

全省主要河川流域地質資訊系統建立
第一年工作成果報告 (1/2)

Development of Geology GIS for Major River
Basins in Taiwan



經濟部水利署水利規劃試驗所
中華民國九十三年十二月

全省主要河川流域地質資訊系統建立
第一年工作成果報告 (1/2)

Development of Geology GIS for Major River
Basins in Taiwan

主辦機關：經濟部水利署水利規劃試驗所
執行機關：國立交通大學
中華民國九十三年十二月

目錄

目錄.....	I
表目錄.....	III
圖目錄.....	IV
相片目錄.....	V
摘要.....	VI
Abstract.....	XII
結論與建議.....	XIII
第壹章 緒論.....	1
一、計畫緣由.....	1
二、工作範圍.....	2
三、第一年工作項目.....	3
四、工作目標.....	4
第貳章 流域之地質特性.....	7
一、概述.....	7
二、河川系統之平衡狀態概述.....	7
三、河道變遷型態.....	12
四、河川地形特色與地質.....	14
五、環境敏感地質對河川治理之探討.....	17
第參章 頭前溪河床航空照片地質判釋.....	31
一、概說.....	31
二、工作執行說明.....	31
三、航照判釋設備及成果.....	32
第肆章 河床質底床粒徑調查方法之檢討.....	40
一、概說.....	40
二、河床質採樣與分析之不確定性.....	42

二、河床質採樣與分析之不確定性.....	42
三、河床質採樣與分析方法介紹.....	43
四、河床質採樣與分析方法之建議.....	44
第五章 地質條件對集水區土砂產生量之影響.....	47
一、影響集水區土砂產生量之重要地質因素.....	47
二、崩坍發生機制.....	47
三、集水區土砂產生量推估方式之探討.....	49
四、土砂生產量推估方式之討論與建議.....	52
第六章 河川流域地質資訊系統架構規劃.....	56
一、系統概述.....	56
二、資料調查與蒐集.....	58
三、地質資訊圖層架構規劃.....	76
四、圖層建置方法.....	79
五、圖資套疊及座標系統.....	83
六、河川流域地質資訊系統建置成果.....	84
參考文獻.....	108
附錄 A 期末報告審查意見及處理狀況.....	A-1
附錄 B 期中報告審查意見及處理狀況.....	B-1
附錄 C 期初報告審查意見及處理狀況.....	C-1
附錄 D 以河床質為例，分析地質因子改變對河道之影響.....	D-1
附錄 E 頭前溪資料說明書.....	E-1
附錄 F 流域地質概況.....	F-1
附錄 G 台灣地質基本岩性概說.....	G-1
附錄 H 工作人員名單.....	H-1

表目錄

表 5.1 法恩氏分類表.....	48
表 5.2 土壤沖蝕量估算之集水區特徵因子及評估數值表.....	52
表 6.1 已收集之中央地調所數值地質圖.....	59
表 6.2 環境地質圖七十四至九十二年調查區圖名索引表(一).....	61
表 6.3 環境地質圖七十四至九十二年調查區圖名索引表(二).....	64
表 6.4 水利署水利規劃試驗所已收集圖資.....	70
表 6.5 主要河川流域之地質鑽探成果查詢資料.....	72
表 6.6 地質資訊圖層規劃內容一覽表.....	78
表 6.7 頭前溪流域建置成果.....	85
表 6.8 鳳山溪流域建置成果.....	87
表 6.9 中港溪流域建置成果.....	88
表 6.10 後龍溪流域建置成果.....	90
表 6.11 大安溪流域建置成果.....	91
表 6.12 大甲溪流域建置成果.....	93
表 6.13 烏溪流域建置成果.....	95
表 6.14 濁水溪流統建置成果.....	98
表 6.15 北港溪流域建置成果.....	101
表 6.16 朴子溪流域建置成果.....	103

圖目錄

圖 1.1 全省主要河川圖	5
圖 1.2 工作執行流程圖	6
圖 2.1 河川之理想縱剖面圖	8
圖 2.2 斷層位移造成之河川縱剖面改變	9
圖 2.3 河川階地型態圖	10
圖 2.4 侵蝕型（上）與沈積型（下）階地的差異	10
圖 2.5 水庫的興建或拆除造成河川平衡的調整	12
圖 2.6 沖積型河川平衡狀態	13
圖 2.7 河道變寬的機制	13
圖 2.8 河道變窄的機制	14
圖 2.9 台灣常見水系類型	15
圖 2.10 向源侵蝕現象示意圖	18
圖 2.11 河川襲奪現象示意圖	20
圖 2.12 土石流現象示意圖	24
圖 3.1 航照立體判釋工作站	33
圖 3.2 航照判釋成果範例	33
圖 3.3 航空照片檔案編號 7777（交大璞玉計畫）之判釋成果	35
圖 3.4 航空照片檔案編號 3699（交大璞玉計畫）之判釋成果	36
圖 3.5 頭前溪流域正射影像套疊河道判釋成果	38
圖 3.6 立體對判釋成果與正射影像判釋成果的套疊	38
圖 3.7 原始正射影像（上）與判釋成果（下）之比對	39
圖 6.1 河川流域地質資訊系統整體架構及工作流程示意圖	58
圖 6.2 台灣地區 1/25,000 圖幅接合表（摘自內政部網站）	69
圖 6.3 主要河川流域附近曾進行之地質調查計畫查詢	72
圖 6.4 ArcCatalog 視窗	81
圖 6.5 ArcMap 視窗	83
圖 6.6 典型材料之 P 波速度	106
圖 6.7 典型材料之 S 波速度	106
圖 6.8 典型材料之電阻值	107

相片目錄

相片 2.1 烏溪上游某凹谷處之向源侵蝕.....	19
相片 2.2 由古地形面觀察到的河川襲奪現象.....	20
相片 2.3 太平廂子坑橋下方之固床工與岩床界面.....	21
相片 2.4 太平廂子坑橋下游處河道下蝕狀況嚴重.....	22
相片 2.5 埔霧公路本部溪橋與獅子頭橋間某跨越眉溪之橋.....	23
相片 2.6 埔霧公路箱根溫泉旅館下游處河道彎曲處之側蝕.....	23
相片 2.8 大安溪東崎道路蟾蜍石站附近之土石流及衍生災害.....	25
相片 2.9 烏石坑溪匯入大安溪主河道處.....	26
相片 2.10 匯流口處淤埋狀況.....	26
相片 2.11 頭汴坑溪龍寶橋至一江橋河段.....	27
相片 2.12 隘寮橋下游.....	27
相片 2.13 頭前溪中正大橋下游.....	28
相片 2.14 新城斷層附近水流沿弱帶下蝕形成峽谷.....	29
相片 2.15 2001 年時草嶺堰塞湖蓄水量豐沛.....	30
相片 2.16 2002 年時草嶺堰塞湖上游面已經幾乎淤滿.....	30
相片 2.17 2004 年時草嶺堰塞湖上游淤積面沖蝕狀況.....	30
相片 5.1 烏溪流域埔里附近之小集水區.....	54
相片 5.2 烏溪流域上游小集水區之向源侵蝕崩坍.....	55
相片 5.3 烏溪流域九九峰.....	55

摘要

一、計畫概述

「全省主要河川流域地質資訊系統建立」計畫之主要目的在於建置全省主要河川流域地質資訊系統之相關地質圖層，做為河川流域整體規劃的應用資訊。本案執行之整體構想，在於考量河川管理規劃的相關地質條件，建立圖層架構，藉由蒐集全省主要河川流域的既有地質資料，將之實質建置於各河川流域的相關地質圖層內。

二、地質特性對河川治理、規劃的影響探討

探討說明河川系統之平衡狀態、河道變遷之機制（包含橫向變遷、縱向侵蝕作用）、台灣地區常見之水系型態及發展特性、河川發展產生之地形特色，並以台灣常見地質災害現象，以實例方式說明其對河川治理之影響，包含向源侵蝕、河川襲奪、河道下蝕、河岸側蝕、土石流、土砂運移淤埋、斷層錯動、地質構造及山崩等。

三、頭前溪河床航空照片地質判釋

本計畫已完成頭前溪河道地質判釋分區及繪圖，工作成果範例如圖 0.1 所示。工作成果展示利用航空影像進行判釋與繪圖之實例，說明藉助此方式研判河道現況確屬可行，判釋之方式包含立體對及正射影像判釋。

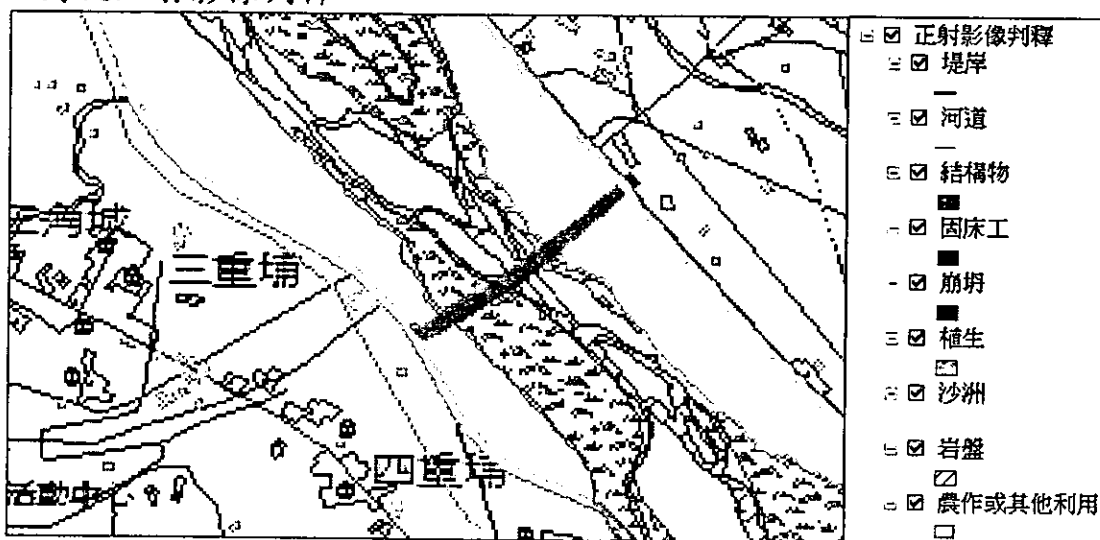


圖 0.1 頭前溪河道地質判釋分區及繪圖成果範例

四、河床質底床粒徑調查方法之檢討

河床質粒徑分佈與地形與地質關係深遠，探討河床質粒徑調查分析之合適方法，宜先透過由地形與地質的角度思考之。重要因素包括水系類型、區域氣候特徵、流域水文特性、河川中沈澱產生之來源、河川輸砂特性、及河道之邊界特性等。

依據沉澱物質之顆粒型態與河道邊界材料性質可將河道分成直線型、彎曲型、辨狀型及吻合型等四大類型，可將此分類運用在河床質取樣之縱向分區上。

河床質採樣與分析之不確定性包括河床質組構在橫向與縱向的變異性、時間變異性、垂直向之變異性、兩種明顯的粒徑分佈及採用不同的採樣程序等五大項目，決定取樣位置時應詳加考慮。

河床質一般採樣分析方法計有體積採樣、網格採樣、面積採樣以及橫切採樣等四種，其中網格法、面積法與橫切法均屬二維之調查方法。而一個完整的河床質的採樣分析應包含以下五個程序：一、選擇採樣地點與採樣時間；二、採集樣品；三、粒徑分配；四、調查成果統計分析；五、成果展示。

五、河川流域地質資訊系統架構規劃

(一)本計畫已收集包括中央地質調查所、工研院能資所、內政部、水利署水利規劃試驗所、水土保持局、林務局等各主要資料產製單位之各式圖資，並調查其他單位之可能圖資資訊。

(二)地質資訊圖層架構規劃主要包含六大圖層：

- 1.河川流域數值地形圖層。
- 2.基本地質圖層。
- 3.敏感地質圖層。
- 4.河床質圖層。
- 5.地質探查資料圖層。

6.參考資料圖層。詳細內容請參閱表 0.1。

表 0.1 地質資訊圖層架構規劃

圖層名稱	內容說明	資料來源	建置方式	
河川流域數值地形圖層	數值地形	內政部 1/25,000 數值地形圖	匯入	
基本地質圖層	數值地質	地調所 1/500,000 數值地質圖	匯入	
		地調所 1/50,000 分幅數值地質圖	匯入	
敏感地質圖層	地質構造	地調所 1/50,000 數值地質圖地質構造圖層	匯入	
	土石流	水保局土石流潛勢溪流圖	匯入	
	崩塌地	水保局崩塌地圖	匯入	
	河岸出露地層種類及位態	地調所 1/50,000 分幅數值地質圖地層分佈及位態圖層	水保局土壤圖	匯入
			林務局土壤圖	匯入
			內政部 1/25,000 數值等高線	匯入
	兩岸邊坡之坡向、坡度	內政部 1/25,000 數值等高線	匯入	
	環境地質	工研院能資所環境地質圖幅 (1/5,000, 大部分未數化)	已數化部分直接匯入, 其他未數化圖資僅建置圖幅索引圖層	
	煤礦坑位置	水規所既有調查成果	(同上)	
河床質圖層	河床地層種類	地調所 1/50,000 分幅數值地質圖地層分佈圖層	匯入	
	河床斷面資料	水規所大斷面測繪資料 (大部分未數化)	建置索引圖層連結, 資料以數位檔案為主	
	河床質取樣處及其粒徑分佈	水規所河床質取樣處及粒徑分佈資料 (大部分未數化)	建置索引圖層連結, 資料以數位檔案為主	
地質探查資料圖層	地質鑽探柱狀圖	地調所 Geo2002 系統	匯入鑽探孔索引圖	
	地球物理探查地層剖面圖	資料提供單位探查報告 (大部分未數化)	索引圖層連結, 資料以數位檔案為主	
參考資料圖層	包括圖片、調查相片、掃描文件等資料	資料提供單位 (大部分未數化)	索引圖層連結, 資料以數位檔案為主	

(三) 本計畫地質資訊圖層係採用 ArcView 9.0 之版本作為建置系統, 包括 ArcMap 和 ArcCatalog 兩個主要模組, 管理和展示向量圖籍、影像與屬性資料, 匯集空間資訊和屬性資料, 並在系統之中加以連結, 大量資料組織後納入資料庫中, 以方便人員查詢, 並且可隨時更新或擴充資料。

(四) 本計畫在頭前溪流域建置之地質資訊系統實質建置圖資共計 11 大類 65 圖層 (表 0.2)，其他尚有以鏈結方式儲存之影像及說明檔；其餘本年度工作範圍內之其他九個流域亦都已實質建置三十餘層以上之圖資 (表 6.8 至表 6.16)。

表 0.2 頭前溪流域建置圖資

圖層名稱	建置資料名稱	圖層格式	資料來源
基本圖籍	台灣地圖	.SHP	頭前溪流域屬性基本資料庫
	新竹鄉鎮	.SHP	
	地質圖	.SHP	
	流域範圍圖	.SHP	
	道路	.SHP	
	縣道	.SHP	
	鐵路	.SHP	
	省道	.SHP	
	高速公路	.SHP	
	河流	.SHP	
	地質構造線	.SHP	
	活斷層	.SHP	
	山名	.SHP	
	建築設施	.SHP	
	相片基本圖框	.SHP	台灣相片基本圖
	1/25,000 數值地形索引圖	.SHP	內政部全省 1/25,000 數值地形圖
數值地質圖	中壢	.SHP	地調所 1/50,000 分幅數值地質圖
	新竹	.SHP	
	竹東	.SHP	
	苗栗	.SHP	
	五十萬分之一數值地質圖	.SHP	地調所 1/500,000 台灣數值地質圖
數值地形圖	9522_1_SE	CAD	內政部全省 1/25,000 數值地形圖
	9622_1_SW	CAD	
	9622_2_NW	CAD	

	9622_3_NE	CAD	
	9622_3_NW	CAD	
	9622_3_SE	CAD	
	9622_3_SW	CAD	
	9622_4_SE	CAD	
	9622_4_SW	CAD	
環境地質圖	9622_4	.SHP	能資所環境地質圖幅
區域調查圖資	交通大學璞玉計畫岩盤地質圖	CAD	國立交通大學璞玉發展計畫特定區地質鑽探工作成果報告書
參考資料圖層	璞玉計畫震測資料	.SHP	
	參考文獻	.SHP	全省主要河川流域地質資訊系統建立報告
	現有跨河構造物	.SHP	頭前河流域屬性基本資料庫
	現有取水設施與排水閘門	.SHP	
	現有防洪構造物	.SHP	
	堤防	.SHP	
	水工構造物	.SHP	頭前河流域屬性基本資料庫
	灌溉渠道	.SHP	
	排水系統	.SHP	
	排水渠道	.SHP	
	雨量站	.SHP	頭前河流域屬性基本資料庫
	新竹區域雨量站	.SHP	
	水位流量站	.SHP	
	水庫資料	.SHP	
航照判釋	立體對判釋	.SHP	國立交通大學璞玉發展計畫特定區地質鑽探工作成果報告書
	正射影像判釋	.SHP	
土石流區	92年1420土石流	.SHP	水保局土石流及崩

	92 年全國影響範圍	. SHP	塌地分佈圖層
	全省土石流	. SHP	
	全省崩塌地	. SHP	
數值等高線圖	9522_1_SE	. SHP	內政部 1/25,000 數值等高線圖
	9622_1_SW	. SHP	
	9622_2_NW	. SHP	
	9622_3_NE	. SHP	
	9622_3_NW	. SHP	
	9622_3_SE	. SHP	
	9622_3_SW	. SHP	
	9622_4_SE	. SHP	
	9622_4_SW	. SHP	
河床質圖層	頭前溪河道斷面樁	. SHP	頭前溪流域屬性基 本資料庫
	橫斷面圖	. SHP	
	河床質取樣及粒徑分布	. SHP	
	平均河床高比較	. SHP	
Geo2002	Geo2002	. SHP	地調所 Geo2002

Abstract

This project aims to establish the geology data-base and layers in the geographic information system (GIS) of ten major river basins in Taiwan. The major purpose of the project is to provide a platform for common collection and acquisition of geologic information available for the planning and management in each river basin.

In this project, a large amount of available geology information collected from various sources was compiled to establish the geology layers in the river-basin GIS. The established GIS layers include: (1) layer for DEM, (2) layer for basic geology information, (3) layer for sensitive geology, (4) layer for river-bed, (5) layer for site-investigation data, and (6) layer for reference data, among other GIS layers. The GIS system in the Tou-Chien River basin contains eleven categories with 65 layers in total. The GIS systems in nine other river basins contain more than 30 layers in total.

In addition to the establishment of the geologic GIS system of major river basins, this project also discussed a few river-basin related geologic subjects as follows:

- (1) The roles of geology of river basin on major river characteristics: The roles of geology of river basin on river morphology, the equilibrium of river system, river evolution, and river type were discussed. These characteristics may largely affect the planning and management works in a river basin. Real examples in Taiwan were used to demonstrate the relevant subjects.
- (2) Usage of aero-photo for the interpretation of river conditions: Demonstrated by a serial of case studies on Tou-Chien River, it was demonstrated that aero-photo could help to interpret the river conditions.
- (3) Site-investigation for river-bed materials: Appropriate approaches of site-investigation and interpretation for river-bed materials were reviewed and discussed.
- (4) Soil loss: The soil loss in a river basin usually depends heavily on climate geomorphologic, and geologic conditions in the river basin. Due to the severe climate and poor geology conditions often encountered in Taiwan, the soil loss in a river basin tends to be much greater than those occurred in other regions in the world. Approaches commonly used in other countries are not necessarily appropriate for directly adoption. Common approaches for the estimation of soil loss in a river basin were reviewed and discussed.

結論與建議

一、結論

- (一) 舉凡各項水利工程計畫之執行實施，基本地質資料之蒐集往往花費大量金錢與人力，且經常有重複執行蒐集之現象。經由本計畫中地質資料圖層之建立，可以有效消除此類問題，並增進對於基本地質資料與狀況之掌握度及管理，對於未來河川流域治理之各項工作，應可提供規劃者眾多立即之地質資資訊以做出最佳之決策。
- (二) 台灣地質年輕、造山運動持續進行，逕流與降雨所產生之能量，促使河川地形不停的變動，對於每一條河川特有之地質現象與影響，必須長期進行調查與研究工作來加以補充。
- (三) 就河川治理而言，環境敏感地質意指河川流域沿線可能因水流匯集或河水流動等活動影響而發生地質災害（如山崩、土石流、地震、侵蝕等）的潛感性；而各種地質災害現象一旦發生，則將對河川治理產生影響。本計畫中亦以實例探討環境敏感地質對河川治理之影響。
- (四) 航空影像忠實記錄流域狀況，也是相對經濟與高效率之流域全面調查方式，本計畫中展示利用航空影像進行判釋與繪圖之實例，以說明呈現清晰的河道現況確屬可行。若可定期進行河道判釋，結合 GIS 工具之應用，則可有助於充分掌握河川資訊、瞭解河道長期變動趨勢或某一特定事件對於河道之影響。
- (五) 河床質粒徑分佈與地形地質之關係密切，欲探討河床質粒徑調查及分析之合適方法，宜由地形與地質的角度思考之。河床質取樣點宜考慮河床顆粒材料縱向呈現由上游之粗顆粒往下游階段性變細的特性，以及橫向沖、淤處(深潭或是沙洲)之不同變化。

二、建議

- (一) 本計畫案業已建立河川流域的相關地質圖層架構，並將蒐集之既有地質資料建置於各河川流域的相關地質圖層內。但距離完整之流域地質資料庫仍然欠缺相當多之資料，有待未來相關單位持續進行資料蒐集與地質調查。
- (二) 流域相關之地質資料數量龐大，後續之管理維護與更新資料工作，必需有適當之軟硬體配合以及熟練之人員進行操作。在軟體方面，建議宜具備 ArcEditor9.0、ArcSDE9.0 及 SQL server 2000 以上之版本；未來若欲提供網際網路查詢之功能，則宜具備 ArcIMS9.0 以上之模組。在硬體方面，可依照工作負載以及操作系統之考量，採用工作站級之 PC 或是工作站。
- (三) 下年度工作項目建議：
 - 1.流域地質相關資料蒐集、整理與建置資料庫：範圍包括八掌溪、急水溪、曾文溪、鹽水溪、二仁溪、阿公店溪、高屏溪、東港溪、四重溪、卑南溪、秀姑巒溪、花蓮溪、和平溪、蘭陽溪、淡水河等十五條主要溪流流域。
 - 2.河川流域地質資訊系統雛型擴充暨檢討。
 - 3.以頭前溪為例，使用 USLE 模式及 PSIAC 模式就既有資料探討土砂產生量之評估方式，探討與建議未來可行之評估策略及方法。
 - 4.頭前河流域重點式河床及河岸之現地地質查核、河床質調查及分析，探討採樣地點與時間、採集樣品法、調查成果統計分析。
 - 5.辦理河川流域地質資訊系統技術轉移及應用教育訓練。

第壹章 緒論

一、計畫緣由

台灣位處亞熱帶氣候區，降雨多集中於颱風季節，而且常以暴雨型態出現，致常造成嚴重災情，故水利工程建設一向為政府重要施政的工作項目。賀伯颱風除了為台灣帶來暴雨，同時也帶來前所未見的大規模土石流，乃至九二一集集大地震以後，地質災害逐漸為社會大眾所重視。事實上地質因素所產生的災害，是生活在台灣地區的民眾所必須嚴肅面對的課題。正因為台灣正處於歐亞大陸板塊和菲律賓海板塊的接觸帶，兩個板塊間的互動，造成台灣必須經常面對頻繁的地震和複雜的地質構造環境。因此，台灣地區的水利建設是必須同時面對颱風、地震和複雜的地質環境的挑戰。

以往在從事水利規劃建設時，大多僅著眼於水文及水理因子方面的考量，以致在執行河川治理規劃的相關計畫時，也僅考量計畫洪水量的河道斷面、輸砂量的推估、堤防的高度和安定等項目，而殊少考量此等因子與地質條件的相互關聯；在歷經多次天然災害之後，一再顯示地質因子亦是不可忽略的要素。

經濟部水利署水利規劃試驗所（以下簡稱「水規所」）近年來積極推動有關河川流域資訊系統建立計畫包括：河川集水區數值地形資訊系統、河川型態調查研究、河川情勢調查、流域基本屬性資料庫之建立、河川環境管理規劃等，其目的即在於建立以「流域」為單元，具有河川流域整體面向的地理資訊系統，以作為河川流域整治與管理和水利工程規劃的參考工具。可以預見前述幾個計畫陸續完成後，在河川流域的地理資訊系統的架構中，將廣泛地涵蓋水文、水理、地文、氣象和生態等相關之資料庫，而有關地質方面的資料，則待本計畫加以補充。

交通大學防災工程研究中心（以下簡稱「本中心」）接受水規所之委託執行「全省主要河川流域地質資訊系統建立」計畫，本年度為第一年，依合約規定於期末提出「全省主要河川流域地質資訊

系統建立研究第一年工作成果報告(1/2)」說明計畫執行狀況與成果，並建議第二年度之工作項目。

二、工作範圍

本計畫案之主要目的在於建置全省主要河川流域地質資訊系統之相關地質圖層，做為河川流域整體規劃的工具。本案執行之整體構想，在於考量河川管理規劃的相關地質條件，以建立圖層架構，藉由蒐集全省主要河川流域的既有地質資料，將之實質建置於各河川流域的相關地質圖層內。並以水規所在近年來所推動有關河川流域資訊系統的相關研究計畫中，既有資料相對較為完整的頭前溪流域為示範流域，以建置“河川流域地質資訊系統”，做為往後其它河川流域建置相同系統之藍本。本計畫案之工作項目及內容分述如后：

(一) 蒐集、建立全省主要河川流域的地質基本資料：

- 1.地質基本資料內容包括地層分佈、地質構造、岩層位態、崩塌地分佈、土石流分佈、河床質、地質探查相關資料(地質鑽探、震測、電阻探測、…)，地質探查之相關圖片、相片、掃描之文件及其他可供參考之資料。
- 2.地質基本資料蒐集之來源應包括：經濟部所屬之中央地質調查所、礦物局、水利署、中國石油公司、台灣電力公司、工研院能資所、交通部所屬公路局、國道新建工程局、高速鐵路工程局、農委會所屬水土保持局以及國內之相關學術機構。

(二) 地質特性對河川治理、規劃的影響探討：

就現有之地質資料，詮釋流域之基本地質特性。藉由前項之成果，以地質之觀點探討集水區土砂產生量及曼寧糙度值之推估方式，並建立合適的河床質粒徑調查及分析方法，以利水理之計算。藉由地層與河岸邊坡位態之關係，探討邊坡穩定、河岸沖蝕、河床下切速率之影響。

(三) 河川流域地質資訊系統圖層規劃：

本系統圖層規劃應至少包含下列圖資：

1. 河川流域數值地形圖層。
2. 基本地質圖層：以中央地質調查所發行的 1/50,000 地質圖幅為主，其它相關機構收集的地質圖幅為輔。內容包括地層分佈、地質構造（斷層、摺皺、不整合）及岩層之位態。
3. 敏感地質圖層
 - (1) 流域之大區域敏感地質圖層：地質構造（斷層、摺皺、不整合、尤其是活動斷層）之分佈與延展，崩塌地及土石流之分佈範圍。
 - (2) 河岸之敏感地質圖層：河流兩岸出露之地層種類及位態與兩岸邊坡之坡向、坡度。
4. 河床質圖層（含河床地層種類、河床斷面資料及粒徑分佈等）。
5. 地質探查資料圖層：包含地質鑽探岩心柱狀圖及地球物理探查之地電阻探測、震測（折射、反射）…等的地層剖面圖。
6. 參考資料圖層：包括相關之圖片、調查相片、掃描之文件及其它可供參考資料。

(四) 建立全省主要河川流域地質資料庫，及以頭前溪為範例之河川流域地質資訊系統，於第二年度辦理技術轉移教育訓練。

三、第一年工作項目

本計畫工作範圍涵蓋全省，所需蒐集、分析及建置之資料數量甚為龐大，故本計畫擬分兩年辦理完成，本年度為第一年，所需完成之工作項目及內容如下：

1. 資料蒐集、整理與建置：進行鳳山溪、頭前溪、中港溪、後龍溪、大安溪、大甲溪、烏溪、濁水溪、北港溪、朴子溪等十條主要溪流之流域既有地質相關資料之蒐集、彙整、分析與建置。

- 2.河川流域地質資訊系統雛型建置：以頭前溪為例，建置“河川流域地質資訊系統”之雛型。
- 3.探討地質條件對集水區土砂產生量之影響。
- 4.檢討現有河床質調查方法。
- 5.頭前溪河床航空照片地質判釋。

四、工作目標

「全省主要河川流域地質資訊系統建立」計畫之成立，乃希望在水規所已辦理完成的相關計畫成果的基礎上，參照頭前溪流域「基本屬性資料庫之建立」之架構，建置全省主要河川流域之地質資訊圖層，並以既有資料較為充足的頭前溪流域為示範例，建置頭前溪流域地質資訊系統範例，做為其它河川流域建置相同系統的藍本，以使全省主要的河川管理資訊系統，具備水文、水理、生態與地質四大要素；故本計畫之主要工作目標，即在河川管理資訊系統上，增補目前欠缺的地質資訊圖層。

完整的河川管理資訊系統，除了可提供未來水利工程規劃的重要參考依據，對於河川流域之整體規劃、河川整治計畫的推動以及將來的流域管理，提供即時且有效的資訊。

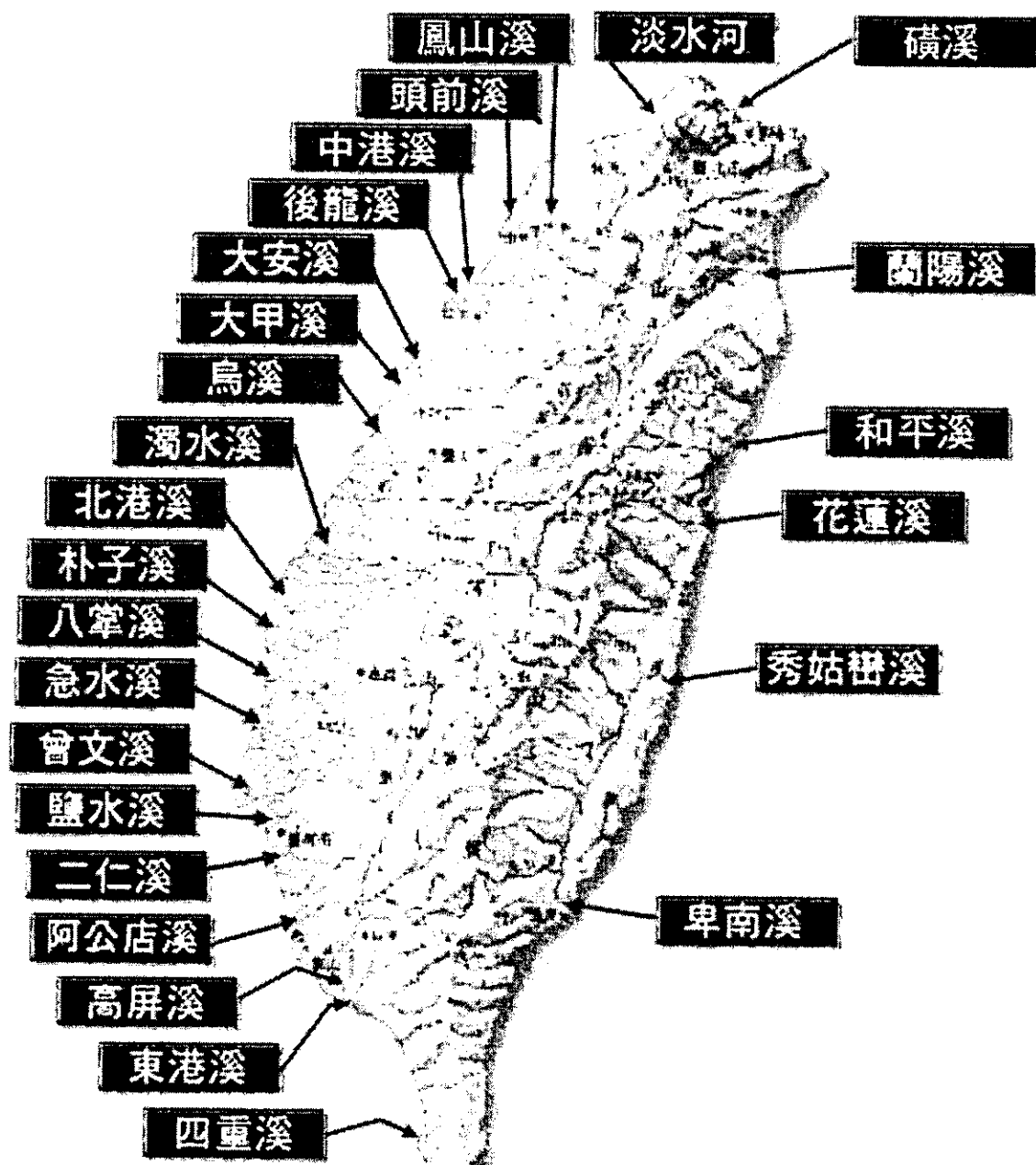


圖 1.1 全省主要河川圖 (修改自水利署全球資訊網河川報導)

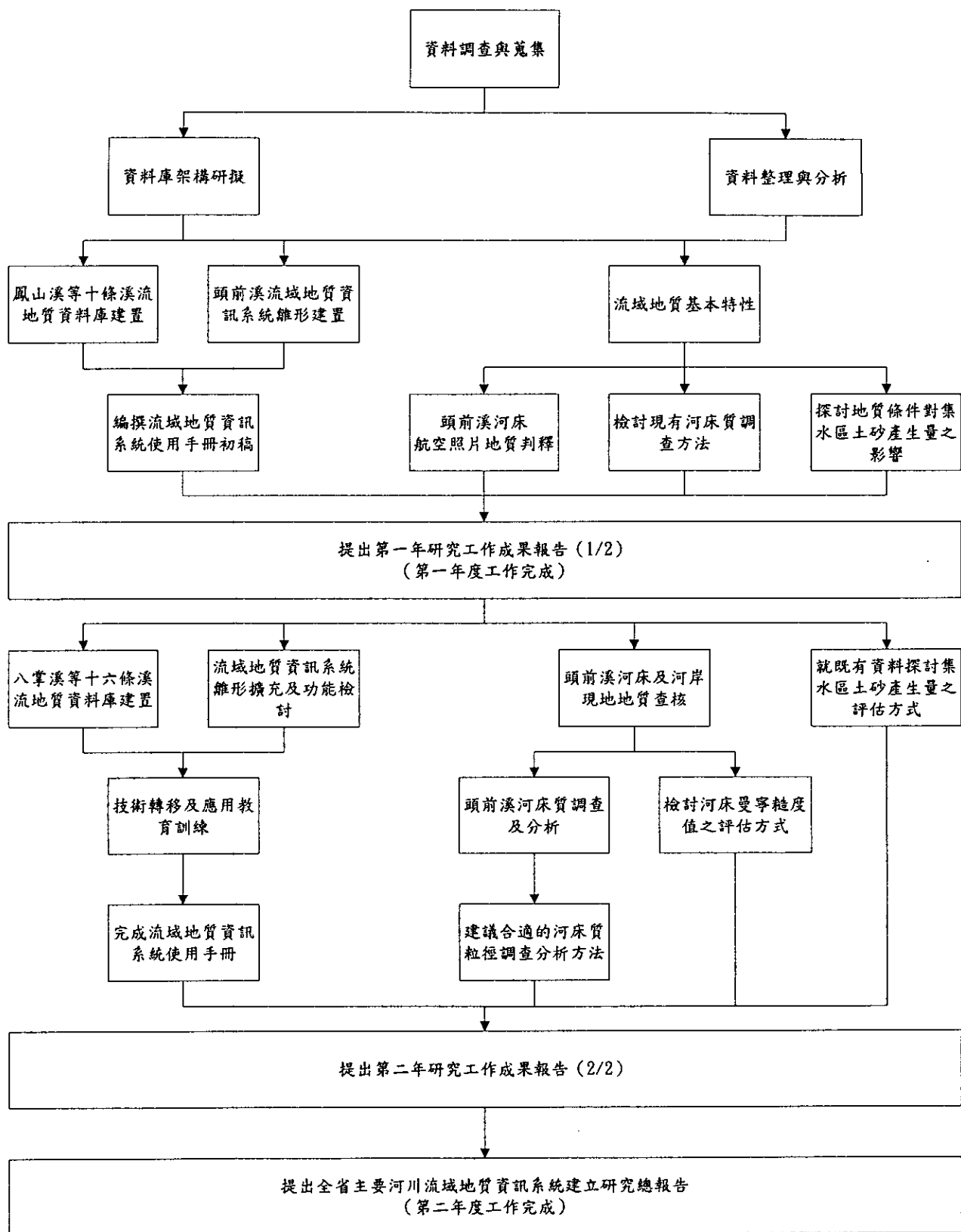


圖 1.2 工作執行流程圖

第貳章 流域之地質特性

一、概述

河川流路天然形成，逕流與降雨所產生之能量，促使河川地形不停的變動，流域內之地形與地質條件為影響河道型態變動的最主要因子，特別是在台灣這個地質年輕、造山運動持續進行的狀況下，更加顯現出地質因子的重要性。

影響流域河川地質之因素眾多，而且各因素之間的相互影響密切，為能適當掌握流域地質基本特性，必須瞭解各因素之成因。地層岩盤之構造位態可由大區域範圍之地質構造圖或相當程度之資訊；地形構造上之變遷除了由颱風或地震引起之大規模地質災害外，短時期內之變化多數為人為開發所造成，每一事件均應進行個別的調查；河流變遷與襲奪為長時間之河流侵蝕作用下所造成，必須配合由歷史上記載做觀察分析；山區崩塌及氣候與氣象影響則分別為水土保持局及氣象局執掌調查與紀錄分析；河川沖淤載關係則由水利相關單位定期進行調查。綜合以上，若欲在流域管理規劃上納入良好的地質因子考量，必須結合諸多主管單位之力。

本章節以下內容將針對影響流域之地質特性做一系列之探討，本年度共建置頭前溪等十條流域之地質資料，各流域之地質概況詮釋請參見附錄 F。

二、河川系統之平衡狀態概述

陸地因板塊運動而升高，河川系統的漸進沖刷侵蝕，為將其變成略高於海平面之平原的主要方式。在這個過程中，河流將地形高的區域之沈澱輸送至海洋。沿此路徑，河道漸次發展擴大，以容納整個流域面積分支流所流入之流量。許多研究中均顯示出，沈澱粒徑大小隨著下游方向而變小，河川輸送之沈澱之大小範圍由山區之巨礫至河口處之粉土與粘土。河道之坡度，亦隨著下游方向而漸次降低，河川之坡度變化由源頭至河口處係定義為之縱剖面

(Longitudinal Profile)，如圖 2.1 所示。縱剖面之特性為凹曲線形。河流之基準面(Base Level)為下游處曲線漸近的高程。海平面為所有河川的最終基準面，沿著河道路線中亦可能有由湖泊或水庫所建立之暫時性基準面。

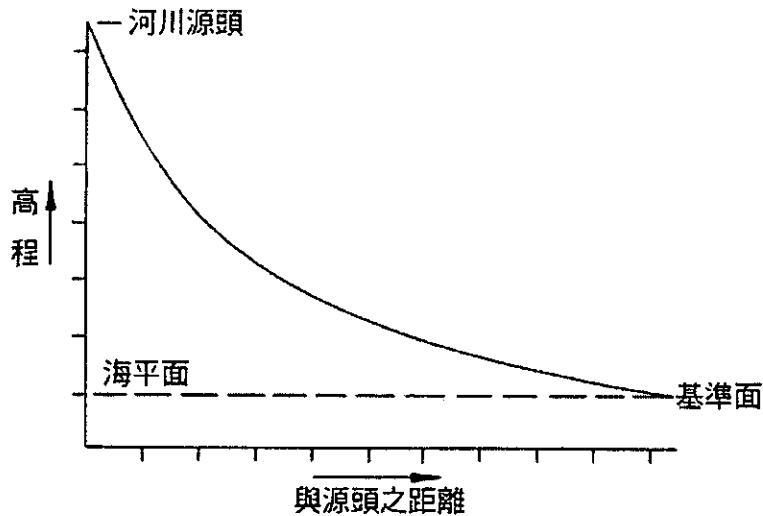


圖 2.1 河川之理想縱剖面圖（修改自 Kehew, 1988）

一般而言，凹曲線形的縱剖面代表河流在河川系統中的穩定平衡狀態。在此假設前提下，河川縱剖面形狀的改變提供了調節河道輸送沈澱所需速度的機制。在平衡狀態下，若氣候上沒有發生影響集水區狀況的重大改變，則河川在此期間內將傾向於維持原有的縱剖面。河川系統平衡的概念有其價值性，但影響平衡的各參數間的相互作用是相當複雜的。

（一）平衡喪失的原因及影響

依等級特性分配良好的河川(Graded Stream)代表某特定時期間的平衡（數十年至數百年），此期間內每一河段之坡度及特性系由流量及沈澱荷載來調節。這種平衡狀態相當容易受到破壞，因環境中存在許多擾動因素。

地殼構造上的變動為導致河川系統不平衡的主因之一。圖 2.2 為地殼引致不平衡的一個例子，斷層導致部分下游河谷下降，河川對此擾動的應變是嘗試去重建平衡，方式為侵蝕刷深斷層以上之上游面，並沈積於斷層以下的下游

面，發展出一個新的平衡狀態。坡度並非唯一可改變的因子，其他河川特性如河寬及深度也都可能改變。另一個地殼構造上影響平衡的因子是海平面的改變，若海平面相對於陸地而言是下降，則鄰近海岸的河川必須使坡度變陡以調節此變化。

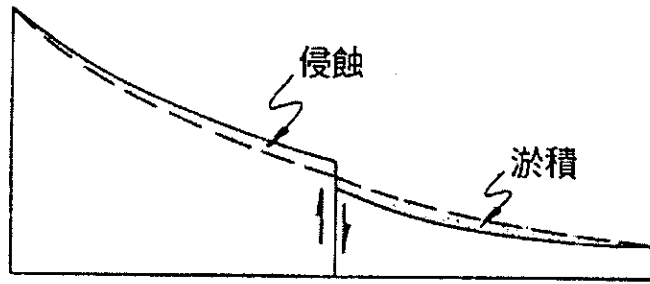


圖 2.2 斷層位移造成之河川縱剖面改變 (修改自 Kehew, 1988)

氣候因素對於河川平衡也是相當重要的。在一集水區中，氣候因素伴隨著地質條件，控制河川系統中的流量及沈澱荷載。除了短暫的氣候變化外，降雨量的增加或減少，均會導致河道植生狀況的改變，造成河川調整坡度及河道特性。氣候變化的極端形式應為冰河的前進，它將導致整個流域系統平衡狀態的徹底瓦解。

(二) 河川階地

階地為推論河川系統平衡狀態改變的最佳證據之一，它是早期平衡狀態的證據，其平衡狀態因某一期間的不穩定侵蝕沖刷而遭破壞棄置，圖 2.3 說明一般地形上之階地，地形學上，階地通常由一平面台階加上一陡坡所組成。

階地在河川流域中各區域都存在，各有不同的規模，但普遍而言，山區能看到較多的階數，平原區的河階台地面通常以較小的礫石、砂石混合為主堆積於台地面上，丘陵區和山地地區有相當大的範圍以礫石為主，有時甚至有紅土礫石層的存在。另外必須注意的是，河川地形上所見階地並非全

部皆由河川之淤積沖蝕所形成，部分古地形上之階地係為海階地。

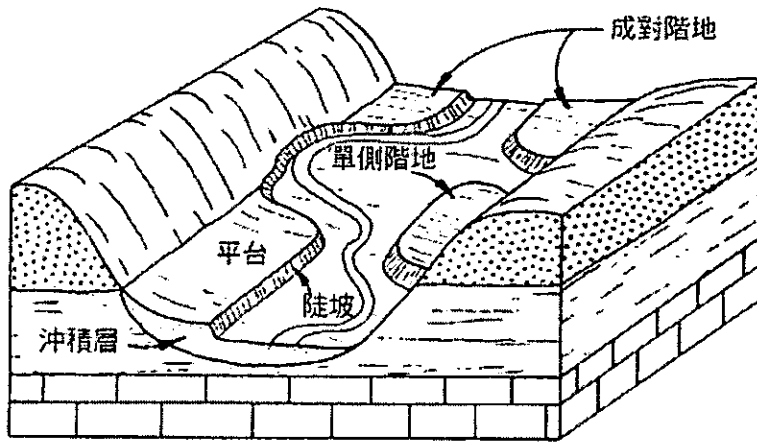


圖 2.3 河川階地型態圖 (修改自 Kehew, 1988)

階地之起源相關機制包含兩個主要類型。侵蝕型階地 (圖 2.4 上) 的形成過程係由河流向下刷蝕所主導，造成河流向下刷蝕的可能原因為地殼變動或氣候因素。沈積型階地 (圖 2.4 下) 的起源包含一段期間的河川沈澱淤塞河谷，沈積的期間可能起因於流量的減少、沈澱荷載的增加，或是基準面的改變。

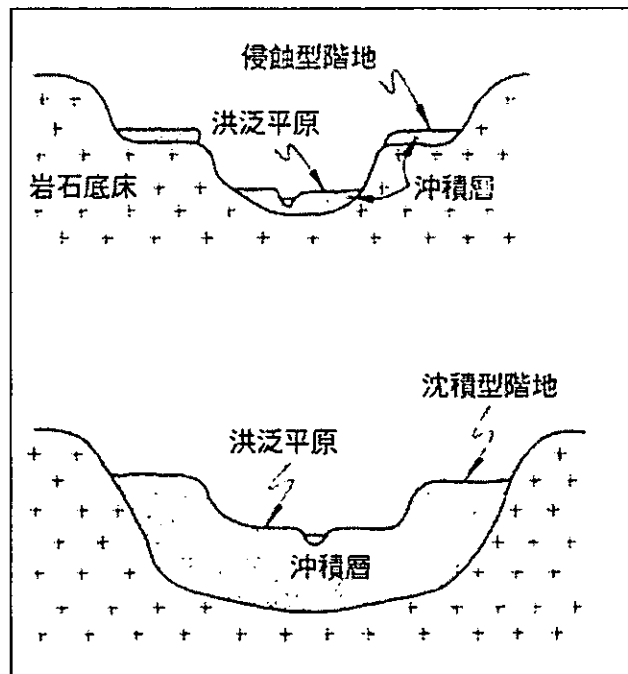


圖 2.4 侵蝕型 (上) 與沈積型 (下) 階地的差異 (修改自 Kehew, 1988)

(三) 人類與河川平衡狀態的互動

截至目前為止，討論中尚未包括由人類活動所引起的河川平衡改變，其中最典型也最重要的例子便是集水區域內土地利用型態的變化，如人類將原始區域開發成農業用地或居住地。開發之結果造成集水區之土砂產生量增加，這些額外產生之土砂量會暫時儲存於河道中，造成河道通洪能力降低，引起更頻繁且嚴重的洪水發生。另外，在人類居住區域設置的排水系統或防洪下水道，與未開發區相較之下，將更多的水量在更短的時間內引至河道，在相同的暴雨狀況下，所造成的洪犯程度也相對增加許多。土砂產生量增加以及洪水量增加的狀況下，河川系統的應變調節方式是加大河道以容納這些額外的土砂及水量，這樣的應變機制下將造成河岸嚴重的沖蝕，兩岸沖積地的流失。

另一種人類影響河川平衡機制的類型包括：以工程手段尋求適當控制河川行為來達成如防洪、供水及休憩等目的。水庫的興建中斷了河川的縱剖面，並建立了水的暫時性基準面，其造成之影響如圖 2.5 所示。河川之縱剖面利用水庫所建立之基準面重新調整其平衡，坡度減緩、水庫淤砂造成上游面的沈積。水庫流出之水由於其泥沙荷載已經都在庫區沈積完畢，所以將會侵蝕下游河道以消散其運送沈滓的能量。

防洪計畫中通常包括了對河道做某種程度上的改變，例如堤防或其他防洪結構物的興建用來將洪水拘束於河道內以達防洪目的。換言之，河道可能被加寬或其坡度變陡，以使部分河段增加其洪水容量或承受更大的通洪流速。但是河川系統對這些人為變化通常以人類無法預期的或耗費的方式來回應。建堤束洪雖然解決了部分河段的洪水問題，但由於自然洪氾的區域減少了，河道所增加的沈積量卻可能造成下游更大的問題。河道的疏導或整治可以增加河道大小及坡度，達成暫時控制河流的功用，但是它對河川平衡的影響，

卻會同時向上游面及下游面發展。

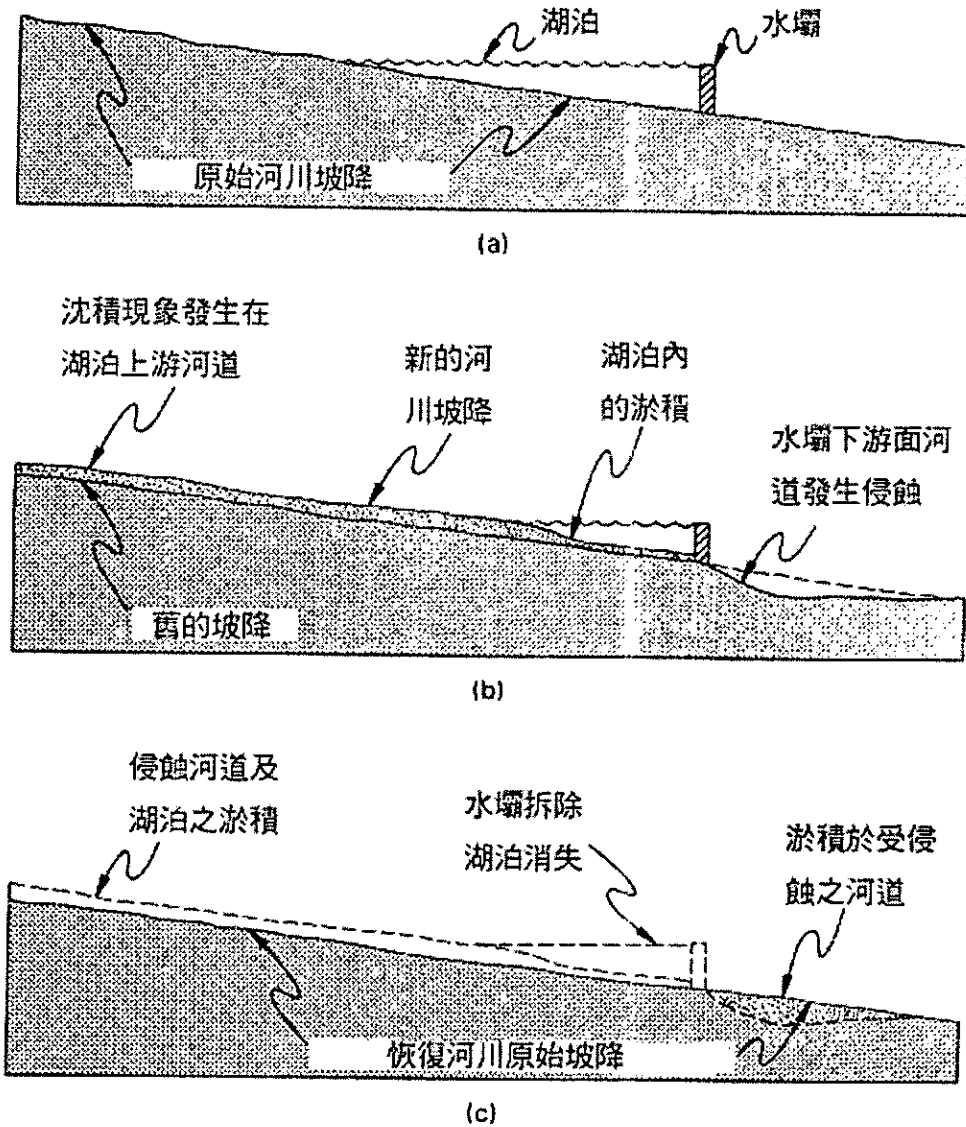


圖 2.5 水庫的興建或拆除造成河川平衡的調整 (修改自 Kehew, 1988)

三、河道變遷型態

影響沖積型河川平衡狀態主要因素主要為：

1. 坡度。
2. 流量。
3. 集水區大小。
4. 河床載類型。

如圖 2.6，於河川縱剖面上其上游區域斜率大，河相為平階—深潭交替出現，而在下游區域斜率小，河相為淺灘—深潭交替出現。

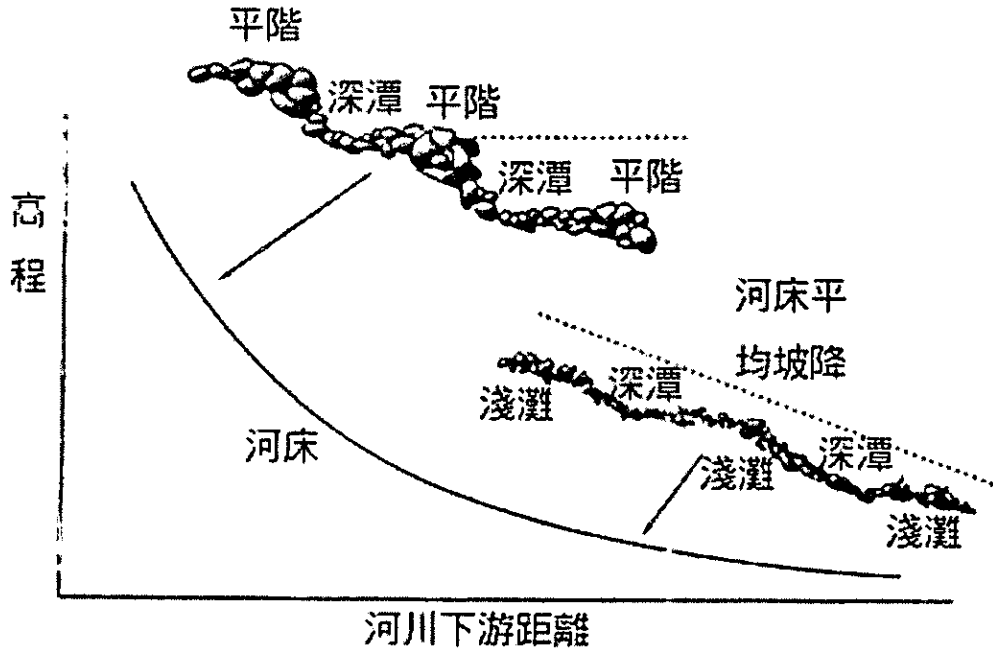


圖 2.6 沖積型河川平衡狀態 (Dale, et. al., 2002)

另外，在河道橫向的變遷方面，可區分為變寬與變窄兩方面來說明其一般機制。如圖 2.7 (Thorne, 1998)，(a) 僅有河岸侵蝕而未下切河床；(b) 為侵蝕彎曲河道外側的速度快於對側灘地沈積；(c) 辮狀河道中央灘地成長導致水流侵蝕兩側河岸；(d) 河床下切導致河岸高陡不穩定而破壞；(e) 河道變窄處引致河岸侵蝕及灘地沈積。圖 2.8 為河道變窄的狀況，(a) 為河道階地的堆積所導致的河道窄化；(b) 侵蝕彎曲河道外側的速度慢於對側灘地沈積；(c) 辮狀河道側流的廢棄；(d) 辮狀河道側流封閉或變成洪濫平原一部分。

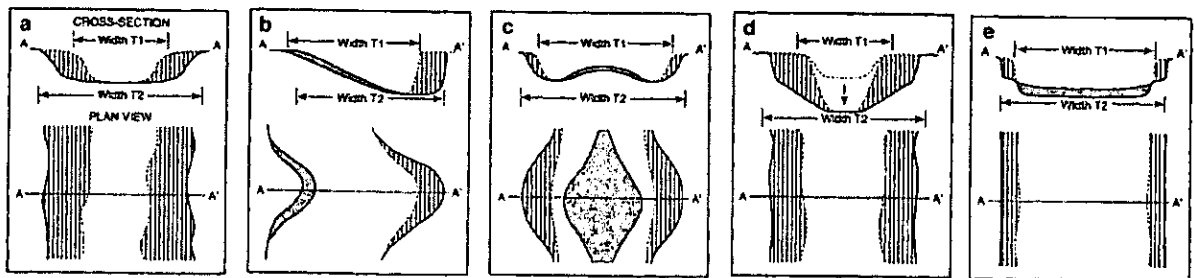


圖 2.7 河道變寬的機制(Thorne, 1998)

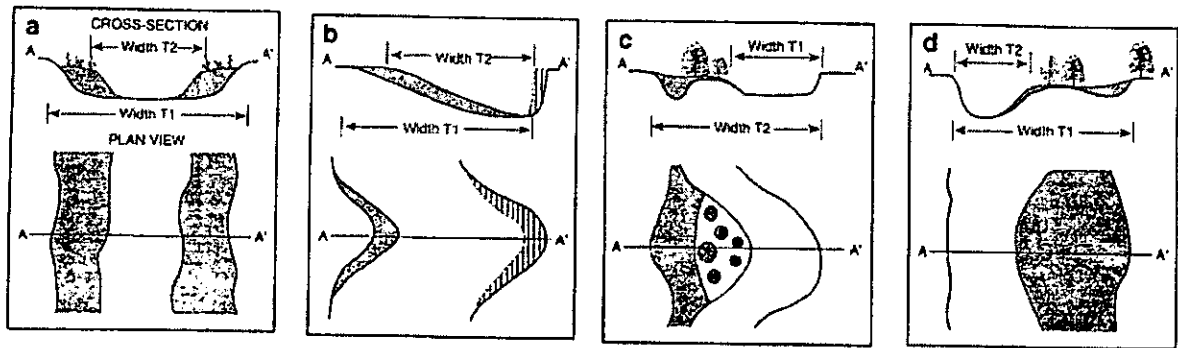


圖 2.8 河道變窄的機制(Thorne, 1998)

而在岩床河道上，依據 Pazzaglia et al. (1998) 之研究歸納，一般而言，河道下切的速度與地盤抬昇的快慢有正向關係之趨勢，台灣地區正屬於地盤抬昇快速之區域，大多數之河川在上游區域均需注意此方面之觀察。

Dadson, et al. (2003) 採用台灣地區 1970-1999 年之水文觀測站懸浮載記錄，統計推估台灣造山運動活躍山區之侵蝕率 (erosion rate) 高達每年 3-6 公釐；報告中同時也採用了地形、氣候、土工及地震等資料庫來分析侵蝕率的控制因素，結果發現大規模地震及颱風對於侵蝕率有強烈之正向影響，亦即此類事件發生後會造成大量之沈澱進入河道中，其中又以暴雨逕流為台灣侵蝕率之首要控制因素，因為崩坍地滑及土石流往往都是由其所觸發。

四、河川地形特色與地質

(一) 台灣常見之水系

Howard (1967) 提出八種基本水系型態分類，台灣地區常見之水系型態有四種 (圖 2.9)，分別是樹枝狀、平形狀、格子狀及矩形狀，水系之整體特性可以由地形圖、航空相片或衛星影像上明顯辨識出來。水系型態通常會反應出影響其發展之地質狀況，所以由水系型態之觀察可以初步瞭解區域之地質特性及岩性。

以下針對台灣常見之水系類型，說明其可能之地質特性。

- 1.樹枝狀水系：發展出樹枝狀水系之地質特徵通常地層為水平沈積或傾斜，岩石特性為抗侵蝕力均勻，地形上為坡度平緩無劇烈起伏。
- 2.平行狀水系：常見於中陡坡度之地形或長平行狀之地形，地層岩性上具有強弱交錯之平行帶狀特徵。
- 3.格子狀水系：發展於傾斜或摺皺之沈積岩、火成岩或低度變質沈積岩上，地層可能具有平行之破裂面，岩性抗侵蝕力差的地方通常會發展成主要流路，而在抗侵蝕力差且地勢陡高處則會發展成短小支流。
- 4.矩形狀水系：本類型水系常出現在岩性上抗侵蝕力均勻的區域，地層可能具有正交之節理或斷層，河道通常沿著節理弱面的方向發展。

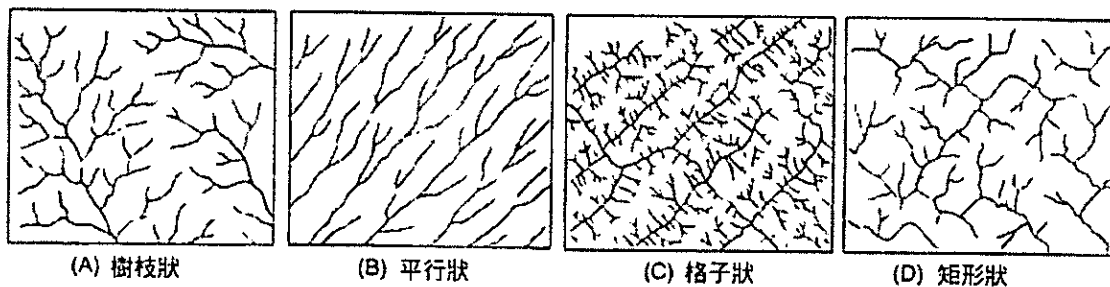


圖 2.9 台灣常見水系類型 (Howard, 1967)

(二) 河川流域發展地形特色

河水在大地表面沿著坡度往下流動的過程中，由於位能及其挾帶的動能與物質，對流經的河床與兩岸，進行不同侵蝕、搬運、推積等作用來雕塑地表。所以，河流就像大自然的雕刻刀一樣，在地表刻劃出多采多姿的地形景觀。其地形發育之特色，則與其雕塑之材料—地質條件，有著密不可分之關係。台灣常見之河川地形景觀如下說明。

- 1.峽谷：當河水底部向下侵蝕的力量大於兩側侵蝕作用時，就會形成深狹的河谷，稱為峽谷。如台灣立霧溪的太魯閣峽谷屬於鋸切形峽谷，陳有蘭溪上游河谷屬於 V 形峽谷。

- 2.湍瀨：河水在坡度較陡的河道中流動時，流速會較快；當此急流在流經較大的河床底石時，會形成湍瀨景觀。湍瀨是由水與石頭共同創造的自然景觀。不同於瀑布的是，它出現的落差較小的河段。湍瀨在台灣高山河流中很容易觀察到。
- 3.瀑布：河水在山谷中奔騰流動，當遇到堅硬的河床岩盤及坡度變陡的地方，水流近乎呈垂直落下，就會形成瀑布。影響瀑布形成的自然環境原因，通常是河床中出現大型的硬岩。如台灣基隆河的十分寮瀑布。
- 4.水潭：當河水流經河道彎曲的地方，遇到阻擋物的流速會突然減緩，深度也加深，就會生成水潭。例如在河流瀑布的上方，常因岩層阻水作用而有小湖的形成；而在瀑布下方因受水力侵蝕作用，通常會生成落瀑潭。台灣各地區河流都可見到許多大小不同的水潭與湍瀨交互分佈著。
- 5.湖泊：某些河川流域中，有時會有一些大型的流動緩慢的湖泊出現。這些水體形成的原因，及其水源的入出也都與河流有關係。例如牛軛湖，就是由於河川改道或被截流而遺留下來的原有河曲所形成彎圈狀的水域。
- 6.曲流：河川在河谷中蜿蜒如蛇形或髮夾狀來回彎曲，稱為曲流或河曲。曲流的形成往往受到河水流量和搬運力、河床坡度與阻力、以及沉積物質等因素的影響。當河水衝向河岸時，會在受流水而衝擊的兩岸形成凹岸及凸岸，兩岸合成的河灣就形成了曲流。
- 7.河階：河川較顯著的地形是河水沿河岸形成的平台式階梯狀的河階。河階若依組成物質可分為岩石河階和沙礫河階。台灣本島由於地殼運動活躍，隆起運動頻繁，因此各大小河川的兩岸常有階地出現。
- 8.三角洲：河川流入海洋或湖泊時，流速降低，搬運能力減弱，所挾帶的物質開始沉積，當環境（如波浪和潮汐）適

宜，則可形成三角洲地形景觀，如台灣蘭陽溪流域河口。

9.沖積扇：河川從山區流至平原或盆地，以及在河谷中支流交會的地方或斷層崖與河谷交叉的地方，由於坡度急遽變緩，以及流路分散等等的原因，導致河水的搬運力減小，使河水中的沙礫成扇狀堆積。（時報文化基金會「我愛河川」網頁）

五、環境敏感地質對河川治理之探討

（一）概述

台灣位處太平洋邊緣的不穩定地層變動地帶，地質條件狀況複雜，有許多地區屬於環境敏感地質區，這些區域只要一遇颱風、大雨、或地震便造成各式各樣的環境災害，這些災害均直接或間接影響到河川之治理，致使河川治理工作面臨越來越多的挑戰與考驗。

對於河川治理而言，環境敏感地質意指河川流域沿線可能因水流匯集或河水流動等活動影響而發生地質災害的可能性（即其潛感性）；而各種地質災害現象一旦發生，即對河川治理產生影響。常見地質災害現象包括有：山崩（落石、傾翻、順向坡、淺層崩塌或弧形崩塌）、土石流（結合山崩、土石流動及河道的搬運與堆積作用的地質現象）、地震（振動、海嘯、地表斷層或錯動、土壤液化）、河川侵蝕（下蝕、側蝕、向源侵蝕）、坡面侵蝕（如溝狀侵蝕）、地盤下陷（因抽用地下水、地下採礦或石灰岩溶洞陷落所造成）、基礎沉陷（因軟弱地盤存在所造成）、洪水氾濫及火山活動等。

Reid et. al. (1997) 指出諸多河川治理及水利設施相關問題均起源於無法準確推估洪水期間土砂沈澱之行為模式，台灣河川之流量豐枯差異巨大，的確也反映出此種特性；枯水時期，河川泥沙運移方式僅以有限度之懸浮載方式進行；洪水時期水量大增，將集水區內所有淤積、崩坍、土

石流及降雨伴隨地表沖蝕產生之土砂，一併沖刷而下，運移過程中產生之能量驚人，對於河道沿線之相關設施必然產生相當嚴苛之考驗。所以在河川治理之課題上，必須充分掌握河川流域沿線環境地質因素之影響。

今年侵襲台灣之颱風中，敏督利颱風引進之旺盛西南氣流造成了七二水災，對於台灣中部地區流域造成驚人之土石崩塌與沖淤，對上游土砂產生、河相變化均有很大之衝擊；其災害狀況也充分反映出流域中環境敏感地質區域及其對河川流域造成之影響。以下之內容主要將以大安溪及烏溪流域之相關災情，配合其他地區之觀察研究，以探討台灣實際案例之方式，藉以提供對於流域地質特性影響沖淤與河相之諸多參考及思考方向。

(二) 向源侵蝕

在河流的源頭處，河流下切作用會使河溝逐漸向上游延伸，此種自然作用稱為向源侵蝕。河流的源頭支流不斷地向上端延伸，常造成崩塌。台灣之造山運動仍舊持續進行，地體的快速抬昇使得向源侵蝕之現象更加旺盛，造成河川上游集水區崩塌現象不斷。

圖 2. 10 為向源侵蝕現象之示意圖，圖中凹谷之逕流匯集之處稱為向源侵蝕點，相片 2. 1 為烏溪上游高山之集水區，向源侵蝕現象造成之崩坍已經接近凹谷之最高點。

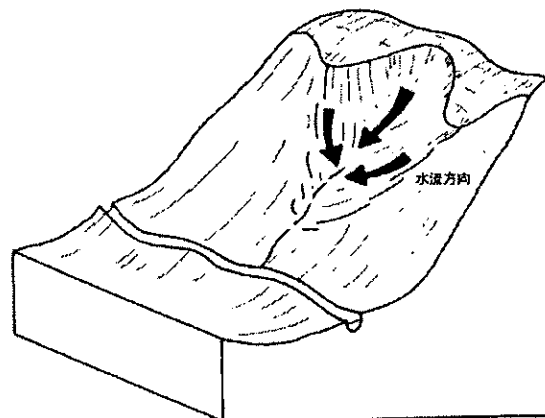
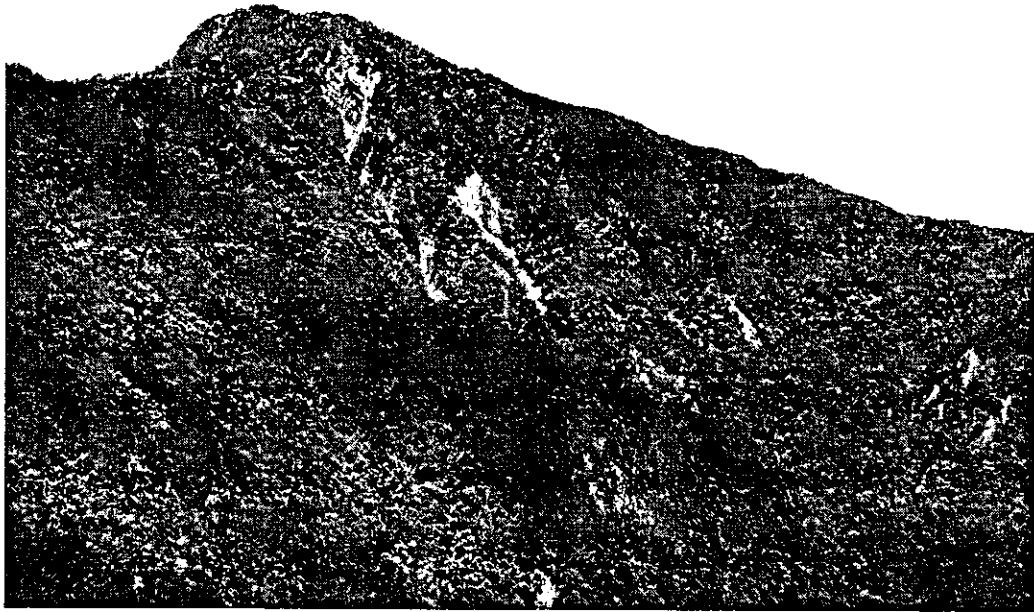


圖 2. 10 向源侵蝕現象示意圖 (Kehew, 1988)



相片 2.1 烏溪上游之向源侵蝕現象

(三) 河川襲奪

河流襲奪是河流向源侵蝕切穿分水嶺，把分水嶺另一側的流水襲奪過來，使原來流入另一河川之水流，沿著分水嶺缺口位置改流到向源侵蝕強烈的河川，如圖 2. 11 所示，而被搶去水流的河段與其原來的下游分離，故其下游河段稱為斷頭河。通常斷頭河由於原來的上游被襲奪而水量減少，河床變小，與原有的較寬闊河谷並不相稱；襲奪河則水量增加，下蝕加強，兩岸會形成階地

相片 2. 2 拍攝地點為田埔附近，位於高台壩址上游約 4 公里處，相片中顯示左後山下之階地為古地形，顯示古時河流方向為由右向左，而現今河流遭襲奪後方向為由左向右。

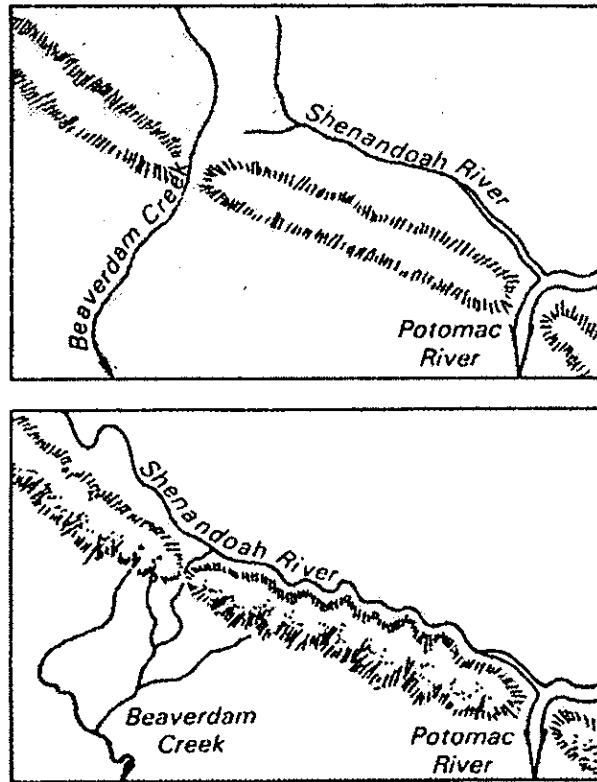
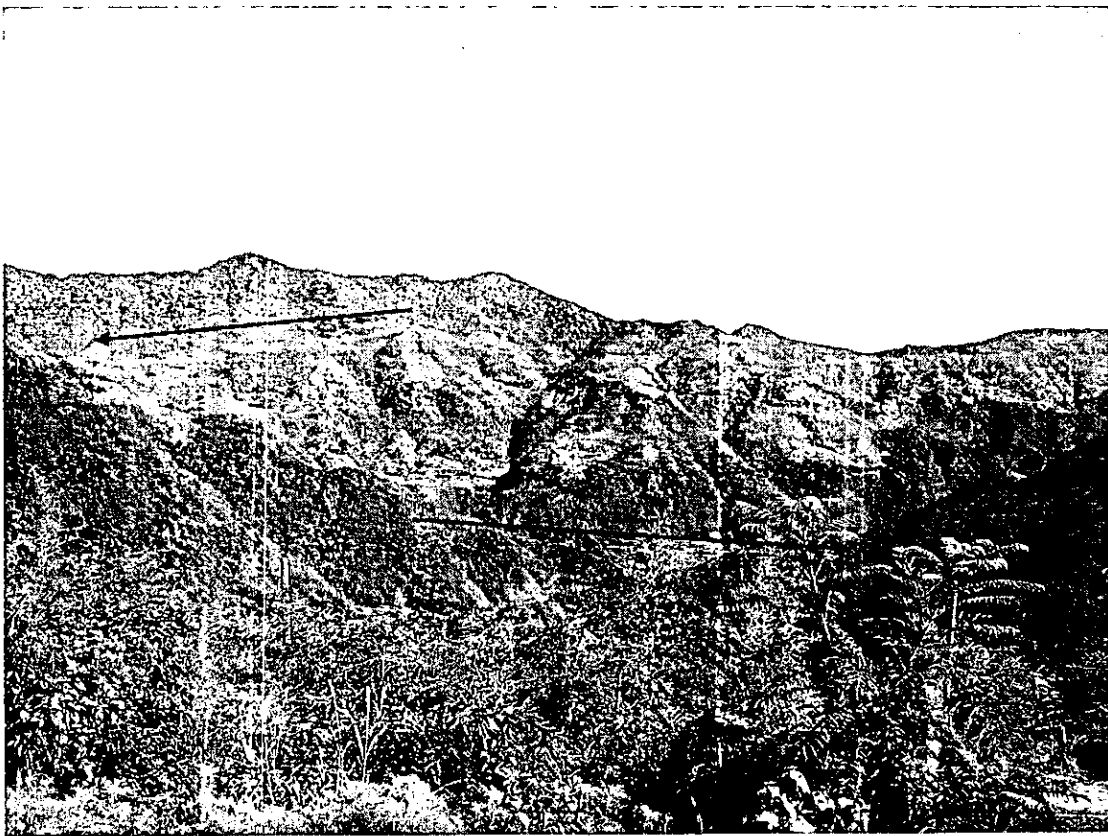


圖 2.11 河川襲奪現象示意圖 (Kehew, 1988)

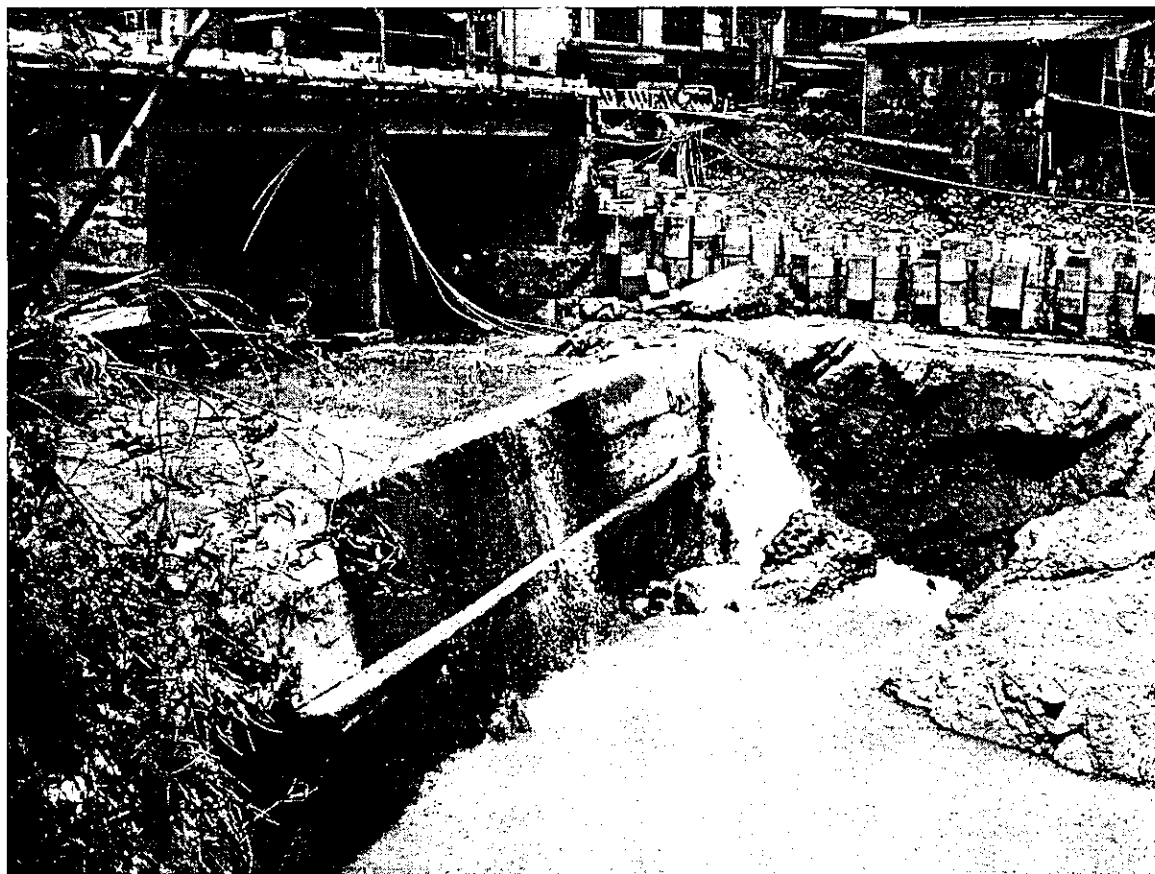


相片 2.2 由古地形面觀察到的河川襲奪現象 (胡賢能攝)

(四) 河道下蝕

一般來說，位在高原、山地地區，或是處於幼年期的河川，因其河道坡降較大下蝕作用也最強，下蝕作用強盛之河川如立霧溪，沿線形成許多瀑布及峽谷；另一個特色為河川下蝕力加強後，向下切割成另一新河床，昔日河床將高出現河面成台階狀。

當河道上游受到斷層作用抬升，也可能產生類似效果；太平廂子坑橋處河道下蝕作用強大（相片 2.3、相片 2.4），該處河道狹窄，兩岸受到岩層之拘束，加上集集地震時河道上游抬升數公尺，坡降大增，固床工之保護使得河水之動能集中消耗於固床工以下，而於固床工與河道界面處形成小瀑布，下游河道則有如峽谷。



相片 2.3 太平廂子坑橋下方之固床工與岩床界面



相片 2.4 太平廝子坑橋下游處河道下蝕狀況嚴重

(五) 河岸側蝕

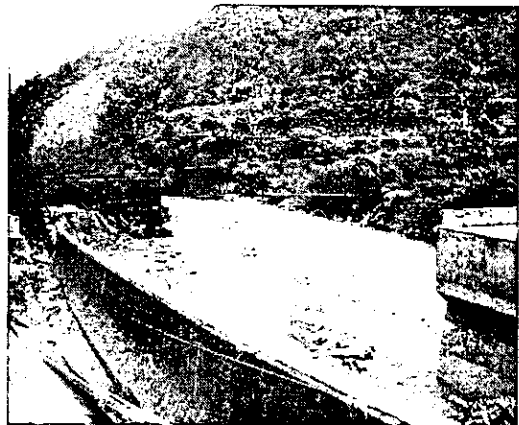
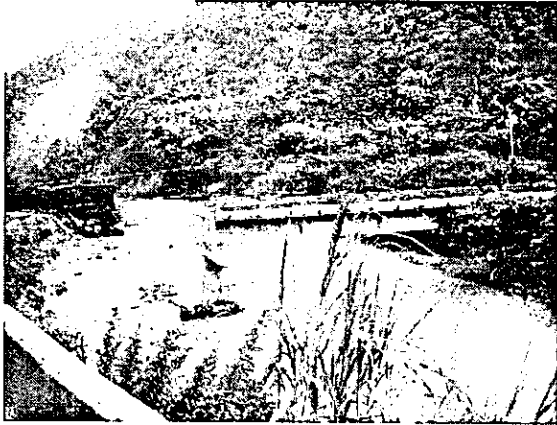
河岸側蝕為河流的側向沖蝕作用，也稱加寬作用，是曲流發育之主力。河岸侵蝕主要發生在河道彎曲之處，河道擺動的外緣常是河水側蝕最劇烈的地方，稱為攻擊坡或切割坡。位於攻擊坡之河岸因長期遭受河流侵蝕且侵蝕產生之土石不斷地被河水帶走，致趾部逐漸被淘空，使河岸變陡而且發生崩塌，位於上方之道路或建物之基礎因失去支撐而遭受破壞，導致建物傾倒或毀損。

相片 2.5 為埔霧公路本部溪橋與獅子頭橋間某跨越眉溪之橋，因橋台佔據河道橋孔通洪能力不足，加上洪水於河道轉彎處之沖刷，即造成了橋台及周圍道路被洪水沖蝕損毀。

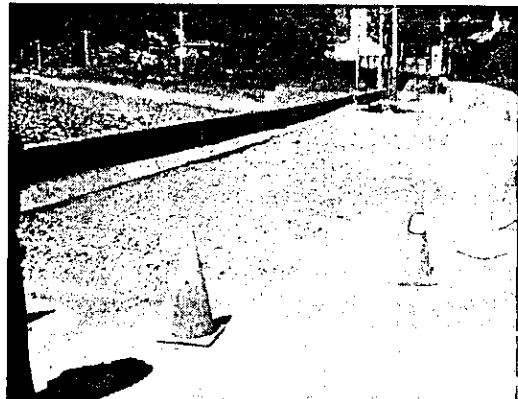
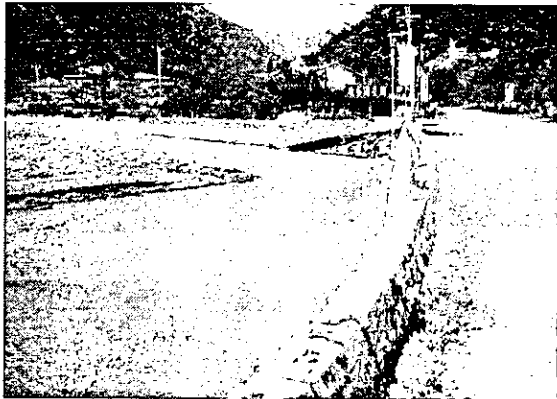
相片 2.6 為埔霧公路箱根溫泉旅館下游處，道路路基於河道彎曲處基礎受到洪水沖刷侵蝕而掏空下陷（右）。

相片 2.7 為埔霧公路本部溪對岸之河岸側蝕造成民宅基

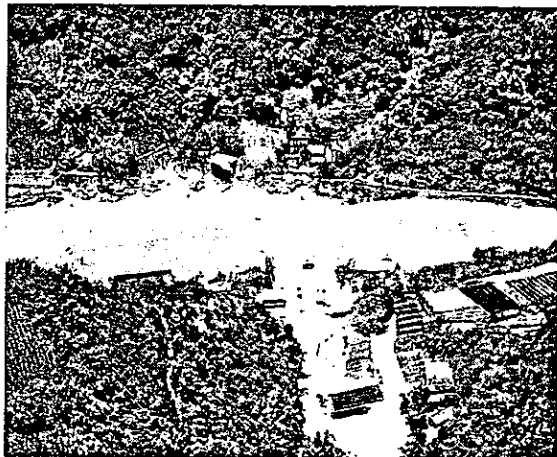
礎掏空而損毀；此處河道雖無明顯彎曲，但本部溪之野溪土砂下移進入主河道後，擠壓主河道而造成洪流偏向一側、流速增加而加劇河岸侵蝕之能力。



相片 2.5 埔霧公路本部溪橋與獅子頭橋間某跨越眉溪之橋



相片 2.6 埔霧公路箱根溫泉旅館下游處河道彎曲處之側蝕



相片 2.7 埔霧公路本部溪對岸之河岸側蝕

(六) 土石流

陡峻的溪谷或斜坡面上堆積的崩塌土石或風化礫石岩屑等鬆散土層，受豪雨形成的地表逕流沖刷或滲水飽和作用，導致內部強度受到破壞而崩解，使得高濃度的土、石伴隨水在重力作用下沿著坡面流動的現象稱之為土石流。

土石流之發生通常包括三個要素：1.足夠的水量、2.足夠的土石供應及3.足夠的坡度。土石流已經是台灣每逢颱風必定發生之現象，造成之災害不計其數，常見災害類型如：1.危害河道及水工構物；2.淤埋；3.沖刷；4.撞擊；5.磨蝕；6.堵塞；7.漫流改道；8.彎道超高及9.擠壓主河道等等。圖2.12為土石流發生機制之示意圖。

相片2.8為安溪東崎道路蟾蜍石站附近，對岸大量崩塌土石隨洪水而下(左)，沖積扇阻礙大安溪河流流向(右上)，造成河流轉向側蝕河岸，道路塌陷過半(右下)。

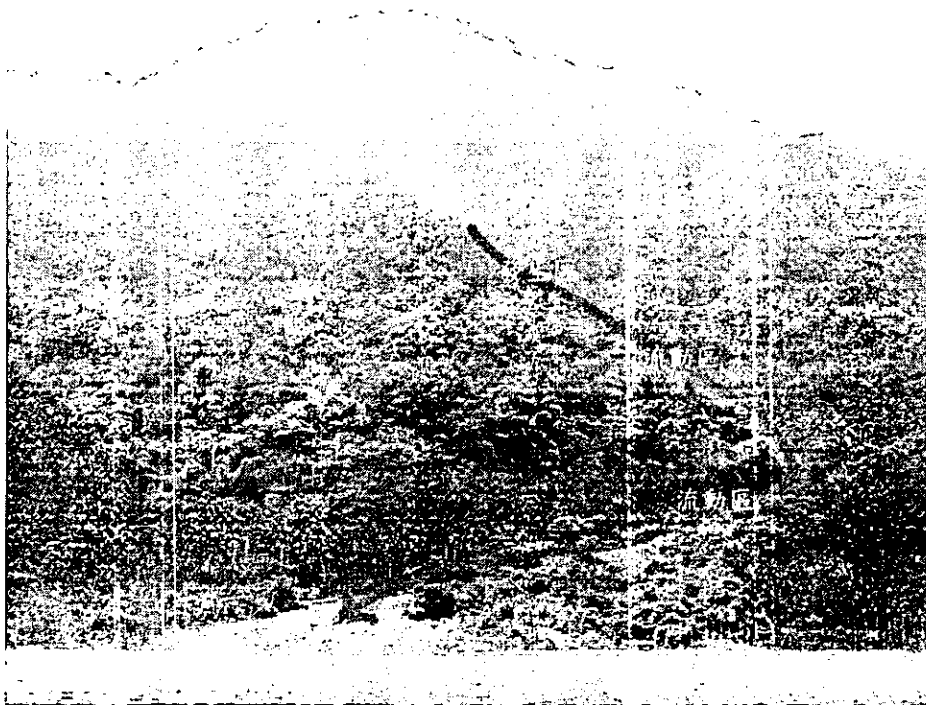
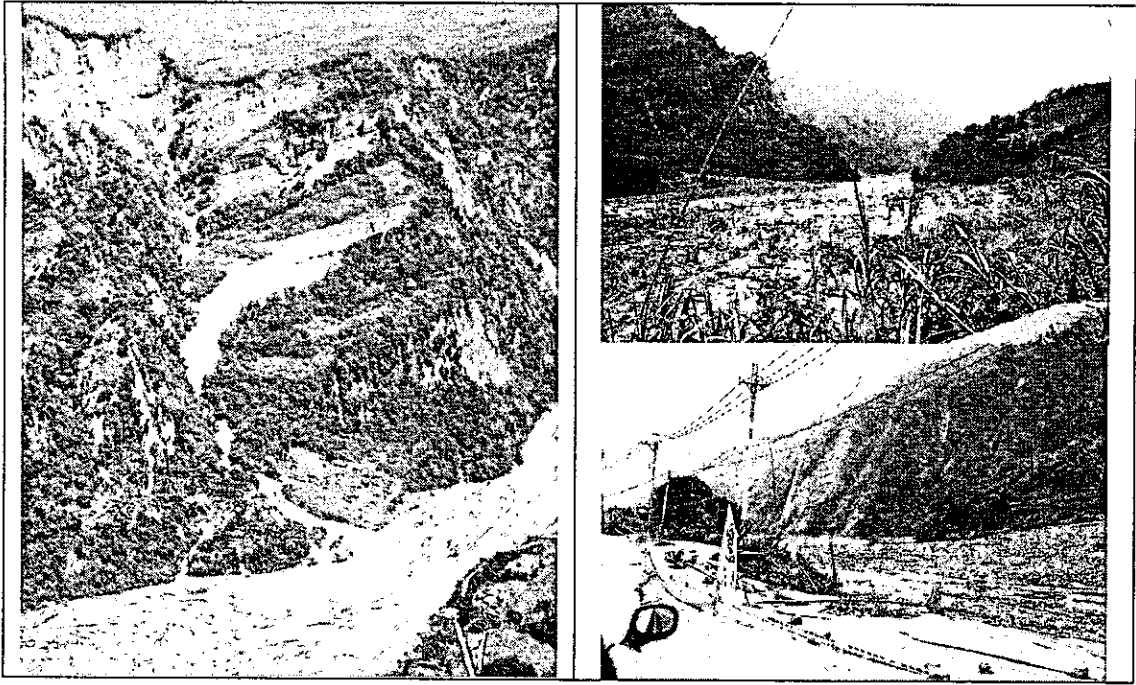


圖 2.12 土石流現象示意圖 (草嶺堰塞湖)

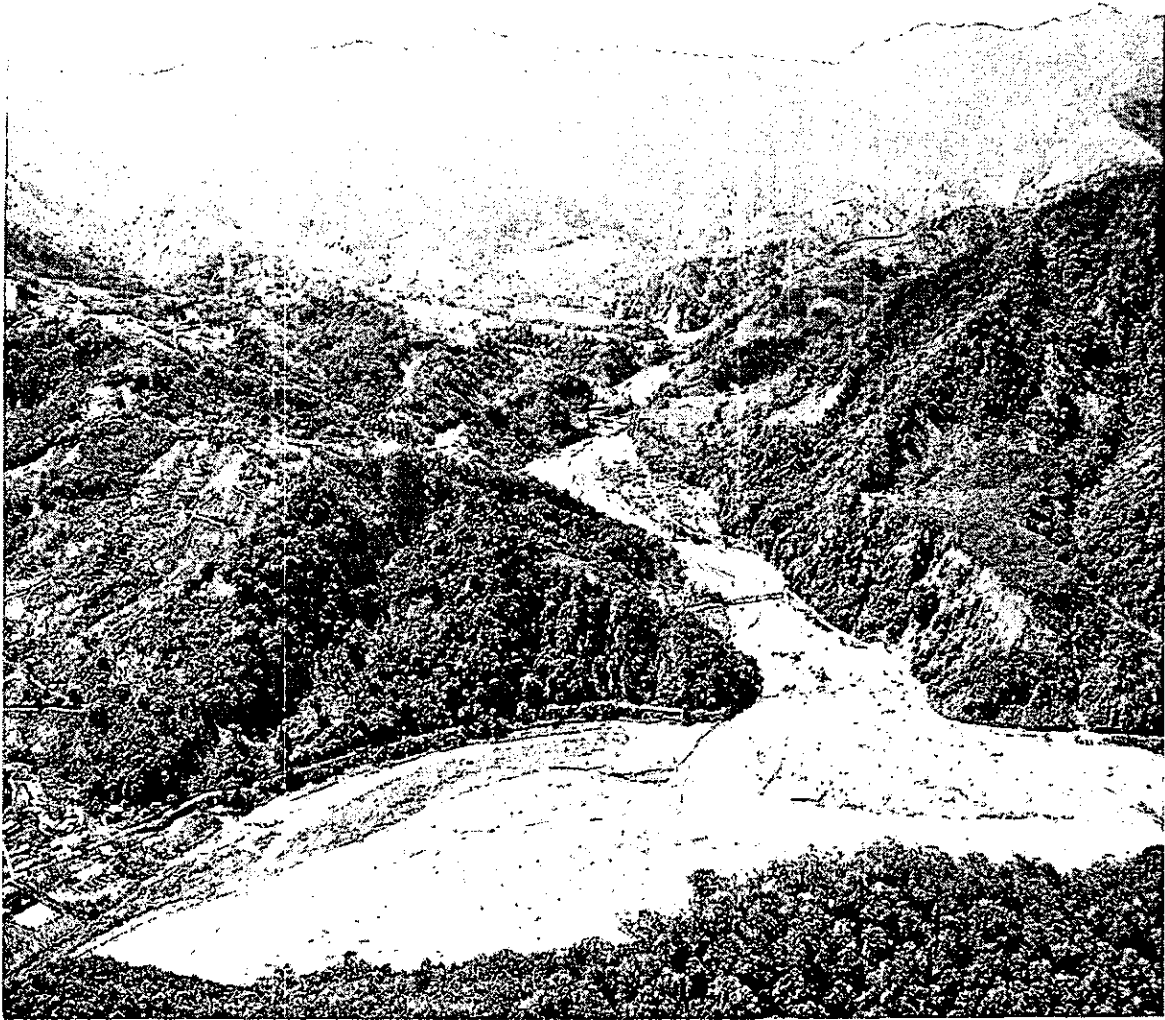


相片 2.8 大安溪東崎道路蟾蜍石站附近之土石流及衍生災害

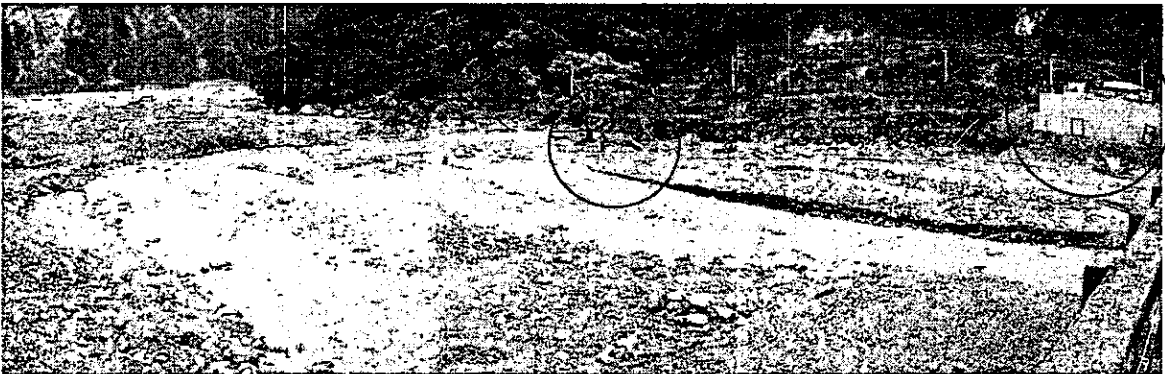
(七) 土砂運移淤埋

台灣多數河川集水區之坑谷野溪上游大多有相當多之崩坍地，集集地震後中部地區之崩坍地更是大幅增加，崩坍之土石多堆積於野溪河道上，平時野溪之水量不足以帶動這些崩坍土石，遭遇颱風帶來之超大豪雨時，坑谷河道上之土石傾瀉而下，除了造成野溪沿線之災情外，大量土石往往淤積於匯入主流之坡度平緩處，影響主河道之通水並將嚴重淤埋匯流河口處。

相片 2.9 為烏石坑溪匯入大安溪主河道處，烏石坑溪沖出之大量土砂淤積於主河道，形成一沖積扇，嚴重影響大安溪通水狀況；相片 2.10 是由烏石坑橋上拍攝土砂淤埋河道之狀況，相片右側水泥構造物為新烏石坑大橋之橋台，堆置於橋台附近之橋樑鋼構已經全數被土石吞噬，相片正中央亦可見一大型挖土機被淤埋僅剩怪手機臂露出。



相片 2.9 烏石坑溪匯入大安溪主河道處

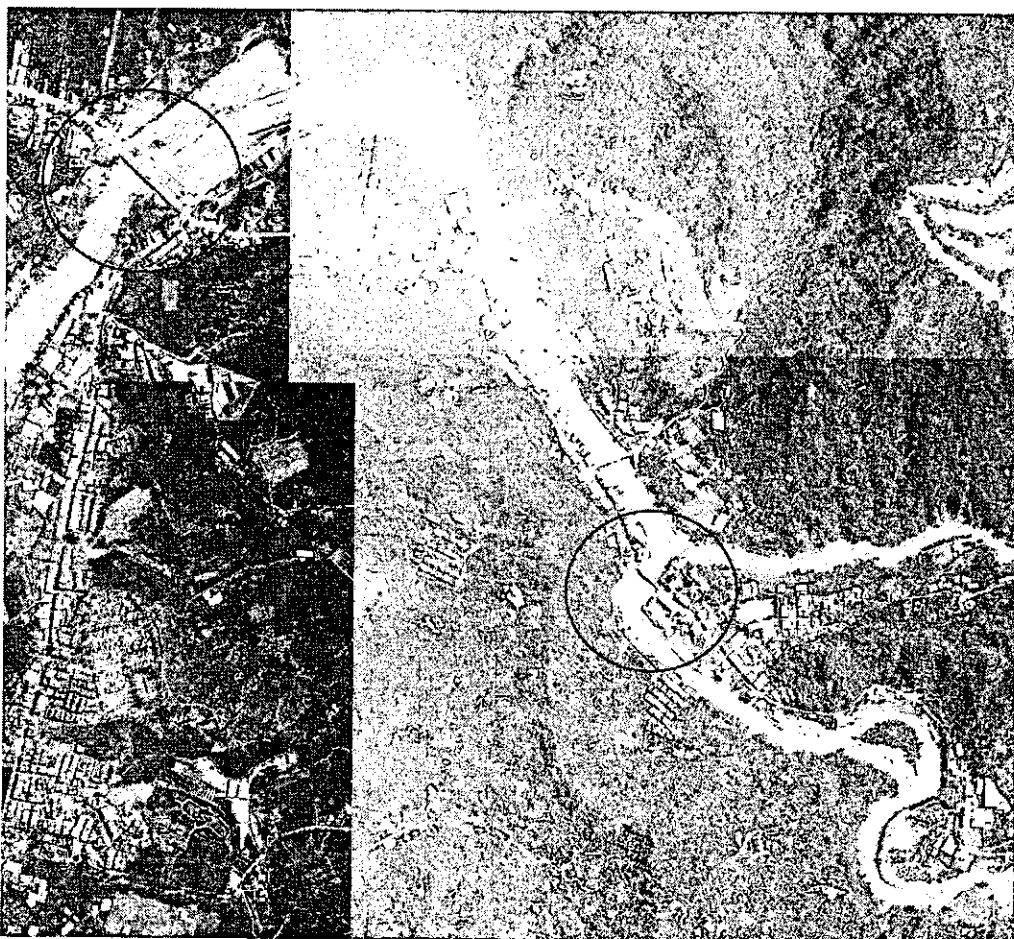


相片 2.10 匯流口處淤埋狀況

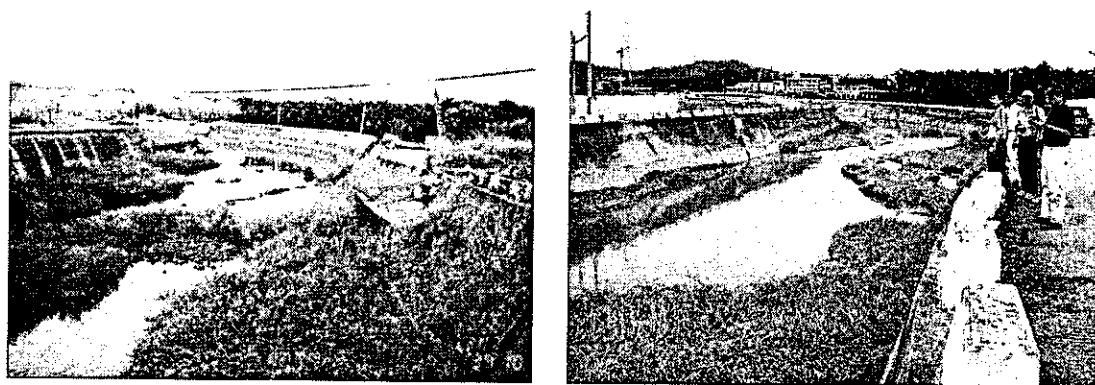
(八) 斷層錯動

台灣位處板塊交界處，由於受到板塊擠壓之影響，島上斷層遍佈，斷層活動除了立即造成之地震災情外，斷層錯動造成之地表位移更是對於河川等環境造成重大影響。

相片 2. 11 為頭汴坑溪龍寶橋至一江橋河段航空照片，相片 2. 12 為貓羅溪隘寮橋，龍寶橋、一江橋及隘寮橋均是車籠埔斷層造成抬升之區域，在七二水災中均發生嚴重之洪水溢淹災情，龍寶橋及一江橋附近並有河岸側蝕、護岸破壞及跨河構造物沖毀之災情；研判其原因均應與斷層抬升現象改變原有之坡降及通洪斷面相關。



相片 2. 11 頭汴坑溪龍寶橋至一江橋河段（七二水災後農林航測所拍攝）

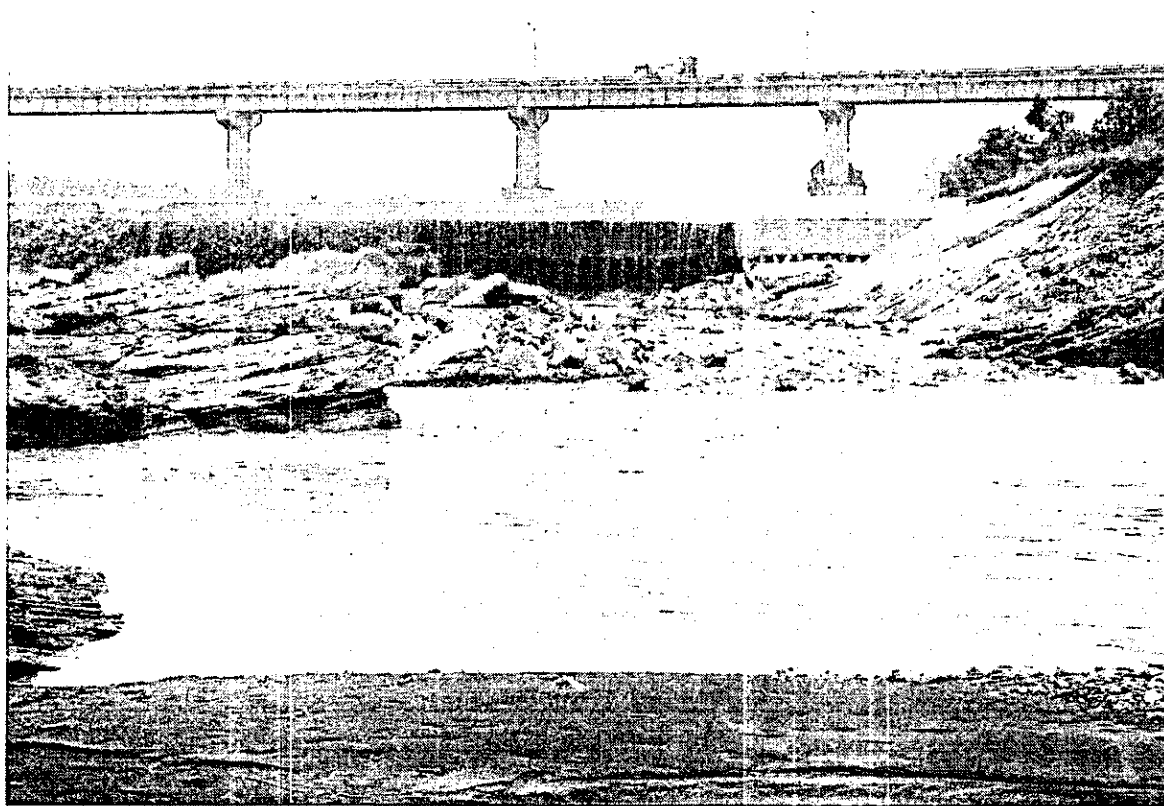


相片 2. 12 隘寮橋下游集集地震抬昇一米(左)在七二水災造成溢淹(右)

(九) 地質構造

地質之皺摺及斷層帶等構造區域，岩層性質大多因擾動而變得軟弱或破碎，河川亦多沿著這些地質上的構造線發育及侵蝕。

相片 2. 13 為頭前溪中正大橋下游，中正大橋處設置層層固床工加以保護，但卻造成下游面脆弱地層嚴重下蝕，相片中可看出固床工之基樁均已裸露，部分並已經刷蝕至鋼筋外露；相片 2. 14 為其下游部分河水沿岩層弱帶下切形成之峽谷，此為地層遭受新城斷層擾動之影響。



相片 2. 13 頭前溪中正大橋下游

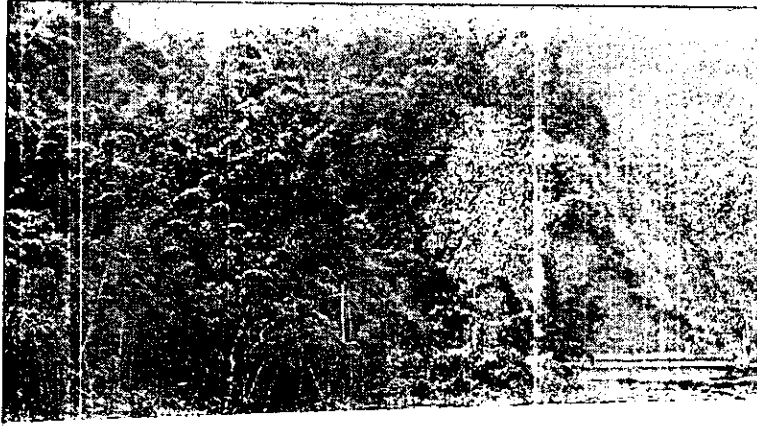


相片 2.14 新城斷層附近水流沿弱帶下蝕形成峽谷

(十) 山崩

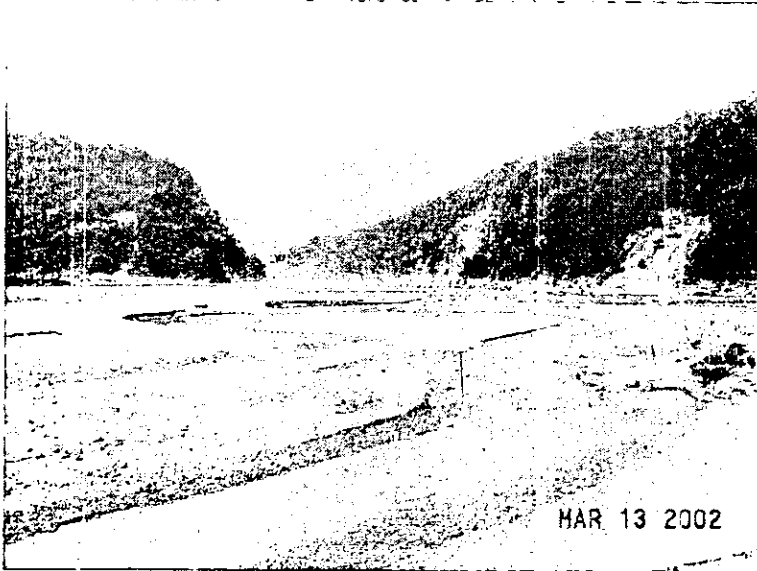
山崩通常指的是快速的塊體運動，亦即土石或岩塊因為重力作用以及常因水的潤滑而發生快速的下滑移動或墜落，集集地震中引發的九份二山和草嶺的大山崩皆是地層沿著岩層層面發生之大規模土石下滑，除立即造成之災害外，大規模土方淤積於河道處更是完全改變了流域之環境。

草嶺堰塞湖為河流基準面改變及重新恢復之最貼切實例，如相片 2.15、相片 2.16 及相片 2.17。隨著堰塞湖形成，上游處之河流基準面改變為堰塞湖水面，河道坡降大幅降低後泥沙大量淤積於堰塞湖上游面；在堰塞湖已經幾乎不再具有蓄水之功能後，舊有之基準面又重新恢復，所以河道之下蝕作用恢復旺盛。



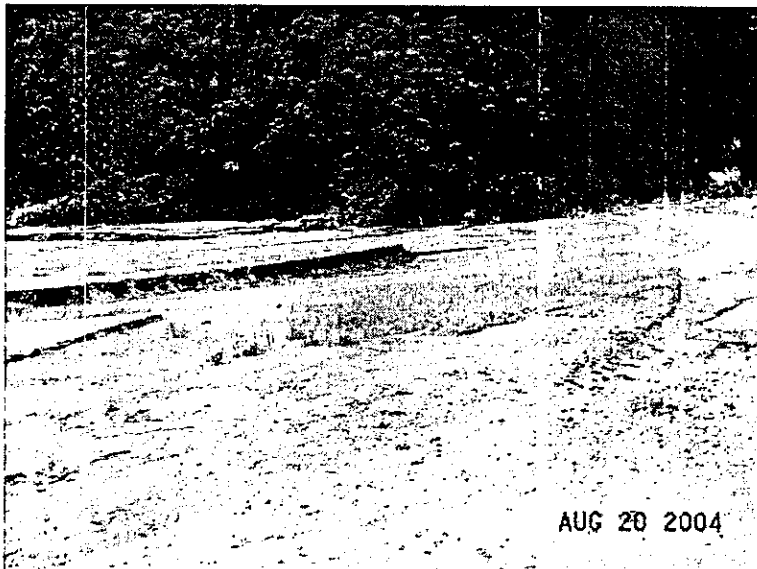
JUL 25 2001

相片 2.15 2001 年時草嶺堰塞湖蓄水量豐沛



MAR 13 2002

相片 2.16 2002 年時草嶺堰塞湖上游面已經幾乎淤滿



AUG 20 2004

相片 2.17 2004 年時草嶺堰塞湖上游淤積面沖蝕狀況

第參章 頭前溪河床航空照片地質判釋

一、概說

航照判釋為大範圍地質調查之有效工具，本計畫以頭前溪航空照片作為原始資料與調查介質，利用航照判釋技巧，在照片上進行頭前溪河床及河岸的地質特性觀察與分類。配合立體鏡與照片對，航空照片尚有進一步合成立體景觀之可能，若從立體鏡向著照片觀視就是3x3平方公里的廣大地面，故對區域性之地形、水系與地質均可一目瞭然。從航照上辨認河流沿線之敏感地質(不管是已存在的或潛伏的)如崩塌、侵蝕等，比地面調查更容易、而且更有效率。

本年度(第一年度)頭前溪河床航照判釋重點在於河床之地質調查，建立河流沿線之河床地質判釋，河岸敏感地質之調查，作為完成頭前溪流域地質系統後續相關工作之基礎。

航空照片所能提供之地質資訊主要受到原始航拍之像比例尺的限制，本計畫目前蒐集到之航空照片包括：

- 1.92年水利規劃試驗所辦理之頭前溪河川環境管理規劃航拍作業計畫成果，該計畫之像比例尺為1/8,000，彩色掃瞄影像。
- 2.交通大學璞玉計畫地質調查之航照拍攝成果，該計畫之像比例尺為1/5,000，黑白掃瞄影像。

航照地質判釋之限制因素之一為可提供地質判釋之區域僅於裸露或植被稀疏之區域。所以本計畫將於第二年度至頭前溪現地針對判釋成果疑慮處進行實地核對。此因航照之利用有一定限度，當從航照上無法辨認某些地表現象或對判釋結果沒有充份把握時，均須在地面上做近距離觀察。原則上航照判釋與野外實地調查宜密切配合，相輔相成，如此不但可以加快調查速度而且可以增進調查精確度。

二、工作執行說明

本計畫初步規劃時擬採用「92年水利規劃試驗所辦理之頭前溪

河川環境管理規劃航拍作業計畫成果之彩色掃瞄影像」作為航照立體判釋之工作對象，但原始工作成果之空中三角平差相關參數並無法於本中心工作站上顯示適當之立體相對；之後雖經過查詢原承辦廠商並重新索取空中三角成果，重複測試結果仍無法適當展示立體影像；後來本中心亦重新針對空中三角平差進行計算，但仍無法適用。在經過長時間之努力仍無法適當展示該成果之立體相對後，最後經工作團隊討論後決定改採璞玉計畫之航照黑白掃瞄影像進行立體判釋。

受限於航照掃瞄影像拍攝之精度，可測量辨識之最小河床質粒徑約為 50 餘公分左右（黑白航照，像比例尺 1/5,000），並未能理想的分辨出河床質之詳細分佈狀況，但已可以明確辨識河床河道之特徵（行水區、岩盤、沙洲、植被、構造物等），達到相當不錯之河床河道調查成果。

另一採用之快速可行方式是以航照之正射影像，套疊於地質流域系統中，以 ArcView 之編修功能直接進行判釋圖資繪製。本計畫建議未來在大部分河道區域均可採用此法進行判釋及繪圖，不需購置維護昂貴之立體影像工作站設備，執行速度快且技術門檻低；惟正射影像無法提供高程變化之資訊，對於高程起伏劇烈區域或辨識與高程因素相關之工作時並無法適用。

三、航照判釋設備及成果

（一）航照判釋設備

本案中使用作為立體航照判釋之設備如圖 3.1 所示，主要設備規格如下：

1. Intel® Petium® 4，CPU 3.20GHz，1 GB RAM。
2. Windows XP SP2。
3. 3D Lab VP850-Pro，256MB RAM。
4. StereoGraphics Crops. Model 2000i。
5. ERDAS IMAGINE 8.5。

6. ArcView 9.0。

圖 3.2 為頭前溪河道航照判釋成果圖。



圖 3.1 航照立體判釋工作站

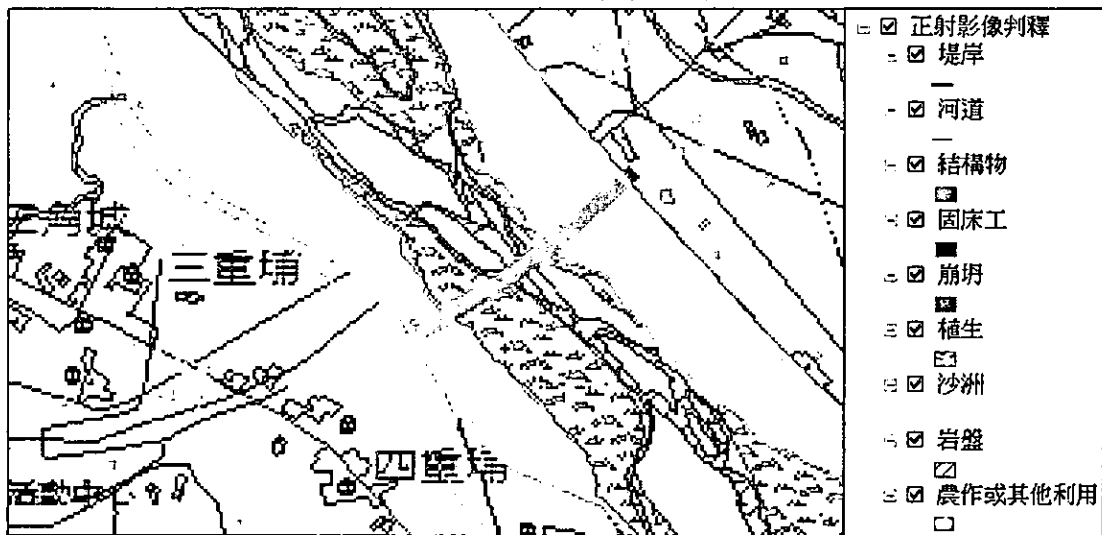


圖 3.2 航照判釋成果範例

(二) 航空照片立體判釋

圖 3.2 上河道中游處兩個方框區域為河床航照立體對判釋之範例區域，7777 及 3699 分別為原始航照檔案之編號，圖 3.3 及圖 3.4 分別為其判釋成果及原始航照。在此二河段

之立體像對航照判釋上，利用航照判釋軟體可測量辨識之最小河床質粒徑約為 50 餘公分左右（黑白航照，像比例尺 1/5,000）。

圖 3.3 為隆恩堰區域附近河道，由判成果中可以辨識河床多為裸露岩盤，顯示該河段沖刷狀況嚴重；河道上可見設置之固床工發揮部分功能（其上游處可見砂洲），但似乎也造成下游處之沖刷狀況加劇。

圖 3.4 為台 68 號快速道路二重埔引道附近之河道，由航空照片可以判釋出該區域河段大部分皆為沙洲，顯示河床處於相對穩定之狀態，而且大多數沙洲上均有茂盛之植被，更顯示出沙洲已經穩定一段時間了。

編號 3699 位與編號 7777 航照之河道狀況恰為強烈之對比，在距離僅數公里之河道上觀察到特性如此懸殊之河道狀況，對於河道治理規劃上可以提供相當豐富之參考資訊。

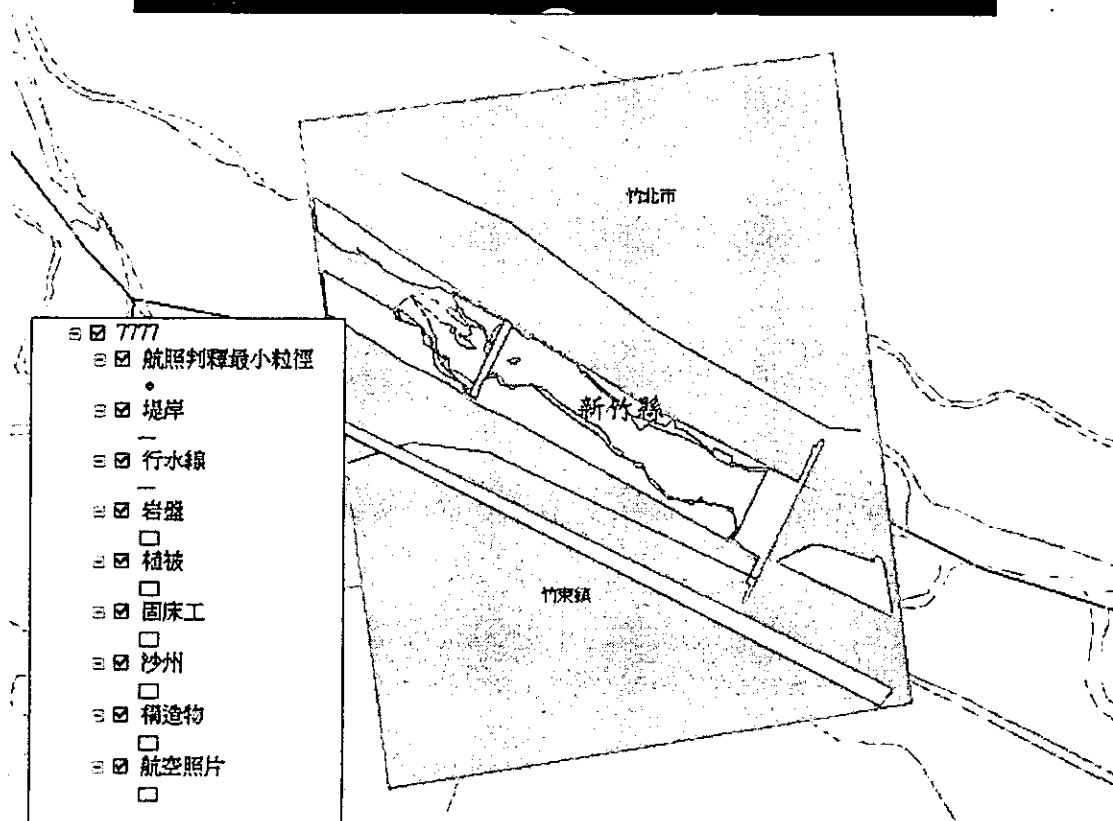
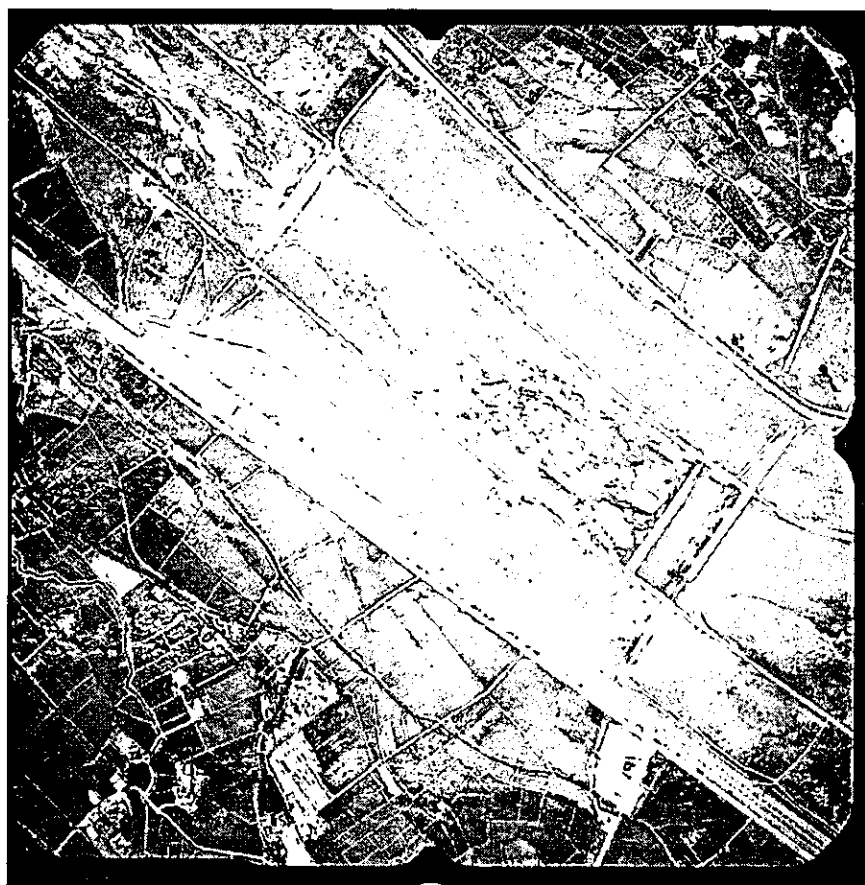


圖 3.3 航空照片檔案編號 7777 (交大璞玉計畫) 之判釋成果

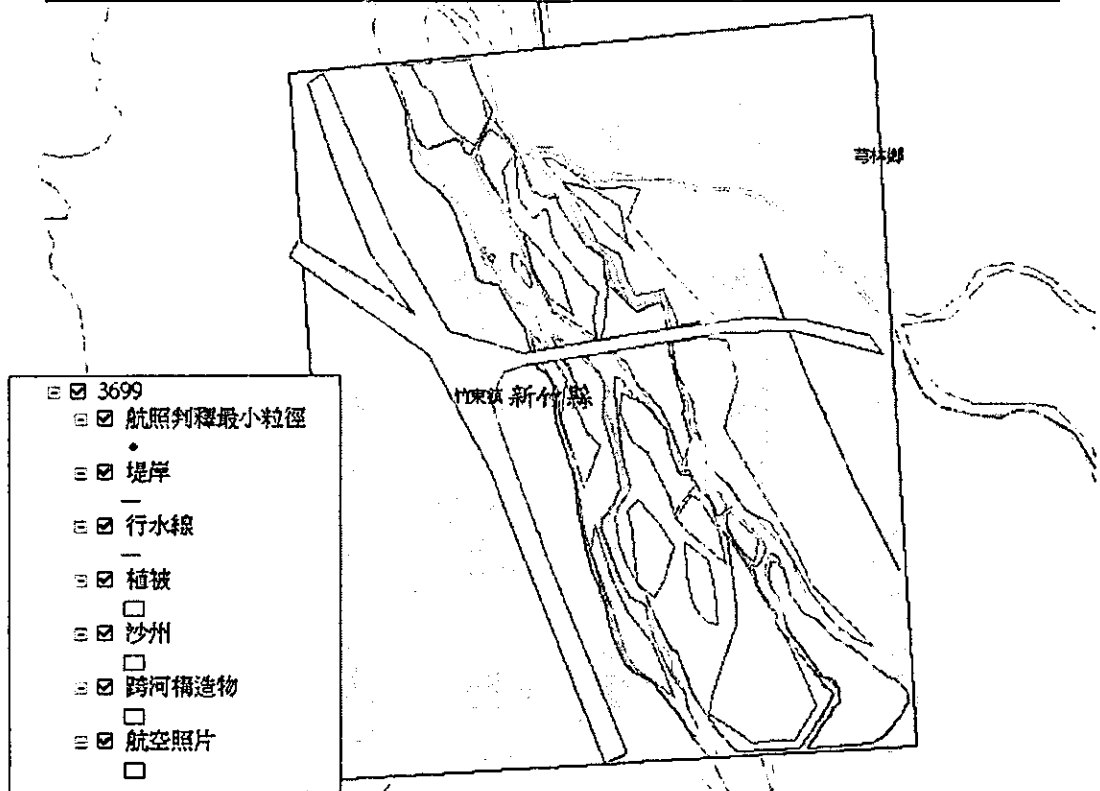


圖 3.4 航空照片檔案編號 3699 (交大璞玉計畫) 之判釋成果

(三) 正射影像判釋

本計畫頭前溪流流域針對「92年頭前溪河川環境管理規劃航拍作業計畫航照正射影像」區域均已完成河道地質判釋工作，成果如圖 3.5 所示。

依據整體流域觀察到之特性，將航照上所能辨識之地質或地表覆蓋及利用類型區分為九大類型，分別是：

- 1.堤岸區域：包括堤防、路堤或土堤等構造物。
- 2.河道：主要為航照拍攝時期之水流區域。
- 3.結構物：包括跨河構造物等構築於河道上之構造物。
- 4.固床工。
- 5.崩塌：河道區域內之崩塌地。
- 6.植生：河道上植被覆蓋之區域。
- 7.沙洲：河道上淤積之沙洲範圍。
- 8.岩盤：河道上遭沖刷裸露之岩盤範圍。
- 9.農作或其他利用：通常為河道上地勢相對較高之沙洲以及高灘地，遭人為開發利用為農作區域或整地堆置之區域。

圖 3.6 為立體對判釋成果與正射影像判釋成果之套疊，結果顯示兩種方式成果疊合良好，判釋之成果均可吻合連接。

圖 3.7 為局部區域航照正射影像（上）與套疊判釋成果之比對，透過判釋之成果，可以清楚明確的區別河道現況，若有歷次航照之判釋成果，透過 ArcView 提供之面積計算查詢功能，可以輕易的對河道變遷做出定量的統計分析結果。

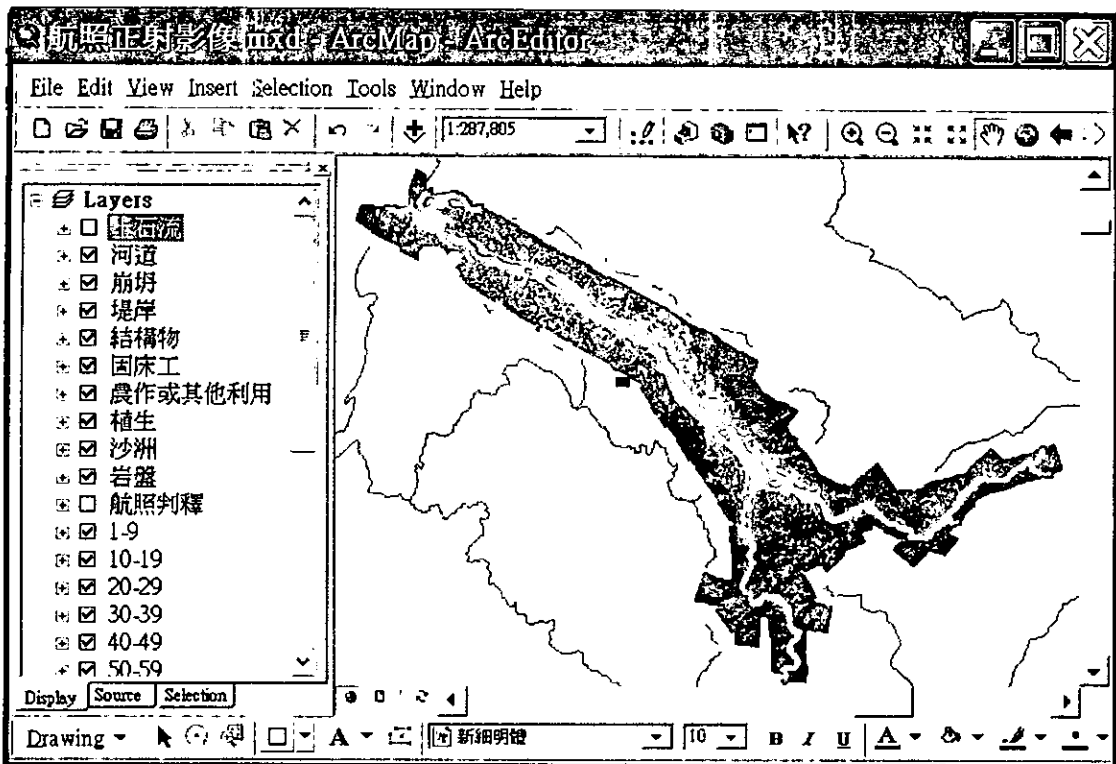


圖 3.5 頭前溪流域正射影像套疊河道判釋成果

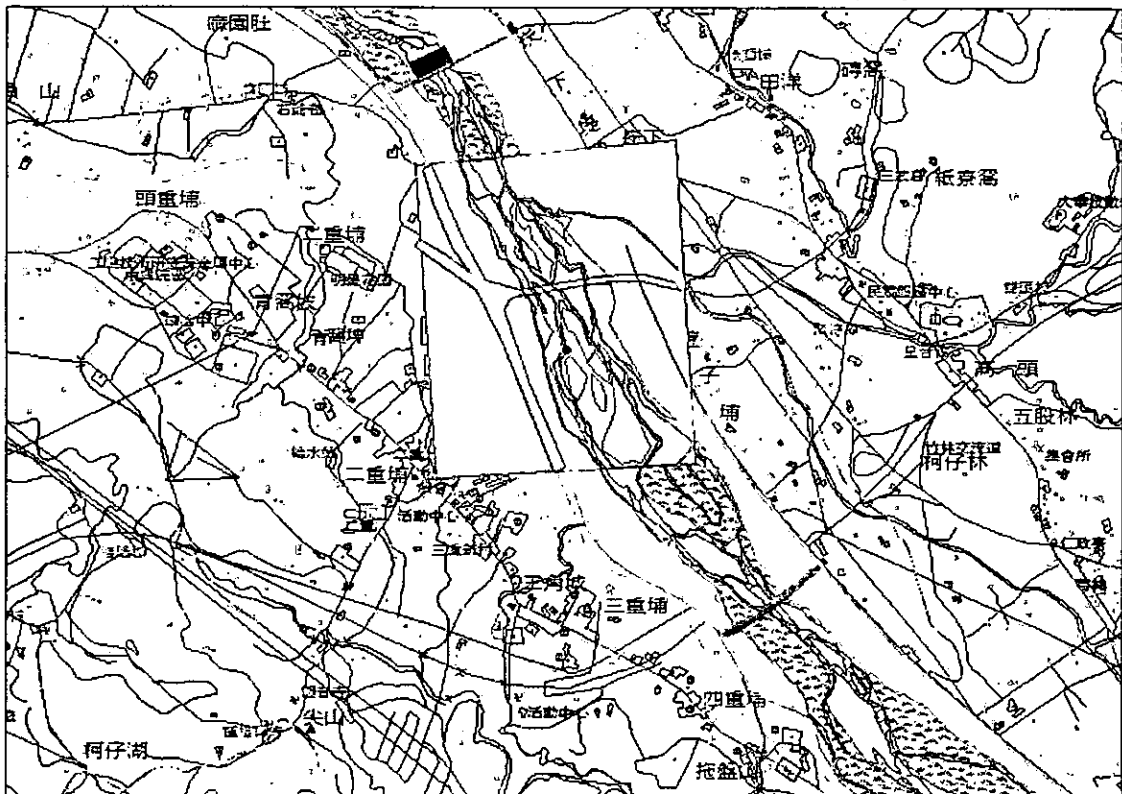


圖 3.6 立體對判釋成果與正射影像判釋成果的套疊

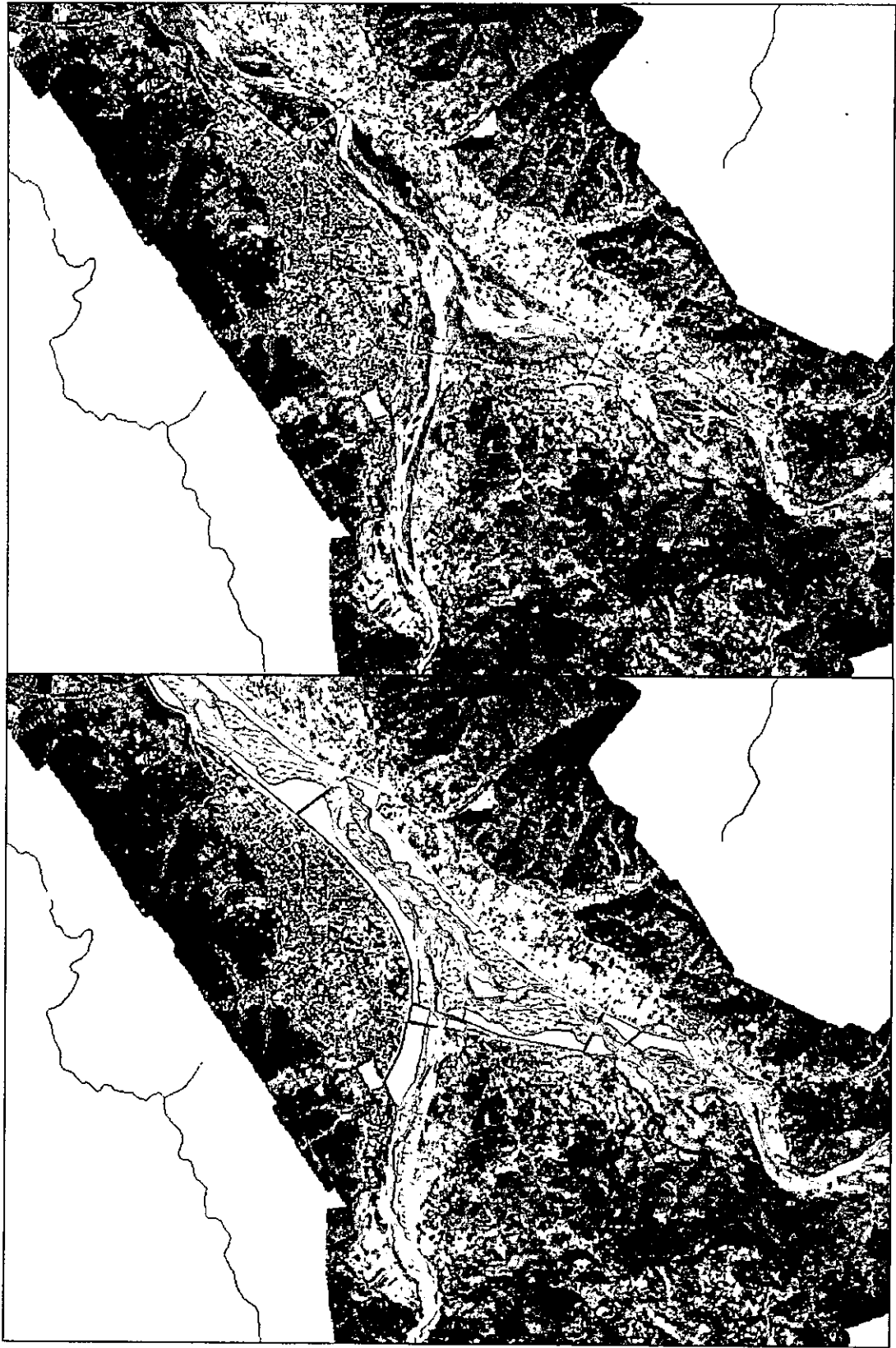


圖 3.7 原始正射影像（上）與判釋成果（下）之比對

第肆章 河床質底床粒徑調查方法之檢討

一、概說

(一) 河川型態與地形、地質之關聯

為進行河川水理演算往往需掌握河床質之條件，常必須藉由河床質粒徑調查及分析瞭解實際之河床質之條件。附錄 D 中利用 GSTARS 2.1 為工具，藉由輸入不同河床質之方式，分析地質因子的不同，到底將會對河道沖淤預測結果產生怎樣的影響，藉以探討河床質粒徑的不確定性對河床沖淤變化的影響。本章初步探討河床質粒徑調查及分析方法。然而河床質粒徑分佈必然與地形與地質關係深遠，欲探討河床質粒徑調查及分析之合適方法，宜先透過由地形與地質的角度思考之。

河川水系之型態受到地形與地質條件的差異，產生不同的特性。譬如：樹枝狀水系通常發展於地勢起伏較均勻且沒有強烈地質條件影響的區域；平行狀水系常發現於有區域性陡峭地形之處，且其控制了排水的主要方向；格子狀水系常伴隨區域陡峭地形，同時受到地質褶皺作用之區域…等。

區域氣候特徵、局部氣候特徵以及流域的水文特性等因素產生平時之常流水、暴雨時之洪水與旱季時之乾旱現象，這些現象是導致河道型態變遷的主要原因。河道型態主要反應河川中懸浮物質之產生、運輸與沉降的過程。懸浮物質可由大地的作用(譬如：山崩、落石等現象)產生，也可由可侵蝕性高的底床與堤岸材料受沖蝕作用崩解於逕流中。由此可知，河川中懸浮物質產生與流域地質條件密切相關。

河川運輸懸浮物質的能力與其流量與流速相關，因此受到氣候、植被、地質與地形的影響，地質的特性控制懸浮物的粒徑分佈特性，地形直接反應逕流之流速，當流速越大河川運輸砂石的能力越高。

控制河道型態變遷除了上述逕流與懸物之驅動變數外，尚須考慮河道之邊界特性。河道邊界之探討可分成河道坡度與材質以及束制與非束制兩方面探討：河谷坡度影響河渠搬運砂石的能力，常用來做為河系分類與河道變遷預測之依據，河床與堤岸之材料性質控制河道邊界抵抗侵蝕的特性，在沉積或沖積的邊界條件下，邊界材料抗侵蝕能力差，此類河道之型態經常調整與改變，若河道邊界為岩石材料，其抗侵蝕能力較佳，河道型態受地質條件與構造的影響較重；束制型態之河道邊界由岩石材料或由河谷邊坡材料產生塊體破壞並墜落於河道中所組成，由於河渠之能量不易侵蝕岩石材料或無法搬運河谷邊坡產生的塊體，河道型態比較穩定。相反地，河道邊界由沖積材料或是崩積材料組成，當洪水侵襲時將對河道邊界形成改變，此類狀況稱之為非束制型河道。

由前述可知地形與地質為影響河道變遷的重要因子，地形控制沖刷能量與搬運砂石的能力；地質方面，構造影響流域型態與沖淤環境，材料部份藉由地質災害等方式成為和河川之沉積對像。從河川型態演變過程可知其為反應懸浮物質產生、運移與沉降的過程，因此為進行河川水理演算進一步討論河床質問題時，不可不將交點集中於地形與地質的條件上。

(二) 河道型態與河床質之關聯

依據上述分析可以沉澱物質之顆粒型態與河道邊界材料性質將河道分成以下四大類型(Nanson and Croke, 1992)：

- 1.直線型(STRAIGHT)：當河道中沉澱顆粒相當細微並以懸浮狀態存在，或是河道邊界材料之抵抗侵蝕能力較佳，河道多呈現直線型或具些微彎曲之型態。
- 2.彎曲型(MEANDERING)：當河道中沉澱顆粒尺寸較大時，或是河道邊界材料具可侵蝕特性，則渠道變遷會受逕流切

削堤岸以及沉澱作用產生散亂點綴的砂洲，使渠道束縮並截斷水流產生彎曲型態河道。

3.辨狀型(BRAIDED)：當渠道有運輸能力且具有疏鬆堤岸材料，則會呈現辮子狀之系統。

4.吻合型(ANASTOMOSED)：吻合型渠道外觀上與辮狀系統相當類似，惟其運輸能量較辮狀系統低，處於比較穩定的狀態，沙洲與高灘地上多有植被生長。

由於沉澱物質之顆粒型態與河道邊界材料性質亦為影響河床質之重要因素，並經由上述河道型態特色的描述可了解其間相關性。因此河道型態應可做為區分某限定河段河床質之分界依據，故應可將其運用在河川縱向分區上。

二、河床質採樣與分析之不確定性

河床質採樣與分析是件相當困難且複雜的工作，其結果將影響水力分析結果，採樣與分析工作除了考量經費因素外，對於地點及方法之選擇都必須多方面加以考量。

河床質採樣與分析工作從採樣位置、採樣時間點、採樣程序與方法以及分析方式的選擇都具有相當的變異性，包括以下五項不確定性因素（Kellerhals and Bray, 1971），茲一一說明如下：

（一）河床質組構在橫向與縱向的變異性

河床上顆粒材料並非均勻分佈，在縱向上越接近河口顆粒粒徑會比較小，整體而言顆粒尺寸隨往下游方向距離增加而減小；在橫向方面，於河道沖刷(譬如：深潭)或是淤積(譬如：沙洲)處表現之粒徑必不會相同。

（二）時間變異性

在洪水經常侵擾的狀態下，河床質顯現不穩定且較為疏鬆，因此可以想見每當相當規模洪水過後，河床質必定具有某一程度之改變；而以長期穩定的河道狀態而言，礫石河床上部因長年水流將細小顆粒帶走，又當水流能量降低使細料

沉澱，填塞粗顆粒的孔細，如此又加強了顆粒組構。由此可知，河床質會隨時空狀態不同而不斷變化。

(三) 垂直向之變異性

在卵礫石河床上，其表面的砂或是破碎微小的礫石材料會被水流沖走，這使卵礫石河床明顯地區分成兩層。在上部(surface layer 或是稱為)為粒徑較單一的粗顆粒層；其下方(subsurface layer)為含有較細顆粒的混合層。一般而言，表面層顆粒較下部層粗糙，不具有或是具有少量細料，而下部層粗顆粒較少，具有細料填塞期間孔細。

(四) 兩種明顯的粒徑分佈

河川底床可分為岩床、礫石床或是砂床三大類。其中岩床河道河床質之沖刷運移的狀態不明顯，因此不在討論範圍內。是故天然河床存在砂與礫石材料兩大分佈。其中砂之粒徑分佈較為集中顯得比較均勻，採樣上可以體積法直接分析；礫石床之粒徑分佈於垂直向明顯區隔成表面層與混合層。兩種材料所顯現之運移與沉積特性不同，砂之運移啟動能量為水流能量與顆粒粗細間之相互關係；礫石之級配寬廣，而級配狀態與排列形式均會影響運移啟動的狀態。有此可知兩者材料於水理分析上有極顯著之差異。

(五) 採用不同的採樣程序

過去最常採用的篩分析方法在礫石床之表面層有執行上的困難，因此有許多二維分析方法(如面積法、網格法)衍生。不同的分析方法會有不同的成果展現，而如何將不同採樣分析方法之結果透過轉換用同樣的成果進行比較，變成一項重要得的問題。

三、河床質採樣與分析方法介紹

河床質一般採樣分析方法計有體積採樣、網格採樣、面積採樣以及橫切採樣等四種 (Kellerhals and Bray,1971)。其中網格法、面

積法與橫切法乃因應礫石河床於垂直方向有表面之粗顆粒層與其下方具有細顆粒之混合層之不同，而造成表面層在體積法分析之操作困難而衍生之調查方法。以下分別對上述四種方法個別介紹。

(一) 體積採樣法(Volumetric (bulk) Sampling)

於現地以挖鑿一預定體積之樣品，將大顆粒於現場過秤並紀錄其重量，其餘較細顆粒部份將其收納於預先準備之袋子內，隨後進行篩分析試驗，並將資料以半對數粒徑分佈曲線呈現。

(二) 網格採樣法(Grid Sampling)

直接將不同尺寸之網格建置在河床表面，使顆粒直接緊貼在網格焦點之下，構成網格法的樣品。並由不同之網格所覆蓋礫石之數目予以分析顆粒級配狀態。此法可由現場進行影像拍攝，在對影像進行分析，可節省工作所需資源。

(三) 面積採樣法(Areal Sampling)

選定一採樣面積，透過做記號的方式或是拍照的方式進行顆粒尺寸的分析。

(四) 橫切採樣法(Transect Sampling)

在採樣區域內用鋼索等材料拉一直線，並將直線下所有樣品都收集分析。

四、河床質採樣與分析方法之建議

國內河床質取樣點多配合斷面測量位置實施，取樣位置並未考慮河床顆粒材料縱向呈現由上游之粗顆粒往下游階段性變細的特性，以及橫向沖、淤處(深潭或是沙洲)之不同變化。而斷面測量實施頻率不一定恰與河床質縱向粒徑變化一致，因此，於測量斷面進行取樣是否合宜值得探討，且當二者頻率不同時，便產生採樣數量是否足夠之困擾。基於上述理由，本節提出一些構想，建議可嘗試透過一些輔助技術來進行河床質採樣與分析工作。

完整的河床質的採樣分析應包含以下五個程序 (Thorne, Hey,

and Malcolm, 1997): 一、選擇採樣地點與採樣時間；二、採集樣品；三、粒徑分配；四、調查成果統計分析；五、成果展示。其中第三至五項屬於資料處理的工作，在此不另贅述，本節將針對選擇採樣地點與採樣時間以及採集樣品的方法做進一步探討。

(一) 選擇採樣地點與採樣時間

河床材料之顆粒具有朝下游方向之距離增加而減小之趨勢，而橫向不同地形特徵處亦會有不同的粒徑分佈。根據上述特性於縱向方面可以將主要顆粒尺寸相近之河道區段加以區隔，做為縱向河床質取樣位置之參考，並視區段長度分配取樣數量，此數量可利用地工統計方法來進行評估，使其能達到經濟、有效之樣品數量；於橫向方面，端視水理分析之精密需求決定是否須於地形特徵不同之河床位置分別取樣。

在考慮選擇採樣地點上，建議可嘗試利用航空攝影技術來進行河道分段的初步工作，並以河相學之基礎知識從河道幾何與型態搭配於航空照片上觀測之河床質特性，統合進行分析，以決定河道縱向分區，透過航空照片亦可分辨橫向的地形變化，提供各案視其工作需求決定是否須特別採樣。

河川在經常性的洪水侵擾狀態下往往呈現不穩定的狀態，河床質也因洪水經常的作用顯得較為鬆散，變化也較劇烈。相對而言，長期處於穩定狀態下的河床，由於沉積作用使粗顆粒之孔細被細顆粒填塞，結構更趨完整。因此在採樣時間方面，於顯著洪水災害後勢必進行調查，當洪水與洪水之間間距拉長，於河床質趨於穩定後亦應進行調查，此部份將透過資料蒐集進行分析，進一步了解其間關聯並嘗試擬定調查時間訂定規則。

(二) 採集樣品

體積法採集樣品為最直接且利益彰顯的方法。但河床質分佈可區分為泥砂與礫石兩大類，以泥砂為主要河床材料之

樣品採集較為單純而容易；而礫石河床部份經常有表層與底層之區隔，表層顆粒較底層為粗，且不具或是具有極少部份的細料含量，這使體積採樣之分析方法在礫石河床表層之執行有其困難，因此有許多輔助方法衍生，譬如：以廣泛面積進行隨機採樣，或是網格法等二維方法來分析表層的顆粒級配。

依據前述採樣點分析決定採樣位置與數量後，可於現場進行體積法、面積法與網格法等採樣方法，比較三種方法結果。面積法、網格法均為二維之調查方法，同時可利用透過影像呈現與分析。

其中值得一提的是方格法採樣，此方法目前尚少應用於河床質調查實務工作上，僅卓佳良(1998)曾提出將其應用在礫石層級配特徵之上，以及吳東杰(2002)利用方格法採樣，再以碎形維度觀點探討顆粒性材料之組構特性。另楊振榮(2002)更將此方法進一步對卵礫石層影像進行空間分析，可避免人為之操作誤差，並且提升工作效率。傳統的粒徑分佈分析只能透過篩分析法（或與比重計分析）以獲得顆粒之大小分佈情形，但河床質含富含對卵、礫石大尺寸顆粒，取樣可能困難，往往不易顧及代表性，而具有相同級配的顆粒也會因為堆疊的情況不同而有不同的強度。方格法所論之碎形維度乃指方格維度(Db)以及叢聚維度(Dc)，其中方格維度反應級配特性，叢聚維度反應顆粒排列之關係，此法將可提供傳統篩分析所無法呈現之顆粒排列關係。

第五章 地質條件對集水區土砂產生量之影響

一、影響集水區土砂產生量之重要地質因素

台灣現有水庫多興建於河川集水區中、上游，常因集水區地形陡峻、地質脆弱及地震頻繁，加上集水區內常遭人為濫墾、濫伐，導致崩塌地四處可見、表土沖蝕嚴重，河水挾帶大量泥砂入庫，水庫容積日減，極不利於水庫之運轉操作。因此在台灣地區探討土砂產生量，不容忽略崩坍地對土壤流失之影響。

台灣的山地坡度陡，地質鬆脆易崩，加以時遭颱風豪雨襲擊，所以土壤流失量偏高。石門水庫的集水面積為 763.4 平方公里，推算土壤流失深度為每年 4.1 毫米；曾文水庫集水面積為 481 平方公里，推算土壤流失量為 11.6 毫米；而美國集水面積與之相當者，其年土壤流失量僅 0.48 毫米，可見台灣集水區淤沙問題之嚴重（張石角，1979）。

根據台灣主要水庫集水區之調查結果，來自崩坍地的淤沙量要佔集水區總淤沙量的一半以上，如曾文水庫集水區者即高達 87%，石門和德基水庫之情況也差不多（歐陽元純，2003）。

二、崩坍發生機制

崩坍地之產生肇因於邊坡移動或邊坡破壞之發生，邊坡移動依其運動方式可區分為崩落 (Fall)、滑動 (Slide)、流動 (Flow)、及複合式 (Complex) 等四大類。又因地質材料及地質構造的不同，可細分為落石、土石崩落、岩坡平面滑動、土坡滑動、土石流、土流等等 (Varnes, 1978)。參考表 5.1，茲將崩塌發生之機制說明如下：

1. 崩落主要發生於邊坡陡峻處，節理發達且坡度大於五、六十度的邊坡常可見落石現象。落石為山區最常見之坍方型式之一。危石，自空中墜落、跳動或滾動，由於其原本即為孤懸或鬆動之岩石，其在墜落前或曾有輕微擾動，但亦可能毫無徵兆。而在地震或下雨常受擾動而滑落。落石的大小則於節理的間距及岩石強度有關。影響落石的因子包括地形（坡高、坡長、坡度），地質（岩

性、不連續面) 及環境 (降雨、植生) 等。

表 5.1 法恩氏分類表(Varnes, 1978)

運動種類 Type of Movement		物質種類 (Type of Material)		
		基岩(Bedrock)	工程土壤 Engineering Soils	
			粗粒為主	細粒為主
墜落 Falls		岩石墜落 Rock fall	岩屑墜落 Debris Fall	土墜落 Earth Fall
傾覆 Topples		岩石傾覆 Rock Tumble	岩屑傾覆 Debris Tumble	土傾覆 Earth Tumble
滑動 Slides	轉動 Rotational	岩石崩移 Rock Slump	岩屑崩移 Debris Slump	土崩移 Earth Slump
	移動 Translational	岩塊滑動 Rock Block Slide	岩屑塊滑動 Debris Block Slide	土塊滑動 Earth Block Slide
		岩石滑動 Rock Slide	岩屑滑動 Debris Slide	土滑動 Earth Slide
側落 Lateral Spreads		岩石側落 Rock Spread	岩屑側落 Debris Spread	土側落 Earth Spread
流動 Flows		岩石流動 Rock Flow	岩屑流動 Debris Flow	土流動 Earth Flow
		(深蠕動 Deep Creep)		
複合運動 Complex		複合兩種或兩種以上之運動方式		

2.地層滑動因材料之不同可區分為土層及岩層滑動兩種，大部份土壤內之滑動屬圓弧形滑動及沿岩盤界面之非圓弧型滑動，岩坡滑動可區分為平面滑動(即順向坡滑動)、楔形滑動、傾倒滑動等，另外岩坡滑動後堆積於坡腳形成之崩積層，最易形成沿新鮮岩盤或原有地表面間之非圓弧型滑動，台灣一般山區大規模之滑動災害以崩積層滑動(或稱老坍方滑動)及平面滑動為主。老坍方滑動乃指構築於舊有坍方範圍內之工程在完工後，又因坍方復發而

造成災害。此類舊坍方原已呈暫時穩定，但因地表開墾構築增加逕流下滲及擾動原有地層，破壞原有平衡狀態，導致上邊坡下滑或路基下陷現象，其中尤以水土保持不良之區段，在豪雨或地震後最易發生。

3. 土石流動係指疏鬆之物質，包括岩塊，非塑性砂土及塑性黏土或三者混合之流體，由溪谷往下滑流其滑動面常隱而不見或僅短暫存在，其下滑速率極快。一般均發生在淺層地表，台灣常見於暴雨後發生於陡直之溪谷。
4. 坍方往往非以單一型態存在，最常見的為上方滑動土石堆積於下方，形成落石或土石流。邊坡破壞的發生有些為瞬間，有些則慢慢產生變形，完全視地質材料而定。

三、集水區土砂產生量推估方式之探討

(一) 概述

早在 1930 年以前，科學家們便嘗試預測由水所帶來的土壤沖蝕量，直到 1940 年才發展出初步的經驗公式。然因土壤沖蝕之機制涉及許多不定性因素，故發展至今，尚無一完整之理論基礎，現有之土壤沖蝕公式或模式仍大多為經驗或半經驗公式。

現有之集水區沖蝕模式，大多以小面積田間試驗作為沖蝕量驗證基準，通常並不適用於面積、地形起伏量大之水庫集水區沖蝕量計算；此外台灣因地狹人稠，水庫集水區內山坡地大都已遭人為過度開發利用，濫墾、濫伐情況嚴重，造成邊坡破壞；根據以往經驗，水庫淤積之原因，主要係由於集水區崩塌地及集水區上游邊坡之人為開發破壞，導致沖蝕土砂輸送到河川及水庫。

(二) 國內常用之土砂產生量推估方法

國內工程界經常採用之土砂產生量評估方法係將一個流域之中區分出不同類型之土砂產生方式，運用不同之方法分

別加以推估，最後分別將不同方式之評估結果整理成表格以提供參考應用。茲將常用之方式簡要敘述如下（整理自大安溪、大甲溪、烏溪及濁水溪四大流域整體治理規劃報告，水規所，2002）：

1. 坡地土壤流失量：

通常採用「水土保持技術規範」建議之通用土壤流失公式(USLE)來估算。為便於分析，林昭遠及林文賜(2001)以「集水區資訊系統 (WinGrid)」工具分析坡地土壤流失量及集水區出口泥砂生產量。「集水區資訊系統」係將衛星影像資料、集水區自動劃分、集水區特性分析、USLE公式估算、泥砂遞移率做連結應用，估算坡地土壤流失量及集水區泥砂產生量。

2. 崩塌地土壤流失量

常引用各國在集水區治理規劃方面所採用之經驗公式，如日本之打荻氏公式，用以推算流域各子集水區於暴雨所造成之崩塌地泥沙流失量，使用之關鍵在於決定現地地文條件相關之待定值，需透過研究區之現地崩塌地調查資料加以決定；若無充足相關資料，則可透過實測產砂或泥沙濃度資料，藉由模式參數率定方式加以決定。

3. 集水區出口處土砂輸送量

對於集水區野溪出口處土砂輸送量，也是採用經驗公式加以推估，如何、黃公式或 Schoklitsch 公式。對於缺乏詳細之粒徑調查資料之區域，亦可應用迴歸之經驗輸砂平衡濃度公式加以概估，如 Takahashi 輸砂平衡濃度公式。

4. 土石流潛勢溪流土砂量

土石流潛勢溪流亦是集水區內土砂產生之重大來源，評估時也是利用經驗公式，如保守推估，可參照謝正倫建議之土石流流出量公式。

(三) USLE 模式

USLE 模式之發展係經由蒐集美國東部及中部 24 州 47 個地區較潮濕地區(Yang, Randle & Hsu, 1998) 10,000 個自然逕流小區的數據及使用 1,000-2,000 個人工降雨機數據統計分析(胡自健, 1996), 並於 1978 年由 Smith and Wischmeier 發展出 USLE 公式, 又稱為「通用土壤流失公式」(Universal Soil Loss Equation), 其公式通式如下:

$$A = RKLSCP$$

式中, A: 年平均土壤流失量(ton/acre · year)

R: 降雨沖蝕因子(hundreds of ft-ton/acre hour year)

K: 土壤沖蝕性因子(ton acre hr/hundreds of acre ft-ton in)

L: 坡長因子

S: 坡度因子

C: 覆蓋管理因子

P: 水土保持措施因子

(四) PSIAC 模式

PSIAC 指標模式是由美國太平洋西南岸聯合委員會(Pacific Southwest Inter-Agency Committee, PSIAC)於 1968 年所研發出一套評估集水區土壤沖蝕量的方式; 主要係用於推估美國乾燥及半乾燥地區之土壤沖蝕量。

PSIAC 指標模式, 將影響土壤沖蝕量之集水區特徵因子分為九項: 其中三項與地文因子相關, 分別為集水區之地表地質、土壤、地形特徵; 兩項與水文因子相關, 分別為集水區之氣候及逕流特徵; 其他集水區特徵各為集水區土地利用地表覆蓋、向源侵蝕、渠道沖蝕等(詳如表 5.2 所示)。在表中的評估因子, 即為主要的控制變因; 評估數值, 則表示每個因子在總影響結果中所佔的比重, 對於負數值的產生, 則表示其機制具有防止土壤沖蝕的正面效果。另外, 在主要特徵

中，則是說明在評比階段中，所提供的參考與依據。

表 5.2 土壤沖蝕量估算之集水區特徵因子及評估數值表(PSIAC, 1968)

集水區特徵因子	評估數值	主要特徵
地表地質 (Surface Geology)	0~10	岩石種類、組成、硬度、風化程度、破碎情形
土壤 (Soil)	0~10	土壤組織、顆粒、鈣積層、分解性、有機質、黏土性質、母岩特性
氣候 (Climate)	0~10	暴風頻率、強度、型態、氣候型態
逕流 (Runoff)	0~10	單位面積之逕流體積、單位面積之逕流量
地形 (Topography)	0~20	地形起伏量、坡度、洪水沖積平原之開發
地表覆蓋 (Ground Cover)	-10~10	覆蓋率、植生狀況、岩片、林地開發情形
土地利用(Land Use)	-10~10	耕種百分比、牧放強度伐木狀況
向源侵蝕 (Upland Erosion)	0~25	溝蝕、指蝕、崩塌地
渠道侵蝕 (Channel erosion and sediment transport)	0~25	河岸及河床沖蝕頻率、渠道之材料、渠道人工保護

四、土砂生產量推估方式之討論與建議

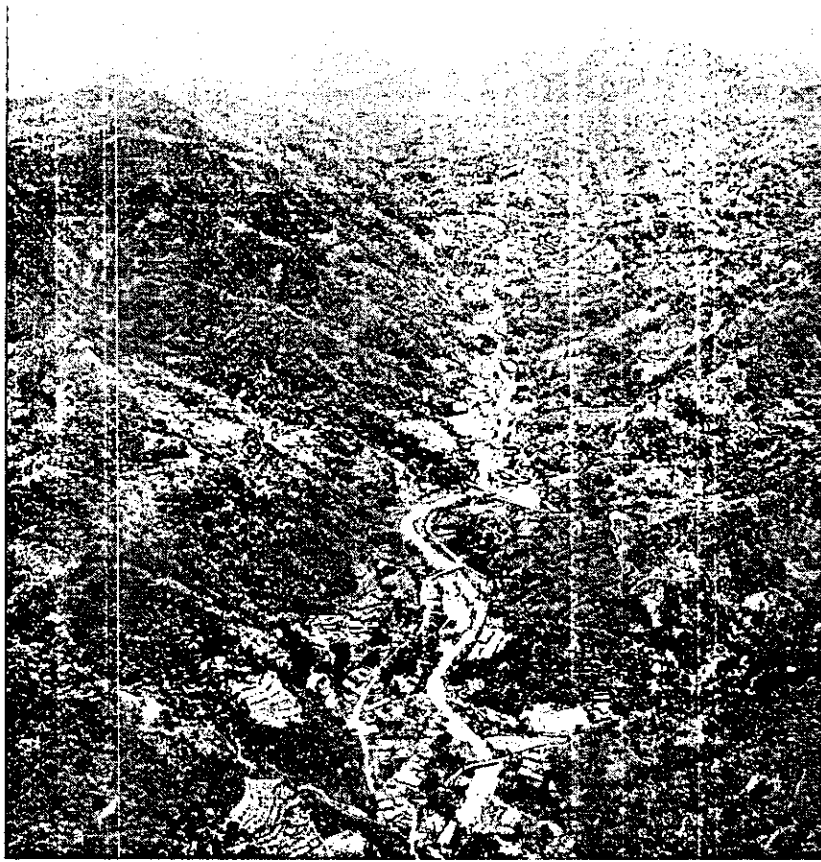
因為流域地質條件不同，土砂生產量將會截然不同。相片 5.1、相片 5.2 及相片 5.3 為在七二水災之後拍攝烏溪流域的三個典型的小集水區，其土砂之產生量相去甚遠，因為其地質條件大不相同。台灣地區之地質條件狀況造成之崩塌狀況極為複雜，加上地體抬升活躍所造成劇烈之向源侵蝕、河岸側蝕等，雖說崩塌地對於土砂產生量之影響佔了絕大部分，但對於土砂量的產生無法僅以一種簡化通用的公式來推估，適用之推估公式必須能涵蓋適用各種複雜條件下之地質狀況，唯此公式難求。

艾利颱風侵襲台灣後，石門水庫淤沙量約略為 2,000 萬立方公尺淤泥（石門水庫艾利颱風簡報資料，2004），而石門水庫平均一年之淤沙量約為 140 萬立方公尺，此現象突顯出現今面臨之考驗愈來愈嚴苛，如何正確評估土砂產生量並加以應用於整治規劃為無法迴避之課題。

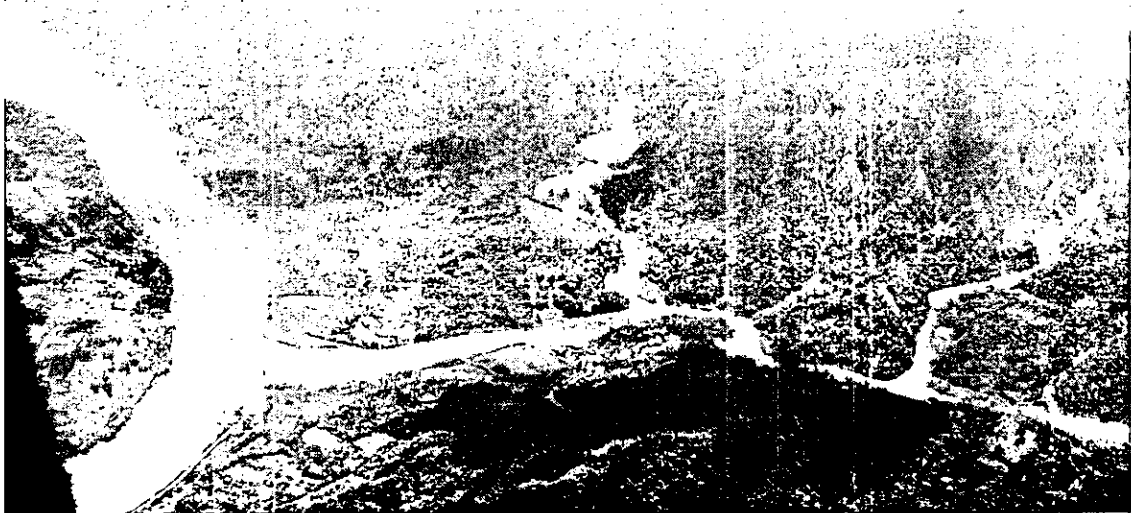
現今對於土砂生產量之推估常分別針對坡地土壤產生量、崩塌地土壤流失量、土石流危險溪流土砂量及各次集水區之泥沙產生量，分別推估計算後，再依結果考慮運用之方式。計算程序相當複雜而且推估量均祇是概估數值。

現況之下研究探討土砂量之評估模式有其困難性存在，雖然國內外均有甚多之經驗公式可以加以應用，但其適用程度往往無法加以確認，根本之問題在於台灣缺乏推估土砂產生量之相關參數之長時期觀測記錄，衍生之問題便是無法正確的訂定各經驗公式所使用之參數。

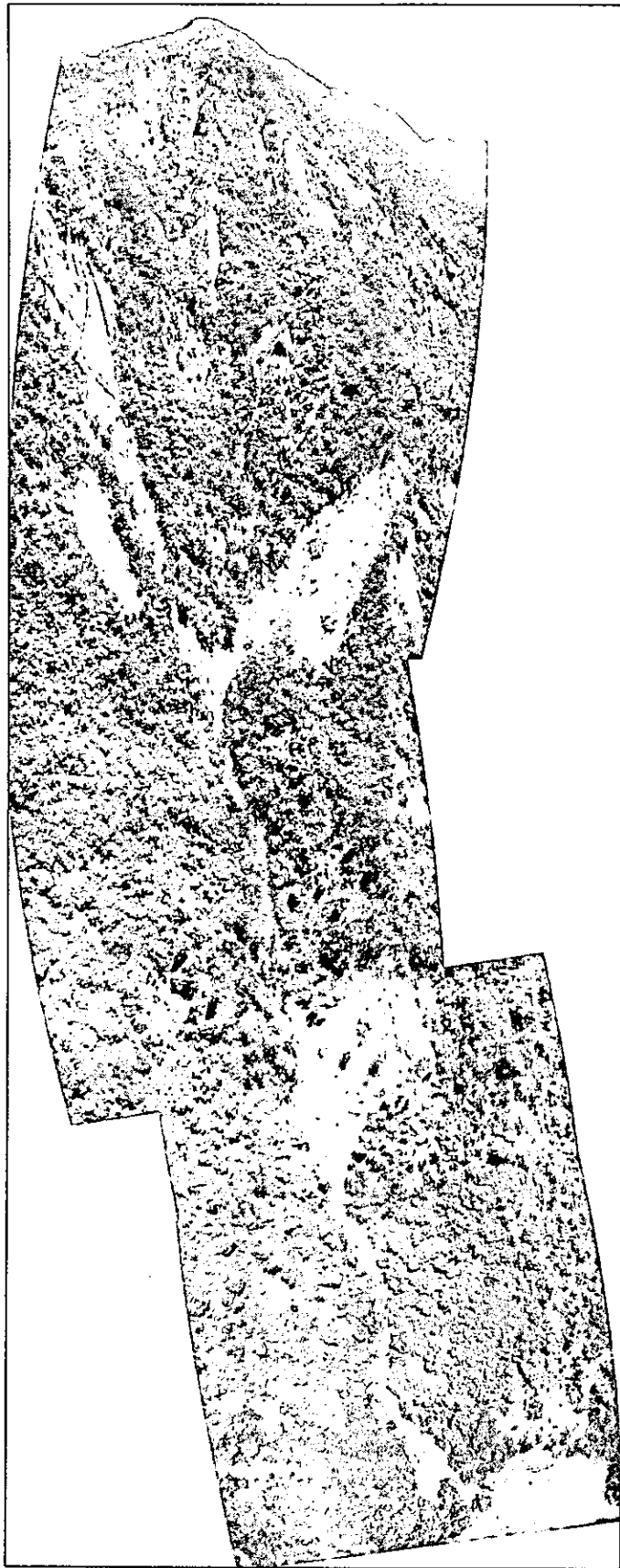
本計畫建議未來可試行定期以 LIDAR 量測河道地形之變化量進而推估沖淤之變化，對於沖刷入海之土砂量，則以在河口處觀測懸浮載資料，進而計算估計入海土砂量。這是針對河道之土砂運移問題方面，因台灣目前可採用之資料多為水庫之淤積測量，評估應用範圍僅適用於水庫以上之集水區，對於水庫下游或沒有水庫之流域，則僅可利用稀少之懸浮質觀測資料，但此資料恐難適當推估河道之土砂運移行為及運移總量。



相片 5.1 烏溪流域埔里附近之小集水區



相片 5.2 烏溪流域九九峰



相片 5.3 烏河流域上游小集水區之向源侵蝕崩坍

第陸章 河川流域地質資訊系統架構規劃

一、系統概述

地理資訊系統 (Geographic information System ; GIS) 可以利用數位地圖來分析顯示資訊，將資料結合成點、線、面在同一個地圖上，提供各種數位圖資的套疊顯示，幫助使用者有效率的查詢必要資訊。傳統地質資料多以地圖或圖形方式來顯示，面對越來越複雜的規劃設計以及效率的要求，這些圖資在製作、管理及應用上，GIS 提供一個良好的解決方案。

就 GIS 系統所處理的資料來說，我們可以簡單的將其分類為空間資料與屬性資料二種：

1. 空間資料(Spatial Data)是與地理位置有關的資料，一般來說是以座標的方式來表示，如經緯度座標、世界橫麥卡托座標皆是。

2. 而屬性資料(Attribute Data)則是與地理位置無關的資料，如街道名稱、河川名稱/長度、水利會涵蓋面積、或與地籍有關的地號、地目、所有人等等均屬此類。在空間資料中的各個物件，彼此之間有其空關連性，再加上空間資料與屬性資料之間的連結關係，也就構成一個 GIS 系統兼具查詢、顯示、分析、資料管理等之多功能、效率高之整合性系統。

本計畫將建構之河川流域地質資訊系統將充分應用地理資訊系統之特性於地質資料之展示上，整體之架構及工作流程可藉由圖 6.1 來加以說明。

1. 收集各主要河川流域之既有地質資料，依照河川流域加以分類後建置六大地質圖層 (圖 6.1，註 1)。
2. 由於資料之繁多以及考量工作期程限制，且本計畫之主要目的之一為規劃合適之流域地質資訊系統內容、架構及部分針對地質因素對流域規劃管理影響之研究，所以本計畫對於頭前溪以外之各主要河川流域，主要工作包括二項，一為建置六大地質圖層 (如圖 6.1，註 1)，另一為針對河川流域之基

本地質特性加以詮釋（圖 6.1，註 2）。

3.頭前溪流域為本計畫中建置地質資訊系統之示範流域，進行之工作包括六大項目：

- (1) 河川流域基本地質詮釋。
- (2) 河床之航空照片地質判釋。
- (3) 河床質調查取樣方式之探討與建議。
- (4) 地質條件對集水區土砂產生量影響之探討。
- (5) 現地地質重點式之查核（第二年度工作項目）。
- (6) 以地質之觀點探討曼寧係數（第二年度工作項目）。

4.最後將本計畫成果一一建置成各地質資訊圖層，提供河川流域相關之地理資訊系統匯入使用，以做為河川整治及水利工程規劃之參考應用。

每一筆地質資料之調查成果均不免花費相當之人力時間與經費，而且往往蒐集彙整不易，透過本計畫之執行，將這些資料彙整建置成地質圖層，提供相關人員有效率的查詢及使用地質資料，協助河川流域的規劃管理及設計。同時，本計畫亦預留未來資料增補空間，期使得各地質資訊圖層能漸進完備。

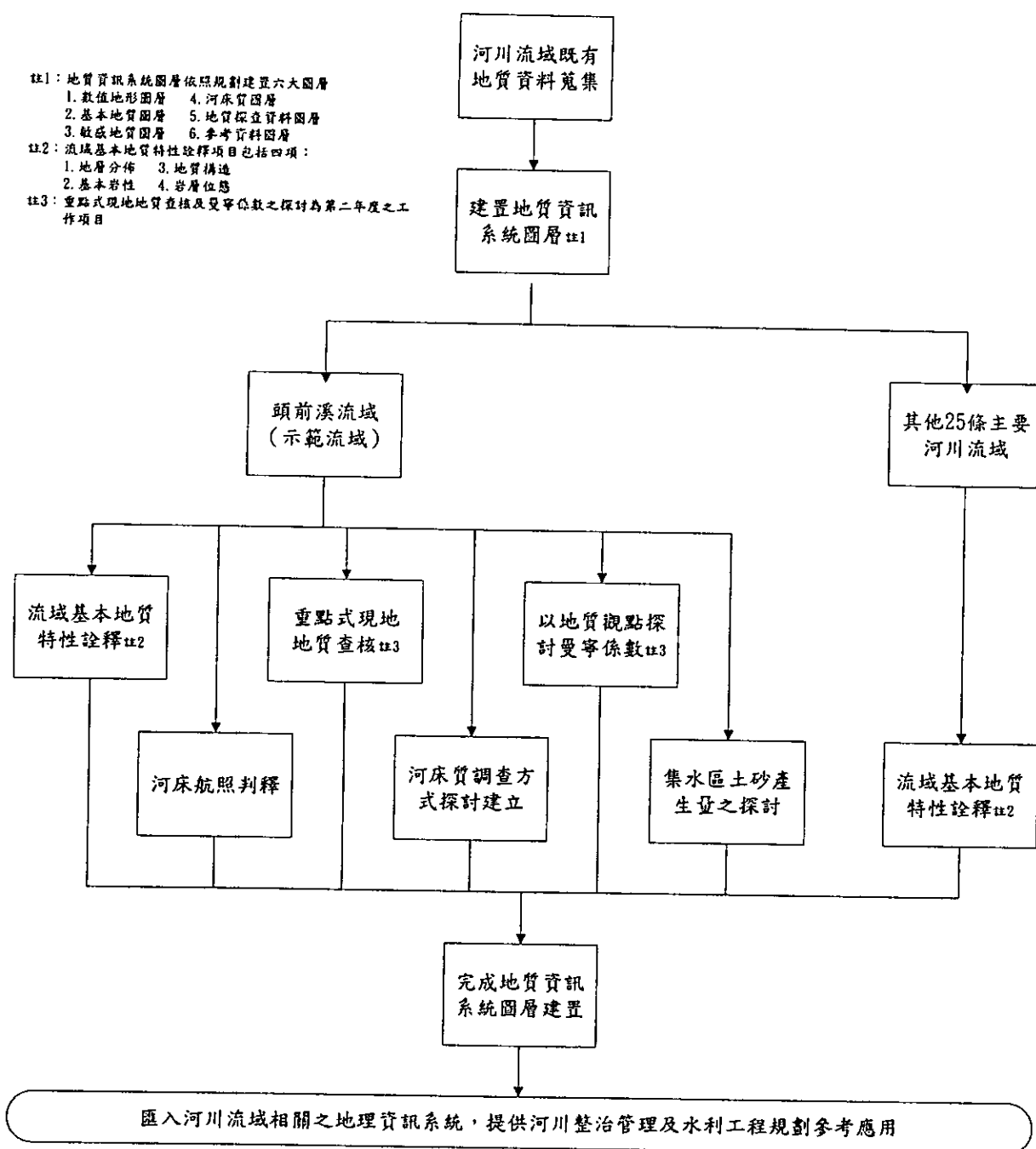


圖 6.1 河川流域地質資訊系統整體架構及工作流程示意圖

二、資料調查與蒐集

河川流域既有地質資料之蒐集工作係為整個計畫之基礎，現存之既有地質資料種類廣泛，收藏保管之單位相當多，短時間內無法將所有資料作完整之蒐集。針對本計畫之執行，蒐集資料之策略將重點集中於主要地質相關資料之調查執行單位，諸如中央地質調查

所、水利署相關單位、工研院能資所、內政部、及農委會水保局等等。而公路局、高工局、國工局、高鐵公司等於規劃建設跨河構造物時，亦多有執行地質調查工作（如地質鑽探）。茲將本計畫於各單位蒐集之資料敘述如下。

（一）中央地質調查所

目前台灣地區之地質圖籍，中央地質調查所所產製之圖系為最完整，本計畫目前已完整收集臺灣地區五萬分之一分幅數值地質圖（不包括離島區域），以及 1:500,000 的台灣數值地質圖，詳細圖幅名稱請參照表 6.1。

表 6.1 已收集之中央地調所數值地質圖

台灣數值地質圖			
1:500,000 台灣數值地質圖		十萬分之一海岸山脈	
五萬分之一台灣數值地質圖圖幅名稱			
三芝	大園	林口	臺北
雙溪	新竹	中壢	新店
頭城	白沙屯	苗栗	竹東
三星	蘇澳	大甲	東勢
南澳	臺中	國姓	大禹嶺
埔里	花蓮	雲林	豐濱
玉里	高雄	綠島	大武
恆春半島	蘭嶼	澎湖群島	

中央地質調查所建立維護之 GEO2002 鑽探資料庫為國內目前鑽探資料彙整的主要系統，由於其資料量之豐富龐大，本計畫將建置其鑽探基本資料之索引圖層，使用者若欲查詢完整之鑽探資料，可以 GEO2002 索引圖層提供之資訊轉至中央地調所網站系統上查詢。目前已經蒐集到中央地調所之 GEO2002 索引圖層並完成建置工作。

（二）工研院能資所

工研院能資所自民國七十四年起出版了一系列的五千分之一台灣省重要都會區環境地質資料庫，截至九十二年為止

共計有 611 幅 (表 6.2、表 6.3, 摘自工研院能資所環境地質資訊網站)。圖資儲存方式在八十八年之前均為圖紙方式, 直到八十九年之後才有數化後的圖資供應, 而在九十二年之後已經全部以數化圖資方式出版。目前本計畫已經收集到之圖資包括七十四年至八十九年之紙式圖幅, 八十九年至九十年之數化圖幅。

表 6.2 環境地質圖七十四至九十二年調查區圖名索引表(一) (摘自工研院能資所環境地質資訊網站)

縣市	調查年度											
區名(號)	74年度	75年度	76年度	77年度	78年度	79年度	80年度	81年度	82年度			
台北市	建安 (9622-I-028) 內冷水坑(9622-I-019)	北新庄 (9623-II-020) 椽溪 (9622-I-026) 楓樹湖 (9623-II-030) 新寮 (9623-II-019) 安子內 (9623-II-028) 林子 (9623-II-029) 鄒厝崙 (9723-III-026) 粗坑仔 (9723-III-018) 野柳 (9723-III-036) 荖脚 (9723-III-027) 玉田 (9622-I-017) 頂埔 (9622-I-027) 成福 (9622-I-018) 土城(南) (9622-I-018)	花園新城(9722-IV-022) (9623-II-077) 泰山 (9623-II-076) 新寮 (9622-I-035) 大埔 (9622-I-036) 白雞 (9622-I-037) 竹崙 (9722-IV-011) 頂城 (9723-III-018) 頂城 (9723-III-036) 五田 (9723-III-027) 頂埔 (9622-I-017) 成福 (9622-I-027) 土城(南) (9622-I-018)	嘉寶 (9623-II-054) 圓通寺 (9622-I-010) 二叭子 (9722-IV-001) 南勢角 (9722-IV-021) 江潭 (9623-II-068) 陸光一村(9623-II-067) 五股 (9623-II-066) 林口 (9623-II-086) 牛角坡 (9623-II-086)	淡水 (9623-II-038) 樹林口 (9623-II-039) 瑞芳 (9723-II-052) 石門 (9723-II-043) 金山 (9723-II-053) 萬里 (9723-II-063) 埔尾 (9723-II-054) 公埔子 (9723-II-064) 瑤港 (9723-II-055) 丹鳳 (9723-III-075) 深坑 (9723-III-076) 楓子林 (9723-III-077) 觀善工業 (9623-II-029) 石壁子 (9622-I-039) 土城 (9622-I-020) 清水 (9622-I-012) 鶯歌 (9722-IV-013) 三峽 (9722-IV-013)	白沙灣 (9723-IV-085) 老梅 (9723-IV-086) 石門 (9723-IV-094) 芝山 (9723-III-016) 萬里 (9723-III-028) 埔尾 (9623-II-010) 公埔子 (9623-II-009) 瑤港 (9723-III-006) 丹鳳 (9623-II-087) 深坑 (9723-III-095) 楓子林 (9723-III-096) 觀善工業 (9623-II-096) 石壁子 (9723-III-078) 土城 (9622-I-008) 清水 (9622-I-009) 鶯歌 (9622-I-014) 龍洞 (9622-I-025) 舊莊 (9723-III-085) 白袍湖 (9723-III-086) 鹿窟 (9723-III-087) 五坑 (9723-III-088)	後厝村海濱 (9723-IV-092) 後厝 (9723-IV-093) 公玉口 (9723-IV-084) 草里 (9723-IV-088) 竹子湖路口 (9723-IV-089) 噴水 (9723-IV-099) 跳石 (9723-IV-100) 下崙子 (9623-II-045) 八里 (9623-II-046) 大崙脚 (9623-II-037) 觀音山 (9623-II-047) 中坑 (9623-II-057) 灰碇子 (9623-II-008) 龍形 (9623-II-048) 成子寮 (9623-II-058) 龍洞 (9723-II-067) 和美 (9723-III-077) 洪辰 (9723-III-087) 鹽寮 (9622-I-006) 東和 (9622-I-007)	阿四坑 (9622-I-015) 山佳 (9622-I-016) 寶斗厝 (9622-I-024) 寶斗厝 (9623-II-044) 太平積 (9623-II-055) 雷公崎 (9623-II-064) 頭湖 (9623-II-065) 大湖 (9623-II-074) 公西 (9623-II-075) 下湖 (9623-II-084) 大埔 (9623-II-085) 大崎頭山(9722-IV-023) 龜山 (9722-IV-032) 大粗坑 (9722-IV-033) 忠治 (9722-IV-042) 大坑 (9723-IV-095) 七股 (9723-IV-096) 清水 (9723-III-005)	烏塗窟 (9722-IV-006) 石碇 (9722-IV-007) 水柳脚 (9722-IV-028) 坪林 (9722-IV-029) 烏來 (9722-IV-052)			
	基隆市						基隆市 (9723-III-050)	內寮 (9723-III-038) 大武崙 (9723-III-048)	覆興 (9622-I-074) 藤洋 (9622-I-075) 小烏來 (9622-I-085)			
		矮坪子 (9622-IV-047) 大北坑 (9622-IV-057)		楊梅 (9622-IV-036) 埔心 (9622-IV-037)	龜山 (9622-I-004) 花瑤 (9622-I-005)		大溪 (9622-I-042) 虎豹坑 (9622-I-043) 大灣坪 (9622-I-071) 大溪坪 (9622-I-072) 長興 (9622-I-073) 石門水庫 (9622-IV-080) 楓樹坑 (9623-II-094)					
	桃園縣											
		大窩浪 (9622-III-034) 五指山 (9622-III-044)		三姓橋 (9522-I-087) 香山 (9522-I-097) 牛埔 (9522-I-088) 茄荖湖 (9522-I-098) 青草湖 (9522-I-089) 靈隱寺 (9522-I-099) 中隘 (9522-II-007)	雙溪 (9522-I-100) 南隘 (9522-II-008) 新威 (9522-II-009)	光明新村(9522-I-090) 金山面 (9622-IV-091)	油車窩 (9622-III-003) 竹東 (9622-III-004)	寶山 (9622-III-001) 北坑 (9622-III-002)	關西 (9622-IV-087) 湖肚 (9622-IV-088) 清泉 (9622-III-064) 土場 (9622-III-074)	二重埔 (9622-IV-092) 三重埔 (9622-IV-093)		
	新竹縣市											

縣市	調查年度									
	74 年度	75 年度	76 年度	77 年度	78 年度	79 年度	80 年度	81 年度	82 年度	
宜蘭縣					礁溪 大溪			小埤 石頭成	五峰嶼 九龍山 龍潭 蛇仔崙 刺子崙	港口 蘇澳 蘇澳港
苗栗縣			伯公坑 大坪頂 明德水庫		聖王崎下 外庄	大湖 南湖 水流泉				
台中縣市	坪林 崎頂河 鳳山 峰谷 九虎頭	象鼻坑 象鼻橋		沙鹿 埔子 水堀頭 馬龍潭 劉厝 虎寮埔 中台社區 清水 大坑 廟子坑口 清水巷 龍谷瀑布 谷關	石岡 公老坪 石城 霧峰 光復新村 社寮角	大湖 南湖 水流泉	梨山 松柏村 埔底 水井 柳子坑 新四村		新莊子 東海大學 井子頭 東勢 中料 石角 大茅埔 鐵砧山	
彰化縣	社口 同安寮		大竹庄 草子埔 彰化市 安溪寮			象山 林厝仔				
雲林縣								林內 瓶仔崙 草嶺 外湖 內湖		
南投縣			鹿谷 大水堀		春陽溫泉 廬山 中興新村 內龍 東埔	溪頭(北) 溪頭(南) 日月潭	埔頂 春陽 廬山溫泉	埔頂 春陽 廬山溫泉	松柏坑 內三塊厝 口寮 潭溪 清境 霧社 碧湖 草峰	

縣市	調查年度									
	74年度	75年度	76年度	77年度	78年度	79年度	80年度	81年度	82年度	
嘉義縣市			灣橋 紅毛埤 (9419-I-010) (9419-I-020)	山子頂 蘭潭水庫(9419-I-009) (9419-I-019)	三美庄 梅山 梳子脚 社口 (9520-III-062) (9520-III-063) (9519-IV-011) (9519-IV-022)		陳厝寮 (9420-II-079)		大埔 茄苳脚 竹坑 石公 嘉義農場(9520-IV-093) 草嶺 風吹嶺 火燒寮 (9519-IV-074) (9519-IV-084) (9519-IV-083) (9519-IV-092) (9520-IV-094) (9519-III-002) (9519-III-003)	
台南縣	仙草埔 關子嶺 (9419-I-069) (9419-I-070)				玉山 溪寮 (9519-III-061) (9519-III-062)	雙里 玉井 望明 沙仔田 (9419-II-048) (9419-II-049) (9419-II-058) (9419-II-059)		南湖 尖山路口 北勢坑 坪園子 嘉南村 東青蚶 猴洞脚 大丘園 大崎 (9419-II-005) (9419-II-006) (9419-II-007) (9419-II-008) (9419-II-015) (9419-II-016) (9419-II-017) (9419-II-018) (9419-II-025)	五義溝 曾文溪 (9519-IV-091) (9519-III-001)	
高雄縣			仁美 觀音山 觀音湖 考潭 烏松 (9418-II-040) (9418-II-009) (9418-II-019) (9418-II-029) (9418-II-039)	柑宅巷 前埔厝 坪頂水廠(9418-II-010) (9418-II-020) (9418-II-030)	雙底 嶺口 鹿深水 生仙坑山(9418-I-074) (9418-I-084) (9418-I-083) (9418-I-093)	崇德 古亭 (9418-I-041) (9418-I-042)	燕巢 (9418-I-081)	澄清湖 (9418-II-038)	公館 甲仙 (9519-III-063) (9519-III-064)	
屏東縣										覆仁溪 滿州 (9517-II-084) (9517-II-094)
花蓮縣										石門 港口 靜浦 石梯坪 (9620-II-100) (9619-I-010) (9619-I-020) (9719-IV-001)
台東縣								知本遊樂區 建國 知本溫泉橋 知本 美和 (9618-III-024) (9618-III-015) (9618-III-025) (9618-III-016) (9618-III-026)		

表 6.3 環境地質圖七十四至九十二年調查區圖名索引表(二) (摘自工研院能資所環境地質資訊網站)

縣市	調查年度								合計	
	83年度	84年度	85年度	86年度	87/88年度	89年度	90年度	91年度		92年度
台北縣	南雅 (9723-II-056)	中福 (9723-III-037)	淡海 (9623-II-027)	滴水子 (9723-II-061)	86年度 (9723-II-061)					159
	五里岸 (9723-II-066)	林內 (9723-III-056)	興化店 (9623-II-018)	八分寮 (9723-II-062)						
基隆市	土地公嶺 (9723-II-076)	川口 (9723-III-066)	崁頂里 (9623-II-017)	五分山 (9723-II-071)	86年度 (9723-II-071)					19
	內厝 (9723-II-086)	九芎林 (9723-IV-097)	石笋尖 (9623-III-089)	新寮 (9723-II-072)						
	頂寮 (9723-II-096)	坪林 (9723-IV-098)	平溪 (9723-III-090)	十分寮 (9723-II-081)	86年度 (9723-II-081)					
	下雙溪 (9723-II-097)	指南宮 (9722-IV-004)		乾坑 (9723-II-082)						
	福隆 (9723-II-098)	大嵙腳 (9722-IV-005)		石碇子埔 (9723-III-097)	86年度 (9723-III-098)					
	桂安 (9723-II-099)	下福 (9623-II-052)		大溪乾 (9723-III-098)						
	仰澳 (9723-II-100)	藏埔 (9623-II-053)		菁桐 (9723-III-099)	86年度 (9723-III-100)					
		長道坑 (9623-II-056)		芋蔴林 (9723-III-100)						
		山脚 (9623-II-062)		南勢 (9723-III-015)	86年度 (9723-III-015)					
		頂社 (9623-II-063)		磺山 (9723-III-025)						
		外坪林 (9723-II-084)		富士坪 (9723-III-035)	86年度 (9723-III-045)					
		雙溪 (9723-II-085)		五指山 (9723-III-045)						
			外木山 (9723-III-039)		小溪 (9723-III-055)	86年度 (9723-III-065)				
			太白莊 (9723-III-040)		內澳 (9723-III-065)					
			七分寮 (9723-III-046)			86年度 (9723-III-065)				
			面桶寮 (9723-III-047)							
			石皮湖 (9723-III-049)			86年度 (9723-III-065)				
			友納 (9723-III-057)							
			馬陵坑 (9723-III-058)			86年度 (9723-III-065)				
		八堵 (9723-III-059)								
		暖暖 (9723-III-060)			86年度 (9723-III-065)					
		六堵工業區 (9723-III-068)								
		七堵 (9723-III-069)			86年度 (9723-III-065)					
		東勢坑 (9723-III-070)								
		安湖橋 (9723-II-041)			86年度 (9723-III-065)					
		八斗子 (9723-II-042)								
		四腳亭 (9723-II-051)			86年度 (9723-III-065)					
		滿口 (9623-II-072)								
	蘇寮 (9622-II-025)	埔口 (9623-II-072)			86年度 (9723-III-065)					
	巴陵 (9622-II-026)	土地公坑 (9623-II-073)								
桃園縣		大番仔窩 (9623-II-083)			86年度 (9723-III-065)					
		大樹溪 (9623-II-093)								
		嶺頂 (9623-II-095)								
										24

縣市	調查年度										合計		
	83 年度	84 年度	85 年度	86 年度	87/88 年度	89 年度	90 年度	91 年度	92 年度				
新竹縣市	竹高屋 (9622-IV-051)	北埔 (9622-III-012)	新埔 (9622-IV-063)	新成 (9622-IV-097)	復興頭 (9522-II-020)								
	燒炭窩 (9622-IV-052)	大窩 (9622-III-013)	蘆荖山 (9622-IV-064)	新富 (9622-IV-098)	復興 (9522-II-030)								
	義民廟 (9622-IV-062)	南埔 (9622-III-022)	店子岡 (9622-IV-077)	錦山 (9622-IV-099)									
	竹東南部 (9622-III-014)	二寮 (9622-III-023)	上三屯 (9622-IV-078)	十股寮 (9622-IV-079)									
			竹林 (9622-IV-083)	七寮 (9622-IV-089)									
			水坑 (9622-IV-084)	石岡子 (9622-IV-075)									
			石壁潭 (9622-IV-094)	寶石 (9622-IV-073)									
				東海 (9622-IV-072)									
				內立 (9622-IV-074)									
				茅子埔 (9622-IV-076)									
宜蘭縣	遠望坑 (9722-I-007)	大湖 (9722-III-008)	大金面 (9722-I-052)	明珠湖 (9522-II-029)	三湖 (9522-III-080)								
	石城 (9722-I-008)	石觀音 (9722-I-016)	頭城 (9722-I-053)	南莊 (9522-II-060)									
	鶯歌石 (9722-I-009)	大里 (9722-I-017)	三星 (9722-III-036)	雙草湖 (9521-I-021)									
	泉城 (9722-II-052)	內大溪 (9722-I-025)	阿里史 (9722-III-037)	三義 (9521-I-031)									
	新城 (9722-II-053)	坪溪 (9722-I-034)		上湖 (9521-I-041)									
	鼻葉湖山 (9722-II-063)	捷枋 (9722-I-035)											
		外溪 (9722-I-044)											
苗栗縣	土牛 (9522-II-027)												
	斗煥坪 (9522-II-028)												
	瓦窯下 (9522-II-037)												
台中縣市	三灣 (9522-II-038)												
	大坪罐園 (9522-II-039)												
	貓子坑 (9521-IV-080)												
彰化縣	崙仁村 (9521-III-019)												
	軍功寮 (9521-III-029)												
	泉陽里 (9521-III-010)												
彰化縣	坑頭 (9521-II-001)												
	中興嶺 (9521-II-012)												
	鹿厝坪 (9520-IV-040)												
彰化縣	許厝寮 (9520-IV-049)												
	檳山 (9520-IV-050)												
	茄苳腳農場 (9520-I-041)												
合計												61	
													34
													27
													49
													16

縣市	調查年度										合計
	83年度	84年度	85年度	86年度	87/88年度	89年度	90年度	91年度	92年度		
雲林縣	五城 (9520-I-050) 水社 (9520-I-060) 頭社 (9520-I-070) 田螺汙 (9620-IV-061) 慈恩塔 (9620-IV-052) 公林 (9620-IV-052) 開法 (9620-IV-062)		濁水 (9520-I-063) 龍泉 (9520-I-064) 社寮 (9520-I-073) 後埔仔 (9520-I-074) 藤湖 (9520-I-083) 半天家 (9520-I-093) 集寮 (9520-I-065) 柴橋頭 (9520-I-066) 濁水吊橋 (9520-I-075)	中寮 (9520-I-045)		烏牛欄 (9520-I-008) 牛眠 (9520-I-009) 牛相顯 (9520-I-018) 福興 (9520-I-099)	楓樹湖 (9520-III-015) 大尖山 (9520-III-065)	坪頂 (9520-IV-096)		魚池 (9520-I-048) 珠子山 (9529-I-028)	8
南投縣	菜公店 (9519-IV-012) 番路 (9519-IV-013)		坑頭厝 (9520-III-082) 竹崎 (9520-III-092) 中埔 (9519-IV-021)	溝背 (9420-II-060) 沙崙 (9420-II-070) 油車店 (9520-III-051) 崎脚 (9520-III-061)	龜仔頂 (9520-III-064) 羅尺嶺 (9520-III-075) 外寮 (9520-III-076) 瑞峰 (9520-III-077) 塘湖 (9520-III-085) 文力坪 (9520-III-086) 瑞里 (9520-III-087) 水道頭 (9520-III-094) 觀音瀑布 (9520-III-095) 茄苳仔 (9519-I-006)	番子頂 (9420-II-098)	達邦 (9519-IV-020)			38	
嘉義縣市											
台南縣			鳳山市南部 (9418-II-059) 孔宅 (9418-II-069) 高松村 (9418-II-079) 大坪頂 (9418-II-080)	石鼻 (9418-I-024) 內門 (9418-I-025) 回陸 (9418-I-035) 旗山 (9418-I-045) 鹽洲里 (9418-I-055) 旗尾 (9418-I-046) 中湖 (9418-I-064) 下洲 (9418-I-065) 掘牛湖 (9418-I-082) 橫山 (9418-I-091) 牛食坑 (9418-I-092) 南順亭山 (9519-III-085) 竹腳溪 (9519-III-086) 大寮山 (9519-III-095) 土墘 (9519-III-096) 拷潭 (9418-II-070) 中府村 (9418-II-090) 大樹 (9518-III-021)	觀音亭 (9418-I-034) 六龜 (9518-IV-006)	過嶺 (9419-II-086) 六龜 (9518-IV-006)	那拔林 (9419-II-074) 大黃占山 (9518-IV-005)	虎頭埤 (9419-II-084) 大黃占山 (9518-IV-005)	頭前溪 (9419-II-075) 五甲勢 (9419-II-094)	22	
高雄縣											44

縣市	調查年度										合計			
	83年度	84年度	85年度	86年度	87/88年度	89年度	90年度	91年度	92年度					
屏東縣												分水嶺 (9517-II-054)	8	
花蓮縣													紅葉內溫泉 (9619-I-003) 紅葉 (9619-I-004)	19
台東縣	紅葉 (9518-I-039) 桃源 (9518-I-040) 清水 (9518-I-049) 龍過脈 (9518-I-050) 東興 (9518-I-098)		大武 (9517-I-056) 大武東部 (9517-I-057) 大武濱港 (9517-I-066) 池上 (9619-III-049) 冷水 (9619-III-050) 錦園 (9619-III-059) 太麻里 (9618-III-054)	豐濱 (9720-III-051) 豐上 (9720-III-061) 香草場 (9620-II-027) 光復 (9620-II-037)	玉里 (9619-IV-063) 玉里大橋 (9619-IV-073)							龍田 (9618-IV-035) 鹿野 (9618-IV-036)	金崙溫泉 (9518-II-088)	29

計 611 幅

(三) 內政部

基本地形圖部分採用內政部之 1/25,000 比例尺數值地形圖，該圖資目前為全面免費提供，本計畫已經收集台灣地區全部之圖幅計 261 幅。圖 6.2 顯示台灣地區 1/25,000 之圖幅接合。

內政部目前供應之圖資為 DXF 檔案格式，目前內政部已經發包進行 GIS 檔案格式之轉換，惟尚未公布可提供申請之確切日期。

1/25,000 比例尺數值地形圖之等高線圖層屬於管制使用資料，本計畫目前已經函請內政部提供並取得所有等高線圖層計 261 幅。

本計畫亦已完整蒐集全省 1/5,000 及 1/10,000 像片基本圖之影像掃描圖檔，唯影像掃描圖資所需儲存容量龐大，建置入系統中勢必將會影響系統之執行效能。故目前採用圖框圖號索引圖層之方式建置。

臺灣地區二萬五千分之一地形圖(經建版)出版通報

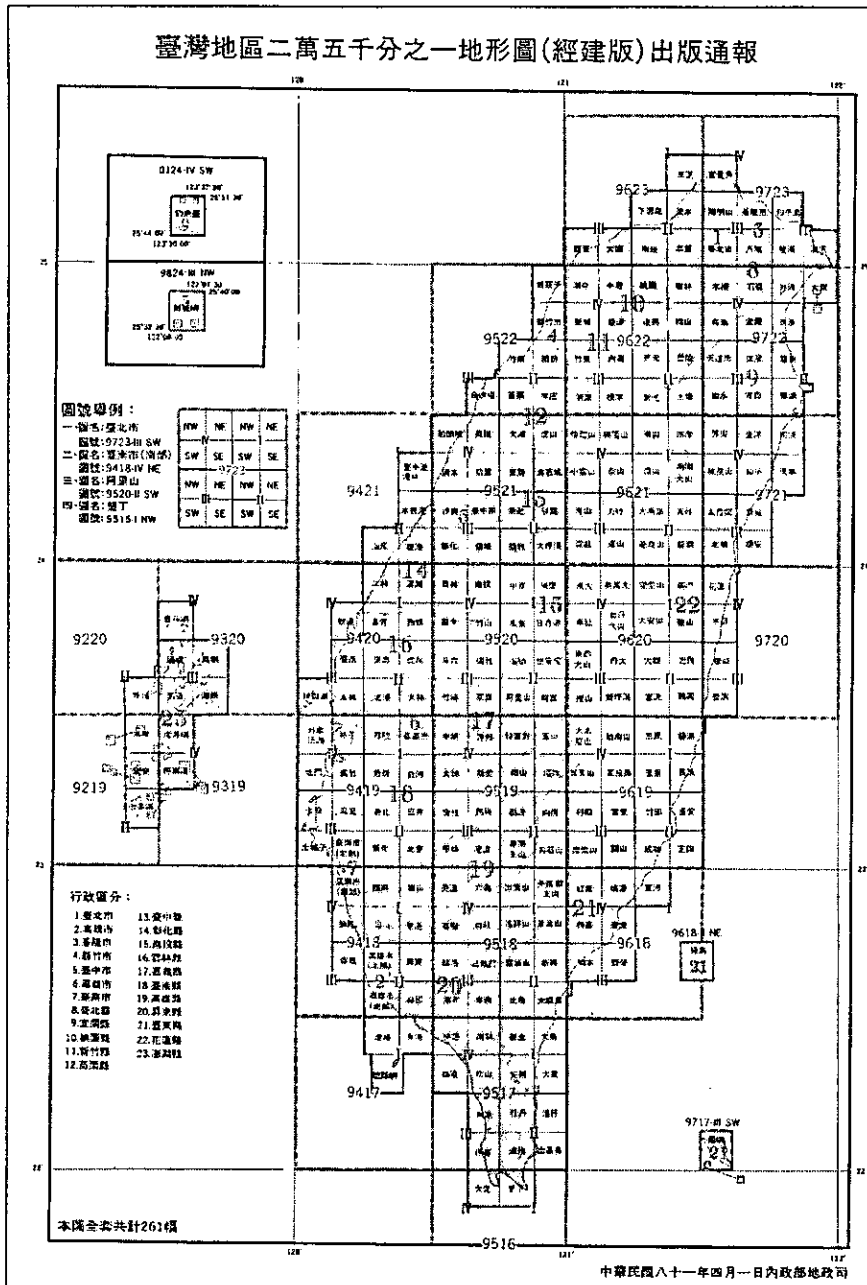


圖 6.2 台灣地區 1/25,000 圖幅接合表 (摘自內政部網站)

(四) 水利署水利規劃試驗所

水利規劃試驗所為全省主要河川規劃設計相關資料及報告書之主要保存單位，資料豐富，目前由水利規劃試驗所收集到之圖資彙整如表 6.4。

表 6.4 水利署水利規劃試驗所已收集圖資

1/25,000 河川治理計畫地形圖 CAD 檔 (部分圖資內容不完整)		
95221-SE	96214-NW	96221-SW
96222-NW	96223-NE	96223-NW
96223-SE	96223-SW	96224-SE
96224-SW		
1/50,000 河川治理計畫地形圖 CAD 檔 (部分圖資內容不完整)		
94171	94181	94182
94191	94192	94193
94194	94201	94202
94203	94204	94212
95174	95183	95184
95191	95193	95194
95201	95202	95203
95204	95212	95213
96164	96201	96203
96204	96212	96213
流域簡介圖 CAD 檔		
頭前溪	濁水溪	急水溪
朴子溪	八掌溪	曾文溪
高屏溪	烏溪	東港溪
河川大斷面		
八掌溪	大甲溪	大安溪
北港溪	朴子溪	烏溪
頭前溪	濁水溪	
頭前溪前期計畫報告圖資		
頭前溪流域基本屬性資料庫之建立		
頭前溪河川環境管理規劃航拍作業計畫		

(五) 水土保持局

行政院農業委員會水土保持局網站上建置坡地網際網路地理資訊系統，供應之電腦數化資料種類包括坡地地籍圖、土壤圖、土地利用現況圖、土石流潛勢溪流圖及崩塌地圖，其數化資料格式坡地地籍圖、土壤圖、土地利用現況圖為 ARC/INFO，土石流潛勢溪流圖及崩塌地圖為 ArcView，本計畫已經申請並建置之圖資包括台灣地區的：

1. 土壤圖。

- 2.土地利用現況圖。
- 3.土石流潛勢溪流圖。
- 4.崩塌地圖。

依據行政院農業委員會水土保持局之土石流潛勢溪流調查計畫書，台灣地區至 92 年為止計有 1420 條土石流潛勢溪流。調查之方法主要藉由航照判釋與現場調查進而找出可能引發土石流之潛勢溪流地點，並針對所判釋出可能發生土石流之潛勢溪流，利用理論及現場調查方法判斷可能發生土石流溢流之處並估算土石流發生時可能之影響範圍，並完成危險範圍內所有保全對象之普查，以期提供政府主管機關及民眾警覺之用。

(六) 林務局

行政院農業委員會林務局建置國有林地理資訊系統，可供查詢林地基本資料。本計畫目前已經收集的圖資包括：

- 1.土地利用圖。
- 2.土壤圖。

(七) 其他單位

透過 GEO2002 系統查詢所得知之各單位在各主要河川流域內所執行的地質調查計畫，可以作為發文商請各單位提供相關地質調查資料之參考資料。譬如圖 6.3，針對頭前河流域附近曾進行之地質調查計畫查詢，可以找出工程之主辦機關，進而可嘗試徵詢、蒐集該工程所完成相關地質調查之成果資料。茲將所有主要河川流域之地質鑽探成果查詢資料整理於表 6.5。

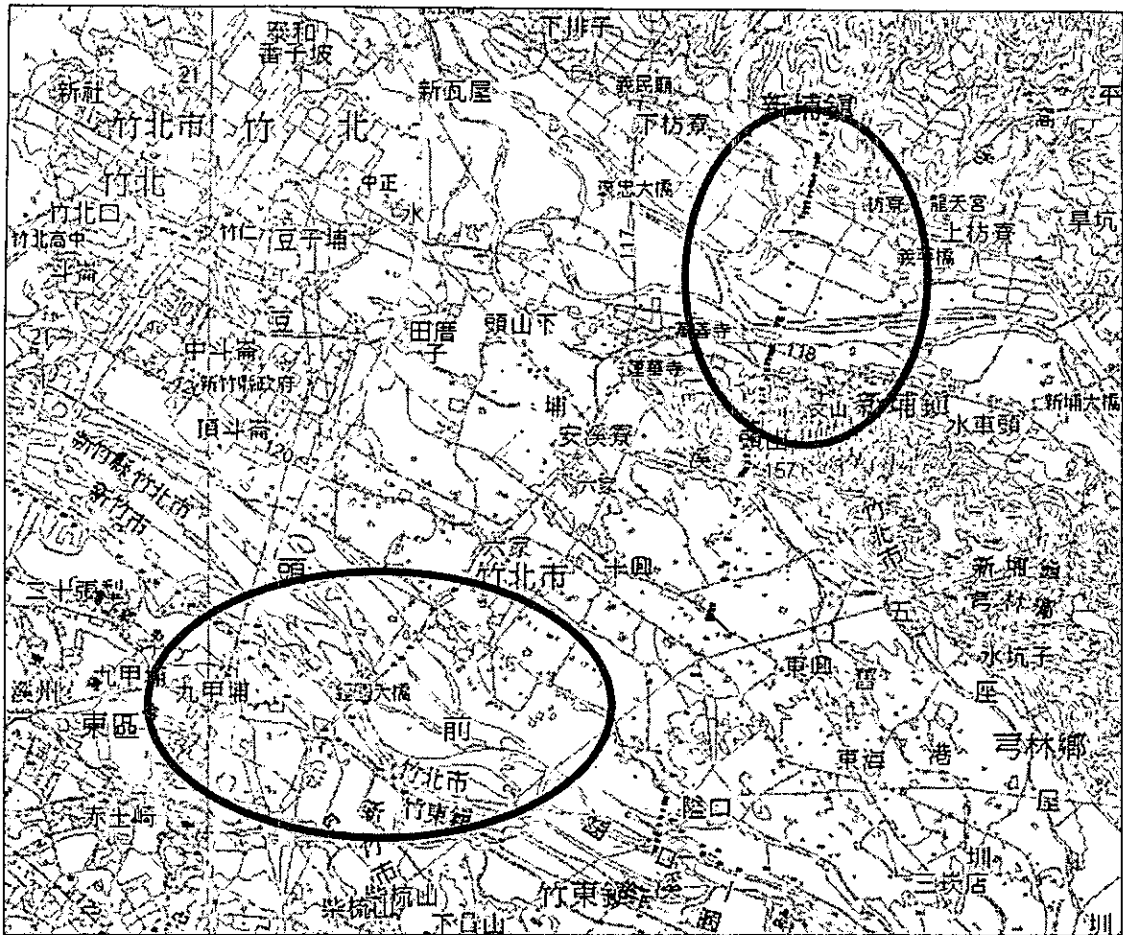


圖 6.3 主要河川流域附近曾進行之地質調查計畫查詢 (中央地調所網站)

表 6.5 主要河川流域之地質鑽探成果查詢資料

淡水河流域
台北都會區捷運系統淡水線地質調查(地面段)
都會區地下地質與工程環境調查研究-台北都會區
環西快速道路系統工程先期規劃
103 線二重輸洪道橋新建工程委託鑽探工作報告書
交通部高速公路局-中山高速公路汐止五股段高架拓寬工程
台北都會區捷運系統蘆洲線地質調查
台北都會區捷運系統新莊線台北縣部份地質調查
九十年次次幹管及分支管地質資探工程第二標
台北都會區捷運系統新莊線台北市部份地質調查
交通部高速公路局-中山高速公路汐止五股段高架拓寬工程
81 年度部份分支管地質鑽探工程
台北都會區捷運系統松山板橋線地質調查
台北都會區捷運系統中和線地質調查
台北市政府捷運工程局環狀線地質調查
北二高汐止新店段設計階段地質探查

台北都會區捷運系統木柵線地質調查(第2冊)
北二高中和鶯歌段細部設計軟弱土層調查
北二高邊坡工程補充地質鑽探調查
北二高台北連絡線設計階段地質鑽探調查
台北縣側環河快速道路華江橋至板橋中和市界段
台北都會區捷運系統土城延伸線地質與土壤工程性質調查報告
萬華-板橋專案板橋段補充地質調查
台灣西部高速鐵路台北-桃園段地質調查
台北縣側環河快速道路中正二橋至永福橋永和端段
台北都會區捷運系統中和線地質調查
台北都會區捷運系統內湖延伸線地質調查
臺灣坡地社區工程地質調查與探勘報告(臺北西北區)
東西向快速公路八里新店線第一優先後續路段工程 B2 標
復興北路穿越松山機場地下道工程
鳳山溪
中山高速公路楊梅交流道至新竹系統交流道段拓寬工程
Soil Investigation of THSR C220_1
頭前溪
東西向快速公路南寮竹東線新闢工程地質鑽探與試驗工作報告書
新竹市污水下水道系統工程
新竹生活圈公道五延伸新闢(向東)工程規劃
新竹科學園區三期給水污水放流管線第三階段延伸工程鑽探試驗調查工作
Soil Investigation of THSR C220_1
高速鐵路桃園 --新竹段補充地質調查
北二高關西-新竹段第三期地質鑽探調查
中港溪
二高後續計畫-竹南西湖段初步設計階段室內試驗報告
高速鐵路新竹--苗栗段第二階段補充地質調查
後龍溪
東西向快速道路汶水線 E302-1 標工程
二高後續計畫-竹南西湖段細部設計階段室內試驗報告
高速鐵路新竹-苗栗段第一階段補充地質調查
東西向快速公路後龍汶山線 E303 標新建工程地質鑽探及試驗工作
臺灣坡地社區工程地質調查與探勘報告-頭屋分區
大安溪
二高西湖大甲段初步設計地質鑽探調查

高速鐵路苗栗-台中段補充地質調查
二甲西湖大甲段細部設計地質鑽探調查
中山高速公路三義交流道至豐原交流道拓寬工程
大甲溪
第二高速公路後續計畫台中環線清水-神岡段(0K-9K)工程變更設計
二高後續計畫-大甲彰濱段初步設計階段大地工程調查
高速鐵路苗栗-台中段補充地質調查
中山高速公路三義交流道至豐原交流道拓寬工程
二高竹南-豐原段工程規劃地質探查
烏溪
二高後續計畫-大甲彰濱段初步設計階段大地工程調查
二高後續計畫-彰濱快官段初步設計階段報告書
臺灣坡地社區工程地質調查與探勘報告(大肚山分區)
交通部高速公路局-中山高速公路新竹至員林段拓寬工程(台中-王田段)
二高後續快官-草屯段細部設計階段土壤岩石室內實驗紀實報告
高速鐵路彰化-雲林段補充地質調查
二高甲南-南投段工程規劃地質探查
THE GEOTECHNICAL INVESTIGATION IN THE DETAIL DESIGN STAGE FOR HI
921 大地震烏溪橋災害復建工程
濁水溪
西濱快速公路 182K+420~190K+028(WH49 標)彰 28 線至漢寶段新建工程
東西向快速公路漢寶-草屯線中山高速公路以東路段新闢工程
中山高速公路員林至高雄拓寬工程(員林至大林段)
西部濱海快速公路施厝寮至海豐橋段鑽探工程
高速鐵路雲林-嘉義段補充地質調查
東西向快速公路台西-古坑線(台西~下埤段)工程地質鑽探及試驗
北港溪
東西向快速公路台西-古坑線(台西~下埤段)工程地質鑽探及試驗
高速鐵路嘉義-台南段補充地質調查
中山高速公路員林至麻豆拓寬工程規劃
朴子溪
東西向快速公路東石嘉義線東石-朴子段地質鑽探工程
87 年水文地質屏東嘉南平原(甲)地質鑽探
東西向快速公路東石嘉義縣朴子-水上段地質鑽探工程
高速鐵路嘉義-台南段補充地質調查
中山高速公路員林至麻豆拓寬工程規劃

八掌溪
西部濱海快速公路布袋大外環線委辦鑽探工程
西部濱海快速公路南鯤鯓至將軍溪段鑽探工程
急水溪
西濱快速公路將軍溪橋及急水溪橋橋樑鑽探(急水溪橋)
曾文溪
西濱快速公路八棟寮至安平港段路基委辦鑽探工程
二高後續計畫台南環線地質鑽探調查
交通部高速公路局-中山高速公路麻豆至高雄段拓寬工程規劃階段
西濱快速公路曾文溪橋委辦橋樑設計工程地質鑽探工作
鹽水溪
西濱快速公路八棟寮至安平港段路基委辦鑽探工程
中山高速公路新營至關廟拓寬工程地質鑽探及試驗報告
二高後續計畫-台南環線細部設計階段報告書
二高六甲-田寮段工程規劃地質探查
高速鐵路台南--高雄段補充地質調查
二仁溪
中山高速公路員林至高雄拓寬工程(關廟至高雄段)
高速鐵路台南--高雄段補充地質調查
二高後續田寮-燕巢段初步設計地質鑽探調查
阿公店溪
交通部高速公路局-中山高速公路麻豆至高雄段拓寬工程規劃階段
高速鐵路台南--高雄段補充地質調查
高雄都會區大眾捷運系統紅線地質調查(南區貯車場與維修場)
高雄都會區大眾捷運系統紅線地質調查(主要路段及車站)
高雄都會區大眾捷運系統橘線地質調查(主要路段)
高屏溪
東西向快速公路高雄潮州線 0k+500-10k+400 高架橋及交流道鑽探調查報告
東港溪
87 年水文地質鑽探工作(乙)
二高後續計畫-九如林邊段細部設計階段鑽探報告書
二高旗山-林邊段工程規劃地質探查
四重溪(無)
卑南溪(無)
花蓮溪(無)
中橫快速公路-埔里花蓮段規劃階段鑽探報告書
縣道 193 線 8K+500-21K+700 鑽探工程

和平溪
國道東部公路可行性研究地質調查
蘭陽溪
北宜高速公路頭城-蘇澳段初步設計階段土壤岩石材料室內試驗報告
磺溪(無)

三、地質資訊圖層架構規劃

(一) 圖層規劃概述

本諸「數位台灣」之基本概念，充分掌握「永續經營」所需之自然資源資訊，為本研究之基本精神。本計畫擬以台灣地區之河川經營為主要應用考量，以地質相關之既有資料為主要蒐集目標，其建置之地質資訊圖層包含以地理圖形屬性呈現者，亦包含文件、數據及各種原始影像、像對之鍊結。

資料庫之建置，採用多重解析度之概念，將同時容納不同圖資來源，不同比例尺之圖籍，採用二度分度橫麥卡脫投影座標。

不同比例尺之圖籍。包括不同之圖元的詳實程度，除在展示時可獲取不同之效果外，圖形所傳達之訊息與「抽象」模型之詮釋意念亦不相同。

延續類比圖(紙圖)之使用概念，地質圖之使用者會在不同之時機，使用不同比例尺或性質之圖籍。但在將不同圖源之圖資進行疊合使用時，會有「不一致」性之產生，除了圖解析度所造成之圖形不一致性外，亦有來自於「圖層」或「圖元」本身定義之差異。

自美國海岸地質調查局國家製圖願景公佈以來，「國家空間資訊建設 NSDI」之「被面與綉花」(Blanket and quilt)之擬像架構(Metaphore)已然成形。其概念為包含令面積完整區域者，為「被面」，如美國涵蓋其全國之 1/24,000 及 1/20,000 比例尺之地形圖，而在「被面」上，描述較細緻或較特殊者，為「綉花」。較細緻者，如美國 Delaware 區域 1/1,000 之各式

圖籍，包含城鄉管線等，其製圖內容詳盡。

演繹至此，可總結此一擬像架構，在同時包容各種之圖資「被面」為基礎，「綉花」則為增添者，或為細緻，或為特殊。將此擬像架構應用於「河川流域地質資訊系統」之建置，1/500,000 比例尺之中央地質調查所的圖籍，可視為「被面」，1/50,000 比例尺及 1/5,000 比例尺者為「綉花」，而各河川底床上所得之採樣分析成果，則為「花中之花」。

(二) 地質資訊圖層規劃內容

1. 河川流域數值地形圖層：

河川流域數值地形圖層為一個重要的基礎，提供套疊於其他地質相關圖層，以提供並瞭解鄰近區域地形概況。

2. 基本地質圖層：

中央地質調查所發行的 1/500,000 數值地質圖幅提供台灣地區的地質分佈概況。1/50,000 分幅數值地質圖幅為工程及水利規劃上一個重要的依據，輔以其它相關機構收集的地質圖幅，內容將可廣泛涵蓋包括地層分佈、地質構造（斷層、褶皺、不整合）及岩層位態等之大區域的重要地質特性，並說明各地層之岩性，提供流域規劃管理者一個立即且完整的區域地質概念。

表 6.6 為本計畫地質相關資料規劃之架構，茲將各項內容說明如下：

1. 河川流域數值地形圖層：

河川流域數值地形圖層為一個重要的基礎，提供套疊於其他地質相關圖層，以提供並瞭解鄰近區域地形概況。

2. 基本地質圖層：

中央地質調查所發行的 1/500,000 數值地質圖幅提供台灣地區的地質分佈概況。1/50,000 分幅數值地質圖幅為工程及水利規劃上一個重要的依據，輔以其它相關機構收集的地質圖幅，內容將可廣泛涵蓋包括地層分佈、地質構造（斷層、

褶皺、不整合)及岩層位態等之大區域的重要地質特性，並說明各地層之岩性，提供流域規劃管理者一個立即且完整的區域地質概念。

表 6.6 地質資訊圖層規劃內容一覽表

圖層名稱	內容說明	資料來源	建置方式
河川流域數值地形圖層	數值地形	內政部 1/25,000 數值地形圖	匯入
基本地質圖層	數值地質	地調所 1/500,000 數值地質圖	匯入
		地調所 1/50,000 分幅數值地質圖	匯入
敏感地質圖層	地質構造	地調所 1/50,000 數值地質圖地質構造圖層	匯入
	土石流	水保局土石流潛勢溪流圖	匯入
	崩塌地	水保局崩塌地圖	匯入
	河岸出露地層種類及位態	地調所 1/50,000 分幅數值地質圖地層分佈及位態圖層	匯入
		水保局土壤圖	匯入
		林務局土壤圖	匯入
	兩岸邊坡之坡向、坡度	內政部 1/25,000 數值等高線	匯入
	環境地質	工研院能資所環境地質圖幅 (1/5,000, 大部分未數化)	已數化部分直接匯入，其他未數化圖資僅建置圖幅索引圖層
煤礦坑位置	水規所既有調查成果	(同上)	
河床質圖層	河床地層種類	地調所 1/50,000 分幅數值地質圖地層分佈圖層	匯入
	河床斷面資料	水規所大斷面測繪資料 (大部分未數化)	建置索引圖層連結，資料以數位檔案為主
	河床質取樣處及其粒徑分佈	水規所河床質取樣處及粒徑分佈資料 (大部分未數化)	建置索引圖層連結，資料以數位檔案為主
地質探查資料圖層	地質鑽探柱狀圖	地調所 Geo2002 系統	匯入鑽探孔索引圖
	地球物理探查地層剖面圖	資料提供單位探查報告 (大部分未數化)	索引圖層連結，資料以數位檔案為主
參考資料圖層	包括圖片、調查相片、掃描文件等資料	資料提供單位 (大部分未數化)	索引圖層連結，資料以數位檔案為主

3.敏感地質圖層：

(1)流域之大區域敏感地質圖層除了將基本地質圖層中的地質構造(斷層、褶皺、不整合、尤其是活動斷層)之分佈

與延展展現出來外，對於流域整體影響重大之崩塌地及土石流分佈範圍，亦將其呈現於本圖層中。

(2)河岸之敏感地質圖層與流域河川有最直接之關係，包含河流兩岸出露之地層種類及位態與兩岸邊坡之坡向、坡度等，對於河川之沖淤、河道變遷及土砂生產量等，提供必要的規劃設計參數。

4.河床質圖層：

河床質圖層表現出流域內河川河床的地質特性及其變化狀況，包含河床地層種類、河床斷面資料、河床質取樣處及其粒徑分佈等。河川自然的動態調整其形狀及河道尺寸以達到平衡狀態，除了流量變化之影響因素外，河床質圖層可提供其他必要的因素。

5.地質探查資料圖層：

地質探查資料圖層包含地質鑽探岩心柱狀圖及地球物理探查之地電阻探測、震測（折射、反射）等的地層剖面圖，可以輔助提供規劃設計者除了流域河床表層之地質資訊之外，更深入瞭解地質狀況在深度方面的變化，以規劃更適切之治理方針。

6.參考資料圖層：

參考資料圖層包括相關之圖片、調查相片、掃描之文件及其它可供參考之資料等等。例如流域內之水壩興建，對於該局部流域內進行了相當詳盡的補充調查，其資料可能不包括整個流域，但對於流域之治理規劃瞭解是相當有幫助的。

四、圖層建置方法

(一) 概述

本計畫地質資訊圖層係採用 ArcView 9.0 之版本作為建置系統，包括 ArcMap 和 ArcCatalog 兩個主要模組，管理和展示向量圖籍、影像與屬性資料，匯集大量空間資訊和屬性資料，

並在系統之中加以連結，大量資料組織後納入資料庫中，以方便人員查詢，並且可隨時更新或擴充資料。

ArcView 的工作區稱為地圖 (Map，其附檔名為 .mxd)，使用者同一時間僅能開啟一個地圖，地圖並非真正的儲存所有的空間資料，而是空間資料的來源。每一個地圖可包含許多個資料框架 (Data Frame)，而每個資料框架則包含了許多的空間資料稱為圖層 (Layer)，使用者在做圖形展示或分析時，僅能針對一個資料框架處理。

在使用者介面方面，ArcView 採用圖形化介面來控制系統的功能，主要包括了主功能表 (Main Menu) 及各種工具列 (Toolbar)，除主功能表外，其餘的工具列可依使用者的需求，從主功能表的「View / Toolbars」中選擇所需的工具列，以避免畫面過於雜亂。

而在圖形顯示方面，可分為圖例區域 (Table of contents) 與圖形顯示區域 (Map display area)。圖例區域可顯示所載入空間資料的來源及圖例等資訊。圖形顯示區域則可顯示所載入的圖形資料。

(二) ArcCatalog

ArcCatalog 類似 Windows 作業系統之中檔案總管的功用，其功能主要在於組織及管理所有資料，除了資料的複製、刪除、重新命名等基本功能之外，並提供空間資料預覽、詮釋資料編輯及屬性資料表的管理等功能，讓資料的存取與使用更加方便容易。

主功能表

工具列

資料索引

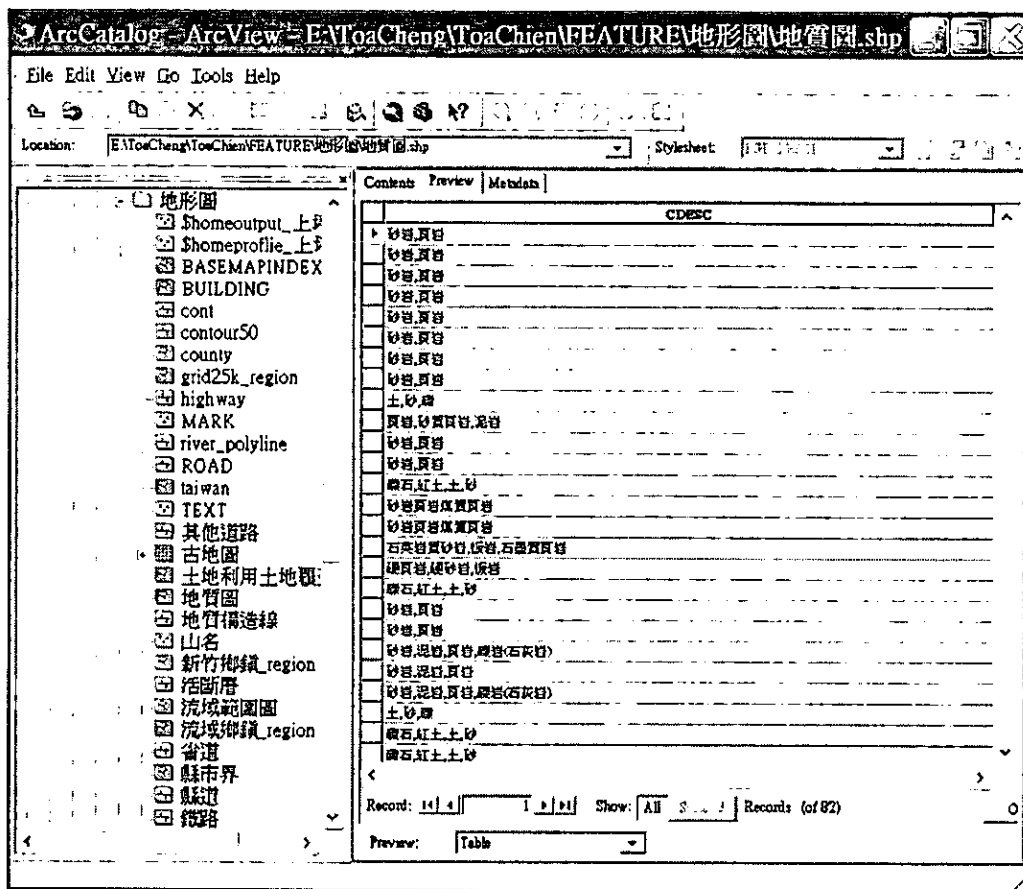


圖 6.4 ArcCatalog 視窗

ArcCatalog 相關功能如下：

1. 瀏覽空間資料及地圖：

在 ArcCatalog 的目錄視窗以階層結構來組織及顯示資料及其相互關係，除了 Windows 作業系統的檔案、資料夾、網路伺服器等的關係外，更重要的是在 ArcView 環境下所建立的虛擬關係，例如 Map Document、Geodatabase、Layer、Group Layer 等，這些資訊可以運用大圖示(Large Icons)、清單(List)、詳細清單(Details)等方式來呈現，也可以使用預覽(Preview)、略圖(Thumbnail)的方式來瀏覽資料內容，還可進一步透過詮釋資料的功能來瞭解資料的細部資訊。

2. 詮釋資料的瀏覽及建立：

在決定使用特定的資料之前，必須先了解該資料的相關屬性，如座標系統、屬性資料內容等，另外對於資料的建置目的、比例尺、精度要求等資訊的描述，皆可幫助使用者了

解資料的特性，這些資料即所謂的詮釋資料(Metadata)。ArcCatalog 提供編輯詮釋資料的功能，除了可由使用者編輯描述性的資料外，系統亦會自動建立座標系統及屬性資料等資訊。

3.將資料載入 ArcMap

利用 ArcCatalog 尋找到所需的資料後，可利用拖曳的方式直接將資料載入 ArcMap 中，進行後續的分析工作。

4.資料管理

在了解資料的內容後，使用者可利用 ArcCatalog 所提供的功能，修改資料的內容，例如：重新定義座標系統、增加屬性欄位等。另外針對資料的複製、刪除、重新命名及移動等功能的操作，就如同 Windows 作業系統中檔案總管的操作方式一般。

(三) ArcMap

ArcMap 主要功能包括空間資料分析、屬性資料查詢和統計、地圖製作和資料編修等。

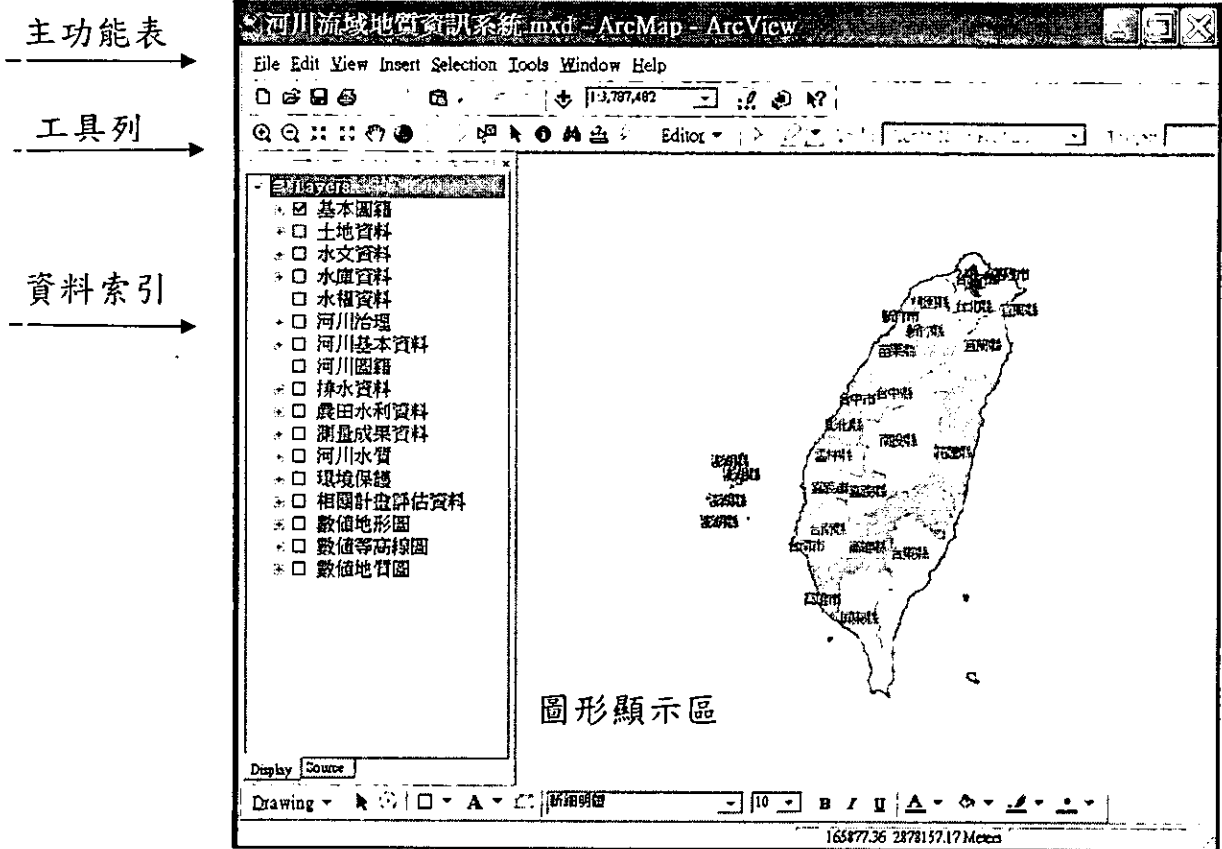


圖 6.5 ArcMap 視窗

五、圖資套疊及座標系統

1. 不同圖資來源或不同比例尺間之套疊可能發生下述之狀況：
 - (1) 圖元定義、分數或編碼不同。
 - (2) 圖元種類、數目不同。
 - (3) 圖元之圖形描述不同。

前兩者之狀況，宜配合國家標準，由該領域之專業人士匯整整合。而第三種狀況，若產生自不同比例尺之圖資，則為正常現象，不應予以處理。但若是不同圖源或相同圖源不同圖層之套疊所產生，則應予以標記。有關合理性之部分可以內業編修判斷，但是有關正確性之決定，應有賴於外業測量及調查。本計劃中不以產製新圖資為主要目的，在彙整時將比對不同圖資，盡量標註其不合理處。

2. 如 1. 中所述，不同比例尺間之圖形描述，受到不同約化 (Generalizataion) 之需求，其一致性並不需存在，故無需修編。平面位置及高程值，以最大比例尺之圖籍為準。

3. TWD97 與 TWD67 座標系間之不同，建議閱讀楊名等之文獻(1999)。有關點位座標轉換，雖然內政部地政司提供有轉換程式，但因僅具逐點轉換功能，目前並不適用。林務局曾委託逢甲大學建構圖形檔案之轉換工具，本計劃已經與林務局接洽並索取到圖資之轉換程式可供本計畫應用。
4. 由於 TWD67 與 TWD97 間之差異，有區域性之變化，但若在精度需求不高時，可採用下式概略估算：

$$E(\text{TWD97})=E(\text{TWD67})+828$$

$$N(\text{TWD97})=E(\text{TWD67})-207$$

六、河川流域地質資訊系統建置成果

(一) 建置成果

表 6.7 為本計畫頭前溪流域建置之地質資訊系統成果彙整，實質建置圖資共計 11 大類 65 圖層，其他尚有以鏈結方式儲存之影像及說明檔；其餘本年度工作範圍內之其他九個流域亦都已實質建置三十餘層以上之圖資，建置圖層之成果彙整請依序參考表 6.8 至表 6.16。頭前溪流域建置圖資之資料說明書請參考附錄 F，各流域建置圖資之資料說明書請參閱光碟電子書中之檔案說明（鳳山溪流域資料說明書.doc、頭前溪流域資料說明書.doc、中港溪流域資料說明書.doc、後龍溪流域資料說明書.doc、大安溪流域資料說明書.doc、大甲溪流域資料說明書.doc、烏溪流域資料說明書.doc、濁水溪流域資料說明書.doc、北港溪流域資料說明書.doc、朴子溪流域資料說明書.doc）。

表 6.7 頭前溪流域建置成果

圖層名稱	建置資料名稱	圖層格式	資料來源
基本圖籍	台灣地圖	.SHP	頭前溪流域屬性基本資料庫
	新竹鄉鎮	.SHP	
	地質圖	.SHP	
	流域範圍圖	.SHP	
	道路	.SHP	
	縣道	.SHP	
	鐵路	.SHP	
	省道	.SHP	
	高速公路	.SHP	
	河流	.SHP	
	地質構造線	.SHP	
	活斷層	.SHP	
	山名	.SHP	
	建築設施	.SHP	
	相片基本圖框	.SHP	
	1/25,000 數值地形索引圖	.SHP	內政部全省 1/25,000 數值地形圖
數值地質圖	中壢	.SHP	地調所 1/50,000 分幅數值地質圖
	新竹	.SHP	
	竹東	.SHP	
	苗栗	.SHP	
	五十萬分之一數值地質圖	.SHP	地調所 1/500,000 台灣數值地質圖
數值地形圖	9522_1_SE	CAD	內政部全省 1/25,000 數值地形圖
	9622_1_SW	CAD	
	9622_2_NW	CAD	
	9622_3_NE	CAD	
	9622_3_NW	CAD	
	9622_3_SE	CAD	
	9622_3_SW	CAD	
	9622_4_SE	CAD	

	9622_4_SW	CAD	
環境地質圖	9622_4	.SHP	能資所環境地質圖幅
區域調查圖資	交通大學璞玉計畫岩盤地質圖	CAD	國立交通大學璞玉發展計畫特定區地質鑽探工作成果報告書
參考資料圖層	璞玉計畫震測資料	.SHP	
	參考文獻	.SHP	全省主要河川流域地質資訊系統建立報告
	現有跨河構造物	.SHP	頭前溪流域屬性基本資料庫
	現有取水設施與排水閘門	.SHP	
	現有防洪構造物	.SHP	
	堤防	.SHP	
	水工構造物	.SHP	
	灌溉渠道	.SHP	頭前溪流域屬性基本資料庫
	排水系統	.SHP	
	排水渠道	.SHP	
	雨量站	.SHP	頭前溪流域屬性基本資料庫
	新竹區域雨量站	.SHP	
	水位流量站	.SHP	
水庫資料	.SHP		
航照判釋	立體對判釋	.SHP	國立交通大學璞玉發展計畫特定區地質鑽探工作成果報告書
	正射影像判釋	.SHP	
土石流區	92年1420土石流	.SHP	水保局土石流及崩塌地分佈圖層
	92年全國影響範圍	.SHP	
	全省土石流	.SHP	
	全省崩塌地	.SHP	
數值等高線圖	9522_1_SE	.SHP	內政部 1/25,000 數值等高線圖
	9622_1_SW	.SHP	
	9622_2_NW	.SHP	
	9622_3_NE	.SHP	
	9622_3_NW	.SHP	
	9622_3_SE	.SHP	

	9622_3_SW	.SHP	
	9622_4_SE	.SHP	
	9622_4_SW	.SHP	
河床質圖層	頭前溪河道斷面樁	.SHP	頭前溪流域屬性基本資料庫
	橫斷面圖	.SHP	
	河床質取樣及粒徑分布	.SHP	
	平均河床高比較	.SHP	
Geo2002	Geo2002	.SHP	地調所 Geo2002

表 6.8 鳳山溪流域建置成果

圖層名稱	建置資料名稱	圖層格式	資料來源
基本圖籍	台灣地圖	.SHP	頭前溪流域基本屬性資料庫
	鳳山溪流域	.SHP	
	縣道	.SHP	
	鐵路	.SHP	
	省道	.SHP	
	高速公路	.SHP	
	山名	.SHP	
	相片基本圖框	.SHP	台灣相片基本圖
	1/25,000 數值地形索引圖	.SHP	內政部全省 1/25,000 數值地形圖
數值地質圖	竹東	.SHP	地調所 1/50,000 分幅數值地質圖
	中壢	.SHP	
	新竹	.SHP	
	土場(缺)	.SHP	
	桃園(缺)	.SHP	
	五十萬分之一數值地質圖	.SHP	地調所 1/500,000 台灣數值地質圖
數值地形圖	9522_1_NE	CAD	內政部全省 1/25,000 數值地形圖
	9522_1_SW	CAD	
	9622_1_NW	CAD	
	9622_1_SW	CAD	

	9622_2_NW	CAD	
	9622_3_NE	CAD	
	9622_4_NE	CAD	
	9622_4_NW	CAD	
	9622_4_SE	CAD	
	9622_4_SW	CAD	
環境地質圖	9622_4081	.SHP	能資所環境地質圖幅
區域調查圖資	(缺)		
參考資料圖層	(缺)		
航照判釋	(缺)		
土石流區	92年1420土石流	.SHP	水保局土石流及崩塌地分佈圖層
	92年全國影響範圍	.SHP	
	全省土石流	.SHP	
	全省崩塌地	.SHP	
數值等高線圖	9522_1_NE	.SHP	內政部 1/25,000 數值等高線圖
	9522_1_SW	.SHP	
	9622_1_NW	.SHP	
	9622_1_SW	.SHP	
	9622_2_NW	.SHP	
	9622_3_NE	.SHP	
	9622_4_NE	.SHP	
	9622_4_NW	.SHP	
	9622_4_SE	.SHP	
	9622_4_SW	.SHP	
河床質圖層	(缺)		
Geo2002	Geo2002	.SHP	地調所 Geo2002

表 6.9 中港河流域建置成果

圖層名稱	建置資料名稱	圖層格式	資料來源
基本圖籍	台灣地圖	.SHP	頭前河流域基本屬性資料庫
	中港河流域	.SHP	
	縣道	.SHP	
	鐵路	.SHP	

	省道	.SHP	
	高速公路	.SHP	
	山名	.SHP	
	相片基本圖框	.SHP	台灣相片基本圖
	1/25,000 數值地形索引圖	.SHP	內政部全省 1/25,000 數值地形圖
數值地質圖	新竹	.SHP	地調所 1/50,000 分幅數值地質圖
	苗栗	.SHP	
	竹東	.SHP	
	梨山(缺)	.SHP	
	五十萬分之一數值地質圖	.SHP	地調所 1/500,000 台灣數值地質圖
數值地形圖	9522_1_SE	CAD	內政部全省 1/25,000 數值地形圖
	9522_2_NE	CAD	
	9522_2_NW	CAD	
	9522_2_SE	CAD	
	9522_2_SW	CAD	
	9621_4_NW	CAD	
	9622_3_NW	CAD	
	9622_3_SW	CAD	
環境地質圖	(缺)		
區域調查圖資	(缺)		
參考資料圖層	(缺)		
航照判釋	(缺)		
土石流區	92 年 1420 土石流	.SHP	水保局土石流及崩塌地分佈圖層
	92 年全國影響範圍	.SHP	
	全省土石流	.SHP	
	全省崩塌地	.SHP	
數值等高線圖	9522_1_SE	.SHP	內政部 1/25,000 數值等高線圖
	9522_2_NE	.SHP	
	9522_2_NW	.SHP	
	9522_2_SE	.SHP	
	9522_2_SW	.SHP	

	9621_4_NW	.SHP	
	9622_3_NW	.SHP	
	9622_3_SW	.SHP	
河床質圖層	(缺)		
Geo2002	Geo2002	.SHP	地調所 Geo2002

表 6.10 後龍河流域建置成果

圖層名稱	建置資料名稱	圖層格式	資料來源
基本圖籍	台灣地圖	.SHP	頭前溪流基本屬性資料庫
	後龍河流域	.SHP	
	縣道	.SHP	
	鐵路	.SHP	
	省道	.SHP	
	高速公路	.SHP	
	山名	.SHP	
	相片基本圖框	.SHP	台灣相片基本圖
	1/25,000 數值地形索引圖	.SHP	內政部全省 1/25,000 數值地形圖
數值地質圖	東勢	.SHP	地調所 1/50,000 分幅數值地質圖
	大甲	.SHP	
	白沙屯	.SHP	
	苗栗	.SHP	
	五十萬分之一數值地質圖	.SHP	地調所 1/500,000 台灣數值地質圖
數值地形圖	9521_1_NE	CAD	內政部全省 1/25,000 數值地形圖
	9521_1_NW	CAD	
	9521_1_SE	CAD	
	9521_1_SW	CAD	
	9521_4_NE	CAD	
	9521_4_NW	CAD	
	9521_4_SE	CAD	
	9522_2_NW	CAD	
	9522_2_SW	CAD	

	9522_2_SE	CAD	
	9522_3_SE	CAD	
	9621_4_NW	CAD	
	9622_3_SW	CAD	
環境地質圖	9521_1019	.SHP	能資所環境地質圖幅
區域調查圖資	(缺)		
參考資料圖層	(缺)		
航照判釋	(缺)		
土石流區	92年1420土石流	.SHP	水保局土石流及崩塌地分佈圖層
	92年全國影響範圍	.SHP	
	全省土石流	.SHP	
	全省崩塌地	.SHP	
數值等高線圖	9521_1_NE	.SHP	內政部 1/25,000 數值等高線圖
	9521_1_NW	.SHP	
	9521_1_SE	.SHP	
	9521_1_SW	.SHP	
	9521_4_NE	.SHP	
	9521_4_NW	.SHP	
	9521_4_SE	.SHP	
	9522_2_NW	.SHP	
	9522_2_SW	.SHP	
	9522_2_SE	.SHP	
	9522_3_SE	.SHP	
	9621_4_NW	.SHP	
	9622_3_SW	.SHP	
河床質圖層	(缺)		
Geo2002	Geo2002	.SHP	地調所 Geo2002

表 6.11 大安溪流域建置成果

圖層名稱	建置資料名稱	圖層格式	資料來源
基本圖籍	台灣地圖	.SHP	頭前溪流域基本屬性資料庫
	大安溪流域	.SHP	
	縣道	.SHP	

	鐵路	. SHP	
	省道	. SHP	
	高速公路	. SHP	
	山名	. SHP	
	相片基本圖框	. SHP	台灣相片基本圖
	1/25, 000 數值地形索引圖	. SHP	內政部全省 1/25, 000 數值地形圖
數值地質圖	竹東	. SHP	地調所 1/50, 000 分幅數值地質圖
	大甲	. SHP	
	東勢	. SHP	
	國姓	. SHP	
	梨山(缺)	. SHP	
	五十萬分之一數值地質圖	. SHP	地調所 1/500, 000 台灣數值地質圖
數值地形圖	9522_1_NE	CAD	內政部全省 1/25, 000 數值地形圖
	9522_1_NW	CAD	
	9522_1_SE	CAD	
	9522_1_SW	CAD	
	9521_2_NE	CAD	
	9521_4_NE	CAD	
	9521_4_NW	CAD	
	9521_4_SE	CAD	
	9521_4_SW	CAD	
	9621_4_NE	CAD	
	9621_4_NW	CAD	
	9621_4_SE	CAD	
	9621_4_SW	CAD	
	9622_3_SE	CAD	
9622_3_SW	CAD		
環境地質圖	9521_1019	. SHP	能資所環境地質圖幅
	9521_1067	. SHP	
區域調查圖資	(缺)		
參考資料圖層	(缺)		

航照判釋	(缺)		
土石流區	92年1420土石流	.SHP	水保局土石流及崩塌地分佈圖層
	92年全國影響範圍	.SHP	
	全省土石流	.SHP	
	全省崩塌地	.SHP	
數值等高線圖	9522_1_NE	.SHP	內政部 1/25,000 數值等高線圖
	9522_1_NW	.SHP	
	9522_1_SE	.SHP	
	9522_1_SW	.SHP	
	9521_2_NE	.SHP	
	9521_4_NE	.SHP	
	9521_4_NW	.SHP	
	9521_4_SE	.SHP	
	9521_4_SW	.SHP	
	9621_4_NE	.SHP	
	9621_4_NW	.SHP	
	9621_4_SE	.SHP	
	9621_4_SW	.SHP	
	9622_3_SE	.SHP	
9622_3_SW	.SHP		
河床質圖層	(缺)		
Geo2002	Geo2002	.SHP	地調所 Geo2002

表 6.12 大甲溪流域建置成果

圖層名稱	建置資料名稱	圖層格式	資料來源
基本圖籍	台灣地圖	.SHP	頭前溪流域基本屬性資料庫
	大甲溪流域	.SHP	
	縣道	.SHP	
	鐵路	.SHP	
	省道	.SHP	
	高速公路	.SHP	
	山名	.SHP	
相片基本圖框		.SHP	台灣相片基本圖

	1/25,000 數值地形索引圖	. SHP	內政部全省 1/25,000 數值地形圖
數值地質圖	國姓	. SHP	地調所 1/50,000 分幅數值地質圖
	大甲	. SHP	
	東勢	. SHP	
	大禹嶺	. SHP	
	霧社(缺)	. SHP	
	環山(缺)	. SHP	
	梨山(缺)	. SHP	
	五十萬分之一數值地質圖	. SHP	地調所 1/500,000 台灣數值地質圖
數值地形圖	9522_1_SE	CAD	內政部全省 1/25,000 數值地形圖
	9522_1_SW	CAD	
	9521_2_NE	CAD	
	9521_2_NW	CAD	
	9521_2_SE	CAD	
	9521_2_SW	CAD	
	9521_4_NE	CAD	
	9521_4_NW	CAD	
	9521_4_SE	CAD	
	9521_4_SW	CAD	
	9621_1_NE	CAD	
	9621_1_NW	CAD	
	9621_1_SE	CAD	
	9621_1_SW	CAD	
	9621_2_NW	CAD	
	9621_3_NE	CAD	
	9621_3_NW	CAD	
	9621_4_NE	CAD	
9621_4_SE	CAD		
9621_4_SW	CAD		
環境地質圖	9522_1067	. SHP	能資所環境地質圖幅
區域調查圖資	(缺)		

參考資料圖層	(缺)		
航照判釋	(缺)		
土石流區	92年1420土石流	.SHP	水保局土石流及崩塌地分佈圖層
	92年全國影響範圍	.SHP	
	全省土石流	.SHP	
	全省崩塌地	.SHP	
數值等高線圖	9522_1_SE	.SHP	內政部 1/25,000 數值等高線圖
	9522_1_SW	.SHP	
	9521_2_NE	.SHP	
	9521_2_NW	.SHP	
	9521_2_SE	.SHP	
	9521_2_SW	.SHP	
	9521_4_NE	.SHP	
	9521_4_NW	.SHP	
	9521_4_SE	.SHP	
	9521_4_SW	.SHP	
	9621_1_NE	.SHP	
	9621_1_NW	.SHP	
	9621_1_SE	.SHP	
	9621_1_SW	.SHP	
	9621_2_NW	.SHP	
	9621_3_NE	.SHP	
	9621_3_NW	.SHP	
	9621_4_NE	.SHP	
	9621_4_SE	.SHP	
	9621_4_SW	.SHP	
河床質圖層	(缺)		
Geo2002	Geo2002	.SHP	地調所 Geo2002

表 6.13 烏溪流域建置成果

圖層名稱	建置資料名稱	圖層格式	資料來源
基本圖籍	台灣地圖	.SHP	頭前溪流域基本屬性資料庫
	烏溪流域	.SHP	

	縣道	. SHP	
	鐵路	. SHP	
	省道	. SHP	
	高速公路	. SHP	
	山名	. SHP	
	相片基本圖框	. SHP	台灣相片基本圖
	1/25,000 數值地形索引圖	. SHP	內政部全省 1/25,000 數值地形圖
數值地質圖	埔里	. SHP	地調所 1/50,000 分幅數值地質圖
	台中	. SHP	
	國姓	. SHP	
	鹿港(缺)	. SHP	
	南投(缺)	. SHP	
	五十萬分之一數值地質圖	. SHP	地調所 1/500,000 台灣數值地質圖
數值地形圖	9421_1_SE	CAD	內政部全省 1/25,000 數值地形圖
	9521_2_NE	CAD	
	9520_1_NE	CAD	
	9520_1_NW	CAD	
	9520_1_SE	CAD	
	9520_1_SW	CAD	
	9520_4_NE	CAD	
	9520_4_NW	CAD	
	9520_4_SE	CAD	
	9520_4_SW	CAD	
	9521_1_SW	CAD	
	9521_2_NE	CAD	
	9521_2_NW	CAD	
	9521_2_SE	CAD	
	9521_2_SW	CAD	
	9521_3_NE	CAD	
	9521_3_NW	CAD	
	9521_3_SE	CAD	

	9521_3_SW	CAD	
	9521_4_SE	CAD	
	9521_4_SW	CAD	
	9620_4_NW	CAD	
	9621_2_NW	CAD	
	9621_2_SW	CAD	
	9621_3_NE	CAD	
	9621_3_NW	CAD	
	9621_3_SE	CAD	
	9621_3_SW	CAD	
環境地質圖	(缺)		
區域調查圖資	(缺)		
參考資料圖層	(缺)		
航照判釋	(缺)		
土石流區	92年1420土石流	.SHP	水保局土石流及崩塌地分佈圖層
	92年全國影響範圍	.SHP	
	全省土石流	.SHP	
	全省崩塌地	.SHP	
數值等高線圖	9421_1_SE	.SHP	內政部 1/25,000 數值等高線圖
	9521_2_NE	.SHP	
	9520_1_NE	.SHP	
	9520_1_NW	.SHP	
	9520_1_SE	.SHP	
	9520_1_SW	.SHP	
	9520_4_NE	.SHP	
	9520_4_NW	.SHP	
	9520_4_SE	.SHP	
	9520_4_SW	.SHP	
	9521_1_SW	.SHP	
	9521_2_NE	.SHP	
	9521_2_NW	.SHP	
	9521_2_SE	.SHP	

	9521_2_SW	.SHP	
	9521_3_NE	.SHP	
	9521_3_NW	.SHP	
	9521_3_SE	.SHP	
	9521_3_SW	.SHP	
	9521_4_SE	.SHP	
	9521_4_SW	.SHP	
	9620_4_NW	.SHP	
	9621_2_NW	.SHP	
	9621_2_SW	.SHP	
	9621_3_NE	.SHP	
	9621_3_NW	.SHP	
	9621_3_SE	.SHP	
	9621_3_SW	.SHP	
河床質圖層	(缺)		
Geo2002	Geo2002	.SHP	地調所 Geo2002

表 6.14 濁水溪流統建置成果

圖層名稱	建置資料名稱	圖層格式	資料來源
基本圖籍	台灣地圖	.SHP	頭前溪流流域基本屬性資料庫
	濁水溪流流域	.SHP	
	縣道	.SHP	
	鐵路	.SHP	
	省道	.SHP	
	高速公路	.SHP	
	山名	.SHP	
	相片基本圖框	.SHP	
	1/25,000 數值地形索引圖	.SHP	內政部全省 1/25,000 數值地形圖
數值地質圖	埔里	.SHP	地調所 1/50,000 分幅數值地質圖
	雲林	.SHP	
	西螺(缺)	.SHP	
	南投(缺)	.SHP	

	五十萬分之一數值地質圖	.SHP	地調所 1/500,000 台灣數值地質圖
數值地形圖	9420_1_SE	CAD	內政部全省 1/25,000 數值地形圖
	9420_1_SW	CAD	
	9420_4_SE	CAD	
	9519_1_NE	CAD	
	9519_1_NW	CAD	
	9519_4_NE	CAD	
	9520_1_NE	CAD	
	9520_1_NW	CAD	
	9520_1_SE	CAD	
	9520_1_SW	CAD	
	9520_2_NE	CAD	
	9520_2_NW	CAD	
	9520_2_SE	CAD	
	9520_2_SW	CAD	
	9520_3_NE	CAD	
	9520_3_NW	CAD	
	9520_3_SE	CAD	
	9520_3_SW	CAD	
	9520_4_SE	CAD	
	9520_4_SW	CAD	
	9619_4_NW	CAD	
	9620_1_NW	CAD	
	9620_1_SW	CAD	
	9620_3_NE	CAD	
	9620_3_NW	CAD	
	9620_3_SE	CAD	
	9620_3_SW	CAD	
	9620_4_NE	CAD	
	9620_4_NW	CAD	
	9620_4_SE	CAD	
9620_4_SW	CAD		

	9621_2_NW	CAD	
	9621_2_SW	CAD	
	9621_3_SE	CAD	
環境地質圖	9522_1067	.SHP	能資所環境地質圖幅
	9520_3010	.SHP	
	9520_3015	.SHP	
區域調查圖資	(缺)		
參考資料圖層	(缺)		
航照判釋	(缺)		
土石流區	92年1420土石流	.SHP	水保局土石流及崩塌地分佈圖層
	92年全國影響範圍	.SHP	
	全省土石流	.SHP	
	全省崩塌地	.SHP	
數值等高線圖	9420_1_SE	.SHP	內政部1/25,000數值等高線圖
	9420_1_SW	.SHP	
	9420_4_SE	.SHP	
	9519_1_NE	.SHP	
	9519_1_NW	.SHP	
	9519_4_NE	.SHP	
	9520_1_NE	.SHP	
	9520_1_NW	.SHP	
	9520_1_SE	.SHP	
	9520_1_SW	.SHP	
	9520_2_NE	.SHP	
	9520_2_NW	.SHP	
	9520_2_SE	.SHP	
	9520_2_SW	.SHP	
	9520_3_NE	.SHP	
	9520_3_NW	.SHP	
	9520_3_SE	.SHP	
	9520_3_SW	.SHP	
	9520_4_SE	.SHP	

	9520_4_SW	.SHP	
	9619_4_NW	.SHP	
	9620_1_NW	.SHP	
	9620_1_SW	.SHP	
	9620_3_NE	.SHP	
	9620_3_NW	.SHP	
	9620_3_SE	.SHP	
	9620_3_SW	.SHP	
	9620_4_NE	.SHP	
	9620_4_NW	.SHP	
	9620_4_SE	.SHP	
	9620_4_SW	.SHP	
	9621_2_NW	.SHP	
	9621_2_SW	.SHP	
	9621_3_SE	.SHP	
河床質圖層	(缺)		
Geo2002	Geo2002	.SHP	地調所 Geo2002

表 6.15 北港溪流域建置成果

圖層名稱	建置資料名稱	圖層格式	資料來源
基本圖籍	台灣地圖	.SHP	頭前溪流域基本屬性資料庫
	北港溪流域	.SHP	
	縣道	.SHP	
	鐵路	.SHP	
	省道	.SHP	
	高速公路	.SHP	
	山名	.SHP	
	相片基本圖框	.SHP	台灣相片基本圖
	1/25,000 數值地形索引圖	.SHP	內政部全省 1/25,000 數值地形圖
數值地質圖	麥寮(缺)	.SHP	地調所 1/50,000 分幅數值地質圖
	西螺(缺)	.SHP	
	南投(缺)	.SHP	

	台西(缺)	.SHP	
	北港(缺)	.SHP	
	雲林	.SHP	
	五十萬分之一數值地質圖	.SHP	地調所 1/500,000 台灣數值地質圖
數值地形圖	9420_1_SE	CAD	內政部全省 1/25,000 數值地形圖
	9420_1_SW	CAD	
	9420_2_NE	CAD	
	9420_2_NW	CAD	
	9420_2_SE	CAD	
	9420_2_SW	CAD	
	9420_3_NE	CAD	
	9420_3_SE	CAD	
	9420_3_SW	CAD	
	9420_4_SE	CAD	
	9520_3_NE	CAD	
	9520_3_NW	CAD	
	9520_3_SW	CAD	
	9520_4_SE	CAD	
9520_4_SW	CAD		
環境地質圖	9520_3015	.SHP	能資所環境地質圖幅
區域調查圖資	(缺)		
參考資料圖層	(缺)		
航照判釋	(缺)		
土石流區	92年1420土石流	.SHP	水保局土石流及崩塌地分佈圖層
	92年全國影響範圍	.SHP	
	全省土石流	.SHP	
	全省崩塌地	.SHP	
數值等高線圖	9420_1_SE	.SHP	內政部 1/25,000 數值等高線圖
	9420_1_SW	.SHP	
	9420_2_NE	.SHP	
	9420_2_NW	.SHP	
	9420_2_SE	.SHP	

	9420_2_SW	.SHP	
	9420_3_NE	.SHP	
	9420_3_SE	.SHP	
	9420_3_SW	.SHP	
	9420_4_SE	.SHP	
	9520_3_NE	.SHP	
	9520_3_NW	.SHP	
	9520_3_SW	.SHP	
	9520_4_SE	.SHP	
	9520_4_SW	.SHP	
河床質圖層	(缺)		
Geo2002	Geo2002	.SHP	地調所 Geo2002

表 6.16 朴子河流域建置成果

圖層名稱	建置資料名稱	圖層格式	資料來源
基本圖籍	台灣地圖	.SHP	頭前河流域基本屬性資料庫
	朴子河流域	.SHP	
	縣道	.SHP	
	鐵路	.SHP	
	省道	.SHP	
	高速公路	.SHP	
	山名	.SHP	
	相片基本圖框	.SHP	台灣相片基本圖
	1/25,000 數值地形索引圖	.SHP	內政部全省 1/25,000 數值地形圖
數值地質圖	台西(缺)	.SHP	地調所 1/50,000 分幅數值地質圖
	北港(缺)	.SHP	
	嘉義(缺)	.SHP	
	朴子(缺)	.SHP	
	五十萬分之一數值地質圖	.SHP	地調所 1/500,000 台灣數值地質圖
數值地形圖	94191NE	CAD	內政部全省 1/25,000 數值地形圖
	94191NW	CAD	

	94194NE	CAD	
	94194NW	CAD	
	94194SE	CAD	
	94194SW	CAD	
	94202SE	CAD	
	94202SW	CAD	
	94203SE	CAD	
	94203SW	CAD	
	95194NW	CAD	
	95203SW	CAD	
環境地質圖	(缺)		
區域調查圖資	(缺)		
參考資料圖層	(缺)		
航照判釋	(缺)		
土石流區	92 年 1420 土石流	. SHP	水保局土石流及崩塌地分佈圖層
	92 年全國影響範圍	. SHP	
	全省土石流	. SHP	
	全省崩塌地	. SHP	
數值等高線圖	94191NE	. SHP	內政部 1/25,000 數值等高線圖
	94191NW	. SHP	
	94194NE	. SHP	
	94194NW	. SHP	
	94194SE	. SHP	
	94194SW	. SHP	
	94202SE	. SHP	
	94202SW	. SHP	
	94203SE	. SHP	
	94203SW	. SHP	
	95194NW	. SHP	
95203SW	. SHP		
河床質圖層	(缺)		
Geo2002	Geo2002	. SHP	地調所 Geo2002

(二) 地球物理探查圖資判釋應用

地表震波探測之方法包括反射震測、折射震測、及表面波震測。反射震測主要在探測地層內部之構造，亦即阻抗不連續面（反射面）之空間分佈；折射震測可以得到 P 波速度之分佈；表面波震測則可以估計地層之 S 波速度剖面。反射震測之結果為其震波影像，震波影像上通常會包括構造或不連續面之詮釋；折射震測與表面波震測之結果為彈性波速之剖面。P 波與 S 波速度由地質材料之彈性模數決定，由 S 波速度可計算剪力模數 (shear modulus)，由 P 波速度可決定束制模數 (constrained modulus)，剪力與束制模數知道後，亦可計算其他彈性係數，如楊式模數或波松比等。一般地質材料之 P 波與 S 波速度分別如圖 6.6 及圖 6.7 所示，此二圖可以提供地層判釋之參考，同一種材料之波速受到其風化或破碎程度所影響，地層破碎程度越高，波速越低。

地電阻探測之方法包括一維、二維、或三維之調查與分析方法，結果皆以電阻率之剖面呈現。材料之電阻率為導電度之倒數，是兩大電學性質（導電度與介電度）之一，主要反應電磁波衰減特性，電阻值愈小，導電性愈佳，電磁波在該材料中之衰減愈大。地質材料之電阻率由其孔隙水電阻率、孔隙率、及礦物性質，根據 Archie's Law，在同一種孔隙水與礦物組成條件下，可由電阻率估計飽和條件之孔隙率；反之在同一地層狀態下，地電阻之改變可反應地下水性質之改變。一般地質材料之電阻率如圖 6.8 所示，可供地層判釋之參考，同一種地層之電阻率隨飽和度增加而減少，材料之電阻率亦受到其風化或破碎程度所影響，地層破碎程度越高，其材料飽和之電阻率越低。

地質材料之彈性波速與電阻率代表不同之物理性質，不同之工程應用與不同之物理性質相關。對於地層之判釋，可同時參考此兩種物理性質，可增加判釋之準確性。

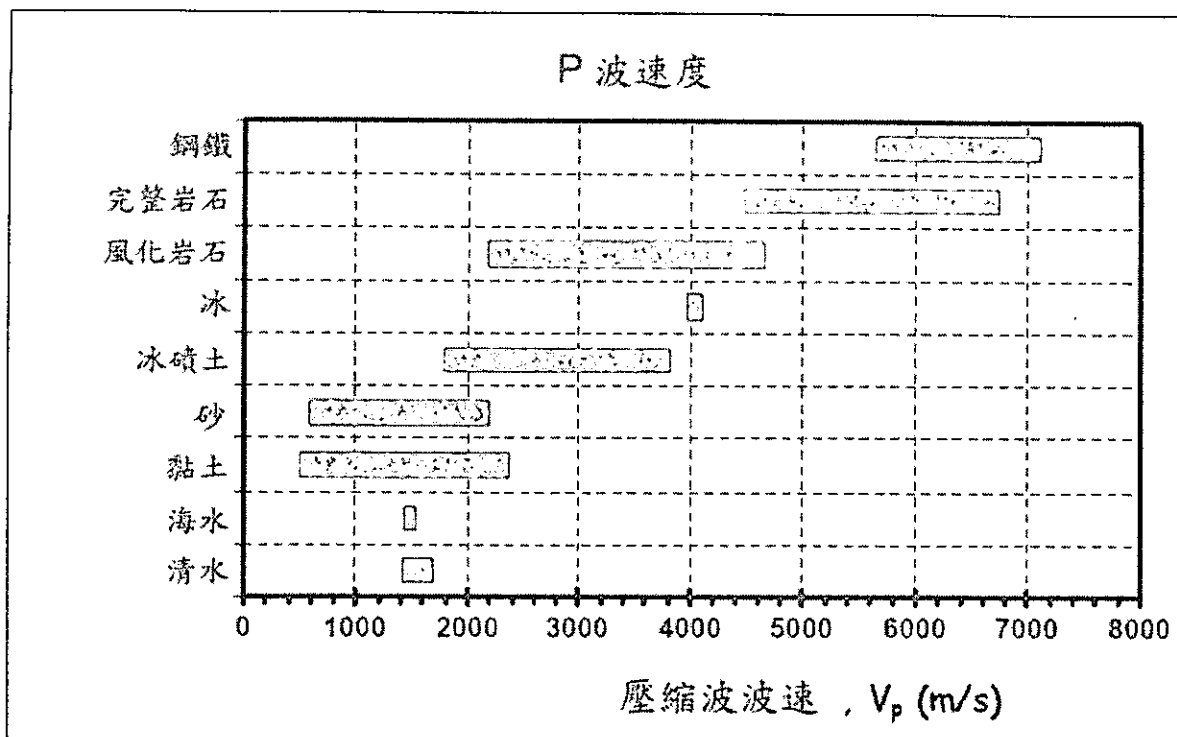


圖 6.6 典型材料之 P 波速度(Mayne et al., 2001)

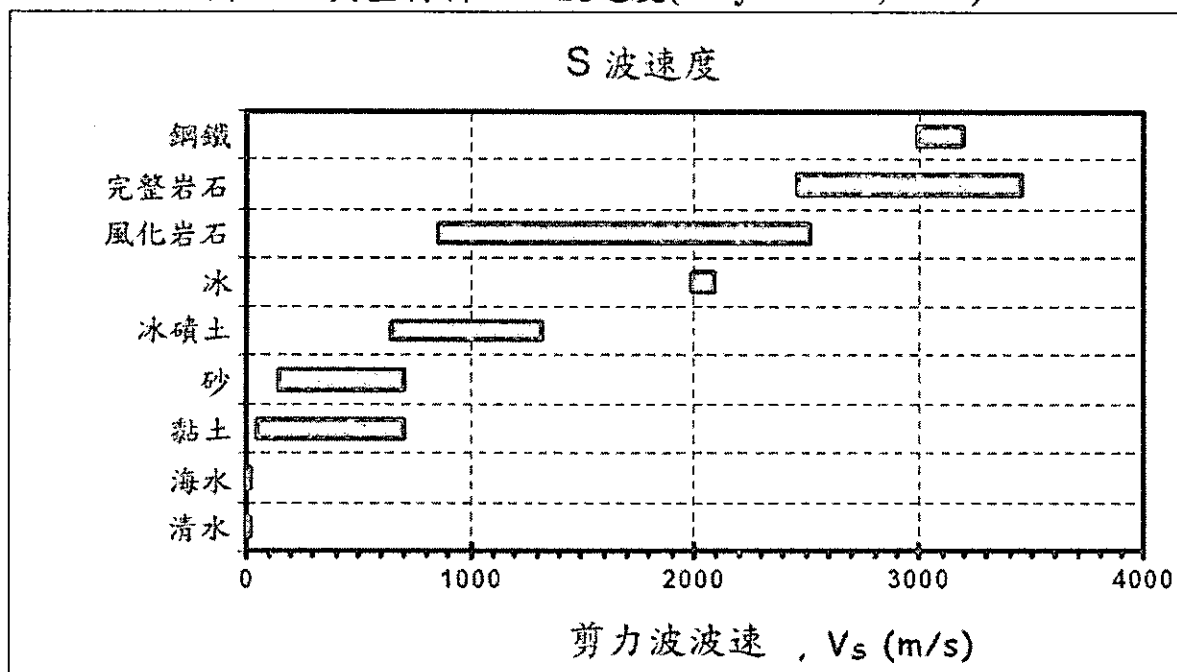


圖 6.7 典型材料之 S 波速度(Mayne et al., 2001)

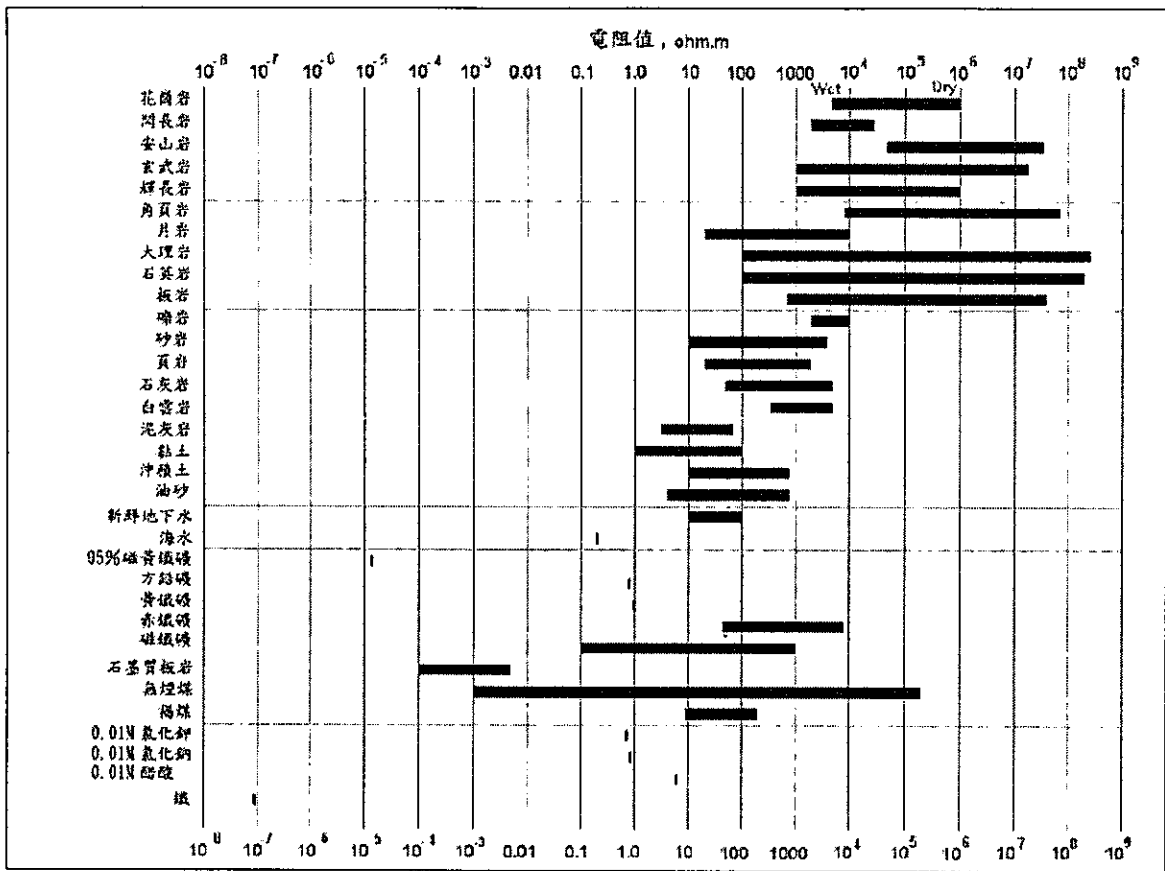


圖 6.8 典型材料之電阻值(Loke, 2003)

參考文獻

1. 林朝榮，周瑞燉，“台灣地質”，台灣省文獻委員會，1974。
2. 台灣省水利局，“防洪工程規劃”，1982。
3. 台灣省水利局，“水資源工程規劃”，1982。
4. 台灣省水利局，“水文觀測實務”，1982。
5. 台灣省水利局，“頭前溪治理基本計畫”，1982。
6. 台灣省水利局規劃總隊，“頭前溪治理規劃報告”，1984。
7. 徐鐵良，“地質與工程”，中國工程師學會，1993。
8. 胡自健，“修正版通用土壤流失公式(RUSLE)應用於中海拔地區茶園不同處理之土壤流失量評估與驗證”，國立中興大學水土保持學研究所碩士論文，1996。
9. 鄧屬予，“台灣的沈積岩”，中央地質調查所，1997。
10. 卓佳良，“以 GIS 輔助分析顆粒細材料之組構特性”淡江大學碩士論文，1998。
11. 詹錢登，“土石流的發生與運動”，土木技術第一卷第一期，第 132-144 頁，1998。
12. 經濟部水利署水利規劃試驗所，“頭前溪流域整體規劃第一年工作報告”，1999。
13. 楊名等，“TWD67 與 TWD97 大地基準轉換方法之研究”，測量工程第四十一卷第三期，第 27-49 頁，1999。
14. 經濟部水利署水利規劃試驗所，“頭前溪流域基本屬性資料庫之建立 (1/3)”，2000。
15. 經濟部水利署水利規劃試驗所，“頭前溪流域基本屬性資料庫之建立 (2/3)”，2001。
16. 經濟部水利署水利規劃試驗所，“流域整體規劃河川集水區數值地形資訊系統建立 (二)”，2001。
17. 行政院農業委員會水土保持局，“北部土石流潛勢溪流調查計畫”，國立成功大學，2001。
18. 彭壽奇，“集水區土砂生產量之估計研究”，國立交通大學土木工程研究所碩士論文，2001。
19. 錢憲和，“地質學(上)”，台大地質學系，地球科學基金會，2001。
20. 錢憲和，“地質學(下)”，台大地質學系，地球科學基金會，2001。
21. 經濟部水利署，“台灣水文年報”，2001。
22. 經濟部水利署水利規劃試驗所，“納莉颱風水文分析專題報告”，2001。
23. 經濟部水利署第二河川局，“頭前溪高灘地利用規劃期末報告書”，2001。

- 24.楊長義、楊振榮，“以方格覆蓋法重新解釋卵礫石篩分析之粒徑分佈特徵”，第九屆大地工程學術研討會論文集(論文編號：B007)，2001。
- 25.經濟部水利署水利規劃試驗所，“頭前溪流域基本屬性資料庫之建立(3/3)”，2002。
- 26.經濟部水利署水利規劃試驗所，“台灣地區河川型態調查研究(2/2)”，2002。
- 27.經濟部水利署水利規劃試驗所，“大安溪流域聯合整體治理規劃報告”，2002。
- 28.經濟部水利署水利規劃試驗所，“大甲溪流域聯合整體治理規劃報告”，2002。
- 29.經濟部水利署水利規劃試驗所，“烏溪流域聯合整體治理規劃報告”，2002。
- 30.經濟部水利署水利規劃試驗所，“濁水溪流域聯合整體治理規劃報告”，2002。
- 31.國立交通大學新竹縣璞玉發展計畫特定區地質鑽探工作成果報告書，大域工程顧問有限公司，2002。
- 32.吳東杰，“以碎形維度探討顆粒性材料之組構因素”淡江大學碩士論文，2002。
- 33.楊振榮，“碎形維度於描述礫石層級配特徵之應用”淡江大學碩士論文，2002。
- 34.經濟部水利署水利規劃試驗所，“頭前溪河川環境管理規劃計畫”，2003。
- 35.經濟部水利署水利規劃試驗所，“頭前溪河川環境管理規劃航拍作業計畫”，2003。
- 36.何春蓀，“台灣地質概論”，中央地質調查所，2003。
- 37.李錫堤、潘國樑、林銘郎，“山崩調查與危險度評估—山崩潛感分析之研究(1/3)”，中央地質調查所，2003。
- 38.經濟部水利署水利規劃試驗所，“全省主要河川流域地質資訊系統建立”委託專業服務招標文件，2004。
- 39.工研院能資所網頁，<http://www.erl.itri.org.tw/>。
- 40.內政部地理資訊檢索流通系統網頁，<http://meta.moi.gov.tw/>。
- 41.中央地質調查所全球資訊網，<http://www.moeacgs.gov.tw/main.jsp>。
- 42.水利署全球資訊網，<http://www.wra.gov.tw/index.asp>。
- 43.水利署 GIS 測試中心，<http://210.69.128.6/>。
- 44.水保局法規資料庫網頁，<http://www.swcb.gov.tw/System/SubSYS/Laws/>。
- 45.國內地圖及遙測影像資源網頁，<http://www.ascc.net/gis/index1/cat.htm>。
- 46.「我愛河川」網頁，<http://www.chinatimes.org.tw/river/index.html>，時

報文教基金會。

47. 台北市建設局環境地質資訊系統，<http://gisweb.dortp.gov.tw/gisweb/>。
48. Wischmeier, W. H., and D. D. Smith. "Rainfall Energy and Its Relationship to Soil Loss," *Trans. Am. Geophys. Union* 39(2):258-291. 1958.
49. Chow, V. T., "Open-Channel Hydraulics," McGraw-Hill, 1959.
50. Wischmeier, W. H., and D. D. Smith, "Predicting Rainfall Erosion Losses from Cropland East of the Rocky Mountains," *Agricultural Handbook No. 282*, U.S. Department of Agriculture, Washington, D.C. 1965.
51. Harry, H., Barnes, Jr., "Roughness Characteristics of Natural Channels," *USGS Water-Supply Paper 1849*, 1967.
52. Howard, Arthur D., "Drainage analysis in geological interpretation: A summation," *Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull*, 82: 59-66, 1967.
53. Pacific Southwest Inter-Agency Committee Water Management Subcommittee, "Factors Affecting Sediment Yield in the Pacific Southwest Area and Selection and Evaluation of Measures for Reduction of Erosion and Sediment Yield," 1968.
54. Kellerhals, Rolf and Dale, I. Bray, "Sampling procedures for coarse fluvial sediments," *J. of Hydraulics Division: Proceedings of the ASCE*, V. 97, N. HY8, Aug. 1971.
55. Leet, Don L., Judson Sheldon, and Kauffman, Marvin E., "Physical Geology," Prentice Hall, 1978.
56. Varnes, D.J., Slope Movement types and processes, in Schuster, R.L. and R.J. Krizek (ed.), "Landslides – Analysis and Control," *National Academy of Sciences Transportation Research Board Special Report No. 176*, p. 12-33. 1978.
57. Wischmeier, W. H., and D. D. Smith. "Predicting Rainfall Erosion Losses: A Guide to Conservation Planning," *Agricultural Handbook No. 537*. U.S. Department of Agriculture, Washington, D.C. 1978.
58. Arcement, G. J. Jr. and Schneider, V. R., "Guide for Selecting Manning's Roughness Coefficients for Natural Channels and Flood Plains," *USGS Water-Supply Paper 2339*, 1984.
59. Molinas, A., and Yang, C. T., "Computer program user's manual for GSTARS," 1986.
60. Kehew, Alan E., "General Geology for Engineers," Prentice Hall, 1988.
61. Xie, H., Bhaskar, R., Li, J. "Generation of fractal models for characterization of pulverized materials," *Mineral & Metallurgical Processing*, Feb., opp. 36-42, 1993.

- 62.Reid, I., et. al., “Sediment Erosion, Transport and Deposition,” In: Thorne, C. R., et. al. ed, Applied Fluvial Geomorphology for River Engineering and Management, JWS, England, 1997.
- 63.Thorne, Colin R., Hey, Richard D., and Newson, Malcolm D., “Applied Fluvial Geomorphology for River Engineering and Management,” JWS, 1997.
- 64.Thorne, C. R., “River Width Adjustment. I: Process and Mechanisms,” Journal of Hydraulic Engineering, Vol. 124: 9, p. 881-902, 1998.
- 65.Darby, S., River Width Adjustment. II: Modeling,” Journal of Hydraulic Engineering, Vol. 124: 9, p. 903-917, 1998.
- 66.Yang, Chih Ted, Randle, Timothy J. and Hsu, Shiang-Kueen, “Surface erosion, sediment transport, and reservoir sedimentation,” The International Symposium on Modelling Soil Erosion, Sediment Transport and Closely Related Hydrological Processes, Vienna, Austria, 13–17 July 1998.
- 67.Yang, Chih Ted, Simoes, Francisco J. M., “Users Manual for GSTARS 2.1, SRHGTSC,” Bureau of Reclamation Denver, Colorado, 2000.
- 68.Mayne, P. W., Christopher, B. R., DeJong, J., “Manual on Subsurface Investigations,” National Highway Institute, Publication No. FHWA NHI-01-031, Federal Highway Administration, Washington, DC., 2001.
- 69.Dale F. Ritter, R. Craig Kochel, Jerry R. Miller, “Process Geomorphology,” 4 Eds., 560P., Boston : McGraw-Hill, 2002.
- 70.Loke, M. H., Tutorial: “2-D and 3-D Electrical Imaging Surveys,” in <http://www.geoelectrical.com>, 2003.
- 71.Dadson, Simon J. et. al., “Links between erosion, runoff variability and seismicity in the Taiwan orogen,” Nature, Vol. 426:11, p.648-651, 2003.

附錄 A

期末報告審查意見及處理狀況

期末報告審查意見及處理狀況

主辦單位報告(林峰璋先生)：	
1、本委託專業服務案依照本案契約書第六條之規定，承辦本案的交通大學應於本（九十三）年十月下旬前提送規定之工作成果，並向本所申辦期末簡報。交通大學係於十月二十九日發文，故承辦單位業已完成契約之相關規定。	1、謝謝。
2、依據本署經水文字第○九三三○〇〇〇〇二〇號函規定有關各延續性計畫第一年度期末報告經審查成果優良者，次一年度方予延續辦理之原則；本案為延續性計畫，故仍受該原則之規範。	2、遵照辦理。
國立成功大學資源工程系 李主任振誥	
1、本報告為二年計畫中第一年，目前顯示資料建置已具初型，架構已可建置完成，並以頭前溪為例，提出說明。	1、謝謝。
2、目前以流域為建置本資訊系統之單元，而目前台灣仍有甚多地區（特別是中央山脈地區）之地質圖，尚未建置調查完成，未來如何疊加此地質資訊請注意。另外由比例尺小來劃分比例尺大時，其精確度如何提高，與套合其他資料？	2、不同比例尺間之圖形描述，受到不同圖形約化(Generalizataion)之需求，其一致性並不需存在，故無需修編。平面位置及高程值，應以最大比例尺之圖籍為準。
3、請下年度應朝使用者易使用此系統方向前進。目前資料雖建置圖資有 11 大類 65 圖層之項目，但仍請確定本計畫目的與目標，以免有過多不必要之資料圖示。	3、遵照辦理，將依照本計劃目的建置圖層，避免建置額外之圖層致使資料庫系統過於龐大。
4、本建立系統如何應用航照圖配合其他資料來判釋，河川粒徑調查與土砂量多寡，而且其成果展示方式表現如何？	4、航照地質判釋可清楚展現河道之現況，配合地質圖與地形等高線之套疊，可以觀察流域之概況，細部之流域狀況，需至現地釐清。土砂

	粒徑之辨識則取決於航照比例尺，本計畫採用 1/5,000 的黑白航照，可辨識至 0.5 公尺的粒徑。
5、請用中文表示（如圖 6.13、6.14、6.15）。	5、遵照辦理，修正如圖 6.6、圖 6.7 及圖 6.8。
國立中興大學水土保持系 游教授繁結	
1、河川穿越之地層分布已屬固定，故無需進一步調查，僅須予以建置資料庫即可。	1、遵照辦理。
2、河床質之上、下游及垂直分布等調查可作為下年度之工作重點，除掌握其分布特性以外，更可作長期河川變遷之探討重點，此項工作建議作為未來之工作方向參考。	2、將納入第二年度工作之考量。
3、P.31 之相片 2.1，烏溪上游某處之標示不妥，宜指明，否則說明是向源侵蝕之現象即可。	3、修正為”烏溪上游之向源侵蝕現象”。
4、P.36 相片 2.8 為”大”安溪東崎…，漏”大”字。	4、已修正為”大安溪東崎道路”。
5、P.53，直線型河道與河床質關係之敘述，有商榷之處。	5、文中係引用 Nanson and Croke (1992) 之研究，未來可再加以探討。
6、河床質採樣方法似可針對水土保持技術規範之方法加以評析。	6、下年度之工作將納入評析。
7、艾利颱風石門水庫淤砂量 2000 萬 m ³ 之資料是否正確？宜有明確之來源說明，以免誤導。	7、係引用石門水庫艾利颱風後之簡報資料，文中已加註來源。
國立中興大學土木系 林教授炳森	
1、P.52，河床質底床粒徑調查方法應加以說明。	1、說明於第四章、三。
2、P.59，地質對集水區土砂產量之影響應加強說明。	2、下年度工作將加強說明。
3、P.83，表 6.4 所收集之流域簡介與 P.X 所列十條流域不一致（缺鳳山、中港…等），應修正。	3、表 6.4 為收集圖資之說明，並非今年建置之流域。
4、P.103 圖 6.11，河床斷面資料未見說明。	4、該圖僅作為建置圖資說明，實際資料可由資料庫中進行查詢。

5、P.XI，上面圖未編號，標示不清，比例尺太小。	5、已修正如圖 0.1。
6、圖中說明應採中文：如(1)P.14，圖 2.7、2.8；(2)P.30，圖 2.21；(3)P.61，圖 5.1。	6、遵照辦理，修正如圖 2.7、圖 2.8、圖 2.10 及表 5.1。
7、照片與圖，應力求清楚：如(1)P.45，圖 3.2；(2)P.69，最後一行(如 1 所示→應為如圖 6.1，註 1)。	7、遵照辦理，修正如圖 3.2；修正如 P.57 第一行(如圖 6.1，註 1)。
8、使用手冊應再加強說明清楚。	8、已重新編寫。
經濟部水利署（資訊室） 蘇科長瑞榮	
1、本計畫第一年工作，主要在蒐集、整理並建置台灣西部鳳山溪等十條河川流域之既有地質資料，及建置離型系統，並先以頭前溪之航照判釋地質等項，對於本署水利規劃試驗所之業務，具有助益，允宜確實辦理。	1、遵照辦理。
2、本計畫以蒐集既有地質資料為主，並將輔以航照判釋及現地調查，為加速流域地質資料之獲得，如航照判釋技術臻於成熟，當可有效應用於其他二十四條中央管河川流域地質資料之取得。惟航照判釋係屬紙面作業，是以現地調查之工作格外重要，建議本項工作應建立標準作業流程及評判合格基準。	2、本案工作量繁重，恐難以完成相關流程及基準。
3、P.83，所列收集圖資部分建議補充蒐集，河川勘測隊中央管河川圖籍（比例尺二千四百分之一）數值檔；另有關水規所河川大斷面之資料，本署（資訊室）已處理完成數值資料，可取得利用。	3、謝謝，下年度工作中將提出申請。
4、P.98 已列有頭前河流域範例系統建置成果，其他二十四條中央管河川，宜比照辦理，另所列圖資應注意其格式標準，以及詮釋資料之建立，俾資共享。	4、將近全力蒐集資料並於下年度中加以建置。
5、有關「河川流域地質資訊系統」使用手冊，目前僅建立第一年之離型	5、已重新編寫。

<p>系統，功能及說明，均感簡略。建議第二年計畫中，應予強化，並請將系統功能以架構圖式表現，其功能宜有權限控管、層管理維護、圖層操作、快速定位、空間選取、屬性資料查詢、詮釋資料查詣、操作說明、系統概述等，具備圖文互查功能則更佳。</p>	
<p>6、本置於期初及期中會議之建議事項，亦請注意並妥適處理。</p>	<p>6、遵照辦理。</p>
<p>7、有關地質資訊系統各項圖示符號，請參考現有格式建置。</p>	<p>7、遵照辦理。</p>
<p>經濟部水利署 陳正工程司耀彬</p>	
<p>1、河床質採樣，一般多應用在推估曼寧“n值”，因此樣區的選擇應該以“水理”的觀點做適當規劃，惟 P.71 第二年工作項目中，臚列“以地質觀點探討曼寧 n 值”，有無必要？</p>	<p>1、謝謝建議，將與主辦單位作進一步之討論。</p>
<p>2、推估一般正常沖刷之土砂產量，技術上應較沒有問題（也已經有許多相關研究），對於台灣地區常面臨許多難以預測的重大天然災害及人為的破壞，因此要精確推估這一部份的土砂生產量，則較為困難，尤其是沒有水庫之集水區；只能利用衛星影像或航拍等判釋，比對做事後的推估。</p>	<p>2、謝謝，將納入後續工作之考量。</p>
<p>3、P.72，地調所 GEO2002 索引圖層有多大？可能的話建請比照表 6-2 及 6-3 方式補列。</p>	<p>3、GEO2002 共有一萬五千餘筆資料，恐難於文中詳細列表。</p>
<p>4、圖 2-11~20，建請將各水系流域之斷層位置標示於圖上。</p>	<p>4、遵照辦理，請見附錄 F。</p>
<p>5、工作團隊成員名單，建議在附錄最後面補列。</p>	<p>5、遵照辦理，請見附錄 H。</p>
<p>水利規劃試驗所大地工程試驗課 廖課長培明</p>	
<p>1、本報告目錄建議做如下修改： (1)將十條主要河川流域地質、地層及構造分佈概況編輯在第貳章第五節似有不妥，將將此部份納入本年度工作成果之相關章節中。</p>	<p>1、(1)遵照辦理，編入「附錄 F 流域地質概況」。</p>

1、(2)第四章第四節下年度河床質採樣與分析方法之建議，刪除。	1、(2)遵照辦理。
1、(3)第五章“探討”地質條件對集水區土砂產生量之影響，宜去掉“探討”兩字。	1、(3)遵照辦理。
1、(4)第陸章河川流域地質資訊系統規劃、架構，宜修改為“河川流域地質資訊系統架構規劃”。	1、(4)遵照辦理。
2、年度之工作項目之敘述，不宜列入摘要中。	2、遵照辦理，摘要已重新編寫修訂。
3、結論與建議，應就本計畫工作成果中，確切可提供參考諮詢及具體建議之相關事項撰寫。	3、遵照辦理，已就建議重新編寫結論與建議。
4、報告書第 4 頁三、第一年工作項目的 6,7 兩項建議刪除。	4、遵照辦理。
5、報告書第 62 頁，所列之國內常用之土砂產生量推估方法，請詳加校核。	5、遵照辦理，已詳細增列參考資料來源。
6、報告書第 64 頁“土砂生產量推估方式之討論與建議”乙節，如係屬下年度之工作項目，在本年度尚未有成果的情況下，應不列作報告內容。	6、遵照辦理，已將該節內容重新編寫如第 52 頁。
7、使用手冊（初稿）過於簡略，請重新選寫。	7、遵照辦理，已重新編寫。
水利規劃試驗所大地工程試驗課 林副研究員峰璋	
1、摘要：應將本年度探討的十條主要河川流域，針對建置地質資訊系統之目標所獲之具體成果，做摘要性的展現，不宜僅陳述預定的工作內容。	1、遵照辦理，摘要已重新編寫修訂。
2、結論與建議：請就本年度所執行的工作項目所獲得的成果做出具體的結論與建議，不宜像目前報告初稿之陳述方式。	2、遵照辦理，已就建議重新編寫結論與建議。
3、第二章：第五節各主要河川流域的地質、地層及構造分佈概況的內容陳述，在層次、架構及內容均請詳加斟酌，修正，而且所附流域地質圖圖幅太小，無法看清各流域地質概況之	3、遵照辦理，重新編寫於附錄 F 中。

全貌。	
4、第三～六章，本報告書的撰寫方式未能具體呈現本年度實際完成的豐碩成果，僅做學理性的敘述，建議應將本年度各河川流域所獲得成果，在相關的章節將成果做摘要性或範例式的呈現。	4、本年度之建置成果已完整納入第六章成果介紹章節中。
5、使用手冊（初稿）內容過於簡略，請配合系統實際功能及查詢方式修正使用手冊內容。	5、遵照辦理，使用手冊已經重新編寫。
6、使用手冊（初稿）五、常見問題，請探討避免這些已預見之常見問題。	6、遵照辦理，使用手冊已經重新編寫。
水利規劃試驗所水源規劃課 黃工程員炯博	
1、本計畫為地理資訊系統建立，圖資非常龐大，其建置圖層是否與水利置頒佈之地理資訊建置規範相符合，以便於未來系統整合，請檢核。	1、遵照辦理，建置格式及系統均相符。
2、請評估衛星影像變異分析，應用於本系統之可行性。	2、衛星影像不在本系統規劃標的之內。
3、使用手冊中，P.2 本系統以 ArcView9.0 建置，Use 則採用 ArcView8.3，其間是否會有功能異常問題產生。	3、ArcView8.3 係為筆誤，本系統以 ArcView9.0 建置。
4、建議於第二年增加操作介面之功能開發，便於一般使用者使用。	4、ArcView9.0 之操作介面友善，應無開發操作介面之需求。
水利規劃試驗所資訊室 李工程員佳瑾	
1、建議報告說明資料庫備份操作及應備份資料夾。	1、將於技術轉移訓練時詳細說明。
2、為與水利署 GIS 系統接軌，建議基本圖層、詮釋資料內容及格式參考水利署，若無再自行建置。	2、蒐集之既有資料部分將依照其原有詮釋資料。
3、本系統未來資料更新方式，請說明。	3、將於技術轉移訓練時詳細說明。
4、建議未來開發瀏覽器介面，提供查詢。	4、瀏覽器介面可由 ArcIMS 模組提供。
主席結論	
1、本計畫案期末報告書審查及簡報	1、謝謝。

<p>內容原則認可。</p>	
<p>2、經徵詢與會委員意見一致認可本計畫案第一年工作成果優良，仍請承辦單位（交通大學防災中心）延續辦理本計畫明年度工作。</p>	<p>2、遵照辦理。</p>
<p>3、請承辦單位遵照各位與會人員所提建議，做為報告書修正之依據。</p>	<p>3、遵照辦理。</p>

附錄 B

期中報告審查意見及處理狀況

期中報告審查意見及處理狀況

主辦單位報告(林峰瑋先生):	
<p>1、本委託專業服務案依據本案契約書第六條第一項第二款之規定，交通大學防災中心應於本（九十三）年八月下旬前，提送本案之期中報告書乙式二十三份，並向本所簡報；該中心係於八月二十七日以交大防災字第0930003789 號函提送期中報告書到所，並向本所申辦期中簡報，故該中心業已遵行本計畫案契約之規定。</p>	<p>1、謝謝。</p>
大地工程試驗課 林副研究員峰瑋	
<p>1、從期中報告書之內容，交大防災中心在短短兩個月期間蒐集之相關圖資可謂甚為豐富，惟在報告書中無法得知目前資訊系統離型架構的實際建置情況為何？又所蒐集資料的彙整和詮釋進行之情況為何？請補充說明。</p>	<p>1、請參閱第六章之說明。</p>
<p>2、鑒於敏督莉（七二水災）、艾莉兩次颱風所造成的災害，建議本計畫於進行河床質調查、集水區土砂產生量之推估研究等項目時，將颱風之效應納入考量。</p>	<p>2、颱風為土砂產生之重大影響因子，大型洪水將改變河道型態，這都是本計畫考量之項目。</p>
大地工程試驗課 廖課長培明	
<p>1、本期中告書目錄之編排順序略有不妥（建議將一些基本調查之工作項目編輯在前面，後面才是資訊系統之架構…），建議於期末報告中做為目錄編輯的參考。</p>	<p>1、遵照辦理，編排方式如本報告順序。</p>
<p>2、本計畫案所需蒐集之資料甚為龐雜，建議在未來建置系統架構時不宜採用集中式的資料庫，應朝向各單位建立其各自的資料庫，再採資料連結的方式共享各資料庫的資源。</p>	<p>2、遵照辦理。</p>
大地工程試驗課 徐正工程司世定	

1、建議在進行床質調查時應考慮河床的變動性因素，尤其在調查試驗地點的選擇所具有的代表性問題。	1、請參閱第四章中對於不確定性之探討。
2、航照判釋的成果是否可以在報告中直接呈現立體鏡判釋之影像。	2、目前無法直接顯示於報告中。
河川規劃課 尹助理研究員伯亮	
1、目前建置以圖層方式、被面繡花，未見資料庫，是否建置？若要建置，其編碼原則請依照內政部水利署編碼規定，不足部份再參照中央地調所 Ge02002，以利未來資料共享。	1、本年度係以圖層之方式建置，若第二年度決議建置資料庫時將遵照辦理。
2、非本所產生之資料其取得版權使用範圍應明確告知，是否可上網際網路供查詢？或僅供本所內部使用？	2、所有資料均將移交貴所使用，未來若欲公開查詢時，建請詢問原提供單位之授權原則。
3、未來系統應用應具備新增或更新之功能。	3、更新或新增之功能應取決於貴所購置之軟體權力範圍。
經濟部水利署 陳正工程司耀彬	
1、地調所委託坤眾公司辦理 GE02002 實質圖資，何時可完成？可否配合本計畫期程？	1、已經順利取得實質圖資。
2、表 2-2，建請註明資料來源：工研院能資所○○年○○月。	2、表 6.2 及表 6.3 均已加註資料來源。
3、P.29 (圖 2.6)： (1)河川圖籍項下，建議區分為 河川區域線； 水道治理計畫線 (含用地範圍線)； 採石計畫位置圖。 (2)河川資料項下：待建防洪設施規劃位置圖與待辦河堤工程位置圖為同一個東西，建議合併為一項。	3、地質資料以外之架構並不是本計畫之建置範圍，若未來必須加以建置時，將遵照建議辦理。
4、河床質採樣一般最沒有定論，最容易產生誤差者為“採樣點的決定”，如果能提出“合理的採樣點的選擇方法”對實際工作幫助較大。	4、請參閱第四章中對於不確定性之探討。
5、第二年預計用河床質資料檢討“n”值評估方式，由於利用河床質資料推算 n 值的結果，僅為參考，較為可行方法一般是以，水理資料反求“n”值較符實際。由於本計畫工作繁重，	5、謝謝，本團隊將與主辦單位討論確認。

<p>時間、經費緊迫，因此，本項工作是否需要，建請評估。</p>	
<p>經濟部水利署 蘇科長瑞榮（書面意見）</p>	
<p>1、有關交通大學防災工程研究中心執行水利規劃試驗所「全省主要河川流域地質資訊系統建立」計畫，本室前於六月十日之建議意見，包括資安問題、資料備份、系統維護、座標系統等，已獲回應，在此表示肯定，並請確實執行。</p>	<p>1、謝謝。</p>
<p>2、惟有關本計畫所建置之資料格式標準及相關詮釋資料建置部份，執行單位答以蒐集到者及提供單位為主，觀念並非完全正確，本計畫當能整合各來源資料於同一格式標準之下，並希能提出所建新圖層之詮釋資料，再請參考。</p>	<p>2、本計畫已就所有蒐集建置之圖資建置同一格式之資料說明書。</p>
<p>3、本計畫主要工作標的在建立全省主要河川流域地質資料庫及其管理查詢系統，報告中亦以規劃出有關「頭前溪基本資料」之架構，本室前所建議用為本「全省主要河川流域地質資訊系統建立」之架構，亦獲得執行單位之同意，故亦請確實辦理，希於二年計畫完成時，能廣為本署相關單位所參用。</p>	<p>3、謝謝。</p>
<p>4、本計畫工作執行計畫書未來為能擴大配合本署各單位規劃業務之用，有關圖層之比例尺建議可往更大比例尺來努力（例如五千分之一），而在未能達成之前，有關本計畫之「繡花」部份，允宜加強。</p>	<p>4、若可獲大比例尺圖資，當遵照辦理。</p>
<p>國立成功大學資源工程系 李主任振誥</p>	
<p>1、本計畫以河川流域水文地質觀點，配合地表河川流域資料，以及收集官方出版資料來建立本資訊系統，其內容甚為詳細豐富有價值。</p>	<p>1、謝謝。</p>
<p>2、建議應再增加水利署出版之地下</p>	<p>2、地下水資源圖資並非本計畫之架</p>

<p>水資源圖資料收集（台南水工所執行），以增加內容。</p>	<p>構內容。</p>
<p>3、本系統應以河川流域水文地質為出發點，而非以河川工程流域工程地質為出發點，故所展示之資料，首先應確定以水資源經營與管理、河川水土治理、供取水觀點區分或基本水文地質資料目標而建置（目標所展示似乎僅在河川治理與防災觀點為主）。</p>	<p>3、本計畫建置之目標為流域相關之工程及規劃應用。</p>
<p>4、河床道與河床周圍附近之透水係數、水力梯度、水理特性與地表水與地下水補排關係應列入本計畫考量，以利治理。</p>	<p>4、謝謝建議。</p>
<p>5、利用碎形理論推估河川卵礫石分佈之碎形維度，於台灣之河川應用，應注意其維度之異向與異質變化傾向，特別於大區域流域地質與小區域河道河床之卵礫石分佈維度，有相當大之不同。同時，利用 2-D 之航空照片來判釋與 3-D 現場分佈其變化值亦有不同，建議如何量化河床質粒徑分佈，為未來思考重點。</p>	<p>5、謝謝，請參閱第五章之說明。</p>
<p>6、P.26，基本料庫內容與貴所資料甚為龐大與複雜，如何量化，請注意。</p>	<p>6、謝謝建議。</p>
<p>臺北科技大學 李教授三畏（書面意見）</p>	
<p>1、資料搜集內涵充實。</p>	<p>1、謝謝。</p>
<p>2、「航照地質判釋」方法及河階地之確認方，請以較簡易方式說明，以利工程師們之運用，如航照判釋地質之作法：(1)航照判釋岩層露頭；(2)現場校核…等。第三章、第四章之文章中之部份原（英）文者，如圖 3.2~3.8、圖 2.16、表 3.1…等請改為中文。</p>	<p>2、相關之原文圖說均已翻譯成中文。</p>
<p>3、「土砂生產量」、「河床質調查」、「航照地質判釋」部份報告內容部份請將實際工作成果列出。</p>	<p>3、航照地質判釋本年度已經全部完成，成果展是於第參章。「土砂生產量」、「河床質調查」於本年度之工作重點為檢討與規劃明年執行方向，請參閱第四章及第五章之說明。</p>

<p>4、擬利用 PSIAC 模式評估集水區泥（土）砂生產量時，請審慎考慮原模式研擬時之地形及降雨型態與台灣之情況，先作一比較評估，再予試用，可能較安全。</p>	<p>4、遵照辦理。</p>
<p>國立中興大學水土保持系 游教授繫結（書面意見）</p>	
<p>1、地質資訊圖層規劃之床質圖層（P.35）如何建立？因河床質來源可能來自不同地層。</p>	<p>1、河床質圖層主要建置採樣調查結果與採樣地點之資訊。</p>
<p>2、地質探查資料圖層建議以鑽心之座標建立岩心剖面地質岩性即可。</p>	<p>2、考量資料庫之執行效率，及分散資料庫建置之原則，鑽探資料本計畫僅建置索引圖層。</p>
<p>3、地球物理探查圖資屬間接性之資料來源，是否有必要建置圖檔，可再斟酌。</p>	<p>3、謝謝建議，本計畫將再加以評估。</p>
<p>4、頭前溪河床航空照片地質判釋之目標能否達成，可能有疑慮，因河床均為床質（砂、石），如何判釋其地質之變化宜再思考此一工作項目之具體目標。</p>	<p>4、判釋精度的確嚴重受到向比例尺之控制，本計畫之工作目標為建立河道之地質判釋分區圖。</p>
<p>5、P.71，以河床質為例，分析地質因子改變對河道之影響，不應忽視工程構造物之干擾。</p>	<p>5、謝謝，請參閱附錄 D。</p>
<p>主席結論</p>	
<p>1、本計畫案期中報告書審查及簡報內容原則認可。</p>	<p>1、謝謝。</p>
<p>2、請交大防災中心對本計畫案下階段之工作項目及內容提出建議。</p>	<p>2、遵照辦理。</p>
<p>3、本次期中簡報各與會人員所提意見，請交大防災中心於期末報告中回應。</p>	<p>3、遵照辦理。</p>

附錄 C

期初報告審查意見及處理狀況

期初報告審查意見及處理狀況

國立臺北科技大學李教授三畏	
1、資訊資料宜以流域為單元編列。	遵照辦理。
2、地質資料應包括“岩性”資料。	各河川流域之基本地質及岩性資料請參閱附錄 F 及附錄 G。
3、地質資料來自不同之來源及不同調查方法獲取的資料，列入資料庫之前宜請加以研析整合或詳細說明，以利運用（工作範圍第(三)、5項）。	列入資料庫時，會加入資料來源及調查方法等說明。
4、地層剖面（柱狀）圖鑽探，地阻震測可能互有不同，如何整合建立資料圖層，請考慮使用者之立場愈簡單愈佳（工作範圍第(三)、5項）。	地質探查之結果通常包括鑽探所得到結果及孔內或地表之地球物理探測結果，不同探測方法所得到之物理參數本來就不同，至於如何整合運用這些結果端視工程問題而定。目前規劃之「地質探查資料圖層」，主要在提供地質探查之結果，以供這方面之資料查詢，不同來源與方法之資料會以「詮釋資料」的方式輔助「實體建置資料」。本計畫另有其他工作項目，進行流域地質特性之探討。
5、航照照片地質判釋方法請敘明（P.9）。	請參閱第三章頭前溪河床航空照片地質判釋之說明。
6、頭前溪流域基本資料庫整體架構圖中之「水土保持」建議改為「土地利用及水土保持」。「水土保持計畫書」改為「水土保持計畫」。	遵照辦理。
7、集水區泥沙生產量推估，請將集水區地質狀況納入考慮。	PSIAC 模式中將影響土壤沖蝕量之集水區特徵因子分為九項，其中三項與地文因子相關，分別為集水區之地表地質、土壤、地形特徵。
8、考慮邀請地質地形背景之學者專家提供顧問性工作，加強地質特性對河道變遷之影響。	本計畫顧問胡賢能先生具備此方面背景。
9、本計畫之地質資訊，應以可應用到河川管理及治理者為優先。	遵照辦理。

<p>10、河階地之研判宜請加以說明，避免誤判，如論河階之區分等。</p>	<p>請參閱第二章流域之地質特性說明。</p>
<p>主辦單位報告(林峰璋先生)：</p>	
<p>1、本委託專業服務案於本（九十三）年五月十一日上午十時完成議價決標，由國立交通大學防災工程研究中心承辦；該中心於五月十九日與本所完成簽約程序，並遵照本契約第六條之規定（決標後十四日內提送工作執行計畫書乙式二十三份，並向本所提出期初簡報），該中心係於五月二十一日提送本案工作執行計畫書，並向本所申辦期初簡報，故該中心業已履行本案契約現階段之相關規定。</p>	<p>謝謝。</p>
<p>2、本所原先向署裏提報本計畫案時係預估三年的工作期限，每年之預算為參佰伍拾萬元，因本署於本（九十三）年一月十四日以經水文字第 09330000240 號函知「…九十三年度行政政策策類新興計畫屬於跨年度執行者，研究期程原則以兩年為限，有特殊需求者，應專案簽准，…」，故本計畫案乃將工作期程縮為兩年，經費亦相對減少。鑒於本計案所需蒐集之資料量甚為龐大，且範圍亦廣，多項工作項目須相當長時間才能獲致成果，故建議本署准許本案延長工作期程並寬列經費。</p>	<p>依據後續討論協商結果辦理本計畫。</p>
<p>3、本計畫案因與資訊系統有關，乃將本計畫之工作執行計畫書會資訊小組並邀請參與本次會議，因資訊小組李小姐不克與會，乃由本人代為宣讀其書面意見，並請交大回應。</p>	<p>遵照辦理。</p>
<p>3.1、地質資訊系統是否有管理者出入系統與資料庫之進出、修改情形的紀錄、紀錄自動備份暨資料庫毀損之回復，資料庫自動備份等機制？</p>	<p>本計畫僅建置地質資訊圖層以供其他流域資訊系統匯入使用，相關之管理與備份功能係取決該系統提供之功能。</p>
<p>3.2、建議正式報告內就不同圖資來</p>	<p>請參閱第六章、五之說明。</p>

<p>源、不同比例尺圖籍之轉換、套疊等技術，亦或系統開發所應用程式語言之系統原始程式碼、主副程式流程等程式設計上提供詳細敘述說明，俾未來本所系統管理者有能力自行增補圖層，及能快速瞭解整個系統，進而作維護擴充、局部修改系統功能等功能。</p>	
<p>3.3、本所去（九十二）年完成「資訊安全政策」，水利署於今（九十三）年二月訂頒「經濟部水利署資訊安全管理規範」，規範中針對「系統發展及維護之安全管理」訂定一些安全管理原則，為符合水利署規定，建請貴校仍就規範要求開發地質資訊系統並補充系統安全管理所需相關資料與建議，惟若系統程式已成型，修改不易情形下，仍建請提供改善方式之建議。</p>	<p>同 3.1 之說明。</p>
<p>3.4、本計畫系統程式與資料作連結溝通時，不可使用管理者帳號（其內定密碼需一併更動），應另建立一帳號，給予適當的權限，且密碼應設定六個字元以上（應混合英文大寫、數字及特殊字元）。</p>	<p>同 3.1 之說明。</p>
<p>3.5、未來地質資訊系統移交，請先將系統（如作業系統、資料庫軟體，亦或地理資訊系統等）所有漏洞修補更新完成，另未來進行不定期作業系統漏洞更新時，請能確保該系統能夠正常運作。</p>	<p>本計畫地質資訊圖層係採用 ArcGIS 8.x 以上之版本建置，計畫圖資成果交付並未包含 ArcGIS 軟體系統。</p>
<p>3.6、建議明年計畫能一併建置地質資訊系統所需軟硬體設備。</p>	<p>建議由主辦單位評估需求。</p>
<p>3.7、建議報告就未來全省主要河川流域基本屬性資料庫系統能整合並網路版化提供建議。</p>	<p>是否具備網路查詢功能係取決於未來計畫完成後將成果納入之系統，本計畫工作主要在於建置各地質資訊圖層。</p>
<p>3.8、地質資訊系統是否有提供現場調</p>	<p>本計畫工作並未包含此部分功能之</p>

查結合 GPS 定位器，利用 PDA 或 Notebook 等輸入介面之功能。	規劃設計。
本所大地課 廖課長培明	
1、本計畫案依合約內容看，第一年並無安排教育訓練，但希望還是能辦一次今年度的成果教育訓練，若交大這邊不便辦理，可由本所來辦。	本計畫將配合辦理，提供所需師資及教材規劃。
2、本計畫所要進行蒐集的資料量甚多，工作項目中亦有多項不易執行的工作，地質模組與資訊系統間之關連性架構能在期中簡報時建立否？	本計畫將蒐集之資料建置成圖層，提供其他工作項目之探討應用，目前未規劃有地質模組項目。
3、河床質調查之調查方法，應不只限於河床載之粒徑分析，應提出較具體而可由統計分析驗證的方式。	請參閱第四章河床質粒徑調查分析方法之說明。
4、本計畫完成之 GIS 系統，應具有網上查詢地質條件（土砂產生量推估、曼寧糙度值、地質構造…等）功能，並應該讓本所的人員具有擴充及維護的能力。	曼寧糙度值、地質構造等資料均建置於本計畫規劃之圖層中，可提供查詢。土砂產生量推估之工作項目目前僅提供探討方法及建議。
5、本計畫中所預計要蒐集的資料，大多未經數化，如何在短時間內完成模組間的聯結？	未經數化之資料，以建置連結（Hot Link）或索引圖層為主。
本所水源課 黃正工程司清和	
1、建議本計畫擬建置之地形、地物的數化檔案，應採用最新的版本以因應快速變遷的社會。	本計畫擬建置之地形、地物的數化檔案係採用內政部最新之圖資。
2、所建置之地形圖檔應標示適宜的等高線。	本計畫建置之圖層包括 1/25,000 地形等高線。
3、有關河川流域地質特性之探討，應將所採用或依據之方法或理論做明確的敘述。	遵照辦理，請參閱第三章流域之地質特性說明。
4、本省許多河川之河床覆蓋層甚大，可否將此等相關的伏流水，大崩坍地滑區、覆蓋層厚度加入數化的圖層內。	大崩坍地滑區資訊建置於水保局崩塌地圖層。相關的伏流水、覆蓋層厚度等目前缺乏相關調查資料，建議研擬另案進行調查研究。
5、本計畫中大小比例尺圖層的套疊、平面高程控制上的誤差如何清除，應妥為規劃。	遵照辦理，請參閱第六章河川流域地質資訊系統規劃、架構之說明。

水利署 蘇科長瑞榮	
1、本案 貴所基於業務管理之需要，規劃委託辦理「全省主要河川流域地質資訊系統建立」計畫，並將建立地質資料庫及查詢資訊系統，對於貴所業務之管理極有助益，允宜加速辦理。	謝謝。
2、為使資料庫及查詢系統建置工作進行順利，謹提下述建議意見以供參考：	謝謝。
2.1、本計畫所建置之各項圖層及屬性與時序性資料，宜訂定一致性之格式標準，以利後續資料之加值應用與資源共享。	由於資料量龐大，本計畫所建置之各項圖層相關資料格式均以蒐集到之既有地質資料為主。
2.2、有關資料之備份，及系統安全維護作業之說明書等，並請一併辦理，並於期末報告一起提出。	本計畫僅建置地質資訊圖層以供其他流域資訊系統匯入使用，相關之管理與備份功能係取決該系統提供之功能。
2.3、有關本系統所數化之各項圖資資料，請參酌國土資訊系統基礎環境基本資料庫，建置相關詮釋資料，以利後續資源之加值與共享。	本計畫以蒐集既有地質資料為主，相關詮釋資料係由原始圖資生產單位所提供。
2.4、本計畫系統之開發，請承商應充分瞭解 貴所之資訊環境現況，俾開發可資配合之資料庫及管理系統。	遵照辦理，本計畫將全力配合水規所之資訊環境現況來建置。
3、另本案主要工作標的在建立全省主要河川流域地質資料庫及其管理查詢系統，是以委員人選部份，建議考量增聘中央地質調查所專家參與。	謝謝，建議由主辦單位研議。
4、本計畫工作執行計畫書有關投影座標系統，將整合於現行之 TWD97 國家基準，當屬正確。惟因 TWD67 座標系統仍為本署暨所屬機關廣泛採行，因此建議系統中亦請備有 TWD67 座標系統，以利資料之流通共享。	請參閱第六章河川流域地質資訊系統規劃、架構之說明。
5、本計畫工作執行計畫書有關「頭前溪基本資料庫」亦係由交通大學團	謝謝，遵照辦理。

<p>隊所規劃，其架構非常完整；因此有關本「全省主要河川流域地質資訊系統建立」之架構，建議亦請交大團隊審慎評估並整體規劃，以為本計畫資料庫建置及管理查詢系統開發之準據。</p>	
<p>6、本計畫工作執行計畫書尚有部分誤植處，建請修正：</p>	<p>遵照辦理，期中報告中將一一修正文字誤植之處。</p>
<p>6.1、第 10 頁第 17 行：基本資料庫圖「曾」，建請修正為基本資料庫圖「層」。</p>	<p>同 6 之說明。</p>
<p>6.2、第 14 頁第 6 行：經濟部水利「處」，建請修正為經濟部水利「署」。</p>	<p>同 6 之說明。</p>
<p>6.3、第 16 頁表 3.1 單位中：水利署土地管理「課」，建請修正為水利署土地管理「組」。</p>	<p>工作執行計畫書之表 3.1 及 3.2 僅為初步調查資料，後續報告中已經將其刪除。</p>
<p>6.4、第 16 頁表 3.2：資料已老舊、人員亦已更動，建請更新。</p>	<p>同 6.3 之說明。</p>
<p>本所河川課 洪副工程司信彰</p>	
<p>1、本案應儘早確定資料庫基本圖層及詮釋資料內容，並送承辦課室審查，以利後續工作推動。</p>	<p>遵照辦理，本計畫與主辦單位均保持密切聯繫。</p>
<p>2、本案進行集水區土砂產生量推估時，土壤特性為其重要考量因素之一，請委託單位將土壤圖納入本計畫基本圖層，以利後續研究時參考。</p>	<p>遵照辦理，本計畫將建置林務局之土壤圖資。</p>
<p>3、河川流域內重要工程均需調查煤礦坑、煤渣堆及礦口位置，請委辦單位將此納入計畫內，以為後續重大工程先期調查之初步資料（若無應將本所已完成調查部分納入）。</p>	<p>遵照辦理，本計畫將商請主辦單位提供貴所已完成支煤礦坑調查成果。</p>
<p>4、本計畫工作執行計畫書中相關圖表甚多為舊資料，請修訂。</p>	<p>遵照辦理。</p>
<p>5、流域整體規劃河川集水區數值地形資訊系統建立中，有關渠流糙度係數（nc）及漫地流糙度係數（no）並無法推求出，本計畫可否利用其他方</p>	<p>本計畫目前擬從地質統計之觀點探討增加河道曼寧糙度質選用之可信度。</p>

法進行快速便捷方式推估，增加上述所建立方式推估之洪流演算可信度。	
6、分析地質因子改變對河道之影響時，請針對試驗區（頭前河流域）不同地質特性河段研判其地質特性及發生原因並利用 GSTARS2.1 進行實際模擬研判提出說明。	遵照辦理，模擬說明將於期末報告中提出。
國立中央大學 田教授永銘	
1、本計畫案中所建置之圖層，是否考慮將五千分之一或壹萬分之一的相片基本圖資料納入。	本計畫已經完整蒐集五千分之一或壹萬分之一的相片基本圖資料，唯其掃描圖資容量龐大，是否建置必須進一步與主辦單位協商。
水利署 陳正工程司耀彬	
1、第二年蒐集 16 條主要河川既有地質資料中，建請將“林邊溪”（縣管河川）改為“礮溪”，全省主要河川圖亦請配合修訂。	遵照辦理，全省主要河川圖已修訂完成。
2、水利署第七河川局“93~94 年”辦理“高屏河流域航拍計畫”；水利署土地組“92~95 年”辦理“各河川流域海岸土地利用現況資料庫建置計畫”以上兩計畫成果資料應可提供本計畫參考。	第二年度之工作範圍包括高屏溪，高屏河流域航拍計畫成果將可提供豐富之最新圖資。
3、本計畫擬定之工作內容，比預期者多出很多，如無法於二年內完成，需延長計畫期程時，請水規所評估後報署核處。	依據主辦單位後續討論協商結果辦理本計畫。
4、表 3.1 及 3.2，資料建請採最新資料（包括人員、資料名稱等）。	工作執行計畫書之表 3.1 及 3.2 僅為初步調查資料，後續報告中已經將其刪除。
國立中興大學 林教授炳森	
1、河床質如何取代表性樣品作為驗證，應說明。	詳細說明請參閱第四章河床質粒徑調查及分析方法。
2、土石流潛勢溪流圖，除水保局資料外，尚有國家防災中心資料可參考；另外水保局在潛勢溪流圖建置時，有考慮保全對象，應加以區分。	本計畫蒐集之土石流潛勢溪流調查資料為水保局所提供，國家防災中心之資料本計畫也將調查其是否可提供應用。
3、集水區土砂量估計係採用 USLE	LIDAR 遙測成果目前涵蓋區域及測

與 PSIAC 兩種方式，除利用 LIDAR 成果驗證外，最後應再以實例加以檢核。	量次數均相當少，本計畫目前著重於方法之研擬建議。集水區土砂量估計實例之檢核，將依頭前溪流域之實測資料狀況進行。
4、地質資料庫可參考地調所、能資所、水利署、水保局資料外，若尚有缺少部份，應有補救方法。	針對資料缺乏之重要河段，建議應逐年進行補充調查。
5、利用航照判釋時，應說明不同精度之用途。	遵照辦理，請參閱第三章頭前溪河床航空照片地質判釋之說明。
6、在利用攝影方法，配合碎形理論，量測河床質時，可能會受到深度限制之問題。	深度方面主要仍以現地調查成果為主。
本所灌排課 劉副工程司振隆	
1、本計畫主要河川流域內有無包括排水位置，若無，本課將提供相關數值排水圖檔，可加值至底圖展示，以利排水規劃過程、套繪地質資料使用。	謝謝，
2、利用航照判釋河道曼寧 n 值，是否可適用其技術判釋流域內地表糙度，可供二維淹水模式參數使用。	將商請主辦單位提出資料需求。
本所大地課 徐正工程司世定	
1、P.2 (一)，是否應該定義河川流域的調查、建置範圍。	河川流域之範圍以水利署定義為主。
2、P.3(三)3. “敏感地質圖層” 是否應該定義。	請參閱第六章之河川流域地質資訊系統圖層規劃。
3、河床質粒徑調查及分析方法，應該有下列重點：	請參閱下列之回覆。
3.1、要取得什麼資料？目的作什麼？	河床質粒徑分佈特性。提供作為水文水理模擬演算之地文資料。
3.2、河寬有多寬？多少數量才足夠？	本計畫將綜合考量河道在縱斷面、橫斷面及深度方面之變化後提出建議。詳細請參閱第四章之說明。
3.3、需要挖多深、多寬？表面是否需要調查？要如何調查？	同 3.2 之說明。
3.4、經費是否足夠？調查時間是否足夠？	經費時間將於完成調查及分析方法後作出概略評估與建議。

3.5、多大粒徑才須要調查記錄？	大粒徑之巨石一般多出現於上游河道，其河道特性並非由此因素主導。其他河段一般記錄完整之粒徑分佈特性，若有零星出現之巨石，應以額外方式加以註記，因此巨石並不代表河道之一般特性。
3.6、多久須要調查一次？一次洪水過後嗎？	足以改變河道型態之洪水過後，藉由現地勘查或航照之方式，檢討重新調查之河段。
3.7、感潮段要如何調查？流水段要如何調查？	縱斷面及橫斷面上河床質採樣位置之考量將於期末報告中提出說明。
3.8、上游河段粒徑粗大，要如何調查？分析？	同 3.5 之說明。
本所大地課 顏工程員鈺靜	
1、資料建置以「流域」為單位，影響河川型態改變之地質因子之影響範圍如何訂定。	每個流域均具備其唯一之地質特性，影響範圍則取決其岩性、岩層分佈及地質構造之影響。詳細之說明請參閱第三章。
2、河床載特性影響河道平衡與否之主要因素，請問以何種方式且如何分析研判。	河道平衡與否必須做長期之變動觀察，簡略之判斷可依照其河道上河床載沖淤之狀況來判斷。詳細之說明請參閱第四章。
3、如何檢討河床曼寧係數之評估方式。	此部分工作為第二年度執行，本年度工作中僅提出可行之檢討方向。
4、對於以航空照片作為地質判釋，請問精度定為多少為可容許範圍，若精度不足之處擬以何種方式取代航空照片判釋地質屬性。	航空照片應用於地質上之判釋精度取決於航空照片拍攝之比例尺，頭前溪河床航照判釋中說明可判釋之最小尺寸。精度不足處必須至現地做地質查核。
主席結論	
1、各與會人員所提意見，請交大彙整並據以修訂工作執行計畫書內容，做為本計畫執行之依據。	1、遵照辦理。
2、本計畫工作執行計畫書審查暨期初簡報原則認可。	2、謝謝。

附錄 D

以河床質為例，分析地質因子改變對河道之影響

以河床質為例，分析地質因子改變對河道之影響

一、概說

地質因子的改變將對河道產生怎樣的影響，必須要有一適合的工具來加以評估描述，可以嘗試利用 GSTARS 2.1 (Generalized Stream Tube model for Alluvial River Simulation version 2.1) 為工具，以探討不同輸砂公式及床質粒徑的不確定性對河床沖淤變化的影響，本計畫以頭前溪竹林大橋至河口段為對象，利用 GSTARS2.1 模式進行沖淤模擬。以下就 GSTARS2.1 模式理論作一簡單敘述。

二、GSTARS 簡介

GSTARS 模式最早版本是由美國聯邦政府內政部墾務局之資深之工程師 Molinas 及 Yang (1986)所發展。其除了具備一般一維沖淤河川計算模式之功能；同時具備了擬似二維水流及擬似三維河床變形之功能。此模式技巧的利用流管觀念(stream tube concept)與基本的一維迴水演算模式，使其能以較少、較基本的輸入資料，即可進行較複雜的工程問題探討。其模式理論特色包括：

- 1.流線與流管：流線與流管概念的應用為 GSTARS 模式發展之特色之一。流體質點不可能穿透流管邊界(即流線)，因此沿著每一流管，其流量是不變的；且其流速與流管面積成反比。
- 2.迴水演算：對一擬似定量流而言，流量歷線可以由一連串定常流量變化歷線組成來表示。在每一段定常流量裡，即以定量流方程式進行迴水演算。GSTARS 模式係以標準步推法(standard-step method)求解能量方程式。為解決不同流況間之轉換，如超臨界流轉換至亞臨界流流況，即水躍發生之情況，則以動量方程式來替代能量方程式。
- 3.輸砂演算：GSTARS 模式中提供應用的輸砂量公式共有 13 個，其中並包括 3 個凝聚性泥砂之輸砂公式。(Molinas and Yang, 1986)

三、頭前溪模擬演算河段之相關資料

所需之基本資料係參考頭前溪歷年河川治理相關計畫報告，利用迴水演算計算各斷面水理因子，再以泥砂連續方程式求算底床之變化。本研究模擬範圍由竹林大橋經經國大橋到河口段，全長約 19.7 公里，共有 45 個斷面。本研究探討納莉颱風下之河床沖淤，模式之輸入資料如下所述。

1. 斷面幾何資料：因民國 92 年之斷面測量資料不足，河川斷面係利用前台灣省第二河川局於民國 82 年 8 月至 84 年 6 月（以下稱為 83 年斷面資料）辦理之頭前溪本流之斷面，斷面位置與民國 65 年辦理頭前溪治理規劃時施測之斷面位置相同。
2. 曼寧 n 值：曼寧 n 值之選取上，根據民國 90 年「頭前溪高灘地利用規劃—期末報告書」中所述，斷面 1 至 16 之曼寧 n 值為 0.035；斷面 17 至 45 之曼寧 n 值為 0.038。
3. 邊界條件：根據民國 90 年「納莉颱風水文分析專題報告」，納莉颱風在竹林大橋之實測水位觀測資料，再以 SOBAK 模式模擬推求得上游流量歷線，下游之水位則由潮位資料給定。
4. 底床粒徑資料：底床粒徑資料參考採用頭前溪於竹林大橋至河口之河道粒徑組成，參考經濟部水利署第二河川局在民國 93 年「頭前溪河川區域勘測報告(河口至頭前溪橋)」之河床質採樣資料，列於表 D. 1。
5. 輸砂公式之選取：選取輸砂公式方面，參照表 D. 2 之輸砂公式之粒徑適用範圍，採用 Laursen's Formula(1958)、Engelund and Hansen's Method (1972) 和 Yang's Sand (1973) and Gravel (1984) Transport Formulas 等三個公式模擬納莉颱風後之底床變化，假設上游邊界之入砂量為零，其結果如圖 D. 1 所示。表 D. 3 為三個輸砂公式模擬後之底床高程與 83 年斷面高程之結果比較，負值表示為模擬後之底床高程比原底床低，反之則為淤積。由值可知其差異度並不大，但因 Laursen's Formula(1958)公式在上游處之震盪太大，Yang's (1973)公式模擬後底床變動幅度較小，故選取

Engelund and Hansen's Method (1972)公式作為後續模擬之輸砂公式。

6. 流管數之選取：流管數為 1 時，表示將河川斷面視為一整體；而流管數為 3 時，表示分成深槽與左右兩高灘地，可考慮其各自的水理、輸砂特性。如圖 D. 2 所示，納莉颱風在頭前溪下游河段之模擬，流管數 1 之底床沖淤變化與流管數 3 之底床沖淤變化比較而言，其底床變化幅度有限，故選取流管數 3 作為後續模擬之選取。

四、模擬結果討論

底床粒徑可能存在人為取樣誤差或資料沿用錯誤之狀況，為探討其對河床沖淤之影響，共模擬四種不同之誤差狀況來進行討論，其結果如圖 D. 3 所示：

1. 將底床代表粒徑尺寸各增減 30%以模擬取樣結果有部分誤差之狀況。由圖 D. 3 可知，底床粒徑各增減 30%後與原模擬出之底床相較之下去時可以觀察出差異性，但整體變化趨勢相差不多，大體上仍是遵守粒徑變大後底床比粒徑變小者較難以沖淤之原則。
2. 將各斷面之河床質粒徑分佈資料一律採用調查資料中最接近典型土砂質河床之取樣編號 1，以模擬缺乏調查資料時不當套用其他斷面調查資料之極端狀況。模擬結果顯示在各斷面處之沖刷狀況均極為嚴重，於河床坡降大的地方尤其明顯，符合經驗上的推論狀況。
3. 各斷面皆採用典型礫石質河床之取樣編號 8 以模擬另一種極端狀況。模擬結果顯示在各斷面處幾乎都沒有發生沖刷或淤積狀況，顯示床質只有少量被洪水運移。

表 D.1 頭前溪河床質顆料分析重量百分比調查表

取樣編號	D50 (mm)	12"	8"	6"	3"	1 1/2"	3/4"	3/8"	#4.	#8	#16	#30	#50	#100	#200	砂石比		取樣點 鄰近橋樑
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	砂	
1	0.32	-	0.94	1.12	0.47	1.12	1.12	0.15	0.00	8.13	8.60	18.49	25.33	34.01	0.52	95.08	4.92	
2	42.24	-	2.56	5.83	8.17	4.93	5.83	1.80	0.00	6.70	8.14	14.44	17.69	26.81	0.38	74.13	25.87	舊港大橋
3	67.57	-	20.45	12.58	0.92	12.30	1.97	0.17	0.00	5.44	5.41	9.65	12.24	18.62	0.25	51.61	43.39	
4	95.58	-	27.30	15.37	9.77	10.07	3.57	0.20	0.07	3.57	3.64	6.40	7.96	11.97	0.11	33.65	66.35	
5	113.6	-	24.37	16.77	18.23	10.37	5.03	0.20	0.03	2.69	2.69	4.82	5.87	8.86	0.08	25.00	75.00	溪洲大橋
6	151.4	-	28.00	22.47	19.03	7.57	3.67	0.40	0.10	3.99	2.07	3.41	4.29	4.95	0.04	18.76	81.24	頭前溪橋
7	149.8	-	22.13	21.37	18.10	6.63	3.17	0.27	0.10	3.28	5.17	7.12	6.64	5.92	0.11	28.23	71.77	
8	144.1	-	26.33	21.40	21.20	24.50	3.90	0.63	0.70	0.24	0.18	0.28	0.34	0.29	0.00	1.34	98.66	
9	137.8	-	24.50	20.83	3.37	8.73	4.23	0.73	0.07	6.26	5.65	6.08	10.91	8.55	0.08	27.54	62.46	
10	134.1	-	26.53	18.20	21.97	8.57	4.13	0.43	0.10	2.91	3.50	3.27	5.77	4.57	0.05	20.07	79.93	經國大橋
11	138.4	-	28.10	18.23	19.87	8.57	4.20	0.50	0.07	3.50	3.56	2.80	5.83	4.72	0.04	20.46	79.54	
12	141.5	-	25.20	21.60	20.43	8.60	4.33	0.40	0.03	3.31	3.70	3.33	5.69	3.34	0.04	19.41	80.59	
13	139.3	-	25.07	20.70	21.40	5.67	4.23	0.40	0.10	3.99	4.50	3.57	6.56	3.77	0.04	22.43	77.57	
14	129.5	-	23.47	19.27	21.87	9.50	4.50	0.33	0.10	4.19	4.14	3.67	5.85	3.09	0.03	20.96	79.04	中正大橋
15	129.6	-	23.70	19.80	22.10	9.40	4.50	0.40	0.10	4.26	3.71	3.71	5.13	3.15	0.04	20.00	80.00	新中正大橋
16	152.1	-	28.03	23.27	18.03	7.10	3.53	0.47	0.10	4.24	3.69	4.18	4.62	2.70	0.04	19.47	80.53	
17	133.5	-	24.20	20.30	22.33	9.63	5.03	0.70	0.10	3.92	3.91	4.21	3.25	2.32	0.03	17.64	82.36	
18	141.5	-	24.77	22.20	21.87	9.00	4.47	0.73	0.07	4.43	4.06	3.75	2.67	1.96	0.02	16.89	83.11	
19	149.1	-	28.10	21.20	18.90	7.80	5.85	0.40	0.10	4.82	4.53	3.79	2.96	1.55	0.01	17.65	82.35	竹林大橋
20	146.2	-	26.53	21.90	20.63	8.63	4.20	0.53	0.10	4.55	4.51	3.27	3.03	2.11	0.02	17.48	82.52	
21	138.3	-	24.53	21.30	23.00	7.43	2.83	0.27	0.07	5.48	6.13	3.56	3.07	2.31	0.02	20.57	79.43	
22	134.0	-	24.37	20.27	22.87	8.13	3.33	0.30	0.03	5.58	6.72	3.28	3.26	1.83	0.02	20.70	79.30	
23	128.4	-	25.43	17.50	23.00	10.17	5.00	0.73	0.10	4.93	5.88	2.91	3.04	1.28	0.02	18.07	81.93	
24	137.0	-	25.05	10.30	23.35	9.15	4.45	0.55	0.10	7.35	8.70	4.41	4.57	2.00	0.01	27.05	72.95	油羅溪橋
25	139.3	-	25.60	20.85	21.25	7.20	3.45	0.30	0.10	5.36	6.57	3.92	2.88	2.50	0.01	21.25	78.75	
26	124.6	-	22.83	19.00	22.63	8.87	3.63	0.23	0.07	6.46	7.31	4.07	2.52	2.38	0.01	22.74	77.26	
27	134.6	-	25.00	20.10	21.70	8.90	4.20	0.40	0.00	4.53	5.75	4.69	3.55	1.17	0.00	19.70	80.30	
28	127.7	-	23.47	19.33	22.60	9.13	3.73	0.20	0.00	4.89	5.92	5.90	3.66	1.18	0.00	21.54	78.46	竹東大橋
29	135.0	-	23.63	20.17	17.83	8.13	5.30	0.33	0.77	5.48	7.01	7.35	2.66	1.34	0.00	23.84	76.16	
30	13.45	9.13	2.97	9.90	9.13	13.50	12.03	11.70	8.83	7.66	10.34	6.74	5.35	1.78	0.01	31.87	68.13	

註：D50表示通過百分比為50粒徑

資料來源：「頭前溪高灘地利用規劃報告」，前經濟部水利處第二河川局，民國90年8月。

表 D. 2 GSTARS 模式中輸砂公式適用之粒徑範圍表

輸砂公式	適用粒徑或其他因素之情形
(1) Meyer-peter and Muller's Formula (1948)	可用於沉澱粒徑大於 10mm 的情況
(2) Laursen's Formula (1958)	適用於沉澱粒徑大於 0.0625mm 時
(3) Toffaleti's Method (1969)	適用於沉澱粒徑大於 0.0625mm 時
(4) Engelund and Hansen's Method (1972)	適用於沉澱粒徑大於 0.0625mm 時
(5) Ackers and White's Method (1973)	適用於沉澱粒徑大於 0.04 mm 以及水流福祿數小於 0.8 時
(6) Ackers and White's Method (1990)	針對前述第 5 項公式其對於粒徑小於 0.2 mm 的沉澱之運移速率有過度預測時使用
(7) Yang's Sand (1973) and Gravel (1984) Transport Formulas	對於泥砂而言，沉澱粒徑必須小於 2mm；對於礫石而言，適用於平均粒徑小於 10mm
(8) Yang's Sand (1979) and Gravel (1984) Transport Formulas	適用於泥砂之含砂濃度超過 100ppm(重量)時
(9) Parker's Method(1990)	可用於沉澱粒徑大於 10mm 的情況
(10) Yang's Modified Formula for Sand Transport with High Concentration of Wash Load (1996)	適用於高沖洗載情況下之泥砂輸移計算

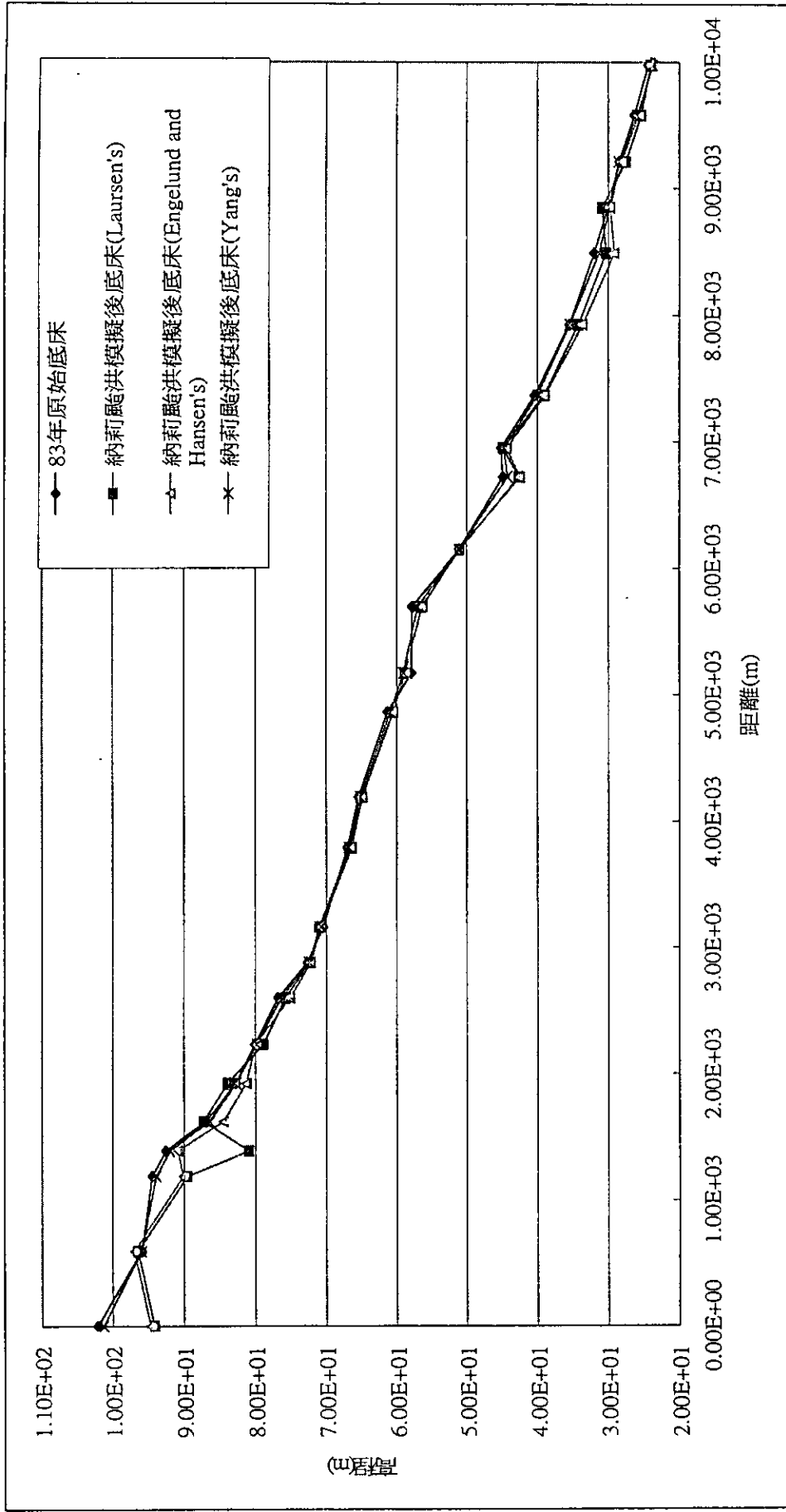


圖 D.1 納莉颱風歷線之底床高程(竹林大橋至距竹林大橋 10Km 處)

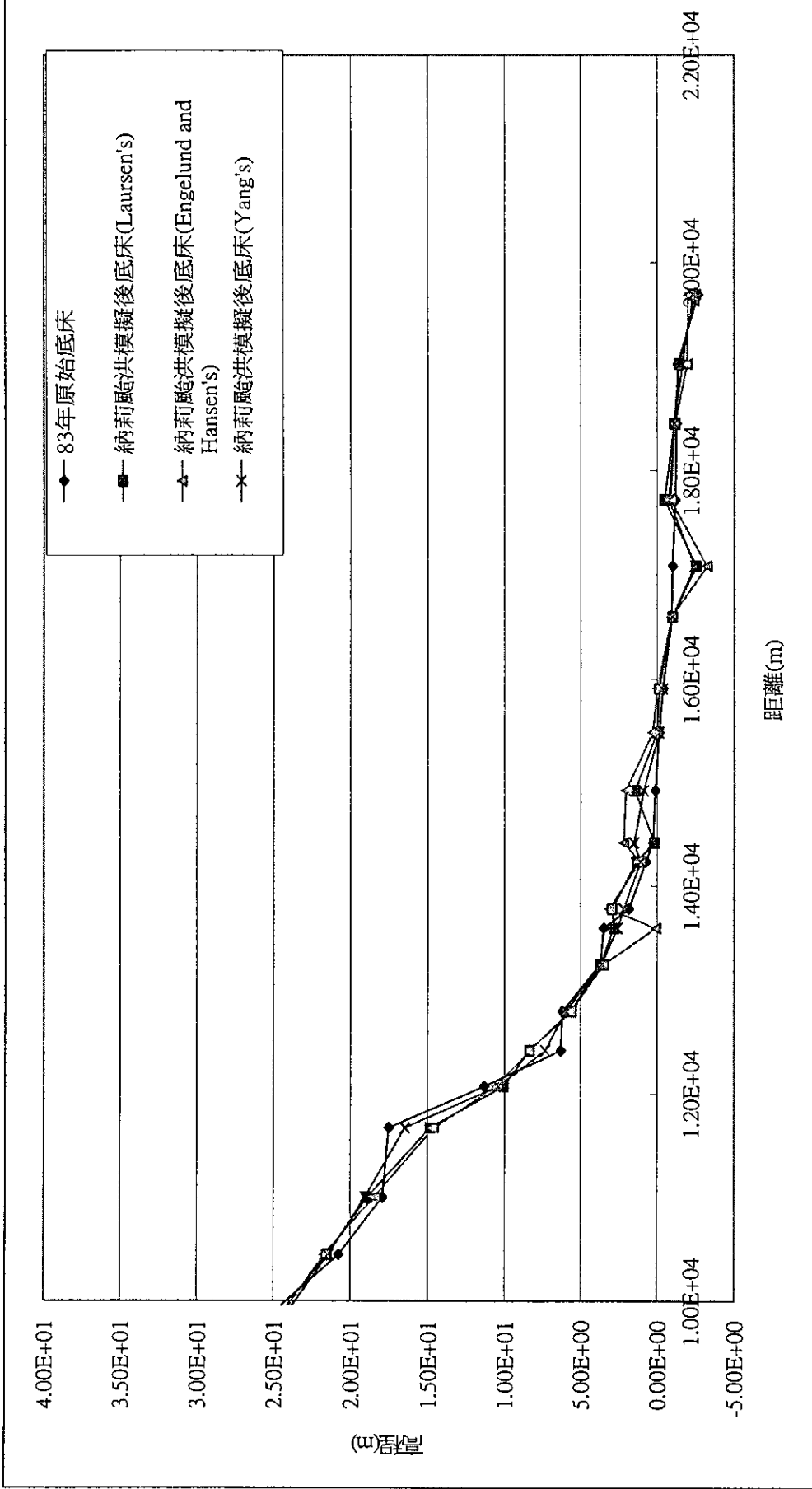


圖 D.1 (續) 納莉颱風歷線之底床高程((距竹林大橋 10Km 處至河口))

表 D.3 各輸砂公式模擬後之底床高程

累距(m)	原始底床(m)	模擬後底床(m)			模擬後底床變化(m)		
		Laursen	Engelund&Han	Yang	Laursen	Engelund&Han	Yang
19691.00	102.16	94.18	94.70	101.32	-7.98	-7.46	-0.84
19100.90	95.90	96.45	96.96	95.92	0.54	1.06	0.02
18500.90	94.46	89.56	90.13	93.91	-4.90	-4.33	-0.56
18301.90	92.58	80.91	90.86	92.01	-11.67	-1.72	-0.57
18068.90	86.93	87.26	84.49	86.41	0.33	-2.44	-0.53
17769.90	82.74	83.90	81.28	82.71	1.16	-1.47	-0.03
17461.90	80.05	78.90	80.01	79.81	-1.16	-0.05	-0.25
17091.80	76.84	75.75	75.12	76.37	-1.09	-1.72	-0.47
16812.80	72.65	72.41	72.19	72.47	-0.24	-0.46	-0.18
16529.80	70.45	71.00	70.74	70.71	0.55	0.29	0.25
15898.80	67.04	66.69	66.41	66.89	-0.35	-0.63	-0.16
15498.80	65.47	65.00	64.90	65.25	-0.47	-0.58	-0.22
14827.70	61.35	60.54	60.50	60.94	-0.82	-0.86	-0.42
14516.70	57.95	58.87	58.94	59.11	0.92	0.98	1.16
13991.70	57.87	56.50	56.39	57.08	-1.37	-1.49	-0.80
13539.70	51.10	51.03	51.12	51.11	-0.08	0.02	0.00
12967.60	44.92	42.65	42.45	44.24	-2.27	-2.47	-0.68
12742.60	45.19	44.88	44.38	44.78	-0.31	-0.81	-0.42
12323.60	40.43	39.11	38.97	40.05	-1.33	-1.46	-0.38
11765.60	35.48	34.23	33.62	35.44	-1.25	-1.86	-0.04
11202.50	32.00	30.33	29.13	31.30	-1.67	-2.87	-0.71
10841.50	30.05	30.86	29.73	29.82	0.81	-0.33	-0.23
10478.50	28.45	27.53	28.19	28.54	-0.92	-0.26	0.09
10110.50	26.30	25.33	25.66	25.89	-0.97	-0.64	-0.41
9717.47	24.36	24.02	23.95	23.70	-0.34	-0.41	-0.67
9246.45	20.77	21.53	21.74	21.44	0.76	0.97	0.67
8692.42	17.93	18.91	18.49	19.06	0.98	0.55	1.13
8020.39	17.53	14.85	14.61	16.48	-2.68	-2.93	-1.05
7616.37	11.33	10.07	10.55	10.43	-1.26	-0.78	-0.90
7272.35	6.33	8.38	8.36	7.35	2.05	2.03	1.02
6897.34	6.22	5.65	5.60	5.98	-0.57	-0.62	-0.24
6448.31	3.71	3.72	3.51	3.62	0.01	-0.20	-0.09
6099.30	3.49	2.82	0.09	2.60	-0.67	-3.40	-0.89
5913.29	1.85	2.93	3.11	2.18	1.08	1.26	0.33
5453.27	0.73	1.34	1.15	1.09	0.61	0.42	0.36
5270.26	0.28	0.18	2.19	1.51	-0.10	1.91	1.23
4762.23	0.12	1.44	2.05	0.87	1.32	1.93	0.75
4200.20	-0.14	0.01	0.27	-0.13	0.15	0.41	0.01
3782.18	-0.38	-0.14	0.00	-0.37	0.24	0.38	0.01
3090.15	-0.95	-0.98	-0.94	-0.98	-0.03	0.01	-0.03
2603.13	-1.00	-2.55	-3.25	-2.43	-1.55	-2.25	-1.43
1968.10	-1.18	-0.48	-0.88	-0.77	0.70	0.30	0.41
1245.06	-1.25	-1.10	-1.16	-1.13	0.15	0.09	0.12
674.03	-1.33	-1.43	-1.95	-1.63	-0.10	-0.62	-0.30
0.00	-2.65	-2.49	-2.01	-2.33	0.16	0.64	0.32

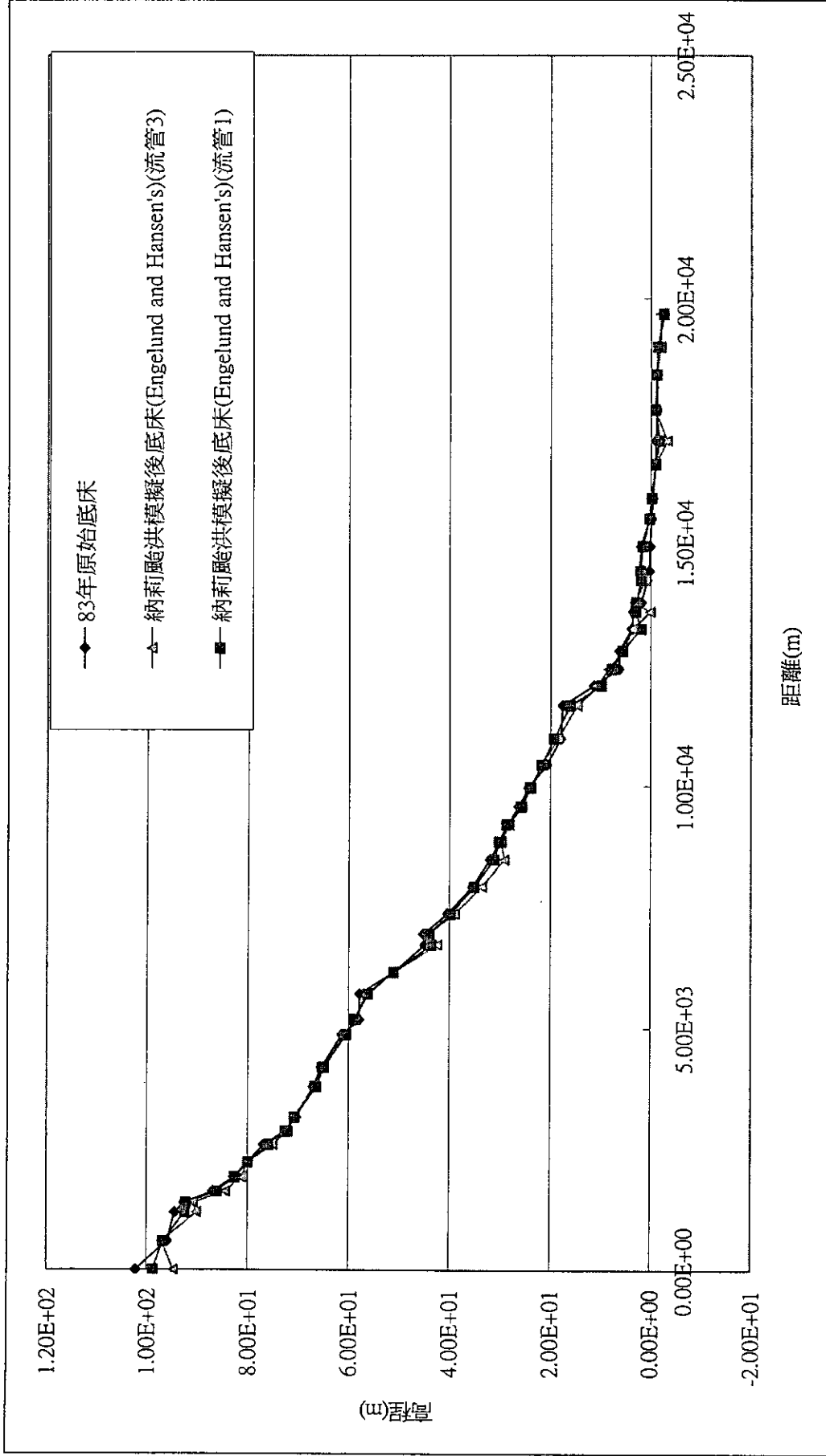


圖 D.2 納莉颱風歷線之底床高程

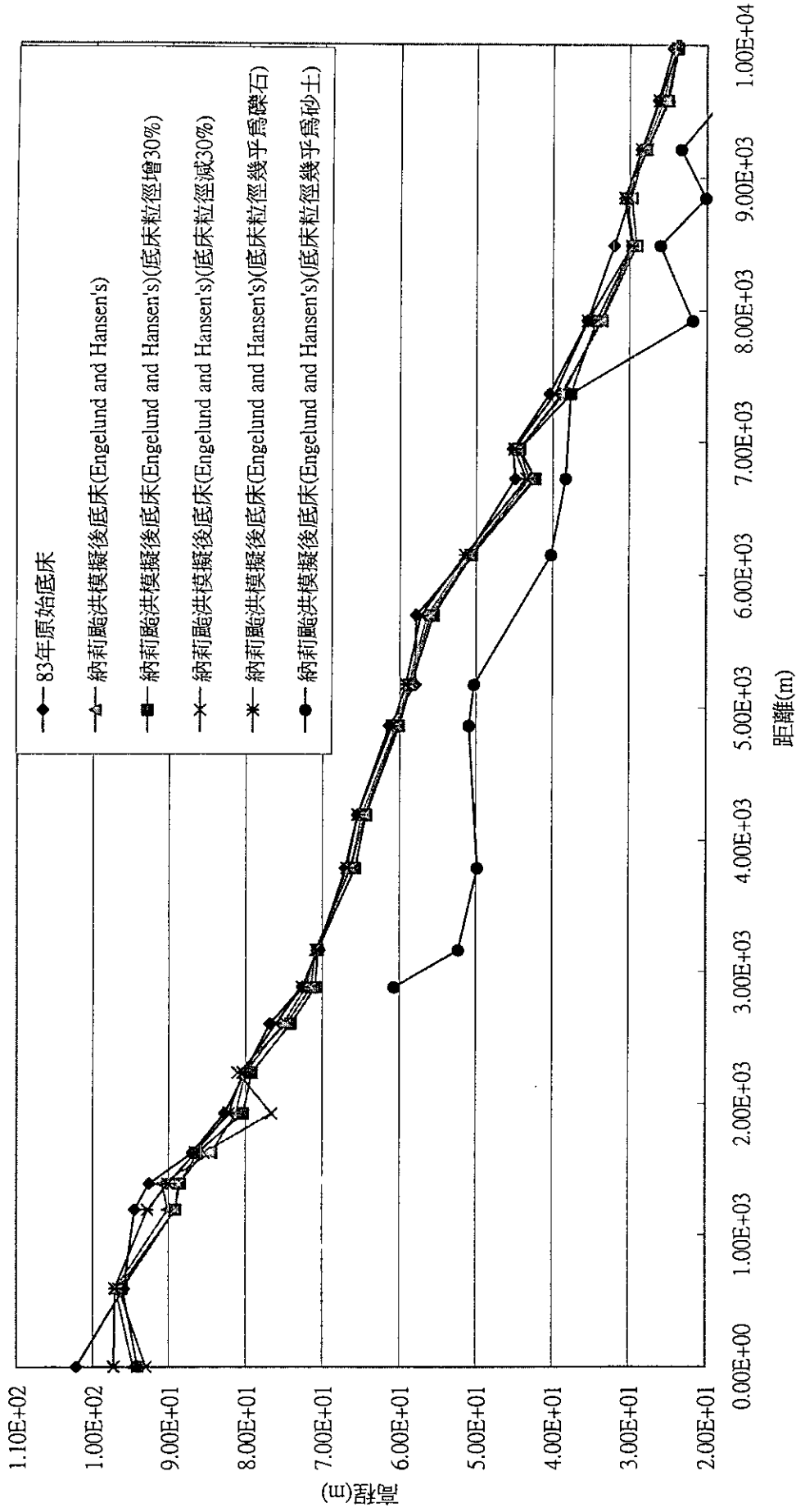


圖 D.3 納莉颱風歷線之底床變化(竹林大橋至距竹林大橋 10Km 處)

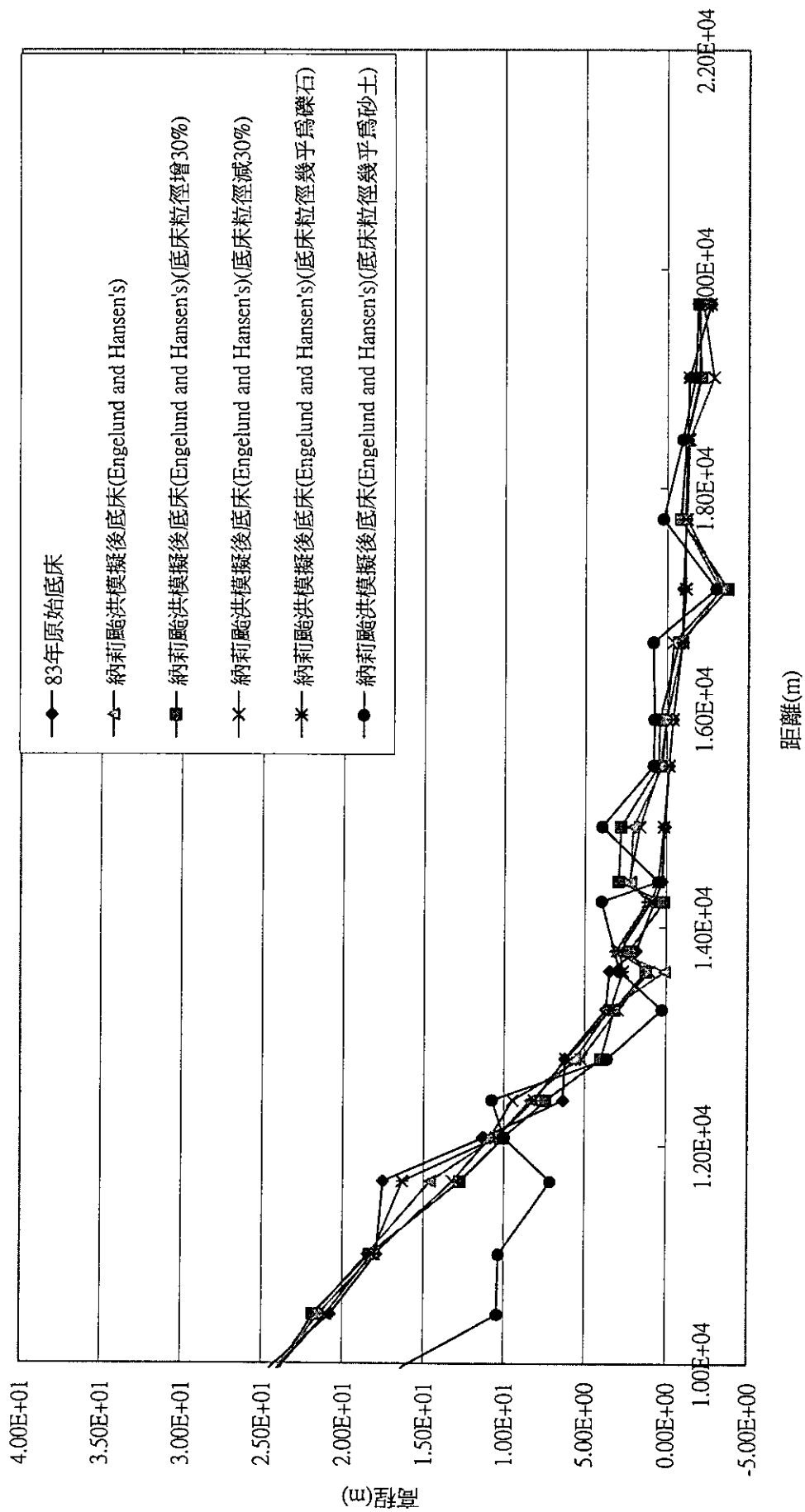


圖 D.3(續) 納莉颱風歷線之底床變化(距竹林大橋 10Km 處至河口)

附錄 E

頭前溪流域資料說明書

頭前溪流域資料說明書

編號	名稱	編號	名稱
1. 基本圖籍		2.3	竹東
1.1	台灣地圖	2.4	苗栗
1.2	新竹鄉鎮	2.5	五十萬分之一數值地質圖
1.3	地質圖	3. 數值地形圖	
1.4	流域範圍圖	編號	名稱
1.5	道路	3.1	9522_1_SE
1.6	縣道	3.2	9622_1_SW
1.7	鐵路	3.3	9622_2_NW
1.8	省道	3.4	9622_3_NE
1.9	高速公路	3.5	9622_3_NW
1.10	河流	3.6	9622_3_SE
1.11	地質構造線	3.7	9622_3_SW
1.12	活斷層	3.8	9622_4_SE
1.13	山名	3.9	9622_4_SW
1.14	建築設施	4. 環境地質圖	
1.15	相片基本圖框	4.1	9622_4
1.16	1/25,000 數值地形索引圖	5. 區域調查圖資	
2. 數值地質圖		5.1	交通大學璞玉計畫岩盤地質圖
2.1	中壢	6. 參考資料圖層	
2.2	新竹	6.1	璞玉計畫震測資料

編號	名稱	編號	名稱
6.2	參考文獻	8.4	全省崩塌地
6.3	現有跨河構造物	9. 數值等高線圖	
6.4	現有取水設施與排水閘門	9.1	9522_1_SE
6.5	現有防洪構造物	9.2	9622_1_SW
6.6	堤防	9.3	9622_2_NW
6.7	水工構造物	9.4	9622_3_NE
6.8	灌溉渠道	9.5	9622_3_NW
6.9	排水系統	9.6	9622_3_SE
6.10	排水渠道	9.7	9622_3_SW
6.11	雨量站	9.8	9622_4_SE
6.12	新竹區域雨量站	9.9	9622_4_SW
6.13	水位流量站	10. 河床質圖層	
6.14	水庫資料	10.1	頭前溪河道斷面樁
7. 航照判釋		10.2	橫斷面圖
7.1	立體對判釋	10.3	河床質取樣及粒徑分布
7.2	正射影像判釋	10.4	平均河床高比較
8. 土石流區		11. Geo2002	
8.1	92年1420土石流	11.1	Geo2002
8.2	92年全國影響範圍		
8.3	全省土石流		

1、基本圖籍

主題圖名	1.1 台灣地圖
資料描述	台灣地圖
資料管理單位	內政部
比例尺	二萬五千分之一
座標系統	TM 二度分帶
資料涵蓋範圍	台灣地區與離島
圖檔格式	ArcView Shape File
圖檔型態	面圖層
檔案名稱	Taiwan.SHP
重要欄位	欄位中文
AREA	面積
PNAME	縣市名稱

主題圖名	1.2 新竹鄉鎮
資料描述	新竹鄉鎮
資料管理單位	內政部
比例尺	二萬五千分之一
座標系統	TM 二度分帶
資料涵蓋範圍	新竹縣市
圖檔格式	ArcView Shape File
圖檔型態	面圖層
檔案名稱	
重要欄位	欄位中文
CNAME	縣市名稱
TNAME	鄉鎮名稱

主題圖名	1.3 地質圖
資料描述	地質圖
資料管理單位	經濟部中央地質調查所
比例尺	五萬分之一
座標系統	TM 二度分帶
資料涵蓋範圍	頭前溪流域
圖檔格式	ArcView Shape File
圖檔型態	面圖層
檔案名稱	地質圖.SHP
重要欄位	欄位中文
CNAME	中文地質名稱
ENAME	英文地質名稱
CDESC	中文岩石種類
EDESC	英文岩石種類

主題圖名	1.4 流域範圍圖
資料描述	頭前溪流域範圍
資料管理單位	內政部
比例尺	二萬五千分之一
座標系統	TM 二度分帶
資料涵蓋範圍	頭前河流域
圖檔格式	ArcView Shape File
圖檔型態	面圖層
檔案名稱	流域範圍圖.SHP
重要欄位	欄位中文
NAME	河流名稱

主題圖名	1.5 道路
資料描述	頭前溪流域道路資料
資料管理單位	內政部
比例尺	二萬五千分之一
座標系統	TM 二度分帶
資料涵蓋範圍	頭前溪流域
圖檔格式	ArcView Shape File
圖檔型態	線圖層
檔案名稱	其他道路.SHP
重要欄位	欄位中文
CLASS	道路類別
NAME	道路名稱
LENGTH	道路長度

主題圖名	1.6 縣道
資料描述	全省縣道資料
資料管理單位	內政部
比例尺	二萬五千分之一
座標系統	TM 二度分帶
資料涵蓋範圍	全省
圖檔格式	ArcView Shape File
圖檔型態	線圖層
檔案名稱	縣道.SHP
重要欄位	欄位中文
NO	縣道編號
NAME	道路名稱
LENGTH	縣道長度

主題圖名	1.7 鐵路
資料描述	全省鐵路資料
資料管理單位	內政部
比例尺	二萬五千分之一
座標系統	TM 二度分帶
資料涵蓋範圍	全省
圖檔格式	ArcView Shape File
圖檔型態	線圖層
檔案名稱	Rail.SHP
重要欄位	欄位中文
NAME	鐵路名稱
LENGTH	鐵路長度

主題圖名	1.8 省道
資料描述	全省省道資料
資料管理單位	內政部
比例尺	二萬五千分之一
座標系統	TM 二度分帶
資料涵蓋範圍	全省
圖檔格式	ArcView Shape File
圖檔型態	線圖層
檔案名稱	省道.SHP
重要欄位	欄位中文
NO	省道編號
NAME	省道名稱
LEHGTH	省道長度

主題圖名	1.9 高速公路
資料描述	高速公路資料
資料管理單位	內政部
比例尺	二萬五千分之一
座標系統	TM 二度分帶
資料涵蓋範圍	全省
圖檔格式	ArcView Shape File
圖檔型態	線圖層
檔案名稱	highway.SHP
重要欄位	欄位中文
NO	高速公路編號
NAME	高速公路名稱
LENGTH	高速公路長度

主題圖名	1.10 河流
資料描述	頭前溪流域河川分布圖
資料管理單位	內政部
比例尺	二萬五千分之一
座標系統	TM 二度分帶
資料涵蓋範圍	頭前溪流域
圖檔格式	ArcView Shape File
圖檔型態	線圖層
檔案名稱	river.SHP
重要欄位	欄位中文
NAME	河流名稱
LENGTH	河流長度

主題圖名	1.11 地質構造線
資料描述	地質構造線
資料管理單位	內政部
比例尺	二萬五千分之一
座標系統	TM 二度分帶
資料涵蓋範圍	頭前溪流域
圖檔格式	ArcView Shape File
圖檔型態	線圖層
檔案名稱	地質構造線.SHP
重要欄位	欄位中文
NAME	地質構造線名稱
LENGTH	地質構造線長度

主題圖名	1.12 活斷層
資料描述	頭前溪流域活斷層資料
資料管理單位	內政部
比例尺	二萬五千分之一
座標系統	TM 二度分帶
資料涵蓋範圍	頭前溪流域
圖檔格式	ArcView Shape File
圖檔型態	線圖層
檔案名稱	活斷層.SHP
重要欄位	欄位中文
NAME	斷層名稱
LENGTH	斷層長度

主題圖名	1.13 山名
資料描述	全省山名
資料管理單位	內政部
比例尺	二萬五千分之一
座標系統	TM 二度分帶
資料涵蓋範圍	全省
圖檔格式	ArcView Shape File
圖檔型態	點圖層
檔案名稱	山名.SHP
重要欄位	欄位中文
TEXTSTRING	山名

主題圖名	1.14 建築設施
資料描述	新竹地區建築設施
資料管理單位	內政部
比例尺	二萬五千分之一
座標系統	TM 二度分帶
資料涵蓋範圍	新竹地區
圖檔格式	ArcView Shape File
圖檔型態	點圖層
檔案名稱	建築設施.SHP
重要欄位	欄位中文
CLASS	建築設施類別
ANNO	建築設施名稱

主題圖名	1.15 相片基本圖框
資料描述	相片基本圖框
資料管理單位	內政部
比例尺	二萬五千分之一
座標系統	TM 二度分帶
資料涵蓋範圍	全省
圖檔格式	ArcView Shape File
圖檔型態	面圖層
檔案名稱	相片基本圖框.SHP
重要欄位	欄位中文

主題圖名	1.16 1/25,000 數值地形索引圖
資料描述	1/25,000 數值地形索引圖
資料管理單位	內政部
比例尺	二萬五千分之一
座標系統	TM 二度分帶
資料涵蓋範圍	全省
圖檔格式	ArcView Shape File
圖檔型態	面圖層
檔案名稱	1/25,000 數值地形索引圖.SHP
重要欄位	欄位中文

2、數值地質圖

主題圖名	2.1 五萬分之一臺灣區域地質圖數值檔-中壢
資料描述	中壢地質圖
資料管理單位	經濟部中央地質調查所
比例尺	五萬分之一
座標系統	TM 二度分帶
資料涵蓋範圍	頭前溪流域
圖檔格式	ArcView Shape File
圖檔型態	面圖層
檔案名稱	中壢
重要欄位	欄位中文
CNAME	中文地質名稱

主題圖名	2.2 五萬分之一臺灣區域地質圖數值檔-新竹
資料描述	新竹地質圖
資料管理單位	經濟部中央地質調查所
比例尺	五萬分之一
座標系統	TM 二度分帶
資料涵蓋範圍	頭前溪流域
圖檔格式	ArcView Shape File
圖檔型態	面圖層
檔案名稱	新竹
重要欄位	欄位中文
CNAME	中文地質名稱

主題圖名	2.3 五萬分之一臺灣區域地質圖數值檔-竹東
資料描述	竹東地質圖
資料管理單位	經濟部中央地質調查所
比例尺	五萬分之一
座標系統	TM 二度分帶
資料涵蓋範圍	頭前溪流域
圖檔格式	ArcView Shape File
圖檔型態	面圖層
檔案名稱	竹東
重要欄位	欄位中文
CNAME	中文地質名稱

主題圖名	2.4 五萬分之一臺灣區域地質圖數值檔-苗栗
資料描述	苗栗地質圖
資料管理單位	經濟部中央地質調查所
比例尺	五萬分之一
座標系統	TM 二度分帶
資料涵蓋範圍	頭前溪流域
圖檔格式	ArcView Shape File
圖檔型態	面圖層
檔案名稱	苗栗
重要欄位	欄位中文
CNAME	中文地質名稱

主題圖名	2.5 五十萬分之一臺灣地質圖數值檔
資料描述	臺灣地質圖
資料管理單位	經濟部中央地質調查所
比例尺	五十萬分之一
座標系統	TM 二度分帶
資料涵蓋範圍	台灣
圖檔格式	ArcView Shape File
圖檔型態	面圖層
檔案名稱	五十萬分之一地質圖
重要欄位	欄位中文
CNAME	中文地質名稱

3、數值地形圖

主題圖名	3.1 二萬五千分之一臺灣數值地形圖
資料描述	頭前溪流域數值地形圖
資料管理單位	內政部
比例尺	二萬五千分之一
座標系統	TM 二度分帶
資料涵蓋範圍	頭前溪流域
圖檔格式	Auto CAD File
圖檔型態	CAD File
檔案名稱	9522_1_SE
重要欄位	欄位中文

主題圖名	3.2 二萬五千分之一臺灣數值地形圖
資料描述	頭前溪流域數值地形圖
資料管理單位	內政部
比例尺	二萬五千分之一
座標系統	TM 二度分帶
資料涵蓋範圍	頭前溪流域
圖檔格式	Auto CAD File
圖檔型態	CAD File
檔案名稱	9622_1_SW
重要欄位	欄位中文

主題圖名	3.3 二萬五千分之一臺灣數值地形圖
資料描述	頭前溪流域數值地形圖
資料管理單位	內政部
比例尺	二萬五千分之一
座標系統	TM 二度分帶
資料涵蓋範圍	頭前溪流域
圖檔格式	Auto CAD File
圖檔型態	CAD File
檔案名稱	9622_2_NW
重要欄位	欄位中文

主題圖名	3.4 二萬五千分之一臺灣數值地形圖
資料描述	頭前溪流域數值地形圖
資料管理單位	內政部
比例尺	二萬五千分之一
座標系統	TM 二度分帶
資料涵蓋範圍	頭前溪流域
圖檔格式	Auto CAD File
圖檔型態	CAD File
檔案名稱	9622_3_NE
重要欄位	欄位中文

主題圖名	3.5 二萬五千分之一臺灣數值地形圖
資料描述	頭前溪流域數值地形圖
資料管理單位	內政部
比例尺	二萬五千分之一
座標系統	TM 二度分帶
資料涵蓋範圍	頭前溪流域
圖檔格式	Auto CAD File
圖檔型態	CAD File
檔案名稱	9622_3_NW
重要欄位	欄位中文

主題圖名	3.6 二萬五千分之一臺灣數值地形圖
資料描述	頭前溪流域數值地形圖
資料管理單位	內政部
比例尺	二萬五千分之一
座標系統	TM 二度分帶
資料涵蓋範圍	頭前溪流域
圖檔格式	Auto CAD File
圖檔型態	CAD File
檔案名稱	9622_3_SE
重要欄位	欄位中文

主題圖名	3.7 二萬五千分之一臺灣數值地形圖
資料描述	頭前溪流域數值地形圖
資料管理單位	內政部
比例尺	二萬五千分之一
座標系統	TM 二度分帶
資料涵蓋範圍	頭前溪流域
圖檔格式	Auto CAD File
圖檔型態	CAD File
檔案名稱	9622_3_SW
重要欄位	欄位中文

主題圖名	3.8 二萬五千分之一臺灣數值地形圖
資料描述	頭前溪流域數值地形圖
資料管理單位	內政部
比例尺	二萬五千分之一
座標系統	TM 二度分帶
資料涵蓋範圍	頭前溪流域
圖檔格式	Auto CAD File
圖檔型態	CAD File
檔案名稱	9622_4_SE
重要欄位	欄位中文

主題圖名	3.9 二萬五千分之一臺灣數值地形圖
資料描述	頭前溪流域數值地形圖
資料管理單位	內政部
比例尺	二萬五千分之一
座標系統	TM 二度分帶
資料涵蓋範圍	頭前溪流域
圖檔格式	Auto CAD File
圖檔型態	CAD File
檔案名稱	9622_4_SW
重要欄位	欄位中文

4、環境地質圖幅

主題圖名	4.1 能資所環境地質圖幅
資料描述	頭前溪流域數值環境地質圖幅
資料管理單位	能資所
比例尺	1/5000
座標系統	TM 二度分帶
資料涵蓋範圍	頭前溪流域
圖檔格式	ArcView Shape File
圖檔型態	面圖層
檔案名稱	9622_4
重要欄位	欄位中文

5、區域調查圖資

主題圖名	5.1 交通大學璞玉計畫岩盤地質圖
資料描述	交通大學璞玉計畫岩盤地質圖
資料管理單位	交通大學
比例尺	
座標系統	TM 二度分帶
資料涵蓋範圍	璞玉計畫地區
圖檔格式	Auto CAD File
圖檔型態	CAD File
檔案名稱	交通大學璞玉計畫岩盤地質圖.DWG
重要欄位	欄位中文

6、參考資料圖層

主題圖名	6.1 璞玉計畫震測資料
資料描述	璞玉計畫震測資料
資料管理單位	交通大學
比例尺	
座標系統	TM 二度分帶
資料涵蓋範圍	璞玉計畫地區
圖檔格式	ArcView Shape File
圖檔型態	線圖層
檔案名稱	璞玉計畫震測資料.SHP
重要欄位	欄位中文

主題圖名	6.2 參考文獻
資料描述	參考文獻
資料管理單位	交通大學
比例尺	
座標系統	TM 二度分帶
資料涵蓋範圍	頭前溪流域地質資訊系統
圖檔格式	ArcView Shape File
圖檔型態	面圖層
檔案名稱	參考文獻.SHP
重要欄位	欄位中文

主題圖名	6.3 現有跨河構造物
資料描述	現有跨河構造物
資料管理單位	交通大學
比例尺	
座標系統	TM 二度分帶
資料涵蓋範圍	頭前河流域地質資訊系統
圖檔格式	ArcView Shape File
圖檔型態	點圖層
檔案名稱	參考文獻.SHP
重要欄位	欄位中文

主題圖名	6.4 現有取水設施與排水閘門
資料描述	現有取水設施與排水閘門
資料管理單位	交通大學
比例尺	
座標系統	TM 二度分帶
資料涵蓋範圍	頭前溪流域地質資訊系統
圖檔格式	ArcView Shape File
圖檔型態	點圖層
檔案名稱	參考文獻.SHP
重要欄位	欄位中文

主題圖名	6.5 現有防洪構造物
資料描述	現有防洪構造物
資料管理單位	交通大學
比例尺	
座標系統	TM 二度分帶
資料涵蓋範圍	頭前河流域地質資訊系統
圖檔格式	ArcView Shape File
圖檔型態	線圖層
檔案名稱	參考文獻.SHP
重要欄位	欄位中文

主題圖名	6.6 堤防
資料描述	堤防
資料管理單位	交通大學
比例尺	
座標系統	TM 二度分帶
資料涵蓋範圍	頭前溪流域地質資訊系統
圖檔格式	ArcView Shape File
圖檔型態	線圖層
檔案名稱	參考文獻. SHP
重要欄位	欄位中文

主題圖名	6.7 水工構造物
資料描述	水工構造物
資料管理單位	交通大學
比例尺	
座標系統	TM 二度分帶
資料涵蓋範圍	頭前溪流域地質資訊系統
圖檔格式	ArcView Shape File
圖檔型態	點圖層
檔案名稱	參考文獻.SHP
重要欄位	欄位中文

主題圖名	6.8 灌溉渠道
資料描述	灌溉渠道
資料管理單位	交通大學
比例尺	
座標系統	TM 二度分帶
資料涵蓋範圍	頭前溪流域地質資訊系統
圖檔格式	ArcView Shape File
圖檔型態	線圖層
檔案名稱	參考文獻.SHP
重要欄位	欄位中文

主題圖名	6.9 排水系統
資料描述	排水系統
資料管理單位	交通大學
比例尺	
座標系統	TM 二度分帶
資料涵蓋範圍	頭前溪流域地質資訊系統
圖檔格式	ArcView Shape File
圖檔型態	線圖層
檔案名稱	參考文獻.SHP
重要欄位	欄位中文

主題圖名	6.10 排水渠道
資料描述	排水渠道
資料管理單位	交通大學
比例尺	
座標系統	TM 二度分帶
資料涵蓋範圍	頭前溪流域地質資訊系統
圖檔格式	ArcView Shape File
圖檔型態	線圖層
檔案名稱	參考文獻.SHP
重要欄位	欄位中文

主題圖名	6.11 雨量站
資料描述	雨量站
資料管理單位	交通大學
比例尺	
座標系統	TM 二度分帶
資料涵蓋範圍	頭前溪流域地質資訊系統
圖檔格式	ArcView Shape File
圖檔型態	點圖層
檔案名稱	參考文獻.SHP
重要欄位	欄位中文

主題圖名	6.12 雨量站
資料描述	雨量站
資料管理單位	交通大學
比例尺	
座標系統	TM 二度分帶
資料涵蓋範圍	頭前溪流域地質資訊系統
圖檔格式	ArcView Shape File
圖檔型態	點圖層
檔案名稱	參考文獻. SHP
重要欄位	欄位中文

主題圖名	6.13 水位流量站
資料描述	水位流量站
資料管理單位	交通大學
比例尺	
座標系統	TM 二度分帶
資料涵蓋範圍	頭前溪流域地質資訊系統
圖檔格式	ArcView Shape File
圖檔型態	點圖層
檔案名稱	參考文獻.SHP
重要欄位	欄位中文

主題圖名	6.14 水庫資料
資料描述	水庫資料
資料管理單位	交通大學
比例尺	
座標系統	TM 二度分帶
資料涵蓋範圍	頭前溪流域地質資訊系統
圖檔格式	ArcView Shape File
圖檔型態	點圖層
檔案名稱	參考文獻.SHP
重要欄位	欄位中文

7、航照判釋

主題圖名	7.1 立體對判釋
資料描述	頭前溪航照立體對判釋成果
資料管理單位	交通大學
比例尺	
座標系統	TM 二度分帶
資料涵蓋範圍	頭前溪流域
圖檔格式	ArcView Shape File
圖檔型態	
檔案名稱	
重要欄位	欄位中文

主題圖名	7.2 正射影像判釋
資料描述	航照正射影像判釋成果
資料管理單位	交通大學
比例尺	
座標系統	TM 二度分帶
資料涵蓋範圍	頭前溪流域
圖檔格式	ArcView Shape File
圖檔型態	
檔案名稱	
重要欄位	欄位中文

8、土石流區

主題圖名	8.1 92 年 1420 土石流
資料描述	92 年 1420 處土石流河川
資料管理單位	水保局
比例尺	
座標系統	TM 二度分帶
資料涵蓋範圍	全省
圖檔格式	ArcView Shape File
圖檔型態	線圖層
檔案名稱	92 年 1420 土石流. SHP
重要欄位	欄位中文
Debrisno	土石流區編號
TYPE	土石流種類
COUNTRY	土石流發生縣市
TOWN	土石流發生鄉鎮
VILL	土石流發生村里

主題圖名	8.2 92 年全國影響範圍
資料描述	92 年土石流全國影響範圍
資料管理單位	水保局
比例尺	
座標系統	TM 二度分帶
資料涵蓋範圍	全省
圖檔格式	ArcView Shape File
圖檔型態	面圖層
檔案名稱	92 年全國影響範圍.SHP
重要欄位	欄位中文

主題圖名	8.3 全省土石流
資料描述	全省土石流
資料管理單位	水保局
比例尺	
座標系統	TM 二度分帶
資料涵蓋範圍	全省
圖檔格式	ArcView Shape File
圖檔型態	線圖層
檔案名稱	全省土石流.SHP
重要欄位	欄位中文

主題圖名	8.4 全省崩塌地
資料描述	全省土石流崩塌地
資料管理單位	水保局
比例尺	
座標系統	TM 二度分帶
資料涵蓋範圍	全省
圖檔格式	ArcView Shape File
圖檔型態	面圖層
檔案名稱	全省崩塌地.SHP
重要欄位	欄位中文

9、數值等高線

主題圖名	9.1 二萬五千分之一臺灣數值等高線圖
資料描述	頭前溪流域數值等高線圖
資料管理單位	內政部
比例尺	二萬五千分之一
座標系統	TM 二度分帶
資料涵蓋範圍	頭前溪流域
圖檔格式	Auto CAD File
圖檔型態	CAD File
檔案名稱	9522_1_SE
重要欄位	欄位中文

主題圖名	9.2 二萬五千分之一臺灣數值等高線圖
資料描述	頭前溪流域數值等高線圖
資料管理單位	內政部
比例尺	二萬五千分之一
座標系統	TM 二度分帶
資料涵蓋範圍	頭前溪流域
圖檔格式	Auto CAD File
圖檔型態	CAD File
檔案名稱	9622_1_SW
重要欄位	欄位中文

主題圖名	9.3 二萬五千分之一臺灣數值等高線圖
資料描述	頭前溪流域數值等高線圖
資料管理單位	內政部
比例尺	二萬五千分之一
座標系統	TM 二度分帶
資料涵蓋範圍	頭前溪流域
圖檔格式	Auto CAD File
圖檔型態	CAD File
檔案名稱	9622_2_NW
重要欄位	欄位中文

主題圖名	9.4 二萬五千分之一臺灣數值等高線圖
資料描述	頭前溪流域數值等高線圖
資料管理單位	內政部
比例尺	二萬五千分之一
座標系統	TM 二度分帶
資料涵蓋範圍	頭前溪流域
圖檔格式	Auto CAD File
圖檔型態	CAD File
檔案名稱	9622_3_NE
重要欄位	欄位中文

主題圖名	9.5 二萬五千分之一臺灣數值等高線圖
資料描述	頭前溪流域數值等高線圖
資料管理單位	內政部
比例尺	二萬五千分之一
座標系統	TM 二度分帶
資料涵蓋範圍	頭前溪流域
圖檔格式	Auto CAD File
圖檔型態	CAD File
檔案名稱	9622_3_NW
重要欄位	欄位中文

主題圖名	9.6 二萬五千分之一臺灣數值等高線圖
資料描述	頭前溪流域數值等高線圖
資料管理單位	內政部
比例尺	二萬五千分之一
座標系統	TM 二度分帶
資料涵蓋範圍	頭前溪流域
圖檔格式	Auto CAD File
圖檔型態	CAD File
檔案名稱	9622_3_SE
重要欄位	欄位中文

主題圖名	9.7 二萬五千分之一臺灣數值等高線圖
資料描述	頭前溪流域數值等高線圖
資料管理單位	內政部
比例尺	二萬五千分之一
座標系統	TM 二度分帶
資料涵蓋範圍	頭前溪流域
圖檔格式	Auto CAD File
圖檔型態	CAD File
檔案名稱	9622_3_SW
重要欄位	欄位中文

主題圖名	9.8 二萬五千分之一臺灣數值等高線圖
資料描述	頭前溪流域數值等高線圖
資料管理單位	內政部
比例尺	二萬五千分之一
座標系統	TM 二度分帶
資料涵蓋範圍	頭前溪流域
圖檔格式	Auto CAD File
圖檔型態	CAD File
檔案名稱	9622_4_SE
重要欄位	欄位中文

主題圖名	9.9 二萬五千分之一臺灣數值等高線圖
資料描述	頭前溪流域數值等高線圖
資料管理單位	內政部
比例尺	二萬五千分之一
座標系統	TM 二度分帶
資料涵蓋範圍	頭前溪流域
圖檔格式	Auto CAD File
圖檔型態	CAD File
檔案名稱	9622_4_SW
重要欄位	欄位中文

10、河床質圖層

主題圖名	10.1 頭前溪河道斷面樁
資料描述	頭前溪河道斷面樁資料
資料管理單位	水利署河川局
比例尺	二萬五千分之一
座標系統	TM 二度分帶
資料涵蓋範圍	頭前溪流域
圖檔格式	ArcView Shape File
圖檔型態	線圖層
檔案名稱	頭前溪河道斷面樁.SHP
重要欄位	欄位中文
WATERSHED	河流名稱
BANK	河岸

主題圖名	10.2 橫斷面圖
資料描述	頭前溪流域橫斷面圖
資料管理單位	水利署河川局
比例尺	二萬五千分之一
座標系統	TM 二度分帶
資料涵蓋範圍	頭前溪流域
圖檔格式	ArcView Shape File
圖檔型態	線圖層
檔案名稱	橫斷面圖.SHP
重要欄位	欄位中文

主題圖名	10.3 河床質取樣及粒徑分布
資料描述	頭前溪流域河床質取樣及粒徑分布
資料管理單位	水利署河川組
比例尺	二萬五千分之一
座標系統	TM 二度分帶
資料涵蓋範圍	頭前溪流域
圖檔格式	ArcView Shape File
圖檔型態	線圖層
檔案名稱	平均河床高比較.SHP
重要欄位	欄位中文

主題圖名	10.4 平均河床高比較
資料描述	頭前溪流域平均河床高比較
資料管理單位	水利署河川組
比例尺	二萬五千分之一
座標系統	TM 二度分帶
資料涵蓋範圍	頭前溪流域
圖檔格式	ArcView Shape File
圖檔型態	線圖層
檔案名稱	平均河床高比較.SHP
重要欄位	欄位中文

11、Geo2002

主題圖名	11.1 Geo2002
資料描述	全省 Geo2002 鑽探資料
資料管理單位	地質調查所
比例尺	
座標系統	TM 二度分帶
資料涵蓋範圍	全省
圖檔格式	ArcView Shape File
圖檔型態	點圖層
檔案名稱	Geo2002. SHP
重要欄位	欄位中文

附錄 F

流域地質概況

流域地質概況

本附錄中將依據本計畫建置之圖資，說明流域地質特性對河川之影響，包括今年度建置之十條河川流域，鳳山溪、頭前溪、中港溪、後龍溪、大安溪、大甲溪、烏溪、濁水溪、北港溪、朴子溪等。

以下首先針對台灣之整體地質狀況作概略介紹，詳細之台灣地區基本岩石特性以及各主要地層之特性跟分佈地區，請參閱附錄 G 之台灣地質基本岩性概說。

圖 F .1 為台灣地區五十萬分之一數值地質圖套疊全省主要河川流域界線。台灣全島約有三分之二的面積為沈積岩岩層及由其所造成的沖積層所掩覆。沈積岩層主要為第三紀海相或濱海相沈積物所造成，而第三紀在台灣又可分為古第三紀及新第三紀，古第三紀地層為曉新世、始新世、漸新世三時期的岩層，岩性以始新世之板岩及板狀頁岩為主，構成中央山脈主峰及其西側高山，全部岩層已受輕度變質。新第三紀地層為中新世及上新世的岩層，分布於中央山脈西側之外圍山地、南部恆春山地、東台灣海岸山脈，以及隱伏於西部濱海平原下。全島所見之新第三紀地層由砂岩、泥岩、頁岩、砂質頁岩、泥質砂岩、石灰岩所組成，總共分佈面積約佔台灣總面積七分之四強。在新第三紀地層之上則被覆第四紀之礫岩、台地堆積岩、珊瑚礁石灰岩及沖積層等膠結較差之岩層。(徐鐵良，1993；何春蓀，1994)

就地質構造上而言，可以將台灣本島約略區分成三區，如附錄 G 之圖 G.1、圖 G.2 及圖 G.3 所示，由西而東分別是西部海岸平原及麓山帶、中央山脈及東部海岸山脈，本年度探討之流域中，頭前溪、大安溪、大甲溪、烏溪、濁水溪等五條河川，上游均發源於中央山脈區，中游流經西部麓山帶後於海岸平原注入台灣海峽，流域共同之特色為上游集水面積廣大，中下游處流域逐漸束縮變小。而鳳山溪、中港溪、後龍溪、北港溪、朴子溪等上游多數均源起於西部麓山帶，水系主要於西部海岸平原及麓山帶區域發展。

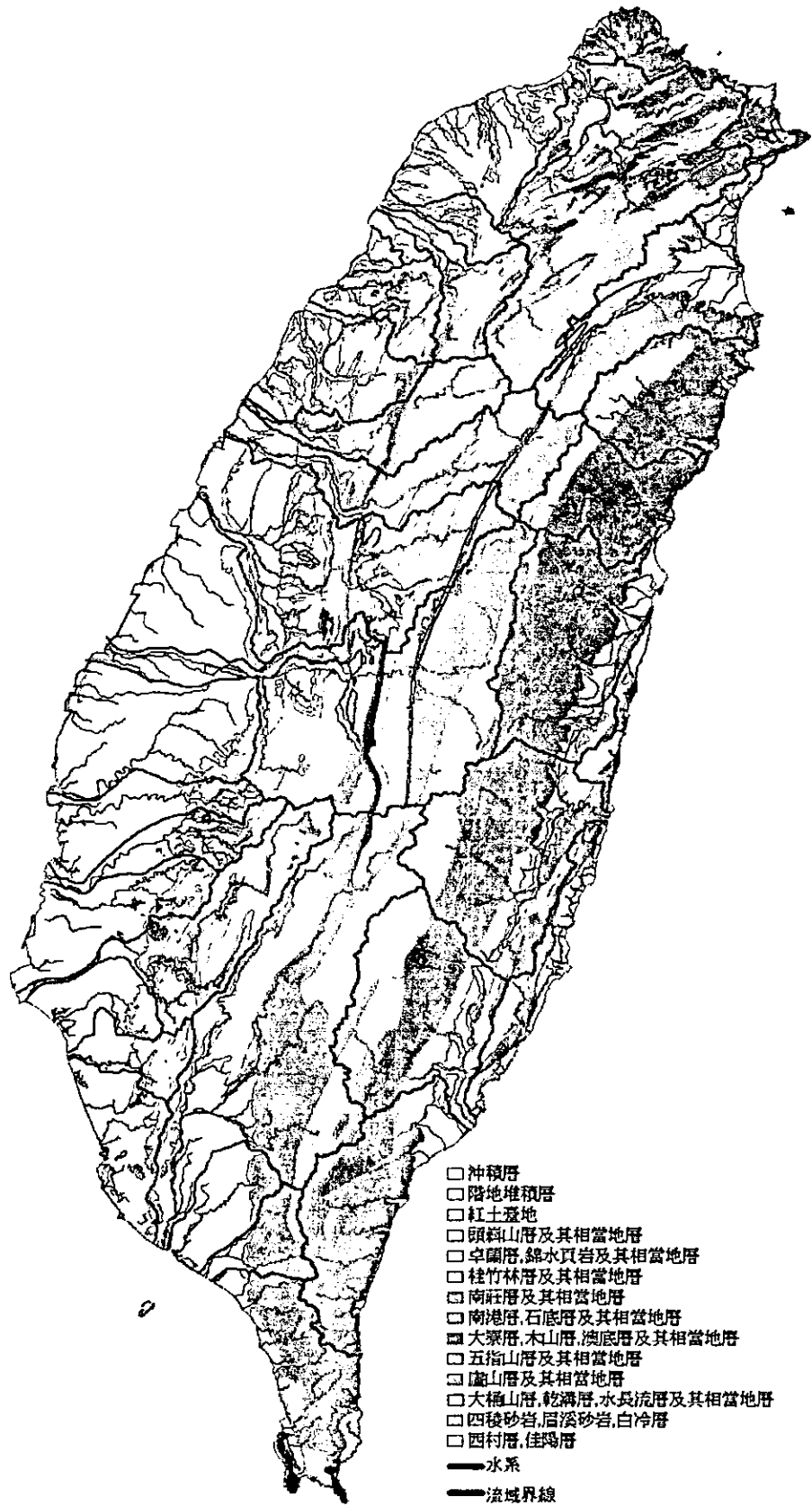


圖 F.1 五十萬分之一台灣地質圖套疊主要河川流域界線

一、頭前溪

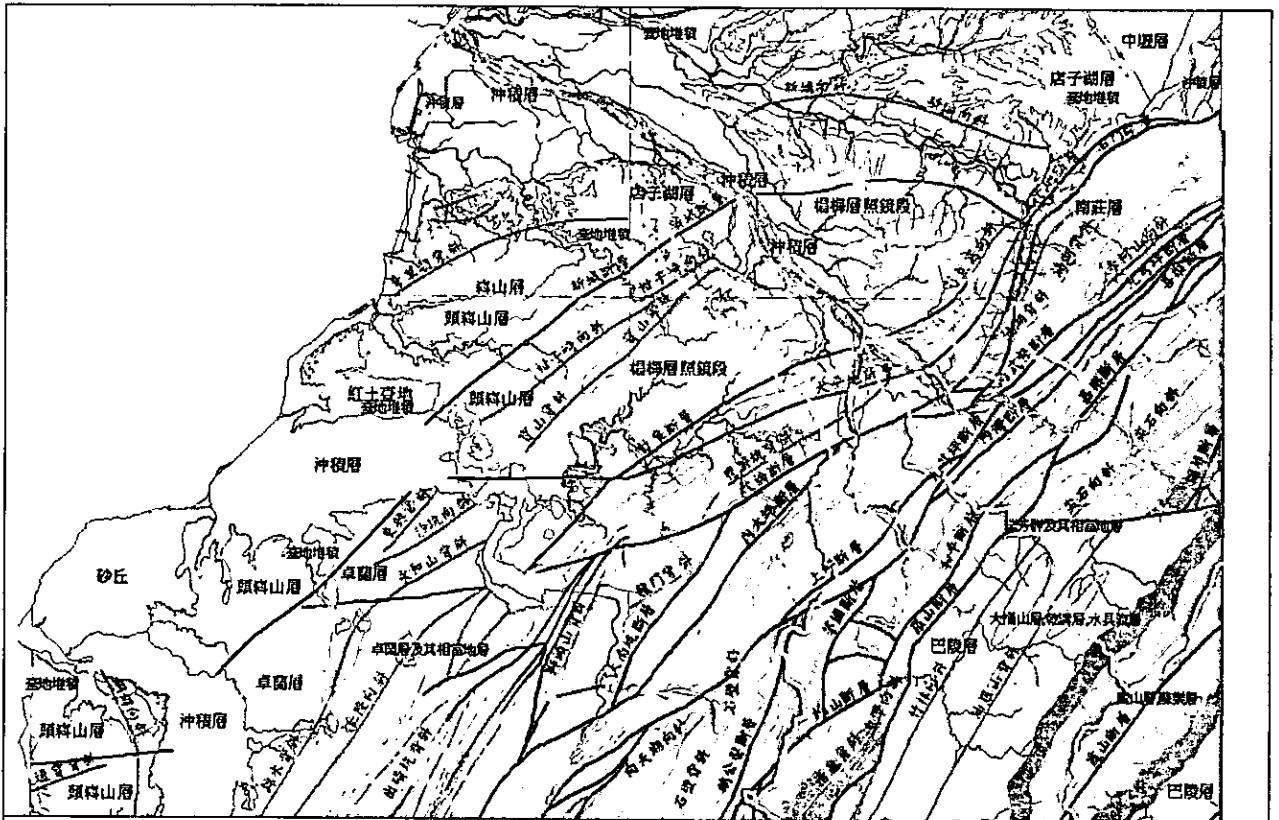


圖 F.2 頭前溪流地質圖

頭前溪上游發源於雪山山脈地質區，流經西部麓山帶地質區而於西部海岸平原入海，岩性之分佈由東而西由老至新依序為：

雪山山脈地質區

1. 漸新世大桶山層，由硬頁岩或粉砂岩及砂岩所組成，偶夾玄武岩質集塊岩。硬頁岩之層面及節理均甚發達，具洋蔥狀之風化面，易破碎成尖銳稜角或鋒利不規則邊緣之長形小片。堅硬緻密的泥質粉砂岩抗侵蝕力強，常沿著河床形成陡壁，地形上和砂岩的豚脊狀地貌很相似。
2. 漸新世-中新世澳底層，位在大桶山層的上部，兩相整合，以較多含炭質或煤層之砂岩、頁岩互層為主，可再細分為兩段：媽岡段在下，以深灰色頁岩夾有細粒砂岩的薄互層組成；枋腳段在上，以厚層細粒至中粒的砂岩夾有黑灰色頁岩或炭質頁岩。

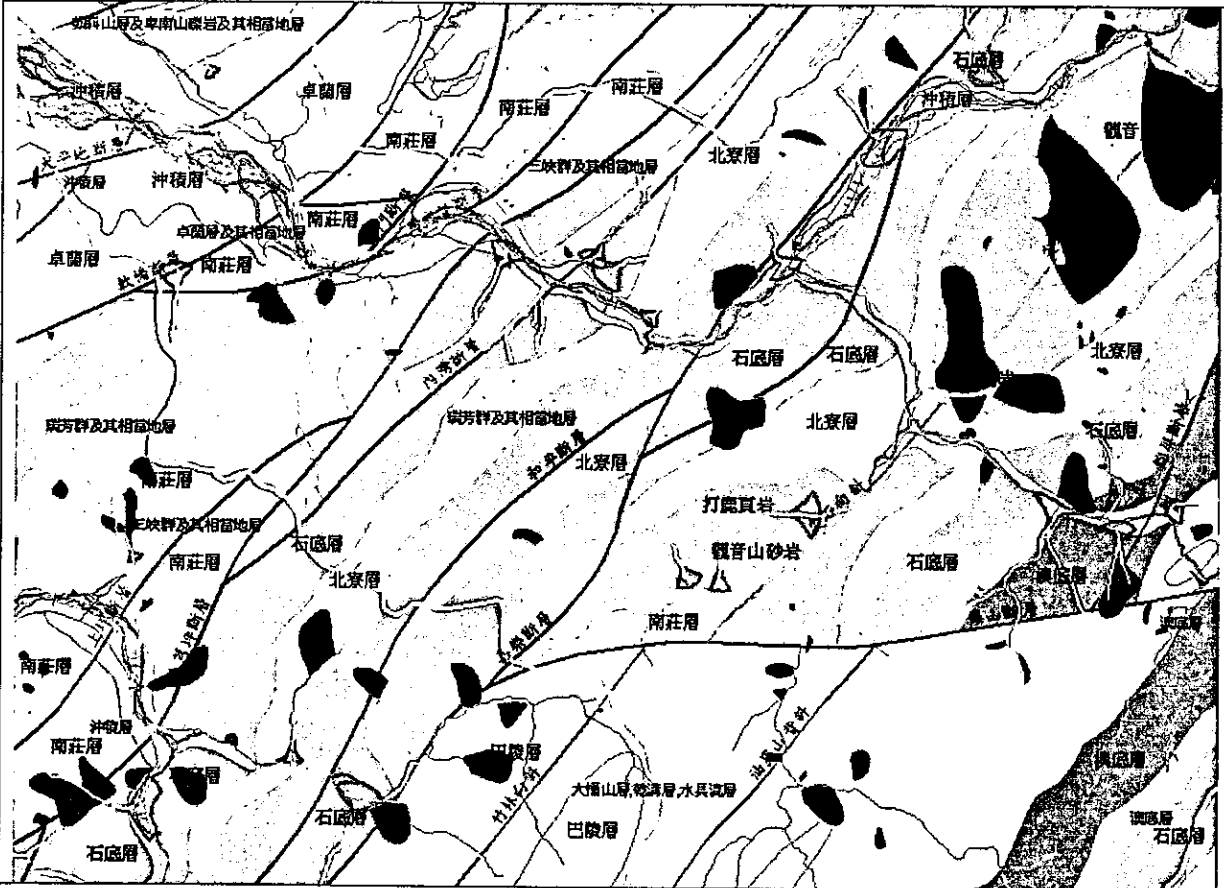
西部麓山帶地質區

1. 中新世大寮層，由厚層的暗灰色到黑色緻密頁岩所組成，在頁岩中夾有一些不規則的泥質結核或砂岩夾層。

2. 中新世石底層，由砂岩、粉砂岩、頁岩和薄煤層構成，常見黑灰色頁岩和白色砂岩或粉砂岩所成的條紋狀薄葉互層。頁岩是深灰色或灰黑色，經常含有炭質，在頁理面不發達的地方，看起來好像是泥岩。砂岩則常是長石質、淡灰色到白色、細粒到中粒。
3. 中新世北寮砂岩，由淺灰色到淡青灰色的細粒砂岩組成，砂岩部分為泥質或石灰質，層理經常不明顯，只有在頁岩和砂岩成為互層的部分有層理可見，常形成陡崖或峽谷。砂岩中常夾有深灰到灰黑色頁岩，有時達到數公尺的厚度。
4. 中新世打鹿頁岩，以灰色到深灰色頁岩夾有少許凸鏡狀的砂岩或粉砂岩為主，頁岩中富含孔蟲和其他海相化石。
5. 中新世觀音山砂岩，由青灰色到淡灰色細粒石灰質砂岩夾有深灰色頁岩和砂岩及頁岩的薄互層組成，砂岩常呈塊狀，而且形成陡峻的山脊。
6. 中新世南莊層，由淡灰色到灰白色的細粒砂岩和深灰色頁岩所組成。砂岩呈塊狀或厚層狀，由砂岩和頁岩所形成的薄葉層是本層的特色，也是岩性指準，常和深灰色頁岩和不規則的煤線共生。
7. 中新世-上新世桂竹林層，台灣中部的桂竹林層大致可分為三個岩段：下部為厚層砂岩，夾有深灰色頁岩，也夾有若干灰白色砂岩，稱為關刀山砂岩；中部為一層厚約一至二百公尺的頁岩段，稱為十六份頁岩；上部為泥質砂岩和頁岩的互層，稱為魚藤坪砂岩。
8. 上新世-更新世卓蘭層，由砂岩、粉砂岩、泥岩、和頁岩的互層組成。砂岩常呈淡青灰色或淡灰色，細粒，略含雲母質，種類有混濁砂岩到亞混濁砂岩等，少數白色正石英砂岩互層也出現在本層內。頁岩和泥岩呈現青灰色或暗灰色，一般層厚在二十至五十公分間，部分地方也出現有較厚的頁岩層。由於砂岩和頁岩的抗蝕力不等，所以在互層出露區域常形成單面山或豬背嶺的地形，成為本地層一個重要特徵。
9. 更新世楊梅（通霄）層，頭嵙山層在新竹縣和苗栗縣分別被稱為楊梅層和通霄層，這兩個地層都是由青灰色砂岩、粉砂岩及頁岩互層所組成，楊梅層的下部砂岩中常夾有薄層礫岩。台灣北部頭嵙山層之主要特徵是膠結疏鬆的砂岩和頁岩所成的互層，礫岩相不發達。

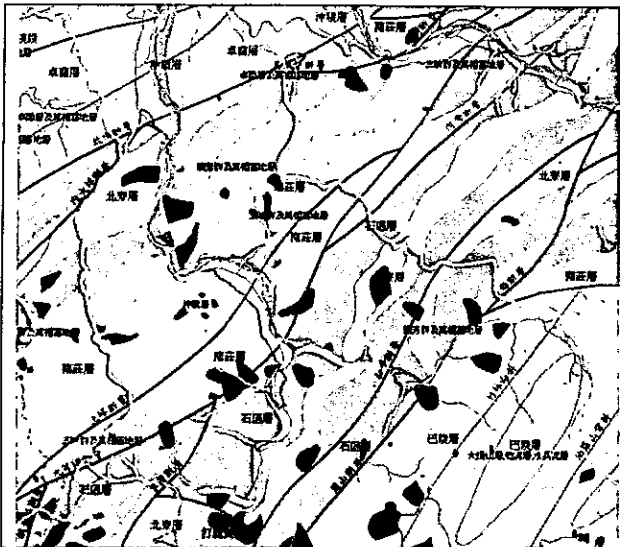
本流域主要構造包括油羅山背斜、尖石向斜、鹿廚坑背斜等褶皺，羅山斷層、嘉樂斷層、和平斷層、九芎坪斷層、上坪斷層、馬武督斷層、軟橋斷層、斗煥坪斷層、竹東斷層及新城斷層等斷層。

頭前溪上游油羅溪及上坪溪支流水系型態約略成樹枝狀，部分河道沿著構造線形發育；頭前溪主流為順直型態之辮狀河道，由東南流向西北出海。



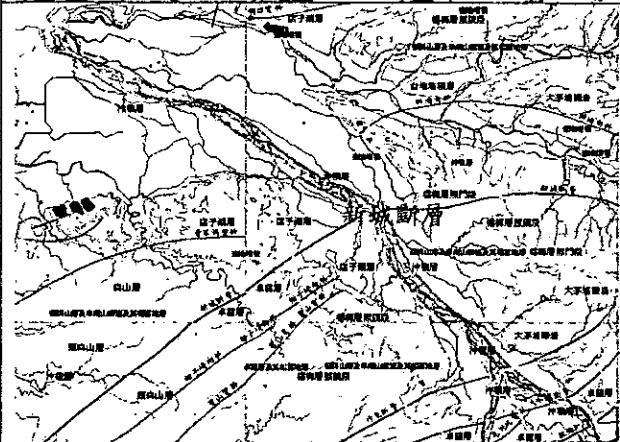
油羅河流域構造眾多，尖石向斜於觀音山砂岩地層上造成多處大型崩坍地，破碎之土石料源將隨坑谷支流運入主流。油羅溪主流河道尚稱順直，但受到構造線形破碎帶之影響，河道沿線形有多處大轉折，影響最明顯者為嘉樂斷層及馬武督斷層，且灣到處和寬明顯束縮，對河岸之沖蝕能力相當大。

進入卓蘭層後，膠結疏鬆之岩性對河道束制能力大幅降低，且坡度變緩，河流於此發展出寬廣沖積層，上游帶下之土石也將於此大量淤積。



上坪溪河道順地形面成曲流發展之特性明顯，坡陡谷窄，河流下蝕及凹岸側蝕作用大。部分河道仍可見到沿構造線型發展之現象。

與油羅溪狀況類似，卓蘭層之岩性膠結不佳，河道於此處大幅變寬。兩岸形成之沖積層多已受到人為發展利用，河流受到提防拘束而大至沿河堤發展。



頭前溪主流河道發展於現代沖積層中，河道受到提防之拘束而於兩岸之間迂迴擺盪，河道之發展主要受到人為設施開發應用及砂石採取疏浚的影響。

河道比較明顯之影響如跨河構造物下固床工的設置所造成下游的沖蝕。另外，在新城斷層通過處，斷層擾動帶地層破碎，河道下切嚴重。

二、鳳山溪

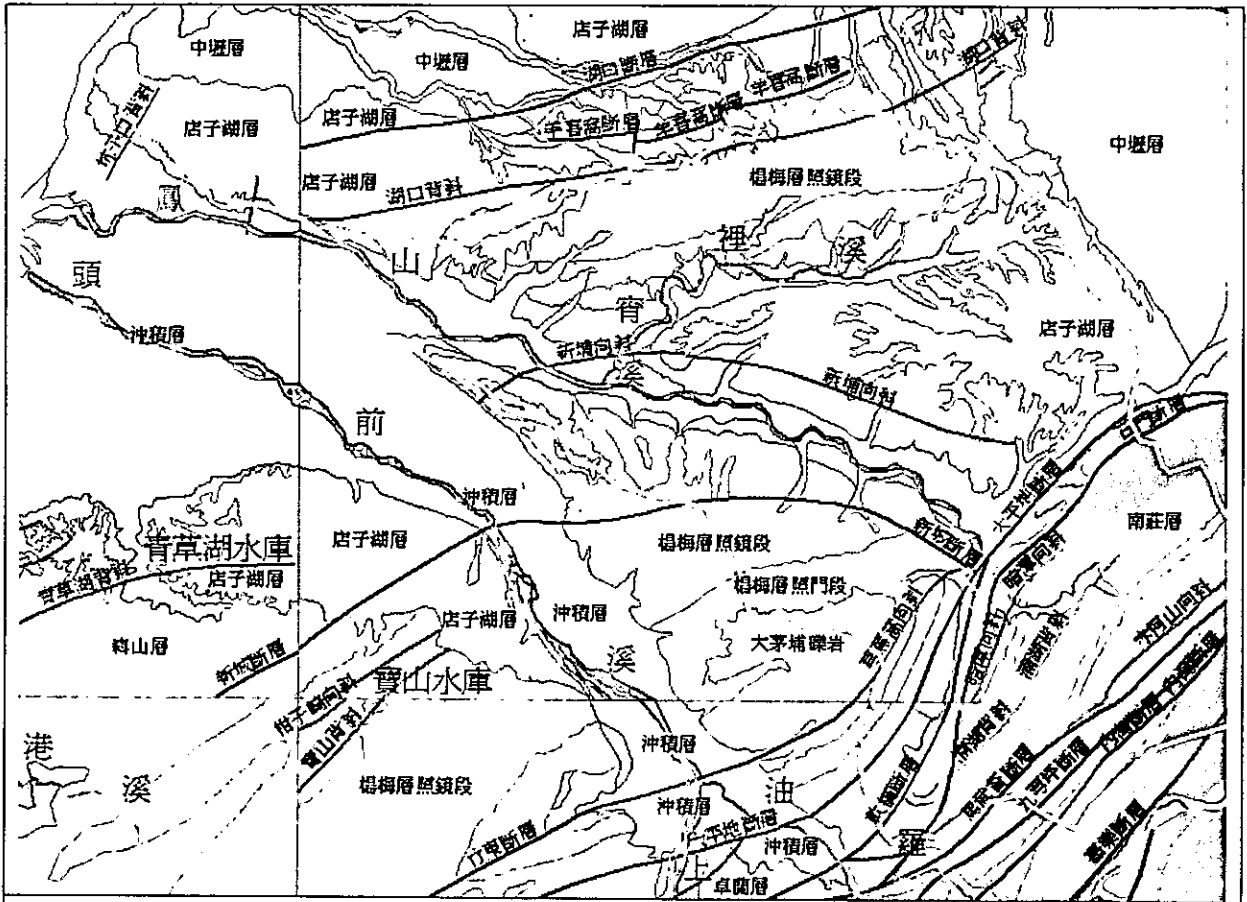


圖 F.3 鳳山河流域地質圖

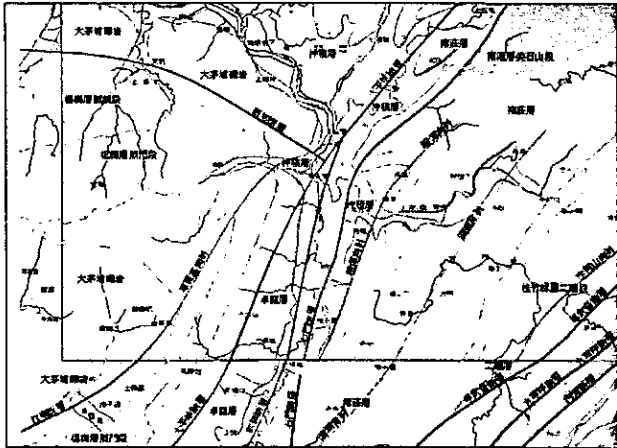
鳳山溪上游發源於西部麓山帶地質區的中新世地層，岩性之分佈由老至新依序為：

1. 中新世石底層，由砂岩、粉砂岩、頁岩和薄煤層構成，常見黑灰色頁岩和白色砂岩或粉砂岩所成的條紋狀薄葉互層。頁岩是深灰色或灰黑色，經常含有炭質，在頁理面不發達的地方，看起來好像是泥岩。砂岩則常是長石質、淡灰色到白色、細粒到中粒。
2. 中新世南港層，主要由厚層至薄層知青灰色石灰質砂岩與深灰色頁岩或粉砂岩所構成，薄層砂岩成薄板狀，平整堅硬；粉砂岩材質堅硬，風化後成洋蔥狀節理；厚層砂岩則夾薄層頁岩，巨厚砂岩，岩層堅硬，常成山脊或峭壁。
3. 中新世南莊層，由淡灰色到灰白色的細粒砂岩和深灰色頁岩所組成。砂岩呈塊狀或厚層狀，由砂岩和頁岩所形成的薄葉層是本層的特色，也是岩性指準，常和深灰色頁岩和不規則的煤線共生。

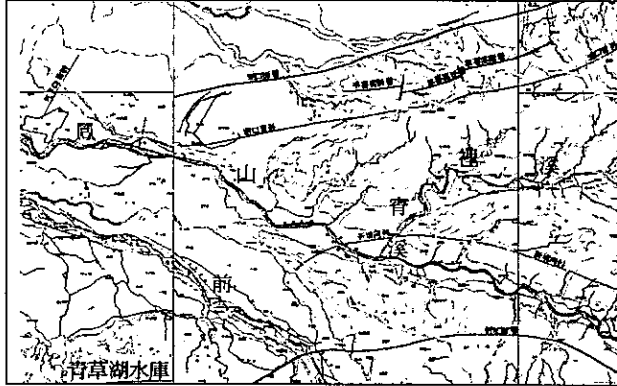
4. 中新世-上新世桂竹林層，台灣北部的桂竹林層通常分為二個地層單位，兩者的主要部分都是厚層塊狀砂岩，夾有深灰色頁岩，這兩個地層單位分別是大埔層和為其上的二鬮層。大埔層是由厚層淡灰色泥質砂岩所構成，夾有少許凸鏡狀的白砂岩。二鬮層由厚層淡青灰色泥質砂岩所構成，常見砂岩、粉砂岩及頁岩互層，砂岩膠結疏鬆，且有愈上層愈疏鬆的情形。
5. 上新世-更新世卓蘭層，由砂岩、粉砂岩、泥岩、和頁岩的互層組成。砂岩常呈淡青灰色或淡灰色，細粒，略含雲母質，種類有混濁砂岩到亞混濁砂岩等，少數白色正石英砂岩互層也出現在本層內。頁岩和泥岩呈現青灰色或暗灰色，一般層厚在二十至五十公分間，部分地方也出現有較厚的頁岩層。由於砂岩和頁岩的抗蝕力不等，所以在互層出露區域常形成單面山或豬背嶺的地形，成為本地層一個重要特徵。
6. 更新世楊梅（通霄）層，頭嵙山層在新竹縣和苗栗縣分別被稱為楊梅層和通霄層，這兩個地層都是由青灰色砂岩、粉砂岩及頁岩互層所組成，楊梅層的下部砂岩中常夾有薄層礫岩。台灣北部頭嵙山層之主要特徵是膠結疏鬆的砂岩和頁岩所成的互層，礫岩相不發達。大茅埔礫岩亦為更新世之地層，由礫石夾砂岩凸鏡體所組成。

本流域主要構造包括中下游之新埔向斜、湖口背斜及坑子口背斜，斷層包括上游處喜樂斷層、九芎坪斷層、馬武督斷層、中下游之石門斷層、大平地斷層及新城斷層等。

水系類型可歸類為樹枝狀水系，下游河道有多處蜿蜒，但仍可算順直，其出海口緊鄰頭前溪，沖積層亦與頭前溪相接在一起。



鳳山溪上游地質構造相當多，其上游河道即是發育於軟橋斷層與大平地斷層之破碎帶之中，流向由南而北，至新城斷層以下流向折而向西，進入膠結疏鬆的更新世地層中，河谷大幅寬廣。



鳳山溪下游河道較頭前溪狹窄許多，河道低度蜿蜒與支流宵裡溪匯流後，主流偏向右岸，流路變化有逼岸之慮，穩定性不佳。

三、中港溪

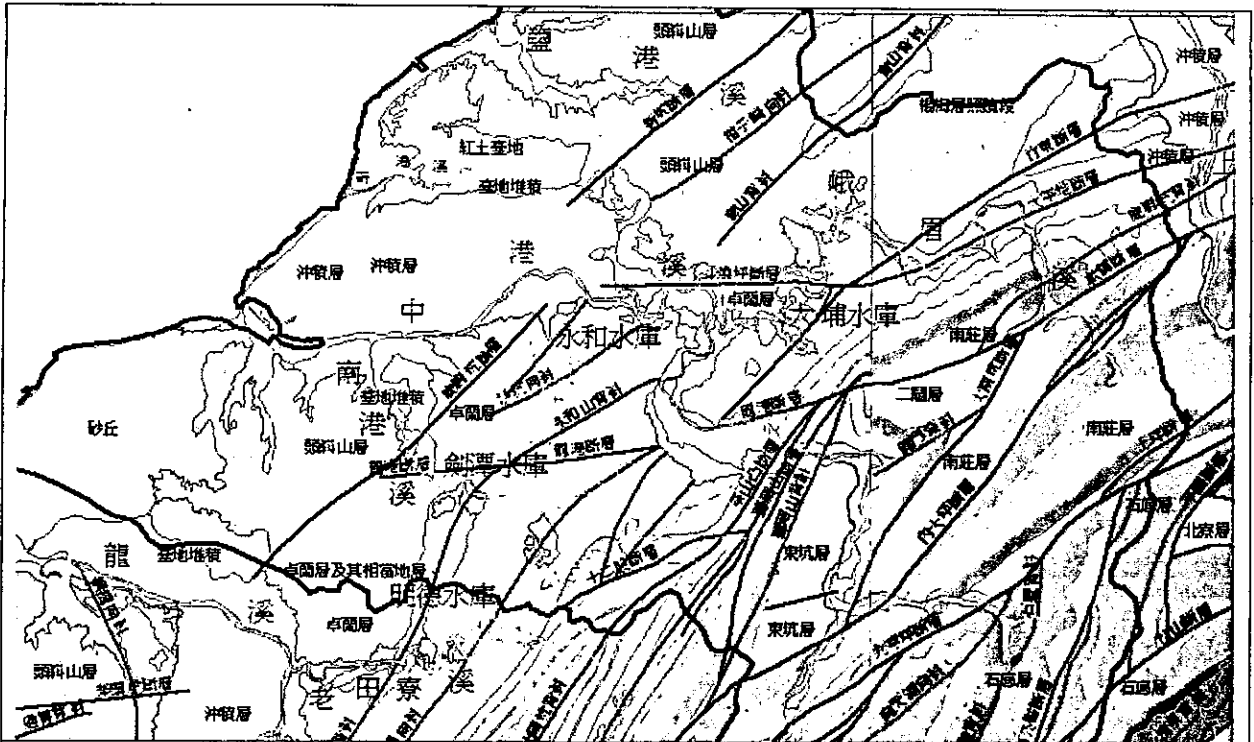


圖 F.4 中港河流域地質圖

中港溪上游發源於西部麓山帶地質區，流經之地層由老至新依序為：

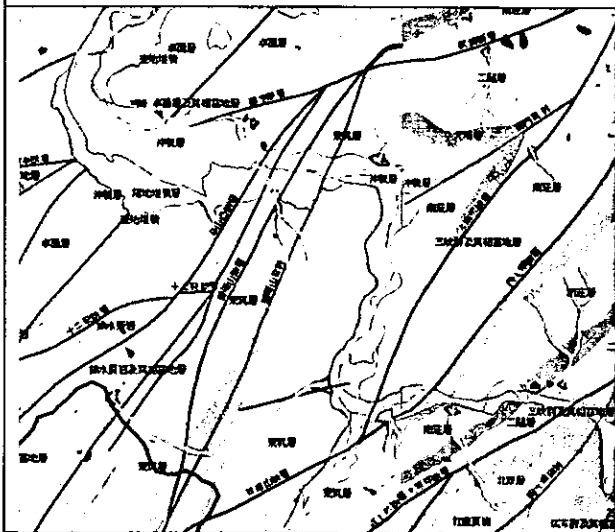
1. 中新世石底層，岩性由塊狀砂岩、白砂岩、砂岩及頁岩互層組成。
2. 中新世北寮砂岩，岩性以砂岩夾薄層頁岩為主。
3. 中新世打鹿頁岩，岩性為頁岩及粉砂岩組成。
4. 中新世觀音山砂岩，主要由砂岩及頁岩組成。
5. 中新世南莊層，岩性為砂岩及頁岩互層為主。
6. 中新世-上新世桂竹林層關刀山砂岩，由塊狀砂岩、粉砂岩及頁岩所組成。
7. 中新世-上新世桂竹林層十六份頁岩，岩性主要為頁岩。
8. 中新世-上新世桂竹林層魚藤坪砂岩，由泥質砂岩、粉砂岩及頁岩所組成。
9. 上新世之錦水頁岩，岩性主要為頁岩夾薄層砂岩。
10. 上新世-更新世之卓蘭層，岩性為砂岩、泥岩及頁岩互層。
11. 更新世頭嵛山層，岩性主要為砂岩、泥岩、及頁岩。

中港河流域中上游區域均發展於麓山帶之第三紀地層上，構造眾多，

對河川發展有相當大之影響。流域下游才開始出現寬廣之全新世沖積層上，地層主要由礫石、砂及黏土所組成。

本流域構造主要包括龍門背斜、獅頭山背斜、仁隆向斜、永和山背斜及沙坑向斜等，斷層包括九芎坪斷層、內大坪斷層、大南坑斷層、軟橋斷層、龍港斷層、大平地斷層、神卓山斷層、獅頭山斷層、斗煥坪斷層及新城斷層等。

上游水系蜿蜒程度大，而且出現多處大轉折處，水系發展受到地質構造之影響大。下游水系於沖積層中發展，河道相當順直。

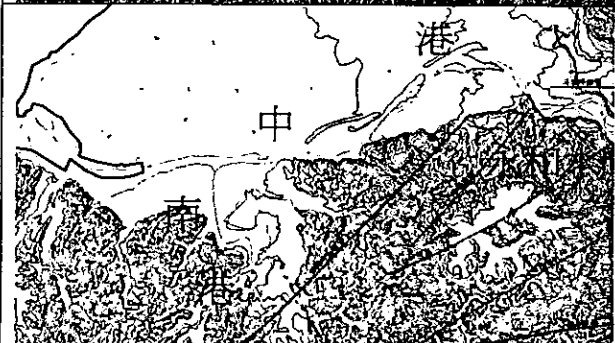


中港溪主流上游處雖然地質構造密佈，但岩石堅硬緻密，抗風化侵蝕力強，並未見到大型崩坍地。

河道除有三處大轉彎之外，均呈現相當順直的狀況；在河道匯流或轉彎處均有地質構造通過，必須特別注意對於河道凹岸處之侵蝕所造成之河岸不穩定狀況。



在支流峨眉溪的部分，上游河道主要沿著大平地斷層之線型發展，地質較為破碎，所以河谷寬廣。大平地斷層以下河道蜿蜒度相當高，曲流特徵明顯，河谷較陡且窄，河水流速高，向下侵蝕及凹岸侵蝕力均相當大。



中港溪主流下游地勢平坦，河道順直，且左岸有支流南港溪匯入，上游帶下之土砂將大量淤積河道上，人工築堤圍束及沖淤平衡狀況將主導河道之特性。

四、後龍溪

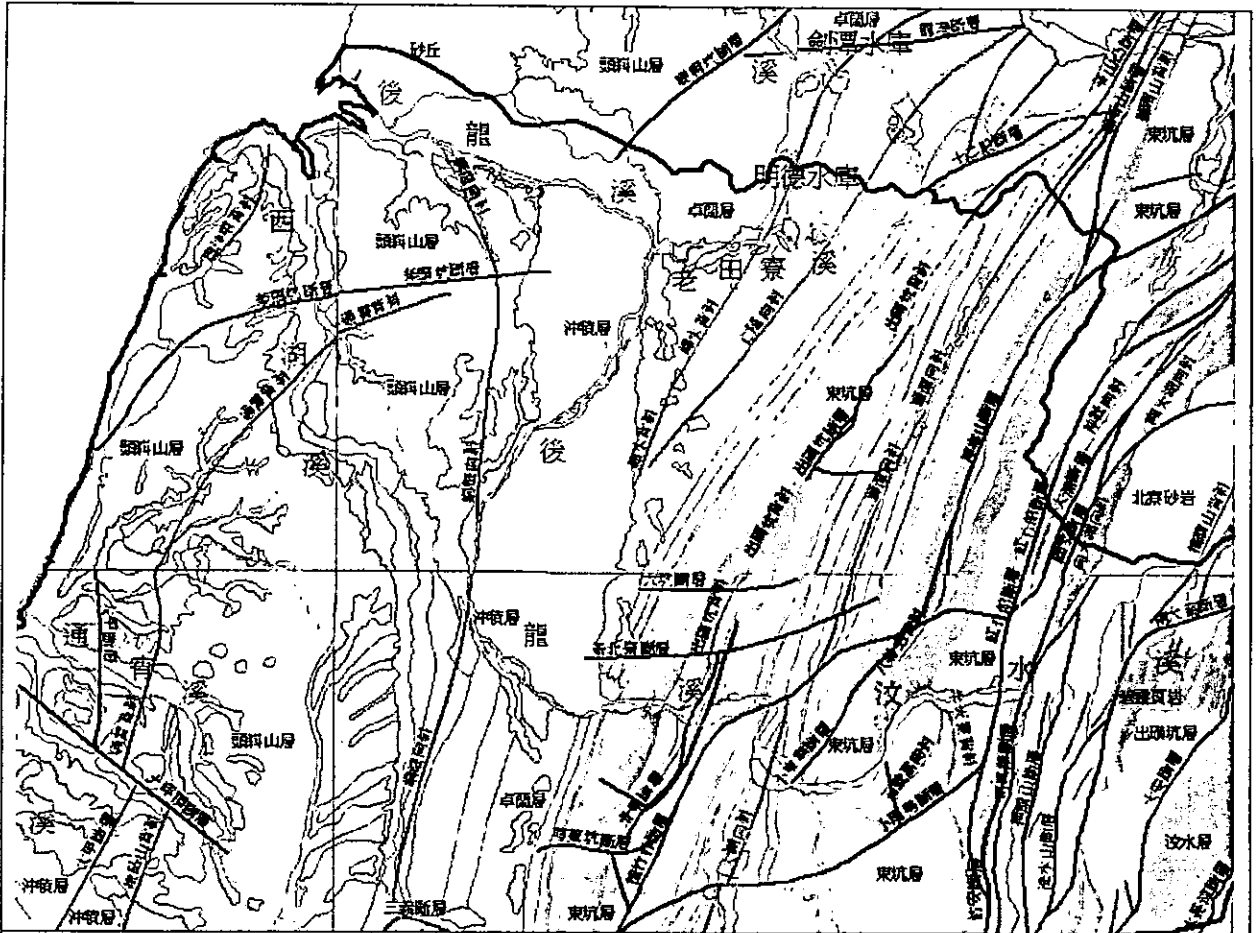


圖 F.5 後龍溪流域地質圖

後龍溪上游發源於西部麓山帶地質區，流經之地層由老至新依序為：

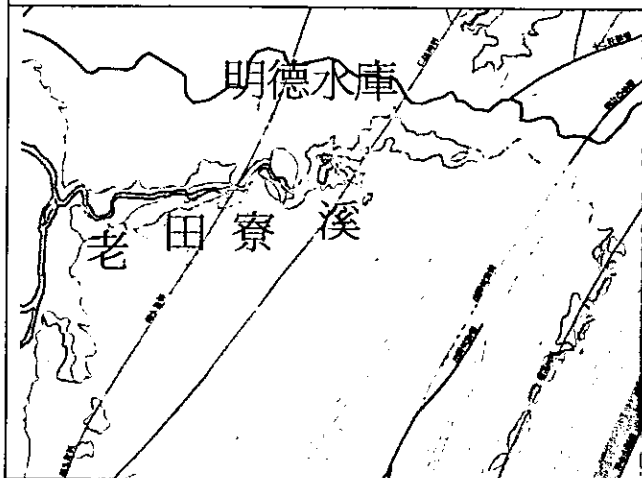
1. 漸新世-中新世汶水層，由砂岩及頁岩互層所組成。
2. 中新世碧靈頁岩，岩性上主要是頁岩夾砂岩。
3. 中新世出磺坑層，主要由砂岩及頁岩互層所組成。
4. 中新世北寮砂岩，岩性以砂岩夾薄層頁岩為主。
5. 中新世打鹿頁岩，岩性為頁岩及粉砂岩組成。
6. 中新世觀音山砂岩，主要由砂岩及頁岩組成。
7. 中新世南莊層，岩性為砂岩及頁岩互層為主。
8. 中新世-上新世桂竹林層關刀山砂岩，由塊狀砂岩、粉砂岩及頁岩所組成。
9. 中新世-上新世桂竹林層十六份頁岩，岩性主要為頁岩。
10. 中新世-上新世桂竹林層魚藤坪砂岩，由泥質砂岩、粉砂岩及頁岩所組成。

11. 上新世之錦水頁岩，岩性主要為頁岩夾薄層砂岩。
12. 上新世-更新世之卓蘭層，岩性為砂岩、泥岩及頁岩互層。
13. 更新世頭嵛山層，岩性主要為砂岩、泥岩、及頁岩。

後龍河流域主要有兩條支流，分別是於中游匯入的老田寮溪及後龍溪主流上游的汶水溪，均發展於麓山帶之第三紀地層上，構造眾多，影響河川之發展。下游至卓蘭層之上才開始出現較寬之全新世沖積層，但沖積層未大幅擴張，因頭嵛山層一直延續至接近後龍溪出海口。

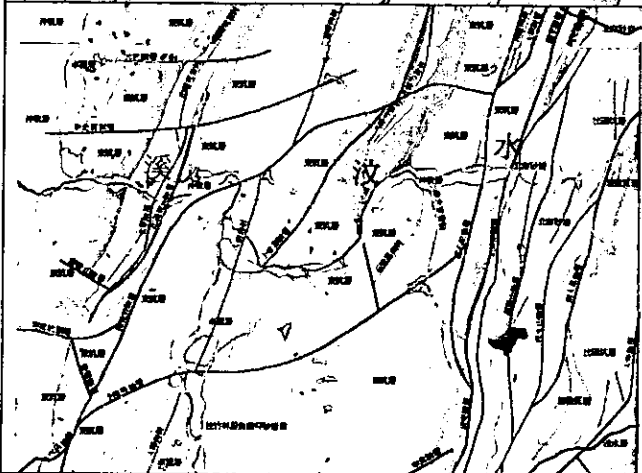
本流域主要構造包括半天寮背斜、大湖向斜、出磺坑背斜、仁隆向斜、錦水背斜及銅鑼向斜，斷層主要為司馬限斷層、紅毛館斷層、小東勢斷層、桂竹林斷層、出磺坑溪斷層、北寮斷層及獅潭斷層等。

汶水溪水系大致順直，但出現一凹型轉折，研判系受到地質構造之影響大。老田寮溪河道則較汶水溪來的蜿蜒，但整體仍應屬於順直型態。後龍溪主流於沖積層中發展，河道流向由南而北有一大弧度之彎曲，與老田寮溪匯流後折而向西出海。。

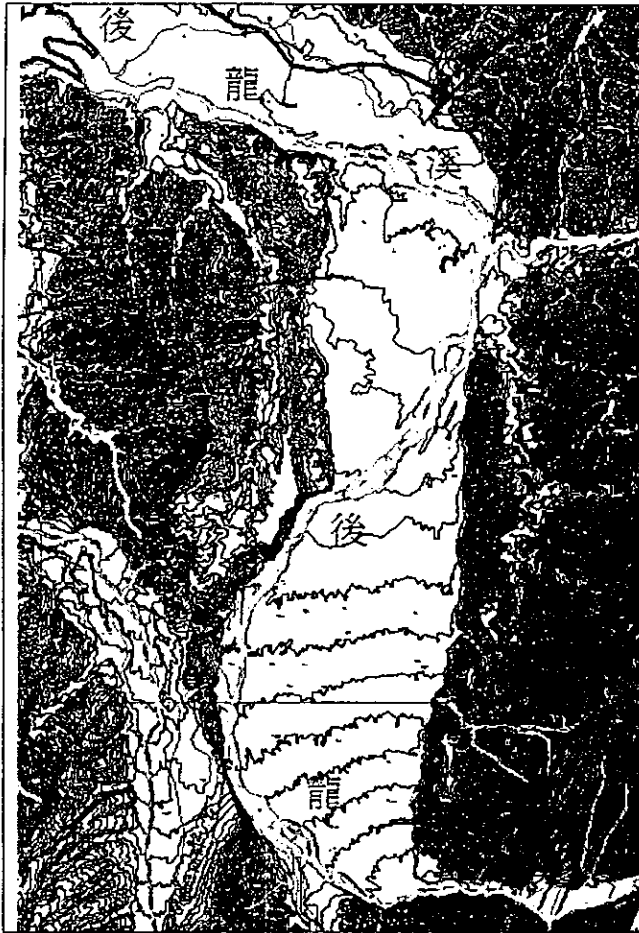


老田寮溪上游沿著獅潭向斜發育，線形上較為破碎之地質並形成小區域之沖積河谷。

出磺坑背斜、仁隆向斜及錦水背斜通過之處，河道均發生轉折，應預防凹岸處之侵蝕加劇。



汶水溪中游處河道順著岩層變化及構造線形而發展出一凹型折曲，河谷狹窄屬急流型態，河道沿線構造雖多，但岩性緻密良好，並未見大型崩塌地產生，但構造線形處有多條土石流潛勢溪流，帶下之土石將影響河道之通水能力。



後龍溪主流發展於頭嵙山層之上，坡度較大，彎曲河道應注意凹岸處之沖刷，堤防應注意基礎之設置。

與老田寮溪匯流後之大轉彎，流量增加，坡度變緩，可能造成淤積而影響河道通水能力。

五、大安溪

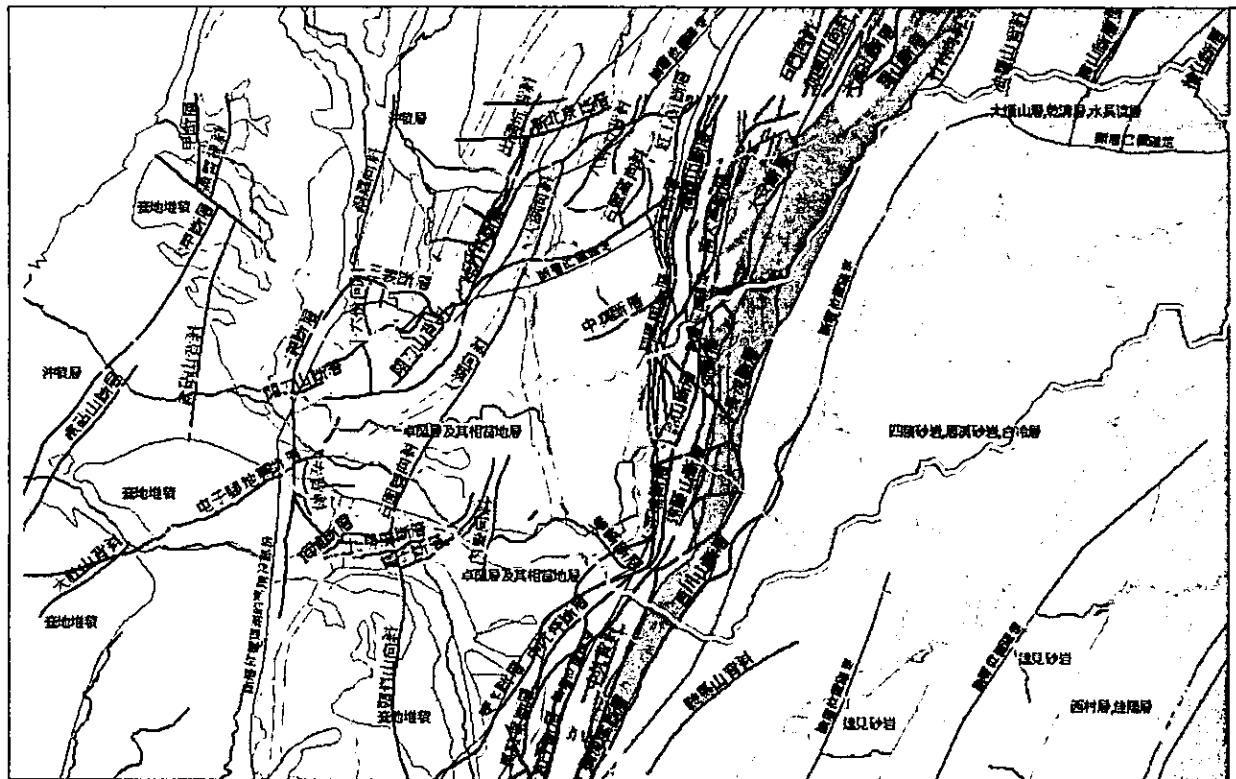


圖 F.6 大安溪流域地質圖

大安溪上游發源於雪山山脈地質區，流經西部麓山帶地質區而於西部海岸平原入海，岩性之分佈由東而西由老至新依序為：

雪山山脈地質區

1. 始新世-漸新世白冷層，主要為白色或灰白色、細粒到粗粒的石英岩質砂岩，夾有灰色的緻密砂岩和深灰色硬頁岩或板岩的互層，頁岩夾層在底部較多。砂岩的層厚可以從二十公分到二公尺不等，也有呈塊狀者。砂岩一般膠結堅強，具有交錯偽層，局部是礫岩狀砂岩。
2. 漸新世眉溪砂岩，於台灣中部地區整合位於佳陽層以上之地層，主要由層理良好之灰色細粒至粗粒堅硬砂岩和砂岩與黑色硬頁岩的互層所組成，夾有薄層炭質頁岩。
3. 漸新世水長流層，整合位於白冷層之上，組成岩層以由暗灰色到黑色硬頁岩和輕度變質的頁岩為主，裏面常常含有海綠石或硫化鐵等礦物，海綠石的含量局部可高達百分之五十。灰色、細粒而堅緻的砂岩出現在不同層位的硬頁岩或板岩中，厚度在五到八十公分之間，有時可以超過一公尺。

西部麓山帶地質區

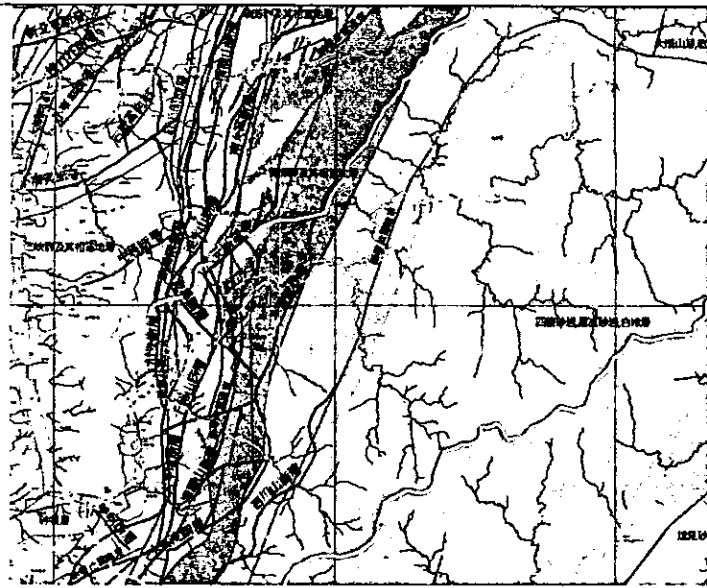
1. 漸新世-中新世汶水層，由淡灰色細粒砂岩及深灰色頁岩互層所組成，質地堅緻，含有炭質碎屑物，頁岩是砂質或炭質。
2. 中新世碧靈頁岩，主要是由很厚的暗灰色至黑色緻密頁岩所組成，在頁岩的中部出現少許砂岩夾層。
3. 中新世出磺坑層，主要由淡青色砂岩及深灰色頁岩互層所組成，為石油地質圖上石底層的相當地層。
4. 中新世北寮砂岩，由淺灰色到淡青灰色的細粒砂岩組成，砂岩部分為泥質或石灰質，層理經常不明顯，只有在頁岩和砂岩成為互層的部分有層理可見，常形成陡崖或峽谷。砂岩中常夾有深灰到灰黑色頁岩，有時達到數公尺的厚度。
5. 中新世打鹿頁岩，以灰色到深灰色頁岩夾有少許凸鏡狀的砂岩或粉砂岩為主，頁岩中富含孔蟲和其他海相化石。
6. 中新世觀音山砂岩，由青灰色到淡灰色細粒石灰質砂岩夾有深灰色頁岩和砂岩及頁岩的薄互層組成，砂岩常呈塊狀，而且形成陡峻的山脊。
7. 中新世南莊層，由淡灰色到灰白色的細粒砂岩和深灰色頁岩所組成。砂岩呈塊狀或厚層狀，由砂岩和頁岩所形成的薄葉層是本層的特色，也是岩性指準，常和深灰色頁岩和不規則的煤線共生。因岩段在各地區之劃分標準及上下界線等不同，在苗栗出磺坑油田稱呼上段為上福基砂岩，下段為東坑層。
8. 中新世-上新世桂竹林層，台灣中部的桂竹林層大致可分為三個岩段：下部為厚層砂岩，夾有深灰色頁岩，也夾有若干灰白色砂岩，稱為關刀山砂岩；中部為一層厚約一至二百公尺的頁岩段，稱為十六份頁岩；上部為泥質砂岩和頁岩的互層，稱為魚藤坪砂岩。
9. 上新世錦水頁岩，由深灰色色頁岩組成，具有發育良好的球狀剝離構造，通常夾有暗灰色凸鏡狀砂岩層以及粉砂岩和泥岩的薄層。有些地方頁岩的淘選度很差，並且富含泥灰岩結核。

10. 上新世-更新世卓蘭層，由砂岩、粉砂岩、泥岩、和頁岩的互層組成。砂岩常呈淡青灰色或淡灰色，細粒，略含雲母質，種類有混濁砂岩到亞混濁砂岩等，少數白色正石英砂岩互層也出現在本層內。頁岩和泥岩呈現青灰色或暗灰色，一般層厚在二十至五十公分間，部分地方也出現有較厚的頁岩層。由於砂岩和頁岩的抗蝕力不等，所以在互層出露區域常形成單面山或豬背嶺的地形，成為本地層一個重要特徵。
11. 更新世頭嵙山層，本層分為二個岩段：下部稱為香山相，主要的岩性是塊狀、淡青灰色至淡灰色、細粒、或粉砂質的砂岩，夾有青灰色或灰色頁岩的互層，除了在含有頁岩夾層處以外，砂岩層理多不顯著。上部稱為火炎山相，由巨厚塊狀的礫岩組成，常形成峻峭懸崖和鋸齒狀的山嶺。礫岩厚度在數百公尺到一千公尺之間，礫石的形狀為圓形到次圓形，直徑大小在數公分到一公尺之間，砂岩或粉砂岩所成的薄凸鏡體或薄層常出現在礫岩之內。
12. 更新世-現代臺地堆積層，可大至分為兩類：含有紅土的和不含紅土的，其岩性相近，唯頂部有紅土表層有紅土覆蓋者，稱為紅土臺地堆積層。大多數由未經膠結的礫石及夾在其中的砂質或粉砂質凸鏡體組成，一般層理和淘選度都很差。礫石直徑的大小可以從幾公厘一直到二公尺以上，通常和各種不同比例的砂、粉砂、粘土混雜在一起，有些地方臺地堆積層的主要成份是細粒碎屑夾著少許礫石。
13. 現代沖積層，由粘土、粉砂、砂、和礫石組成，廣泛地覆蓋在各河道及下游的海岸平原，為主要河流的氾濫平原及海岸砂丘、現代湖相和沼澤相等沉積環境中形成。

本流域之皺褶構造包括鞍內灣向斜、東勢背斜、石圍牆向斜、鐵砧山背斜。斷層包含有羅山斷層、新開斷層、大甲斷層、鐵砧山斷層、屯子腳斷層、三義斷層以及車籠埔斷層等。

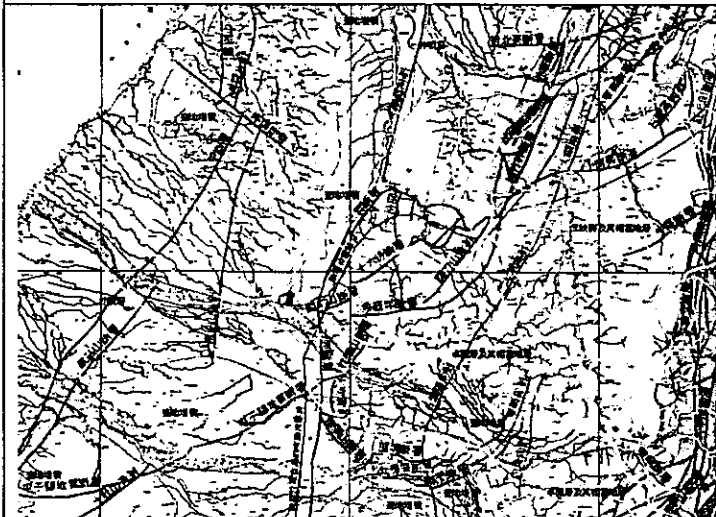
大安溪之水系型態可視為格子狀水系，上游區域岩性質地緻密，形成較為狹深之溪谷，下游自雙崎以下，進入岩性膠結不佳之卓蘭層，河道逐

漸開闊。



大安河流域上游區域主流大致由東北流向西南，左岸支流眾多，集集大地震後，支流集水區地質破碎，崩坍地眾多，近年歷次豪雨均帶下大量土石淤塞河道成災。

河道在地質構造密集區域多處轉折，達觀附近折向南流，而又於雙崎轉向西流，河道於轉彎處均有凹岸侵蝕、凸岸淤積之河道加寬現象。



大安溪進入平原地區後，其及流型態對於和和沖蝕能力強，多次洪水中均對堤防護岸產生多處之嚴重破壞。

景山溪匯流口附近，河道偏向右岸，主流沖擊處對堤岸之破壞能力大。

六、大甲溪



圖 F.7 大甲溪流域地質圖

大甲溪上游發源於脊樑山脈地質區，依序流經雪山山脈地質區及西部麓山帶地質區，岩性之分佈由東而西由老至新依序為：

脊樑山脈地質區

1. 始新世畢祿山層，主要由深灰色的板岩和千枚岩組成，夾著一些薄層到中層暗灰色至白灰色的石英岩和石灰質或泥灰質的凸鏡體，有時也含有不規則的礫岩層。
2. 中新世廬山層，大部分由黑色到深灰色的硬頁岩、板岩及千枚岩和深灰色的硬砂岩互層組成，含有零星散布的泥灰岩團塊。

雪山山脈地質區

1. 始新世-漸新世白冷層，主要為白色或灰白色、細粒到粗粒的石英岩質砂岩，夾有灰色的緻密砂岩和深灰色硬頁岩或板岩的互層，頁岩夾層在底部較多。砂岩的層厚可以從二十公分到二公尺不等，也有呈塊狀者。砂岩一般膠結堅強，具有交錯偽層，局部是礫岩狀砂岩。
2. 漸新世水長流層，整合位於白冷層之上，組成岩層以由暗灰色到黑色硬頁岩和輕度變質的頁岩為主，裏面常常含有海綠石或硫化鐵等礦物，海綠石的含量局部可高達百分之五十。灰色、細粒而堅緻的砂岩出現在不同層位的硬頁岩或板岩中，厚度在五到八十公分之

間，有時可以超過一公尺。

西部麓山帶地質區

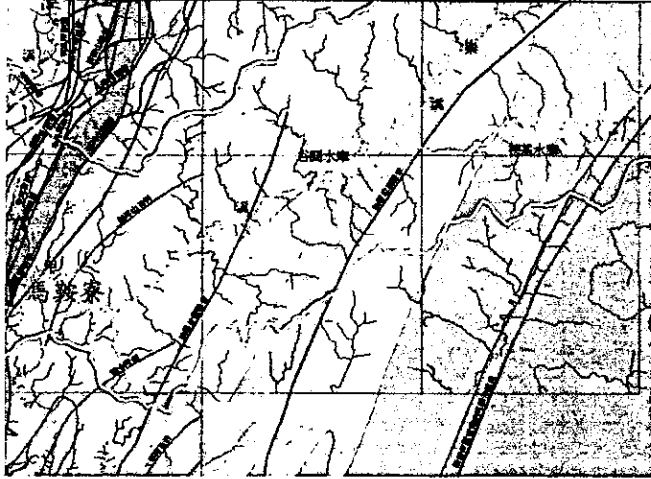
1. 漸新世-中新世木山層，由淡灰色細粒砂岩和深灰色頁岩構成，比較堅緻。砂岩局部為條帶狀或葉紋狀組織，含有炭質的碎屑物，頁岩為砂質或炭質。
2. 中新世大寮層，由厚層的暗灰色到黑色緻密頁岩所組成，在頁岩中夾有一些不規則的泥質結核或砂岩夾層。
3. 中新世石底層，由砂岩、粉砂岩、頁岩和薄煤層構成，常見黑灰色頁岩和白色砂岩或粉砂岩所成的條紋狀薄葉互層。頁岩是深灰色或灰黑色，經常含有炭質，在頁理面不發達的地方，看起來好像是泥岩。砂岩則常是長石質、淡灰色到白色、細粒到中粒。
4. 中新世北寮砂岩，由淺灰色到淡青灰色的細粒砂岩組成，砂岩部分為泥質或石灰質，層理經常不明顯，只有在頁岩和砂岩成為互層的部分有層理可見，常形成陡崖或峽谷。砂岩中常夾有深灰到灰黑色頁岩，有時達到數公尺的厚度。
5. 中新世打鹿頁岩，以灰色到深灰色頁岩夾有少許凸鏡狀的砂岩或粉砂岩為主，頁岩中富含孔蟲和其他海相化石。
6. 中新世觀音山砂岩，由青灰色到淡灰色細粒石灰質砂岩夾有深灰色頁岩和砂岩及頁岩的薄互層組成，砂岩常呈塊狀，而且形成陡峻的山脊。
7. 中新世南莊層，由淡灰色到灰白色的細粒砂岩和深灰色頁岩所組成。砂岩呈塊狀或厚層狀，由砂岩和頁岩所形成的薄葉層是本層的特色，也是岩性指準，常和深灰色頁岩和不規則的煤線共生。
8. 中新世-上新世桂竹林層，台灣中部的桂竹林層大致可分為三個岩段：下部為厚層砂岩，夾有深灰色頁岩，也夾有若干灰白色砂岩，稱為關刀山砂岩；中部為一層厚約一至二百公尺的頁岩段，稱為十六份頁岩；上部為泥質砂岩和頁岩的互層，稱為魚藤坪砂岩。
9. 上新世錦水頁岩，由深灰色色頁岩組成，具有發育良好的球狀剝離構造，通常夾有暗灰色凸鏡狀砂岩層以及粉砂岩和泥岩的薄層。有

些地方頁岩的淘選度很差，並且富含泥灰岩結核。

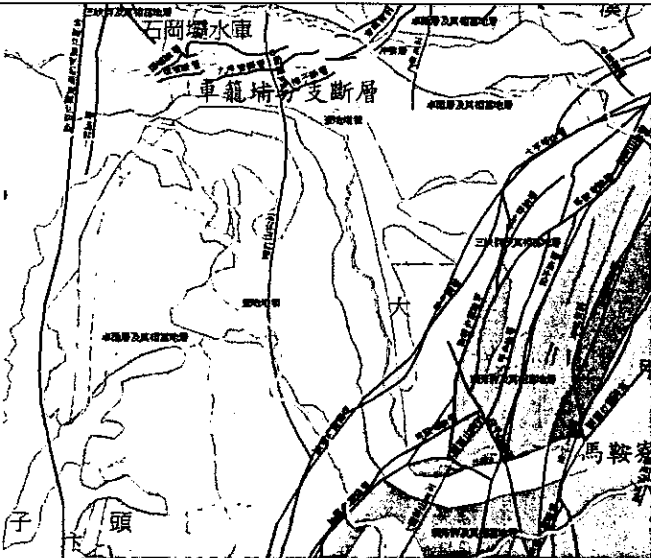
10. 上新世-更新世卓蘭層，由砂岩、粉砂岩、泥岩、和頁岩的互層組成。砂岩常呈淡青灰色或淡灰色，細粒，略含雲母質，種類有混濁砂岩到亞混濁砂岩等，少數白色正石英砂岩互層也出現在本層內。頁岩和泥岩呈現青灰色或暗灰色，一般層厚在二十至五十公分間，部分地方也出現有較厚的頁岩層。由於砂岩和頁岩的抗蝕力不等，所以在互層出露區域常形成單面山或豬背嶺的地形，成為本地層一個重要特徵。
11. 更新世頭崙山層，本層分為二個岩段：下部稱為香山相，主要的岩性是塊狀、淡青灰色至淡灰色、細粒、或粉砂質的砂岩，夾有青灰色或灰色頁岩的互層，除了在含有頁岩夾層處以外，砂岩層理多不顯著。上部稱為火炎山相，由巨厚塊狀的礫岩組成，常形成峻峭懸崖和鋸齒狀的山嶺。礫岩厚度在數百公尺到一千公尺之間，礫石的形狀為圓形到次圓形，直徑大小在數公分到一公尺之間，砂岩或粉砂岩所成的薄凸鏡體或薄層常出現在礫岩之內。
12. 更新世-現代臺地堆積層，可大至分為兩類：含有紅土的和不含紅土的，其岩性相近，唯頂部有紅土表層有紅土覆蓋者，稱為紅土臺地堆積層。大多數由未經膠結的礫石及夾在其中的砂質或粉砂質凸鏡體組成，一般層理和淘選度都很差。礫石直徑的大小可以從幾公厘一直到二公尺以上，通常和各種不同比例的砂、粉砂、粘土混雜在一起，有些地方臺地堆積層的主要成份是細粒碎屑夾著少許礫石。
13. 現代沖積層，由粘土、粉砂、砂、和礫石組成，廣泛地覆蓋在各河道及下游的海岸平原，為主要河流的氾濫平原及海岸砂丘、現代湖相和沼澤相等沉積環境中形成。

本流域之皺褶構造包括鞍馬山背斜、大橫屏山向斜、東勢背斜、石圍牆向斜及大度山背斜等，斷層包括水長流斷層、白毛山斷層、馬鞍寮斷層、大茅埔雙冬斷層、車隆埔斷層、清水斷層、屯子腳斷層、鐵占山斷層、大甲斷層及三義斷層等。

大甲溪之水系型態在中下游地勢平坦地區呈現樹枝狀；在中上游地區，眾多支流皆約略與主流以直角方式匯入，可視為介於樹枝狀與格子狀之間的水系型態。

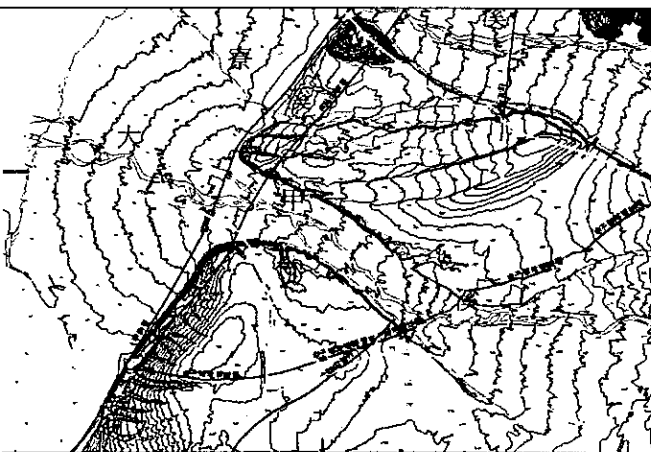


大甲溪在馬鞍寮以上之地層均屬第三紀輕度變質岩，岩石均相當堅硬，但是解壓節理相當發達，造成岩體破碎，加上歷經集集大地震，眾多峽谷兩岸岩壁均已經震鬆，解壓節理可達坡體以內三十公尺以上（林銘郎，1992），所以河谷土石料源豐富，將導致未來河床持續升高。



大甲溪在馬鞍寮以下河段，地質構造密佈造成地層破碎，河道於此區變的較為寬廣，顯示侵蝕作用旺盛，需注意河岸穩定性。

河道接著於馬鞍寮斷層附近折而向北進入卓蘭層中，膠結不佳之岩性使得侵蝕下切旺盛，至石岡附近之車籠埔分支斷層處折向西流。



屯子腳斷層、鐵占山斷層、大甲斷層等構造抬昇切割大肚山台地，台地邊緣與河谷形成大幅落差，亦是膠結不佳之岩性使得侵蝕下切旺盛形成之現象。

七、烏溪

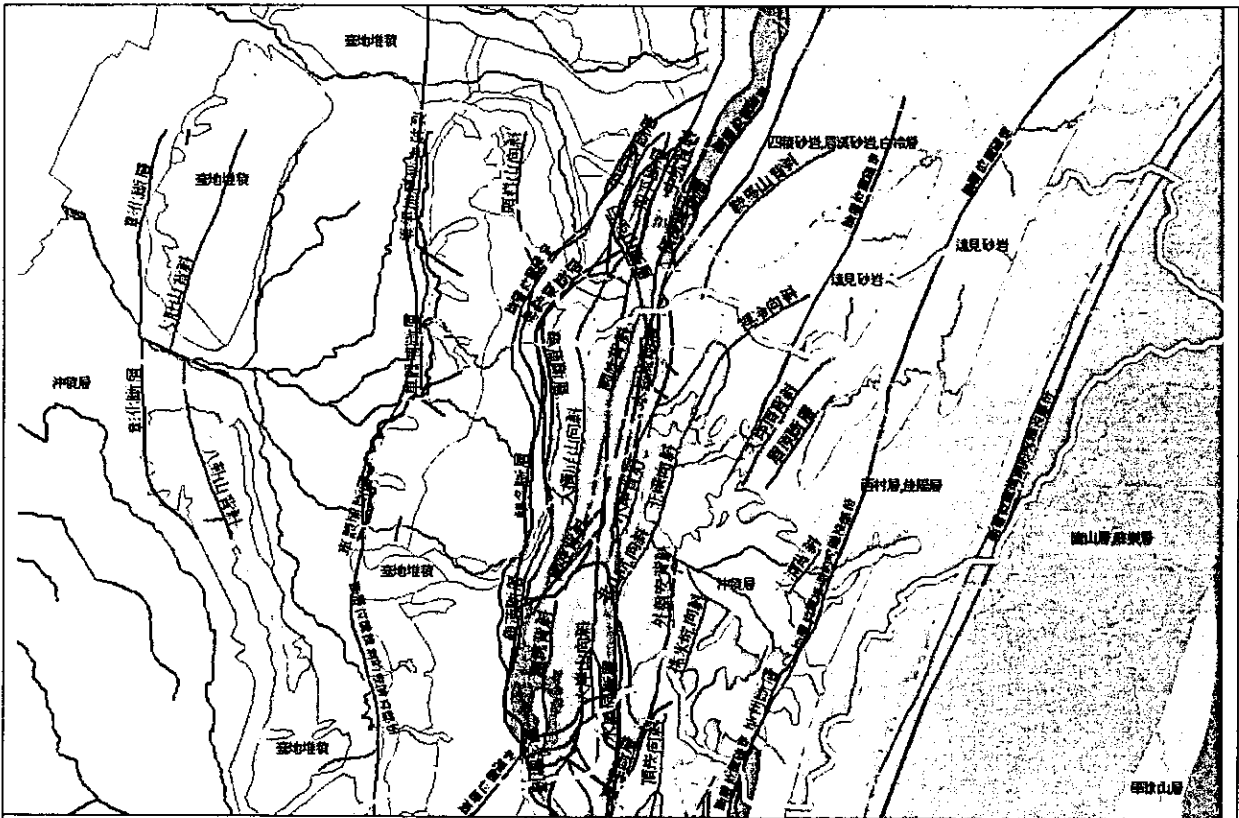


圖 F.8 烏河流域地質圖

烏溪上游發源於脊樑山脈地質區，依序流經雪山山脈地質區及西部廬山山帶地質區，岩性之分佈由東而西由老至新依序為：

脊樑山脈地質區

1. 中新世廬山層，大部分由黑色到深灰色的硬頁岩、板岩及千枚岩和深灰色的硬砂岩互層組成，含有零星散布的泥灰岩團塊，含有不規則的石英脈，偶夾薄層細粒變質砂岩或粉砂岩，局部出現厚層變質砂岩，或葉理發育完整且具有絲絹光澤的千枚岩。

雪山山脈地質區

1. 始新世達見砂岩，為厚層中粒至粗粒石英岩狀砂岩，夾有少量頁岩、碳質頁岩或板岩，為一變質地層。達見砂岩因為岩性堅強，常構成著名瀑布，且砂岩內有時含有石英（水晶）巨大晶體。褶皺頗為普遍，整個區域為斷層與褶皺所影響，因此多剪裂及破碎帶，並形成相當多之崩塌地。
2. 始新世-漸新世佳陽層，主要由厚層板岩組成，夾有少量細粒砂岩或

粉砂岩，板岩劈理至為發達，板岩中夾有少許燧石團塊，為一變質地層。

3. 漸新世眉溪砂岩，於台灣中部地區整合位於佳陽層以上之地層，主要由層理良好之灰色細粒至粗粒堅硬砂岩和砂岩與黑色硬頁岩的互層所組成，夾有薄層炭質頁岩。
4. 漸新世水長流層，整合位於白冷層或四稜砂岩之上之地層，組成岩層以由暗灰色到黑色硬頁岩和輕度變質的頁岩為主，裏面常常含有海綠石或硫化鐵等礦物，海綠石的含量局部可高達百分之五十。灰色、細粒而堅緻的砂岩出現在不同層位的硬頁岩或板岩中，厚度在五到八十公分之間，有時可以超過一公尺。

西部麓山帶地質區

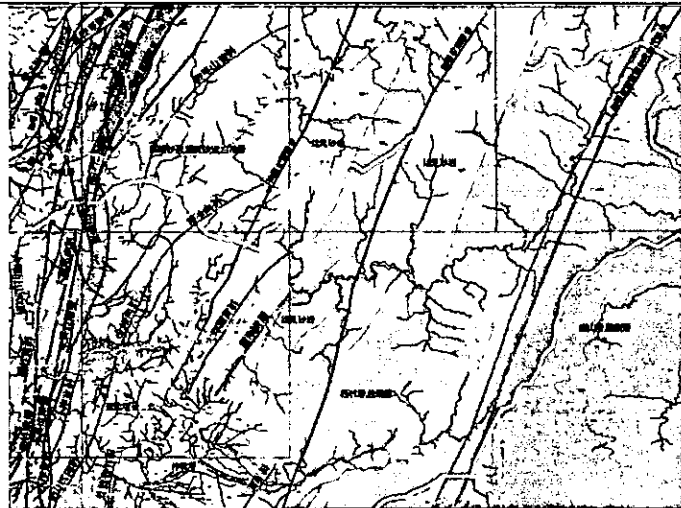
1. 漸新世粗坑層，由深灰色頁岩、灰白色砂岩，和凝灰質沉積岩混合組成。本層的下部由深灰色到灰紅色頁岩組成，夾有少量凝灰岩的凸鏡體。中部為灰白色或淡灰色的細粒砂岩，含有少量煤屑物。再向上有凸鏡狀的沉積凝灰岩層，凝灰岩層向兩側移變為凝灰質沉積物，再變為不含凝灰質的砂岩或頁岩，大部分的凝灰質岩層為紫色或淡綠色。本層的上部以深灰色頁岩和灰色細粒砂岩的互層為主，頁岩局部為凝灰質。整個地層內都含有海綠石，或呈明顯的海綠石層，或散布在岩石之中。
2. 漸新世-中新世大坑層，整合位於漸新世粗坑層之上，其下部由淡灰色厚層到中層的砂岩和深灰色頁岩構成，厚約二百到三百公尺，其上部由深灰色頁岩和砂岩及頁岩的互層構成，約厚四百到五百公尺。頁岩中含有海綠石，海綠石的富集帶也在多處地點發現。
3. 中新世水裡坑層，主要為塊狀至厚層砂岩和暗灰色緻密頁岩的互層，其中部有一富含化石的頁岩段。水裡坑層的上下兩岩段皆以厚層或塊狀淺灰色砂岩為主，常構成懸崖陡坡，砂岩中有灰黑色頁岩的夾層。水裡坑層的中下段中富含海綠石，但上段則無。
4. 中新世南莊層，由淡灰色到灰白色的細粒砂岩和深灰色頁岩所組成。砂岩呈塊狀或厚層狀，由砂岩和頁岩所形成的薄葉層是本層的

特色，也是岩性指準，常和深灰色頁岩和不規則的煤線共生。

5. 中新世-上新世桂竹林層，台灣中部的桂竹林層大致可分為三個岩段：下部為厚層砂岩，夾有深灰色頁岩，也夾有若干灰白色砂岩，稱為關刀山砂岩；中部為一層厚約一至二百公尺的頁岩段，稱為十六份頁岩；上部為泥質砂岩和頁岩的互層，稱為魚藤坪砂岩。
6. 上新世錦水頁岩，由深灰色頁岩組成，具有發育良好的球狀剝離構造，通常夾有暗灰色凸鏡狀砂岩層以及粉砂岩和泥岩的薄層。有些地方頁岩的淘選度很差，並且富含泥灰岩結核。
7. 上新世-更新世卓蘭層，由砂岩、粉砂岩、泥岩、和頁岩的互層組成。砂岩常呈淡青灰色或淡灰色，細粒，略含雲母質，種類有混濁砂岩到亞混濁砂岩等，少數白色正石英砂岩互層也出現在本層內。頁岩和泥岩呈現青灰色或暗灰色，一般層厚在二十至五十公分間，部分地方也出現有較厚的頁岩層。由於砂岩和頁岩的抗蝕力不等，所以在互層出露區域常形成單面山或豬背嶺的地形，成為本地層一個重要特徵。
8. 更新世頭嵛山層，本層分為二個岩段：下部稱為香山相，主要的岩性是塊狀、淡青灰色至淡灰色、細粒、或粉砂質的砂岩，夾有青灰色或灰色頁岩的互層，除了在含有頁岩夾層處以外，砂岩層理多不顯著。上部稱為火炎山相，由巨厚塊狀的礫岩組成，常形成峻峭懸崖和鋸齒狀的山嶺。礫岩厚度在數百公尺到一千公尺之間，礫石的形狀為圓形到次圓形，直徑大小在數公分到一公尺之間，砂岩或粉砂岩所成的薄凸鏡體或薄層常出現在礫岩之內。
9. 更新世-現代臺地堆積層，大多數由未經膠結的礫石及夾在其中的砂質或粉砂質凸鏡體組成，一般層理和淘選度都很差。礫石直徑的大小可以從幾公厘一直到二公尺以上，通常和各種不同比例的砂、粉砂、粘土混雜在一起。
10. 現代沖積層，由粘土、粉砂、砂、和礫石組成，廣泛地覆蓋在各河道及下游的海岸平原，為主要河流的氾濫平原及海岸砂丘、現代湖相和沼澤相等沉積環境中形成。

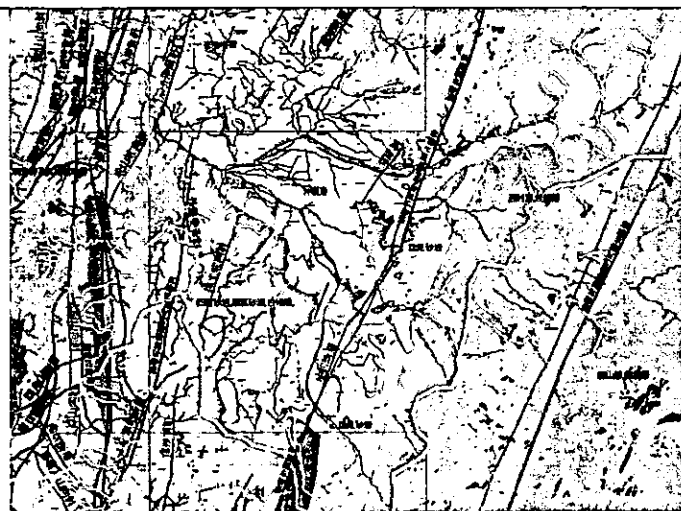
本流域之皺摺構造主要包括大湳背斜、大坪頂背斜、北港向斜、小岸背斜、國姓背斜、大橫屏山向斜、八卦山背斜及大度山背斜等，斷層則包括梨山斷層、屈尺斷層、地利斷層、眉原斷層、水長流斷層、國姓斷層、龜蒲斷層、大茅埔雙冬斷層、車籠埔斷層、彰化斷層及清水斷層等。

烏溪流域範圍廣闊，包括北港溪、南港溪、大里溪、貓羅溪及筏子溪等，水系型態比較接近樹枝狀，上游區域蜿蜒於叢山之中，河幅狹窄，沖蝕能力強，河道離開山谷後逐漸分歧，至平原地區河道已呈瓣狀分歧型態。



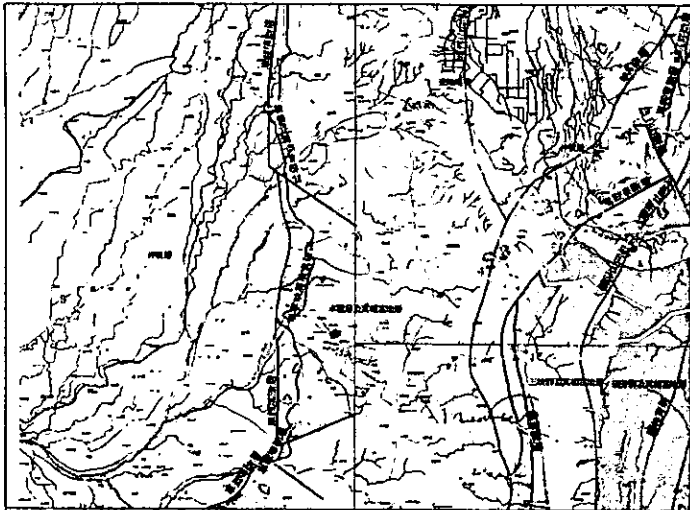
北港溪支流主要發育於雪山山脈地質區，最上游處順著斷層線型發育，主流呈現蜿蜒曲流特性，坡陡侵蝕能力及土石輸送能力均相當旺盛，支流與主流約略成正交，應是循正交之節理弱面發育而成。

四稜砂岩多剪裂及破碎帶，形成相當多之崩塌地。佳陽層之板岩劈理發達，地層亦相當破碎。

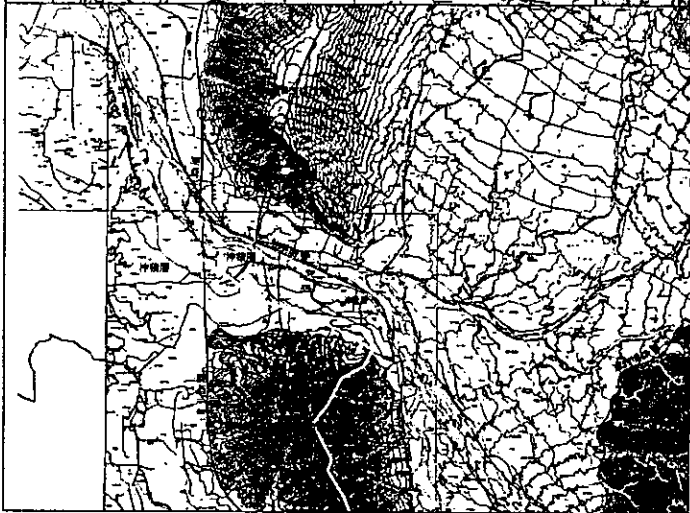


南港溪支流沿線土石流潛勢溪流眾多，對於河道沿線區域危害嚴重，地層之破碎為主要肇因。

九份二山在集集大地震時的順層面大崩山，除淤塞舊有河道形成堰塞湖外，土石淤積並大量下移亦嚴重影響河道之穩定。



大里溪上游發源於膠結鬆散之更新世地層上，山區河道谷窄坡陡，沖蝕能力及土石輸送能力都很強盛，加上車籠埔斷層通過此區造成地層嚴重破碎擾動，土石淤塞河道常對下游人口密集區域造成嚴重威脅。



烏溪下游主流河道呈現辮狀河道型態，大肚山背斜及八卦山背斜造成大肚山台地隆起，拘束河道之發展，且彰化斷層及大肚溪斷層通過此區，地質之擾動對於河道之平衡狀態有重要之影響。

八、濁水溪

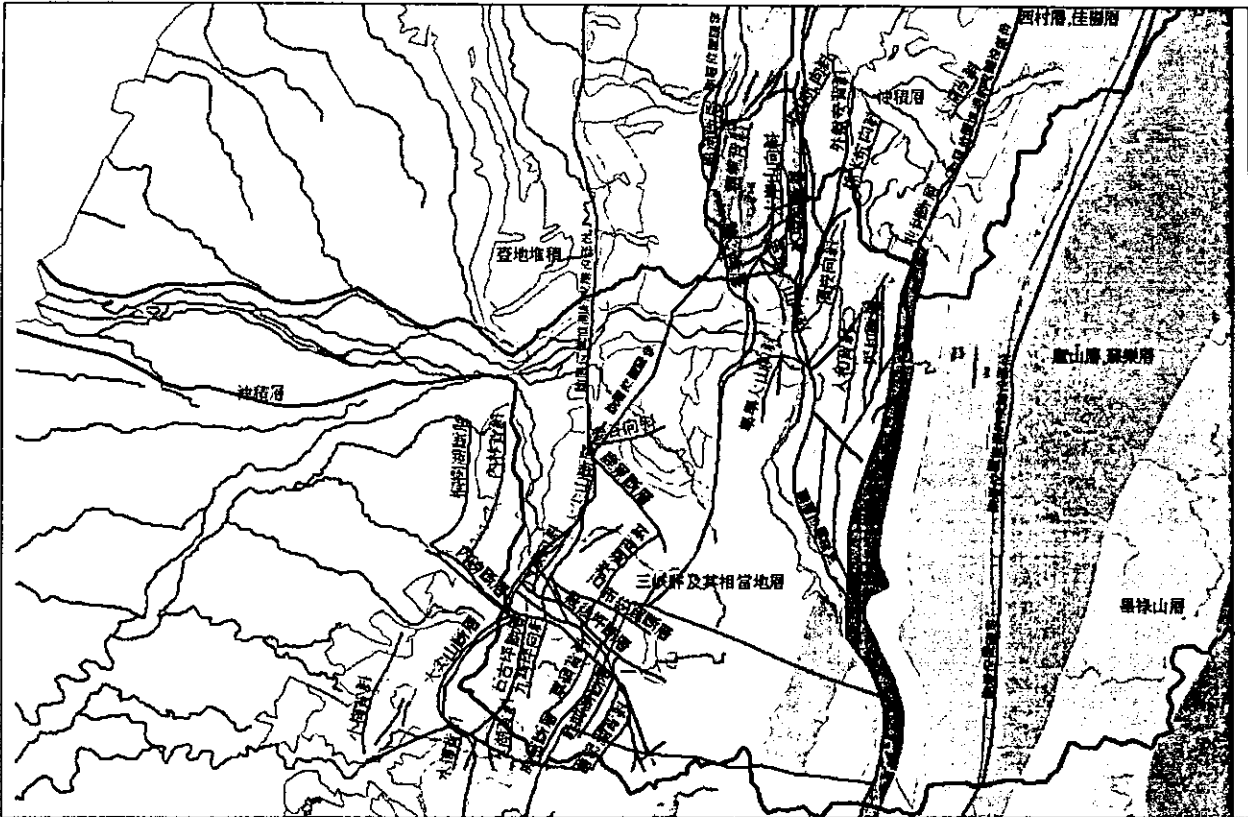


圖 F.9 濁水溪流域地質圖

濁水溪流域之地層分佈狀況，大致可分為四個區域來做說明，分別是：中央山脈東翼地質區、脊梁山脈地質區、雪山山脈地質區及西部麓山帶地質區等，茲將流域內之地層岩性分述如下：

中央山脈東翼地質區

1. 先第三紀變質石灰岩，又稱為大理岩，在大南澳變質雜岩系的東北部和西部形成最顯著的一條岩帶。石灰岩常和各種片岩成為互層，不同地點石灰岩層的厚度可從數公尺到幾百公尺不等。變質石灰岩呈塊狀或厚層狀，結構為細粒到粗粒，共有三種不同的顏色。淺灰或深灰色的石灰岩是最發達而且最多的種類；另外二種是黑色和白色的石灰岩。
2. 先第三紀黑色、綠色及砂質片岩，地層為黑色、綠色及砂質片岩之互層。黑色片岩也被命名為泥質片岩，是本變質岩帶中的主要片岩狀岩石。綠色片岩主要呈厚層或薄層或凸鏡體，和其他變質岩成為互層，黑色片岩、層狀燧石及變質石灰岩是和綠色片岩最常共生一

起的岩石。砂質片岩為灰色，但是通常因風化而呈灰褐色。葉理構造在部份岩石中非常發達，但在部份岩石中並不顯著。本層岩性單調，由黑色片岩夾著薄層至厚層的綠色及砂質片岩組成，而且具有發育良好的葉理面。

脊樑山脈地質區

1. 始新世畢祿山層，以板岩和千枚岩為主要岩性，但是在變質的泥質岩層中夾有較厚的變質砂岩層，有的為石灰質砂岩，有的為長石質砂岩，砂岩粒度由細粒至粗粒，層厚也有薄有厚。
2. 中新世廬山層，大部分由黑色到深灰色的硬頁岩、板岩及千枚岩和深灰色的硬砂岩互層組成，含有零星散布的泥灰岩團塊，含有不規則的石英脈，偶夾薄層細粒變質砂岩或粉砂岩，局部出現厚層變質砂岩，或葉理發育完整且具有絲絹光澤的千枚岩。

雪山山脈地質區

1. 始新世十八重溪層，十八重溪層是雪山山脈帶中出露的最老地層，本地層主要由黑色至暗灰色板岩組成，其中夾有薄層變質砂岩以及板岩和變質砂岩所成黑白相間的薄葉互層，是為其主要岩性特徵，板岩中的砂岩為石英岩質，非常堅硬，呈中粒至細粒，淺灰色，有時微具石灰質。
2. 始新世達見砂岩，為厚層中粒至粗粒石英岩狀砂岩，夾有少量頁岩、碳質頁岩或板岩，為一變質地層。達見砂岩因為岩性堅強，常構成著名瀑布，且砂岩內有時含有石英（水晶）巨大晶體。褶皺頗為普遍，整個區域為斷層與褶皺所影響，因此多剪裂及破碎帶，並形成相當多之崩塌地。
3. 始新世-漸新世佳陽層，主要由厚層板岩組成，夾有少量細粒砂岩或粉砂岩，板劈理至為發達，板岩中夾有少許燧石團塊。
4. 始新世-漸新世白冷層，係以石英岩為主之地層，其中並含有黑色板岩。此層相當於本省其他地方之四稜石英岩，為一變質地層，岩石堅實，地形高峻，峽谷深峭，褶皺頗為普遍。
5. 漸新世水長流層，全為黑色板岩或千枚狀板岩所成，片理極為發達，

岩質較為軟弱，另致鬆碎剝落，風化後多呈黏土狀。

西部麓山帶地質區

1. 漸新世粗坑層，由深灰色頁岩、灰白色砂岩，和凝灰質沉積岩混合組成。本層的下部由深灰色到灰紅色頁岩組成，夾有少量凝灰岩的凸鏡體。中部為灰白色或淡灰色的細粒砂岩，含有少量煤屑物。再向上有凸鏡狀的沉積凝灰岩層，凝灰岩層向兩側移變為凝灰質沉積物，再變為不含凝灰質的砂岩或頁岩，大部分的凝灰質岩層為紫色或淡綠色。本層的上部以深灰色頁岩和灰色細粒砂岩的互層為主，頁岩局部為凝灰質。
2. 漸新世-中新世大坑層，整合位於漸新世粗坑層之上，其下部由淡灰色厚層到中層的砂岩和深灰色頁岩構成，厚約二百到三百公尺，其上部由深灰色頁岩和砂岩及頁岩的互層構成，約厚四百到五百公尺。
3. 中新世水裡坑層，主要為塊狀至厚層砂岩和暗灰色緻密頁岩的互層，其中部有一富含化石的頁岩段。水裡坑層的上下兩岩段皆以厚層或塊狀淺灰色砂岩為主，常構成懸崖陡坡，砂岩中有灰黑色頁岩的夾層。
4. 中新世南莊層，主要為淡灰色到灰白色的細粒砂岩和深灰色頁岩，砂岩呈塊狀或厚層狀，但具有南莊層特徵的白砂岩發育非常不良，或完全消失不見。砂岩--砂岩--頁岩所成的薄葉層仍然是本層的特色，也是岩性指準，常和深灰色頁岩和不規則的煤線共生。
5. 中新世-上新世桂竹林層，台灣中部的桂竹林層大致可分為三個岩段：下部為厚層砂岩，夾有深灰色頁岩，也夾有若干灰白色砂岩，稱為關刀山砂岩；中部為一層厚約一至二百公尺的頁岩段，稱為十六份頁岩；上部為泥質砂岩和頁岩的互層，稱為魚藤坪砂岩。
6. 上新世錦水頁岩，頁岩呈深灰色，具有發育良好的球狀剝離構造，通常夾有暗灰色凸鏡狀砂岩層以及粉砂岩和泥岩的薄層。有些地方頁岩的淘選度很差，並且富含泥灰岩結核。
7. 上新世-更新世卓蘭層，由砂岩、粉砂岩、泥岩、和頁岩的互層組成。砂岩常呈淡青灰色或淡灰色，細粒，略含雲母質，種類有混濁砂岩

到亞混濁砂岩等，少數白色正石英砂岩互層也出現在本層內。頁岩和泥岩呈現青灰色或暗灰色，一般層厚在二十至五十公分間，部分地方也出現有較厚的頁岩層。由於砂岩和頁岩的抗蝕力不等，所以在互層出露區域常形成單面山或豬背嶺的地形，成為本地層一個重要特徵。

8. 更新世頭嵛山層，本層分為二個岩段：下部稱為香山相，主要的岩性是塊狀、淡青灰色至淡灰色、細粒、或粉砂質的砂岩，夾有青灰色或灰色頁岩的互層，除了在含有頁岩夾層處以外，砂岩層理多不顯著。上部稱為火炎山相，由巨厚塊狀的礫岩組成，常形成峻峭懸崖和鋸齒狀的山嶺。礫岩厚度在數百公尺到一千公尺之間，礫石的形狀為圓形到次圓形，直徑大小在數公分到一公尺之間，砂岩或粉砂岩所成的薄凸鏡體或薄層常出現在礫岩之內。
9. 更新世-現代臺地堆積層，大多數由未經膠結的礫石及夾在其中的砂質或粉砂質凸鏡體組成，一般層理和淘選度都很差。礫石直徑的大小可以從幾公厘一直到二公尺以上，通常和各種不同比例的砂、粉砂、粘土混雜在一起。
10. 現代沖積層，由粘土、粉砂、砂、和礫石組成，廣泛地覆蓋在各河道及下游的海岸平原，為主要河流的氾濫平原及海岸砂丘、現代湖相和沼澤相等沉積環境中形成。

本流域之皺摺構造包括和社背斜、同富山向斜、草嶺背斜以及九芎坪向斜等。主要斷層包括梨山斷層、屈尺斷層、萱野（地利）斷層、民和斷層、眉原斷層、大茅埔雙冬斷層、車籠埔斷層、彰化斷層及桐樹湖斷層等。

濁水溪水系型態相當特殊，上游位於高山峻嶺中，河道狹窄蜿蜒，水系型態以樹枝狀為主；中游區域所有支流均由南向北匯入位於北邊之主流；下游因於沖積扇上流路變遷頻繁，現以人工築堤圍束之方式，將主河道限制在狹窄之河幅中。

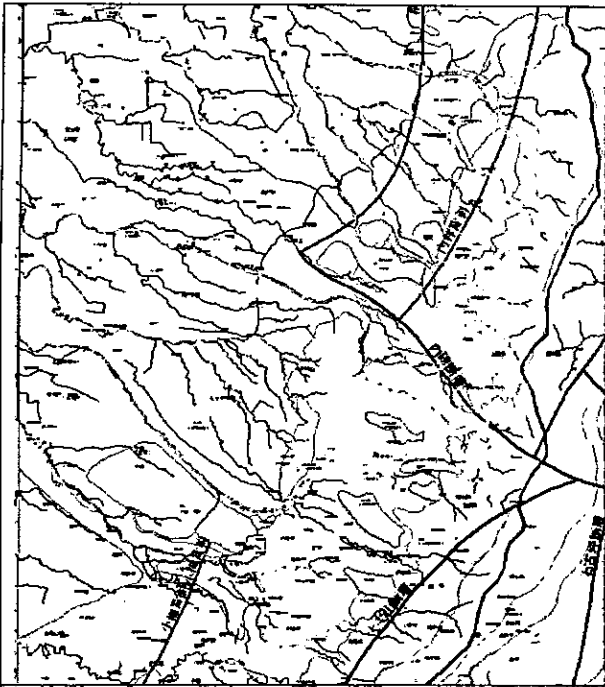


濁水溪主流河道大致為東西向的辮狀河道，在水里以上河道轉為南北向，順著水里坑斷層之線型發展，水里坑斷層沿線地質破碎，崩坍地遍佈個坑谷溪流，造成兩岸密佈土石流潛勢溪流，河道壅塞不斷變動，對沿線交通及居民之威脅巨大。

東埔蚋溪在木屐寮附近匯入濁水溪主流，其上游為雙冬斷層通過之處，同樣造成岩層破碎崩坍及眾多土石流潛勢溪流。

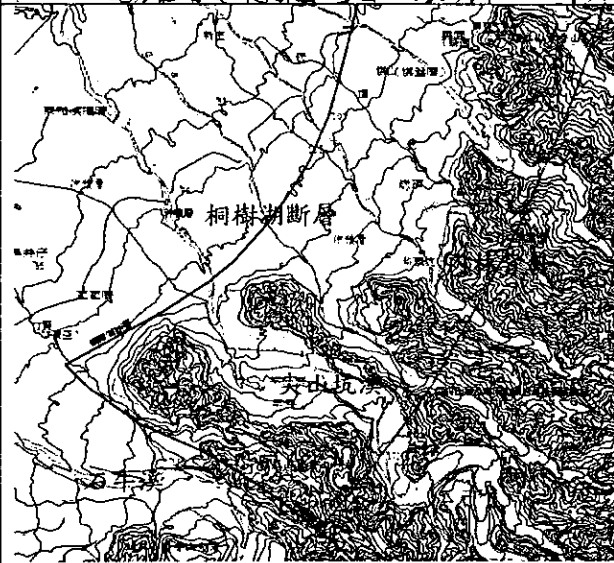


清水溪為濁水溪之另一重要支流，流路同樣為南北向，約略沿地質構造線發育，其上游草嶺地區斷層眾多，地質破碎，集集大地震時又再一次發生順層面之大崩山，淤塞清水溪形成堰塞湖，對河系造成重大之改變，也對下游河道有巨大影響。



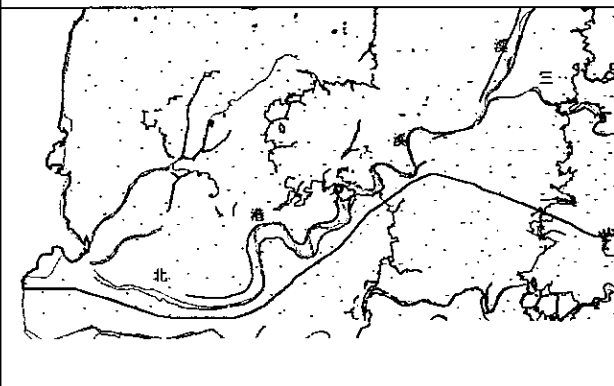
北港溪上游水系是由多條大致為東西流路至東南-西北流路之水溪流組成，主河道均呈直線流路，部分河道有曲流現象，可能是受線型控制，或沿襲老河道下切抬昇之地形面所致。

水系大致呈樹枝狀，應與本區軟弱及膠結疏鬆之頭嵛山層岩性有關。



本區域地質構造影響水系發展較明顯的地方約有二處，一是尖山坑溪在內林被斜附近之大轉彎，另一則是石牛溪大約平行桐樹湖斷層發展。

一般而言，頭嵛山層火炎山礫岩出露地區，因其礫岩之透水性良好，岩體可保持相當陡峭之地形，但因其膠結甚差，易受流水沖蝕而形成蝕溝。而在卓蘭層及頭嵛山層香山砂岩出露之地區，其岩性軟弱，但透水性較差，地形表現較為平緩。



北港溪主流區域地勢平緩幾無起伏，屬全新世之沖積層，主要由礫石、砂及黏土所組成，主要之影響來自於人工圍束及土地利用型態之影響，河道發展特性反映於沖淤載之平衡上。

十、朴子溪

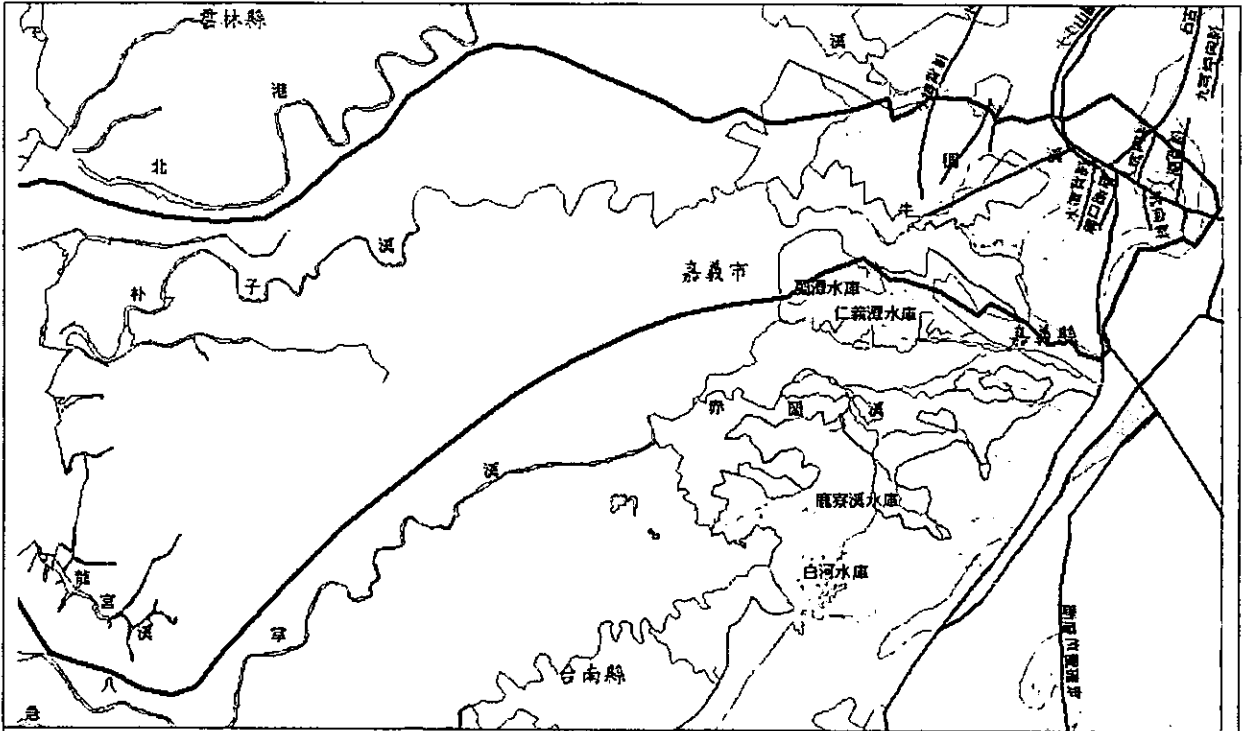


圖 F.11 朴子河流域地質圖

朴子溪上游發源於西部麓山帶地質區，流經之地層由老至新依序為：

1. 中新世桂竹林層，岩性以泥質砂岩夾頁岩為主。
2. 上新世-更新世之卓蘭層，岩性為砂岩、泥岩及頁岩互層。
3. 更新世頭嵙山層火炎山礫岩，由礫石夾砂岩之透鏡體組成。
4. 更新世頭嵙山層香山砂岩，岩性主要為砂岩、泥岩、及頁岩。

北港河流域除了上游集水區域外，流域絕大部分區域均發育於全新世之沖積層上，地層主要由礫石、砂及黏土所組成。

本流域之主要地質構造包括大湖背斜、大坑向斜及水道背斜，觸口斷層、大尖山斷層及九芎坑斷層。

朴子溪流路大致為東西方向，上游集水區部分屬於樹枝狀水系，發展於頭嵙山層香山砂岩之上，其岩性軟弱，但透水性差，水系的密度不高；主河道發展於全新世沖積層上，屬於蜿蜒型河道，河心易隨著沖淤平衡狀況而隨之擺盪。



朴子溪上游區域主要地層為桂竹林層大窩細砂岩，由淺灰色細粒至粉砂質砂岩層或塊狀純淨砂岩組成，相當堅硬緻密，該地層區域內僅有零星崩坍地分佈。

大尖山斷層沿線地質構造眾多，造成多條土石流潛勢溪流，帶下之土石將會淤塞河道。大尖山斷層之破碎帶及斷層泥分佈寬闊，對於集水區之土砂產生有絕對之影響。

附錄 G

台灣地質基本岩性概說

台灣地質基本岩性概說

台灣可見的岩石包含三大類，其中以沈積岩分佈最廣，其分佈面積約佔台灣總面積的三分之二，其次為變質岩，而以火成岩分布面積最小，產量亦最少。

一、火成岩

台灣火成岩的種類很少且分布零星，出露的地區僅佔台灣總面積的百分之三，其中大部分屬於中性岩及基性岩，酸性岩類極少。

火成岩依其產狀可分為深成岩、脈岩及火山岩，台灣之深成岩及脈岩多為花崗閃長岩及基性岩類，零星的岩體散佈在中央山脈變質岩區內，火山岩則以安山岩、玄武岩及其碎屑岩為主，多見於台灣北部、東部海岸山脈及周圍海上諸島嶼。目前台灣已知的火成岩中較常見的約有下列數種，今將其岩性、分佈地區及主要工程性質簡述如次。(徐鐵良，1993；何春蓀，1994)

安山岩

安山岩為在台灣及常見的火成岩體之一，屬於潛晶狀的中性火成岩體多產於岩流中為岩漿凝結作用時酸性岩類移化為基性岩類的過渡岩石。其所含成分以淺色矽酸鹽礦物居多，安山岩一般多成灰色或暗綠色，外觀多為塊狀少節理。安山岩由試驗室所得的一般工程指數見表 G.1。

安山岩及安山岩質碎屑岩主要出現在磺溪流域、淡水河流域下游及秀姑巒溪下游附近。出現地點則包括台北市近郊的大屯火山群(包括大屯山、面天山、觀音山、小觀音山、磺嘴山、七星山、竹子山)，台灣東北端的基隆火山群(包括基隆山、金瓜石、武丹山、草山及雞母嶺)以及台灣東部海岸山脈和海上周圍小島(包括基隆島、花瓶嶼、棉花嶼、彭佳嶼、龜山島、綠島、蘭嶼等)。

表 G.1 安山岩之一般工程指數

項目種類	新鮮安山岩	風化安山岩
比重	2.6~3.0	2.0~2.5
孔隙率(%)	3.0~9.5	4.0~10.0
吸水率(%)	0.9~2.5	5.0~9.0
單軸抗壓強度 (kg/cm ²)	800~1500	150~350
間接抗張強度 (kg/cm ²)	30~90	8~15
縱波傳波速度(m/sec)	3000 以上	2000~3000
剪力波傳波速度 (m/sec)	1500~2500	1500 以下
耐蝕度(%)	95~97	75~85

由表 G. 2 可見新鮮的安山岩依 Deere 氏岩石強度工程分類應歸屬中、高強度，且岩體多成塊狀，因此可作為一般及大型工程的基礎，地下開挖工程亦當無問題。然而安山岩抗風化力極弱，其工程性質常隨着風化程度而有顯着的差異，風化後安山岩其強度顯著的下降，與一般膠結較差的砂岩相當。

表 G.2 Deere 氏岩石強度工程分類

強度說明	單壓強度 kg/cm ²
極高強度	大於 2250
高強度	1125~2250
中強度	563~1125
低強度	281~563
極低強度	小於 281

玄武岩

玄武岩為岩漿凝結作用產生的潛晶狀岩石，岩石中央深色矽酸鹽約佔一半，因此顏色深為玄武岩的重要特點，其最普通的顏色為深灰至黑色。玄武岩的成分以鈣質斜長石為主，亦含多量的橄欖石及輝石，角閃石及黑雲母的含量甚少，石英則更是難見。玄武岩常以岩流、岩堵、或侵入岩等方式產出，在火山活動地區則尤多見玄武岩流。

玄武岩主要分布在台北市周圍山地(諸如汐止、南港、公

館、南勢角、清水坑、山子腳、新店、大粗坑、五寮、大寮等地)、新竹附近山地(包括角板山、竹頭角、馬武督、馬福、竹東、大小背山、燥樹排、南庄鹿寮及紅毛港等)、大溪草嶺山、阿里山一帶，澎湖群島及東部海岸山脈。

台灣的玄武岩新鮮未變質時多呈深灰色緻密狀，其比重介於 2.7~3.1 之間，孔隙率在 0.5% 以下，但常含有大量的氣孔。由試驗室所得單軸向抗壓強度為 700~3500 kg/cm²，屬於強岩，其強度分布範圍較大，主要是受風化程度及岩體內氣孔的分佈所影響。玄武岩常可形成六方形或不規則形狀的節理，節理發達區長可行程龜殼狀表面蔚為奇觀；節理內常含有岩石碎屑及細粒泥沙，水易順着節理下滲，更加速玄武岩風化的進行。很多玄武岩邊坡是沿柱狀節理面產生破壞，造成疏鬆的崖錐堆積。玄武岩於地下開挖工程應多注意岩體節理的分佈，需要時并應加以支撐固定；水庫興建於節理發達的玄武岩區應詳細調查節理的分佈、方向及延展，以防水庫漏水。

玄武岩風化後，表面常呈棕褐色多乳狀，其強度減弱，甚至產生數十公分至數米厚的覆蓋土，此現象在澎湖群島最為典型，農民即以此層覆蓋土耕種五穀雜糧。

凝灰岩與火山角礫岩(集塊岩)

凝灰岩與火山角礫岩同為火山活動的產物，是由火山噴發之碎屑物堆基固結而成，碎屑物直徑大約四公厘者稱為火山角礫岩，又稱集塊岩，碎屑小於四公厘者則稱為凝灰岩。

凝灰岩根據所含岩石碎屑的種類大致可分為石灰質凝灰岩、玻璃質凝灰岩及石屑質凝灰岩。凝灰岩之外觀變化甚大，有呈良好的塊狀，亦有呈層狀著。一般出現在地層中之凝灰岩均已岩化，其碎屑間之膠結劑多半為碳酸鹽，亦有部份為石英及沸石類者。凝灰岩常與沉積岩相伴，因此砂岩、頁岩及石灰岩中常可發現凝灰質的碎屑，台灣北部多數凝灰岩即與沉機岩

同時出現。

凝灰岩主要分佈在台北附近之公館、三張犁、六張犁、南勢角以及龜山、桃園角板山地區、新竹赤柯山等地，還有台灣東部都巒山層及台灣西南部南莊層中亦皆可見。

新鮮的凝灰岩岩質極為緻密，孔隙率常介於 1~4% 之間，其岩性堅硬，單軸抗壓強度一般在 1000 kg/cm^2 以上，可做為工程基礎，唯因其堅硬的特性，在新鮮的凝灰岩中開挖或鑽探都較為不易。

凝灰岩抗風化力極小，通常外露於空氣短時間內即可發生大量的風化，致使岩體中膠結的碳酸鈣物質溶解，玻璃質則被黏土化成搬土質的黏土，遇水時容易吸水膨脹或被流失，因而原有的結構變的疏鬆容易崩解，類似於一般的工程土壤材料，其抗壓強度大大的降低，通常可降至 10 kg/cm^2 以下，即其承载力變得相當小，受水的影響甚大，但開挖也變得極為容易。

火山角礫岩主要分佈在台灣北部之大屯火山群、基隆火山群及台灣東部海岸山脈。火山角礫岩之工程特性與凝灰岩相似，新鮮石安定且抗壓強度高，可做為工程基礎，如受風化侵蝕，則強度亦大量減弱且易崩解。

花崗岩

花崗岩為岩漿結晶末期的產物，屬於酸性的潛晶狀火成岩，以石英、長石、雲母為主要礦物成分，其中各種礦物呈均勻的分散，因此其外觀成無方向性的塊狀。本省所產的花崗岩有一部分其顆粒極粗，稱為偉晶花崗岩，以白雲母偉晶花崗岩及兩雲母偉晶花崗岩為代表。

偉晶花崗岩主要分佈在源頭山自蘇花公路經島石向西經源頭山至下銅山一帶，其次在午窟、開南岡、得克利、富世、三棧溪河口亦有局部出現，主要是沿片麻岩體之片理而發達，多呈凸鏡狀。細晶花崗岩則出露於花蓮秀林鄉一帶。

花崗岩為堅硬緻密的塊狀岩石，比重大於 2.6，其單軸抗壓強度在 2000 kg/cm^2 以上，是最理想的工程基礎，地下工程開挖亦無問題，為其質地堅硬，需以炸藥開炸。花崗岩縱波傳波速度在 2400 m/sec 以上，剪刀波傳波速度則大於 1500 m/sec 。

以上四種為台灣較常見的火成岩，其餘還有閃長岩、輝長岩、橄欖岩、斜長岩、正長岩、煌斑岩、斑岩、盼岩、輝綠岩等多種，但因其分佈面積狹小，產量亦少，對於流域水系之發展並無影響。(徐鐵良，1993；何春蓀，1994)

二、沈積岩

台灣全島約有三分之二的面積為沈積岩岩層及由其所造成的沖積層所掩覆。沈積岩層主要為第三紀海相或濱海相沈積物所造成，而第三紀在台灣又可分為古第三紀及新第三紀，古第三紀地層為曉新世、始新世、漸新世三時期的岩層，岩性以始新世之板岩及板狀頁岩為主，構成中央山脈主峰及其西側高山，全部岩層已受輕度變質。新第三紀地層為中新世及上新世的岩層，分布於中央山脈西側之外圍山地、南部恆春山地、東台灣海岸山脈，以及隱伏於西部濱海平原下。全島所見之新第三紀地層由砂岩、泥岩、頁岩、砂質頁岩、泥質砂岩、石灰岩所組成，總共分佈面積約佔台灣總面積七分之四強。在新第三紀地層之上則被覆第四紀之礫岩、台地堆積岩、珊瑚礁石灰岩及沖積層等膠結較差之岩層。(徐鐵良，1993；何春蓀，1994)

就地質構造上而言，可以將其約略區分成三區，如圖 G.1、圖 G.2 及圖 G.3 所示，由西而東分別是西部海岸平原及麓山帶、中央山脈及東部海岸山脈，其地層比對及年代表如表 G.3。

以下內容即針對新三紀及第四紀的之沈積岩層，依據礫岩、砂岩、泥岩、頁岩及砂頁岩互層之分類，敘述重要之代表性岩層；至於古第三紀之沈積岩因已輕度變質，故歸併於變質岩中論述。

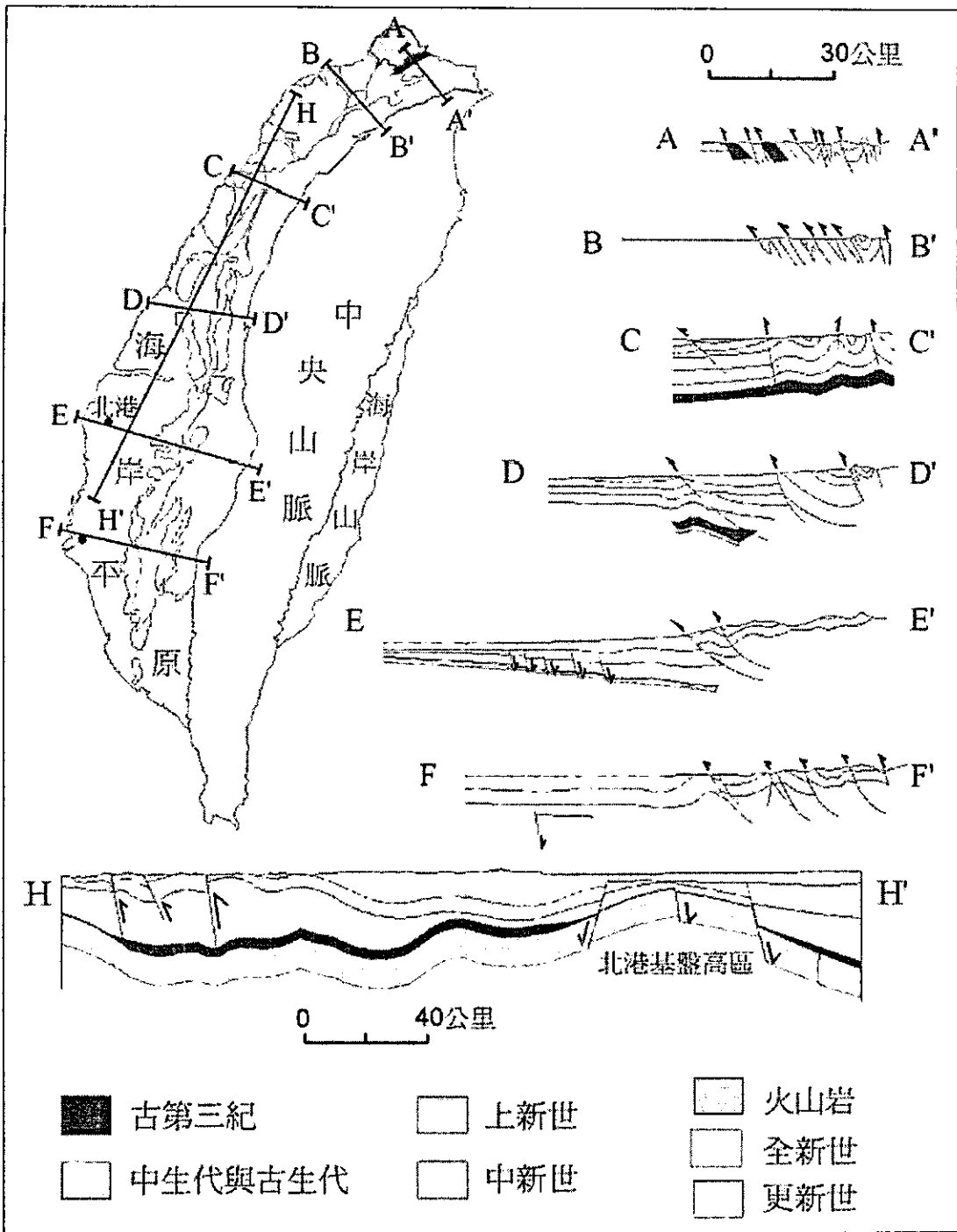


圖 G.1 海岸平原及西部麓山帶的地質架構 (鄧屬予, 1997)

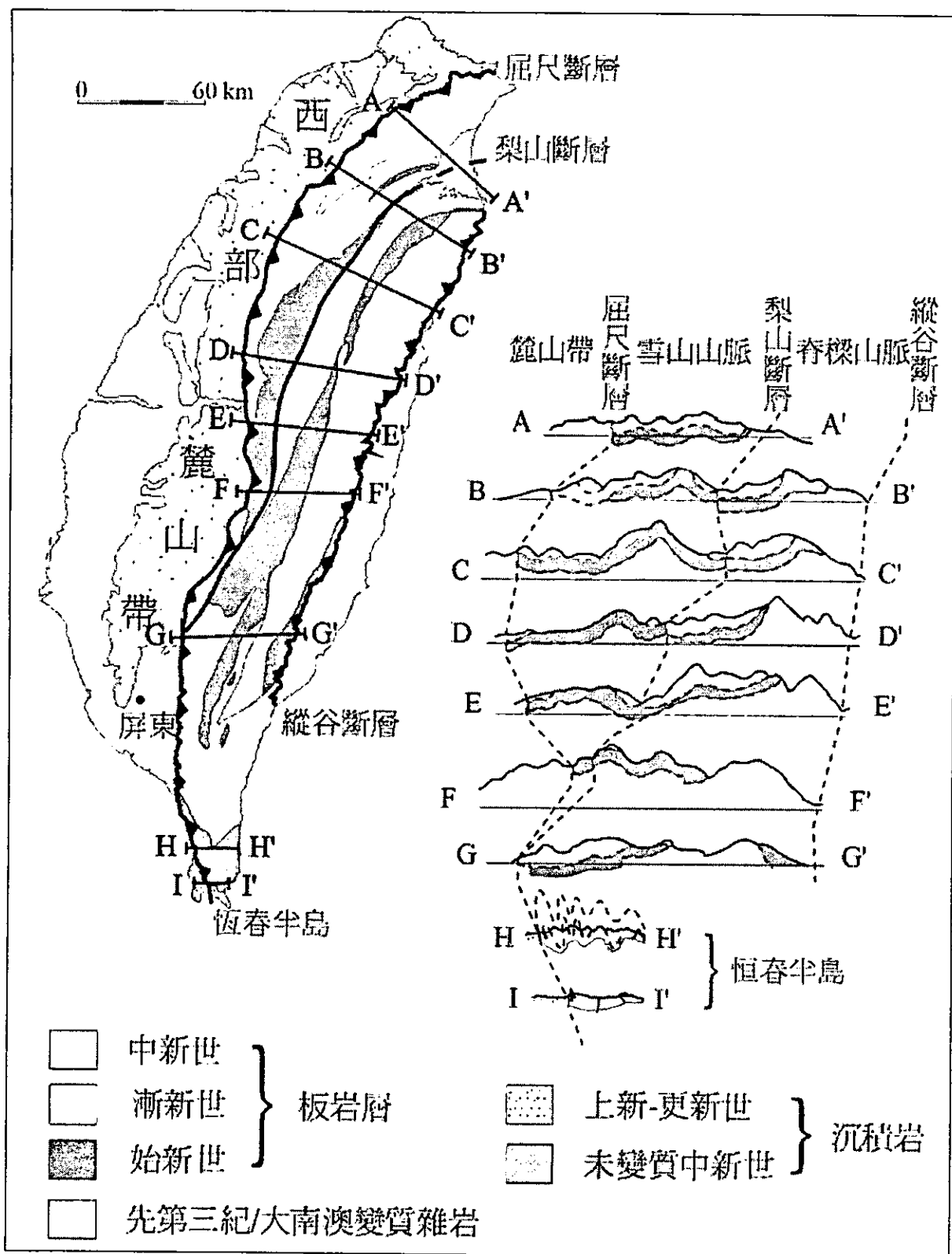


圖 G.2 中央山脈的地質架構 (鄧屬予, 1997)

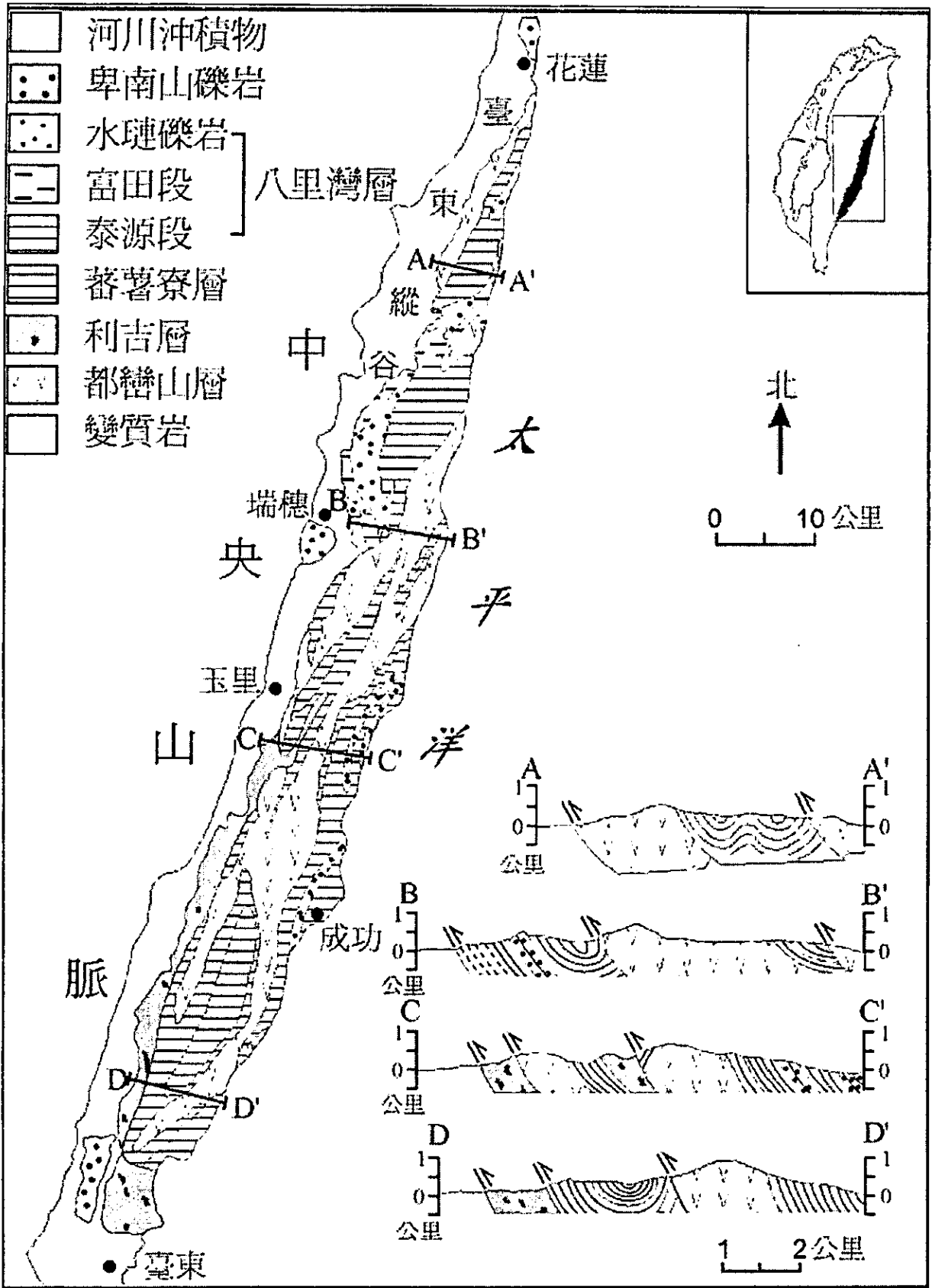


圖 G.3 海岸山脈地質圖 (鄧屬子, 1997)

表 G.3 台灣地層比對及年代表 (鄧屬子, 1997)

年代		區域		西部麓山帶與海岸平原		中央山脈		海岸山脈			
		北部	南部	雪山山脈	奇萊山脈						
1.6	第四紀	全新世	龍港層	台南層	河階、海階 堆積層	綠礁、砂洲、河川 沖積層	河階、海階 堆積層	美崙礫岩			
		更新世	頭嵴山層	六雙層 高雄石灰岩	岡山石灰岩	太平層	卑南山礫岩				
25	第三紀	晚漸新世	林口層	半屏山石灰岩	一車溪層	無沈積	恒春石灰岩	八里坌層			
		中漸新世	卓蘭層	竹頭崎層	古亭坑層		馬鞍山層		六龜礫岩		
		早漸新世	歸水頁岩	竹子寮頁岩	六甲溪層 法水溪層		望丁層		東河石灰岩		
		晚中新世	桂竹林層	烏山崁	長統坑層		已剝蝕		梨山層	落瀾寮層	
		中中新世	南莊層	紅花子層	三民頁岩						東水層
		早中新世	南港層	和北層	大坑層		綠樂層		壠山層	壠山層	港口石灰岩
		晚中新世	石碇層	大坑層	大坑層		湖底層		湖底層	湖底層	都巒山層
		早中新世	大寮層	大坑層	大坑層		大坑層		大坑層	大坑層	
		晚中新世	木山層	大坑層	大坑層		大坑層		大坑層	大坑層	
		高漸新世	五峰山層	大坑層	大坑層		大坑層		大坑層	大坑層	
早漸新世	大坑層	大坑層	大坑層	大坑層	大坑層	大坑層					
晚漸新世	大坑層	大坑層	大坑層	大坑層	大坑層	大坑層					
36	古第三紀	晚漸新世	大坑層	大坑層	大坑層	大坑層	大坑層	大坑層			
		中漸新世	大坑層	大坑層	大坑層	大坑層	大坑層	大坑層			
		早漸新世	大坑層	大坑層	大坑層	大坑層	大坑層	大坑層			
		晚漸新世	大坑層	大坑層	大坑層	大坑層	大坑層	大坑層			
66	中生代	白堊紀	大坑層	大坑層	大坑層	大坑層	大坑層	大坑層			
		侏羅紀	大坑層	大坑層	大坑層	大坑層	大坑層	大坑層			
		三疊紀	大坑層	大坑層	大坑層	大坑層	大坑層	大坑層			
		石炭紀	大坑層	大坑層	大坑層	大坑層	大坑層	大坑層			
248	古生代	石炭紀	大坑層	大坑層	大坑層	大坑層	大坑層	大坑層			
		石炭紀	大坑層	大坑層	大坑層	大坑層	大坑層	大坑層			
		石炭紀	大坑層	大坑層	大坑層	大坑層	大坑層	大坑層			
		石炭紀	大坑層	大坑層	大坑層	大坑層	大坑層	大坑層			
392	古生代	石炭紀	大坑層	大坑層	大坑層	大坑層	大坑層	大坑層			
		石炭紀	大坑層	大坑層	大坑層	大坑層	大坑層	大坑層			
		石炭紀	大坑層	大坑層	大坑層	大坑層	大坑層	大坑層			
		石炭紀	大坑層	大坑層	大坑層	大坑層	大坑層	大坑層			

礫岩：

礫岩為岩石風化後大於 2mm 的碎屑經水流搬運、沈積、固結的產物，其特性主要受母岩性質、搬運時間、級配情形及膠結度所影響。

礫岩主要分布在台灣西部各主要河川流域之中下游區域以及台灣東部花東縱谷之花蓮溪流域、秀姑巒溪流域及卑南溪流域，中央山脈則也含有少量。

一般級配良好且又固結的礫岩，其孔隙率甚低，岩體多呈塊狀，往往可形成陡直的涯壁而長久不會崩塌；其承载力極高，又不會有沈陷問題的發生，適用為工程的基礎，唯大型開挖不容易，可能需要以小量的炸藥配合機械行之。

級配不良或壓密不足且未固結的礫石層，其結構疏鬆，孔隙率大，透水性良好，也容易被水沖刷流失。疏鬆的礫石層往往也可以形成陡直的邊坡，唯其壽命短促，邊坡遭受風化侵蝕後，容易發生破壞，部分可見圓弧形滑落，部分則是礫石慢慢崩落，堆積在坡腳，以致邊坡倒退。因此疏鬆礫石層之邊坡應妥為保護，除做好水土保持外，尤其坡腳應防止被人為或天然因素切除，必要時還須以擋土工鞏固。

台灣的礫岩層在頭嵙山層以前形成的皆已有相當程度的膠結，而再其後形成的礫岩層包括台地礫石堆積層，多半膠結甚差，尤以台灣西南部諸礫石層以及全省之台地堆積層最為疏鬆。(徐鐵良，1993；何春蓀，1994)

砂岩：

砂岩為粒度在 2mm~1/16mm 間之岩石碎屑沈積物。台灣常見的砂岩層，主要存於在台灣北部及西部出露之新第三紀的野柳群、瑞芳群、三峽群及更新世的沈積地層中，其中野柳群含砂岩的地層由老而新依序為五指山層、木山層、大寮層，瑞芳群為石底層、南港層與湊合層，三峽群有南莊層及桂竹林層，

上新世地層有卓蘭層、更新世地層為頭嵙山層，其他東部海岸山脈亦出現少量的砂岩。

木山層、大寮層、石底層、南港層與南莊層等中新世地層主要分佈在西部麓山帶，位於西部各主要河川流域之中上游區域，以屈尺斷層和中央山脈之亞變質沿地區相隔，而東部海岸山脈之中新世砂岩主要則為都巒山層。各地層砂岩的分佈及特性簡述如下。

1.五指山層之砂岩

本層砂岩為塊狀或厚層狀砂岩，以灰白色中至粗粒石英砂岩為主，主要分布在台北附近之五指山脈、山子腳、青潭、直潭、塗潭至鹿母潭東方、平廣溪兩岸等地，屬於瑪鍊溪流域。

五指山層之砂岩因年代較老，固結較好，因此其孔隙率較低約為 2.5~4.5%，比重則介於 2.5~2.65 間，耐蝕度高達 96% 以上。其單軸抗壓強度 350~850 kg/cm²，間接抗張強度為 20~80 kg/cm²，其強度常隨着深度的變化而有差異。五指山層之砂岩屬於中強岩，固結良好成塊狀或厚層狀，開挖也不太困難，為工程之良好基礎。

2.木山層之砂岩

砂岩位在木山層的上部，主要為白色至白灰色中至粗粒石英砂岩。分布在台北縣之雞母嶺、草山、頂雙溪、新店、猴硐、瑞芳、清水坑、大武崙、台北市之士林、圓山以及桃園、新竹、苗栗等縣。

本砂岩孔隙率 4~6%，比重 2.5~2.8，單軸抗壓強度為 300~600 kg/cm²，間接抗張強度為 30~60 kg/cm²，雖然由試驗室所得的工程指數較五指山層的砂岩來得差，但仍適為一般工程的基礎。

3.大寮層之砂岩

大寮層內之砂岩厚度僅 2~5 公尺，中至細粒砂岩呈青灰、

暗灰、紫灰、淡棕色，主要分布於台北市近郊之公館、三張犁、六張犁、士林芝山巖、雙溪、以及野柳、山子腳、大武崙、八堵、基隆島、和平島、清水坑、猴硐、三峽、新店、石碇、平林溪北岸、頂雙溪、雞母嶺與澳底一帶，地層分布甚廣。

本砂岩膠結良好，質地緻密堅硬，部分因富含雲母而呈板狀，比重為 2.5~2.8，部分砂岩的孔隙率可達 15%，單軸抗壓強度為 210~600 kg/cm²，屬於中強度岩石，仍不失為良好的工程基礎，唯本層砂岩厚度僅 2~5 公尺並具板狀構造，且砂岩之上下多為砂頁岩互層因此在整體工程利用此砂岩仍須進一步了解上下砂頁岩互層之特性。

4.石底層之砂岩

石底層內之砂岩厚度多在 3 公尺以下，外觀呈青灰色、灰色或淡棕色。主要分布在台灣北部萬里、內雙溪、山子腳、八堵、猴硐、清水坑、石底、大溪、石碇、磺窟、三峽、五寮、新店以及桃園、竹東等地，分佈甚廣。

石底層之砂岩為中至細粒砂岩，膠結尚稱良好，由試驗室所得之工程指數為比重 2.45~2.8，孔隙率 10~19%，單軸抗壓強度為 140~640kg/cm²，依強度來看，本層內之砂岩仍為良好的工程基礎，唯仍需考慮其厚度與上下砂頁岩互層的特性。

5.南港層與湊合層之砂岩

南港層與湊合層以厚層砂岩為主，粗細混雜之砂礫為泥質物膠結，新鮮時多呈灰色，經風化後漸變成黃棕色。

本層砂岩主要分布在台灣北部庚子寮、水南洞一帶，南部則至阿里山和社附近皆可見其出露。

南港砂岩新鮮時膠結良好，岩質堅硬，常可見其形成陡峻之峰脊，但當受外力風化後，不僅顏色改變且其質地變為疏鬆，極容易為野外使用的榔頭剝落，原因可能是泥質膠結物被沖失所致。

本層砂岩比重為 2.35~2.65，孔隙率 10~20%，耐蝕度在 90% 以下，單軸抗壓強度為 $100\sim 400\text{kg/cm}^2$ ，間接抗張強度為 30kg/cm^2 以下，各種強度試驗所得的數字雖不是很高，但因本層砂岩屬於厚層塊狀，整體岩層真正承载力將可比試驗數字大量提高，是故本層可以做為一般或大型工程的基礎，亦可作為地下工程開挖的本體，唯須防止其受風化。石門水庫大壩即建於此砂岩上。

6.南莊層之砂岩

本地層之砂岩厚數公尺，夾於軟質之灰色砂頁岩密互層中，外觀呈淡灰色，偶帶綠灰色或白色。

砂岩出露面積甚廣，分佈區域在台灣西部北從石門、南子吝起向南一直延至台南縣為止，但以新竹、苗栗與阿里山煤田等地發育最好。南莊層砂岩為中至細粒砂岩，呈塊狀，其膠結物是多為泥質，唯岩層膠結不良，露於地表風化後，岩質變的疏鬆。其一般工程特性較南港砂岩來得差，但仍可作為一般工程的基礎。

7.關刀山砂岩(桂竹林層)

本層砂岩主要灰白、綠灰或暗灰色砂岩組成，其粒度愈往上愈細。多為泥質物良好膠結，岩體呈塊狀，堅硬緻密，時常形成陡峻的山崖，與台灣北部南港砂岩所造成者相似，其工程特性也幾乎與南港層相當。

本層主要分布在台灣中南部一帶，於嘉義、台南二縣最厚，厚度達六百公尺以上。

8.魚藤坪砂岩(桂竹林層)

魚藤坪砂岩又稱大窩細砂岩。本砂岩外觀呈淡綠灰色至暗青灰色，主要出露在台灣中南部。

此砂岩之膠結物為泥質，膠結不良，岩層新鮮時之工程特性與南莊層相似。風化後也呈黃棕色，其結構也變得疏鬆，耐

蝕度也降至幾近於零，顯示其抗風化力極小。

9.卓蘭層之砂岩

卓蘭層為薄層砂頁岩互層與數十公尺之厚砂岩相間出現，主要分布在濁水溪以北各縣市。

卓蘭層砂岩為黃褐、青灰及灰白色細砂岩，其膠結物為泥質，膠結欠佳且壓密不足，因此結構疏鬆，砂岩小塊易以手指壓碎至砂土狀。

本層砂岩之單軸抗壓強度 $200\text{kg}/\text{cm}^2$ 以下，屬於弱岩，用為工程基礎時除考慮其承载力外，也應同時了解其壓密沈陷的特性。

10.頭嵙山層香山相之砂岩

香山相中的砂岩主要為灰色細砂岩，分佈於林口台地西南側、湖口、店子湖台地、大溪、香山、寶山、大安溪以北沿海丘陵、台中、南投盆地東緣丘陵、鹿谷鄉坪子頂一帶、嘉南平原東緣丘陵等地。

本砂岩由泥質物膠結，因地層年代較新，岩層膠結不良，壓密作用仍在進行中，故孔隙率大，透水性良好，開挖也非常容易。單軸抗壓強度 $120\text{kg}/\text{cm}^2$ 以下，雖可作為小型建築的基礎但須避免重壓沈陷問題的發生。

本砂岩的抗風化力極弱，遇水容易消散崩解，其耐磨度介於 0~30% 之間。

11.東部海岸山脈之砂岩

砂岩分數層散佈於海岸山脈都巒山層及奇美層中。都巒山層中之砂岩為凝灰質砂岩，外觀呈紅、黃、綠、棕等色，為粗粒砂粒被石灰質膠結物膠結而成，常混有安山礫塊，風化時膠結物容易被淋濕，因此風化後產生大量的孔隙。奇美層中之砂岩為黑色中至粗粒砂岩，岩體內常夾有變質岩的礫石。

泥岩：

泥岩為無頁理的細粒沈積物，因含有機質多半呈淺灰色至灰黑色，亦有呈黃棕色者。

泥岩主要分布在台灣西部各縣市及東部海岸山脈。

泥岩常含有大量的粘土礦物，而粘土礦物種類的不同常使泥岩的工程特性有顯着的差異。新鮮的泥岩區常可形成陡直的邊坡，但其邊坡在無保護下，壽命非常短暫，經過短時期風化作用或乾濕交替作用後泥岩表層容易遭水沖蝕或成片崩落，因此造成惡地地形，以台東利吉層分布地區及高雄月世界為最典型。所以植生不好的泥岩區，其邊坡當有妥善的保護措施，除擋土工外，泥岩外表最好以噴漿保護之，泥岩區更應有良好的排水設施。

泥岩為細粒的沈積岩，具有良好的水密性，亦即其透水性差，因此在厚層泥岩區內很難找到地下水。此種不透水的特性，使泥岩可以用為土石壩的壩心填料。

泥岩層內本身含水量的多寡，常可表現其壓密進行的程度，岩體內含水量的多寡常左右泥岩之力學性質，一般乾躁泥岩表面雖有裂縫，但整體岩層表現的很堅硬緻密，有甚高的承载力，可用為工程基礎。但隨着含水量的增加，岩質愈變得軟弱，其承载力也急劇的下降，當荷重時，可能發生壓密沈陷而產生破壞現象。

頁岩與砂頁岩互層：

頁岩為具葉理的細粒泥質岩石，一般呈灰黑色至黑色，幾乎在台灣北部出露的沈積岩層以及中央山脈以西各地層皆可見之。

頁岩的葉理乃是由細粒薄片狀的礦物在沉積當時或沉積後受荷重而作平行排列造成，一般是平行於層理。葉理為頁岩的特徵，亦是頁岩的易裂面，頁岩性脆易裂，主要即受葉理影響。

頁岩主要由細粒的黏土物質沈積岩化而成，性脆緻密，除了葉理及破碎帶外，新鮮的岩層為不透水層。在垂直葉理方向之單軸抗壓強度多在 20 kg/cm^2 以下，屬於弱岩。葉理為一相當之弱面，其抗剪強度很小，且容易受水下滲作用，不僅使岩體吸水膨脹，增加本身的重量，更因水的潤滑，使抗剪強度減得更低，因此頁岩的邊坡常呈現不穩定，尤其順斜坡地方易順著葉理發生崩滑，所以頁岩區之邊坡，應常保持坡腳的穩固，在植生較貧的地區更應噴漿被覆，防止風化及雨水下滲作用。頁岩抗風化能力很小，受風化後，岩體變得鬆軟，其強度更形成低弱，極不適合做為基礎。

砂頁岩具有兩種以上不同的岩性，因此兼具兩種以上的工程特性，然而頁岩的性質一般較砂岩不穩定，因此多數的砂頁岩互層多由頁岩來左右整體岩層的安定性。

砂岩為一透水層，而頁岩則密不透水，因此地下水常存於砂岩內無法下滲排掉，使砂頁岩間的界面成為一極不穩定的弱面，容易沿着此弱面發生岩層崩滑，尤其開發山坡地時，在順斜坡地區最易發生。(徐鐵良，1993；何春蓀，1994)

三、變質岩

台灣的變質岩主要分佈在中央山脈之東西兩側，呈一狹長帶，其方向大致與島的長軸相一致，分佈面積約佔全島的三分之一，主要是受區域變質作用而發生的岩石產物，與造山運動的關係非常密切，僅有少數與接觸變質有關。

台灣常見的變質岩包括片麻岩、片岩、板岩、千枚岩、石英岩、角閃岩、大理岩、蛇紋岩等，茲分別敘述如次。(徐鐵良，1993；何春蓀，1994)

1. 片麻岩

片麻岩為粗粒的變質岩，具有粗糙不完整的次生片理或片麻岩狀片理。岩石中的礦物常集聚成凸片體或呈帶狀，外觀一

般為黑白相間，其成份常與花崗岩相當，外觀亦極為相似。

台灣之片麻岩可分為正副兩種，正片麻岩主要是由火成岩變質而來，副片麻岩則由長石砂岩變質而成。正片麻岩依其分佈地點可分為來源山、飯包間山、大濁水、得克利、開南岡、奇瑤谷等六個主要片麻岩體，副片麻岩體則夾雜於上述六個正片麻岩體中。

片麻岩的比重介於 2.8~3.0 之間，孔隙率低於 2%，耐蝕度在 96% 以上，其透水性差，抗風化力則甚強；岩石單軸抗壓強度為 1000~1500kg/cm²，間接抗張強度為 105~125kg/cm² 之間，屬於高強度岩石，為可靠的工程基礎材料，亦可做為地下工程開挖的岩體。

2. 片岩：

片岩乃是結晶狀具有次生片理的岩石，其顯明的片理主由片狀物如雲母、綠泥石、滑石、角閃石或針狀物所構成。片岩種類繁多，一般乃根據片岩中含鐵鎂主礦物之名稱而命名，如雲母片岩、綠泥石片岩等。台灣常見的片岩約有下列數種。

石墨片岩

石墨片岩乃是由頁岩或含有機質的砂岩經變質作用而成，主要分佈於中央山脈東斜面，其厚度變大，分佈面積亦廣，一般在台灣東部見到的黑色片狀岩石多半為石墨片岩

石墨片岩之片與片間極易剝落，片內則容易折斷，其斷口呈齒狀參差不齊。完整的片狀則致密不易透水，其工程特性與頁岩大致相似，唯較為堅脆。沿着石墨片岩的片理常容易造成小規模的岩體滑落，尤其片理間遭水滲時更將助長其滑動的趨勢。

綠泥片岩

綠泥片岩為橄欖岩及相當之基性岩類經變質作用而成，以綠泥石為主要的礦物成分，相伴其他的低級變質礦物如綠簾

石、斜長石、絹雲母等。

台灣之綠泥片岩多以層狀體夾於石墨片岩及結晶石灰岩中，亦有與角閃岩及石英片岩相伴者，厚度在數公尺至一百公尺之間，一般以二十至三十公尺厚度常見。在台灣東部東澳山、西帽山、東澳溪下游、大南澳南北溪、蘭坎山、大濁水溪、力霧溪、木瓜溪、知亞干溪、萬里橋溪中游、馬太鞍溪、太平溪、拉克拉溪、清水溪、新武路溪、武陵溪、大南溪及知本溪等地皆可見其出露。台灣東部之綠色岩系中有大半是綠泥片岩。

綠色片岩的片理是岩體的易裂面，但若綠泥石含量愈多，則片理愈不顯着，其岩性也跟着變得愈軟弱，抗風化力及強度亦逐漸下降。幾乎全由綠泥石組成的綠泥片岩，容易為小刀刮傷，其耐蝕度接近於零。

白雲母片岩

白雲母片岩呈白色片狀，主要礦物成份為白雲母，出露在台東力稻附近，目前已有入開採做為工業原料。白雲母片岩質軟容易開採且易碎磨。

角閃石岩

角閃片岩外觀成綠色，其主要構成礦物為角閃石，具有片理與線狀構造，其岩質脆但不為刀片所傷，可由片理輕易剝落。

角閃片岩分布在台灣東北部，主要產地為大濁水溪那努克、花蓮縣原腦老山、知亞干溪上游、太平溪中游、清水溪巴蘭察克及新武路等地，以大凸鏡體夾雜於變質之沈積岩中。

3. 石英岩及石英片岩

石英岩及石英片岩為砂岩的變質岩體；石英岩的變質較輕，僅石理發生變化而外觀仍呈塊狀，石英片岩則變質較深，具有片狀構造。然二者皆以石英顆粒為主要構成物質，其中顆粒粗細均有，由極細粒至礫岩質在台灣皆可見到。

石英片岩廣佈於中央山脈西斜面，多見於東澳、南澳、公

武塔、大濁水溪、立霧溪中下游、木瓜溪、知亞干溪、萬里橋溪、馬太鞍溪、新武路溪、大南溪、知本溪等地，以薄層賦存於片岩中。石英岩則分佈於宜蘭平原西北緣起，沿宜蘭濁水溪北岸，經大甲溪、埔里一帶至玉山，曾被稱為四稜砂岩。

石英岩因經強烈岩化及變質作用，致使石英顆粒與膠結物間以無明顯的區別，且岩中的孔隙亦大量減少，成為緻密堅硬的岩塊。由試驗室所得工程指數如下：孔隙率 1.0~3.0%，比重在 2.6~2.9 之間，耐蝕度 97~99%，單軸抗壓強度 1000~1800kg/cm² 之間，縱向傳波速度為 2500~4500m/sec，橫向傳波速度為 1200~2100m/sec，各種工程指數皆顯示石英岩屬高強度岩石，為良好的工程基礎，適合建築水庫與隧道開挖，唯少量的節理常存有軟泥，是石英岩體的弱點，仍需稍加留意。

因石英岩所含的礦物大多很穩定，岩化又佳，因此其抗風化力極強，長期曝露於地表亦無明顯的風化差異。風化之石英岩，常帶有黃褐色雜質，極易與新鮮岩層區別，其抗加強度有少許的降低，但仍為良好的工程基礎。

4.板岩及千枚岩

板岩及千枚岩為極細粒的岩石，主要為黏土及頁岩在地下深處經低級變質而成。二者的分布面積甚廣，主要出現在雪山山脈及中央山脈三千公尺以上的山嶺，諸如雪山山脈的阿玉山、棲蘭山、大霸尖山、雪山、八仙山、埔里、日月潭、巒大山、郡大山、以及中央山脈的三星山、南湖大山、中央尖山、合歡山、能高山、安東郡山、千卓萬山、丹大山、玉山、秀姑巒山、關山、卑南主山、大武山和大樹林山皆可見廣大的板岩及千枚岩。

板岩具有緊密之片狀次生節理，岩性較頁岩均一及堅密，有時常因深度的增加，節理間之距離亦增加，成為較厚的石板。因其片間之膠結力甚弱，所以容易沿著片理之方向裂開，產生

剪力破壞。其垂直節理方向之單軸抗壓強度約為 500~750 kg/cm²，屬中強岩，承受一般建築的重量沒有問題，然其抗張強度甚小僅 25~45 kg/cm²。

千枚岩與板岩相近，只是雲母含量較多，其性質常介於板岩與雲母片岩之間。

5. 蛇紋岩

蛇紋岩為一次生岩石，多係原生含鐵鎂矽酸直的岩石經水化作用而成。台灣之蛇紋岩均由基性或超基性之火成岩如橄欖岩、煌斑岩或輝長岩等受風化而生成，多以岩脈、岩株、岩盤或其他小規模的侵入體產出，其重要產地有蘇澳烏石鼻、花蓮豐田、瑞穗、台東日出、加路蘭、蘭嶼等地。

蛇紋岩質地細密，質純者呈綠色，岩質軟弱易為小刀刮傷，但常有次生氧化鐵填塞其中，使蛇紋岩更為硬化，提高其強度。

6. 變質角閃岩及角閃片岩

變質角閃岩與角閃片岩之主要組成礦物為角閃石、斜長石、黝簾石、悄石及鐵礦，外觀多呈綠色，以大凸鏡體夾於變質沈積岩中。變質角閃岩主要分布地為台灣東北部東澳山、西帽山、楓樹山、大濁水溪一帶其中以粉鳥林一帶出露最多。角閃片岩亦多發育於台灣東北部，主要產於大濁水溪那努克、花蓮縣原腦老山、知亞干溪上游、太平溪中游、巴蘭察克及新武路等地。

角閃片岩與變質角閃岩多有片理及線構造，其岩質堅硬，呈片狀者則較脆容易剝落，比重較大常在 2.9~3.4 之間，孔隙率為 1.8~2.5% 耐磨度與片麻岩相當。因具片理，各種強度皆較片麻岩小，單軸抗壓強度 650~950 kg/cm²，抗張強度在 80~105 kg/cm² 之間。其片理愈發達則各種強度愈低。

7. 結晶石灰岩(大理岩)

結晶石灰岩是由石灰岩或白雲岩經變質作用產生再結晶而

生成，其粒度普遍較原石灰岩大。其主要組成成分為碳酸鈣，一般碳酸鈣的含量常在 98% 以上。結晶石灰岩以灰色為主，偶有白色、暗綠色，為工業原料或建築石材，做為建築石材者在商業上稱為大理石。

結晶石灰岩主要分布在台灣東部，北由大濁水溪下游，南至知本溪中游，沿台灣脊梁山脈東側蜿蜒伸展，但出沒不定。

因為東部變質石灰岩多呈破碎(尤其在摺曲的軸部附近破碎更形厲害)，使採礦工作較為容易，但是也帶來了大量礦場邊坡或道路邊坡穩定的問題，因為除了破碎岩石本身即不穩定外，其節理內常含有泥質，受乾濕氣候交替作用發生脹縮，容易鬆動岩石，如再加上水的作用，可增加岩體重量並潤滑結理面，則邊坡及容易崩滑，所以常在一陣大雨後，到處都可見到邊坡破壞的實例。

除了上述七種常見的變質岩外，台灣還有其他小量的變質岩類，如變質輝綠岩、藍閃石片岩、片狀砂岩、硬化砂岩及頁岩、燭石、熱水變質岩等，因其量小，分佈亦狹，性質還未被詳細研究。

附錄 H

工作人員名單

工作人員名單

職稱	姓名	擔任工作
計畫主持人	潘以文	計畫擬定執行與協調
顧問	胡賢能	地質顧問
特約研究人員	廖志中	地質特性對河川治理規劃的影響探討
特約研究人員	史天元	河川流域地質資訊系統之規劃建置
特約研究人員	葉克家	河川水文水理相關之問題研究
特約研究人員	林志平	現地地質查核、河床質調查及分析
專任研究工程師	黃明萬	協助研究工作執行、成果彙整及報告撰寫
專任研究工程師	林智惠	協助研究工作執行、成果彙整及報告撰寫

國家圖書館出版品預編目資料

全省主要河川流域地質資訊系統建立第一年工作
成果報告(1/2) = Development of geology GIS
for major river basins in Taiwan / 經濟部水利署
水利規劃試驗所編著. -- 第一版 -- 臺中縣霧
峰鄉：水利署水規所, 2004[民 93]

面：公分

參考書目：面

ISBN 957-01-9608-4 (平裝)

1. 地質調查 - 臺灣 2. 河川 - 臺灣

356.232

93023592

全省主要河川流域地質資訊系統建立第一年工作成果報告(1/2)

發行人：謝勝彥

發行所：經濟部水利署水利規劃試驗所

地址：台中縣霧峰鄉吉峰村中正路 1340 號

電話：(04)23304788 傳真：(04)23300282

編著：經濟部水利署水利規劃試驗所

出版年月：2004 年 12 月

版次：第一版

GPN 1009304339

ISBN 957-01-9608-4

版權所有，翻印必究



廉潔、效能、便民



經濟部水利署水利規劃試驗所

地址：台中縣霧峰鄉吉峰村中正路 1340 號

網址：<http://www.wrap.gov.tw/>

總機：(04)23304788

傳真：(04)23300282

ISBN 957019608-4



9 789570 196085

GPN：1009304339

定價：800 元