示道路交通流量大小等 (趙建雄，1987)。本研究以疊圖及空間分析來進行建地變遷的空間形態分析，包括一維特徵 (例如聚落大小與聚落間距離的關係)、二維特徵 (例如聚落分布的離勢) (趙建雄，1988)。

強調空間差異的主要原因是，當兩個地區建地增加的面積量相同，但增加的空間分布與集中度不同，其中必然隱含著各種環境與社經因素。空間現象具有空間相依性，相同的現象會聚集在一起產生空間關聯，即該屬性聚集的地區。常使用的統計方法為 Moran's I 與 Getis and Ord (1992) 發展的 Getis 統計量，而在土地利用空間聚集的研究中，若要關心的重點在土地利用聚集的狀態，使用 Getis 方法較佳 (朱健銘，2000)。本研究利用 ArcGIS9.0 軟體中的 Getis-Ord G 演算法來衡量變遷的群聚性，值高者為變遷熱點。G statistic 是利用空間自相關原理，計算每一觀察點與其周圍固定範圍內其他地物的相關性，透過地理現象的局部相關計算，可以辨識此地理現象的聚集區域 (蔡博文等，2001)，計算公式為：

$$G_i(d) = \frac{\sum_{j=1}^n W_{ij}(d)X_j}{\sum_{j=1}^n X_j}, j \neq i$$

i 是觀察點； j 是位於 i 觀察點周圍的被觀察點

$W_{ij}(d) = 1$ 如果 j 位於觀察點周圍固定範圍內

$W_{ij}(d) = 0$ 如果 j 不是位於觀察點周圍固定範圍內

x_j 是變數 X 在被觀察點 j 的值

本研究以 ArcGIS9.0 自動生產出 500 公尺 × 500 公尺網格，計算每個年度網格內建地擴張的百分比，藉以了解建地擴張的型態與趨勢，並以 Getis-Ord G 演算法進行熱點分析的計算。分別試驗不同的網格大小及 d 值，最後選定 500 × 500 公尺，d 值 1,500 公尺來進行分析。

研究成果與討論

(一) 建成地空間分佈及變遷

本研究區於 1983-2004 年，此 20 年間建地空間分佈變化如圖 2。圖 2 中可看出本研究區位於臺北都會區與基隆市區擴張地帶，因交通便利的腹地性質與位置，基隆河的中游谷地成為建成地的擴張地帶；本區建築用地之位置、交通路線的發展與地形關係密切，交通路線沿著地勢平坦處（如河谷沿線）開闢，建成地也隨著交通道路的發展而擴張。本研究計算各時期的建成地面積，在建成地擴張的速率部份發現，整體而言，建成地面積持續擴張，由 12.71 km² 增加至 23.82 km²，但平均速率卻由快而變慢（表 1）。

建成地增加的分布，以行政區而言，臺北縣汐止市與基隆市安樂區、七堵區最多（表 2）。就地點而言，在這三個行政區內尤以汐止市的北港溪流域、與安樂區的大武崙溪流域擴張範圍最大。若將每個階段建成地擴張當做 100，計算各個行政區所占的比例，汐止市每個時期都占了 1/3 以上。人口增加的部分（圖 3），汐止市、安樂區與七堵區都持續上升，建成地的擴張與人口增加的情形吻合。基隆市

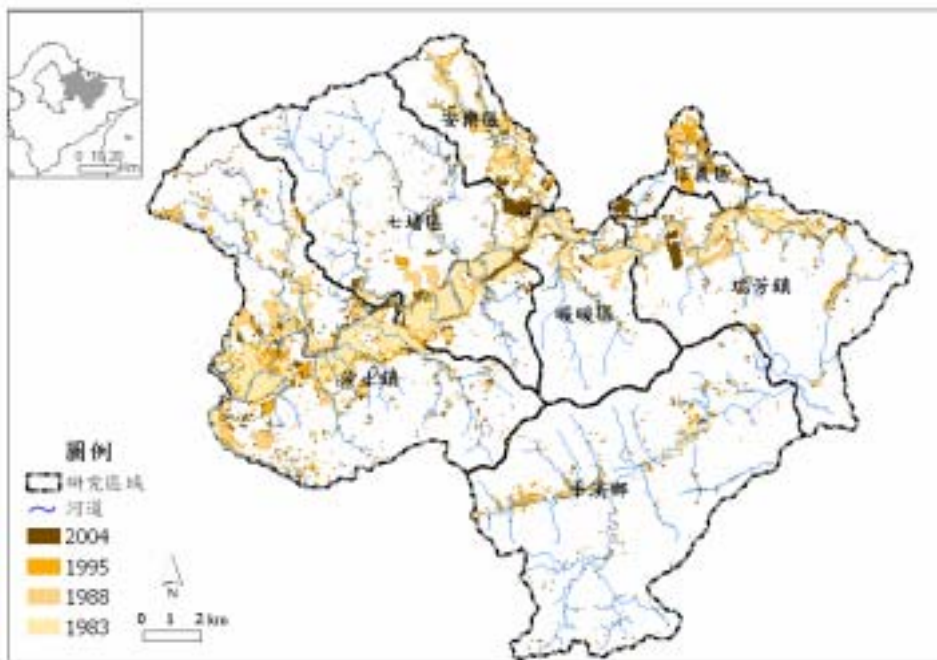


圖 2 歷年建地變遷圖

Fig. 2. Change in the developed area.

表 1 建地變化量表

Table 1. Change in the developed area.

年代	1983	1988	1995	2004
面積 (km ²)	12.71	18.00	20.87	23.82
增加速率 (km ² /yr)		0.88	0.41	0.33

表 2 各地區建地變化

Table 2. The change proportion of developed area.

單位：%

	平溪	瑞芳	汐止	安樂	暖暖	七堵	信義	總和 (%)
1983-1988	3.09	17.40	30.19	17.82	10.84	17.58	3.08	100
1988-1995	4.81	13.31	35.66	19.94	4.36	12.51	9.40	100
1995-2004	4.16	12.10	36.05	10.51	8.43	24.17	4.58	100

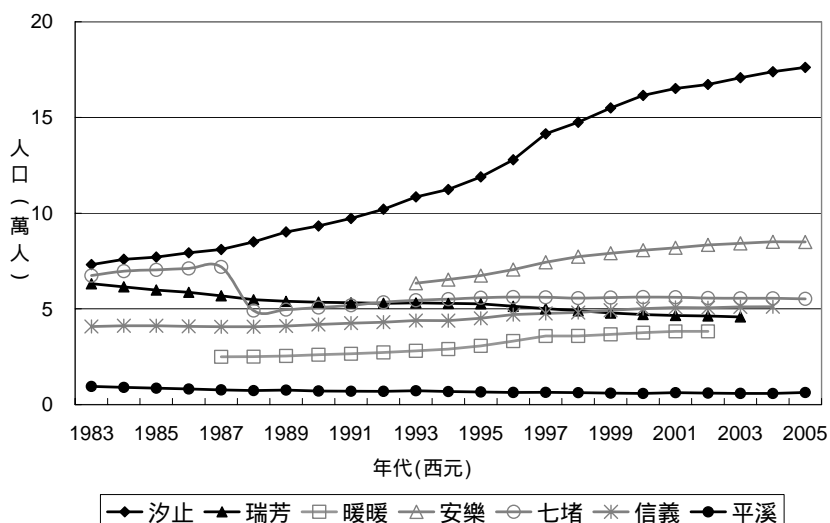


圖 3 各行政區人口成長圖

Fig. 3. The population growth.

七堵區，1980 年代後期人口已超過七萬多人，為基隆市人口最多、土地面積最大之區，為便利推行政令，而進行行政區調整，將安樂社區內三民里、四維里、五福里、六合里、七賢里、鶯歌里六里劃歸安樂區，因此人口在 1988 年間突然下降，是因為行政區劃的關係。

(二) 建成地變遷的熱點分析與空間特性

本研究區 1983-2004 年間的三個時期（分述如下）內建地擴張的情況，以 500 公尺為單位網格，計算每一個網格內擴張的密度圖（圖 4a、圖 6a、圖 7a）。變遷地區先以 Getis-Ord G 演算法評估聚集程

度，再進一步分析其變遷地區的空間特性，圖 4b、圖 6b、圖 7b 分別為利用 Getis-Ord G 演算法，以三個網格 (1,500 公尺) 為固定距離計算出來的重心分布圖。

1. 第一時期 (1983-1988 年)

第一時期建成地的發展重心較為零散 (圖 4b)，可細分為四個主要重心 (1-4) 和二個次重心 (5、6)。重心 1 在汐止市北港河流域，多為大型的山坡地社區開發案 (圖 5)。圖 5 以像片基本圖二版作為底圖，白色色塊是 1983 年已有的建成地，黑色區塊為 1986 年增加的建地，這二個年度之間，出現了 24 個以上山坡地大型社區開發，分別包括了忠孝山莊、綠野山坡社區、集湖山莊、瓏山林社區、伯爵山莊、明園山莊、堪農山莊、麗景天下社區、陽光綠大地、白雲社區、臺北小別墅、馥記山莊、瑞士山莊等，共計面積約有 147 公頃，占了總變遷量的 20%。

重心 2 在汐止市與七堵區之交界，增加的建成地為工業用地及倉儲地；重心 3 主要為大武崙工業區向外擴張，增加之建成地多為工業區或倉儲用地，在大武崙區的南北兩端則為住宅區之分布，由基隆市政府成立的安樂社區為中心向外擴張，增加了大量的住宅區，例如國家新城、臺北生活之家；重心 4 增加之大量建成地為瑞芳工業區原有範圍之擴張，主要為倉儲及貨櫃公司，例如中棉倉儲公司。增加情形不若前四者明顯，但仍具有顯著性的重心 5，增加的建地類型主要為住宅區，例如綠野山坡社區、研究苑別墅。重心 6 為原有住宅區及工業區範圍的擴張，工業區沿著基隆河主流河谷分布，住宅區則多分布在支流，位在東勢溪及西勢溪交會，河流沖積而成的平坦地之處，當地地名為中心崙，再往南因地勢陡峻，且為暖暖水庫之水源保護限制開發區，因此發展無法再往南邊擴展。

2. 第二時期 (1988-1995 年)

第二個時期發展的趨勢較為集中 (圖 6)，集中於汐止市、基隆市信義區與安樂區，重心 1 仍為擴張密度較高的汐止市，由原來的建成地向外擴張，例如汐止市金龍湖附近，或原建成地內包圍的草地轉變成為建成地。第一高速公路與第二高速公路的交會，以及汐止交流道與新臺五路交流道，使得汐止市交通更加便捷，通勤時間縮短，在交通改善的預期心理下，形成建地的增加與變遷。

重心 2 為基隆市信義區之住宅區的擴張，主要為原有社區的擴張以及沿著道路發展的住宅區；重心 3 為安樂社區範圍的繼續擴張，包括住宅區、周邊生活機能上的設施，及工業區如忠聯倉儲公司等。

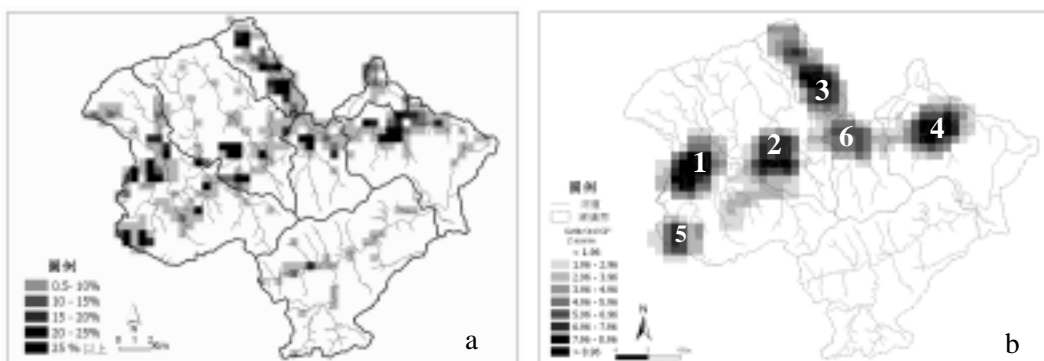


圖 4 1983-1988 年變遷密度及重心圖

Fig. 4. The density and hotspots in 1983-1988.

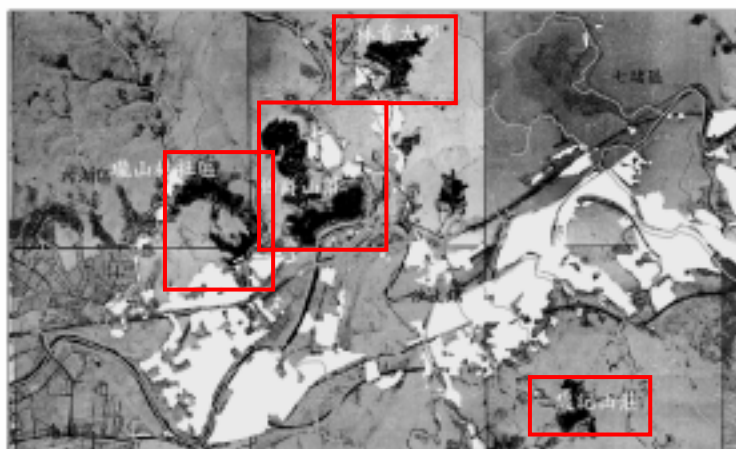


圖 5 汐止市山坡地社區

Fig. 5. The hill communities in Sijhih City.

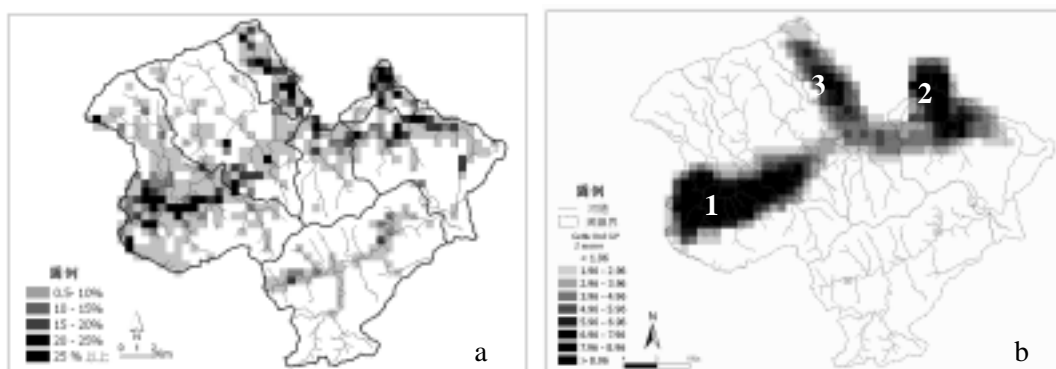


圖 6 1988-1995 年變遷密度及重心圖

Fig. 6. The density and hotspots in 1988-1995.

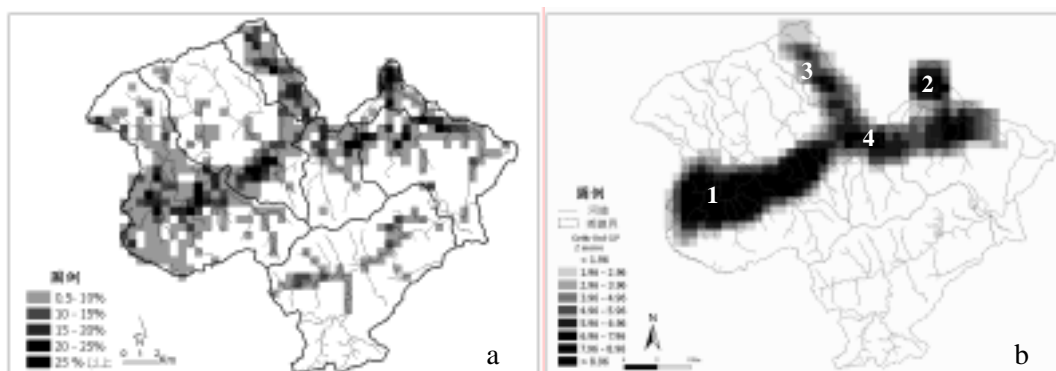


圖 7 1995-2004 年變遷密度及重心圖

Fig. 7. The density and hotspots in 1995-2004.

3. 第三時期 (1995-2004 年)

第三時期增加的交通建設，如 1996 年北二高通車至汐止、1997 年汐萬路全線通車、2000 年中山高速公路汐止至五股的拓寬工程 (林裕彬等, 2004)，使汐止地區交通更形便捷，第三時期的建地變化已不大，大多是就原有建成地區的擴張，或取代原有低度利用的開發方式，如農田轉為建地使用，故此時期的四個發展重心，都是就原有建成地的範圍附近有些微的改變。

(三) 建成地的發展特色

從三個時期的變化來看，可以發現三個時期建成地的擴張重心不相同。第一個時期較為分散，在初期發展的空間較大，可選擇性也較多，但後來建成地的開發，多依原有的建成地範圍擴張，或是在舊建成地裡進行更集約的開發，例如將草地或農地轉成建成地的開發。由密度圖也可以看出來，後期山坡地的發展增加，增加的面積並不是很大，都只是零星的開發。隨著交通建設的進步，建地分布情形分布於主流兩岸，隨著公路及高速公路的建設而有不同的擴張型態，受限於地形，使得山坡地建地的擴張形狀呈現較不規則的情形。

在空間區位方面，大致可以瑞芳為分界，在瑞芳以上多為點狀的建成地開發，分布在山間局部平坦處；瑞芳以下則多分布在河流凸岸的河階地上，有較大面積的建成地開發分布，主要用於工業及倉儲使用，住宅區則多沿著由支流的河谷平原向上游地區延伸，交通路線也多沿著河流分布，建成地呈線狀分布，例如暖暖溪、大武崙溪、石厝坑溪、北港溪等。愈往下游地區，住宅使用愈來愈多，工業使用則愈來愈少。汐止市比起其他地區擁有較多的平坦地，因此在開發的歷程中，汐止市一直是發展的重心之一。綜合上述，本研究區建成地發展的特色大致可以歸納成五點：(1) 新的建地發展沿著原有邊界成長；(2) 建地的擴張主要沿著河道與交通路線成長；(3) 擴張型態由大型塊狀轉變成填充方式的擴張；(4) 舊有的土地利用型態因應新的經濟產業而有所調整消長；(5) 建成地的型態由中游往上游的變化，為塊狀、線狀、點狀。

在疊圖的過程中發現，建成地大致呈現增加的趨勢，但也有減少的部份，這些減少主要有下列這些類型：住宅、倉儲、畜牧地 (畜禽舍)、礦業與空置地。消失的建地大多與沿道路兩旁的建成地相隔甚遠；或為早期的農業或礦業聚落，後逐漸廢棄不用而荒煙蔓草 (如圖 8)；圖 8a 底圖為相片基本圖一版 (1980 年)，黑色框線為瑞芳鎮和平煤礦與其土石堆積場，8b 底圖為農航所航照 (2003 年)，經二十年改變後已恢復成林地狀態。

(四) 坡度因子對建成地的空間限制

在許多文獻中都提及了地形對建成地的限制 (如陳世一, 1997)，但當人口增加，居住空間不敷需求，都市邊緣的山坡地因地價便宜，成為建築豪宅與容納都市的首善選擇。山坡地的地形、地質、排水條件與平地不同，開發不當容易造成山坡地社區隱藏潛在的危險，一旦遭逢外力的誘發，將發生災害。許多相關法規在開發區位上的限制，除了保護區外，地形因子方面常主要針對「坡度」做限制 (如表 3)，因此下文將從坡度因子對建成地開發的影響，來了解其受地形限制的影響。

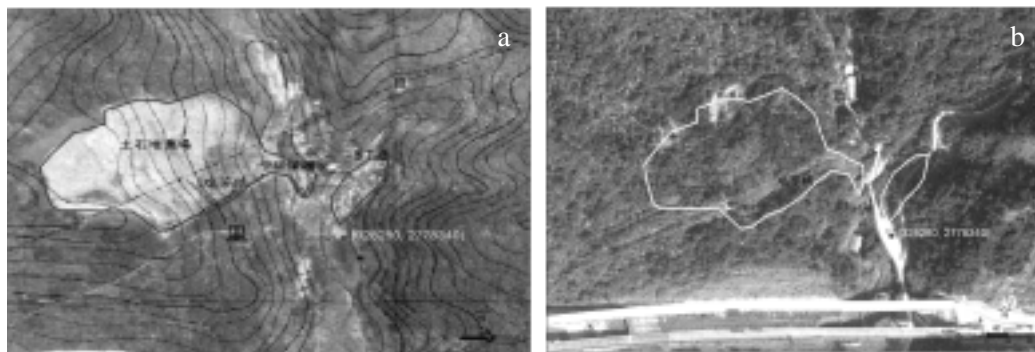


圖 8 位於瑞芳鎮土石採礦場的變遷

Fig. 8. The change of mining site in RueiFang Town.

表 3 山坡地限制開發相關規範

Table 3. The restrict regulations of hill development.

法規名稱	法規內容
非都市土地開發審議規範	基地內原始地形平均坡度 40% 不得開發 坡度 30% 以上為坡度陡峭不得開發建築 工商綜合區平均坡度不得超過 30%，建築基地原則不超過 15%
都市工商綜合區審議規範	工商綜合區坡地 30% 以上為不可開發
非都市工商綜合區審議規範	工商綜合區坡度 15% 以上為不可開發
臺北市山坡地開發建築要點	坡度 30% 不得列為建築使用

本研究進一步將建地資料與 40 × 40 公尺數值高程資料疊合，依照《山坡地土地可利用限度分類標準》，將坡地分級為：一級坡（坡度 5% 以下）、二級坡（坡度 5-15%）、三級坡（坡度 15-30%）、四級坡（坡度 30-40%）、五級坡（坡度 40-55%）、六級坡（坡度 55% 以上），製做成基隆河流域坡度圖（圖 9），與其他資料做分析。五級地又稱為宜林地，包括土壤淺層的四級坡以上即屬之，應造林或維持自然林木或植生覆蓋，不宜農耕之土地，若土地不穩定，沖蝕嚴重更列為加強保育地。

每個時期不同坡度的建地面積，占總建地面積的比例如圖 10 所示。位於一級坡的建地百分比逐年下滑，由 60% 下降至 46%，顯示出適合建成地發展的地方逐漸趨於飽合，逐漸往山坡地發展的特色，造成二、三級坡的建地百分比逐漸上升。位在四級坡上的建地，因坡度過陡容易造成地形災害，使山坡地建築的相關法規嚴格制定，例如 1990 年《非都市土地開發審議規範》，即已限制四級坡以上的地區開墾。五、六級坡因坡度較大，不適合開發，在這四個年代中變化不大，大多數為上游地區小規模的零星建地。以各年度建地坡度百分比來看，約 90% 以上的建成地，都分布在三級坡（坡度 30% 以下）以內。

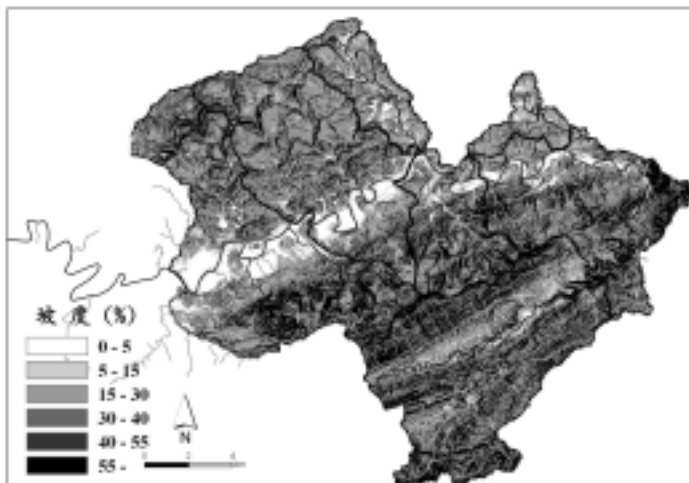


圖 9 研究區坡度分級圖

Fig. 9. Slope classification in study area.

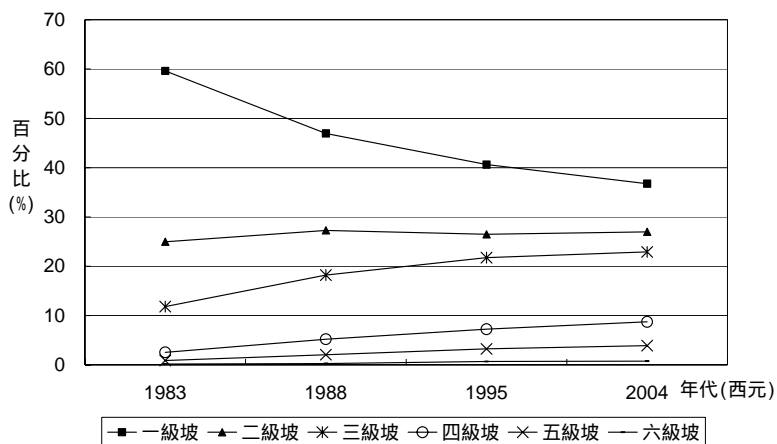


圖 10 建地坡度百分比

Fig. 10. The slope percentage of the developed area.

隨著山坡地法規的發展，建地擴張型態也深受影響，例如確立山坡地社區開發「開發許可制」，其中 1983 年頒布《山坡地建築管理辦法》規定開發面積不得少於十公頃，反而造成大財團開發大型山坡地建築（林裕彬，2004），形成大型山坡地社區的大量出現（表 4），《坡地重大開發利用行為環境影響評估範圍及作業準則》、《環境影響評估法》、《水土保持法》等集中於 1994 與 1995 年間實施，也使得山坡地社區的擴張在第三個時期慢慢緩和下來，本研究的分析上與文獻上的資料相當吻合。

表 4 山坡地開發類型的轉變

Table 4. The change of the hill communities type.

年度	1973			1983	1990
開發建築型態	住宅原型	自足性社區型	休閒社區型	大規模社區型	
	零星建築 小住宅群	國宅社區 新市鎮 新市區	渡假型社區 鄉村別墅型	渡假山莊 高級別墅區	多元化使用聯合 開發模式

資料來源：修改自王敏順 (1991)。

山坡地災害發生的主要原因，通常是山坡地濫建、濫墾常導致崩山、地滑、土壤沖蝕等災害，需要有效地管理山坡地潛在災害 (林俊全，1997)。臺北縣工務局 2004 年資料表示的造冊有案之社區已多達 110 處，工務局並表示以工程地質的觀點以及紀錄有案的災害事件來看，山坡地災害多由開發不當所造成，張石角 (1974) 以自動河水採樣器在基隆市集水區內發現，發現受到山坡地都市化使人為沖蝕率有明顯增加的情形。因特殊的環境因素，而易造成的地形災害 (表 5)，由歷年來的建成地變遷，可以在地圖上初步發覺，因建地不當的擴建或減少，造成災害潛勢較高的地區，例如在河流侵蝕坡的山坡地社區、廢棄煤渣堆積地等；可進一步與其他資訊疊合，例如開發區是否位於順向坡，定量的數據是要靠許多設定的標準方法及檢正的儀器監測、計量所獲得 (金恆鑣等，2000)，這些基本資料的建立，可以使未來對此地的監測更有效率，極具重要性。

表 5 基隆河流域易發生之地形災害

Table 5. The major geomorphological hazard in Keelung River Catchment.

地形災害	類型
山崩	順向坡、崩塌、陡坡
土石流	危險溪流、敏感性溪流、潛勢溪流
軟弱地盤	斷層破碎帶、崩積或土石流堆積、煤渣堆積、人為棄填土
侵蝕	河岸侵蝕、向源侵蝕、蝕溝侵蝕
堆積	崩積、土石流堆積
地盤下陷	地下礦坑

資料來源：修改自工業技術研究院能源與資源研究所 (2002)。

結論與建議

本研究藉著歷年土地利用資料，建立基隆河中上游流域建成地變遷的量化資料、空間分布特色。1983、1988、1998、2004 年四個年度建成地面積分別為 12.71 km²、18 km²、20.87 km²、23.82 km²。總面積持續增加，但平均增加速度卻減少，第一時期（1983-1988 年）平均每年增加 0.88 km²，主要以山坡地社區的擴張為主；第二時期（1988-1995 年）平均每年增加 0.41 km²，主要沿著原有的建成地與交通路線向外擴展；第三時期（1995-2004 年）平均每年增加 0.33 km²，由原先低度利用的土地利用型態轉變成高度利用的型態。擴張地區主要位於汐止市、安樂區、七堵區。

由歷年建地變遷圖可歸納出來，建成地發展蔓延改變主要有五種特色：(1) 新的建地發展沿著原有的建成地向外擴張；(2) 建地的擴張主要沿著河道與交通路線成長；(3) 擴張型態由大型塊狀轉變成填充的方式擴張；(4) 舊有的土地利用型態因應新的經濟產業而有所調整消長；(5) 建地的型態由中游往上游的變化，為塊狀、線狀、點狀。

坡度因子的建地的影響，可由每個時期不同坡度的建地面積，占總建地面積的比例變化窺之一二，一級坡的建地百分比逐年下滑，由 60% 下降至 46%，二、三級坡的建地比例則逐漸上升。位在四級坡上的建地，因坡度陡峭，易造成地形災害迫使山坡地建築的相關法規嚴格制定，限制四級坡以上的地區開墾；五、六級坡因坡度較大，不適合開發，在這四個年代中變化不大，但 90% 以上的建地位於三級坡以內，顯示了坡度對建成地的影響與限制。

在地圖分析上，密度圖與重心圖之應用各有其優缺點，經過運算處理後的空間資訊相比較可以消除空間的雜訊，將空間分布型態平滑化，使研究易於從運算過後的圖得到土地利用的空間資訊（朱健銘，2000），但在重心圖上只能夠評估其變遷是否有群聚性，對於變遷量的多寡仍要從密度圖中才能得到資訊。因土地利用變遷的因子十分廣泛，本研究主要進行量化分析及坡度因子做討論，其他相關社經因子，可在本研究建立的基礎上進行更進一步研究，

本研究展現了一個「人與環境」互動的實證例子，環境影響建成地的開發與發展，但建地的擴張變遷造成了環境災害，進一步促使法律的建立，再反過來影響建地的開發。本研究彌補了以往純描述性的分析，並提供建地發展更精確的量化分析與空間分析。建成地的變遷，對環境容易造成不良影響，應持續監測，在本研究區更是一個特別的例子，例如還原成天然植被狀的開發地原應是較保護環境的作法，但因本區此種例子多為廢棄煤礦場，不當管理及應用容易造成二次災害，這些潛在災害可經由各種地圖資料的套疊、航照判釋、個案分析與實地勘察歸納之，本研究提供一個重要基礎資料供後續研究做參考。

謝 辭

感謝匿名審稿者與姜壽浩提供的寶貴建議，使本文在論述和分析上能夠更為周延。

引用文獻

工業技術研究院能源與資源研究所 (2002) 臺北縣環境地資料庫建立計畫第三年度報告，臺北：臺北縣政府。

- 王洪文 (1977) 基隆河谷中上游區土地資源之調查分析, 地理學報, 9: 69-86。
- 王秋原、徐美玲 (1989) 基隆河中、下游流域都市化地區的空間分布、擴張過程及對水文環境的衝擊, 中國地理學會會刊, 17: 137-156。
- 王敏順 (1991) 山坡地建築型態發展歷程回顧與探索, 現代營建, 142: 51-56。
- 丘逸民 (2000) 臺北盆地降雨的空間特性的研究 () : 暴雨的分布、深度與面積雨量, 師大地理研究報告, 32: 81-123。
- 朱健銘 (2000) 土地利用空間型態之研究, 國立臺灣大學地理學研究所碩士論文。
- 何智武、林致遠 (1995) 山坡地都市化對下游洪峰流量影響之研究, 中華水土保持學報, 26 (3): 221-234。
- 李建堂、張長義 (1983) 桃園縣大園鄉土地利用類型變遷之研究, 中國地理學會會刊, 11: 72-86。
- 李鹿苹 (1984) 臺灣小區域地理研究集, 臺北: 國立編譯館。
- 林俊全 (1997) 山坡地潛在災害評估方法之探討, 工程環境會刊, 16: 17-26。
- 林裕彬、吳振發、鄧東波 (2004) 景觀生態面指數分析汐止地區 1990-2001 年土地利用時空間鑲嵌特徵, 都市與計劃, 30 (3): 239-268。
- 金恆鏞、夏禹九、廖學誠、胡蘇澄、李三畏 (2000) 山坡地開發之環境影響, 工程環境特刊, 9: 45-51。
- 姜善鑫、于靜元 (1993) 嘉南平原洪患區的土地利用變遷之研究, 地理學報, 16: 1-20。
- 施鴻志、林漢良、王敏順 (1989) 都市災害防制策略之研究, 工程環境會刊, 11: 1-12。
- 徐美玲、王秋原 (1990) 影響基隆河流域居民對其住家環境之識覺及因應行為因子之研究, 中國地理學會會刊, 18: 23-39。
- 張石角 (1974) 基隆市集水區之特性和「都市化」問題之研究, 中華水土保持學報, 5 (2): 101-116。
- 張石角 (1986) 臺北盆地都市化程度與其自然災害之關係研究 (I), 國科會計量研究報告。
- 郭蔚楓 (1974) 臺北盆地和臺北盆地東緣的土地利用之變遷, 地理學報, 7: 63-71。
- 陳文福、廖信誠 (1996) 都市邊緣地區土地利用變遷之逕流特性研究 - 以景美溪集水區為例, 中華水土保持學報, 27 (4): 311-324。
- 陳世一 (1997) 尋找河流的生命力 - 基隆河中游暖暖、七堵段歷史與地景巡禮, 基隆: 基隆市立文化中心。
- 董玉祥、全洪 (2004) 大比例尺土地利用更新調查技術與方法, 北京: 科學出版社。
- 鄒克萬、張曜麟 (2004) 都市土地使用變遷空間動態模型之研究, 地理學報, 35: 35-51。
- 趙建雄 (1987) 空間離勢的度量與空間形態分析, 中國地理學會會刊, 15: 133-145。
- 趙建雄 (1988) 聚落空間形態度量的發展, 臺灣大學地理系研究報告, 13: 109-118。
- 劉承洲 (1979) 基隆河中上游河谷地區土地利用之研究, 中國文化學院地學研究所研究報告, 3: 190-217。
- 蔡博文、張長義、丁志堅 (1997) 地理資訊系統與空間分析功能 - 雲林沿海地區土地利用變遷分析, 地理學報, 23: 1-12。
- 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。
- 蔡博文、張康聰、張長義、朱健銘 (2001) 運用空間自相關分析於養殖土地利用變遷研究, 地理學報, 29: 121-129。

- 鄧天德 (1979) 臺北盆地洪患之地理研究, 華崗學報, 3: 3-112。
- 盧光輝、姜善鑫 (1996) 土地利用改變對石門水庫集水區環境品質之影響, 工程環境會刊, 15: 11-18。
- Brun, S. E., and Band, L. E. (2000) Simulating runoff behavior in an urbanizing watershed, *Computers, Environment and Urban Systems*, 24: 5-22.
- Carlson, T. N. and Arthur, S. T. (2000) The impact of land use-land cover changes due to urbanization on surface microclimate and hydrology: a satellite perspective, *Global and Planetary Change*, 25: 49-65.
- Getis, A. and Ord, J. K. (1992) The analysis of spatial association by use of distance statistics, *Geographical Analysis*, 24 (3): 189-206.
- Harms, W. B., Knol, W. C. and Lankhorst, J. R. K. (2000) Moelling landscape changes in the Netherlands: The central city belt case study. In: Mander, U. and Jongman, R. H. G. (eds.) *Landscape Perspectives of Land Use Change*, Boston: WIT Press, 1-17.
- Kok, K. (2004) The role of population in understanding Hunduran land use patterns, *Journal of Environmental Management*, 72: 73-89.
- Pauleit, S., Ennos, R. and Golding, Y. (2005) Modeling the environmental impacts of urban land use and land cover change—a study in Merseyside, UK, *Landscape and Urban Planning*, 71: 295-310.
- Riedel, M. S., Verry, E. S. and Brooks, K. N. (2005) Impacts of land use conversion on bankfull discharge and mass wasting, *Journal of Environmental Management*, 76: 326-337.
- Sharma, T., Kiran, P. V. S., Singh, T. P., Trivedi, A. V. and Navalgund, R. R. (2001) Hydrologic response of a watershed to land use changes: a remote sensing and GIS approach, *International Journal of Remote Sensing*, 22 (11): 2095-2108.
- Tang, Z., Engel, B. A., Pijanowski, B. C. and Lim, K. J. (2005) Forecasting land use change and its environmental impact at a watershed scale, *Journal of Environmental Management*, 76: 35-45.
- Tian, G., Liu, J., Xie, Y., Yang, Z., Zhuang, D. and Niu, Z. (2005) Analysis of spatio-temporal dynamic pattern and driving forces of urban land in China in 1990s using TM images and GIS, *Cities*, 22 (6): 400-410.
- Tiwari, P. C. (2000) Land-use changes in Himalaya and their impact on the plains ecosystem: need for sustainable land use, *Land Use Policy*, 17: 101-111.
- Tsai, B. W., Chang, K. T., Chang, C. Y. and Chu, C. M. (2006) Analysis spatial and temporal changes of aquaculture in Yulin County, Taiwan, *The Professional Geographer*, 58 (2): 161-171.
- Weng, Q. (2001) Modeling urban growth effects on surface runoff with the integration of remote sensing and GIS, *Environment Management*, 28 (6): 737-748.
- Xiao, J., Shen, Y., Ge, J., Tateishi, R., Tang, C., Liang, Y. and Huang, Z. (2006) Evaluating urban expansion and land use change in Shijiazhuang, China, by using GIS and remote sensing, *Landscape and Urban Planning*, 75: 69-80.

2006年11月29日 收稿

2007年7月17日 修正

2007年8月20日 接受