

☒公開

☐密件、不公開

執行機關(計畫)識別碼：110401e100

行政院農業委員會林務局九十四年度科技計畫

研究報告

資訊庫編號：942959

計畫名稱：**航空攝影測量應用在林地監測(第1年/全程4年)**
(英文名稱) **The application of photogrammetry on
forestry monitoring**

計畫編號：94農科-11.4.1-務-e1

全程計畫期間：94 年1 月1 日至97 年12 月31 日

本年計畫期間：94 年1 月1 日至94 年12 月31 日

計畫主持人：廖學禮

執行機關：農委會林務局農林航空測量所

合作機關：內政部空中勤務總隊、國立台灣大學

目 錄

摘要.....	1
第一章 基隆河流域資料收集及分析	3
一、前言	3
二、研究目的.....	4
三、研究區介紹.....	5
四、資料來源及特性說明.....	6
五、基隆河流域地質.....	19
六、基隆河流域地形.....	25
七、基隆河流域的土地利用	31
八、基隆河流域氣候與水文	52
九、基隆河流域的災害.....	57
十、結論	73
十一、參考資料.....	74
附錄：照片.....	77
第二章 大甲溪流域.....	79
一、前言	79
二、研究目的.....	80
三、研究區介紹.....	81
四、資料來源及特性說明.....	89
五、大甲溪集水區圖集的製作.....	93
六、大甲溪集水區圖集特性	97
七、結論	110
八、參考資料.....	111

第三章 石門水庫集水區	112
一、前言	112
二、研究目的.....	113
三、研究區介紹.....	114
四、資料來源及特性說明.....	125
五、石門水庫集水區圖集的製作.....	129
六、石門水庫集水區圖集.....	132
七、結論	147
八、參考資料.....	149

圖 表 目 錄

第一章 基隆河流域資料收集及分析	3
圖 4.1 經建一版圖幅接合表.....	6
圖 4.2 Ikonos 圖幅接合表.....	8
表 4.1 IKONOS 衛星輻射解析度	9
表 4.2 重複觀測頻率、地面解析度及經緯度之關係.....	10
表 4.3 本研究採用之 IKONOS 衛星影像資訊.....	10
圖 4.4 spot 圖幅接合表	11
圖 4.5 第十河川局航空照片圖幅接合表.....	12
圖 4.6 台灣地形圖圖幅接合表.....	13
圖 4.7 像片基本圖一版圖幅接合表.....	14
圖 4.8 農航所多光譜影像.....	17
圖 4.9 基隆河流域地面控制點分布圖.....	18
圖 5.1 基隆河流域地質圖.....	20
圖 6.1 基隆河流域水系圖.....	27
表 7.1 土地利用與逕流關係.....	31
表 7.2 土地利用細項分類表.....	32
表 7.3 土地利用變化.....	33
圖 7.1 基隆河土地利用分布圖(1995 年).....	35
圖 7.2 基隆河土地利用分布圖(2004 年).....	36
表 7.4 台北地區防洪一期工程項目(1984 年).....	38
表 7.5 台北地區防洪二期工程項目(1987 年).....	38
表 7.6 台北地區防洪三期工程項目(1996 年).....	39
表 7.7 基隆河治理沿革.....	39
圖 7.3 員山子分洪出海口處之航照立體圖.....	40
圖 7.4 基隆河流域非都市土地利用分區圖.....	41
圖 7.5 基隆河流域交通道路系統分布圖.....	42
圖 7.6 基隆河流域抽水站分布圖.....	43
圖 7.7 基隆河流域堤防分布圖.....	44

圖 7.8 汐止市聚落分布圖(1980).....	45
圖 7.9 汐止市聚落分布圖(1986).....	46
圖 7.10 汐止市聚落分布圖(1991).....	47
圖 7.11 汐止市聚落分布圖(1999).....	48
圖 7.12 汐止市聚落分布圖(2003).....	49
表 7.8 建地變化圖.....	50
表 7.9 研究區人口成長圖.....	50
表 7.10 汐止市人口成長圖.....	51
表 7.11 聚落坡度變遷圖.....	51
表 8.1 雨量測站說明.....	52
圖 8.1 基隆河水文測站分布圖.....	53
表 8.2 基隆河流域月平均雨量變化圖.....	54
表 8.3 歷年降雨雨量變化.....	55
表 8.4 淡水河三大支流比較表.....	56
圖 9.1 琳恩颱風淹水圖.....	59
圖 9.2 瑞伯颱風淹水圖.....	60
圖 9.4 象神颱風淹水圖.....	62
圖 9.5 基隆河流域 200 年洪水頻率分布圖.....	64
圖 9.6 基隆河流域山崩及土石流分布圖.....	70
圖 9.7 基隆河流域土壤圖.....	71
圖 9.8 基隆河流域數值高程圖.....	72

第二章 大甲溪流域..... 79

圖 3.1 大甲溪流域高度與水系分布圖.....	84
圖 3.2 大甲溪流域地質圖.....	85
圖 3.3 大甲溪流域行政區界圖.....	86
圖 3.4 大甲溪流域聚落分布圖.....	87
圖 3.5 大甲溪流域道路分布圖.....	88
表 4.1 福爾摩沙衛星二號遙測酬載儀器大略規格.....	91
表 5-1 影像資料表.....	93

表 5.2 影像資料表.....	95
圖 5.1 圖幅編排說明.....	97
圖 6.1 經建版地形圖一版圖幅接合表.....	98
圖 6.2 經建版地形圖二版圖幅接合表.....	99
圖 6.3 經建版地形圖三版圖幅接合表.....	100
圖 6.4 921 地震後 SPOT 衛星影像圖幅接合表.....	101
圖 6.5 農航所航照圖圖幅接合表.....	102
圖 6.6 經建版地形圖一版.....	103
圖 6.7 經建版地形圖二版.....	104
圖 6.8 經建版地形圖三版.....	105
圖 6.9 921 前後 SPOT 衛星影像.....	106
圖 6.10 農航所航照圖.....	107
圖 6.11 2002 年大甲溪流域崩塌地分布圖.....	108
圖 6.12 2004 年大甲溪流域崩塌地分布圖.....	108
圖 6.13 氣候水文站分布圖.....	109

第三章 石門水庫集水區 112

圖 3.1 石門水庫集水區高度與水系分布圖.....	115
圖 3.2 石門水庫集水區地質圖.....	117
圖 3.3 石門水庫-石門站歷年雨量直方圖	118
圖 3.4 石門站 2004 年逐月雨量分布圖.....	118
表 3.1 1986 年與 1999 年間水庫集水區內人口變化統計表.....	120
圖 3.6 石門水庫行政區界.....	120
圖 3.7 石門水庫道路圖.....	121
表 3.2 石門水庫集水區土地利用分類表.....	122
表 3.3 石門水庫歷年淤砂表.....	124
表 4.1 福爾摩沙衛星二號遙測酬載儀器大略規格.....	127
表 5.1 影像資料表.....	129
表 5.2 影像資料表.....	131
圖 6.1 建版地形圖一版圖幅接合表.....	132

圖 6.2 經建版地形圖一版.....	133
圖 6.3 經建版地形圖二版圖幅接合表.....	134
圖 6.4 經建版地形圖二版圖.....	135
圖 6.5 經建版地形圖三版圖幅接合表.....	136
圖 6.6 經建版地形圖三版圖.....	137
圖 6.7 SPOT 衛星影像圖幅接合表.....	138
圖 6.8 SPOT 衛星影像圖.....	139
圖 6.9 農航所航照圖圖幅接合表.....	140
圖 6.10 農航所航照圖.....	141
圖 6.11 1986 崩塌地分布圖.....	142
圖 6.12 1997 崩塌地分布圖.....	143
圖 6.13 2002 崩塌地分布圖.....	144
圖 6.14 2004 崩塌地分布圖.....	145
圖 6.15 水文測站圖.....	146
圖 7.1 航空照片崩塌地判釋圖.....	148

航空攝影測量應用在林地監測

摘要

運用航照及衛星影像的資料，對於林地的變遷及災害發生的特性較能夠全面性的瞭解，以航空攝影測量的技術更可以準確判斷災害發生的位置及影響的範圍，當災害發生時，能及時提供相關的資訊以利政府防災救災及學術單位災害研究的分析。

一般而言，在林地由於地質、地形條件與不同種類土地利用的影響，可能會產生崩塌與土石流等天然災害，透過航照資料的收集，可以建立研究區內地形變遷的基本資料，並且監測災害發生的位置與範圍。

本研究以台北盆地基隆河、石門水庫及大甲溪中、上游集水區內林地的變遷及災害發生的類型及區位，並且運用這些相關資訊進行分析作業，建立有效運用的防災監測資訊，以便政府、學術等各界之應用。

一、前言：透過航照資料的收集，針對台北盆地基隆河、大甲溪中、上游及石門水庫集水區內林地的變遷、災害發生的類型及區位進行調查及資料蒐集，建立研究區內地形變遷的基本資料，並且監測災害發生的位置與範圍。

二、實施方法：

(一) 本研究與台大地理環境資源學系合作，運用航照及衛星影像的資料，對於林地的變遷及災害發生的特性進行全面性的瞭解，以判斷災害發生的位置及影響的範圍，當災害發生時，能及時提供相關的資訊，以利災害研究的分析。

- (二) 資料蒐集方面：包括大甲溪流域中上游地區、石門水庫集水區、基隆河流域。
- 計有衛星影像、航空照片、經建版兩萬五千分之一地形圖及空載多光譜影像等。
 - 當地林地變遷、自然災害發生的文獻資料進行整理。
 - 將以上蒐集資料編輯成圖集以方便查詢及分析。
- (三) 本年度將蒐集的影像資料進行大甲溪研究樣區林地變遷分析，討論土地利用、山坡地水土保持、山崩及土石流災害之間的關係，瞭解災害發生的原因及影響範圍。
- (四) 另進行石門水庫集水區相關資料蒐集及整理。
- (五) 延續 93 年度台北盆地基隆河流域之圖集成果進行資料分析與野地的核對等工作，並且運用這些相關資料轉換成地理資訊系統應用之空間資訊。

三、 執行情形及結果分析：

- (一) 多光譜數據資料空中掃描及攝影：針對大甲溪流域中上游地區、石門水庫集水區執行多光譜掃描及航空攝影，全年航攝面積計 2900 平方公里。
- (二) 正射影像製作：製作大甲溪流域中上游地區、石門水庫集水區正射影像計 344 幅，以提供台大地理環境資源學系進行資料建置。
- (三) 研究區航測資料建立及分析。

第一章 基隆河流域資料收集及分析

一、前言

台北盆地是臺灣人口最密集，政治經濟活動最頻繁的區域，對於環境災害而言，承受衝擊容忍的能力最小。因此實務上有針對台北盆地進行防災監測的必要性與急迫性。台北盆地所面臨的天然災害包括：颱風、地震、邊坡塊體崩移（落石、崩山、土石流等）與洪水。部分天然災害發生時，會有特定的受災範圍，例如塊體崩移會產生在盆地邊緣山坡地範圍內；洪水則是會發生在盆地中海拔較低的位置。這些特定的天然災害都有固定的發生區位，如能建立相關的空間資料庫以為因應，這應當是防災作業中重要的一環。在相關的空間資料庫中，航空攝影測量資料具有多時段、多高度的特性，且即時能提供不同時間的空間資訊，格外顯得重要。

本計畫希望以基隆河流域為研究區，進行有關防災監測的航測資料庫，並且運用這些相關資訊進行分析作業，希望可以由這些豐富的航測資料中建立可有效運用的防災監測資訊，並且分析出與防災有關的各項資料，以便於各項運用。

二、研究目的

1. 本計畫預計配合整個基隆河流域地區的其他相關資料庫，進行整合分析。在本計畫中預計建置航、遙測資料庫與環境資料庫。
2. 第一階段之工作主要是航測資料與相關衛星影像資料庫之建立。將影像資料與屬性資料做整合，影像資料包括從西元 1904 年日治時代的堡圖至 2003 年農航所拍攝之航空照片，蒐集將近百年之地圖資料。本資料庫之建立，除了支援一般防災、救災的工作外，還可以作為基礎資料，得以深入研究與台北盆地自然災害相關的課題。這對於未來基隆河流域的自然災害防制應會有相當的幫助，相信亦為一重要里程碑。
3. 提供日後將資料庫進一步進行潛在自然災害之調查分析與減災之決策參考。

三、研究區介紹

地面上以分水嶺為界之區域稱為流域(basin)。水利界提的「一條河流，一個問題」(one river is one problem or one river one plan)有關河川之開發計畫，應以一條河川為一單位，從上游之水土保持到中、下游之防洪措施和河水利用，實行一貫作業。集水區治理目標約有五項(鄧天德，1980)1.維持或增加水量；2.保持或改良水質；3.改進水流時間關係；4.減少洪患；5.減少土壤沖蝕或泥沙為害。

本研究即以整個基隆河流域做為研究區域，並以中上游為主。基隆河發源於平溪鄉菁桐附近。其主要支流自上而下有東勢格溪、平溪、東勢坑溪、暖暖溪、大武崙溪、拔西猴溪、瑪陵坑溪、鹿寮溪、保長坑溪、康誥坑溪、北港溪、叭噠溪、大坑溪、外雙溪、貴子坑溪等，流域內有新山、暖暖等小型水庫。流域面積約 494 平方公里，幹流全長 86.4 公里。

四、資料來源及特性說明

4.1 向量資料

本資料庫所蒐集整理的資料來源不一，茲分別說明其特色如下：

4.1.1 二萬五千分之一經建版地形圖 一 ~ 三版



圖 4.1 經建一版圖幅接合表

內政部出版之二萬五千分之一經建版地形圖，範圍涵蓋台澎地區及釣魚台、澎佳嶼等離島，總計 261 幅，座標系統採橫麥卡托 TM 坐標，經差二度分帶，中央子午線尺度比率為 0.99990，座標原點為中央子午線與赤道之交點，橫座標西移 250000 公尺，並以東經 121° 為中央子午線。平面控制用大地基準點以南投縣埔里鎮虎子山一等三角點為原點，經度為東經 120°58' 25".975，緯度：

北緯 23°58' 32".340。高程係自臺灣基隆平均海水面為零公尺起算。每幅圖之東西經距及南北經距均為 7' 30"。目前已開放了經建第三版之數值檔供全國下載使用。

本研究共收集經建版三個版本的地形圖，製版日期為第一版 1986-1989 年，第二版 1991 年，第三版 1999-2000 年。主要特色為圖資豐富，易於辨識道路、河流與行政區界。早期地形圖多由軍方負責，實測繪製，以供軍事需要，故亦稱軍用地圖，後因社會各界需要，因此改由內政部測製稱為「經建版地形圖」。

由於現在座標已轉化為 TWD97，因此本研究使用 EDRAS Imagine 8.7 軟體進行座標轉換，以供後續研究套疊使用。本研究製作的圖集，以兩萬五千分之一比例尺輸出，並在第三版地形圖上，套疊第十河川局設置及維護的地面控制點座標位置。

4.1.2 IKONOS

IKONOS-2 衛星於1999年9月24日由雅典娜二號火箭於美國加州范登堡空軍基地發射，大約60分鐘後脫離火箭，90分鐘後建立通訊，兩天後確定系統運作正常，這是世界首顆高解析商用對地攝影之資源衛星。IKONOS 衛星之設計為一太陽同步衛星(Sun Synchronous)，通過赤道時間為當地上午10時30分。而衛星平均飛行高度約為681km，飛行速度每秒約7 km，每98.3分鐘繞地球一圈，衛星軌道與赤道之傾角為98.1度，使用三線式掃描器(Three-line Scanner)之感測器，焦距為10 m，與法國SPOT 衛星同為推掃式 (Push-broom) 之成像幾何，但可形成同軌之立體像對。

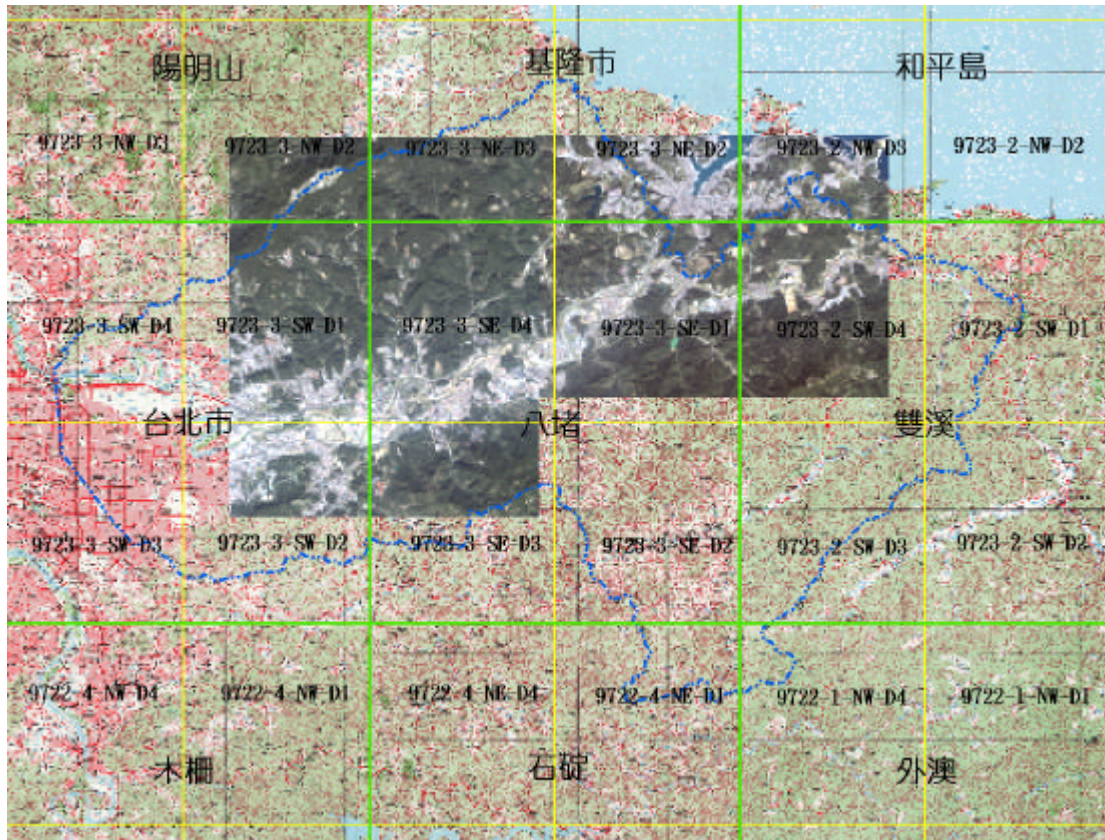


圖 4.2 Ikonos 圖幅接合表

IKONOS-2 之遙測攝像之解析度，可就其輻射解析度(Radiometric Resolution)、時間解析度(Time Resolution)、空間解析度(Spatial Resolution)來劃分。就IKONOS衛星影像而言：

(1) 輻射解析度(Radiometric Resolution)：

IKONOS 衛星感測器拍攝波段可分全色態(Panchromatic)與多光譜態(Multispectral)，其波段範圍如表4.1，與Landsat 4&5 TM波段相同。各波段色階採用11 bit，亦即為2048階，比SPOT 衛星更為豐富。

表 4.1 IKONOS 衛星輻射解析度

波段種類	波段範圍
全色態(Panchromatic)	0.45-0.90 μm
多光譜態(Multispectral)	0.45-0.52 μm (Blue)
	0.52-0.60 μm (Green)
	0.63-0.69 μm (Red)
	0.76-0.90 μm (Near IR)

(2) 空間解析度(Spatial Resolution)

空間解析度(Spatial Resolution)是指影像在地面的解析能力，其與衛星軌道高度、CCD大小、焦距、攝影傾角等因素有關。IKONOS衛星平均飛行高度約為681km，焦距為10m，其中全色態波段(Panchromatic)由13816個感應器裝置(Charge Couple Device, CCD)以線性陣列(Linear Array)排成，每個CCD大小為 $12 \mu m \times 12 \mu m$ ；而多光譜態(Multispectral)由3454個CCD分四組排成，每個CCD大小為 $48 \mu m \times 48 \mu m$ ，全色態及多光譜感應器的視野角(Field of View, FOV)皆為0.931度，瞬間視角(IFOV)則各為1.2及4.8 μ radian。故當衛星在目標正上方時(垂直攝影)，地面空間解析度可達0.82 m，多光譜態可達3.28 m，當感應器傾斜約26度時，地面空間解析度降為1m，多光譜態則降為4 m。

(3) 時間解析度(Time Resolution)

當需對一地區做長期間監控，兩次拍攝的時間之間隔稱為時間解析度(Time Resolution)，其與衛星軌道位置和感測器左右旋轉的範圍有關。以IKONOS為例，在緯度40度地面解析1m之軌道週期為2.9天。時間解析度以同一空間解析度比較，越靠近赤道越差；若在同一地區比較，空間解析度要求越高，則其時間解析度越差，如表4.2。

表 4.2 重複觀測頻率、地面解析度及經緯度之關係

地面解析度(m)	攝像仰角 (Elevation)	目標點所在位置	
		赤道	緯度40度
0.84	79	11天	8.5天
1.00	60	3.9天	2.9天
1.18	50	2.8天	2.0天

(Gerlach,2000)

本研究所購買的 IKONOS 影像有兩幅，影像資訊如表 4.3 拍攝日期為 2001 年 12 月 3 日，兩張影像主要分布在瑞芳至南港地區之基隆河沿岸。本研究利用 IKONOS 影像，以兩萬五千分之一比例尺大小輸出，並套疊 GIS 圖包括地名、橋名、路名及行政區界等。

表 4.3 本研究採用之 IKONOS 衛星影像資訊

Dataset Attribute	Attribute Value	Attribute Value
Acquisition Date	2001-12-03 02:33 GMT	2001-12-03 02:32 GMT
Scene ID	2000000203401R01	2000000203300R01
Sun Azimuth/Elevation	158.6826/39.9362	158.4582/39.929
Upper Left Lat/Long	25.2162/121.6865	25.2298/121.5692
Upper Right Lat/Long	25.209/121.8093	25.2277/121.6903
Lower Right Lat/Long	25.1385/121.8092	25.1017/121.6904
Lower Left Lat/Long	25.1448/121.6871	25.1041/121.5685
Capture/Process Stations	R01/R01	R01/R01
Stereo Image 1	0	0
Stereo Image 2	0	0
IKONOS Container ID	2034	2033
Elevation Angle	70.3951	72.1429
Collection Azimuth	132.91	105.1081
Data Owner	532	532

4.1.3 SPOT

解析度為 10m (全色態黑白) 及 20m (多光譜彩色)。於 2002 年底發射之 SPOT 5，其解析度提升至 5m/2.5m (全色態黑白) 及 10m (多光譜彩色)。具太陽同步軌道，重返 (Revisit) 週期為 26 天。一般 SPOT 衛星影像主要用來進行林地變遷、土地利用分類及崩場地判識等，由於資料來源相當容易取得，因此被廣泛的作為影像分析之用。本研究所採用的 SPOT 衛星影像為中央大學遙測中心所提供的影像（圖 4.4），衛星拍攝時間為 1998 年，衛星影像上紅色區塊為植生覆蓋的區域，如林地、草地等；灰色區塊為人為開發區，如建築物、道路等；黑色（部分呈現深藍色）為水體，如河流、湖泊等。

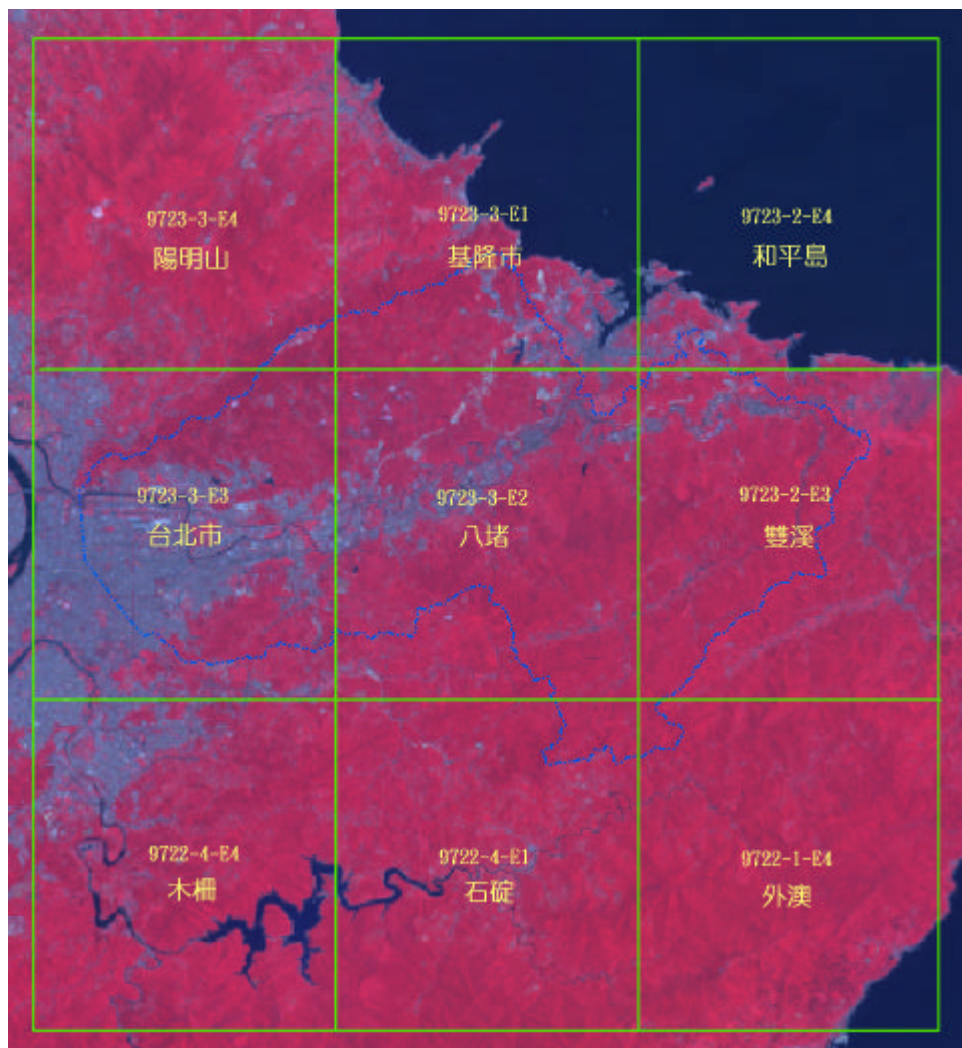


圖 4.4 spot 圖幅接合表

本研究製作的 SPOT 衛星影像圖幅，以比例尺 5 萬分之一套疊行政區界輸出，圖幅涵蓋整個基隆河流域範圍包括 9723-3-E4（陽明山）、9723-3-E1（基隆市）、9723-2-E4（和平島）、9723-3-E3（台北市）、9723-3-E2（八堵）、9723-2-E3（雙溪）、9722-4-E1（石碇）及 9722-1-E4（外澳）共有八張。

4.1.4 第十河川局航空照片

本影像是由經濟部水利署第十河川局委託陶林測量公司所製作的基隆河地區正射化影像。原始影像拍攝時間為 2001 年，影像解析度受拍攝的航高控制約為 0.5 公尺，拍攝範圍為基隆河瑞芳以下至台北盆地，包括基隆市、台北縣（瑞芳、汐止）與台北市（南港、內湖、松山）。

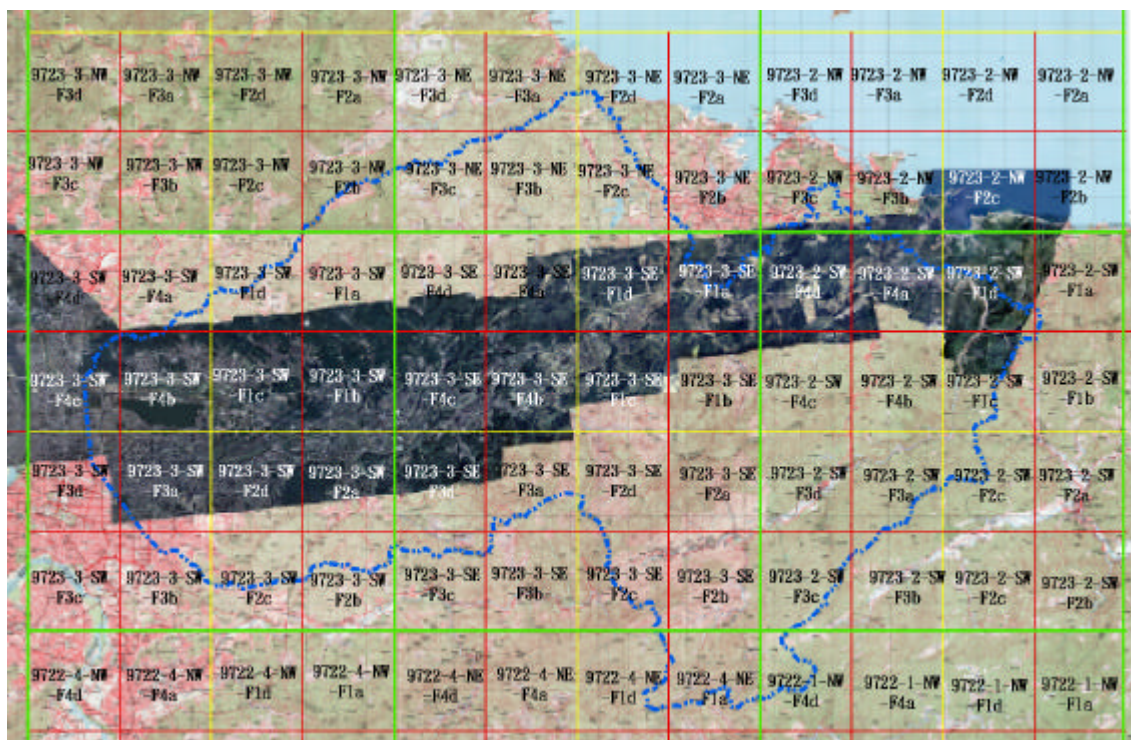


圖 4.5 第十河川局航空照片圖幅接合表

本研究的製作的圖集劃分共計 17 幅，影像座標系統為 TW97 座標。以比例尺一萬兩千五百分之一的大小輸出，並套疊路名、地名、橋名及行政區界等圖層。

4.1.5 台灣地形圖

由遠流出版，1925 年由日治時期，臨時台灣土地調查局所測繪。比例尺為二萬五千分之一，範圍為台灣中西北部平原地區。特色為土地利用、聚落房舍分布，都市發展概況精確而詳細。

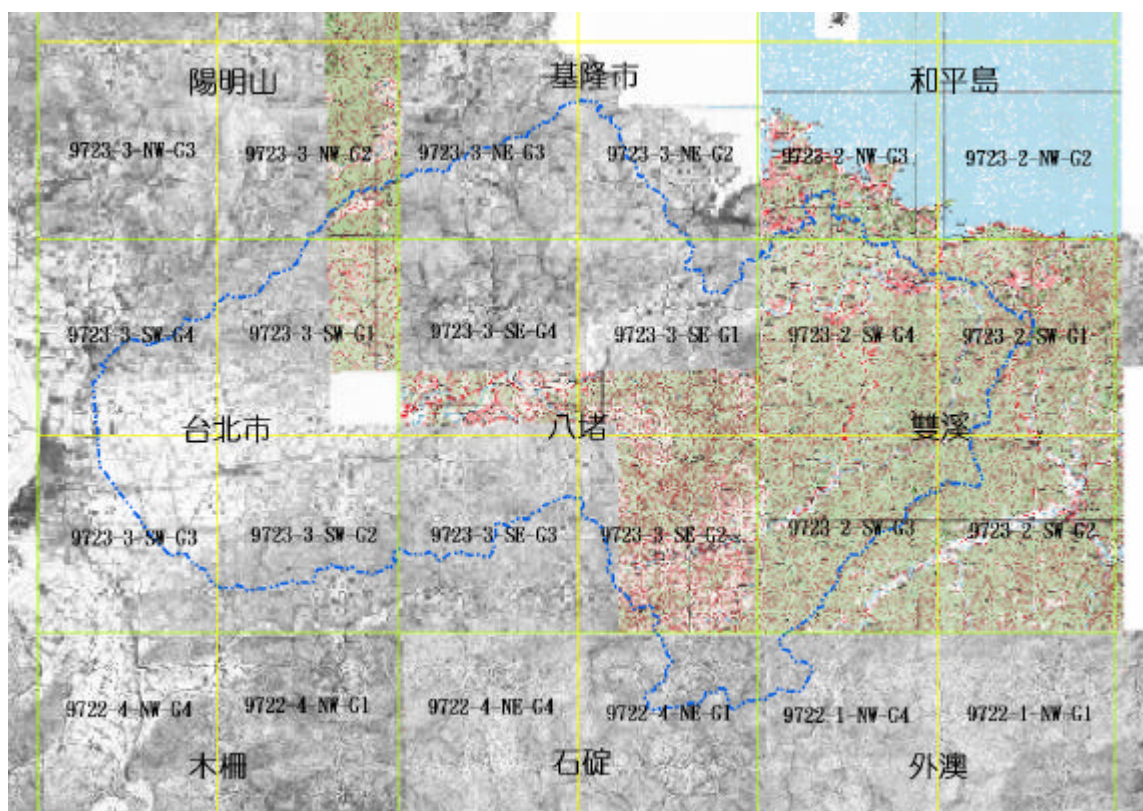


圖 4.6 台灣地形圖圖幅接合表

4.1.6 堡圖

由遠流出版，1904 年日治時期，臨時台灣土地調查局繪製。範圍包括全台灣，除了山區之外。特色為清楚標示產業與開發狀況；堪稱台灣第一套清楚而正確的標示每一堡、里、鄉界線的地形圖。

4.1.7 像片基本圖

台灣地區像片五千分之一基本圖，由農航所出版，目前已有四版。本圖集所展示為第一版，製版日期為 1980 年，圖幅包含整個基隆河流域，以比例尺一萬兩千五百分之一的大小輸出，圖幅內套疊地名、路名、橋名及行政區界等圖層。

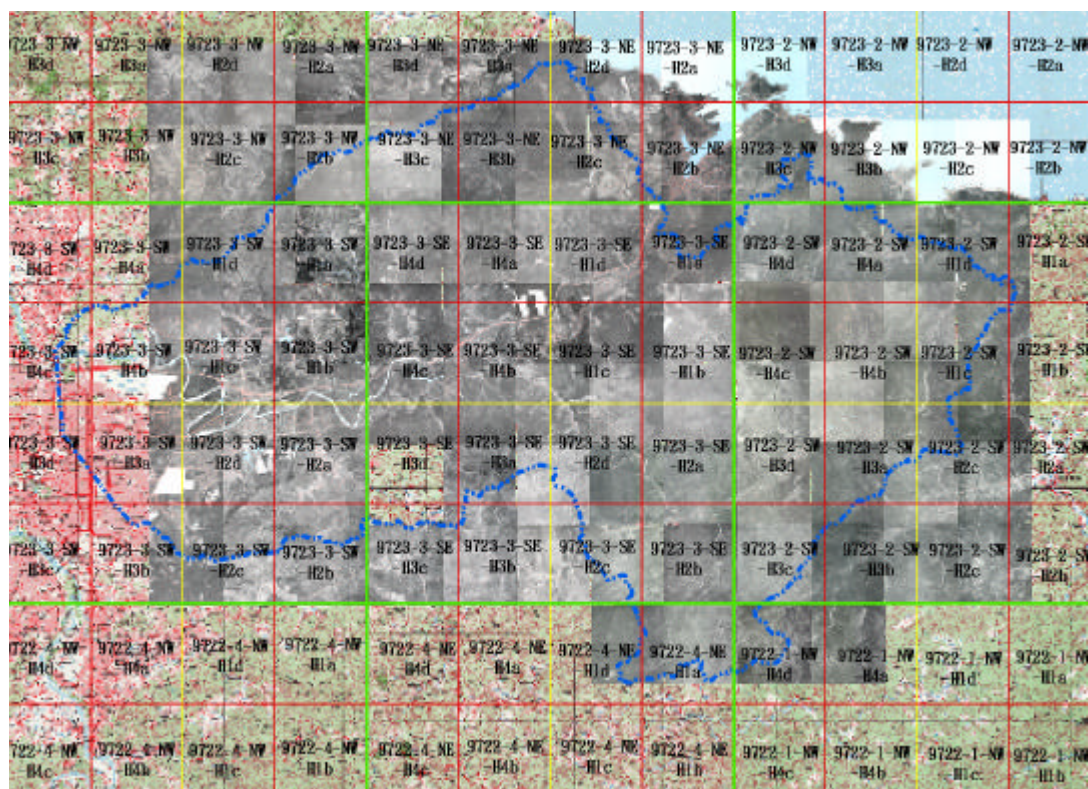


圖 4.7 像片基本圖一版圖幅接合表

4.1.8 農航所航照正射化影像

1. 解析度依據像片比例尺而定，就 1/1000 比例尺地形製圖而言，航高約 1,500m。若像比例尺不小於 1/5000，則空間解析度可達 10cm。
2. 因一般飛行高度均在地表高 1,500m 以上，因此易受到霧及低雲的直接影響。高雲所產生之陰影亦使品質降低。

3. 定位精度依據像比例尺而定，定位誤差可優於 0.3m。
4. 可整合 GPS 及 INS，有助減少空中三角測量中地面控制點之需求。
5. 涵蓋面積依航高而定。標準航照像片之底片為 23cm × 23cm，若選擇 1/5000 像片比例尺，則其涵蓋面為 1,150m × 1,150m。
6. 影像為類比，需經掃描而得數位影像。
7. 以地面細緻地物判釋為主。以人工方式為主，少部份可半自動化。

所採用的農航所正射影像，為 2002 年所拍攝，並利用 40 米 DTM 所產出的正射化影像，本研究利用此影像套疊地名、路名、橋名及行政區界，以一萬兩千五分之一之比例尺輸出。

4.1.9 五萬分之一地形圖

成圖於 1956 年，係根據美國製圖局民國 40 年出版台灣省五萬分之一地形圖所繪製。

4.1.10 地質圖

由中央地質調查所民國六十三年出版的「台灣地質圖」，由何春蓀教授主編。編圖所用的主要地質資料來自台灣省地質調查所已出版發表的地質圖和有關文獻，再配合其他機關所提供的資料。中國石油公司供給台灣西部可能含油地區的資料和地質圖，礦業研究所提供中央山脈西北部亞變質岩帶中的地質資料，編圖所用的二十五萬分之一地形底圖是由中國石油公司所提供，委託中國測量工程學會根據聯勤測量製圖廠的資料編製的。地質圖的縮製、整理、和清繪等工作在台中台灣省地調所的測繪室完成。

4.1.11 數值地形圖

本研究所使用之數值地形圖為農航所生產之數值高程圖，解析度為 40*40m。數值高程圖可用來推求集水區地形特性之模式，利用 Arc GIS 9.0 軟體可求得集水區邊界、河川網路、河川長度、坡度等地文資訊，可以藉此計算集水區之地文特性及後續的水文演算工作。另外也可以分層設色之方法與其他圖層套疊以做分析。

4.1.12 土地利用圖

本研究所使用的土地利用圖為民國 84 年農航所數化之土地利用資料與民國 93 年第十河川局委託陶林數值測量公司所數化之土地利用資料。再將之細項分類合併為我們所需之種類。

4.1.13 土壤圖

本計畫使用的土壤圖比例尺為二十五萬分之一，由行政院農業委員會發行，國立中興大學土壤調查試驗中心編製，航空測量及遙感探測學會繪製，成圖於 1988 年。

4.1.14 都市計畫圖

為內政部地政司資料，包括都市計畫區及非都計畫區。

4.1.15 多光譜衛星影像

- (1) 以國內唯一由農委會擁有之 Daedalus 1260 空載掃描儀而言 (瞬間視野角為 2.5mrad)，在 1,500m 之航高，其解析度為 3.75m。共有 11 個波段 (含可見光，反射紅外線，及熱紅外線)。
- (2) 一般飛行高度在 1,500m 以上，因此易受霧及低雲之影響，與航空

攝影像片同。

- (3) 定位誤差大於 1 像元。
- (4) 幾何變形大，飛行時方位參數不穩，就 Daedalus 1260 而言需甚多之控制點 (20 點以上)。
- (5) 涵蓋面積依航高而定。依 Daedalus 1260 之 89° 之視野角而言，1,500m 之航高其地面涵蓋約為 $3\text{km} \times 3\text{km}$ 或 3km 寬之帶狀範圍。
- (6) 影像為數位，但因探測器較老舊，故輻射品質不穩。
- (7) 以多光譜地表覆蓋分類為主。可採半自動方式處理。
- (8) 因內部幾何性弱，幾何校正需 DTM 及大量之地面控制點。

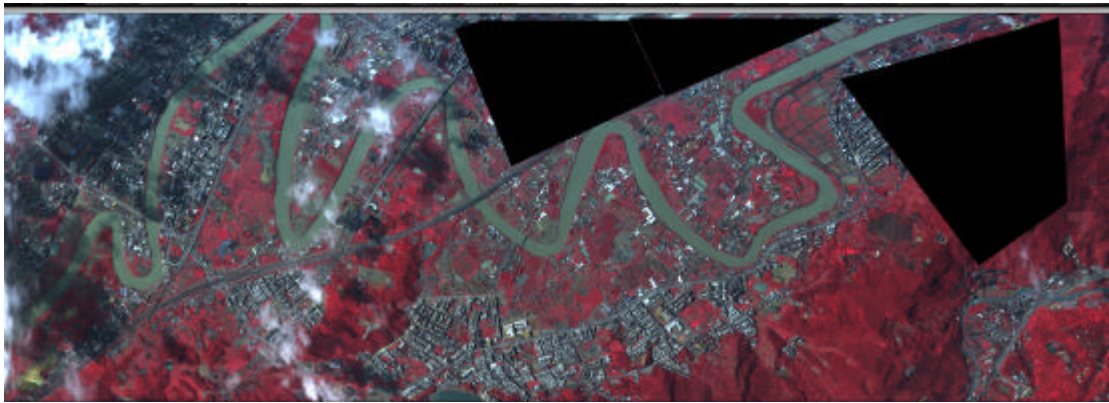


圖 4.8 農航所多光譜影像

4.2 屬性資料

4.2.1 控制點

由三角點座標及第十河川局所提供之控制點座標，可為後續定位之作業。

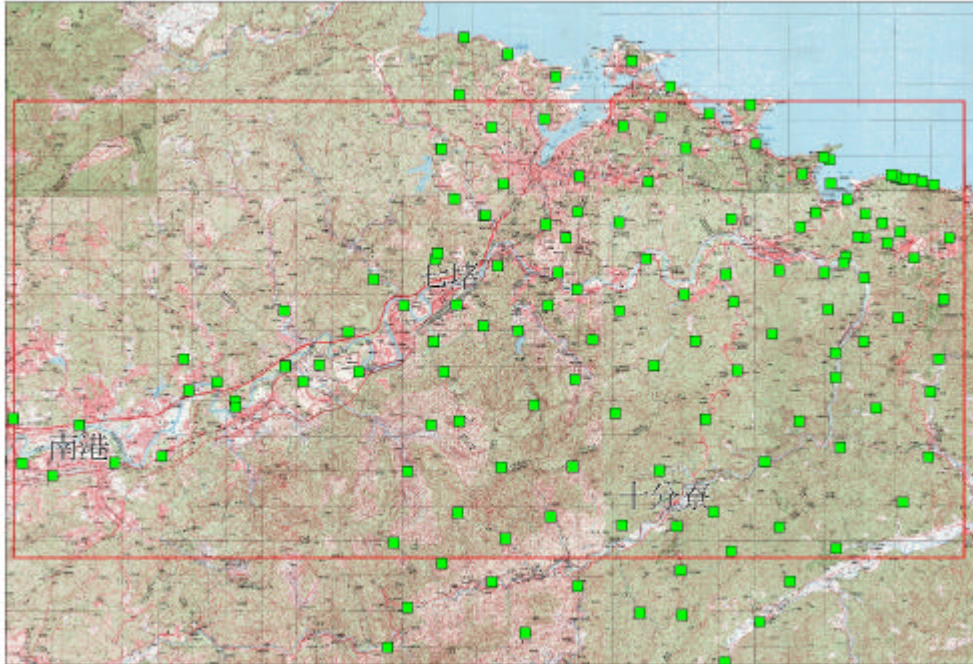


圖 4.9 基隆河流域地面控制點分布圖

資料來源：陶林數值測量工程有限公司

4.2.2 橋名路名地名

由像片基本圖二版為底圖，以 Arc GIS9.0 軟體數化而成。

五、基隆河流域地質

基隆河上游出露地層，以石底層和南港層為主（何春蓀 1986），在分水崙之東的基隆河上游的石底層，主由砂岩、粉砂岩、頁岩和薄層煤等構成，南港層則位石底層之上、南莊層之下的海相地層，本層由薄至厚層青灰色細粒石灰質砂岩和深灰色頁岩和粉砂岩構成，其中厚層塊狀的砂岩，常形成陡壁懸崖，基隆河上游各個瀑布、急流大都發育於此厚層砂岩上。

基隆河谷中游為東北-東南西走向的單斜構造山脈，山背高度由北向河谷低降；其西北面為雙溪斷層。南岸為大尖山及南港山地。兩岸山地的岩層，為第三紀砂岩與頁岩互層構成，因硬度懸殊，山形零碎，河谷中大部份為沖積層，厚度約 10 公尺。

基隆河流域中主要的褶皺構造有八堵向斜接四腳亭向斜，基隆河之中下游大致沿其軸部蜿蜒。石底向斜，基隆河上游即流經其軸部。由侯硐背斜構成本流域中央的嶺線，基隆河於瑞芳的大轉彎即在本構造東北部隱沒處附近。因此以現今的流路來看，基隆河的流路發育應受地質構造所主控（杜友仁等，1997）。

台北盆地四境山地多屬砂岩、頁岩、及粘板岩等，岩質鬆脆，易於風化，早期開發程度未深，水土尚得以保持，後台北盆地開墾漸廣，山地亦漸次開，土石裸露，每逢山洪暴漲，多處崩塌，大量泥砂被挾下沖，附至平原，堆積作用增加。當漲潮時因潮水較重，在河底頂托泥砂上擁，落潮之時，流水較緩，往往多沉滯河底，或積為暗洲，阻塞水道（李鹿萃，1984）。

下圖為基隆河流域地質分布圖，試將流域境內的地層做一簡述：

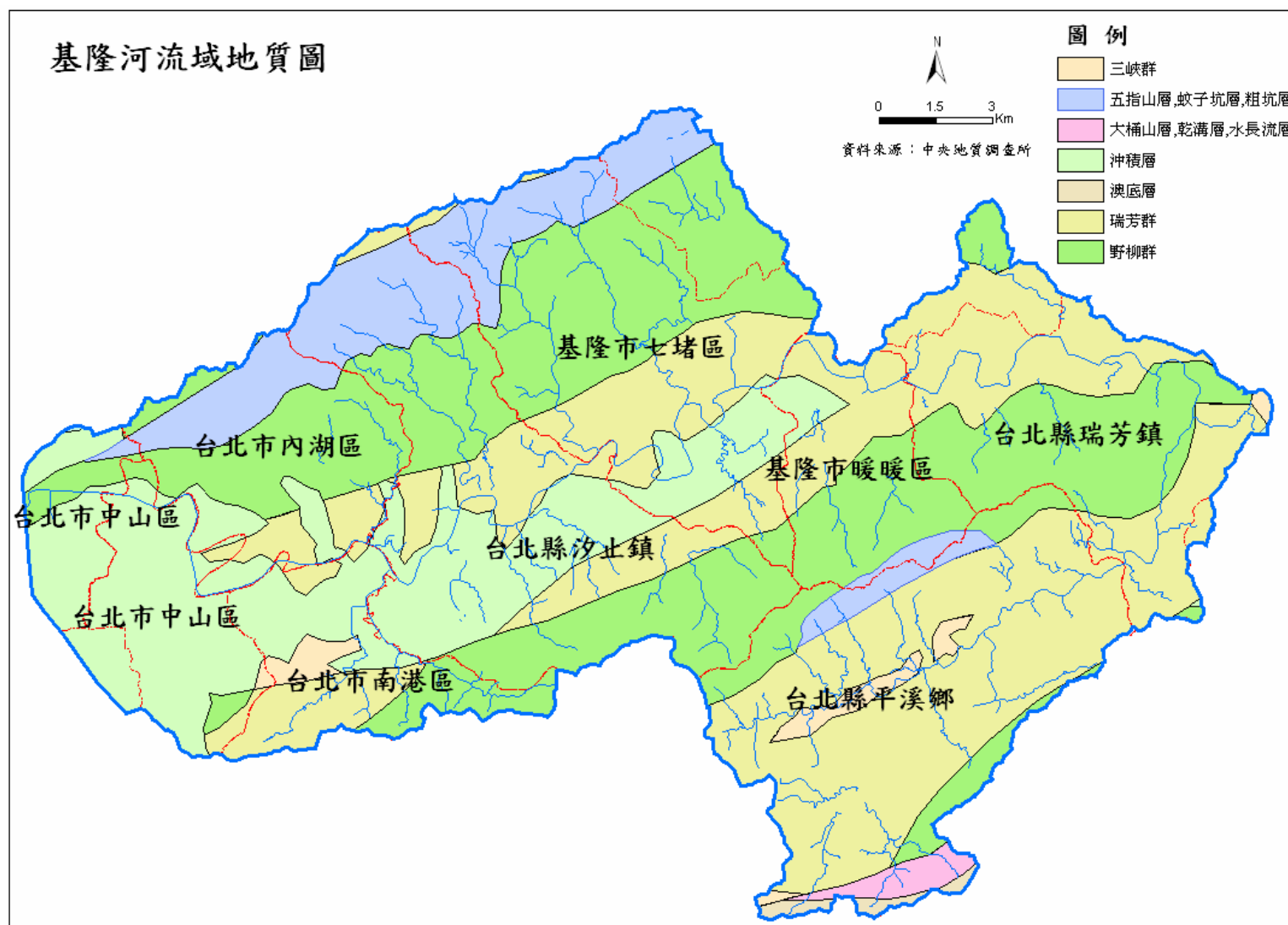


圖 5.1 基隆河流域地質圖

三峽群：

三峽群代表台灣西部中新世中最年幼的一個沉積循環，本群分為一個位在下面的含煤地層(南莊層)和一個位上面的海相地層(桂竹林層)，這兩個地層大部份都由厚層砂岩組成，但是向海相的泥質沉積物就大量的增加。

上新世桂竹林層(Kct)：本層的名稱最早由烏居敬造和吉田要(1931)用在苗栗縣的出磺坑油田；出磺坑油田是桂竹林層的出露的標準地點。桂竹林層主要出露於基隆河南岸之台北斷層以北之內湖交流道、南港、拇指山及舊莊圖幅間。岩層走向近東西向，傾角向南。

五指山層：

五指山層蚊子坑層、粗坑層：屬於漸新世地層單位。五指山層為台灣西部麓山帶中出露最者的第三紀地層，其上整合地覆蓋著木山層，底部多半為斷層所切或未全露。本層之標準地點為台北縣汐止鎮、萬里鄉及基隆市三鄉鎮市交界之五指山，主要分布在台北縣和基隆地區。標準的五指山層是以塊狀、厚層、白色、細粒到粗粒的砂岩為主要特徵。本層在區域內主要出露在基隆河北岸的港墘、內湖及小溝圖幅的西北側區域以及雙溪中央社區圖幅東南部及車坪寮圖幅大部份區域，岩層走向在北偏東 35° 至 80° 之間，呈向南傾，傾角在 16° 至 80° 間。由詹新甫(1981)提出的名稱「蚊子坑層」即為相當五指山層而以頁岩相為主的地層。

沖積層：

粘土、粉砂、砂、和礫石組成的沖積層廣泛地蓋在台灣西部海岸平原，沖積層造成許多主要河流的氾濫平原和現代台地，沖積層也包括海岸砂丘、現代湖相和沼澤相的沈積物、和石灰岩區內的洞穴沉積物，全部皆為沖積層。

更新世河階堆積(t)：沿河岸形成的平台階地稱為階地。河階的形成主要因侵蝕基準面下降，河流重新下切，昔日舊河床會突出於今日河面上，而形成平台狀階面。河階堆積層主要由礫石、砂、粉砂及黏土組成。而本調查區主要零星分布於基隆河與景美溪兩岸。

全新世沖積層(a)：由黏土、粉砂、砂和礫石組成，本區內之沖積層包括主要河川，如：基隆河與景美溪兩岸及其支流的河床部份。

雪山山脈帶中部和南部的地層：

大桶山層、乾溝層、水長流層：在中央地調所出版的地質圖中，所有雪山山脈帶中位於四稜砂岩以上的變質泥質沉積物都被分為兩個地層：上為大桶山層，下層為乾溝層。台灣中部的水長流層被認為是與這兩個地層相當。硬頁岩和板岩相當緻密，通常形成陡壁呈現清晰的片狀破裂面。乾溝層中所含砂岩夾層不多，但是砂岩的成分由下而上逐漸增加，所以就慢慢地由乾溝層變成大桶山層。

澳底層：現今雪山山脈帶中以硬頁岩和板岩系為主的烏來統的最上部地層改用顏滄波和陳培源(1953)提出來的名稱，即澳底層，出露在標準地點澳底的岩層大部為相當大桶山層(五指山層)的蚊子坑層。澳底層不以硬頁岩或板岩為主，而是一個以砂岩較多的含炭質或煤層的地層。

瑞芳群：

此群岩石在台灣北部包括了一個含煤地層(石底層)和一個海相地層(南港層)。試分述如下：

石底層(St)：石底層即通常所稱之中部含煤層，它整合在大寮層上面和南港層的下面，具煤質優及煤層多等特點，故為台灣最重要之含煤地層。石底層的標準地點石底位在台北縣平溪鄉 (何春蓀，1986)。石底層可分為兩段，一為八

斗子段，主要以二至三層之白色石英砂岩和所夾之暗灰色頁岩與砂岩互層構成，其中含有最下煤層；上段稱為四角亭段，由灰色及白色砂岩和暗灰色頁岩與薄層狀砂岩頁岩之互層組成。

南港層(Nk)：南港層為整合於下部石底層和上部南莊層兩含煤地層間的海相地層，南港層由厚層到薄層青灰色細粒石灰質砂岩和深灰色頁岩或粉砂岩構成，其中含有豐富的有孔蟲及貝類化石，沉積環境為淺海相。台灣北部的南港層中有很顯著的厚層塊狀砂岩，經常形成陡壁懸崖(何春蓀，1986)。南港層在基隆河北岸出露於港墘、內湖及內溝圖幅的南段，整合覆蓋於石底層之上，岩層走向約呈東西向，向南傾斜傾角在 18° 至 36° 間；在基隆河南岸則出露於台北斷層以南，在崙頭斷層以北因四分子向斜呈東北向，故其岩層主要走向也為東北向，傾角向南約 20° ；在崙頭斷層以南則走向轉為北偏東 50° 至 70° 間，向南傾斜 30° 至 50° 間；至磺窟向斜以南，因褶皺影響而轉為北西走向，向北傾斜。

野柳群：

屬於中新世地層單位。野柳群包括台灣西部中新世最早一個沈積循環內造成的兩個地層：木山層和大寮層。前者是含煤的濱海沈積相，其下部可能已進入漸新世；後者是一個海相的地層。

木山層(Ms)：木山層是台灣北部三個含煤地層中的最下一個地層。木山層整合覆蓋在五指山層或蚊子坑層的上部，彼此漸變，它的標準地點木山在基隆市的市郊(何春蓀，1986)。本層含三至四層可採煤層，厚度皆在40~60公分之間，木山層為濱海相的沉積物(黃鑑水、劉桓吉，1978)。本層在基隆河北岸主要出露在港墘、內湖及內溝圖幅的北側，小溪圖幅的南側，整合於五指山層之上。岩層之走向在北偏東 10° 至 88° 之間，呈向南傾斜傾角在 20° 至 52° 間。在雙溪中央社區圖幅之西南角有小部份出露，因受向斜褶皺影響，岩層走向北偏西 10° 至 40° 。

間，向東傾斜 30° 至 50° 間。在基隆河南岸則出露在鹿窟、白匏湖、舊莊及大崎腳圖幅之中，分布於台北斷層以南，岩層位態在五分山斷層以北走向北偏東 50° 至 70° 間，向北傾 40° 至 50° 間。在五分山斷層以南其走向東北偏東 40° 至 55° 間，向南傾斜 15° 至 30° 間。

大寮層(Tl)：大寮層為中新世沉積循環內最老的海相地層，富海相化石，整合地沉積在木山層上面。大寮層之標準地點大寮在台北縣三峽鎮附近，本層全厚約350公尺。(何春蓀，1986)。大寮層在基隆河北岸出露於港墘、內湖及內溝圖幅的中北側，整合覆蓋於木山層之上，岩層走向約呈東西向，向南傾斜角度在 18° 至 40° 間。另外在故宮圖幅及雙溪中央社區圖幅西北部大寮層再次出現，以崁腳斷層與五指山層在東南側相接，西南則被火山岩所覆蓋。地層層態約呈東西走向，向南傾斜 5° 至 15° 間，西南端有一小型向斜使位態傾角向北傾斜。在基隆河南岸大寮層主要出露於台北斷層以南之各圖幅呈三個帶狀分布。岩層走向在崙頭斷層以北為北偏東 40° 至 50° 間，向南傾斜 10° 至 25° 間。在崙頭斷層以南則轉為北偏東 10° 至 30° 間，向南傾斜 20° 至 50° 間。在新店斷層以南各圖幅其位態與崙頭斷層以南者相同。在調查區內大寮層可在細分為三段，下段(Tl-sh)主要由塊狀鈣質砂岩或砂岩與頁岩互層所組成。中段(Tl-ss)為厚層之鈣質砂岩，質地堅硬，其顆粒甚小，屬極細粒砂岩。上段(Tl)主要為厚層砂岩或砂岩與頁岩之互層。

六、基隆河流域地形

基隆河發源於火燒寮山(840m)，位於石碇鄉、平溪鄉和坪林鄉交界處，初名竿蓁林溪，向北流於平溪附近支流後稱基隆河，由源地 400 公尺降至 1.4 公尺。基隆河的幹支流分布於台北盆地東北部，河源出自菁坑之西，源地海拔 400 公尺，由源地至三貂嶺 13 公里。三貂嶺以下，流向轉北與北東，經瑞芳、暖暖至八堵。

八堵為基隆河中游的起點，流向轉西南，經七堵、六堵、五堵、汐止至南港，在原本沖積的平坦谷地上，多掘鑿曲流，沿岸小型盆地連綿，為台北盆地的延伸，掘鑿曲流和寬廣的河階地形是基隆河這段地形的主要特徵。因河流坡降較緩，向兩側侵蝕較下切作用為強，河流凹凸面甚為發達，河谷平原多處成為低位河階。由於緩坡鬆軟，易於浸水，通過兩岸的北基一路、北基二路及縱貫鐵路經過緩斜坡之處，皆遠離河岸。這個地區原屬自然河谷地洪水平原行水區及山坡地，對環境因子相當敏感，在都市開發過程中整體地文、水文的改變，導致洪患潛因相當高。

暖暖下游為方形流域，北(右)岸八堵有大武崙溪，六堵有瑪陵坑溪，過了五堵有鹿寮溪，汐止有北港溪等來匯流；南(左)岸在汐止有保長坑溪，康誥坑溪等來匯流，形成昊天嶺東側的汐止小盆地(河谷平原)。容易發生洪患。

昊天嶺到樟樹灣進入台北盆地，為基隆河的典型曲流，經南港、松山、大直，至水流瓶頸的圓山中山橋，使其上游多洪患(河道截彎取直)再經士林、洲尾、北(右)岸匯流大屯火山彙南坡面諸水系，於關渡流注淡水河，流域形狀大致呈東西向的長方形，東端為源流區，西端為台北盆地(楊萬全，1994)。

南港以下為下游，河床寬達 100 公尺。中山橋以下的舊河道原傍士林街區，新道已改穿社子島向西北，至關渡與淡水河合流。

基隆河流域的地文參數

集水區的整體地形特徵可以從河道或河谷的分布型態及河流下切的程度來決定。流域內之水文現象與其地形特徵有很大關係。我們稱之為「地文因子 (physiographic factor)」有密切關係，此類地文因子包括流域面積、坡度、形狀、方位、主要河川長度、流域之逕流時間，地面覆蓋情形、生態特性及岩石地質情況。集水區環境因素對水文之影響，包括自然環境與人為環境的部份，試述如下：

6.1 河川級序

以 Arc GIS 9.0 萃取農航所 DEM 資料(40*40m)的水系，使用美國地質學家 Strahler(1957)研擬的方法，計算一級河數為 154 條；二級河為 36 條(圖 6.1)。根據 Horton 分析集水區形態特徵發現河流數目和河流等級之間有一定的數學關係(Horton's Law)，一級河的數目及規模對逕流也有一定的影響力，因此這些地文參數計算有助於往後的分析。

6.2 水系

基隆河水系為樹枝狀水系，樹枝狀水系表示岩石對流水沖蝕之抵抗力，全集水區必須一致，質地較軟且無褶曲的第三紀地區，花崗岩的深風化地帶以及沈積岩大面積分布。

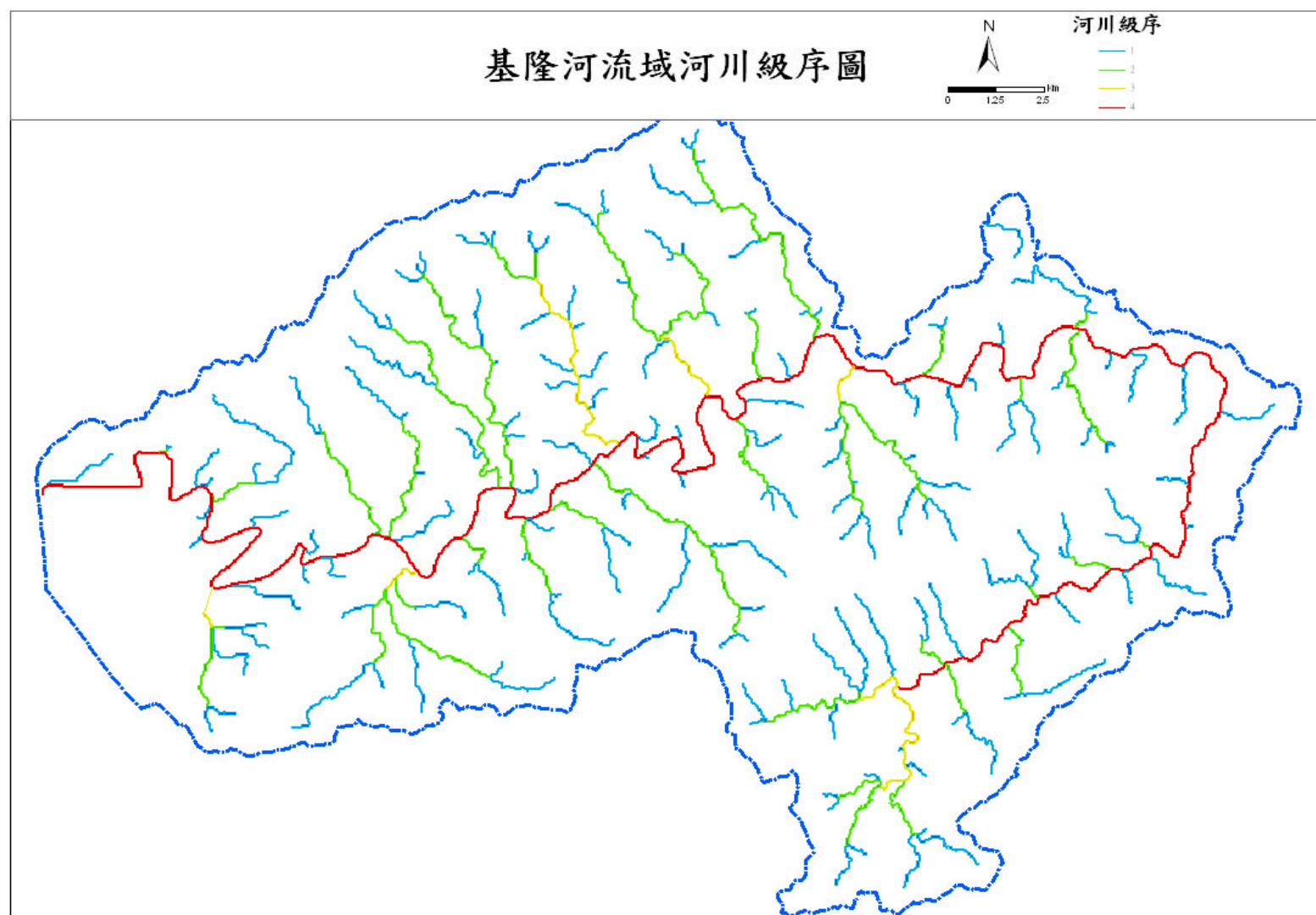


圖 6.1 基隆河流域水系圖

6.3 面積(A)

因流域畫分，通常有些微差異，泉面界嶺也不易固定位置，在本研究則以二萬五千分之一地形圖數化，並以 ArcGIS 9.0 計算。求得基隆河流域面積約為 371.435 平方公里。

集水區面積會影響洪峰及延時。面積愈大，較難涵蓋所有降雨分升區域，故其單位面積洪峰流量較小。

6.4 主要河川長度(Lo)：

以 Arc GIS 9.0 求得基隆河主流長為 735.64 公里。

6.5 流域平均寬度

$$W = \frac{A}{L_o} = \frac{371.435}{735.64} = 0.505(\text{km})$$

6.6 流域之形狀因子：

集水區形狀指地形圖所顯示的外形，以長度為主要對象，對溪流排水量之變化有密切的關係。如屬狹長形，其河溪之流量歷線將維持較久之水位，且洪水來時峰流量也會較小。如屬近似半圓形且河口在半圓形的圓心者，其流量歷線將有一極大之高峰，且其峰流量期間極為短促。其指標試述如後：

6.6.1 形狀係數(F)：

$$F = W/L_o = \frac{A}{L_o} / L_o = A/L_o^2 = 371.435 / 735.64^2 = 0.0006$$

F 為無因次，>1 表示狹長形可適度開發；<1 表寬廣形，不開發為宜

6.6.2 流域密集度(C)：

密集度=同一面積所對應圓之周長/流域周長

$$pg^2 = 371.435, \text{ 半徑 } r = 10.88$$

因此同一面積所對應之圓周長為： $2pg = 68.3264$

$$\text{密集度} = \frac{68.3264}{991.38} = 0.066$$

或者，直接帶公式：

$$C = (2\sqrt{\frac{A}{p}})(p/P) = \frac{3.54\sqrt{A}}{P} = \frac{3.54\sqrt{371.435}}{991.38} = 0.068$$

C=1 表示集水區為圓形，不宜開發，C<1 表集水區為狹長形，可適度開發。

6.7 周長：991.38 公里

6.8 流域之圓比值：

$$M = \frac{A}{(\frac{P}{2p})^2} = \frac{4pA}{P^2} = \frac{4(3.14)(371.435)}{(991.38)^2} = 0.004747$$

6.9 流域細長比

流域之細長比為 1956 年由 Schumm 所定義，求法為
與流域相等面積之圓之直徑
流域之最大長度

與流域相等面積之半徑為 21.76。

$$E = \frac{21.76}{735.64}$$

$$E = \frac{2\sqrt{A/p}}{L_o} = \frac{1.128\sqrt{A}}{L_o} = \frac{1.128\sqrt{371.435}}{735.64} = 0.03$$

七、基隆河流域的土地利用

不同的自然環境與人文背景，會造就不同的景觀。「土地利用」即「人」與「地」交互作用中，表現於空間的具體型式之一；而「土地利用變遷」更為顯示不同時間序列下，影響土地利用因子的變化情形，也是人在因應其所面對的生存環境發生變化時，所採取的調適行為展現於外在環境的空間科學。由於土地利用方式改變，是受到許多因子(包括政策、土地權屬、經濟、社會、文化、居民行為及自然環境等)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(張長義，蔡博文)。了解土地利用變遷的機制，為區域資源的經營者，土地利用規劃者及決策者所關心的主要議題。

都市化對於上述這些現象更有加遽的作用，原因有二：一為天然災害潛在地區之都市化，例如活動斷層附近、短週期洪水、山坡不穩定等，都市化則會加快這些事情的發生。二為都市化破壞當地生態平衡，使其失去調節自然界營力之功能(張石角，1986)。台北市不斷增加的人口壓力影響了土地利用，進而影響基隆河流災害的頻率。

土地利用變遷最直接的影響如下(鄧天德，1980)

1. 地下水補注減少，引起地層下陷
2. 工廠林立，引起地層下陷
3. 逕流量增加，洪峰水位提高

表 7.1 土地利用與逕流關係

土地利用	商業區	住宅區	工業區	機關學校醫院	公園綠地	機場用地	農業區	山區
不透水係數	100	90	65	50	40	30	0	0
逕流係數	0.83	0.79	0.67	0.61	0.56	0.52	0.38	0.2

因此在後續研究中，若計算出土地利用變遷量，便能粗估逕流的改變程度。

7.1 土地利用變遷

根據蒐集到的圖資雖然有百年之久(1904-2004)，但因年代久遠，圖幅皆有缺失，無法做整體比較。因此在此基隆河流域土地利用主要為兩個年代：1995、2004。前者為農航所根據航空照片所數化而成（圖 7.1），後者則為第十河川局委外以航空照片數化而成（圖 7.2）。因其細項分類有些微差異，故將其細項分類簡化歸納成七類，如表 7.2：

表 7.2 土地利用細項分類表

	84 年	93 年
建地	建地、倉儲、公用事業、商業、喪葬設施、土石、學校、宗教、工業、工業相關設施、慈善福利、文教藝術、棄土地、機場、環保設施、礦業、空置地、興建中地、衛生醫療、軍事用地、農業附帶設施、遊憩服務設施、陸上遊憩設施	住宅、倉儲、公用事業、商業、喪葬設施、土石、學校、宗教、工業、工業相關設施、建築用地、慈善福利、文教藝術、棄土地、機關團體、水岸遊憩設施、港口、環保設施、禦潮地、空置地、興建中地、軍事用地、農業附帶設施、遊憩服務設施、遊憩用地、陸上遊憩設施
林地	林業	林業
水體	河道、蓄水池、養殖	水利用地、河道、蓄水池、養殖、溝渠
交通	交通、鐵路	鐵路、交通用地、公路
草地	溼地、灌木、畜牧、草生地、	溼地、灌木、畜牧、草生地、
農地	農作、農業用地	農作
其他		其他
裸露地	裸露地	裸露地

利用 Arc GIS 9.0 計算面積，則其土地利用面積變化如表 7.3。

表 7.3 土地利用變化

	84 年	93 年	增減
水體	1.87%	7.4%	5.53%
交通	0.31%	16.63%	16.32%
林地	70.22%	49.85%	-20.37%
建地	7.47%	16.18%	8.71%
草地	3.4%	2.89%	-0.51%
農地	16.67%	6.3%	-10.37%
其他		0.39%	0.39%

然由於資料來源不同，分類細項不同，因此其結果也有些許誤差。但仍然可以看出大致趨勢，說明如下：

7.1.1 農地變化

基隆河中游各鄉鎮，如南港、內湖、汐止、七堵等地，因谷地較寬，兩側山地又於淺丘，凡坡地較緩之處，開墾較易，耕地較多，為基隆河流域主要農業區。

農地減少約 10.37%。其中水田減少，多因都市化逐漸加深，大量農田被改為住宅、交通及工業用地；而旱地減少的原因，因部份旱地改為建地，水田及因水土保持不佳而形成荒地後廢棄(劉承洲，1979)。

基隆河中上游谷地農村，依其位置，可分山麓與河岸兩種。前者分布於山區與谷地之漸移地帶，尤以支流出山谷口附近最多。

7.1.2 建地變化

本區建築用地之位置與地形關係密切，消長因交通道路開闢而轉變，以南

港、瑞芳谷地。較具規模之市鎮均於此段河谷，鐵路公路所經之處，交通便利，市鎮發展甚速成台北基隆市區擴張地帶，致建築用地不斷增加。建地分布多集中於河階台地之村落、鐵路沿線或支流溪谷沿岸成點狀分布。建築用地深受地形、交通與氣候之雙重影響。

基隆河上游河谷地區市鎮之形成，初期受地形的影響最大，其後的發展與交通建設息息相關(劉承洲，1979)，從圖中也可看出，其聚落產業的發展多沿著交通線向山區擴張。基隆河中上游河谷，兩側山丘夾峙，一谷中穿，形成台北盆地東部對外之走廊，尤其八堵、南港之間，介於台北基隆之間，可供利用之土地較多，都本區工業和運輸倉儲之最佳區位。

基隆河中上游河谷地區區域特性有二：其一，就交通地位言，它是台北、基隆、宜蘭之間的運輸走廊，同時也是台灣北部地區貨物出入之必經孔道，交通位置優越。其二，就工業發展而言，北基工業走廊介於台北基隆之間，近年受此兩大中心都市繁榮影響，舊廠不斷擴充，新廠頗多建立，工業發展甚為迅速。

7.1.3 林地變化

10 年間減少了約 20%的林地，主要變更為建地及交通用地。

7.1.4 交通變化

交通增加了約 16%，交通路線沿著河谷擴張，然而部份則有可能是因為數化標準不一所造成，但大致上來說，趨勢是增加的，並且沿著沿河谷發展，進而帶動人口移動。



圖 7.1 基隆河土地利用分布圖(1995 年)

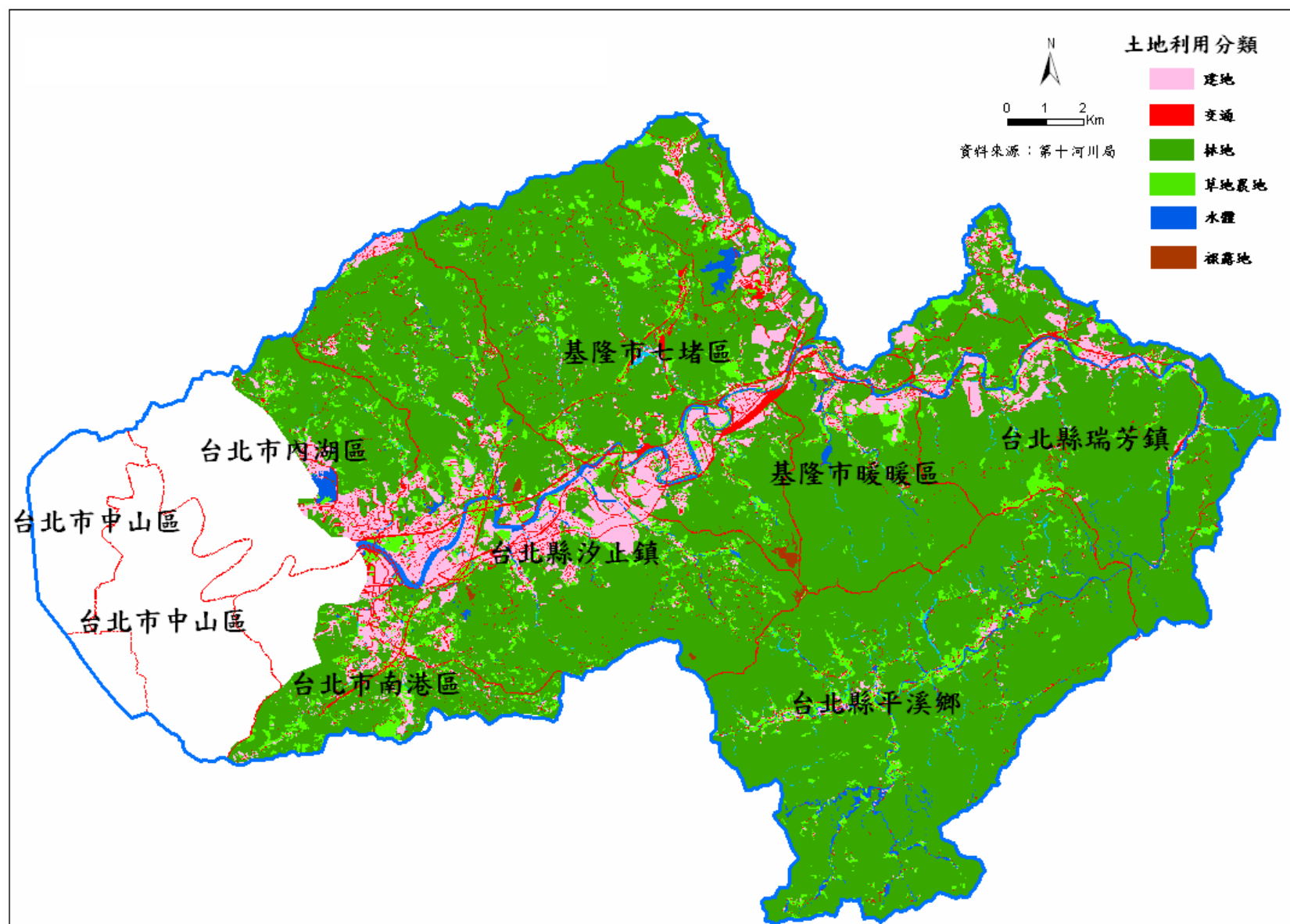


圖 7.2 基隆河土地利用分布圖(2004 年)

7.2 都市土地利用

基隆河流域向來為台北十分重要的腹地及交通往來地帶，接收了大量台北盆地所無法容納的人口，因應逐漸增加的人口，基隆河流域也開始沿著河谷有了許多重大公共建設，這些重大建設又帶來更多的人口，試將重大公共建設試述如下：

7.2.1 交通建設

1. 國道中山高速公路汐止至五股段的高架拓寬工程
2. 基隆河改道：

基隆河下游自松山至河口直線距離長 13.5 公里，但河道長 23.4 公里。蜿蜒曲折，坡度平緩，河床淤積，排洪緩慢。民國五十二年台灣省水利局決定將基隆河改道。毀基隆河自圓山鐵路橋以下截彎取直，開鑿一條長 2 公里，寬 150 公尺，深 5 公尺，穿過社子島低漥地區至洲尾附近流入原河之新河道。解決基隆河排洪問題。從民國五十四年以後之各次颱風洪水地區看出，在雙溪堤防、士林堤防所保護的士林市區及社子堤防左岸地區，水患較前減少外，堤防以外地區每次颱風侵襲都遭水淹，使士林、社子一天洪水氾濫地區有了局部性改變(鄧天德，1980)。

3. 北部第二高速公路計畫
4. 北二高後續建設工程
5. 國道北宜高速公路
6. 台五路汐止段貨櫃車專用道
7. 台五路南港至基隆拓寬工程
8. 捷運延伸至汐止、高速鐵路
9. 台北市東西快速道路

7.2.2 治水工程：

由於自然排洪條件不佳，加以兩岸人為開發與水爭地，水患問題使政府很早就展開許多治水工程，為消弭洪水災害，政府於民國四十九年即著手進行規劃台北地區整體防洪計畫，台北地區防洪工程計畫自民國七十一年開始分三期進行，歷時十五年預定於民國八十五年全面完成；試分述如下：

表 7.4 台北地區防洪一期工程項目(1984 年)

工程名稱	工程項目	工程數量
防洪工程	三重堤防	4257m
	蘆洲堤防	4558m
	疏洪道堤防	左 5467m；右 7730 公尺
	疏洪道入口工	乙座
排水工程	排水幹線	15500 公尺
	抽水站	5 座
疏洪道橋樑工程		

資料來源：第十河川局

表 7.5 台北地區防洪二期工程項目(1987 年)

工程名稱	工程項目	工程數量
防洪工程	三重堤防	4257m(加高 4.0 公尺)
	蘆洲堤防	4558m(加高 4.0 公尺)
	疏洪道堤防	左 5385m；右 5362 公尺(加高 2.2 公尺)
排水工程	五股排水計畫	
	抽水站擴建	2 座(蘆洲、鴨母港)
疏洪道橋樑工程	台一線疏洪道高架橋工程(即重新大橋)	
配合工程	中興橋改建	

資料來源：第十河川局

表 7.6 台北地區防洪三期工程項目(1996 年)

工程名稱	工程項目	工程數量
防洪工程	大漢溪堤防	26850m
	水門	18 座
排水工程	排水幹線	23303m
	抽水站	14 座
橋梁工程	浮洲橋改建	
	103 線橋新建	
	108 線橋新建	
拆遷安置計畫		
大窠坑溪堤防缺口保護工程		
大洪溪沿岸垃圾遷置造林計畫		

資料來源：第十河川局

7.2.3 基隆河治理工程

「基隆河治理工程初期實施計畫」為民國八十七年核定後辦理，其防洪工程措施包括：本流防洪工程、員山子分洪工程、排水配合改善措施、橋樑改善工程、山坡地水土保持措施、滯洪區、非工程措施。

表 7.7 基隆河治理沿革

年份	1982-1996	1988-2001	2001-2007
計畫名稱	台北地區防洪計畫	基隆河初期治理工程實施計畫	基隆河整體治理計畫
治理範圍	關渡至松山	南港至七堵	南港至瑞芳
治理標準	200 年頻率計畫洪水量	10 年頻率計畫洪水量	200 年頻率計畫洪水位
計畫內容概述	築堤/興建抽水站/水門/截彎取直/洪水預報	河道疏濬/護岸/築堤/興建水門/抽水站/橋梁改建	員子山分洪/築堤/興建水門抽水站/護岸/橋梁改建/水土保持/洪水預報及淹水預警系統建置

資料來源：第十河川局

7.2.4 員山子分洪隧道

隧道直徑 12 公尺，全長 2.4 公里，連結基隆河至瑞芳濱海，遇到豪雨時可將基隆河介壽橋上游的百分之八十降雨量，排放至東北海岸，如圖 6.3。員山子分洪計畫預期效益，在下游維持基本流量之條件下減洪量，在員山子可減洪每秒 1000 立方公尺，在五堵可減洪每秒 810 立方公尺，在南湖大橋可減洪每秒 700 立方公尺。計畫洪水位平均可降低約 1.5 公尺，整體而言，對分洪堰下游洪峰水量、水位之降低有相當助益。



圖 7.3 員山子分洪出海口處之航照立體圖

基隆河流域非都市土地利用分區

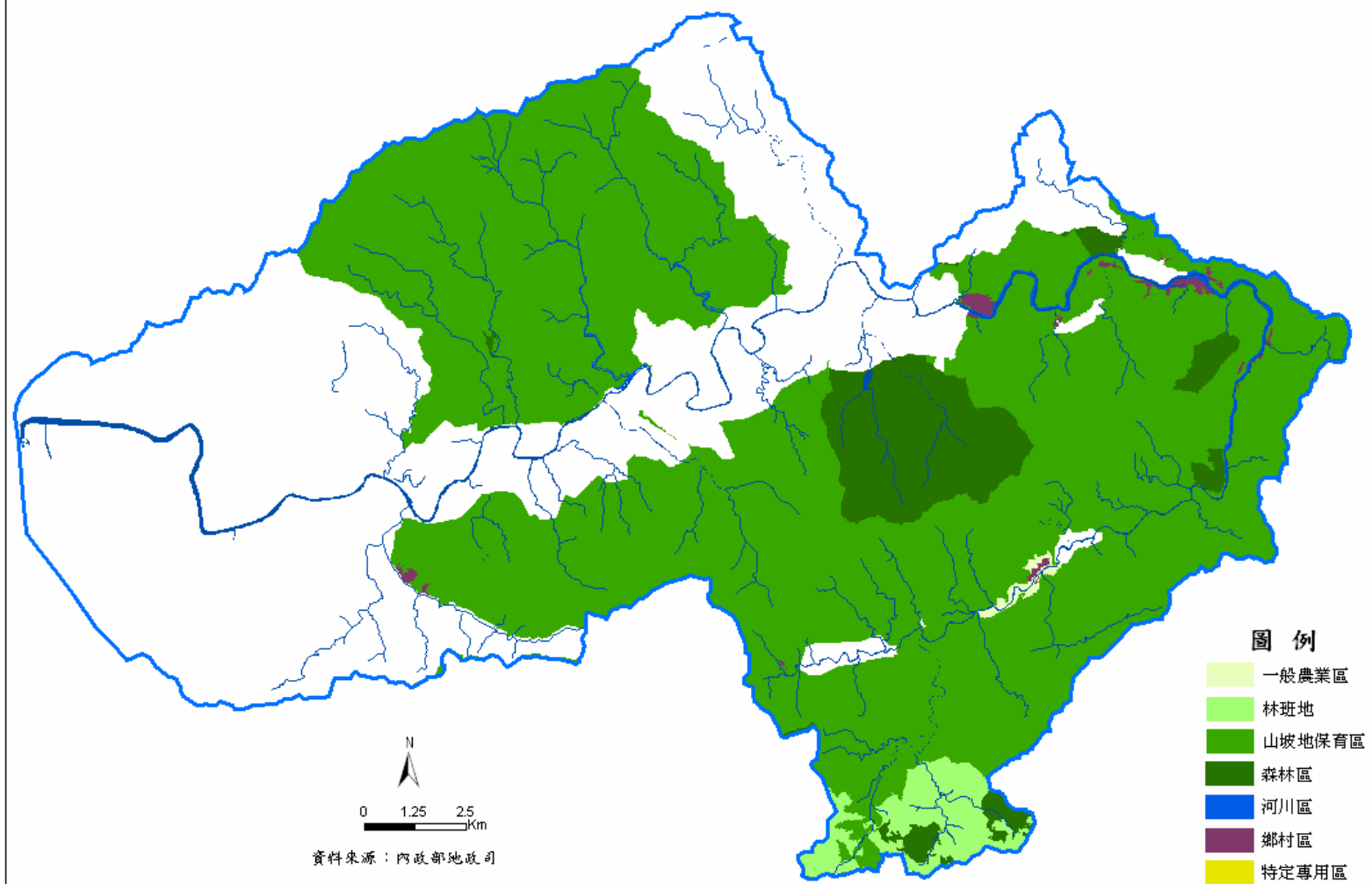


圖 7.4 基隆河流域非都市土地利用分區圖

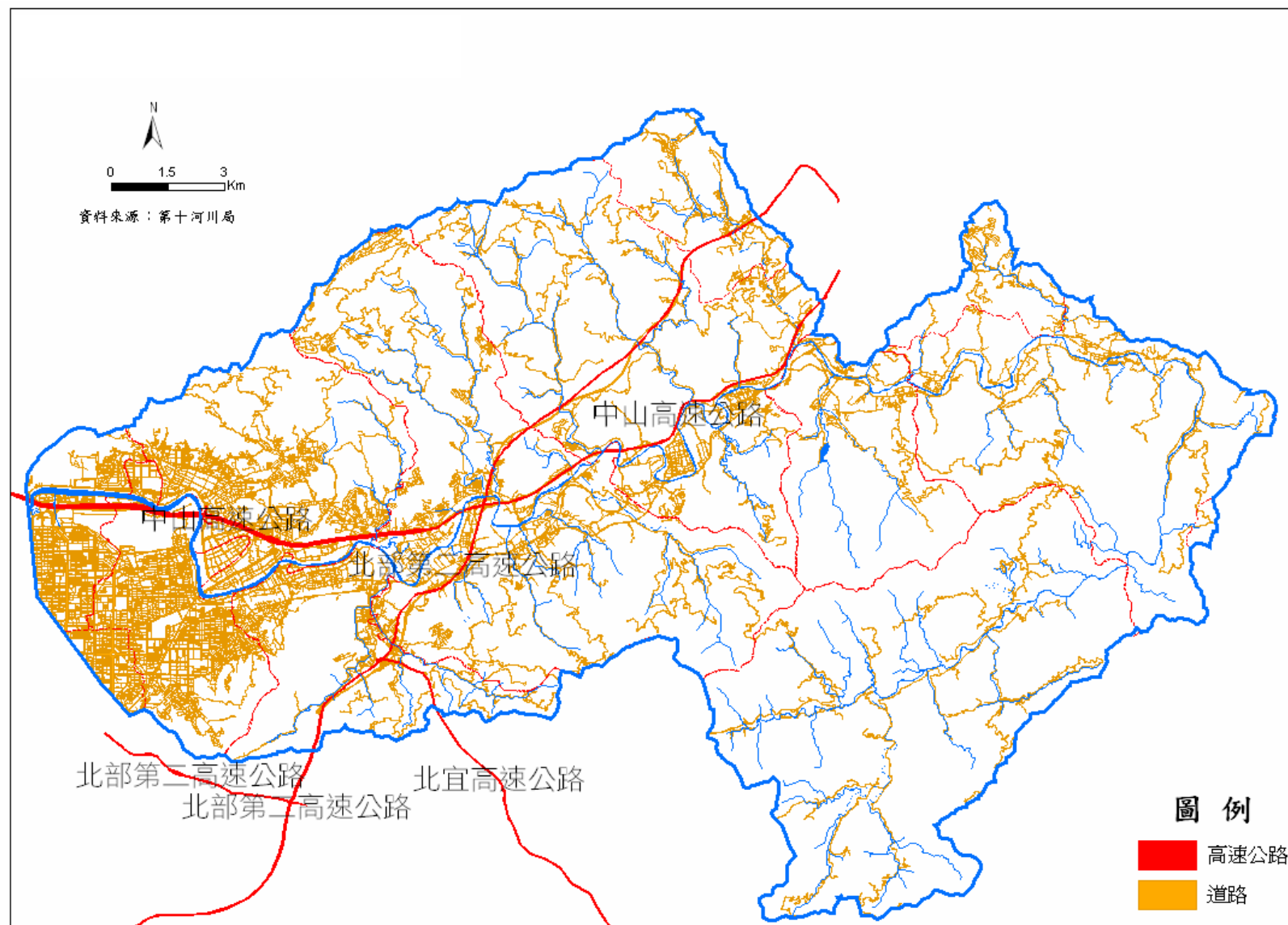


圖 7.5 基隆河流域交通道路系統分布圖

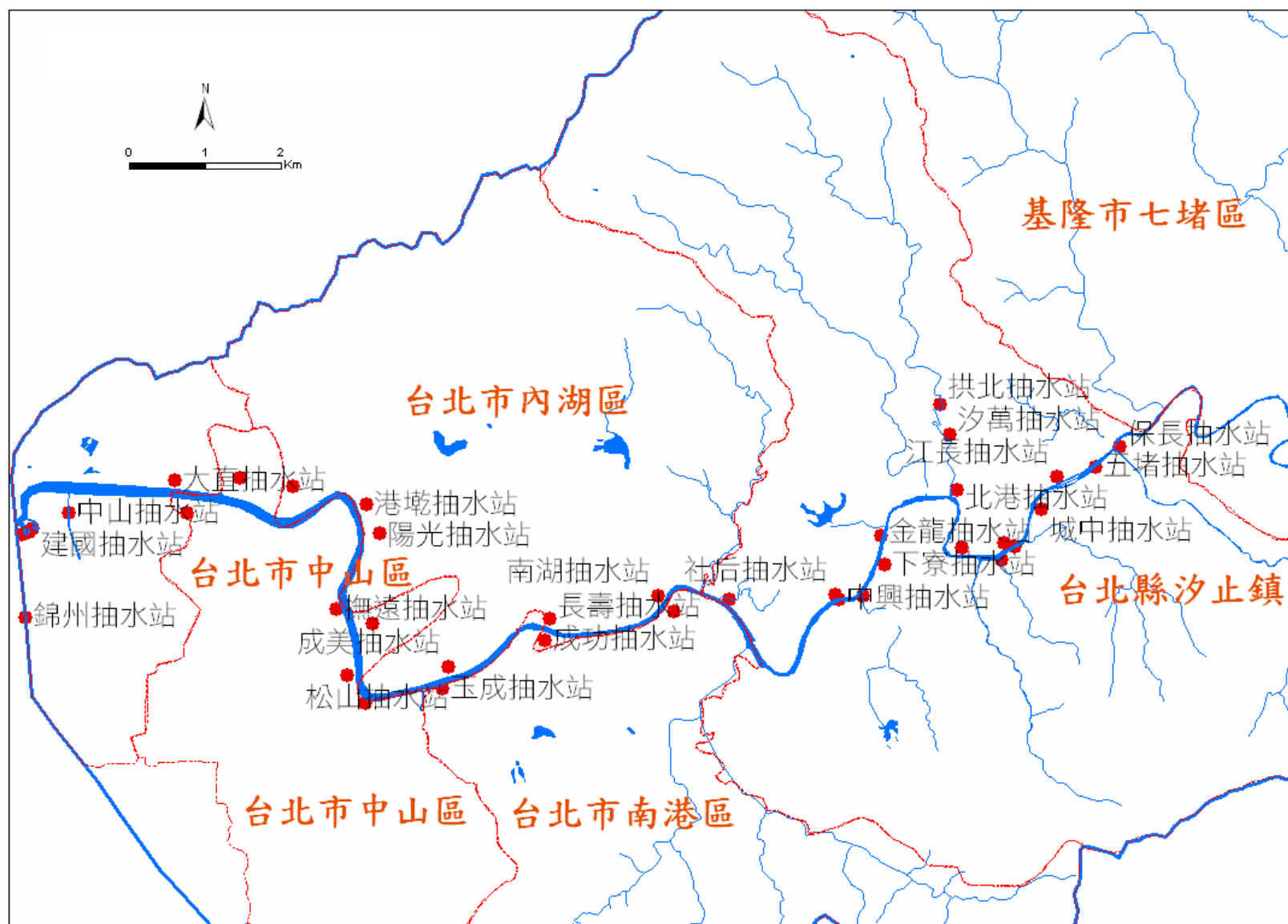


圖 7.6 基隆河流域抽水站分布圖

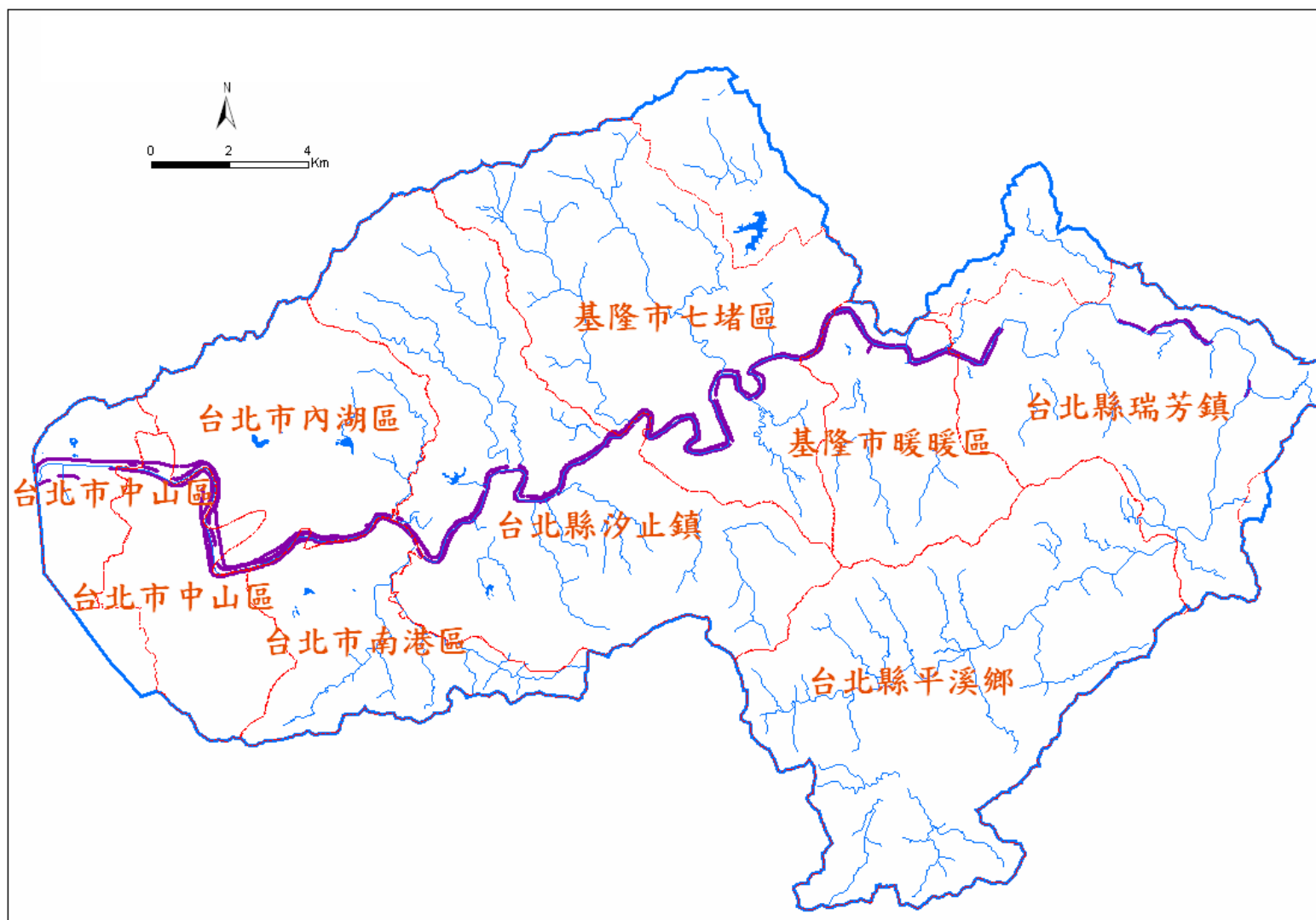


圖 7.7 基隆河流域堤防分布圖

7.3 汐止市聚落變化

汐止地區在過去是山坡地及河岸開發較明顯之區域，近年來當地也是發生山崩及水患嚴重的區域。本研究為了清楚觀察土地利用變遷的改變，選定汐止地區來進行聚落變遷比較。

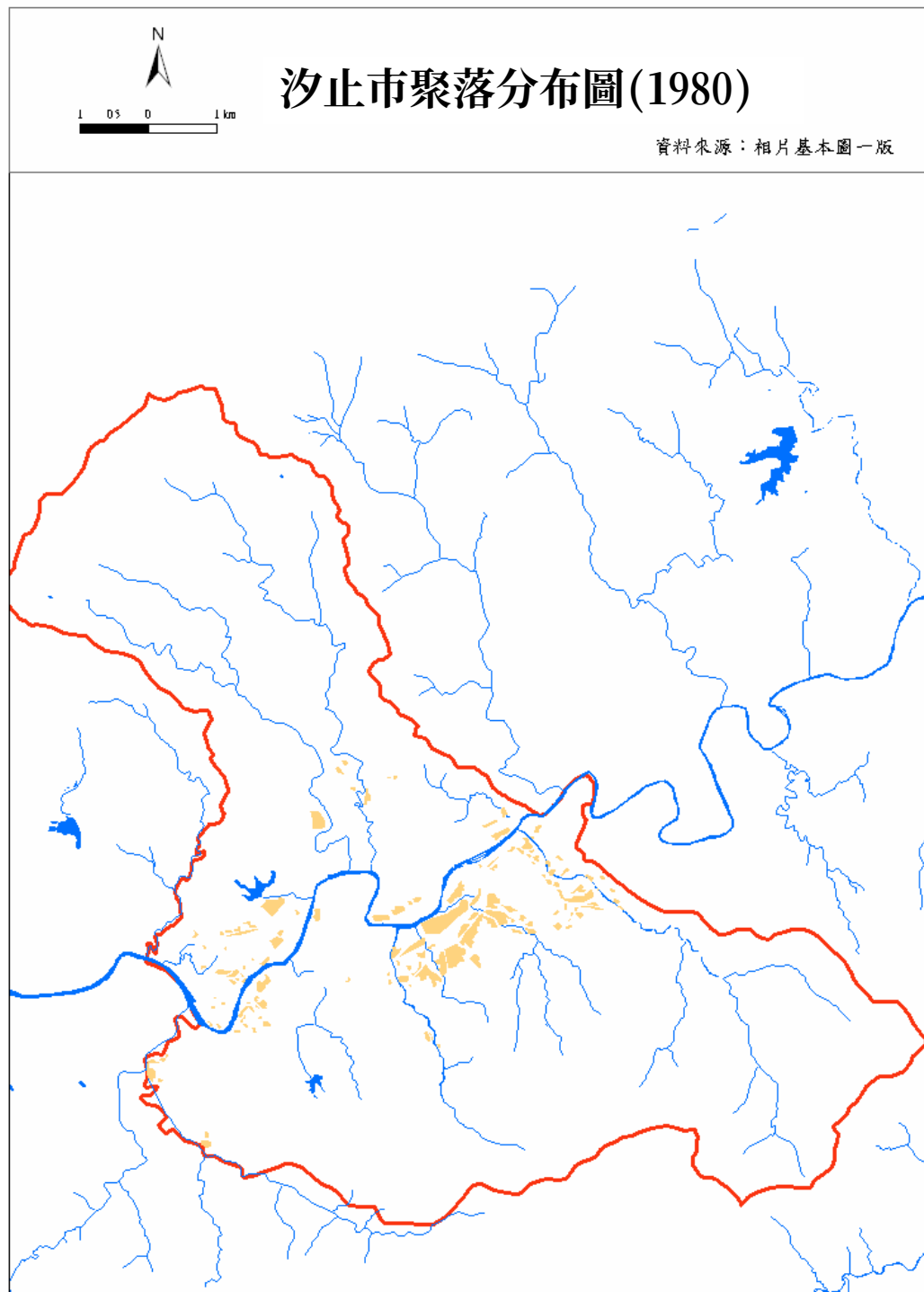


圖 7.8 汐止市聚落分布圖(1980)

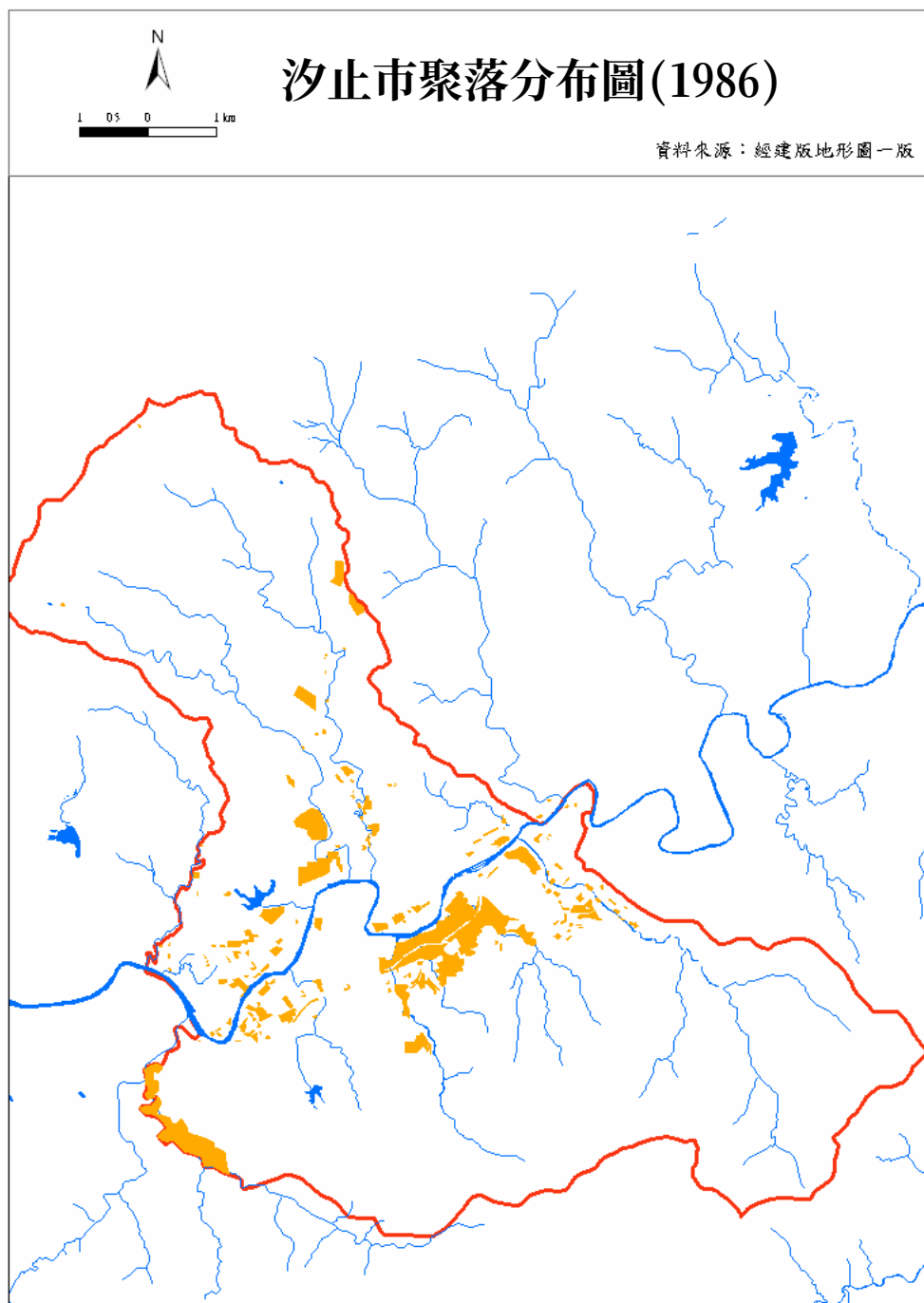


圖 7.9 汐止市聚落分布圖(1986)

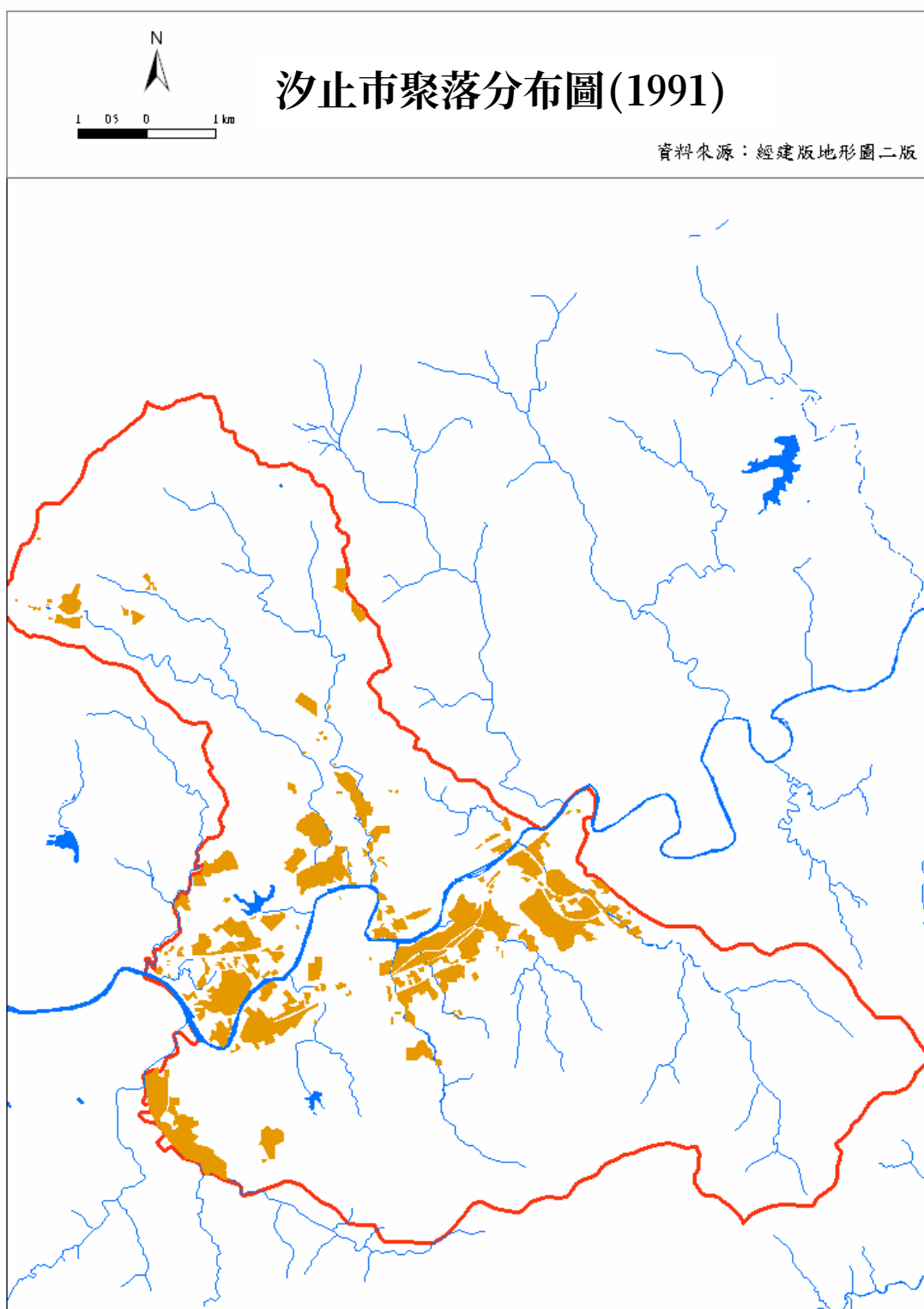


圖 7.10 汐止市聚落分布圖(1991)

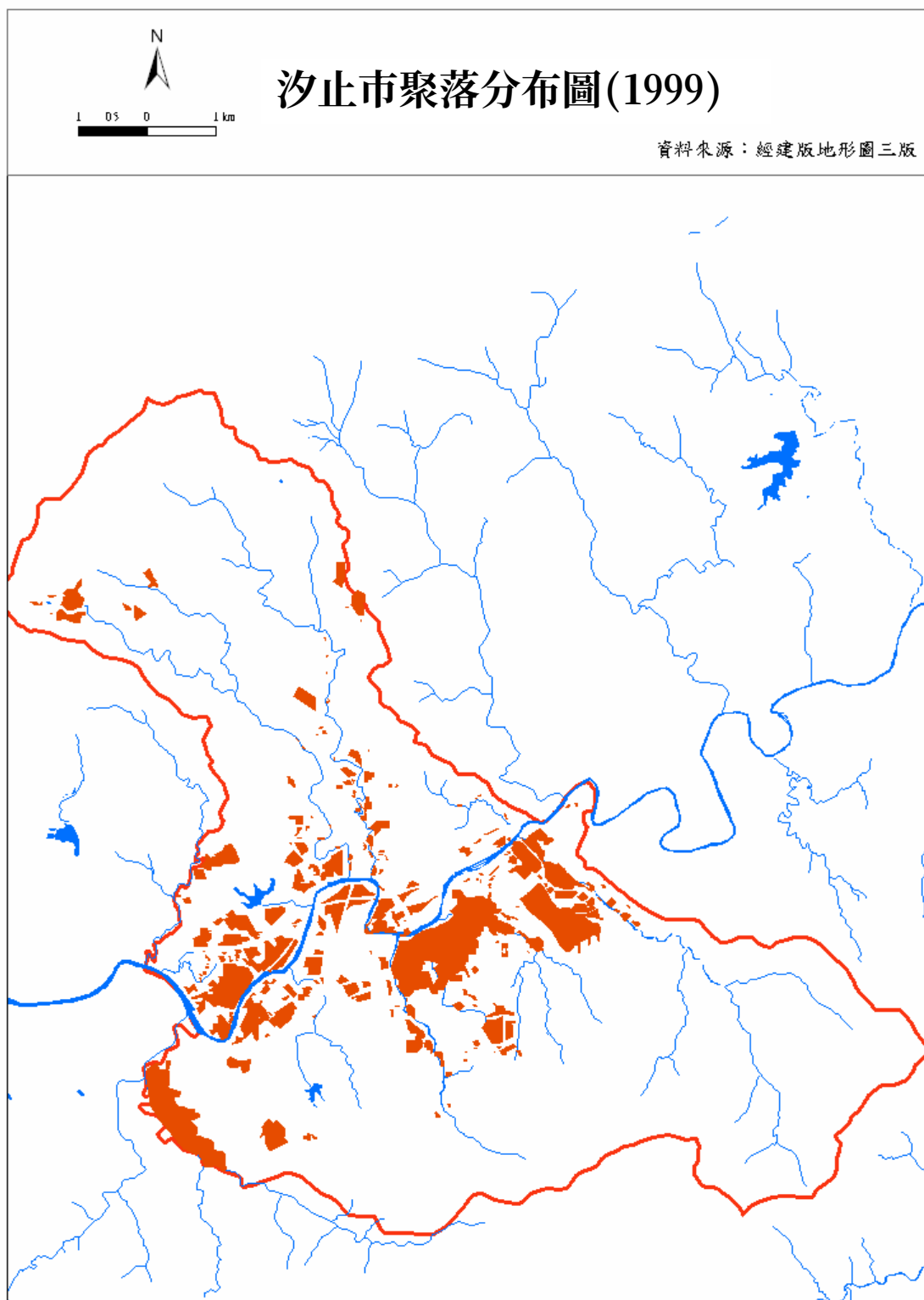


圖 7.11 汐止市聚落分布圖(1999)

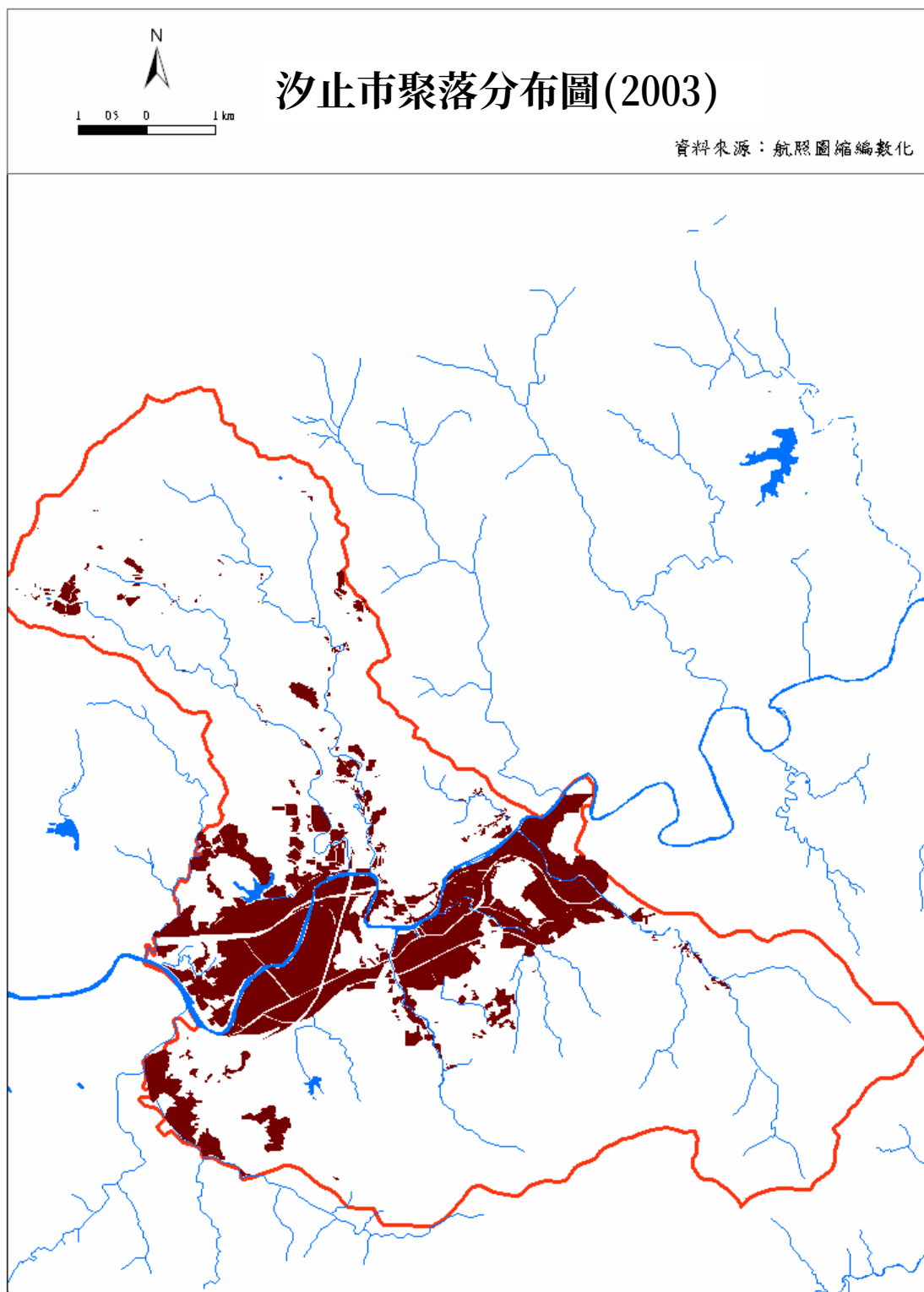


圖 7.12 汐止市聚落分布圖(2003)

從建地之增減中，可以看出來建地大致上都有擴增的趨勢。如表 7.8。

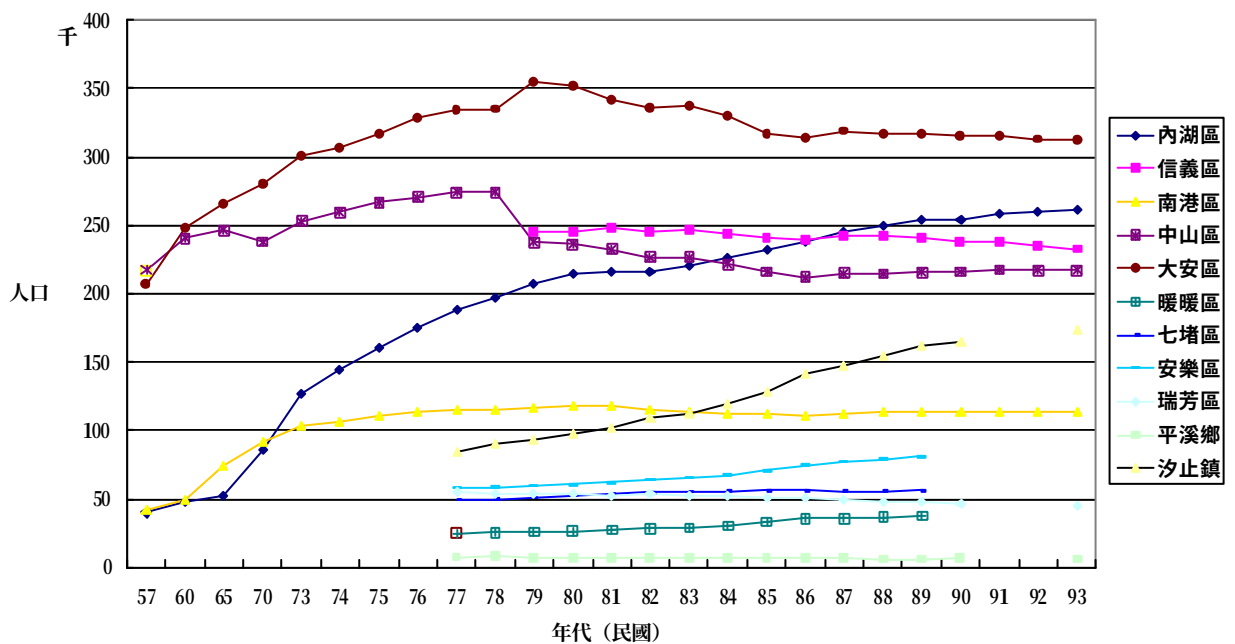
表 7.8 建地變化圖

年代	建地百分比	建地增減百分比
1980	2%	
1986	4.40%	2.40%
1991	8.30%	3.90%
1999	9.20%	-0.10%
2003	14.70%	6.50%

資料來源：本研究整理

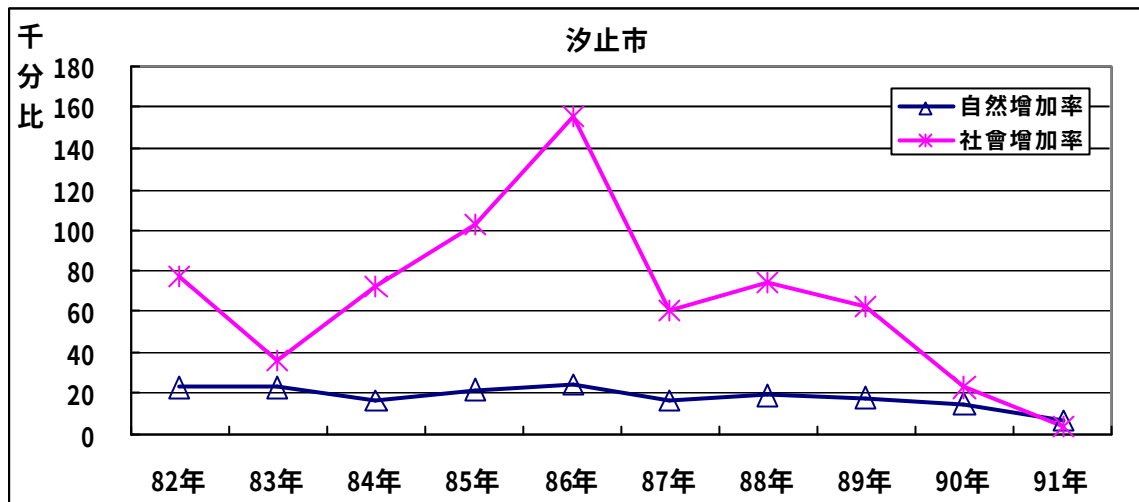
將建地的增減配合人口成長圖如下表，由表 7.9 可發現以台北縣的人口成長為例，所有市鎮中以汐止市成長最多，由表 7.9 可知，大多是社會增加率造成。早期汐止為台北市之郊區腹地，容納台北過多人口，後因淹水災情頻繁，因此人口移入漸緩。

表 7.9 研究區人口成長圖



資料來源：民政局、主計處、本研究整理

表 7.10 汐止市人口成長圖



資料來源：台北縣主計處統計要覽

若將聚落利用 Arc GIS 9.0 軟體計算其分布之坡度上的面積，結果如下表。

1980 年時分布於 15%之內，然因人口漸增，往山坡地開發的面積也愈來愈大，造成的環境傷害也愈來愈大。

表 7.11 聚落坡度變遷圖

坡度(%)	1980 年	1986 年	1991 年	1999 年	2003 年
0~0.9	367,115.44	399,187.17	43,126.09	312,286.29	728,413.58
1~4.9	936,053.44	810,813.49	1091,823.65	3147,056.08	4954,557.13
5~9.9	76,218.13	274,002.73	1377,342.46	1328,129.23	3019,843.12
10~14.9	13,643.35	111,432.31	782,942.48	466,003.92	1134,159.32
15~19.9		101,842.84	873,151.39	394,500.32	430,517.81
20~29.9		4,199.64	1668,318.32	150,639.73	97,719.33
30~			66,768.06	24,295.04	3,536.03

八、基隆河流域氣候與水文

8.1 氣候

基隆河中上游河谷 坡地為台灣著名之多雨區，降雨類型約可分為下列七種
1.東北季風之降雨(冬)、2.鋒面性降雨(春)、3.颱風性降雨(夏秋)、4.熱雷雨(夏)5.
因上層氣流之降雨(秋冬)、6.地形性降雨、7.低氣壓性之降雨(鄧天德，1980)。其
中以颱風最為重要，故本區雨量極端值，多由颱風雨所締造。台北盆地平常洪水
(200 年一次的洪水頻率)均可約束於堤外，但暴雨所形成的逕流，仍會造成台北
市區局部積水災害。這種引起地表積水之劇烈降水，多為中小尺度的強烈對流性
天氣系統造成，降雨型態在時間及空間上均較具集中性。(丘逸民，2000)。下圖
為三個氣候測站的月雨量分布圖。

表 8.1 雨量測站說明

站名	地址	TM 二度分帶 X 座標	TM 二度分帶 Y 座標	標高	記錄年份
火燒寮	台北縣平溪鄉東勢村番 子坑 34-2 號(民宅頂樓)	324813	2764092	380	1955~2004
瑞芳	台北縣瑞芳鎮龍山里瑞 芳街 60 號(瑞芳高工莊 敬樓屋板上)	330186	2778442	101	1962~2004
五堵	基隆市七堵區堵北里	319447	2774911	16	1963~2004

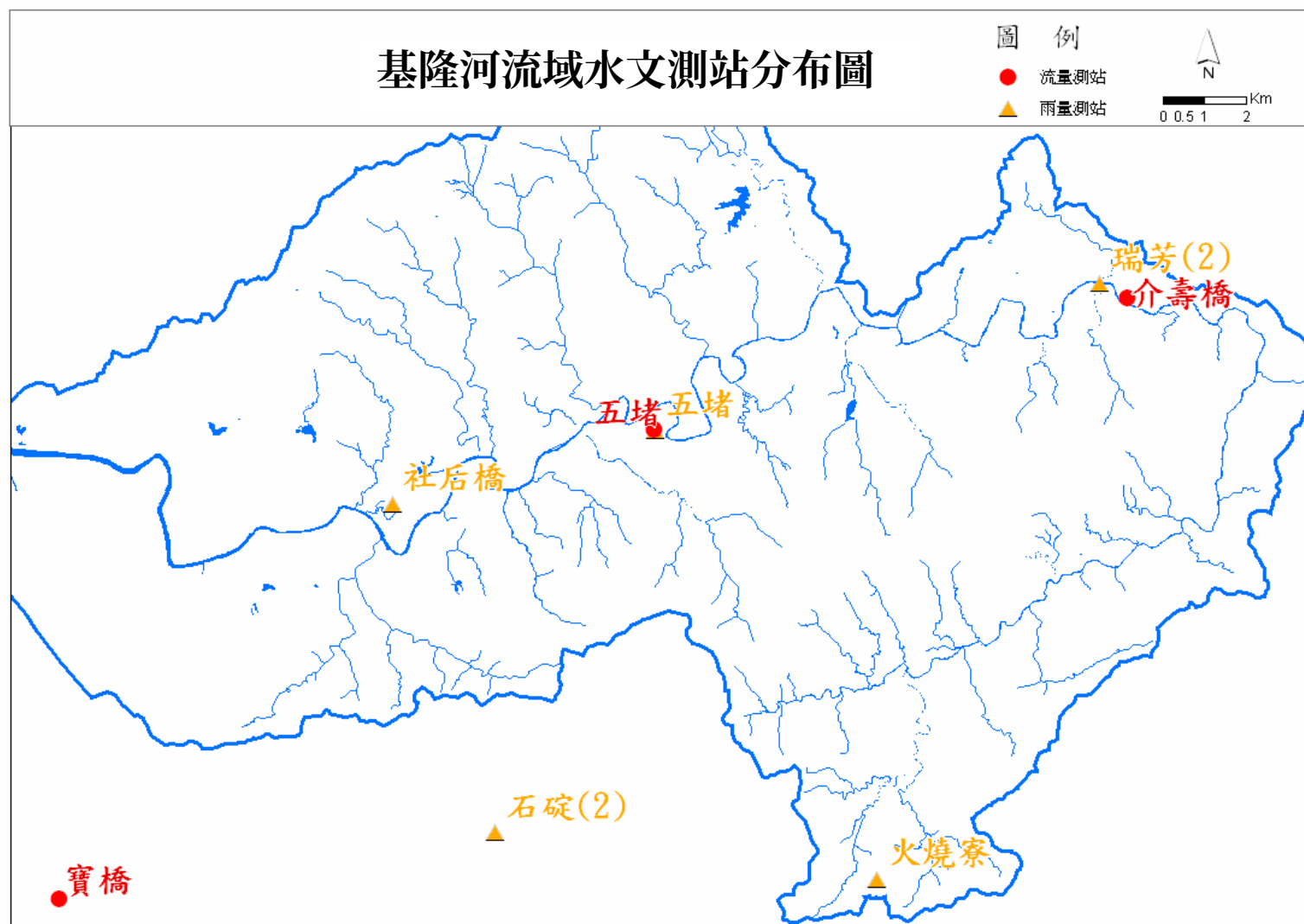


圖 8.1 基隆河水文測站分布圖

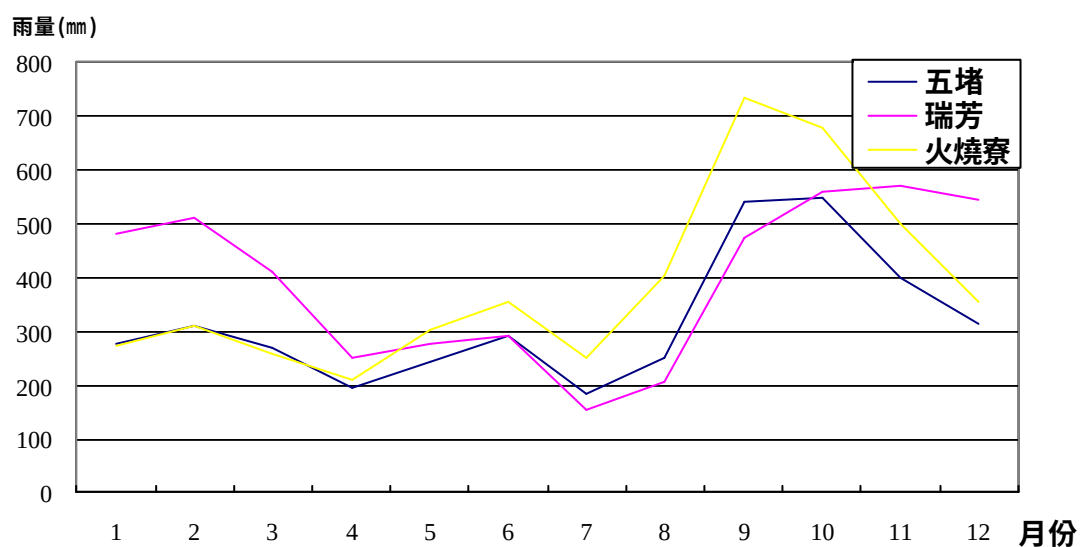
	資料年代	年平均降水量
火燒寮(上游)	1956-2004(49 年)	4631mm
五堵(中游)	1963-2004(42 年)	4724mm
瑞芳(中下游)	1963-2004(42 年)	3822mm

基隆河流域東部源流區的猴硐、三貂嶺和七星山、大屯山附近的年平均雨量 500 公釐，是淡水河流域中降水量最多地區，顯示東北季風與地勢抬升的結果，流域年平均降水量為淡水河三大支流之冠，流域雨期長，九月至翌年二月半年降水量多，四、五月減少，七、八月最少雨，顯示位居西南季風背風坡的特色。(楊萬全，1994)。

由下圖月平均雨量變化圖可知，近五十年以來，東北季風主導整個降雨的情勢並無太大改變；迎風坡火燒寮在東北風盛行之冬季，雨量也有較高的趨勢。

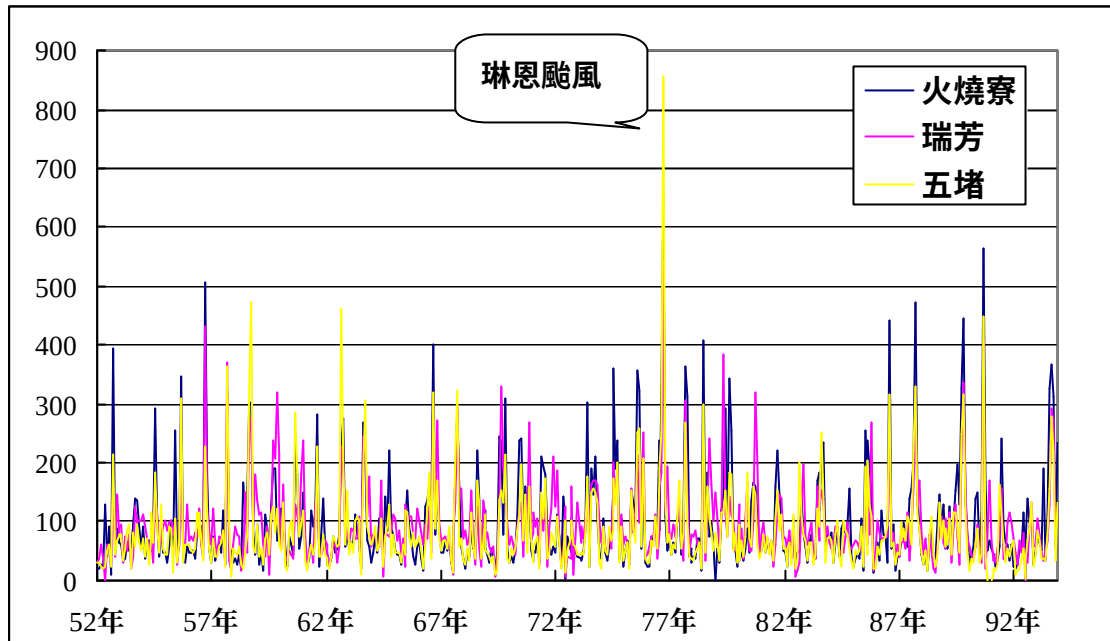
圖 則表示了歷年來每月最大日雨量之變化。雖東北季風所帶來的降雨占了大部份，但掌控主要尖峰流量的仍為夏季的颱風。基隆河流域在一年之中可分為二個降雨高峰，一為九月至翌年二月半較多；第二為五六月之間的梅雨季節。

表 8.2 基隆河流域月平均雨量變化圖



資料來源：經濟部水利署，本研究整理

表 8.3 歷年降雨雨量變化



8.2 水文

基隆河主支流流域多屬細長形流域，雨量雖多，因集水面積不大，無水流瓶頸，不容易發生洪患(楊萬全，1994)。

淡水河三大流域中以基隆河流域坡地最小，大漢溪次之，新店溪流域最陡。基隆河平均高度在三條河流中最低，因此雨量之地文效應也不大，排水密度最大。逕流量則少於新店溪流域，大於大漢溪，比流量為三大支流之冠。介壽橋測站的年平均逕流量為 12.89cms，大於年平均值的月份有九月至翌年的二月(半年)，少於年平均值的月份為三月至八月(半年)，以七月份最少，梅雨的比重也不高。五堵站也很相似，七、八月份最少(楊萬全，1994)。

表 8.4 淡水河三大支流比較表

河流名稱	地點	距離(km)	高度差(m)	平均河床比降(千分比)
大漢溪	樹林以上	126	3483	27.64
	樹林以下	9	87.96	0.87
新店溪	新店以上	66	1535.5	23.25
	新店以下	14	15	1.06
基隆河	松山以上	63	73.2	11.65
	松山以下	23.6	3.2	0.13
淡水河	江子翠以下	24	3.2	0.134

資料來源：楊萬全，1994

九、基隆河流域的災害

基隆河中上游河谷坡地土壤流失，以水蝕為主，風蝕次之，開礦、築路和耕作不善所引起的流失也很嚴重。

本區土壤流失的因素，以降雨強度、坡度、土壤性質、土地利用方式及地表覆蓋等最為重要。基隆河中上游河谷坡地，夏季降雨強度大，冬季東北季風期間降雨持續性久，耕地管理不善或林地天然覆蓋稍受破壞，就會引起土壤沖蝕。

9.1 基隆河流域重大水災

基隆河流域的暴雨多由颱風帶來，故列出影響基隆河流域較大的例年颱風如下：

9.1.1 1987 琳恩颱風(Lynn)

民國七十六年十月琳恩颱風侵襲，造成基隆河兩岸一千多公頃土地受到淹沒，尤以八堵至南港地區最為嚴重。

9.1.2 1996 賀伯颱風(Herb)

強颱賀伯颱風侵台時間為 1996 年 7 月 29 日至 8 月 1 日，台灣災情，航空、鐵路交通全面停飛、停駛、公路坍方，橋梁斷裂，中南部沿海地區海水倒灌，台北市、縣多處淹水，南投水里鄉、信義鄉、鹿谷鄉山洪爆發，多人慘遭活埋。阿里山測站於 7 月 31 日單日降水累計雨量達 1094.5 公厘，創歷史紀錄，51 人死亡，22 人失跡。

9.1.3 1998 瑞伯颱風(Zeb)

強颱瑞伯颱風侵台時間為 1998 年 10 月 13 日至 17 日，災情以北部及花東地區最為嚴重。北部、中部山區及東部多處道路坍方，豪雨造成河水暴漲，多處地區嚴重淹水，以台北汐止最為嚴重，全省共有 28 人死亡、10 人失蹤、27 人輕重傷，農業損失達 51.6 億。

9.1.4 1998 芭比絲颱風(Babs)

中颱芭比絲颱風侵台時間為 1998 年 10 月 25 日至 27 日，受颱風外圍環流及東北季風雙重影響，引發北部及東北部地區嚴重豪雨，鐵公路交通因多處地區積水或坍方中斷，台北縣、基隆、宜蘭多淹水，尤以汐止最為嚴重，有 3 人死亡、3 人失蹤，農業損失 4 億元。

9.1.5 2000 象神颱風(Xangsane)

中度象神颱風侵台時間為 2000 年 10 月 31 日至 11 月 1 日。因外圍環流及鋒面雙重影響，台灣北部、東半部、恆春半島及中南部山區降下豪雨，造成汐止、台北市、基隆及宜蘭部份地區積水嚴重，全台近 26 萬戶停水，農業損失約 36 億，死亡人數 64 人。第十河川局表示：象神颱風來襲，在五堵地區蒐集到的資料顯示，這三天來降雨量達七百多公釐。水患之大超越十三年前的琳恩颱風，淹水地區不止到了七堵區，更往上游推移，暖暖、碇內、瑞芳皆成了嚴重的災區。

9.1.6 2001.9 納莉(Nari)

中颱納莉颱風侵台時間為 2001 年 9 月 15 日至 19 日，由於颱風停留時間過久及其貫穿的特殊路徑所致，台灣地區降下豐沛雨量，造成北台灣嚴重水患，台北市捷運及台鐵台北車站淹水，部份山線、海線及花東線中斷，多處地區引發土石流災害，近 165 萬戶停電；逾 175 萬戶停水，共有 94 人死亡，10 人失蹤。農業損失約 42 億元。

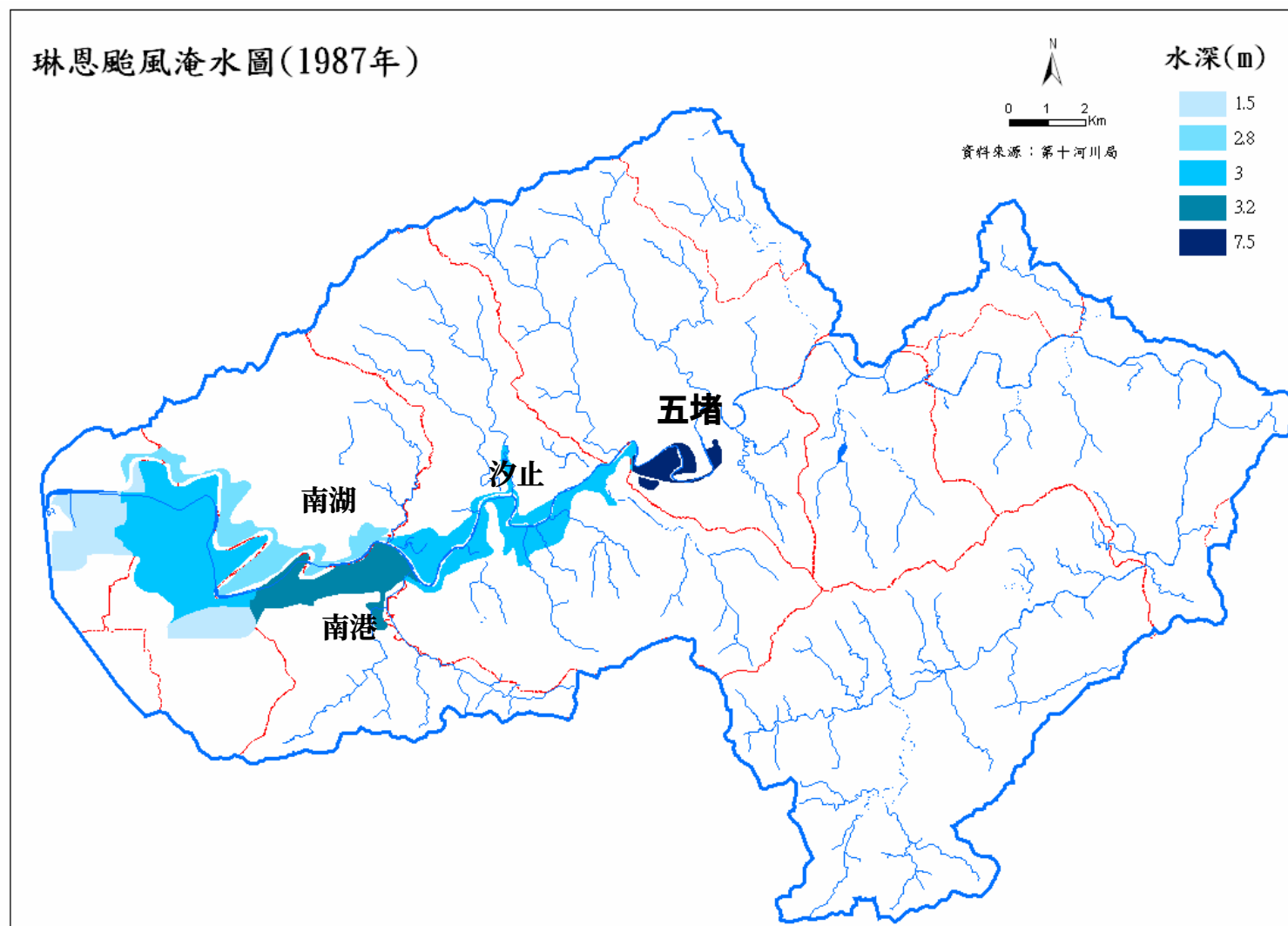


圖 9.1 琳恩颱風淹水圖

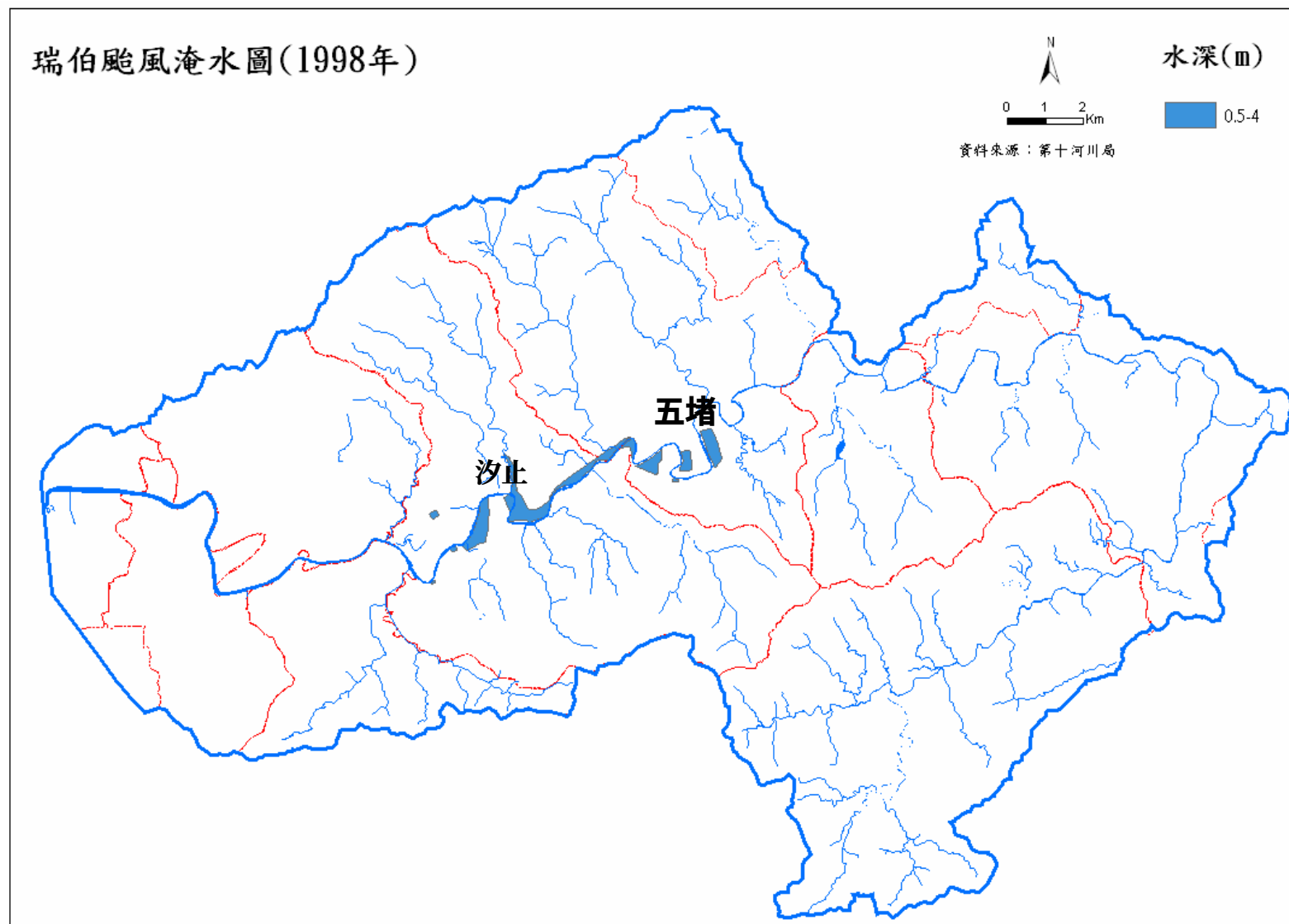


圖 9.2 瑞伯颱風淹水圖

芭比絲颱風淹水圖(1998年)

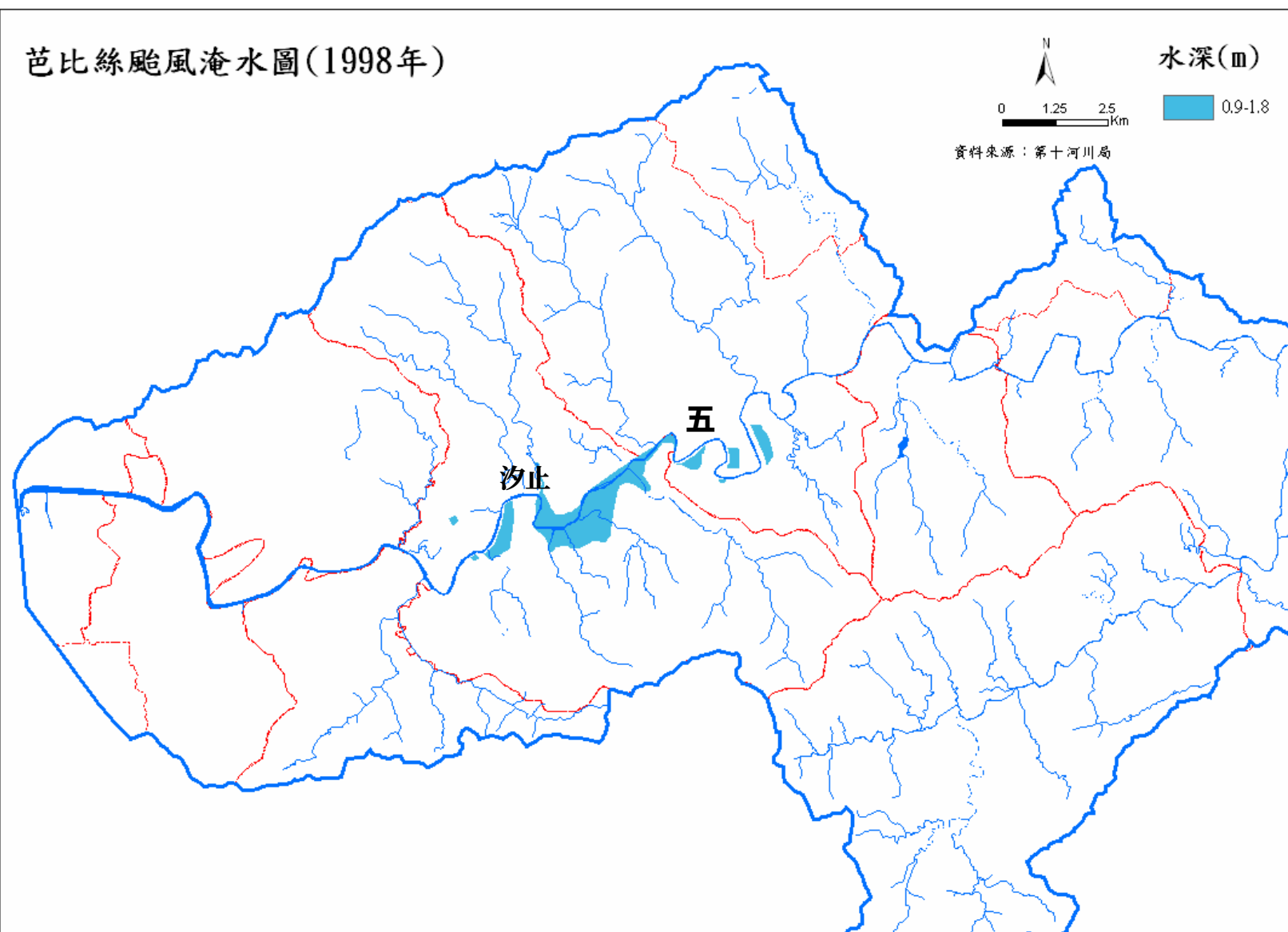


圖9.3 芭比絲颱風淹水圖

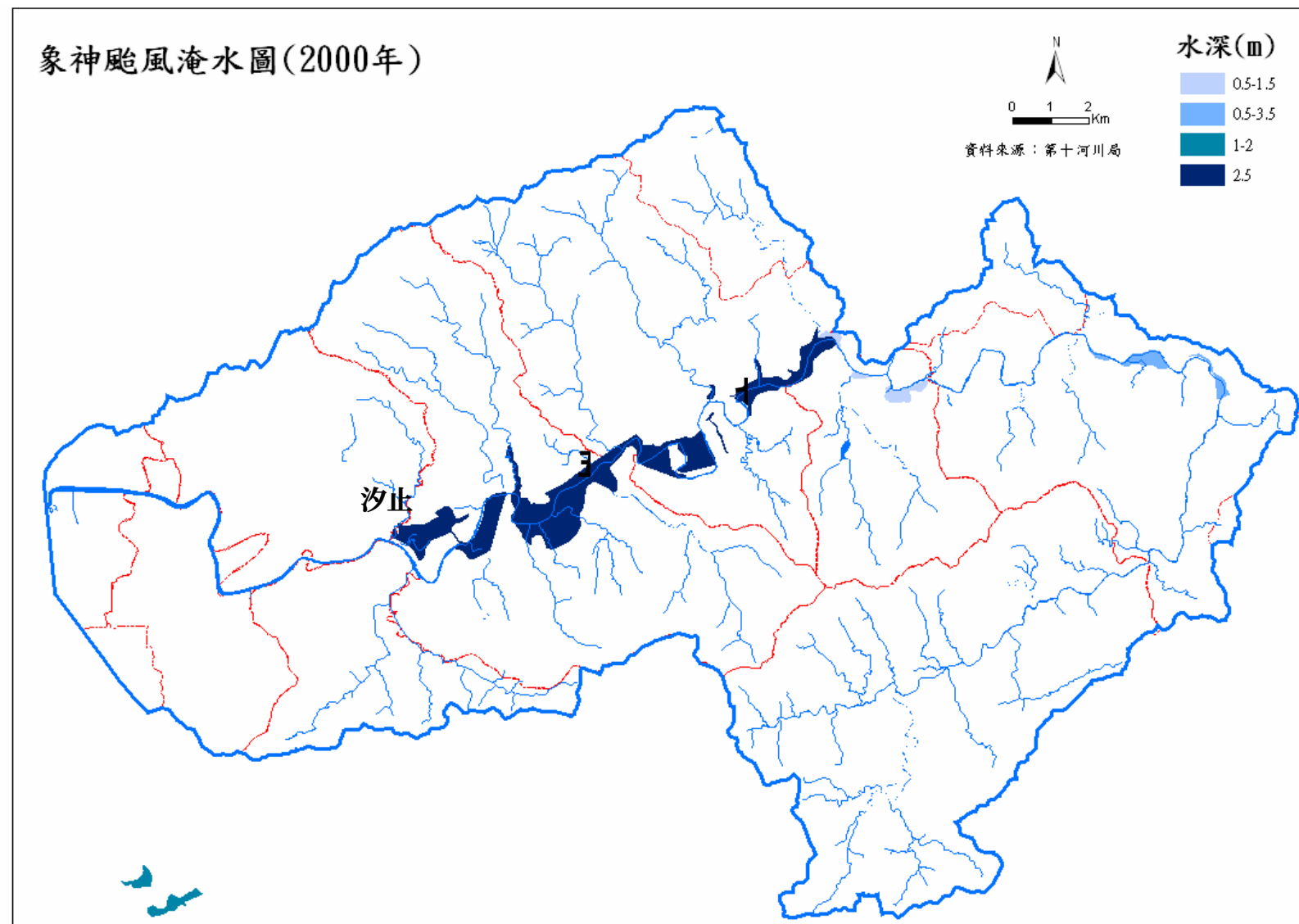


圖 9.4 象神颱風淹水圖

9.2 基隆河的水患問題

9.2.1 淹水區分布

基隆河屬於連接山坡而成的山谷形河川，因此山谷就是河道，兩岸並不適合居住，不過沿著基隆河兩岸的住宅區工業區卻不少，其中包括南港、內湖、汐止、七堵、八堵以及遭受納莉重創的瑞芳地區。

根據經濟部水利處所分析的資料顯示，當達到 200 年洪水重現距時，南港及汐止地區將是淹水最嚴重的地區（圖 9.5）。從圖中可觀察到，南港汐止地區都市不斷的往河岸擴張，使得人與水爭地，將來若發生淹水災情，損失將相當嚴重。

淹水的發生，即洪水量超過河流之容量，向兩岸地區外溢，故洪患大多先發生於河流沿岸低窪區（鄧天德，1980）。張石角(1986)認為水災類型與淹水地區之地理位置有成因上的關係，因此將都市型水災可分成四類：

1. 沿河兩岸低地及周圍零公尺地帶水災：屬於大河及潮汐之影響範圍，當颱風帶來豪雨時，河水位高漲，最先淹沒此地區，堤防也為此而設。例如永和市往昔為新店溪洪流緩衝地區，日治時代列為禁建地區。
2. 地層下陷地帶之水災。此亦屬大河之影響之範圍。
3. 沖積平原都市化地區水災。沖積平原先天上即有排水不良現象，都市化地區、道路、管線縱橫，自然排水系統多，遭破壞而修築坦防更增排水困難，每逢都市集水區內豪雨，市內即產生水災。鄧天德(1980)將之稱為「積水氾濫型」，指市區由於排水系統不良，造成積水現象，以妨礙交通，損毀屋宇或作物而言，日本人稱之為「內水」。

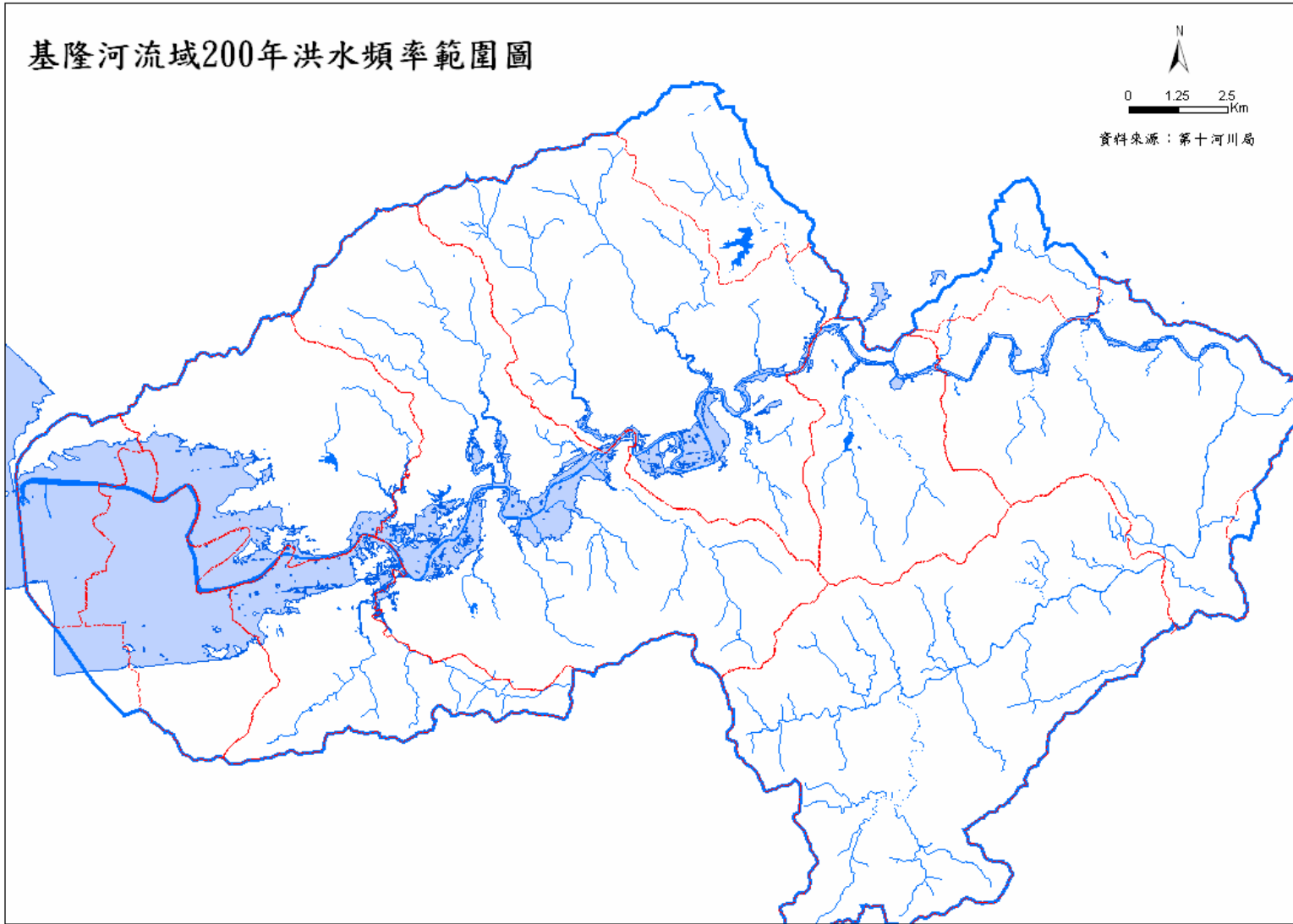


圖 9.5 基隆河流域 200 年洪水頻率分布圖

4. 山麓地帶水災：都市擴展到都市邊緣之山麓地帶，逕流增加而有逕流增加而即有排水系統又未能配合，致發生此類型的水災。

9.2.2 水患成因

空間的利用，乃都市發展必然的趨勢，惟利用程度必須有其限度，尤其是座落於洪水平原上的都市，聚落的密度與配置，應該洪水之排洩為考慮前提，才不致使洪水災害損失隨著對於土地利用投資的增加而增加(鄧天德，1980)。洪水雖來自大量降雨，但自降雨變為洪水的過程中，尚須經過集水區之調節。

淡水河流域容易有水患的發生，地勢低，水量大，水流瓶頸是形成洪患的主要原因(楊萬全，1994)。台北盆地地面標高 20 公尺以下的面積約 240 平方公里，標高 10 公尺以下約 150 平方公里，標高零公尺以下(低於海平面)也有數平方公里，所以是地勢低。而淡水河流域面積為 2728 平方公里，其中大漢溪流域和新店溪流域匯集後，到台北橋(水流瓶頸)的集水面積約為 2100 平方公里，再匯集基隆河流域和塹子川流域之後，到關渡(水流瓶頸)的集水面積約為 2680 多平方公里，豪雨、颱風雨時水系匯集的面積大，容納的台北盆地面積小(240km)所以是水量大，盆地內洪水時不能順利通過的水流瓶頸，有台北橋、關渡、和基隆河上的中山橋。因此台北盆容易形成洪患。

9.3.3 汐止水患問題

綜合以上各種氣候水文人文因素，以汐止為例分析淹水成因：

- (1) 地形限制：汐止境內山地約佔總面積的 69%，其餘則屬河谷盆地，且位處基隆河下游平坦的狹窄沖積平原上。基隆河上游坡度陡峭，但經瑞芳、八堵轉折後，坡度變得極為平坦，加上支流河道狹窄很大，每遇暴雨水流便迅速匯集於下游處。就防洪的觀點而言，基隆

河流域在汐止、五堵段的狹窄河谷地行並不適合開發為大型市鎮。

- (2) 雨量大且集中在基隆河上游山區，例如上述之瑞伯(1998.10.14)及芭比絲颱風(1998.10.25)三日累積雨量分別達 578mm 及 612mm(五堵雨量站)，其間隔不過 10 日，便降下極大的雨量。2004 年員山子分洪工程啟用之後，似乎發揮部份效果，但若雨量降在員山子分洪之下游，仍有發生水患之餘慮。
- (3) 潮水頂托效應：汐止位於基隆河中游，但早期潮汐往往漲潮至此，故稱「汐止」或「水返腳」。若大潮期間遇上持續暴雨，河水無法順利排至出海，水患更加嚴重。
- (4) 不當過度開發：聚落數化後的結果，不管是從比例或是面積上來看，都有逐年增加的趨勢，以及向坡度更高的地方

9.3 基隆河流域的地質災害

由於山坡地開發及河岸地區的開發及建設，在人與大自然爭地的情況下，對環境造成不少衝擊。

基隆河流域近年來由於山坡地開發及河岸地區的開發及建設，在人與大自然爭地的情況下，對環境造成不少的衝擊，也因此，在沒有做好妥善的水土保持及環境影響評估下，產生了許多人為及自然的災害。

基隆河流域發生最早且廣為瞭解的重大災害為民國 63 年 9 月 28 日，在中山高速公路八堵交流道在豪雨後發生山崩，死亡人數為 36 人。災害類型為順向坡地滑所造成的，地層則為厚層砂岩夾薄層頁岩，地層傾斜角約為三十度。造

成這個山崩的原因和高雄半屏山之例子很類似，是為了建造公路將順向坡之坡腳挖掉後使得上方之岩層變成不穩定，在雨季時雨水下滲軟化頁岩地層加上地下水水壓使得砂岩沿著地層交界面下滑（現代營建，1998）。

民國 65 年 5 月 29 日東信路山坡地發生山崩，使坡下的民房六棟和坡頂的東光國小校舍部份損壞（張石角，1980）。其發生的主要原因為連續性的降雨及東光國小污水管破裂漏水，使地層中孔隙水飽和，重力增加，而發生地滑式的山崩。

民國 66 年 9 月 23 日高速公路汐止收費站北 750 公尺公路上邊坡崩坍五公頃，幸無人傷亡。大竿林、大德國中、七斗山、八斗子社區都曾先後發生地滑災害。政府及民間之事後補救措施為興建擋土牆、排水設施、移除不穩基石、建平台及加強植被等（王秋原等，1984），民國 87 年 8、9 月又發生三次山崩，共死傷七人。

民國 86 年 8 月 18 日上午 8 時許，適逢溫妮颱風侵襲，位在汐止鎮林肯大郡社區後方的邊坡突然滑動，瞬時之間，造成房屋 80 戶全毀、20 戶半毀，居民死傷近百人的重大慘劇。

民國 89 年 11 月 17 日瑞芳九份基山街旁山坡地，11 月 17 日凌晨四時許發生崩塌事件，造成五戶民宅被土石壓毀，所幸住戶早就疏散，並未造成人員傷亡，但 102 縣道交通被迫中斷，九份國小臨時決定停課一天。

1998.9.4 當日上午，位於基隆中山二路旁的一處山坡，數顆大石自山頂崩落，壓毀崖下三棟民宅，造成一死一傷。

民國 90 年 9 月 18 日由於納莉颱風的侵襲，造成台北縣三峽鎮嘉添里白雞 68 號，突然為大雨造成土石流所淹沒，共有 4 人死亡。內湖碧山路亦造成順向

坡之風化土層滑動掩沒民宅，造成 4 人死亡。另外，陽明山土石流災害也各造成 4 人死亡。從基隆河流域的地質環境來看，的確有潛在的危險，中央地質調查所做過十分詳細的調查。

9.3.1. 順向坡

順向坡是指坡地之傾斜與地層之傾斜同向（依地形學或水保法規之定義，坡地之走向與地層之走向交角小於 45 度且二者之傾斜同向時該坡地即為順向坡），在此種狀況下，可能會因為坡腳遭切除致失去下方支撐力，或雨水下滲至地層面上造成潤滑作用使上方岩層沿層面下滑，遺留平面狀地形，此即為順向坡滑動。在傾斜、互層狀沉積岩區此為相當常見之地質現象。順向坡是由地層所控制，地層若夾有較為堅硬之砂岩，而地層傾角適中時，因差異侵蝕後容易出現順向坡情況，通常順向坡之坡面是由砂岩之組成，坡面有分布著深層之表土或崩積土等，這種情形最常出現在本區木山層、大寮層、石底層及南港層等地層出露之區域，因為此兩岩層都是由砂頁岩所組成，而且砂岩層厚且堅硬，加上地層傾角在 20° 至 80° 之間，經差異侵蝕後常形成明顯之順向坡地形。

基隆河北岸都有大面積之順向坡區域，坡面傾向東南，坡面傾向變化很小，使得地形等高線幾乎呈直線狀。例如在內湖圖幅金龍禪寺後方邊坡就是這種情形，且其為下方舊崩塌地之崖部，而崩積土區面積廣大，岩層位態使推擠作用影響，岩層並未破碎但位態產生倒轉現象。

9.3.2. 崩塌 (Debris fall)

淺層崩塌 (LS1)—淺層崩塌為山崩類別之一，主要為岩體或土體表層之滑動或崩落現象，常發生於坡度大、不連續面發達與固結不良岩層 (如砂頁岩薄互層、頁岩與泥岩、崩積土、厚風化土層或礫石層)，易因豪雨或地震作用而誘發。

淺層崩塌後坡面因而呈裸露狀態，而崩滑下來之土、石乃堆積於崩崖趾部或坡趾。這些因崩塌作用並未完全停止或因土石缺乏植生保護而易受沖蝕而發生零星崩落現象，使得再次發生崩塌之機率較高。公館、軍功坑、象頭埔等分布個數較多，其次為五分埔、深坑、木柵及指南宮等。區內以軍功坑一帶淺層崩塌區下緣較多建物及道路分布，而在指南宮一帶則較遠離社區其危害較小。

9.3.3. 落石(Rock fall)

落石是分離之岩體以自由落體之方式向下掉落，通常會出現在斷崖或垂直之邊坡。主要是由岩性所控制，通常堅硬之砂岩及火成岩分布區域，會形成陡峭之邊坡，當岩體因節理影響而分離時便產生落石現象。在基隆河南岸之五分埔、軍功坑、象頭埔等分布個數較多，其次為公館、深坑及木柵。

基隆河北岸則主要分布在大寮層及安山岩出露之區域。大寮層中夾有數層厚約 20 公尺之砂岩，在中央社區附近形成陡直之邊坡，加上風化侵蝕之影響，形成墜落敏感區。另外一個容易產生落石災害之岩層是安山岩流出露區域。在仰德大道及至善路西側是火成岩出露區，岩性包括凝灰岩及安山岩。凝灰岩地區因岩性較弱，經風化後地形平緩表層土壤較厚，但安山岩區因岩性強度大，在地形上常出現陡直之邊坡，同時岩塊裸露加上節理豐富，容易產生落石災害，尤其在仰德大道一段至國安局附近之邊坡都是落石之敏感區域，尤其在紫竹寺上方孤懸之巨厚岩塊，墜落之可能性非常高。另外在內湖葉氏祖廟上游是土石流敏感溪流，河床深切，河岸陡直，潛伏著落石之災害。

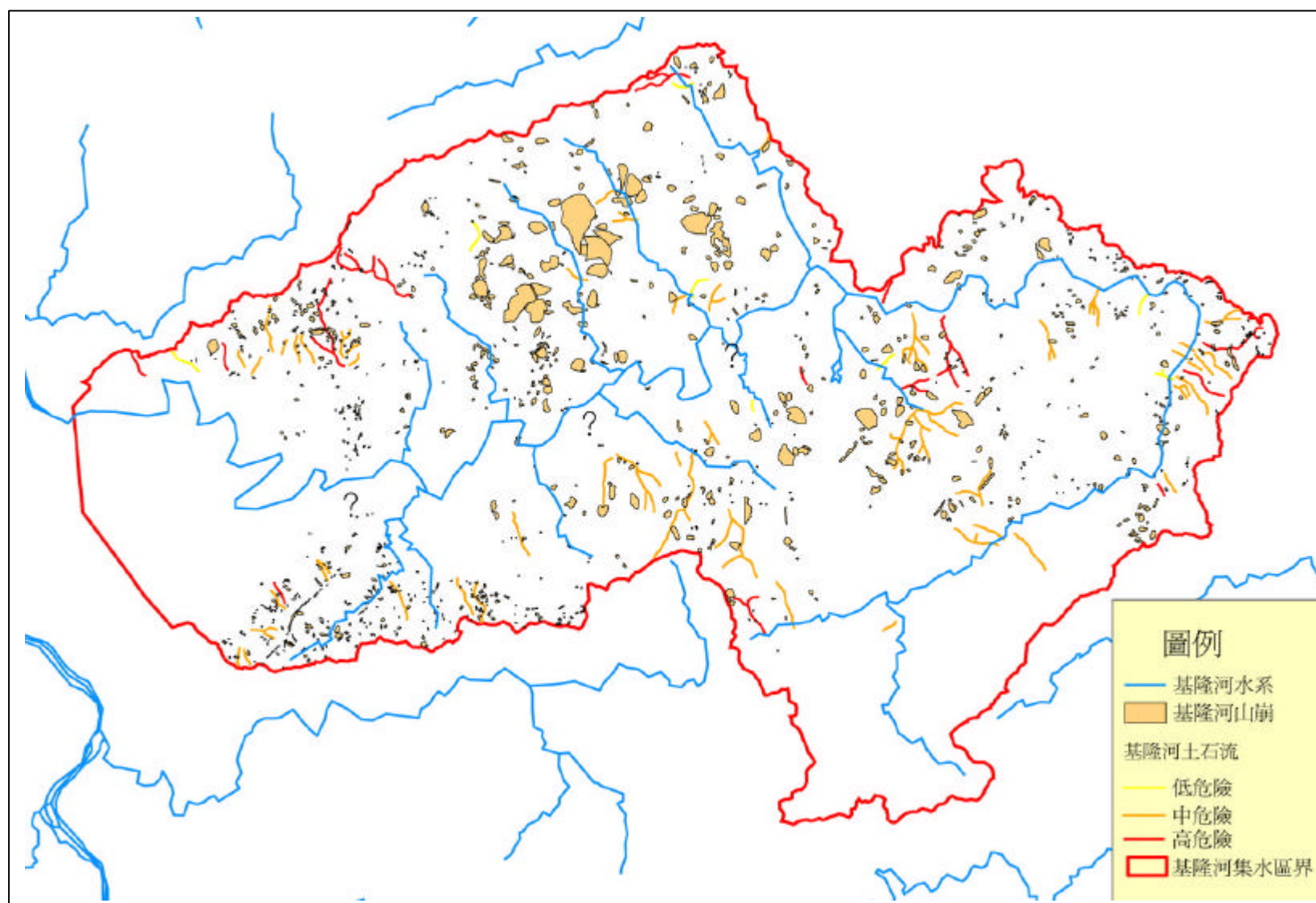


圖 9.6 基隆河流域山崩及土石流分布圖

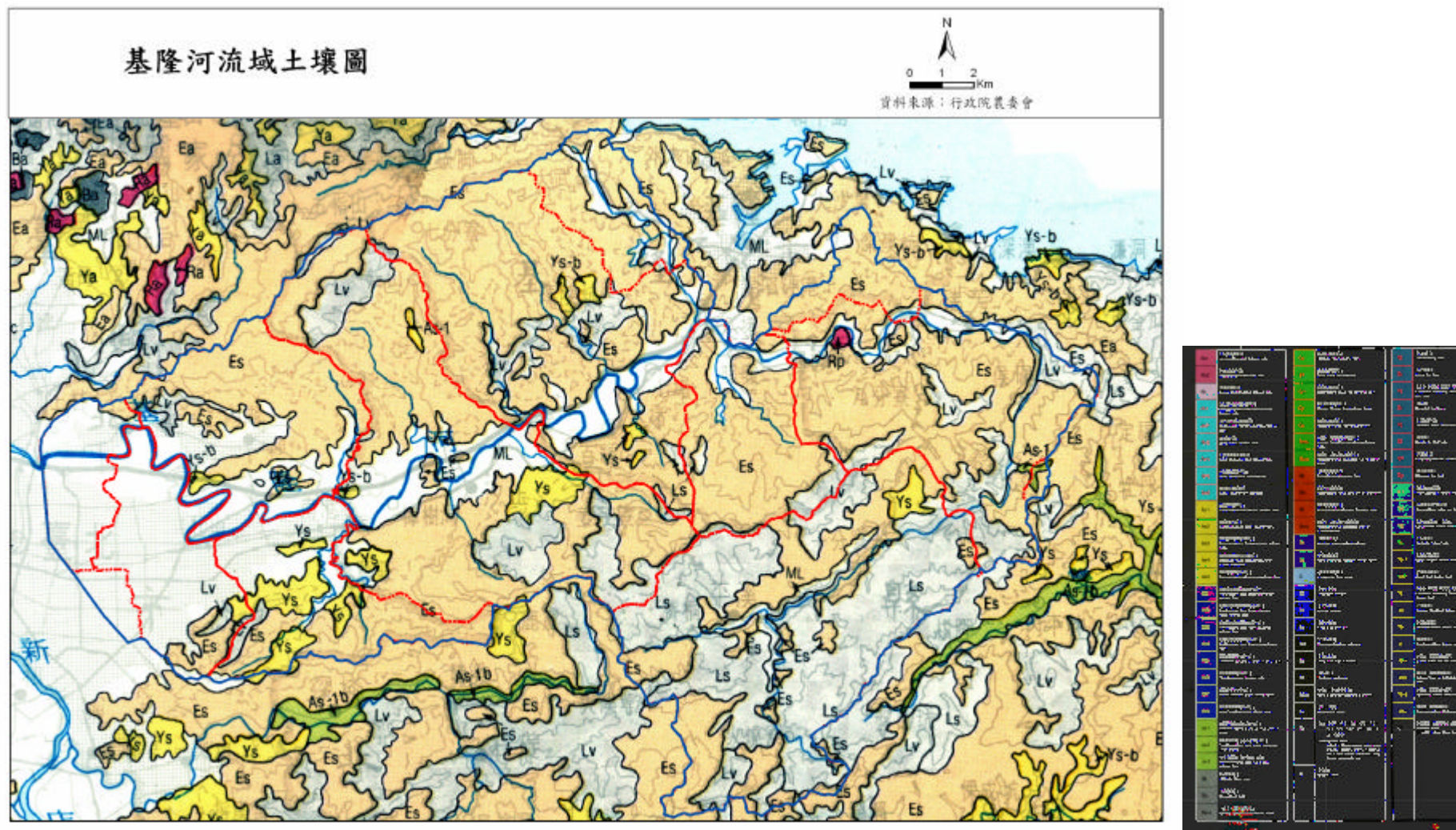


圖 9.7 基隆河流域土壤圖

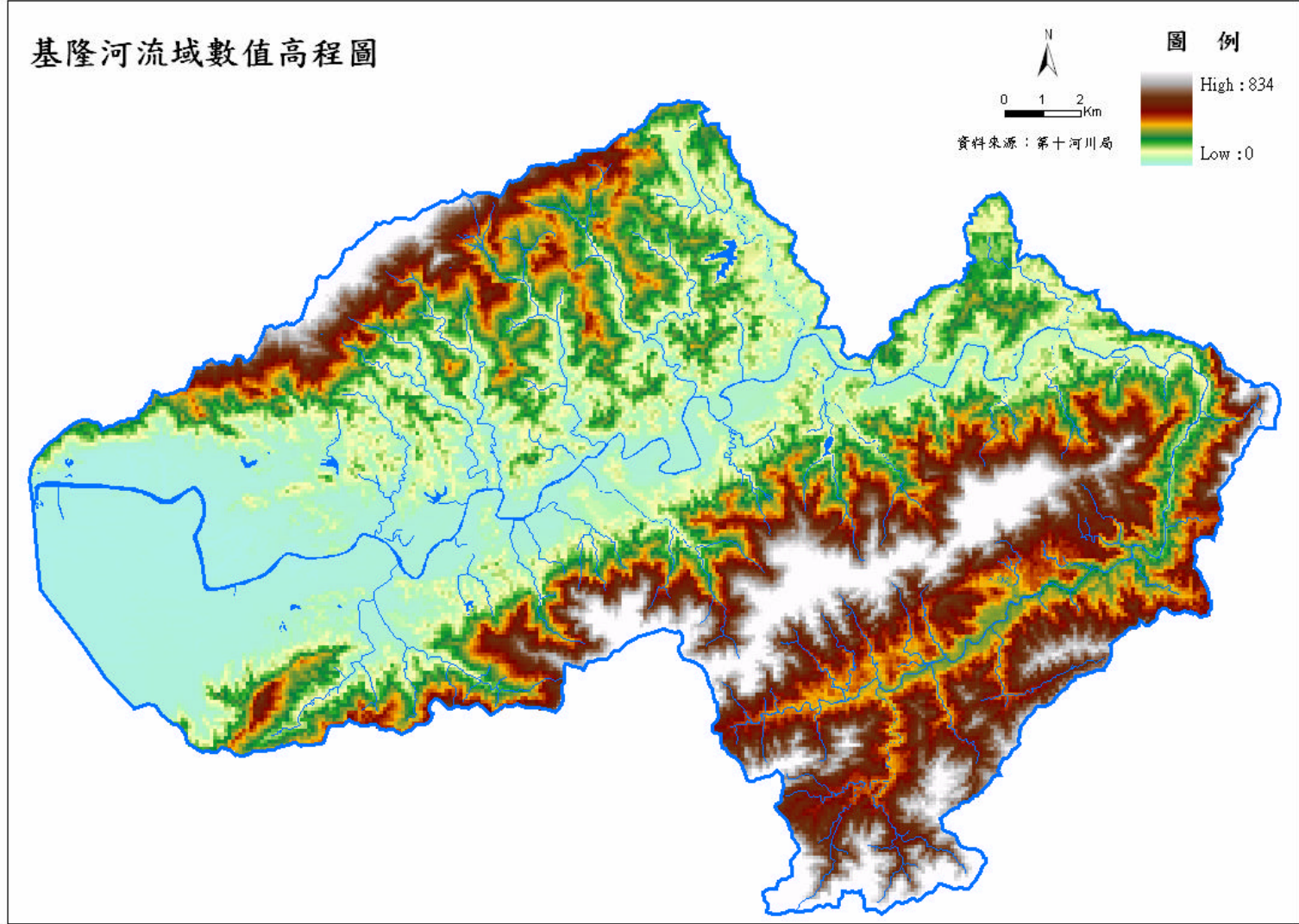


圖 9.8 基隆河流域數值高程圖

十、結論

- (一) 以 Arc GIS 9.0 萃取農航所 DEM 資料(40*40m)的水系，使用美國地質學家 Strahler(1957)研擬的方法，計算一級河數為 154 條；二級河為 36 條(附圖一)。根據 Horton 分析集水區形態特徵發現河流數目和河流等級之間有一定的數學關係(Horton ' s Law)，一級河的數目及規模對逕流也有一定的影響力，因此這些地文參數計算有助於往後的分析。
- (二) 本研究利用 DTM 資料來分析基隆河流域的特性，得到基隆河主流長為 735.64 公里、流域平均寬度 0.505(km)、形狀係數 0.0006、流域密集度 0.068、流域細長比 0.03。
- (三) 基隆河流域土地利用的分析主要以 1995、2004 數化的土地利用分類資料進行比較，並將其細項分類簡化歸納成七類，分析結果顯示建地增加 8.71%、林地減少 20.37%、水體增加 5.53%、交通增加 16.32%、草地減少 0.51%、農地減少 10.37%、其他增加 0.39%。從資料顯示林地及農田減少許多，可能是因為山坡地開發，並使得交通及建地面積增加。
- (四) 以汐止地區為例來觀察山坡地開發的情形，研究結果顯示汐止地區的建地大致上都有擴增的趨勢，從 1980 年 2%到 2003 年的 14.7%聚落，其建地的增加與當地人口的成長有一致現象。本研究利用 Arc GIS 9.0 軟體分析在不同坡度上的建地面積，1980 年時分布在 15 度之內，之後在 15 度以上坡度的建地有增加的趨勢。主要是隨著人口漸增，往山坡地開發的面積也愈來愈大，造成的環境傷害也愈來愈大。
- (五) 基隆河流域鄰近台北盆地，人口主要集中在河道的兩岸，對於環境的敏感度較高，由於許多山坡地的開發，使得當地分布了許多潛在的山崩及土石流危險區。本研究整合過去相關研究的資料，以不同主題圖的呈現當地地形特色及災害的分布，能更清楚瞭解過去基隆河流域災害發生的位置及情況，同時能提供政府單位未來在災害應變及經營管理的參考。

十一、參考資料

- 王世慶 (1996) *淡水河流域河港水運史*, 台北：中央研究院中山人文社會科學研究所。
- 王如意 (2000) *應用水文學*, 台北：中國土木水利工程學會。
- 王秋原 (1983) “基隆河流域聚落發展及居民活動空間之研究”, 台灣大學地理系地理學報, 第十四期, 頁 80-90。
- 王鑫 (1988) *地形學*, 台北, 聯經出版事業公司。
- 丘逸民 (2000) *台北盆地降雨的空間特性的研究(II)：暴雨的分布、深度與面積雨量*, 師大地理研究報, 32:81-123。
- 台灣大學環境工程學研究所 (1983) *台北市行水區土地利用之研究報告書*。
- 李鹿苹 (1984) *台灣小區域地理研究集*, 台北：國立編譯館。
- 杜友仁 (1997) *基隆河之地形研究*, 中央大學應用地質研究所碩士論文。
- 周素卿、高傳棋 (1996) *舊地圖與都市土地利用變遷：以台北加蚋仔地區為例*, 地理學報, 21:1-37。
- 林奕翔 (2001) *高解析衛星影像之空間定位精度分析及其在淺水深度量測之應用*, 國立中山大學海洋環境及工程學系研究所碩士論文。
- 基隆河截彎取直與水災關係分析報告 國政研究報告* (1991) 財團法人國家政策研究基金會。
- 張石角 (1986) *台北盆地都市化程度與其自然災害之關係研究(I)*, 國科會計畫研究報告。
- 張石角 (1987) *台北盆地都市化程度與其自然災害之關係研究(II)*, 國科會計畫研究報告。
- 張石角 (1988) *台北盆地都市化程度與其自然災害之關係研究(III)*, 國科會計畫研究報告。

張石角 (1990) 台灣北部地區過去二十裡重大崩山災害及其對環境之影響 (1968-1986), 地理學報, 14:11-27。

張石角 (1980) 基隆市東信路山坡地災變之研究, 工程環境會刊, 1 期, 民國 69 年, 9 月, p.17-28

現代營建 (1998) 台灣山坡地災害類型及產生因素之探討 (上), 第 223 期。

陳文福 (1992) 集水區環境與水文之關係, 水土保持學報。

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, 基隆市立文化中心。

黃瓊彪 (1990) 台灣森林集水區土地評鑑模式初步研究, 地理學報。

楊萬全 (1994) 認識淡水河流域的水文, 中等教育, 45(4): 29-46, 台灣師大中輔會。

農委會(2002), 崩場地調查與後續演替趨勢觀測。

農委會 (2003) 全台灣地區 1420 土石流危險溪流調查。

劉承洲 (1979) 基隆河中上游河谷地區土地利用之研究, 華崗學報, 3:190-307

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) 台北盆地洪患之地理研究, 華崗學報, 3:3-112

賴進貴 (1995) 數值土地利用資料準確性之研究, 地理學報, 19:91-103。

賴進貴 (2000) 細胞自動機與地理資訊系統結合之初探研究, 中國地理學會會刊, 28:109-126。

Osman, A. Akan and Houghtalen, R. J. (2003) *Urban Hydrology, Hydraulics, and Stormwater Quality*

- Veldkamp, A. (2004) *Modeling land use change and environmental impact*. Journal of Environmental Management 72:1-3
- Bhaduri, B. , Harbor J. , Engel, B. , Grov, W. (2000) *Assessing Watershed-Scale, Long-Term Hydrologic Impacts of Land-Use Change Using a GIS-NSP Model*. Environmental Management 26:643-658.
- Gerlach, F.(2000) “Characteristics of space imaging’ s one-meter resolution satellite imagery products”, *Int. Archives of Photogrammetry and Remote Sensing*, Vol. XXXIII, Part B1.Amsterdam 2000. pp. 128-135
- Sharma, T., Satya P. V., 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 Vol.22, No.11: 2095-2108
- Toby N. , Carlson, S. , Traci Arthur (2000) *The impact of land use – land cover change due to urbanization on surface microclimate and hydrology: a satellite perspective*. Global and Planetary Change 25: 49-65

附錄：照片



北二高速公路汐止段，公路旁的山坡地可見許多建築物。



汐止的土地利用多為工廠及貨櫃廠，雖然是低度開發，但也是增加了許多不透水面積，是造成洪患的原因之一。



基隆河一支流康誥坑溪沿岸之聚落，房屋建築在坡地之上，河流又不斷侵蝕，但在汐止山的山坡地上處處可見此種社區建築。



沿康誥坑溪往上游的水源路二段，路基已經流失崩壞，汽車無法繼續往前。

第二章 大甲溪流域

一、前言

大甲溪歷經九二一地震、桃芝颱風及敏督利颱風侵襲，造成許多嚴重崩塌及土石流問題，造成中橫公路德基到谷關路段中斷，松鶴部落、谷關地區受到嚴重破壞，本研究蒐集大甲溪集水區各相關資料，並製作成圖集及崩塌地分布圖，希望能夠提供政府單位未來規劃及災害防治的參考。

整個資料成果的展現上，也可以看出時間長達 16 年（1989-2004），是一個對集水區資料有系統的展現。資料的種類，包括了歷年來的相關圖集、航空照片、衛星影像等，在本研究中都做了一個整理，並且把相關的影像，也能按照圖幅的分幅，有系統的展現，這是本年度最重要的成果。

希望這份集水區的圖集，能提供未來有興趣於此區進行研究或規劃、經營管理、救災者，都能有直接的圖面資料，做為各種用途參考。

二、研究目的

- (一) 本年度的主要目標為完成大甲溪流域研究樣區的影像資料收集，包括 SPOT 衛星影像、經建版地形圖一、三版以及航空照片影像等，並將這些資料轉換成電子檔案及轉換成 97 座標系統，以利將來後續資料的應用及分析，最後將這些影像資料出版成圖集。
- (二) 利用蒐集的各種網格資料、向量資料，處理、整合，出版為大甲溪集水區相關主題地圖。

三、研究區介紹

大甲溪流域位於台灣之中西部，北鄰大安溪，南界烏溪，主流全長 140.21 公里，流域面積 1,309.22 平方公里，流域內山地與台地約佔 90%，平地僅佔 10%。大甲溪發源於雪山山脈之雪山(海拔 3,886 公尺)及中央山脈之南湖大山(海拔 3,740 公尺)，分水嶺高峰多在 3,000 公尺以上，為典型急流河川。最上游為南湖溪，至太保久附近與伊卡丸溪匯合後始名大甲溪，流經梨山、佳陽至德基達見，河幅較為寬廣；德基水庫以下則成帶形，經谷關、白冷、馬鞍至東勢流入平原，過石岡後蜿蜒流向西北，於清水附近入海。

大甲溪流域位於北迴歸線北方屬於副熱帶氣候區。其位置介於東經 120°31' 至 121°31' 及北緯 24°10' 至 24°24' 40" 之間，流長 140.21 公里，總流域面積 1,309.22 平方公里，為台灣主要河川之一。

全流域南北緯度差 14' 40" 對於氣候之影響較小；但因流域東西狹長，上下游相距幾達 100 公里，地形複雜高低差約 2,000 公尺，且西濱台灣海峽，對流域內的氣候則有顯著影響。氣象資料分析如下：

(一)氣溫

流域氣溫受距海洋遠近差異及地形複雜高低差懸殊等因素，使得流域年氣溫差約 10°C 之間；區內月平均最低溫度在 17°C，月平均最高溫度達 27°C，年平均氣溫垂直遞減率每 100 公尺降低 0.45°C 至 0.5°C 間。

(二)蒸發量

本流域蒸發量分布趨勢與溫度分布相似。以梨山站為代表，12月份平均蒸發量76.3mm 最低，7月份165.9mm 最高，全年平均蒸發量1,354.4mm。

(三)濕度

流域內年平均相對濕度大約在70~85%之間，流域內谷關、石岡皆超過80%以上。就月別而言，各地之相對濕度概以1月起至8月份為高濕期；9月至12月份為低濕期。

(四)雨量

流域降雨量南北差異不大，但東部因山嶽重疊，地勢高聳，故地形雨頗為豐富；相反的，西部沿海地帶，地勢低平，降雨量少，致東西端年降雨量差距可達2,500公厘以上。降雨在季節分布上，流域全年降雨集中於5月至6月的梅雨季節及7月至9月的颱風季，全年降雨日數約112 天。(張哲銘，2003)

(五)地質地形

依地形發育及地質特色，可將大甲溪流域依石岡、馬鞍與梨山三個分岐點，分成四個不同的河谷地形。石岡以西為沖積平原區，地形平坦，屬於大台中沖積平原的一部份。自石岡至馬鞍屬於溪谷的下游區，沿岸有許多台地，溪谷兩側多屬緩起伏的丘陵地，高度多在五十公尺到一百公尺之間，地質上多為台地堆積層，以及更新世膠結不佳的地層，如卓蘭層與頭嵙山馬鞍及梨山之間則屬於中上游區，溪谷完全穿流於崇山峻嶺中，河谷多半呈V字型，狹窄且坡度亦較陡。兩岸地形高度在兩百至兩千公尺之間。地質上多為中新世和漸新世的堅硬岩層，如白冷層、達見砂岩層等。

自梨山以上則屬於上游源頭區，河流兩岸山嶺的高度多在兩千公尺以上。台灣著名的山岳如大壩尖山南湖大山合歡山等均在此區。地質上為中央山脈地質區的古第三紀地層，主要由輕度變質的板岩所構成。

(六) 人文環境

大甲溪流域的行政區位大多位於台中縣和平鄉，並且涵蓋南投縣仁愛鄉與少數之宜蘭縣大同鄉，包括：台中縣和平鄉平等村、梨山村、博愛村、自由村、中坑村、天輪村、南勢村；南投縣仁愛鄉榮興村、大同村、力行村與宜蘭縣大同鄉南山村。且雪霸國家公園與太魯閣國家公園都涵蓋大甲溪流域。

大甲溪集水區的聚落主要集中在中部橫貫公路兩旁，包括：和平、松鶴、谷關、梨山、松茂、環山等，其中台中縣和平鄉人口約十萬人 (台中縣政府全球資訊網)。

(七) 道路

大甲溪集水區道路密度較低，由中部橫貫公路為主幹做為聯絡道路，貫穿大甲溪集水區，延伸出其他林道和產業道路，德基以上道路則零星分布於佳陽、梨山、松茂及環山等村落間。本流域農林產物豐富，尤以梨山附近地區之水果聞名全省。為了居民及農業品交通運輸需要，沿大甲溪兩岸構築了各級的道路設施，但也因過渡開發、山坡地濫墾及超限利用，造成水土保持不良，土壤流失。(張哲銘，2003)

九二一大地震造成流域內多處道路崩塌，大致已修復舊貌，大甲溪集水區損壞最嚴重之中橫公路之谷關至德基路段，經過五年修復之後即將通車，卻於2004年敏督利颱風再度重創中橫，使得中部橫斷公路再度中斷。

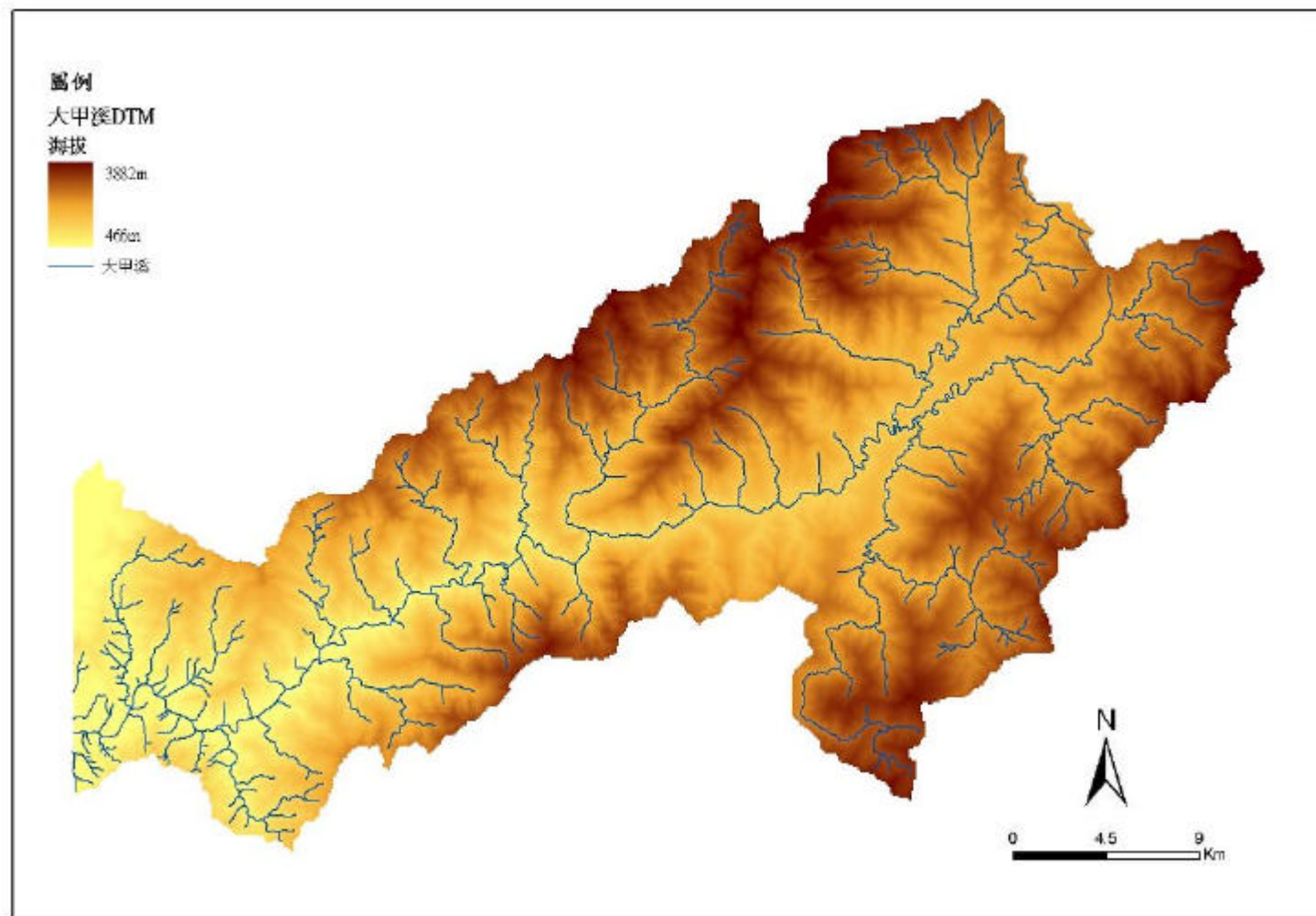


圖 3.1 大甲溪流域高度與水系分布圖

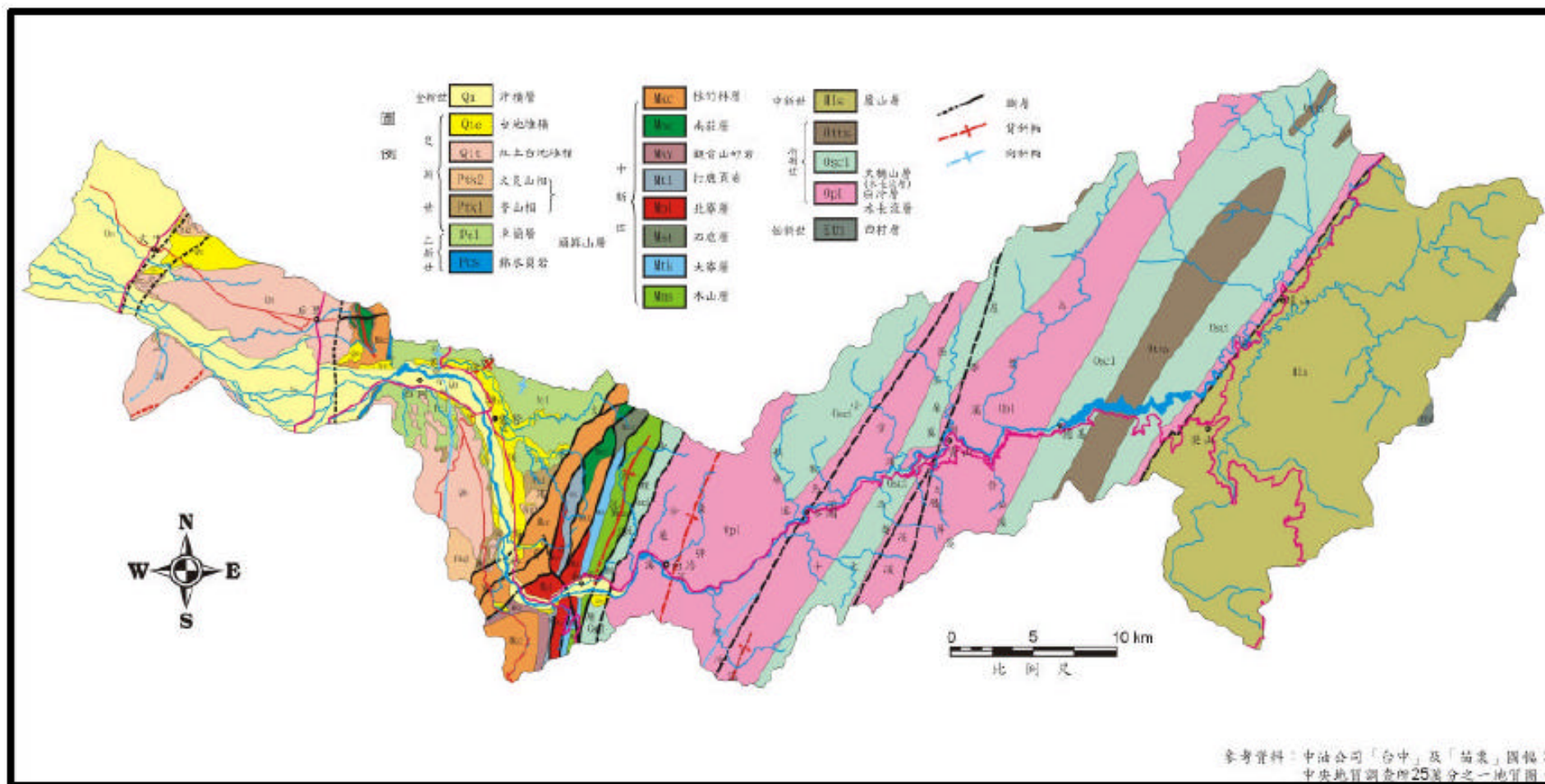


圖 3.2 大甲溪流域地質圖(張哲銘, 2003)



圖 3.3 大甲溪流域行政區界圖

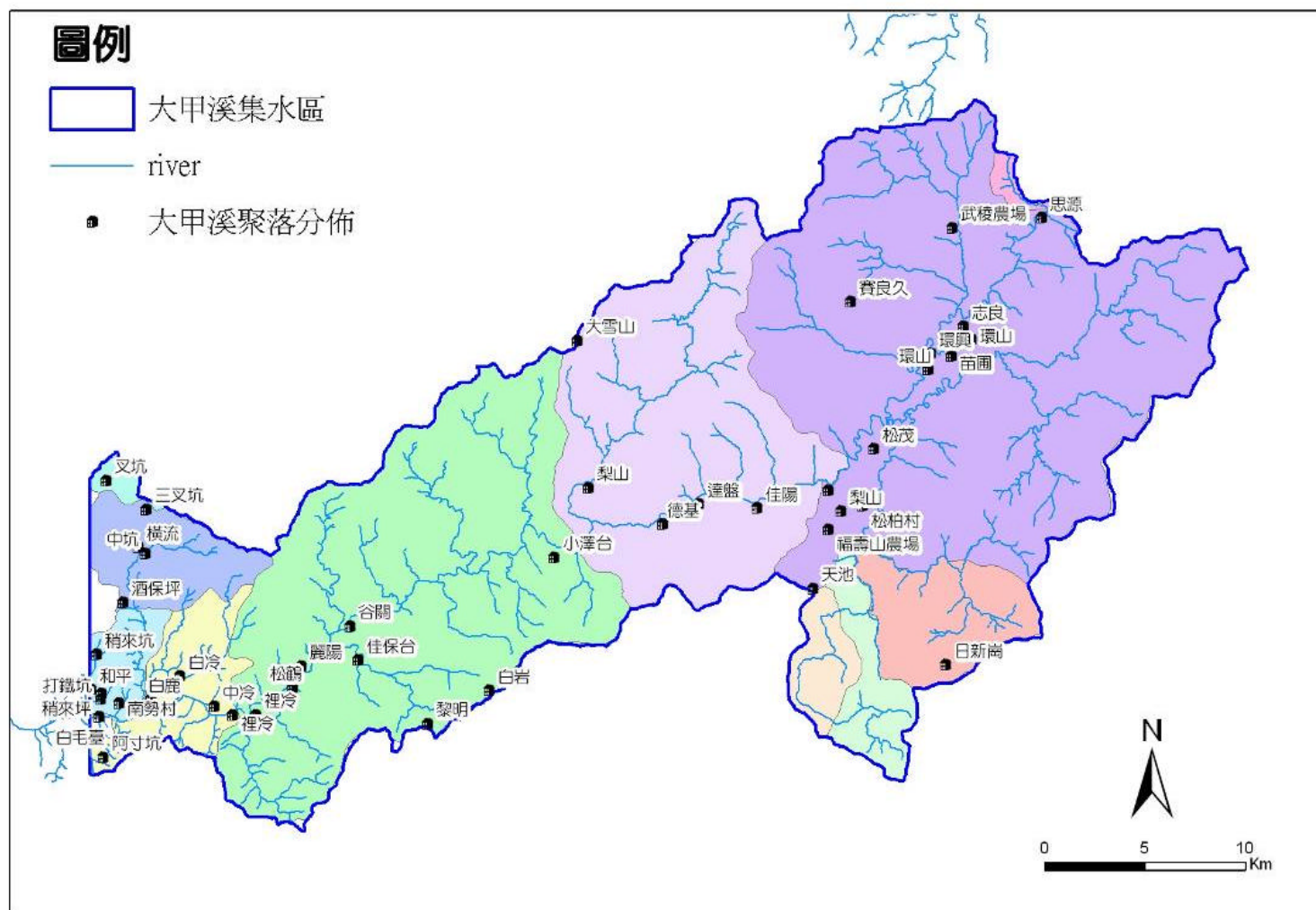


圖 3.4 大甲溪流域聚落分布圖

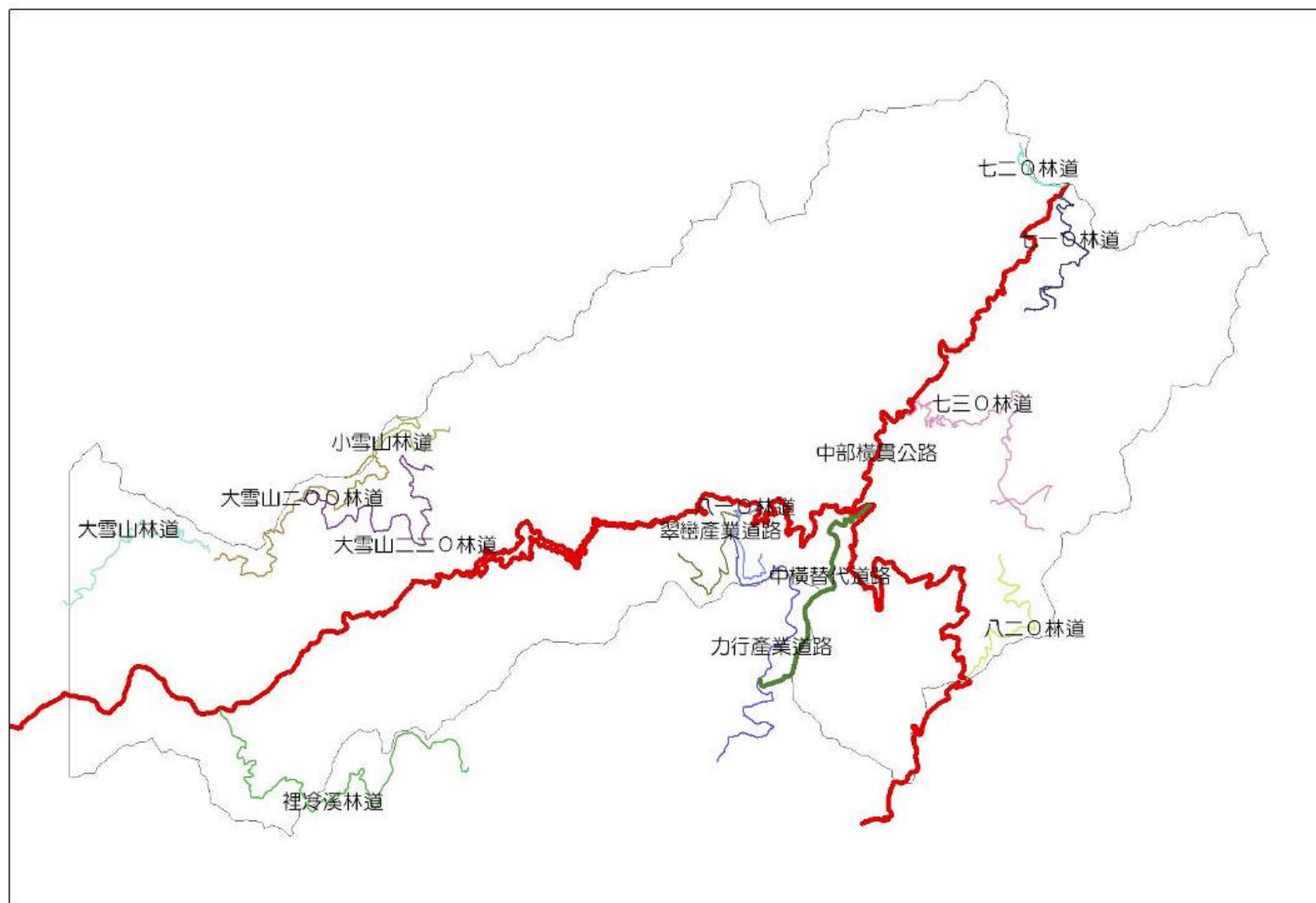


圖 3.5 大甲溪流域道路分布圖

四、資料來源及特性說明

本研究選定的研究區為大甲溪中游谷關至德基段及大甲溪上游集水區，資料收集的部分，目前收集的資料有 SPOT 衛星影像、經建版地形圖一 三版及航空照片等。

目前初步成果為收集研究區的圖面資料，包括經建版地形圖一 三版，約一百多張圖幅，將涵蓋區域掃描成電子檔的格式，並將每張影像給予空間座標以及進行影像校正的工作。由於過去這些圖面資料是以 TW67 座標系統來建立的，因此本案將這些資料再進行 TW97 座標系統的轉換，以利後續資料的應用及分析。

每一種影像所提供的資訊不同，在分析上也有不同的用途，影像資料特性說明如下：

（一）SPOT 衛星影像

1. 解析度為 10m (全色態黑白) 及 20m (多光譜彩色)，於 2002 年底發射之 SPOT 5，其解析度提升至 5m/2.5m (全色態黑白) 及 10m (多光譜彩色)。
2. 具太陽同步軌道，重返 (Revisit) 週期為 26 天。可作傾斜觀測，且目前有 3 顆衛星供使用，故重複取樣之時間極限為 1 天。觀測方向之選擇可由國內衛星接收站 (中央大學) 優先指定。
3. 受雲雨之直接影響。
4. 載體方位參數品質較差，但相對精度高，就 1 個 60km × 60km 之標準像幅而言，10 個地面控制點已足夠。
5. 幾何定位精密度可達 1 像元或更優。
6. 涵蓋面積大 (60km × 60km)，利於大範圍之調查。
7. 直接產生數位影像，就台灣地區而言，中央大學提供精密改正 (正射化) 影

像，可直接與其他資料依地理座標套疊。

8. 以地表覆蓋為判釋對象。依光譜特性可使用半自動方法提升判釋之可靠度與精確度。
9. 正射化使用台灣地區 40m 網格之數值地形模型 (Digital Terrain Model)。地面控制點取自 1/5,000 比例尺之像片基本圖。

一般 SPOT 衛星影像主要用來進行林地變遷、土地利用分類及崩塌地判識等，由於資料來源相當容易取得，因此被廣泛的作為影像分析之用。本研究所採用的 SPOT 衛星影像為中央大學遙測中心所提供的影像，衛星拍攝時間為 1998 年，衛星影像上紅色區塊為植生覆蓋的區域，如林地、草地等；灰色區塊為人為開發區，如建築物、道路等；黑色（部分呈現深藍色）為水體，如河流、湖泊等。

（二）福爾摩沙二號衛星

福爾摩沙二號衛星影像資料可用來監控台灣本島、離島、台灣海峽及附近海域之環境及資源。此外，在國際合作的協議下，福爾摩沙二號也將在其它區域拍攝地表影像。

福爾摩沙二號每日繞地球飛行14圈，地面軌跡每天兩次通過澎湖與台灣本島中間。第一次約為上午十點，可拍攝台灣八分鐘，第二次約為晚上十點，可以下載資料。在天候許可的情況下，一次經過可拍攝四個緊鄰的影像條，以涵蓋台灣全島，得到相當完整的台灣本島影像。因由國人自主控制，每日再訪特性，高分辨率及廣區域拍攝，低價位的提供，預期在國土監控如環境控制、災害評估、土地利用、農業規畫與普查、科學研究與教育..等領域會有廣泛運用。

福爾摩沙衛星二號於民國93年5月21日(台北時間)成功發射，衛星軌道高891公里，與太陽同步軌道，每日通過台灣上空二次，其遙測對地解析度為黑白影像2公尺，彩色影像8公尺，預計任務壽命5年以上。詳如下表：

表 4.1 福爾摩沙衛星二號遙測酬載儀器大略規格

軌道	891 公里高，太陽同步軌道，每日通過台灣海峽上空二次
全色態(PAN)	0.45~0.90 μ m
多頻譜(MS)	0.45~0.52 μ m (藍) 0.52~0.60 μ m (綠) 0.63~0.69 μ m (紅) 0.76~0.90 μ m (近紅外線)
遙測對地解析度	全色態 (黑白) 影像 2 公尺 多頻譜 (彩色) 影像 8 公尺
像幅寬	24 公里
任務壽命	5 年
發射日期	2004 年 5 月 21 日(台北時間)

資料來源：國家太空計畫室

(三) 農航所航照正射化影像

1. 解析度依據像片比例尺而定，就1/1000比例尺地形製圖而言，航高約1,500m。若像比例尺不小於1/5000，則空間解析度可達10cm。
2. 因一般飛行高度均在地表高1,500m以上，因此易受到霧及低雲的直接影響。就高雲所產生之陰影亦使品質降低。
3. 定位精度依據像比例尺而定，定位誤差可優於0.3m。
4. 可整合GPS及INS，有助減少空中三角測量中地面控制點之需求。
5. 涵蓋面積依航高而定。標準航照像片之底片為23cm × 23cm，若選擇

1/5000像片比例尺，則其涵蓋面為 $1,150\text{m} \times 1,150\text{m}$ 。影像為類比，需經掃描而得數位影像。

6. 以地面細緻地物判釋為主。以人工方式為主，少部份可半自動化。

所採用的農航所正射影像，為2003年所拍攝，並利用40米DTM所產出的正射化影像，本研究利用此影像套疊地名、路名、橋名及行政區界，以一萬兩千五分之一比例尺輸出。

（四）經建版兩萬五千分之一地形圖一、二、三版

本研究共收集經建版三個版本的地形圖，製版日期為第一版1986-1989年，第二版1991年，第三版1999-2000年。

五、大甲溪集水區圖集的製作

圖集的製作部分，目前正在進行圖集的編輯，以兩萬五千分之一地形圖為例，本研究共蒐集經建一、三版的地形圖，每一版本以兩萬五千分之一的比例尺，以 A3 大小來輸出。目前已經完成各種影像的圖幅接合表及成各種比例尺的圖集。

本研究蒐集了數種的影像資料，包括衛星影像及航照等（表 5.1），從最早的 1986 年經建地形圖至 2004 年的航照影像等，輸出的影像大小從五萬到一萬兩千五的比例尺，採用 TW97 座標系統來製作本圖集。

表 5-1 影像資料表

		內容	圖幅名稱	年代	比例尺
A	經建地形圖一版		大甲溪流域 地形圖	1986-1989	1/25000
B	經建地形圖二版			1991	1/25000
C	經建地形圖三版	控制點		1999-2000	1/25000
E	SPOT	地名、橋名、路 名、行政區界	大甲溪流域 衛星影像圖	1998 1999 2000	1/50000
F	彩色航空照片	地名、橋名、路 名、行政區界	大甲溪流域 航攝正射影 像圖	1980	1/12500
				2004	1/12500

圖幅說明：

本圖集依不同比例尺影像與地形圖，使用適合的比例尺，包含 1：50,000、1：25000 與 1：12500 三種，並且比照經建版版面配置，說明如下：

1. 1：50,000 圖圖幅分類：

1：50,000 比例尺之圖幅配置採用五萬分之一地形圖的配置方式，而每一個圖幅大小地形圖的四分之一，故將 1：50,000 比例尺圖幅再分成四張。

9521-1	9621-4	9621-4
9521-1	9621-4	9621-4
9521-2	9621-3	9621-3
9521-2	9621-3	9621-3

表示其順序為：

4	1
3	2

2. 1：25,000 比例尺圖圖幅分類：

圖幅的編排是以經建版 25000 分之一地形圖的圖號為編圖標準，由於圖幅涵蓋的範圍是經建版地形圖圖幅的 4 分之一，因此再將 25000 分之一地形圖再區分成 4 張，編排方式如下：

9521-1-NW	9621-4-NE	9621-4-NW
9521-1-SW	9621-4-SE	9621-4-SW
9521-2-NW	9621-3-NE	9621-3-NW
9521-2-SW	9621-3-SE	9621-3-SW

表示其順序為：

4	1
3	2

故此圖號之標示為經建圖號後加上我們的編號(大寫英文字母)，9621-3-NS-A

經建每張圖被切割成 4 張，所以依其順序為：

9621-3-NS-A 4	9621-3-NS-A 1
9621-3-NS-A 3	9621-3-NS-A 2

以此類推

3.1：12500 比例尺圖圖幅分類

依照 1：25000 比例尺圖幅在，分割成 1：12500 比例尺

表示其順序為：

9621-3-NS-A 4	9621-3-NS-A 1
9621-3-NS-A 3	9621-3-NS-A 2

d	a
c	b

故此圖號之標示為經建圖號後加上我們的編號(大寫英文字母),

9621-3-NS-A1a 成為 1：12500 比例尺圖幅範圍

9621-3-NS-A1d	9621-3-NS-A1a
9621-3-NS-A1c	9621-3-NS-A1b

表 5.2 影像資料表

		內容	比例尺	圖幅範圍	圖幅數
A	經建地形圖一版		1/25000	6.2×6.9km	37
B	經建地形圖二版		1/25000	6.2×6.9km	37
C	經建地形圖三版		1/25000	6.2×6.9km	37
E	SPOT	地名、橋名、路名、河川名稱	1/50000	12.6×13.8km	14
F	彩色航空照片	地名、橋名、路名、河川名稱	1/12500	3.16×3.46km	121

圖幅編排說明：

1. 圖名：說明本章圖幅的大略範圍與主題。
2. 圖號：為上節說明之圖幅接合編排方式之號，用來分辨不同圖幅。
3. 集水區邊界：在一三經建版地形圖，皆加入集水區邊界，以方便使用。
4. 圖例：說明圖幅內的符號。
5. 指北針以及比例尺：經建版地形圖以比例尺 1：25,000 輸出，比例尺方便做圖面與實際的長度和面積轉換。
6. 圖幅接合表：簡單表示出鄰近的圖幅，方便檢索用。
7. 資料來源說明說明圖幅的資料來源、年代。

其他種類圖幅皆按照以上原則編排。

六、大甲溪集水區圖集特性

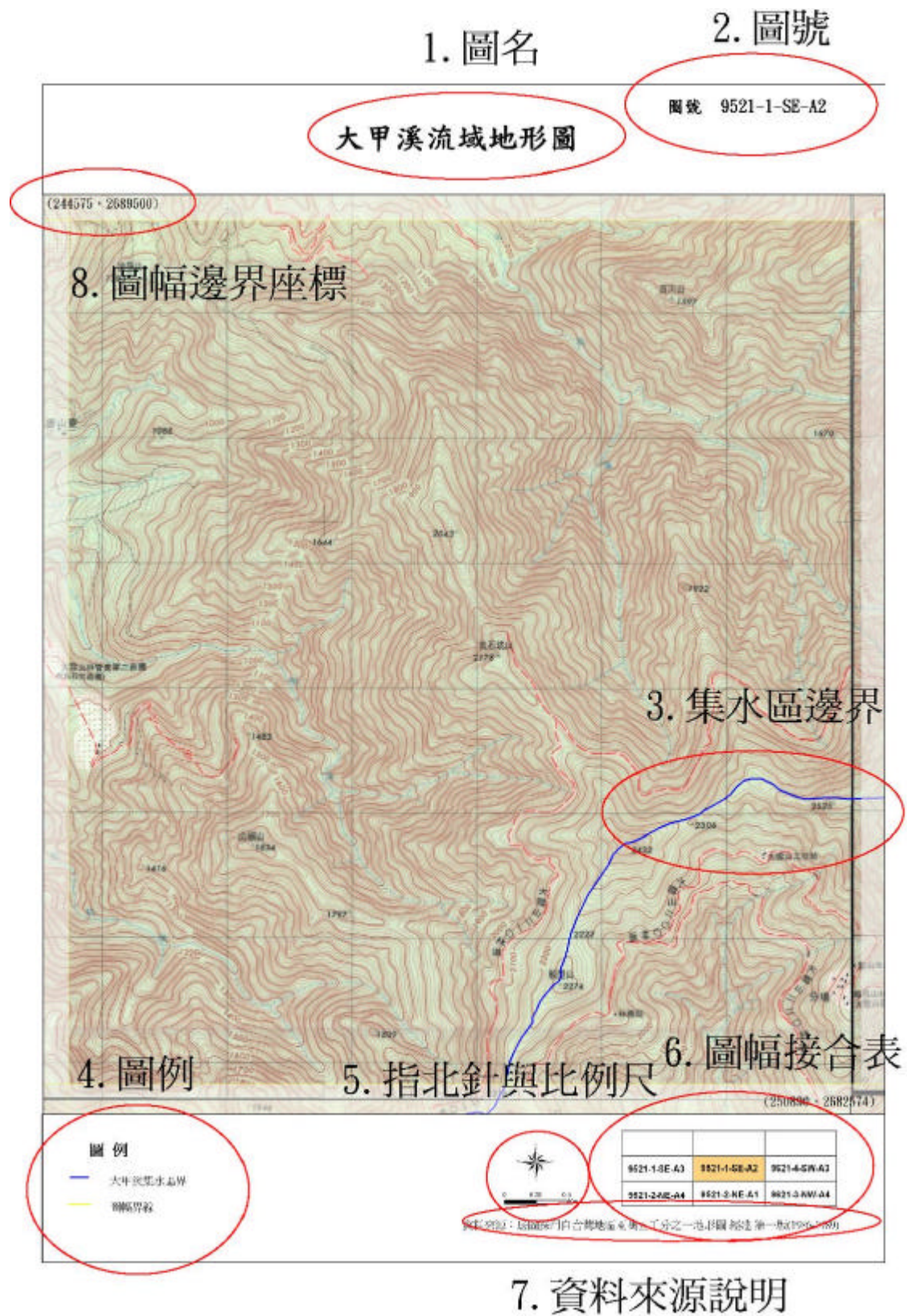


圖 5.1 圖幅編排說明

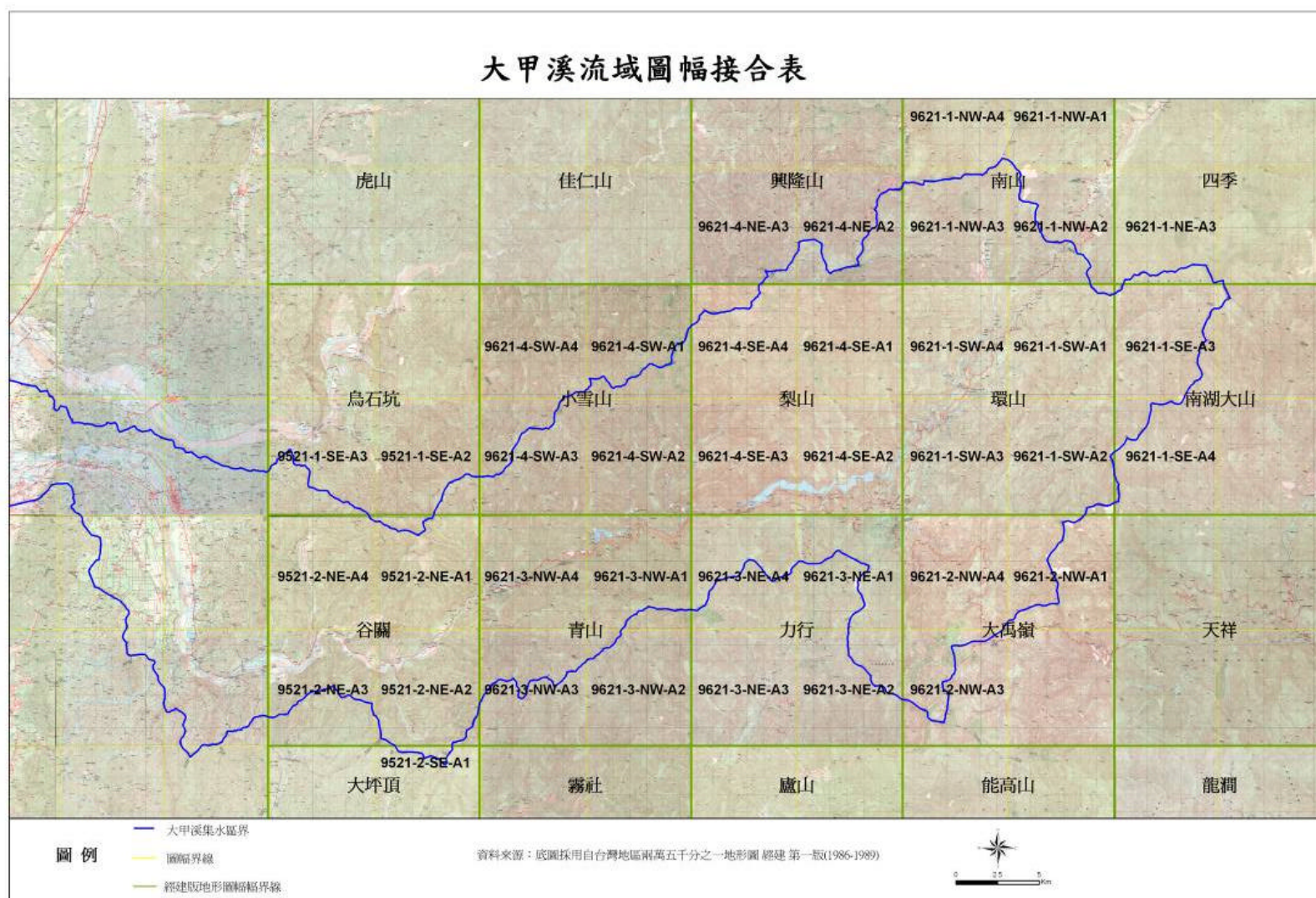


圖 6.1 經建版地形圖一版圖幅接合表

大甲溪流域圖幅接合表

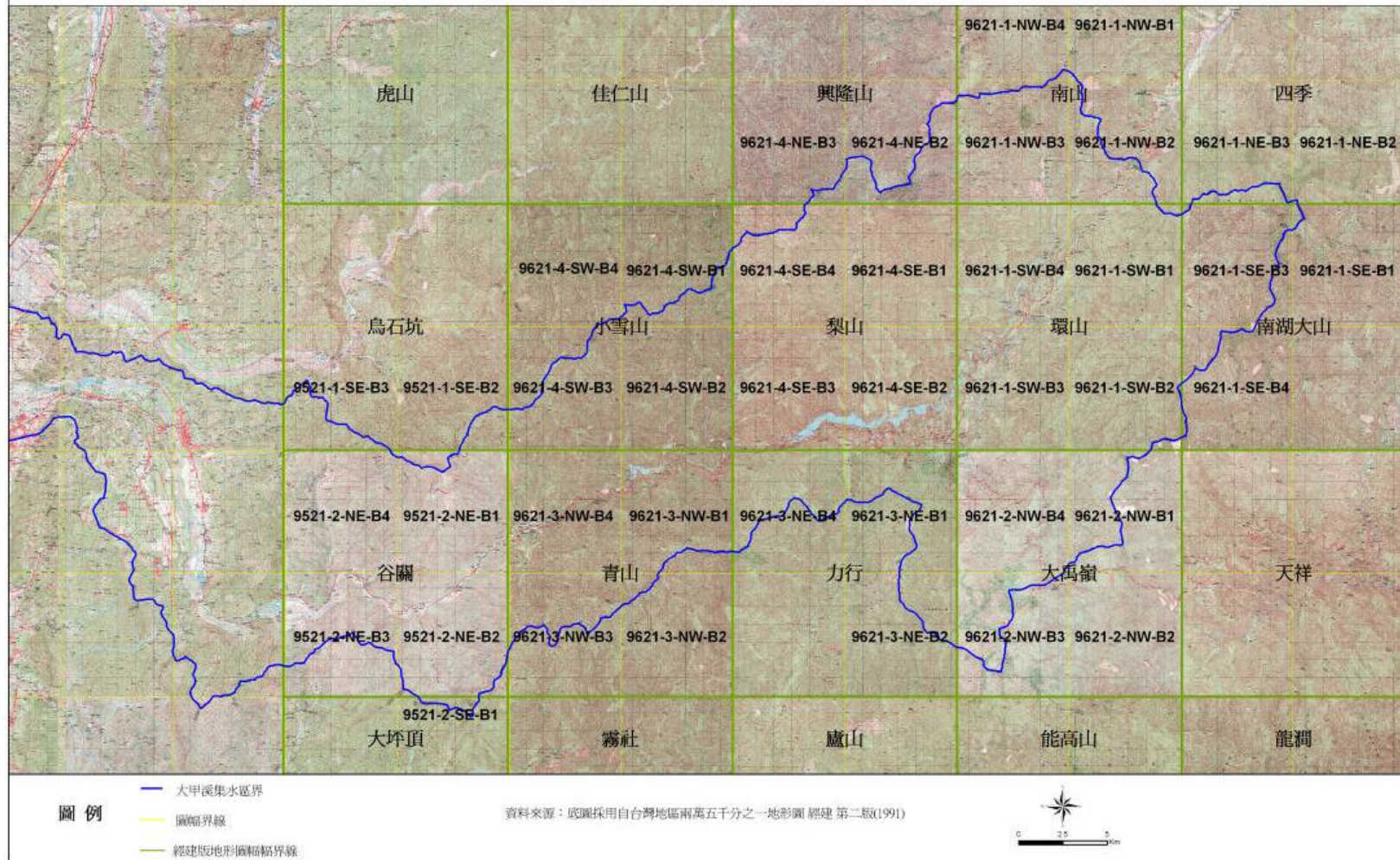


圖 6.2 經建版地形圖二版圖幅接合表



圖 6.3 經建版地形圖三版圖幅接合表

圖 6.4 921 地震後 SPOT 衛星影像圖幅接合表

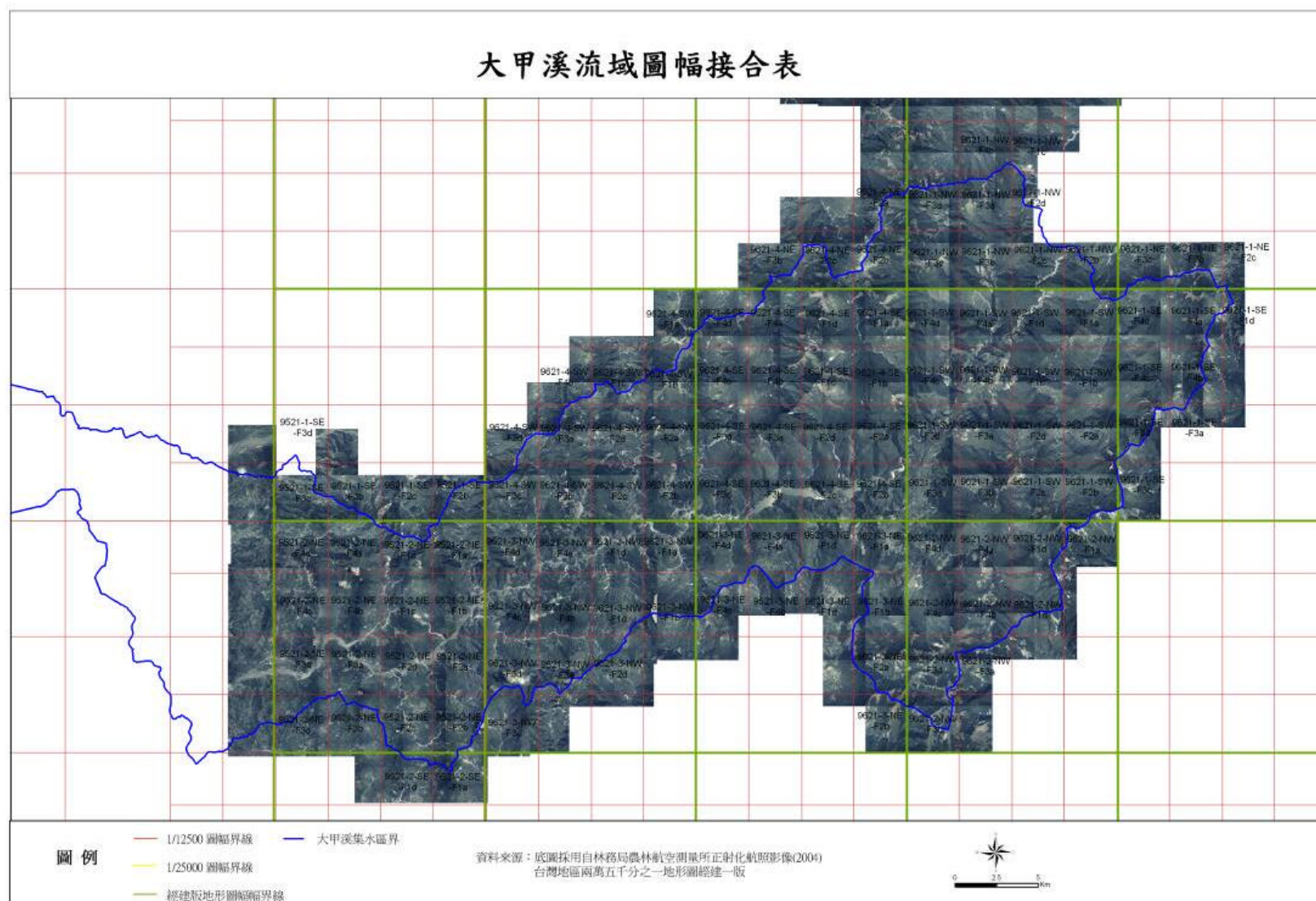


圖 6.5 農航所航照圖圖幅接合表

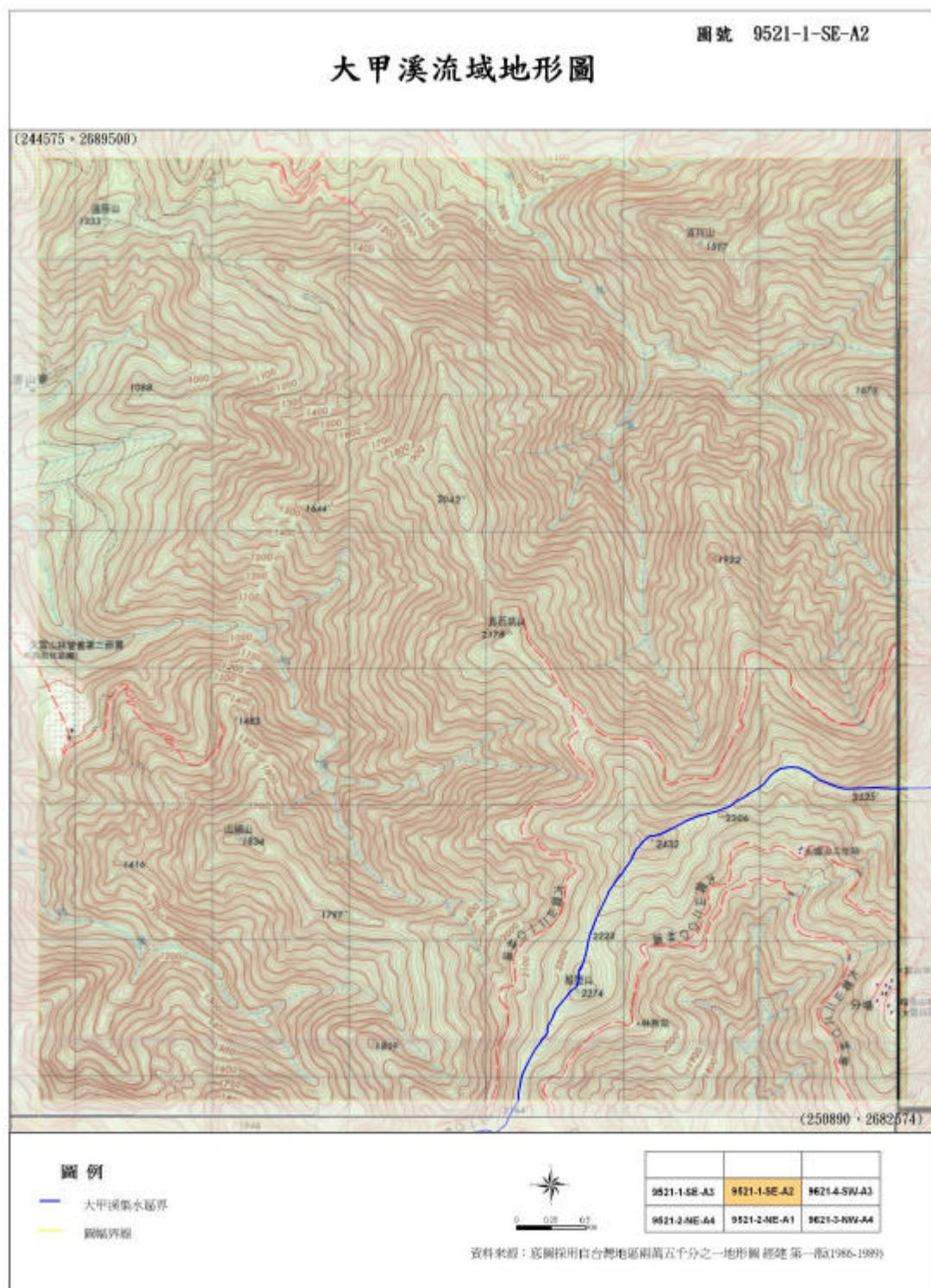


圖 6.6 經建版地形圖一版

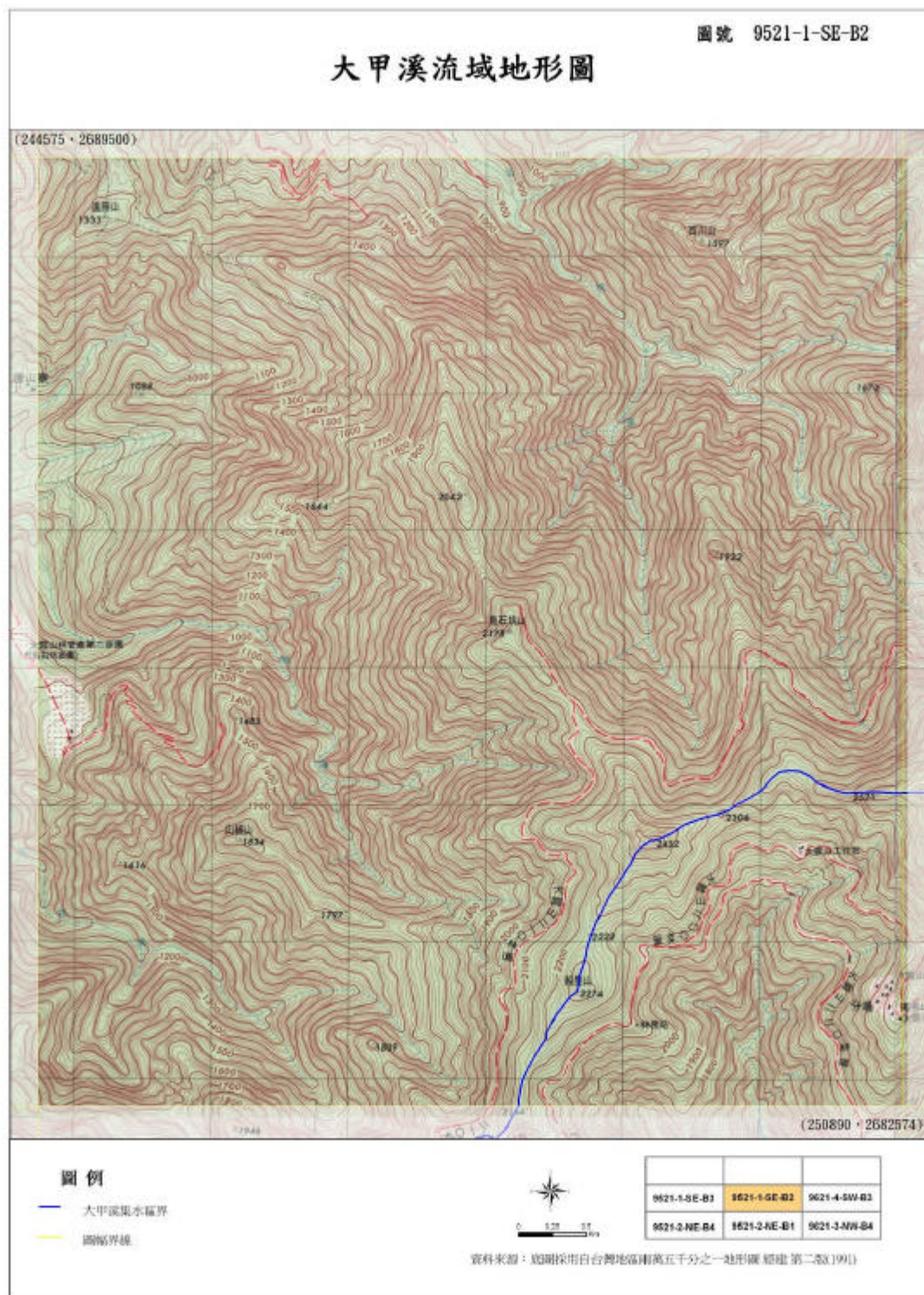


圖 6.7 經建版地形圖二版

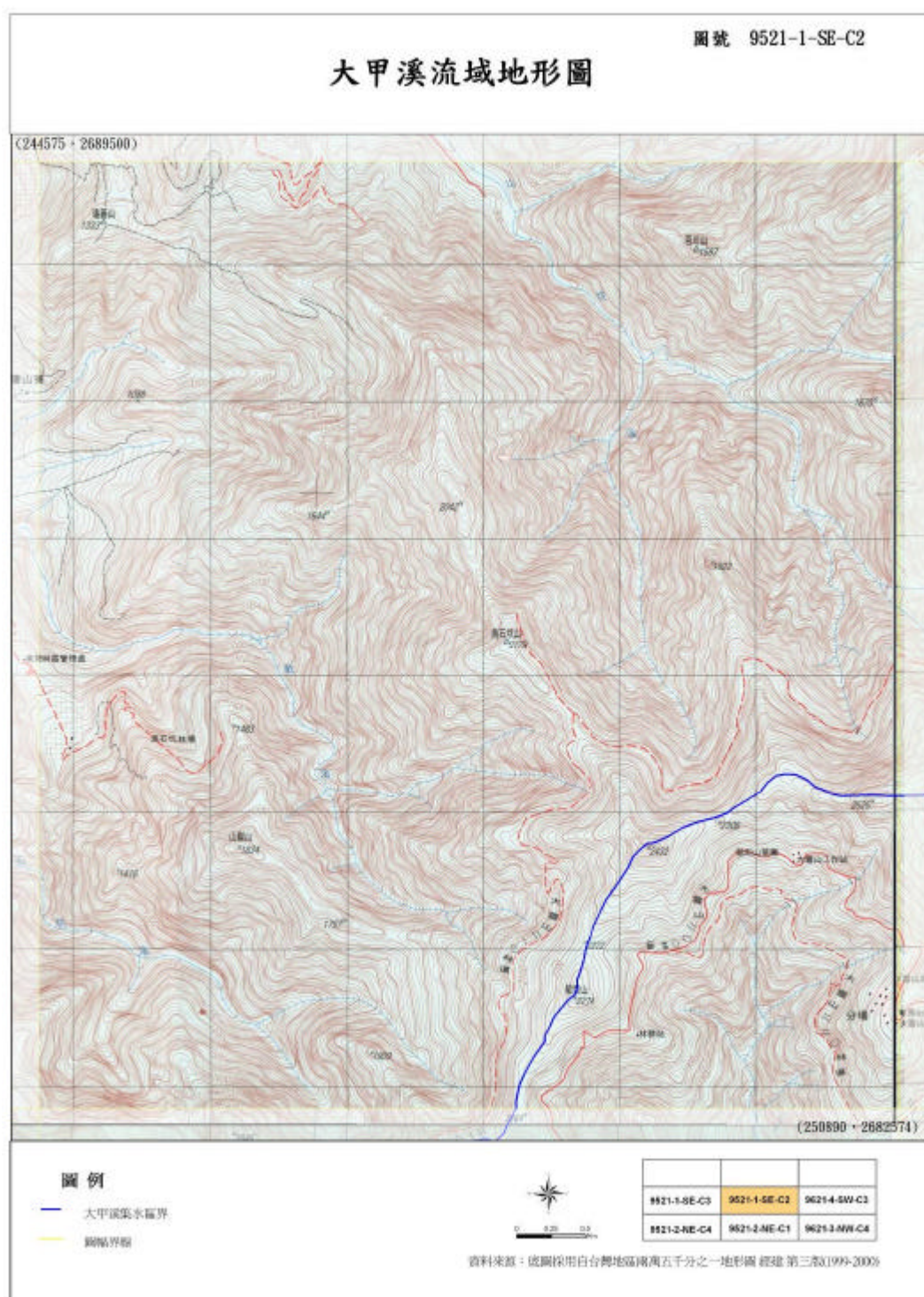


圖 6.8 經建版地形圖三版

圖號 9521-2-NE-E

大甲溪流域衛星影像圖

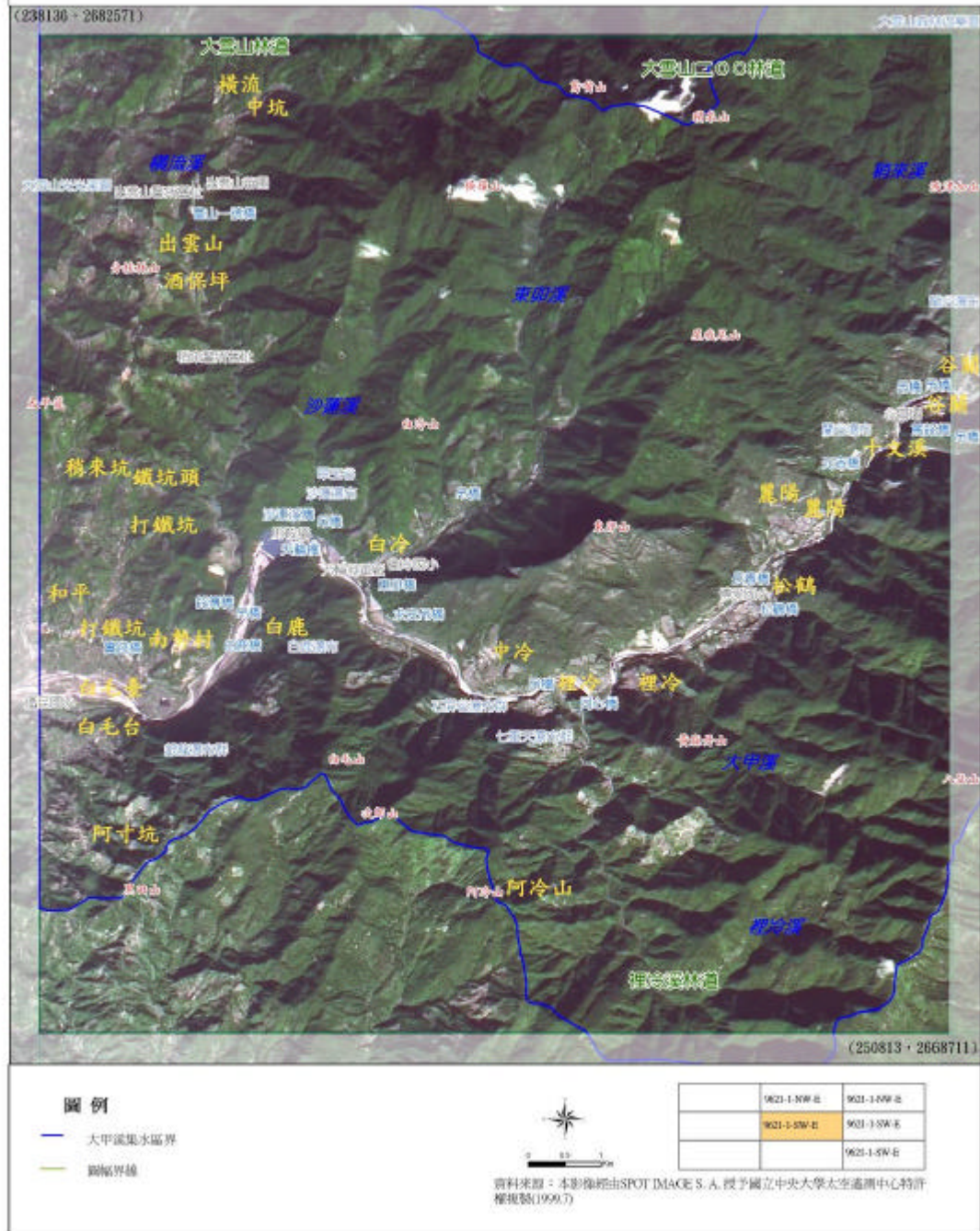


圖 6.9 921 前後 SPOT 衛星影像

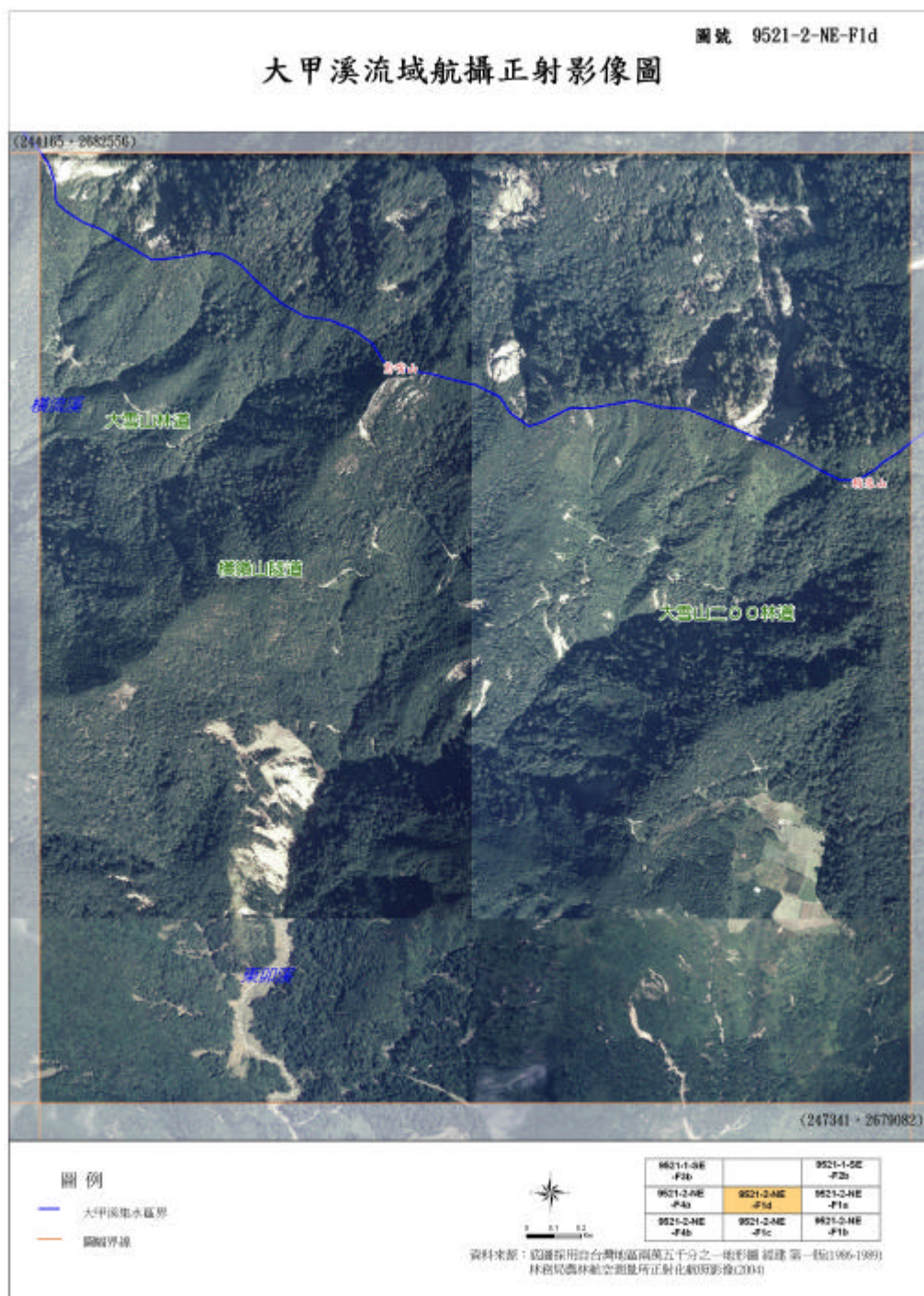


圖 6.10 農航所航照圖

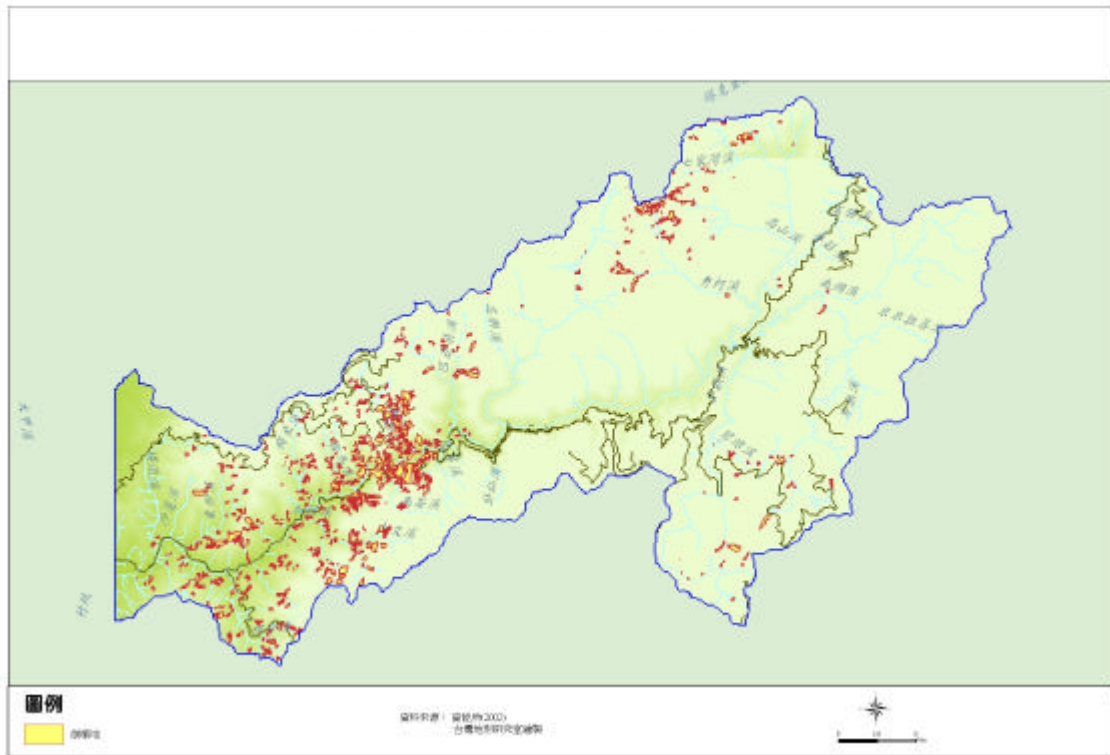


圖 6.11 2002 年大甲溪流域崩場地分布圖

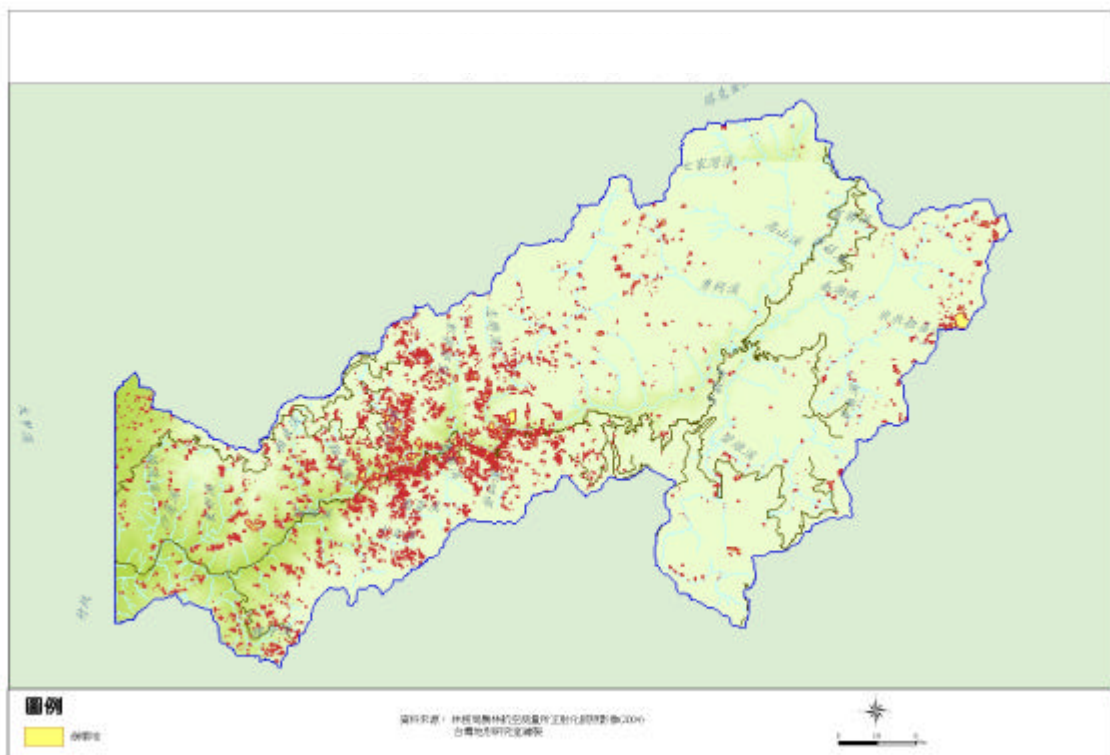


圖 6.12 2004 年大甲溪流域崩場地分布圖



圖 6.13 氣候水文站分布圖

七、結論

1. 本研究完成經建版地形圖一 三版、SPOT 衛星影像、農航所影像圖。1986、1997、2002、2004 四個年份的崩塌地分布圖、氣候雨水文測站分布圖，提供不同時間的地形圖。
2. 大甲溪集水區中游內聚落主要集中在谷關一帶，集水區上游於環山、梨山、思源有比較大規模的聚落，山坡地開發多以種植高冷蔬菜與果樹為主，並且集中在這些聚落與道路沿線。
3. 2004 年大甲溪集水區崩塌地分布多達四千餘個崩塌地，崩塌地分布集中在德基水庫下游至谷關附近最為嚴重，以致於中橫公路德基到谷關路段，受到嚴重的破壞而道路中斷；德基水庫上游集水區崩塌地明顯比下游少了許多，上游集水區崩塌地與開墾地和聚落的分布，關係不明顯。
4. 經建版地形圖一 三版包含集水區內等高線、地名、道路、橋樑、山名與建地範圍，提供對於集水區內基本的資訊。
5. 大甲溪集水區在九二一大地震受到嚴重創傷，本研究製成九二一大地震前後 SPOT 衛星影像圖幅，方便對照九二一大地震造成的崩塌地、河道淤積等對於大甲溪集水區之影響。
6. 農航所正射化航照圖加上地形標示製成的圖集，具有 1：12500 的大比例尺，可以直接觀察到集水區內的建築物、土地利用、崩塌地、道路受損程度以及其他細部的地理現象與災害，可作為未來研究、規劃及災害防治時，能更詳細瞭解其特性。

八、參考資料

中央氣象局全球資訊網, <http://www.cwb.gov.tw/index.htm>, 2005

中油公司「台中」及「苗栗」圖幅；中央地質調查所 25 萬之 1 地質圖。

水文水資源資料管理供應系統, <http://gweb.wra.gov.tw/wrweb/>, 2005/11/29

台中縣政府全球資訊網, <http://taidb.taichung.gov.tw/>, 2005/11/29

林昭遠, 2002, 「應用 SPOT 衛星影像評估 921 地震崩場地植生復育之研究」。

張哲銘, 2003, 921 地震後大甲溪流域全方位治理之研究, 國立中興大學/水土保持學系碩士論文

農委會水土保持局, 2000, 「九二一震災治山防災執行計畫-崩場地調查治理規劃」。

經濟部水利處, 2001, 「大甲溪流域復育計畫(谷關壩下游至石岡壩)」綜合報告。

第三章 石門水庫集水區

一、前言

石門水庫受到歷年颱風影響尤其近年的艾莉颱風、海棠颱風，造成許多嚴重崩塌及土石流問題，除了道路中斷之外，也造成石門水庫大量泥沙與漂流木淤積間接使得桃園地區受到缺水之苦。本研究蒐集石門水庫集水區各相關資料，並製作成圖集及崩場地分布圖，希望能夠瞭解災害發生的原因與規模，並能夠提供政府單位未來規劃及災害防治的參考。

整個資料成果的展現上，也可以看出時間長達 16 年（1989-2004），是一個對集水區資料有系統的展現。資料的種類，包括了歷年來的相關圖集、航空照片、衛星影像等。在本研究中都做了一個整理，並且把相關的航照，也能按照圖幅的分幅，有系統的展現，這是本年度最重要的成果。

希望這份集水區的圖集，能提供未來有興趣於此區進行研究或規劃、經營管理、救災者，都能有直接的圖面資料，做為各種用途參考。

二、研究目的

- 1、本年度的主要目標為完成石門水庫集水區的影像資料收集，包括 SPOT 衛星影像、經建版地形圖一 三版以及航空照片影像等，並將這些資料轉換成電子檔案及轉換成 97 座標系統，以利將來後續資料的應用及分析，最後將這些影像資料出版成圖集。
- 2、利用蒐集的各種網格資料、向量資料，處理、整合，出版為石門水庫集水區相關主題地圖。

三、研究區介紹

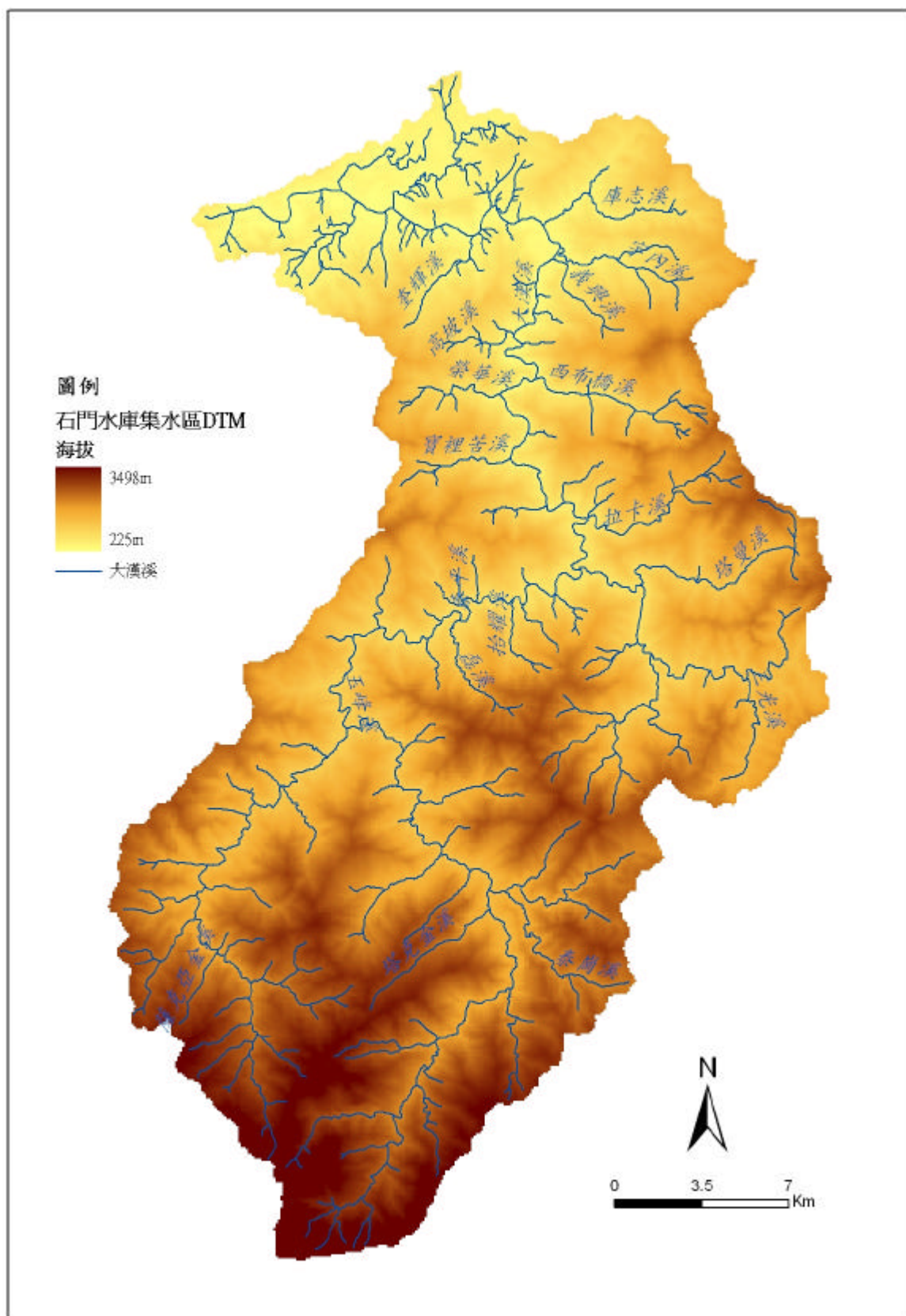
石門水庫集水區位於淡水河上游的大漢溪，全區面積763.4 平方公里，東鄰台北、宜蘭兩縣，南與台中縣，西南與苗栗縣相連，西屬桃園、新竹兩線管轄，大部分地區都隸屬於桃園縣復興鄉及新竹縣尖石鄉。

（一）地形

石門水庫集水區的地勢除羅浮西北端為較低緩之丘陵外，大都為山地，海拔自壩址的135 公尺到3529 公尺之間，以南端的品田山為最高，全區自東南向西南傾斜，呈一南北向狹長型之集水區主要山脈自品田山沿集水區邊境向東北蜿蜒延伸。

（二）水系

水系以大漢溪為主，其水系網包括了泰崗溪、白石溪、三光溪、卡拉溪、黑白庫溪、匹亞溪、色霧鬧溪、高坡溪、義盛溪、霞雲溪、奎輝溪、三民溪、高翹溪、南子溝溪等，共64條主支流構成（圖3.1）。流路呈現不規則的樹枝狀，總長達325.63 公里。



(三) 地質土壤

石門水庫集水區內的岩層除了小部分火成岩外，大部分為沈積岩，依據岩層之年代可分為古第三紀、新第三紀及第四紀等。古第三紀岩層包括下部烏來群與上部烏來群，為輕度變質，分布於集水區內的山岳地帶，佔集水區內的面積最廣。新第三紀則包括汐止群及三峽群，分布於集水區之西北部丘陵地帶。第四紀之頭嵙山層分布於集水區之西北隅。第四紀之岩層堆積、台地堆積、階地堆積及沖積層多分布於坡度較平緩之山麓、台地、溪谷三角洲、河道堆積坡部分及河床平緩地帶。就集水區的地層分布而言，越向西北岩層之時代越新，岩石抗風化之程度越低，第四紀礫岩膠結最鬆散。

土壤之化育，受到母岩、地形、時間、氣候及植生等因子之綜合作用的影響，因其作用的程度不同而化育成各種不同的土壤。本集水區因屬高溫多雨地區，乾濕季不明顯，加上地勢陡峭，表層沖蝕劇烈，故區內大部分山地土壤為石質土，另在部分山岳與丘陵的交界帶有紅黃色的準灰壤，各河岸及山谷緩坡則多為沖積土。

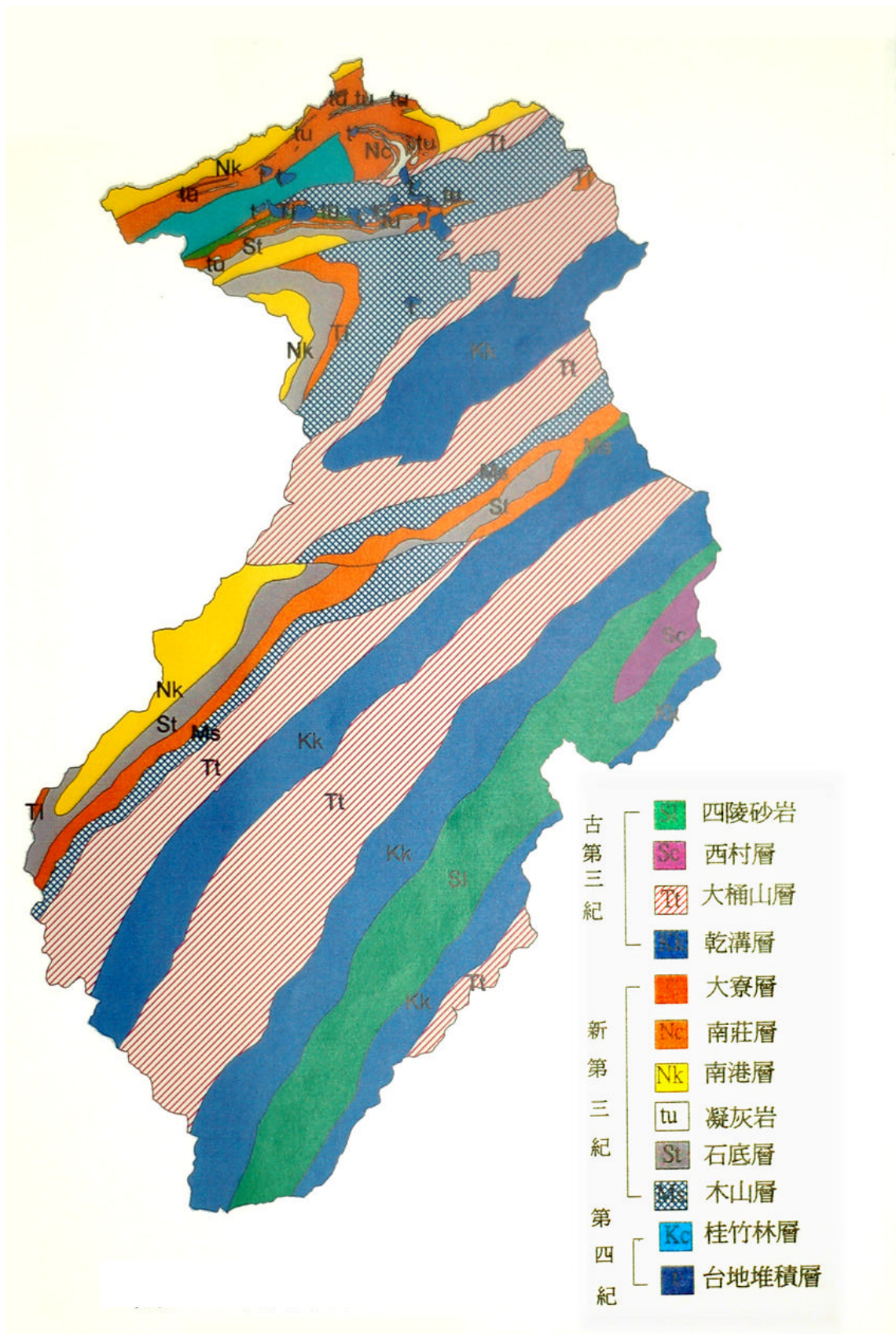


圖 3.2 石門水庫集水區地質圖 (水資局, 2000)

(四) 氣象

石門水庫集水區內共有石門、霞雲、高義、巴稜、玉峰、嘎拉賀、池端、鎮西堡、白石、西丘斯山等十個雨量站。根據中央氣象局的資料，年平均降雨量約在2200 2800mm 之間。區域內降雨分布不均，降雨集中在七、八月颱風季節。

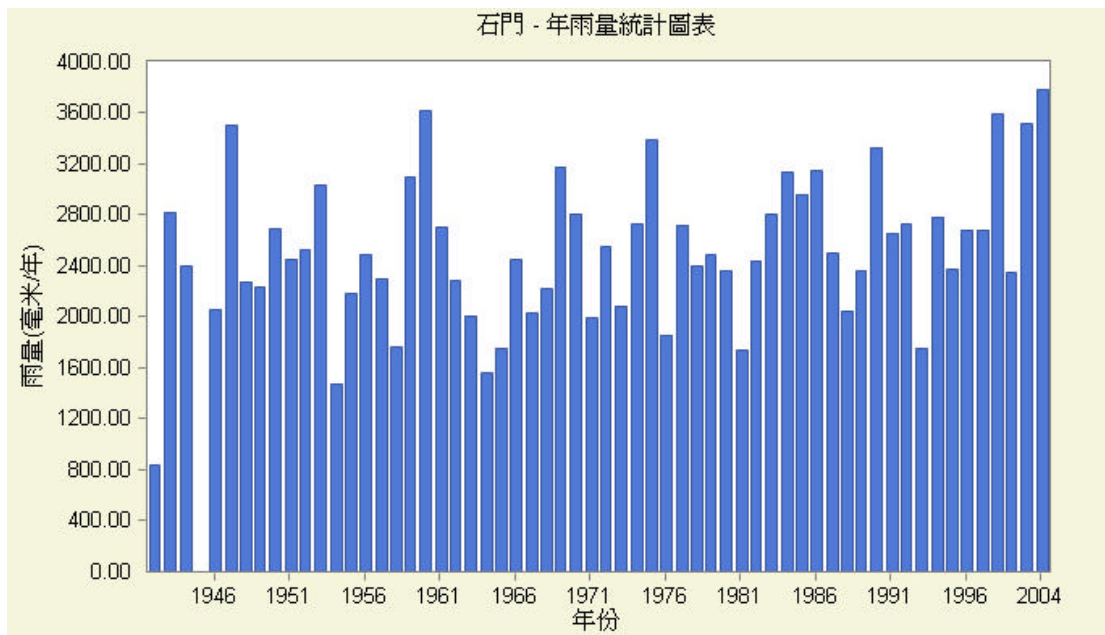


圖 3.3 石門水庫-石門站歷年雨量直方圖（水利署，2005）

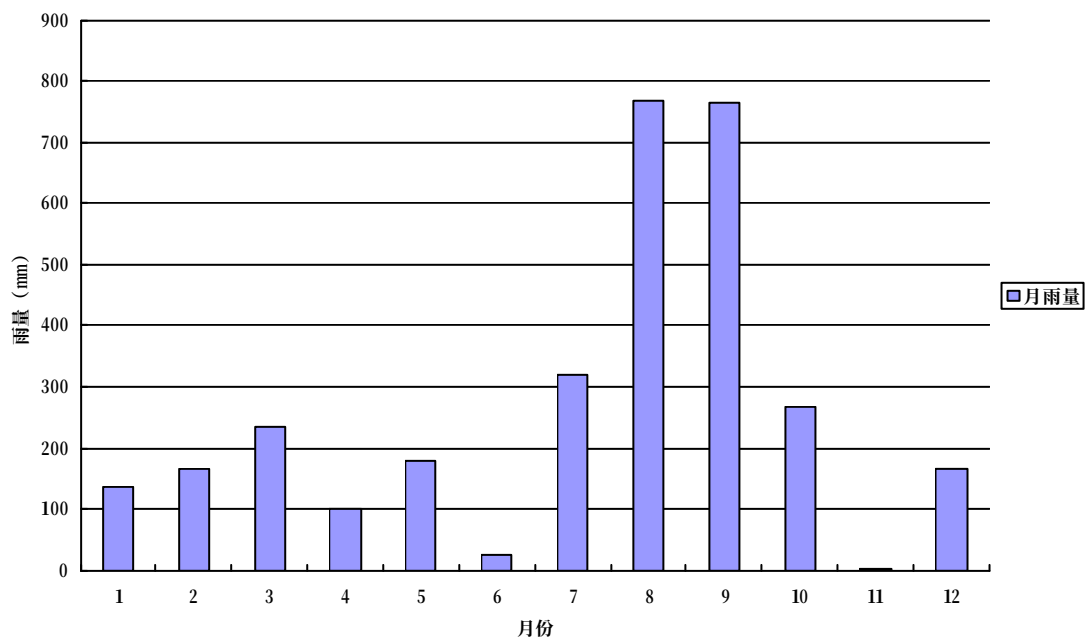


圖 3.4 石門站 2004 年逐月雨量分布圖

(五) 水文

石門水庫集水區共有霞雲、高義、稜角、石門、長興、復興、關西、高義、巴陵三光、嘎拉賀共11個水文測站，記錄河川的水位、流量與含沙量。

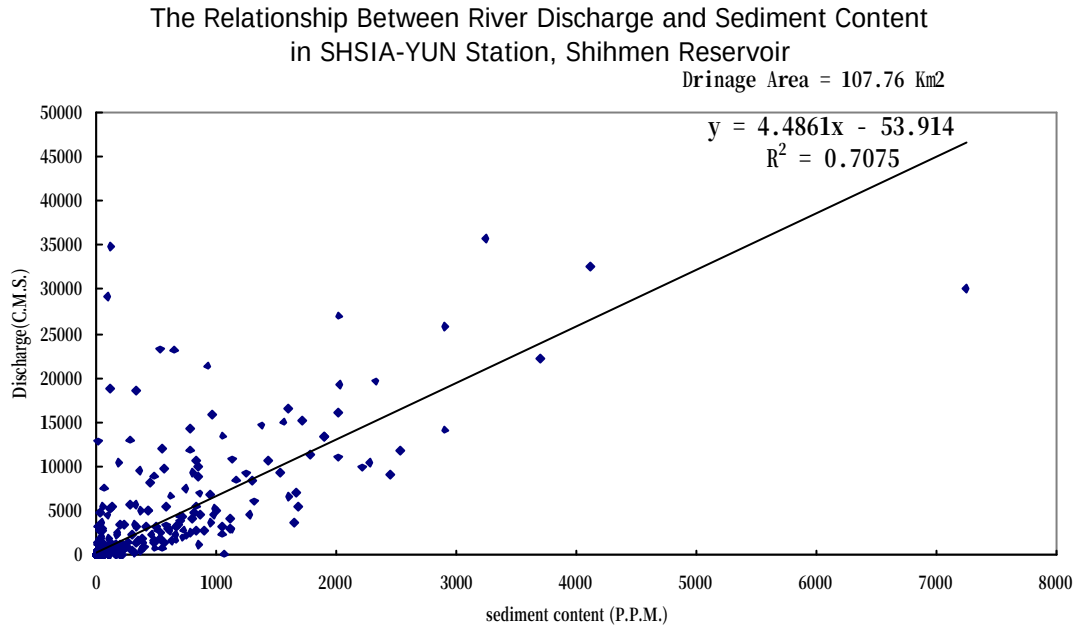


圖 3.5 石門水庫集水區霞雲水文站流量與含沙量之率定曲線。

(六) 石門水庫人文概況

石門水庫集水區一行政區劃分，分屬桃園縣復興鄉之全部，大溪鎮之新峰、復興、二里，龍潭鄉大坪村之一部分；新竹縣尖石鄉玉峰、秀巒二村關西鎮仁和里一部份，五峰鄉之東北角；宜蘭縣大同鄉西南之一部分。區內原住民都聚居於復興鄉、尖石鄉自成部落，大部分務農並栽種溫帶水果、高冷蔬菜、及飼養家禽、畜為副業；平地居民，多數聚居於水庫兩岸部分，亦以農業為主，少部分為經商。（北資局，1999）

(七) 道路與交通

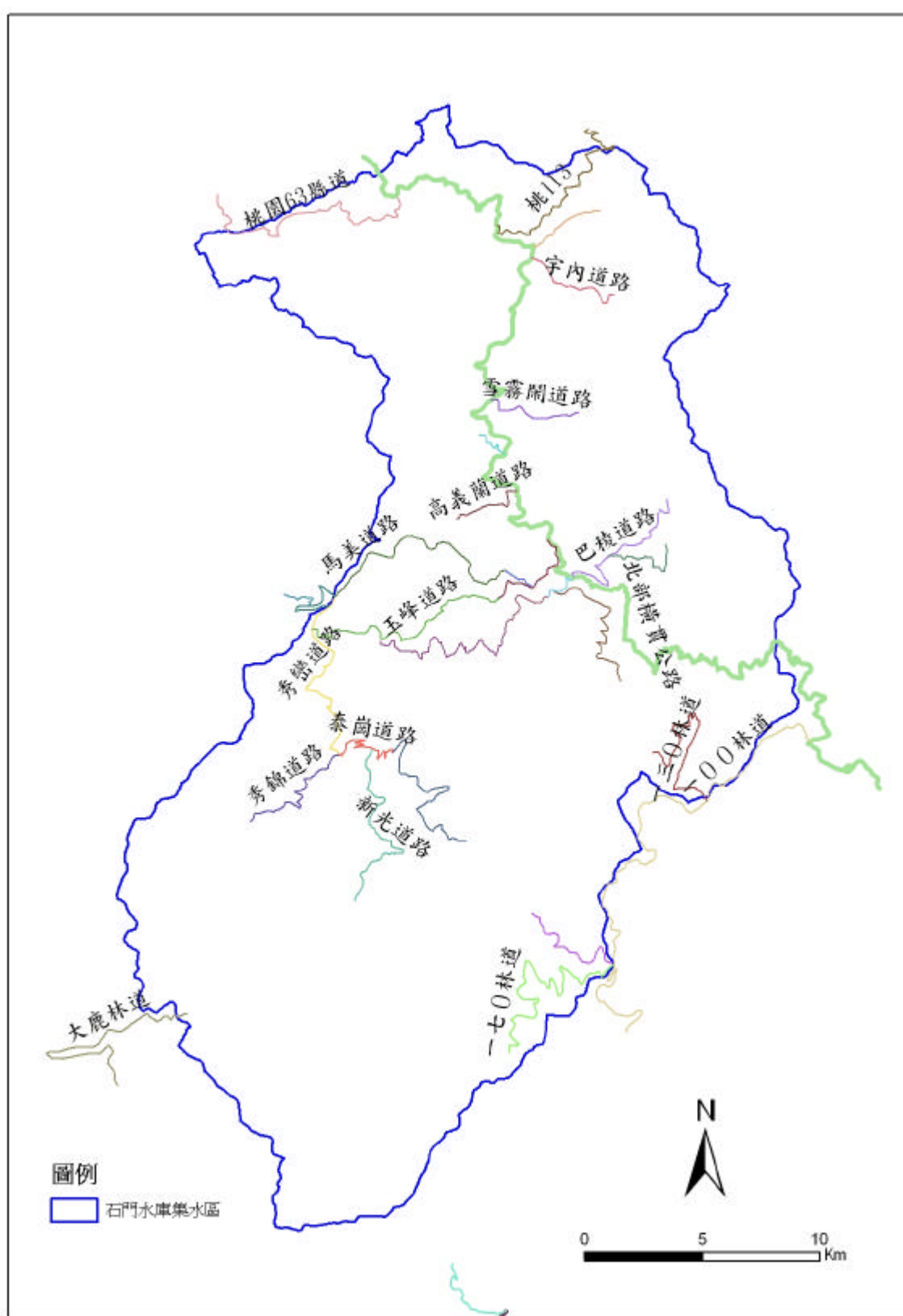


圖 3.7 石門水庫道路圖

石門水庫集水區主要道路為北部橫貫公路，於桃園縣大溪鎮進入集水區，經過三民、復興，跨大漢溪經羅浮、蘇樂至稜角，再沿三光溪又岸而上，經西村，至池端出境至宜蘭縣，全長 60 餘里。集水區上游需經由玉峰道路或馬美道路，可抵達新竹五峰鄉，集水區內包括許多農業用的產業道路，以及林務用的林道，樹枝狀般的延伸到集水區內。

(八) 土地利用

石門水庫跨越多個行政區界，區內原住民多聚居於復興、尖石兩個山地鄉，大部分務農，並以栽培香菇、溫帶水果及養豬為其副業；平地籍的居民則多聚居於集水區北端的水庫兩岸各村落。

根據石門水庫管理局於 1996 年拍攝之行照所做的調查，對水庫使用壽命影響較小的林地約 71758.3 公頃，佔 94%；而其他崩場地或開墾區等對水庫影響較大的重點區域約 4581.7 公頃，佔 6%，各項土地利用之面積與比例如表 3.2。

表 3.2 石門水庫集水區土地利用分類表

影響程度	分類	面積 (ha)	面積(%)
影響程度較小區域	林地	71758.3	94.0
影響程度較大區域	A 針葉林	495.77	0.6
	B 闊葉林	808.3	1.1
	C 雜木	586.52	0.8
	E 竹林	81.93	0.1
	F 草生地	65.01	0.1
	G 茶園	7.86	0.0
	H 旱作	433.56	0.6
	I 果園	1770.64	2.3
	J 其他墾地	88.18	0.1
	K 建地	133.65	0.2
	O 水庫	3.76	0.0
	P 裸地	106.52	0.1
	總計	76340	100

資料來源：石門水庫集水區崩場地及土地利用航測調查計畫整體報告書， 1998。

(九) 石門水庫泥沙淤積

石門水庫於民國五十二年五月開始蓄水以來，其間歷經多次颱風暴雨侵襲，以及其他自然人為因素之影響，造成水庫集水區內山坡地嚴重沖刷與崩塌，以致洪水夾帶大量泥沙流入水庫。根據水庫淤積測量資料顯示，已嚴重影響水庫蓄水功能及水庫正常營運。石門水庫在民國五十二年五月開始蓄水，於同年九月即遭受葛樂禮颱風之侵襲，造成水庫集水區內嚴重沖刷與大量坍方，對水庫帶來約一千九百四十七萬立方公尺之淤砂量。水資源局隨後即在集水區內辦理各項水土保持工作，包括興建義興壩、巴陵壩、榮華壩等防砂設施並曾利用永久河道放水口放水排砂，俾解決淤積對水庫正常運轉的威脅。惟因水庫集水區之無限制開發，泥砂來源無法控制，迄民國七十三年十一月之水庫淤積測量結果，累積淤砂量已達四千四百六十五萬立方公尺，淤積面高達標高一百七十四點五公尺，距發電進水口底檻僅差零點一六公尺，淤塞已威脅到發電進水口及永久河道放水口之，於八十七年至九十三年辦理水庫中游段清淤作業。

根據九十年詮華工程顧問有限公司辦理地形測量及水深測量工作，並首次規劃以全球衛星定位系統導引方式，搭配 GPS 接收儀、測深機及電腦之接續，實施動態差分 GPS 定位測量水深，以求得水庫容量及庫底淤積之精確變化，經測量結果水庫累計淤積量為五千五百四十六萬立方公尺，年平均淤積量為一百四十四萬一千立方公尺，水庫剩餘總容量為二億五仟三佰六十五萬八仟立方公尺，其中水庫有效蓄容量尚有二億三仟八佰二十五萬一仟立方公尺。(表 3.3)。

表 3.3 石門水庫歷年淤砂表

期別	起迄年月 (民國)	間隔 (年)	淤積量	累計淤積	平均淤積
1	52.5~53.5	0.8	19470	19470	
2	53.3~54.4	1.1	770	20240	700
3	54.4~55.5	1.1	1990	22230	1810
4	55.5~56.5	1	2190	24420	2190
5	56.5~57.6	1.1	1180	25600	1070
6	57.6~58.5	0.9	1330	26930	1480
7	58.5~59.6	1.1	5030	31960	4570
8	59.6~60.6	1	1410	33370	1410
9	60.6~61.12	1.5	5230	38600	3490
10	61.12~63.8	1.7	235	38835	138
11	63.8~64.11	1.2	300	39135	250
12	64.11~65.11	1	2028	41163	2028
13	65.11~66.11	1	787	41950	787
14	66.11~67.11	1	506	42456	506
15	67.11~68.11	1	184	42640	184
16	68.11~69.11	1	827	43467	827
17	69.11~70.11	1	123	43590	123
18	70.11~71.11	1	892	44482	892
19	71.11~72.11	1	98	44580	98
20	72.11~73.11	1	69	44649	69
21	73.11~74.11	1	3695	48344	3695
22	74.11~75.11	1	125	48469	125
23	75.11~76.11	1	223	48692	223
24	76.11~77.11	1	-412	48280	-412
25	77.11~78.11	1	173	48453	173
26	78.11~79.11	1	693	49146	693
27	79.11~80.11	1	-1402	47744	-1402
28	80.11~81.11	1	-2	47742	-2
29	81.11~82.11	1	-981	46761	-981
30	82.11~83.11	1	533	47294	533
31	83.11~84.11	1	-101	47193	-101
32	84.11~85.11	1	8670	55863	8670
合計		35.5	55863		1091

淤積量單位：千立方公尺，資料來源：經濟部水利署北部水資源局，1998

四、資料來源及特性說明

本研究選定的研究區為石門水庫上游游集水區，資料收集的部分，目前收集的資料有 SPOT 衛星影像、經建版地形圖一、三版及航空照片等。

目前已經完成收集研究區的圖面積料，包括經建版地形圖 1-3 版及航空照片等，約一百多張圖幅，將涵蓋區域掃描成電子檔的格式，並將每張影像給予空間座標以及進行影像校正。由於過去這些圖面資料是以 TW67 座標系統來建立的，因此本案將這些資料再進行 TW97 座標系統的轉換，以利後續資料的應用及分析。

每一種影像所提供的資訊不同，在分析上也有不同的用途，影像資料特性說明如下：

(一) SPOT 衛星影像

1. 解析度為 10m (全色態黑白) 及 20m (多光譜彩色)，於 2002 年底發射之 SPOT 5，其解析度提升至 5m/2.5m (全色態黑白) 及 10m (多光譜彩色)。
2. 具太陽同步軌道，重返 (Revisit) 週期為 26 天。可作傾斜觀測，且目前有 3 顆衛星供使用，故重複取樣之時間極限為 1 天。觀測方向之選擇可由國內衛星接收站 (中央大學) 優先指定。
3. 受雲雨之直接影響。
4. 載體方位參數品質較差，但相對精度高，就 1 個 60km × 60km 之標準像幅而言，10 個地面控制點已足夠。
5. 幾何定位精密度可達 1 像元或更優。
6. 涵蓋面積大 (60km × 60km)，利於大範圍之調查。
7. 直接產生數位影像，就台灣地區而言，中央大學提供精密改正 (正射化) 影像，可直接與其他資料依地理座標套疊。

8. 以地表覆蓋為判釋對象。依光譜特性可使用半自動方法提升判釋之可靠度與精確度。
9. 正射化使用台灣地區 40m×40m 網格之數值地形模型 (Digital Terrain Model)。地面控制點取自 1/5,000 比例尺之像片基本圖。

一般 SPOT 衛星影像主要用來進行林地變遷、土地利用分類及崩場地判識等，由於資料來源相當容易取得，因此被廣泛的作為影像分析之用。本研究所採用的 SPOT 衛星影像為中央大學遙測中心所提供的影像，衛星拍攝時間為 1998 年，衛星影像上紅色區塊為植生覆蓋的區域，如林地、草地等；灰色區塊為人為開發區，如建築物、道路等；黑色（部分呈現深藍色）為水體，如河流、湖泊等。

（二）福爾摩沙二號衛星

福爾摩沙二號衛星影像資料可用來監控台灣本島、離島、台灣海峽及附近海域之環境及資源。此外，在國際合作的協議下，福爾摩沙二號也將在其它區域拍攝地表影像。

福爾摩沙二號每日繞地球飛行14圈，地面軌跡每天兩次通過澎湖與臺灣本島中間。第一次約為上午十點，可拍攝台灣八分鐘，第二次約為晚上十點，可以下載資料。在天候許可的情況下，一次經過可拍攝四個緊鄰的影像條，以涵蓋臺灣全島，得到相當完整的臺灣本島影像。因由國人自主控制，每日再訪特性，高分辨率及廣區域拍攝，低價位的提供，預期在國土監控如環境控制、災害評估、土地利用、農業規畫與普查、科學研究與教育..等領域會有廣泛運用。

福爾摩沙衛星二號於民國93年5月21日(台北時間)成功發射，衛星軌道高891

公里，與太陽同步軌道，每日通過台灣上空二次，其遙測對地解析度為黑白影像 2公尺，彩色影像8公尺，預計任務壽命5年以上。詳如表4.1：

表 4.1 福爾摩沙衛星二號遙測酬載儀器大略規格

軌道	891 公里高，太陽同步軌道，每日通過台灣海峽上空二次
全色態(PAN)	0.45~0.90 μ m
多頻譜(MS)	0.45~0.52 μ m (藍) 0.52~0.60 μ m (綠) 0.63~0.69 μ m (紅) 0.76~0.90 μ m (近紅外線)
遙測對地解析度	全色態 (黑白) 影像 2 公尺 多頻譜 (彩色) 影像 8 公尺
像幅寬	24 公里
任務壽命	5 年
發射日期	2004 年 5 月 21 日(台北時間)

資料來源：國家太空計畫室

(三) 農航所航照正射化影像

1. 解析度依據像片比例尺而定，就 1/1000 比例尺地形製圖而言，航高約 1,500m。若像比例尺不小於 1/5000，則空間解析度可達 10cm。
2. 因一般飛行高度均在地表高 1,500m 以上，因此易受到霧及低雲的直接影響。就高雲所產生之陰影亦使品質降低。
3. 定位精度依據像比例尺而定，定位誤差可優於 0.3m。
4. 可整合 GPS 及 INS，有助減少空中三角測量中地面控制點之需求。
5. 涵蓋面積依航高而定。標準航照像片之底片為 23cm × 23cm，若選擇 1/5000 像片比例尺，則其涵蓋面為 1,150m × 1,150m。
6. 影像為類比，需經掃描而得數位影像。
7. 以地面細緻地物判釋為主。以人工方式為主，少部份可半自動化。

所採用的農航所正射影像，為 2004 年所拍攝，並利用 40 米 DTM 所產出的正射化影像，本研究利用此影像套疊地名、路名、橋名及行政區界，以一萬兩千五分之一的比例尺輸出。

（四）經建版兩萬五千分之一地形圖一、二、三版

本研究共收集經建版三個版本的地形圖，製版日期為第一版 1986-1989 年，第二版 1991 年，第三版 1999-2000 年。

五、石門水庫集水區圖集的製作

圖集的製作所收集的資料與大甲溪流域相同，目前正在進行圖集的編輯。以兩萬五千分之一地形圖為例，本研究共蒐集經建一、三版的地形圖，每一版本以兩萬五千分之一的比例尺來輸出。目前已經完成各種影像的圖幅接合表及各種比例尺的圖集（表 5.1）。

表 5.1 影像資料表

		內容	圖幅名稱	年代	比例尺
A	經建地形圖一版		石門水庫集水區地形圖	1986-1989	1/25000
B	經建地形圖二版			1991	1/25000
C	經建地形圖三版	控制點		1999-2000	1/25000
E	SPOT	地名、橋名、路名、行政區界	石門水庫集水區衛星影像圖		1/50000
F	彩色航空照片	地名、橋名、路名、行政區界	石門水庫集水區航攝正射影像圖	2004	1/12500

圖幅說明：

本圖集依不同比例影像與地形圖，使用適合的比例尺，包含 1:50,000、1:25,000 與 1:12,500 三種，並且比照經建版版面配置，說明如下：

1. 1:50,000 圖圖幅分類：

1:50,000 比例尺之圖幅配置採用五萬分之一地形圖的配置方式，而每一個圖幅大小地形圖的四分之一，故將 1:50,000 比例尺圖幅再分成四張。

9521-1	9621-4	9621-4
9521-1	9621-4-3	9621-4

9521-2	9621-3	9621-3
9521-2	9621-3	9621-3

表示其順序為：

4	1
3	2

2.1：25,000 比例尺圖圖幅分類：

圖幅的編排是以經建版 25000 分之一地形圖的圖號為編圖標準，由於圖幅涵蓋的範圍是經建版地形圖圖幅的 4 分之一，因此再將 25000 分之一地形圖再區分成 4 張，編排方式如下：

9521-1-NW	9621-4-NE	9621-4-NW
9521-1-SW	9621-4-SE	9621-4-SW
9521-2-NW	9621-3-NE	9621-3-NW
9521-2-SW	9621-3-SE	9621-3-SW

表示其順序為：

4	1
3	2

故此圖號之標示為經建圖號後加上我們的編號(大寫英文字母)，9621-3-NS-A

經建每張圖被切割成 4 張，所以依其順序為：

9621-3-NS-A 4	9621-3-NS-A 1
9621-3-NS-A 3	9621-3-NS-A 2

以此類推

3.1：12500 比例尺圖圖幅分類

依照 1：25000 比例尺圖幅在，分割成 1：12500 比例尺
表示其順序為：

9621-3-NS-A 4	9621-3-NS-A 1
9621-3-NS-A 3	9621-3-NS-A 2

d	a
c	b

故此圖號之標示為經建圖號後加上我們的編號(大寫英文字母)，9621-3-NS-A1a
成為 1：12500 比例尺圖幅範圍

9621-3-NS-A1d	9621-3-NS-A1a
9621-3-NS-A1c	9621-3-NS-A1b

表 5.2 影像資料表

		內容	比例尺	圖幅範圍	圖幅數
A	經建地形圖一版		1/25000	6.2×6.9km	31
B	經建地形圖二版		1/25000	6.2×6.9km	31
C	經建地形圖三版		1/25000	6.2×6.9km	31
E	SPOT	地名、橋名、路名、河川名稱	1/50000	12.6×13.8km	11
F	彩色航空照片	地名、橋名、路名、河川名稱	1/12500	3.16×3.46km	92

六、石門水庫集水區圖集

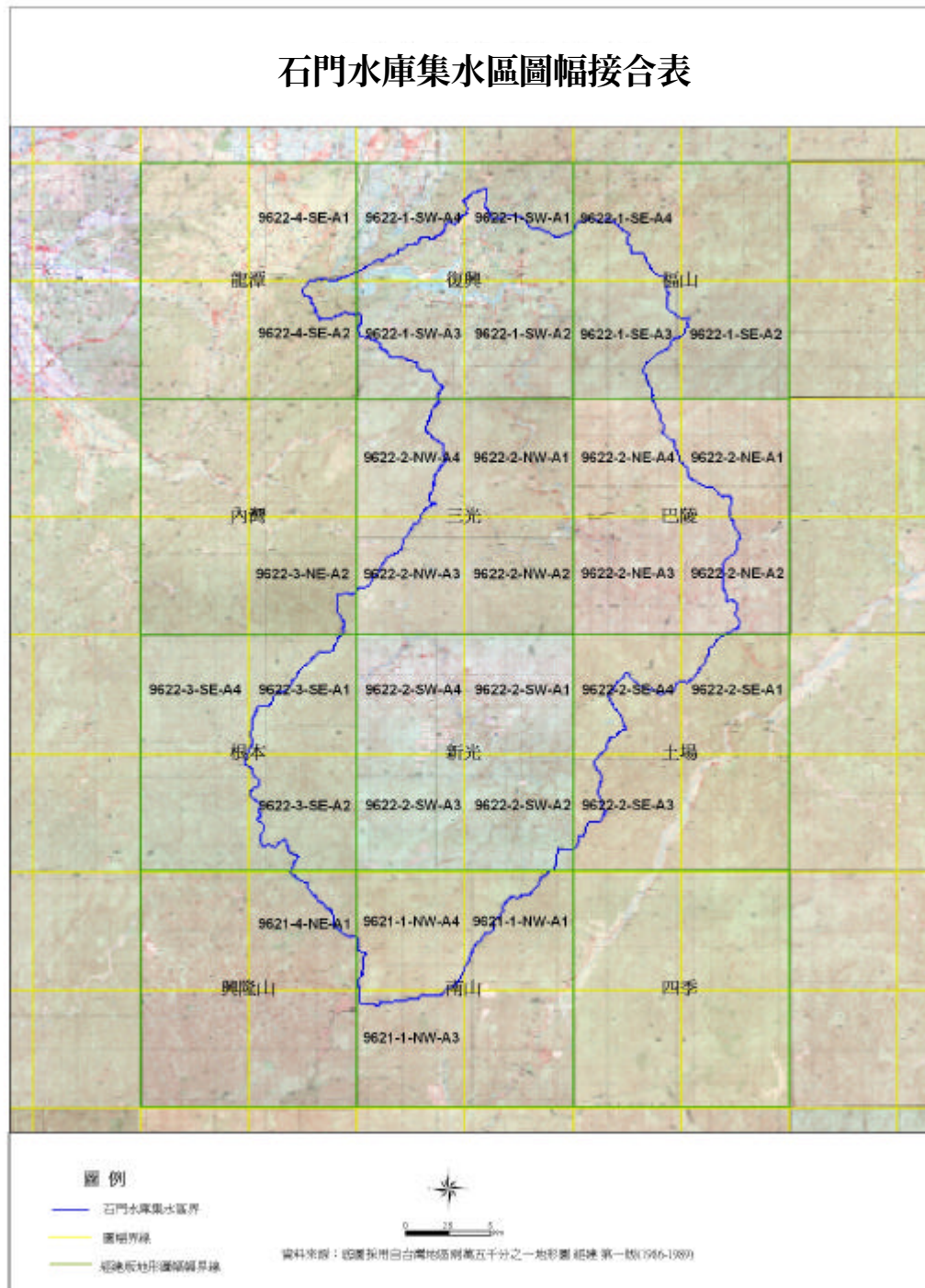


圖 6.1 建版地形圖一版圖幅接合表

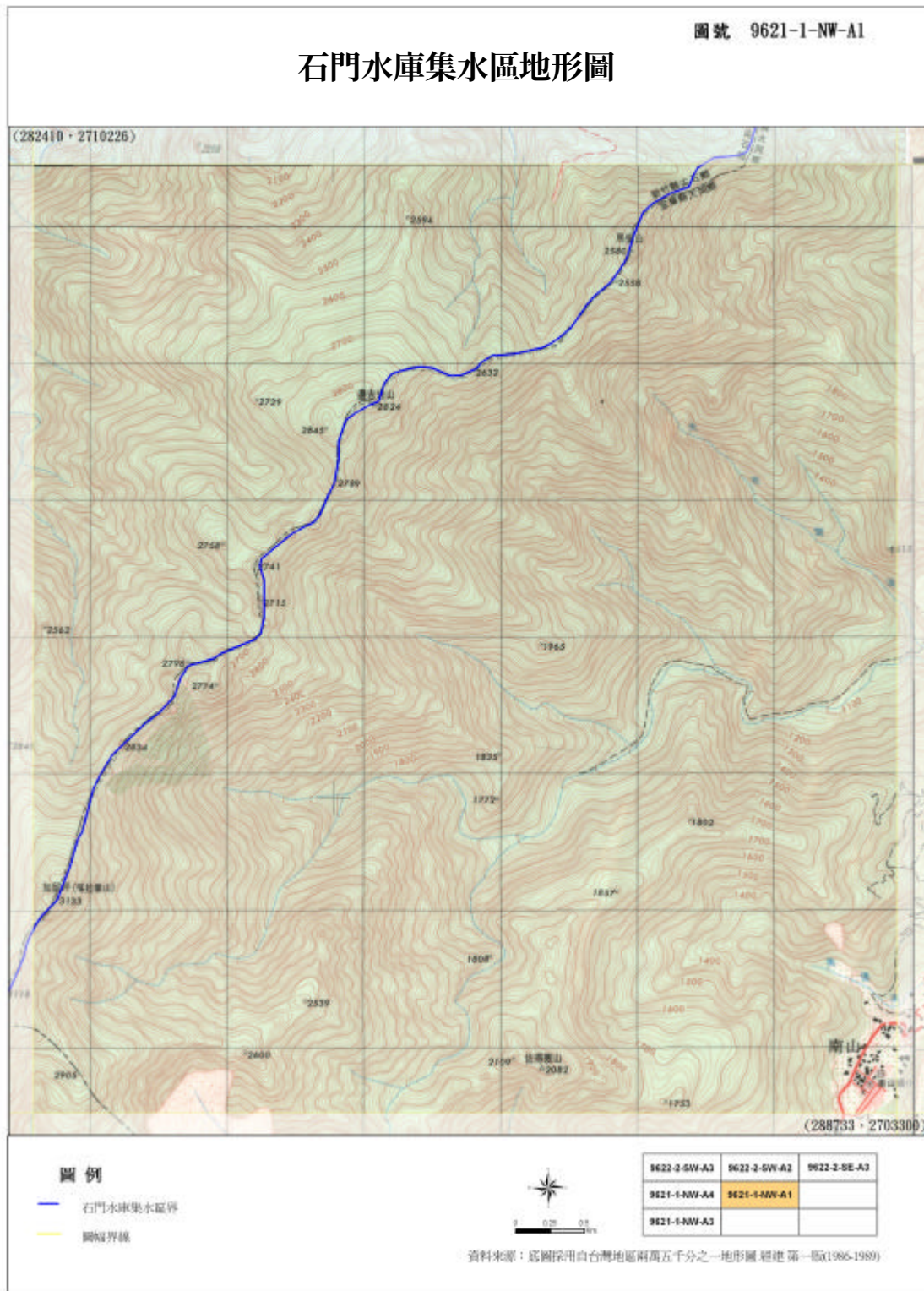


圖 6.2 經建版地形圖一版

石門水庫集水區圖幅接合表

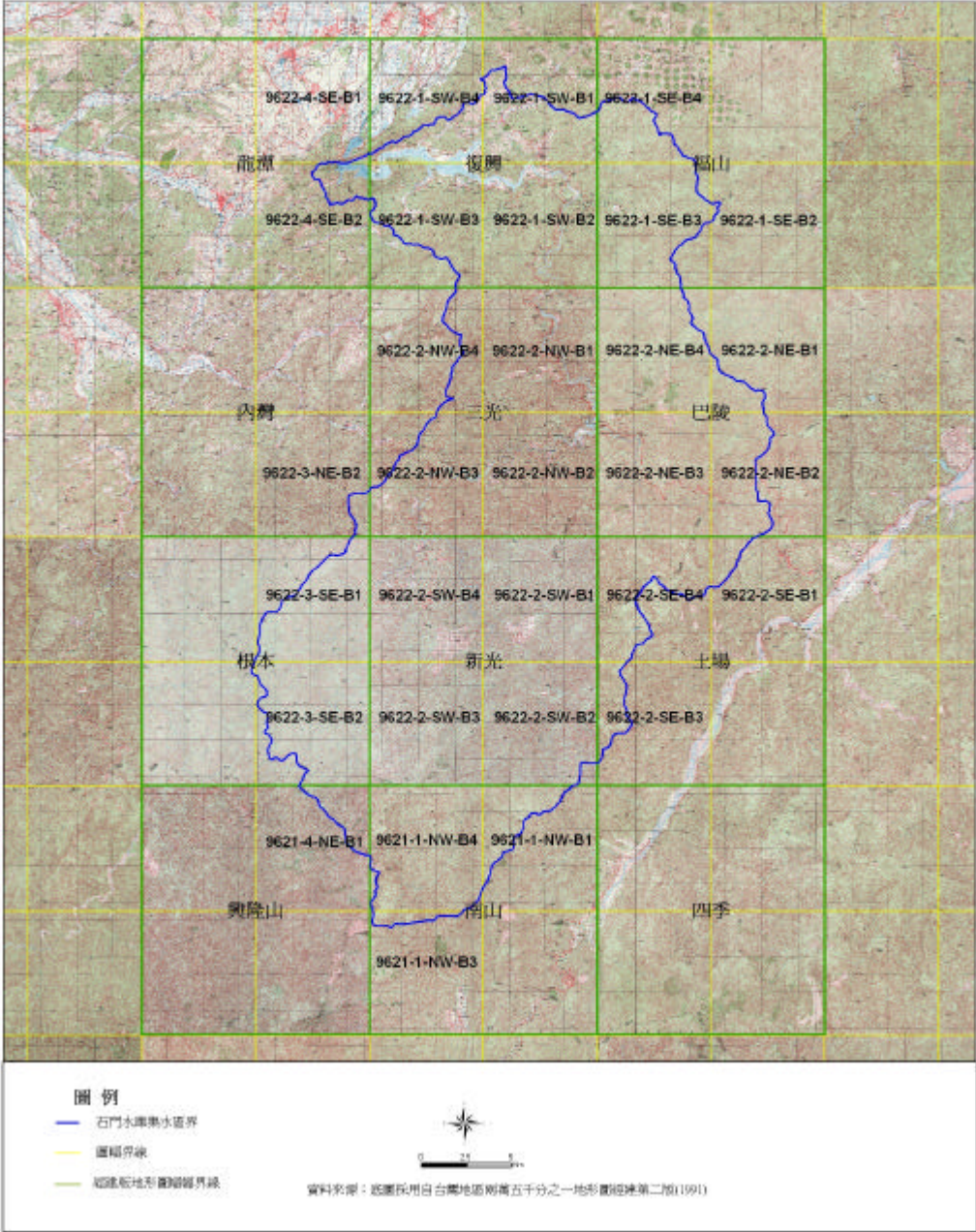


圖 6.3 經建版地形圖二版圖幅接合表

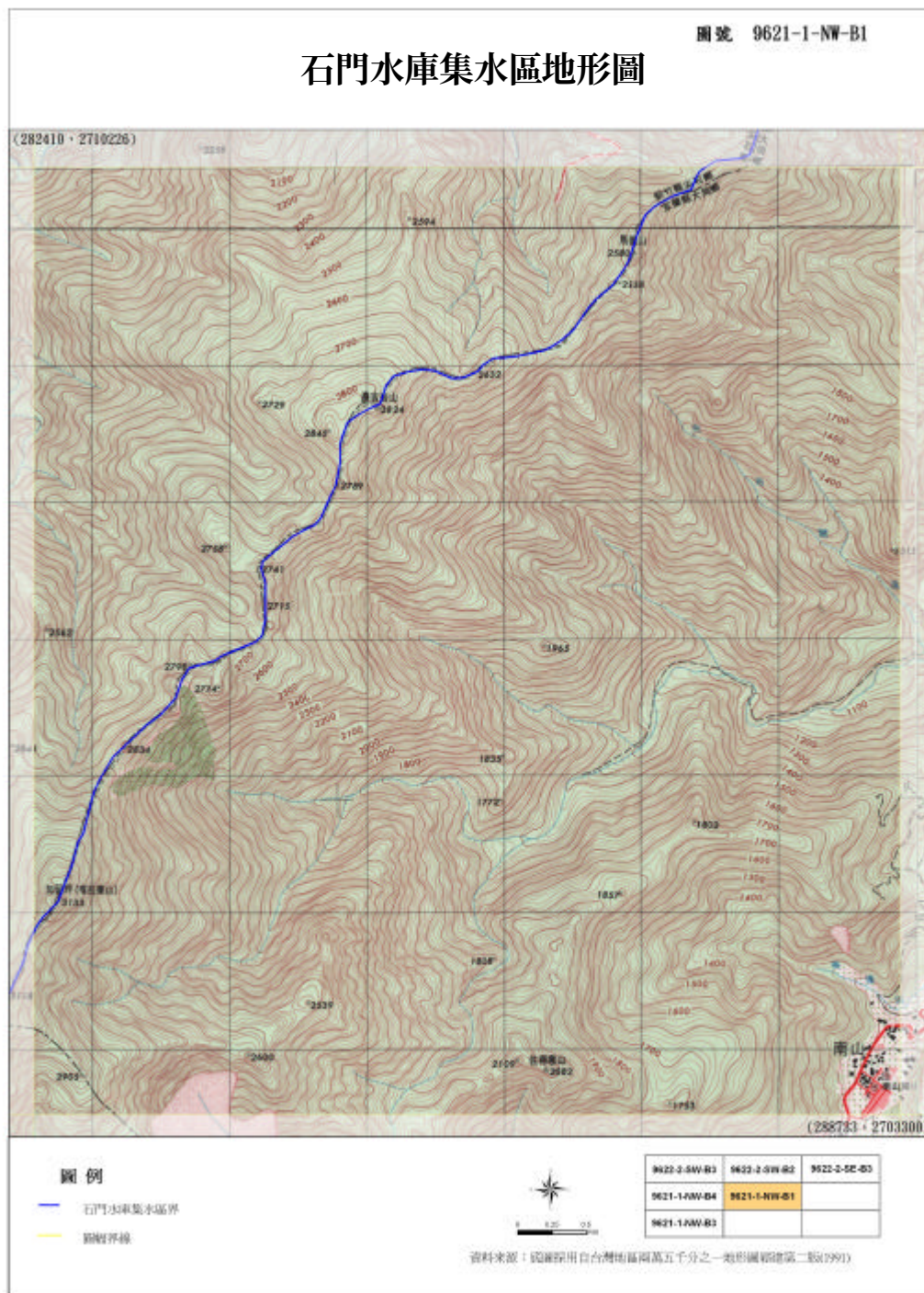


圖 6.4 經建版地形圖二版圖

石門水庫集水區圖幅接合表

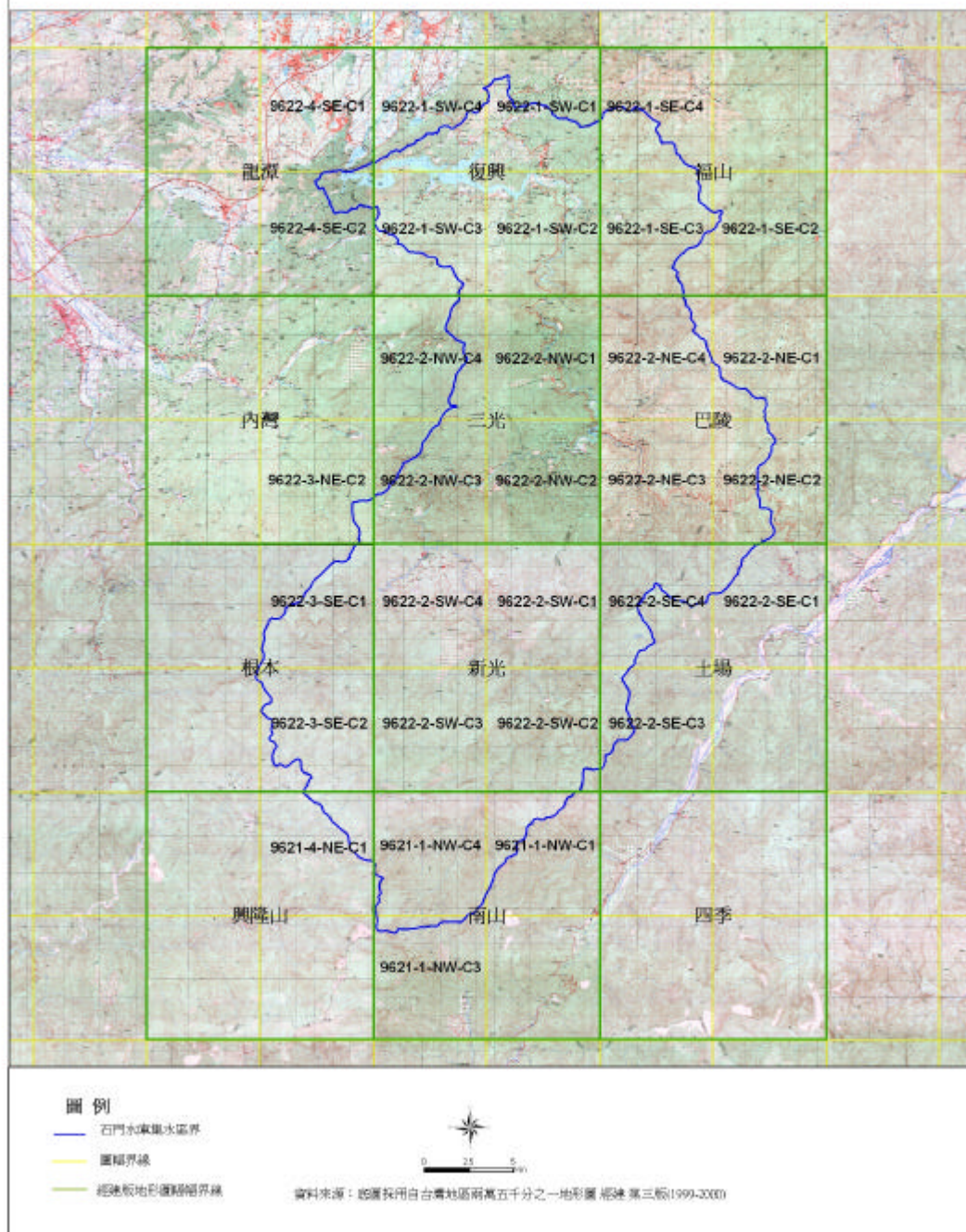


圖 6.5 經建版地形圖三版圖幅接合表

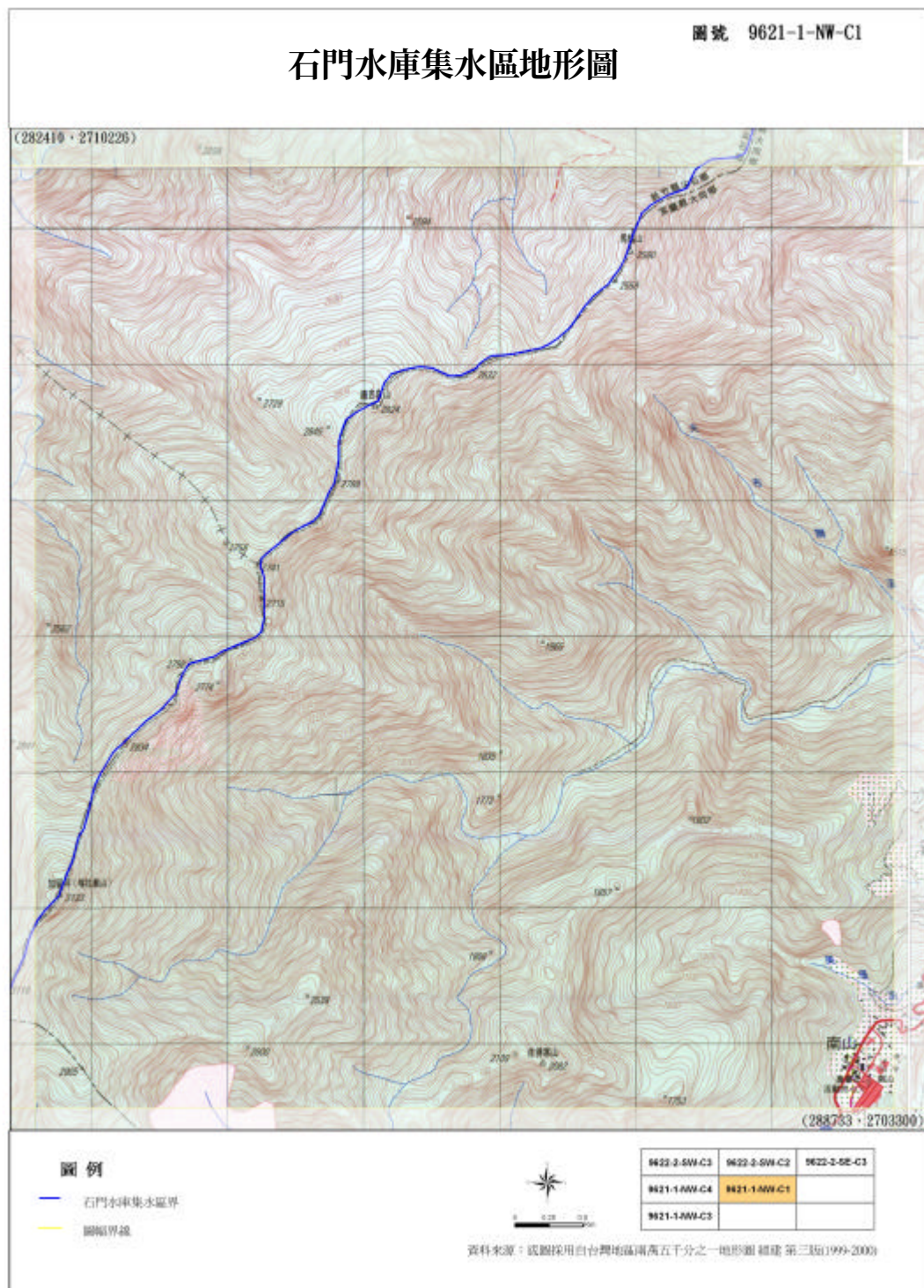


圖 6.6 經建版地形圖三版圖

石門水庫集水區圖幅接合表

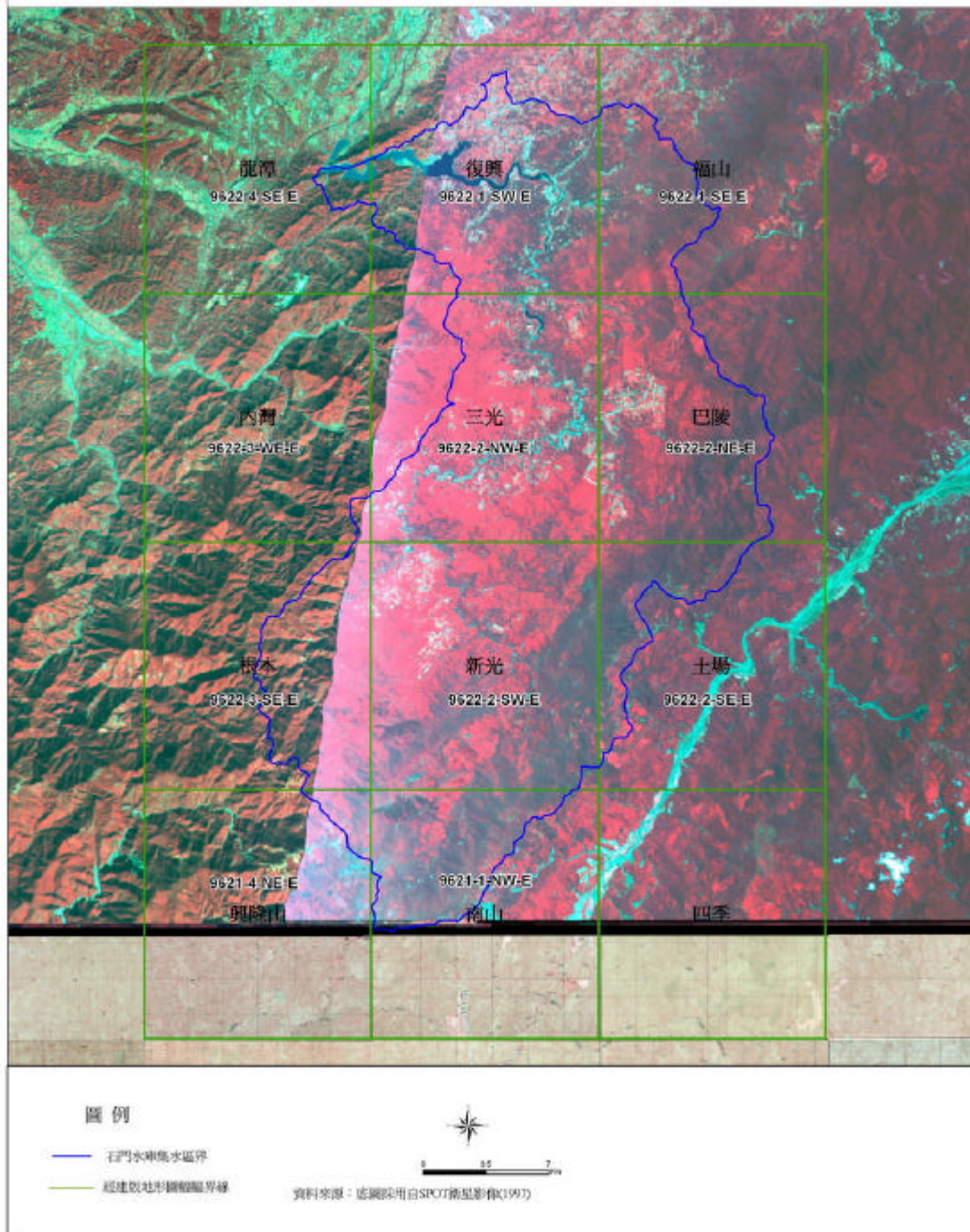


圖 6.7 SPOT 衛星影像圖幅接合表

石門水庫集水區圖幅接合表

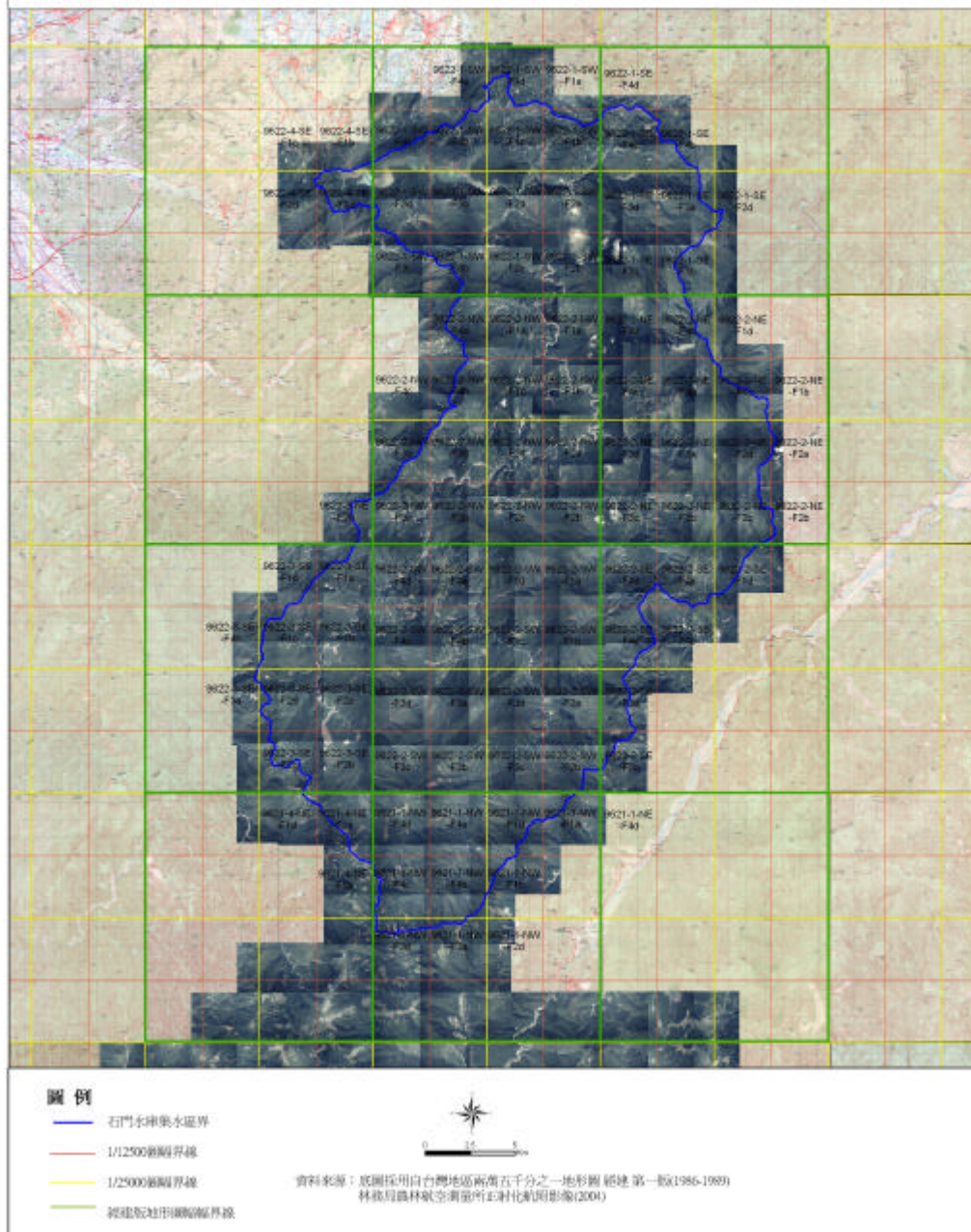


圖 6.9 農航所航照圖圖幅接合表

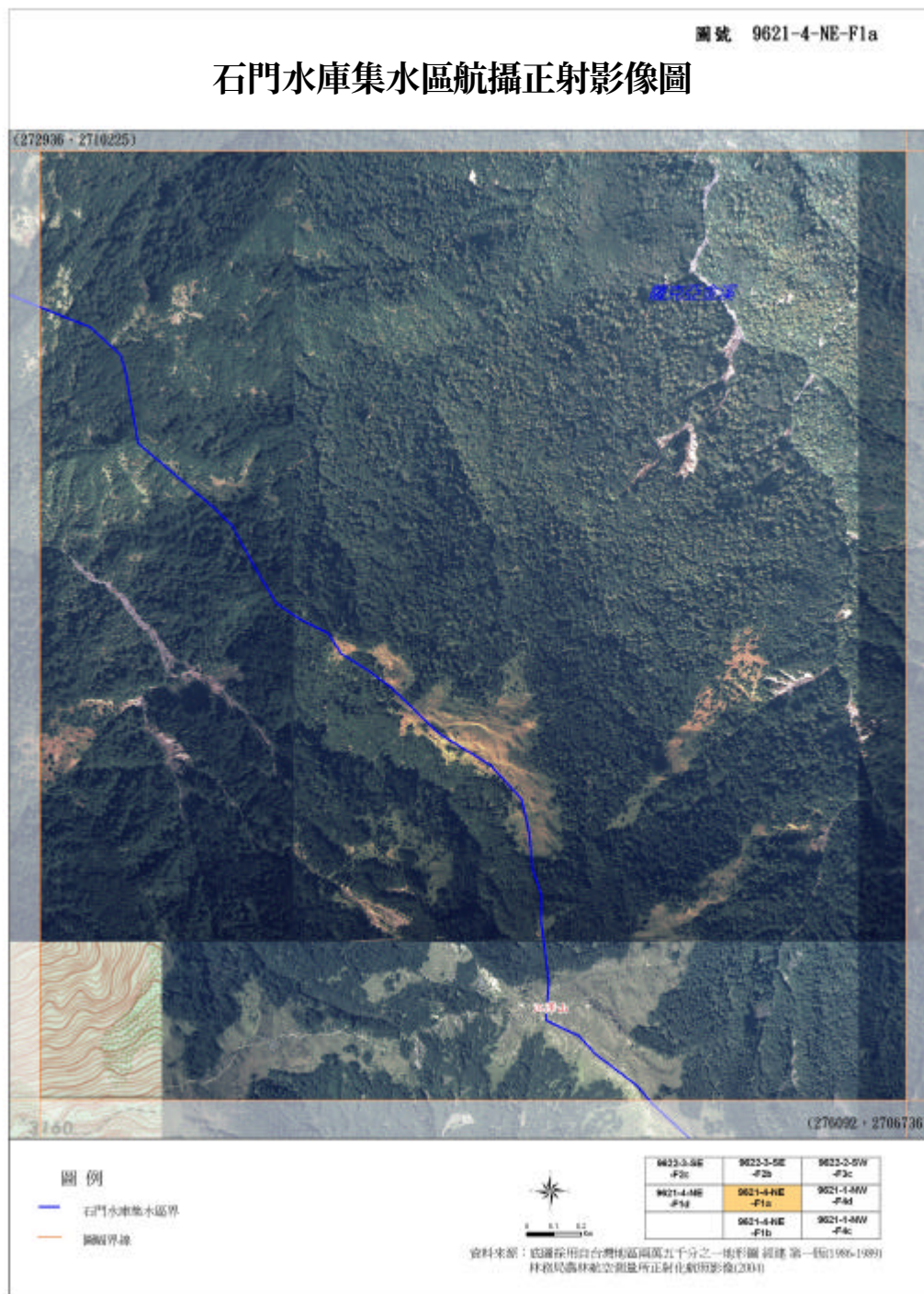


圖 6.10 農航所航照圖

除了圖集的製作之外，本研究並收集與調查石門水庫集水區崩塌地及水文站的資料，製作成下列主題圖（圖 6.11 圖 6.15），以便觀察崩塌地的分布。

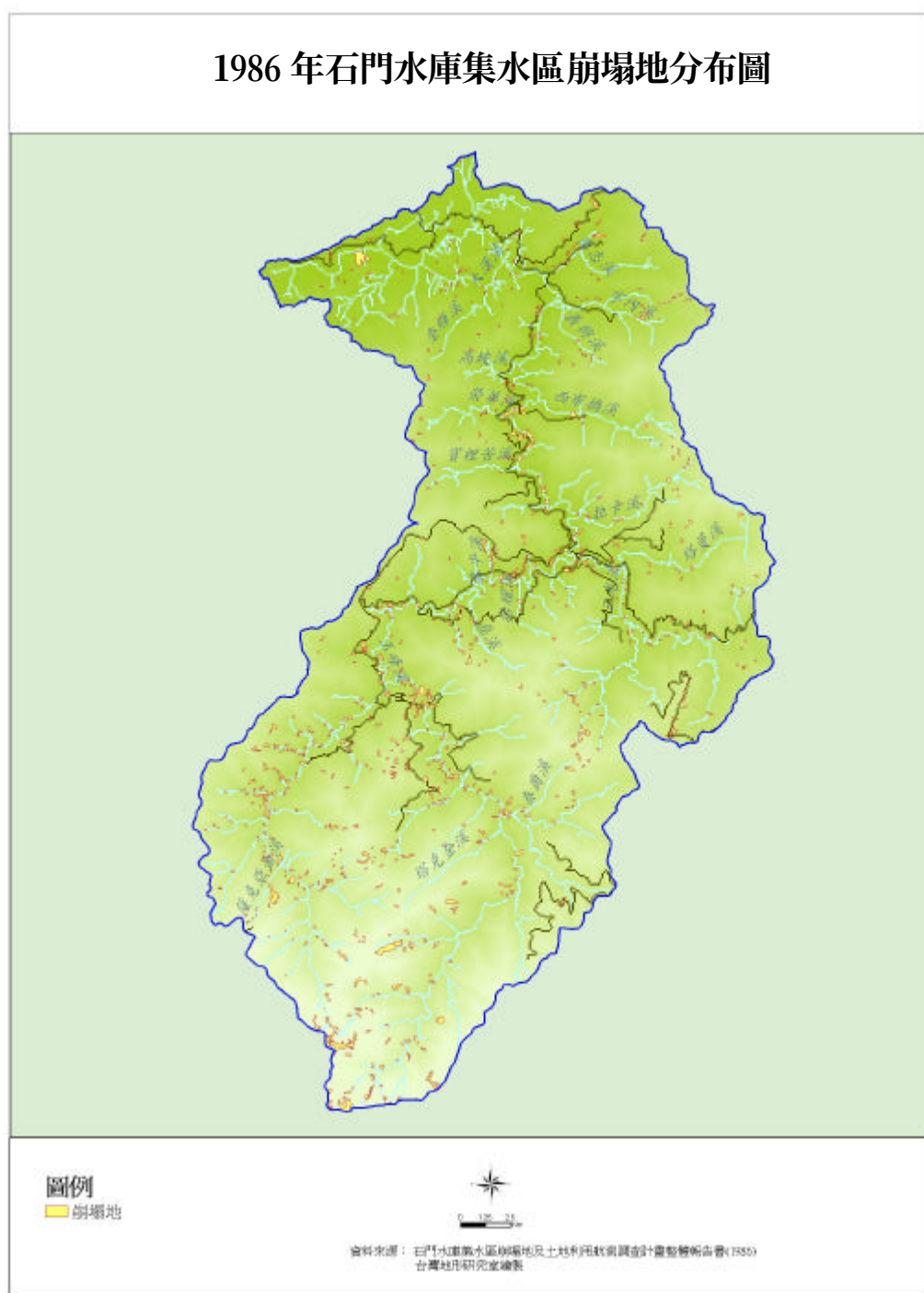


圖 6.11 1986 崩塌地分布圖

1998 年石門水庫集水區崩塌地分布圖

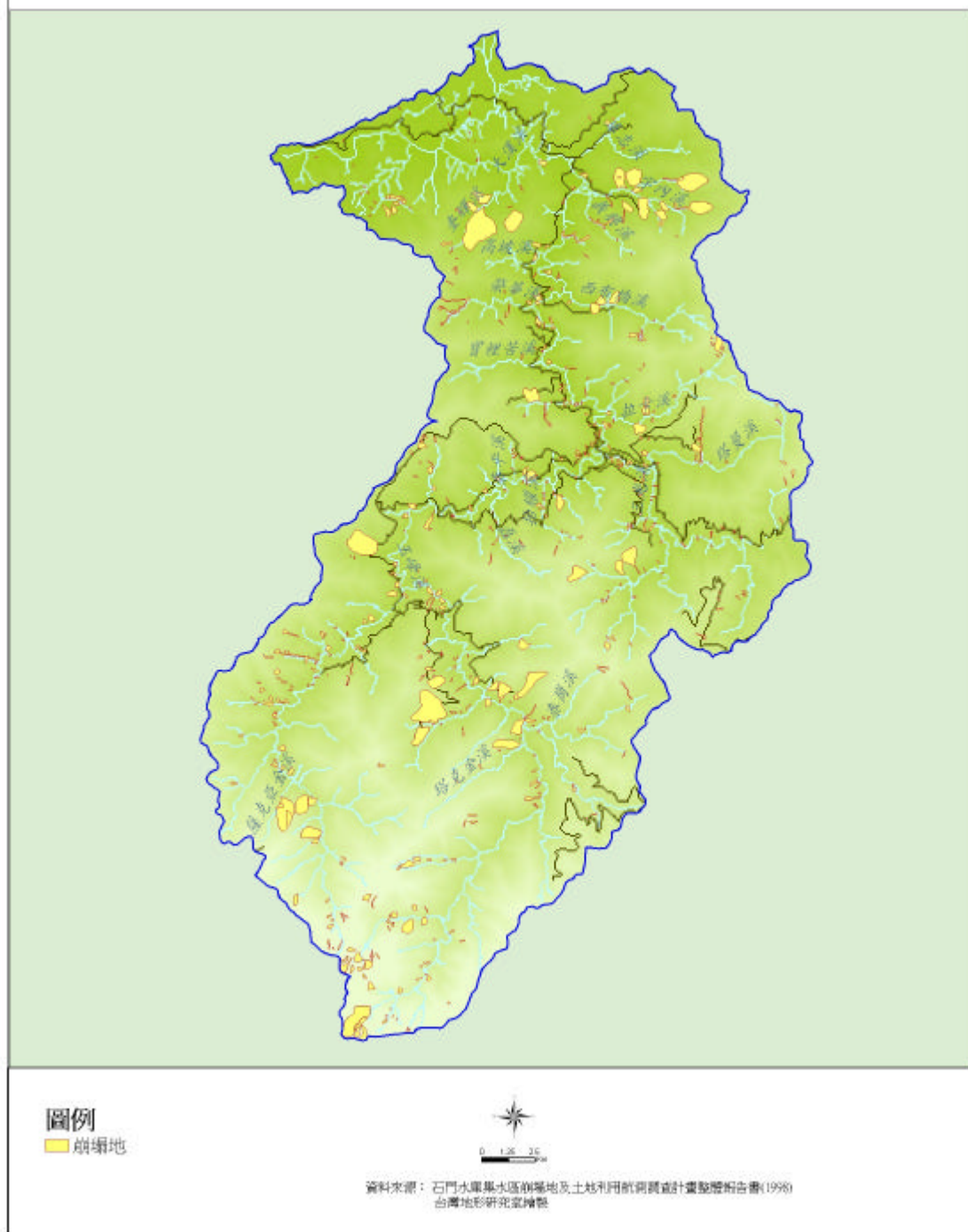


圖 6.12 1997 崩塌地分布圖

2002 年石門水庫集水區崩塌地分布圖

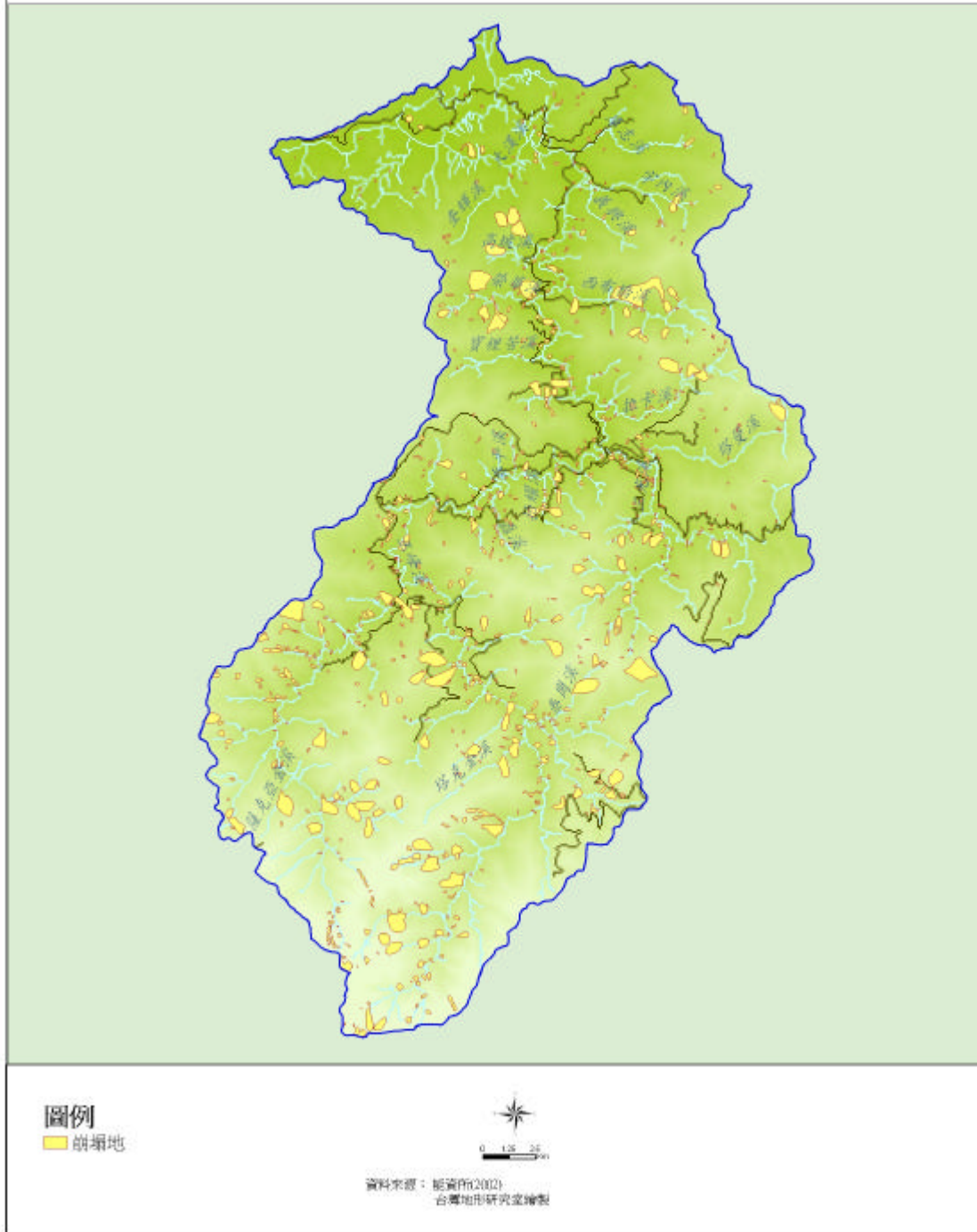


圖 6.13 2002 崩塌地分布圖

2004 年石門水庫集水區崩塌地分布圖

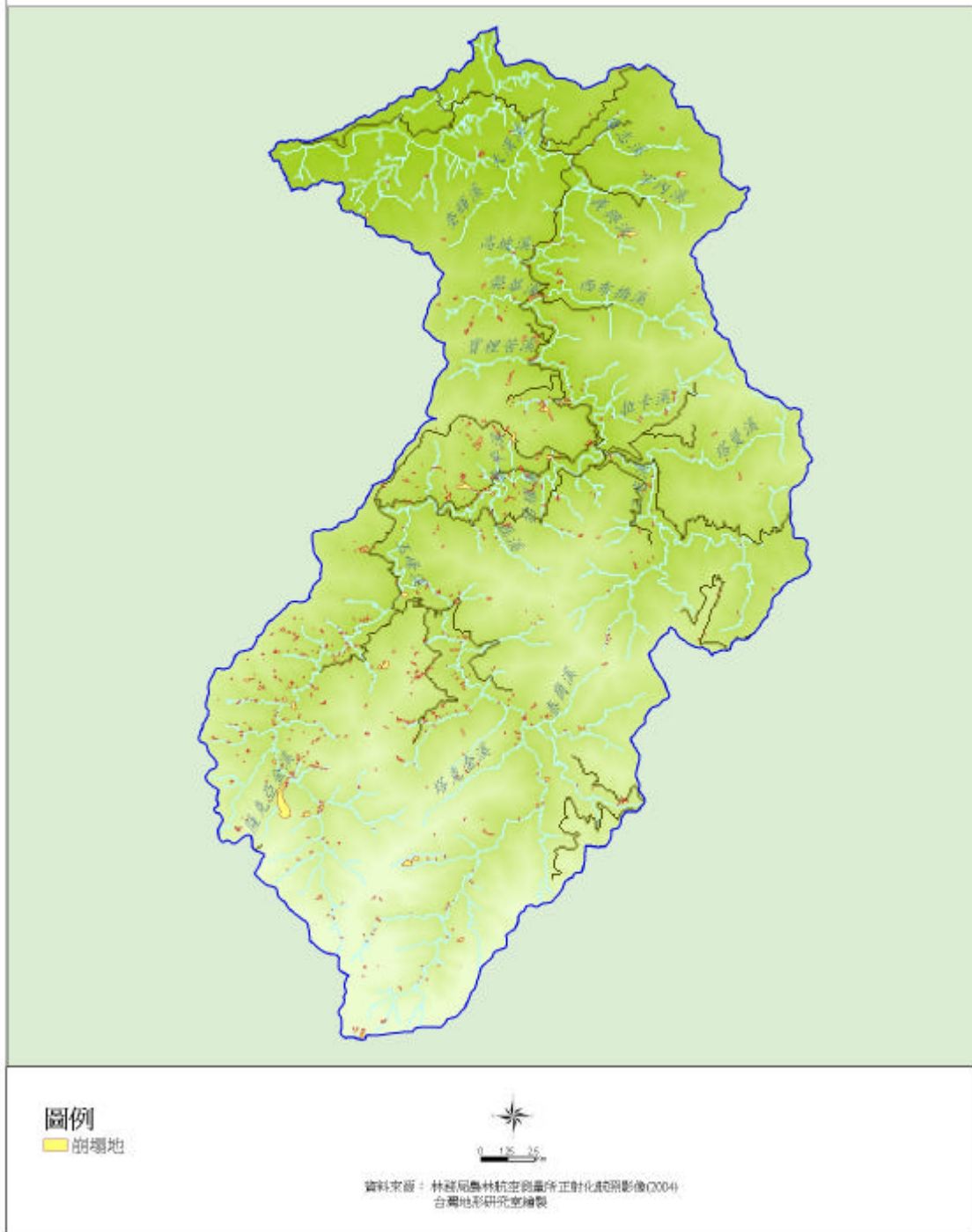


圖 6.14 2004 崩塌地分布圖

石門水庫集水區圖幅接合表

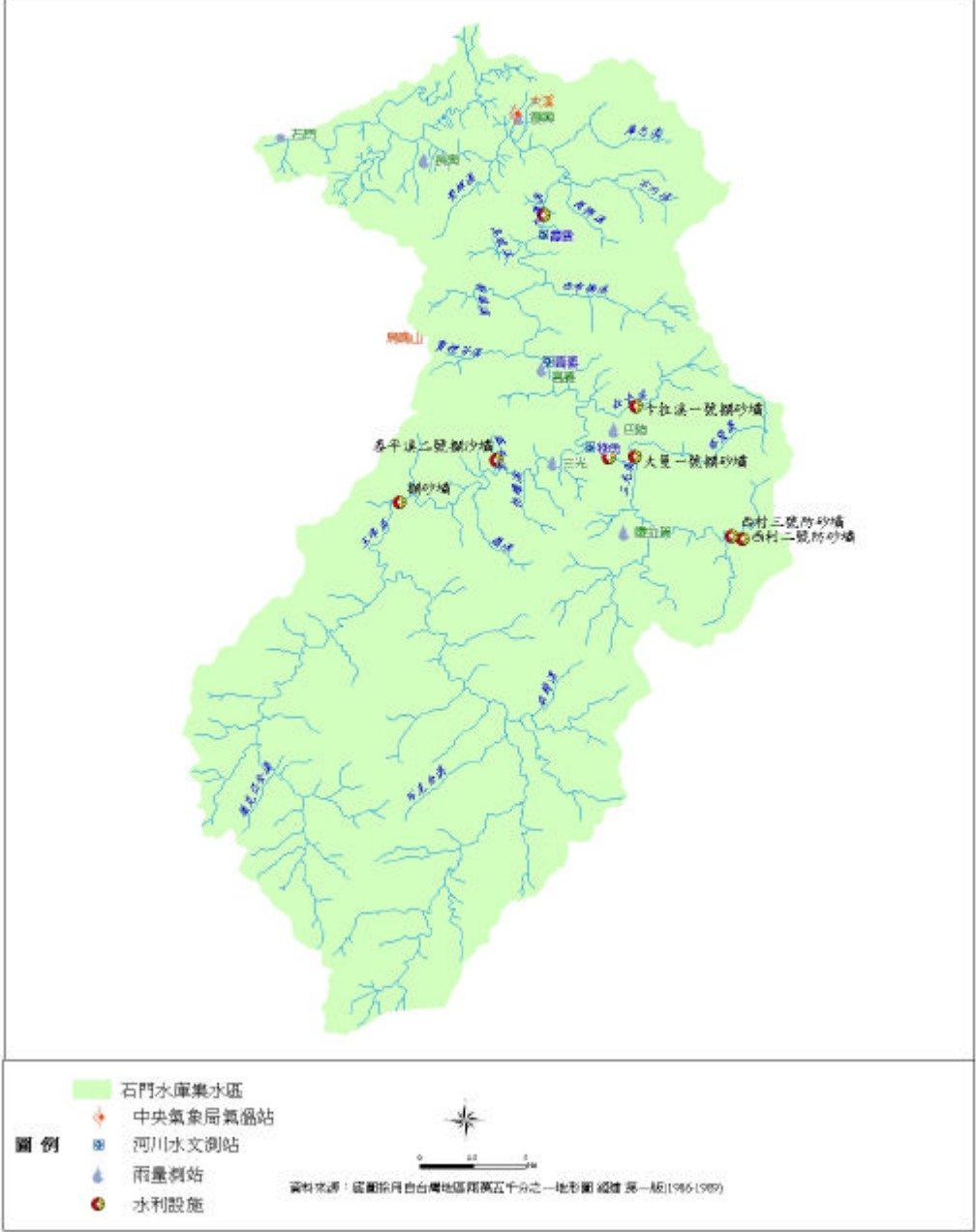


圖 6.15 水文測站圖

七、結論

1. 石門水庫集水區位於台灣北部地區大漢溪河階群上，所以河階地形發達，許多聚落位於河階地上。由於人口的聚集，氣候又適合農業生產，因此土地需求高，許多陡坡地被違法開發，造成道路建設，尤其是產業道路與山坡地的開墾，因此當降雨量超過一千公釐以上，往往將邊坡上的泥沙往下邊坡搬運，也成了石門水庫的泥沙來源。
2. 本研究判讀農航所提供的 2004 年航空照片（圖 7.1），配合經建版一至三版的資料，比對不同時期的差異資料，如裸露地等資料。
3. 石門水庫集水區雖然大部分為林班地，但發現有非常多的人為干擾。尤其在許多支流裡，有許多的開發干擾，也因此造成許多濫墾與崩塌的現象。主要的大規模的開發地區如 118 線道沿線的上高遠、上奎輝，以及台 7 號公路沿線的聚落，如上高義等地。
4. 造成石門水庫集水區的崩塌原因，除了上述的報告外，主要還有濫墾的狀況、坡腳侵蝕、河流的攻擊坡侵蝕、河流埋積谷的堆積物被沖刷到主河道。
5. 比較第一版的像片基本圖，發現過去的河道埋積現象並不明顯，但是新的航空照片發現有許多的埋積谷，將是以後泥沙主要的來源。
6. 石門水庫上游的大型崩場地是否有改變，需要有更及時的資料來做判讀。
7. 石門水庫集水區自然環境欠佳，地質原本脆弱，又經過 921 大地震影響，地層表土鬆動，加以人為開發活動頻繁，土地超限利用情形嚴重，經經濟部水資局調查結果，集水區濫墾面積即達 1,850 公頃，遇有颱風豪雨，即難以避

免崩塌沖蝕，估計入流泥砂達 2,000 萬立方公尺；93 年艾利颱風後，經農航所以航測調查結果，集水區崩塌面積共 671.80 公頃，今（94）年馬莎颱風亦帶來可觀降雨，經調查集水區崩塌面積增加 26.16 公頃，並造成水庫水質渾濁。因此強化集水區保育應為最根本之道。

8. 本研究完成經建版地形圖—三版、SPOT 衛星影像、農航所影像圖。1986、1997、2002、2004 四個年份的崩塌地分布圖、氣候雨水文測站分布圖。

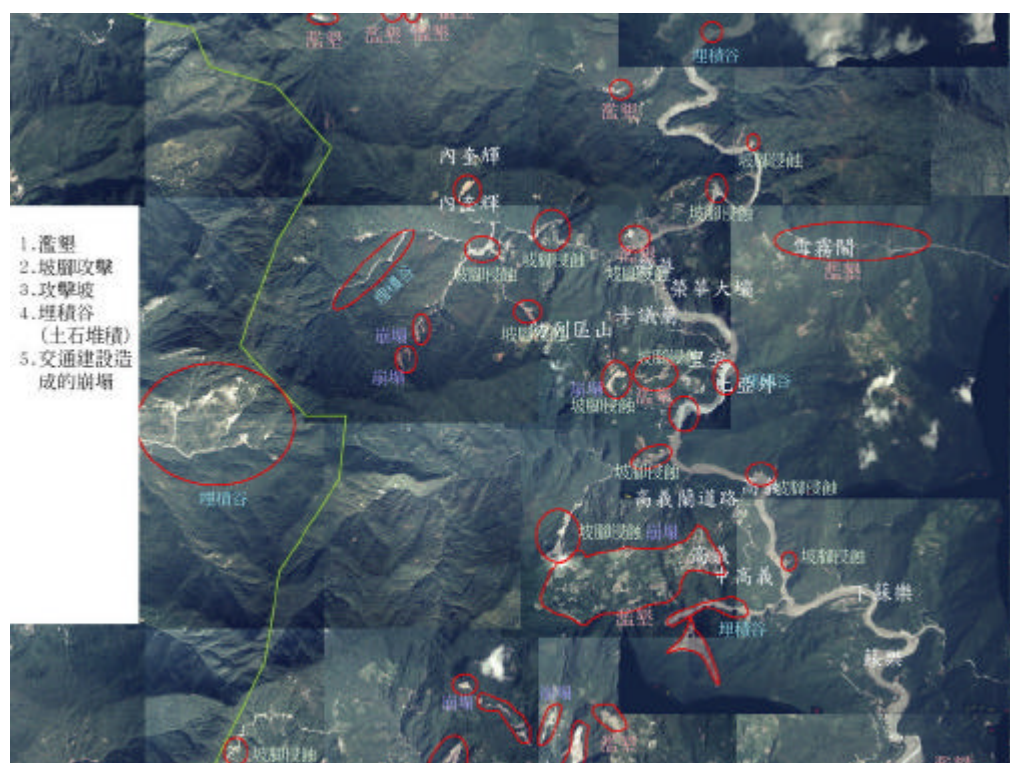


圖 7.1 航空照片崩塌地判釋圖

八、參考資料

工業技術研究院能源與資源研究所，1998，*石門水庫集水區崩場地及土地利用航測調查計畫整體報告書*，臺灣省北區水資源局。

水文水資源資料管理供應系統，<http://gweb.wra.gov.tw/wrweb/>，2005/11/29

中興水土保持研究所，1996，*土地利用對於水庫淤砂之影響*。

中華水土保持學會，1980，*石門水庫集水區第二階段治理規劃*，臺灣省石門水庫管理局。

和新工程顧問公司，2000，*石門水庫集水區第三階段治理規劃*，經濟部水資源局。

康恬慎，2001，*石門水庫集水區不同時期崩場地調查成果分析*，國立臺灣大學森林學研究所碩士論文。

歐陽元淳，2002，*水庫集水區土壤沖蝕之研究-以石門、翡翠水庫為例*，國立臺灣大學地理環境資源學研究所碩士論文。

經濟部水資源局，1998，*水庫集水區治理規劃與成效評估計畫*。

經濟部水資源局，1998，*土地利用對水庫淤砂之影響*（三）。

臺灣省林務局農林航空測量所，1976，*石門水庫集水區崩坍地航測調查報告*，臺灣省石門水庫管理局。