



第參章 集水區基本資料

本計畫蒐集曾文水庫集水區之氣象、水文、地文、人文、交通、歷史土砂災害時空文獻等資料，並建置 GIS 圖層時間與空間分布資訊，供以環境調查及保育治理成效評估基礎資訊。有關集水區基本資料蒐集工作項目，分述如以下各小節。

3-1 集水區氣象與水文資料

3-1-1 氣象及水文資料說明

一、集水區內水系與氣候特性

曾文水庫集水區面積約為 481km²，集水區內共分為樂野、里佳、新美、草山、大埔、草蘭、長谷川、中坑、伊斯基安那、茶山、塔庫布央及達邦等十二治理分區，水系及十二治理分區分布詳見圖 3-1.1，水系發源於阿里山脈水山(標高 2,609m)，上游段蜿蜒於山谷中，由後大埔溪往下游接長谷川溪，與伊斯基安那溪匯流成曾文溪，往下游與烏奇哈、達娜伊谷、陀亞奇伊及二寮等溪匯流流進曾文水庫，途經嘉義縣、高雄市(那瑪夏區小部份)，出水庫壩址後再經台南市楠西區、玉井區、左鎮區，於大內與山上兩鄉界進入嘉南平原，至台南市安南區青草崙西北方流入台灣海峽，主流曾文溪位於台灣西南部，總長約 138km，流域面積 125,4km²，為台灣第四大河川，亦是嘉南地區之第一大河川。曾文溪上游均屬山谷河川，流路受制蜿蜒曲折，下游段為平原區，河床質係由泥砂土組成，易形成淤積；集水區自 2 月份開始，季風由東北轉西南，降雨逐漸增多，流域內年平均雨量約 2,350mm，雨量分布由平地往高山增大，且多集中於 5 月至 9 月，約佔全年總雨量之 80%以上；於平原地區年平均溫度約 24°C，中游山區年平均溫度約 22°C，上游年平均溫度約 11°C，下游與上游年平均溫度差距較大。而全流域年平均蒸發量約 1,000mm，平均相對濕度約 80%。

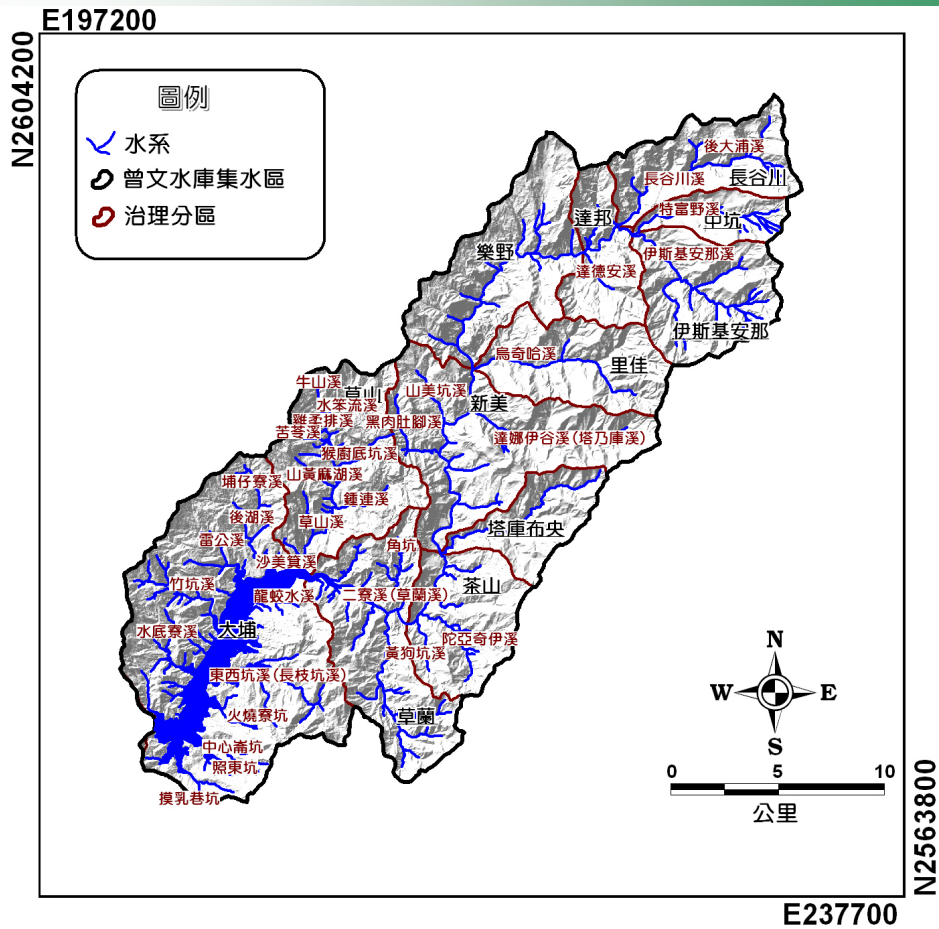


圖 3-1.1 曾文水庫集水區水系分布圖

二、雨量資料

水保局(2010^a)報告指出莫拉克颱風之極端降雨事件，除對座落於降雨中心之曾文水庫集水區造成大量新增崩塌地外，水庫於颱風期間亦受洪水挾帶之土砂影響，於單場颱風事件新增之土砂淤積量高達約 9,108 萬 m^3 ，其土砂淤積量相當於一座烏山頭水庫之庫容。由圖 3-1.2 莫拉克颱風與世界最大降雨紀錄包絡線之比較圖可見，曾文水庫集水區於莫拉克颱風阿里山站之最大降雨記錄(總累積雨量 3,005mm)，已超越民國 85 年賀伯颱風(阿里山站, 1,987mm)及民國 90 年納莉颱風(下盆站, 2,319mm)之降雨紀錄，且該站降雨延時 24、48 及 72 小時累積雨量均為莫拉克颱風發生最大降雨量之測站，亦為台灣歷年之冠(分別為 1,624mm、2,361mm 及 2,748mm)，雖實際降雨未超過世界最大降雨記錄，但已相當接近。

曾文水庫集水區雨量及流量資料來源，主要可由水利署及氣象局之觀測站獲得。本計畫彙整曾文水庫集水區外擴 5km 範圍內之雨量站可知，隸屬經濟部水利署管轄共有 20 站，其中有 5 站已廢除；隸屬中央氣象局管轄之雨量站共有 16 站；隸屬自來水公司共有 1 站。此外，經濟部水利署於集水區附近所設置之流量站有觸口、六重、沙米箕、照興(3)、照興(2)、照興(1)、石公、山美(1)及新美等 9 站，其中除觸口站仍設站至今外，其餘流量站皆已廢除或無相關資料，但觸口站屬八掌溪流域，非為曾文溪流域，故目前曾文水庫集水區無流量站資訊可供參考；離曾文水庫最近之有效流量站為玉田及玉豐大橋站等站，約位於曾文水庫集水區下游 15km。各觀測站站況資料及分布詳見表 3-1.1 至表 3-1.2，及圖 3-1.3 所示。

綜以上述，為能建置治理區域完整水文活動資料，本計畫蒐集曾文水庫集水區境內各轄管單位所建置雨量及水文等相關資料進行分析，藉此探討集水區降雨及水文特性，並用以分析地表逕流引致土壤沖蝕特性。茲將水文分析成果說明於 3-1-2 節，分析成果詳見附錄三。

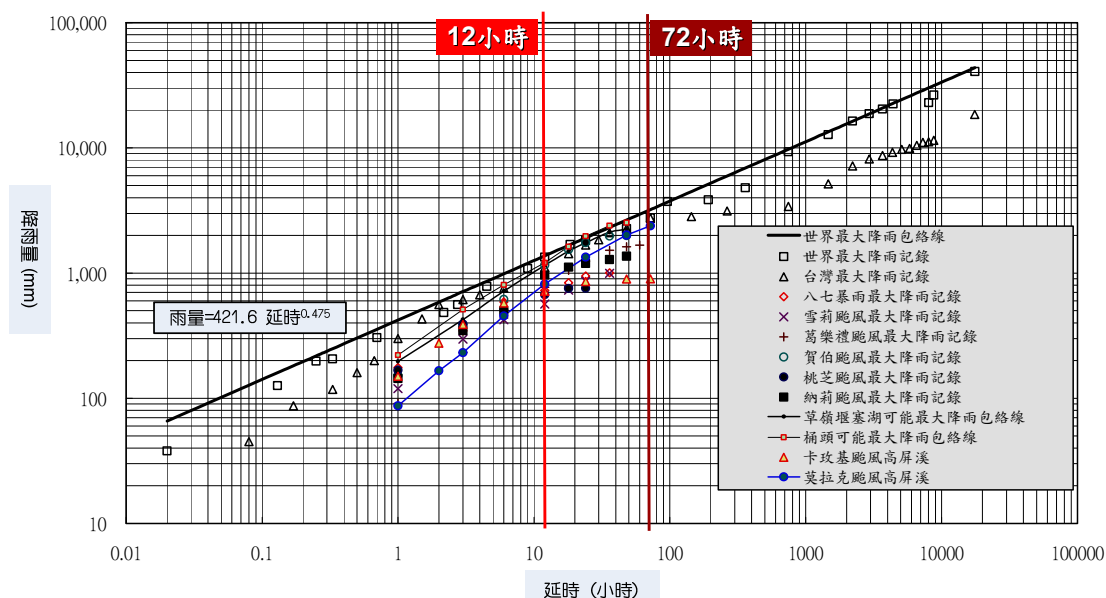


圖 3-1.2 莫拉克颱風與世界最大降雨紀錄包絡線比較 (摘自 水保局 2010^a)

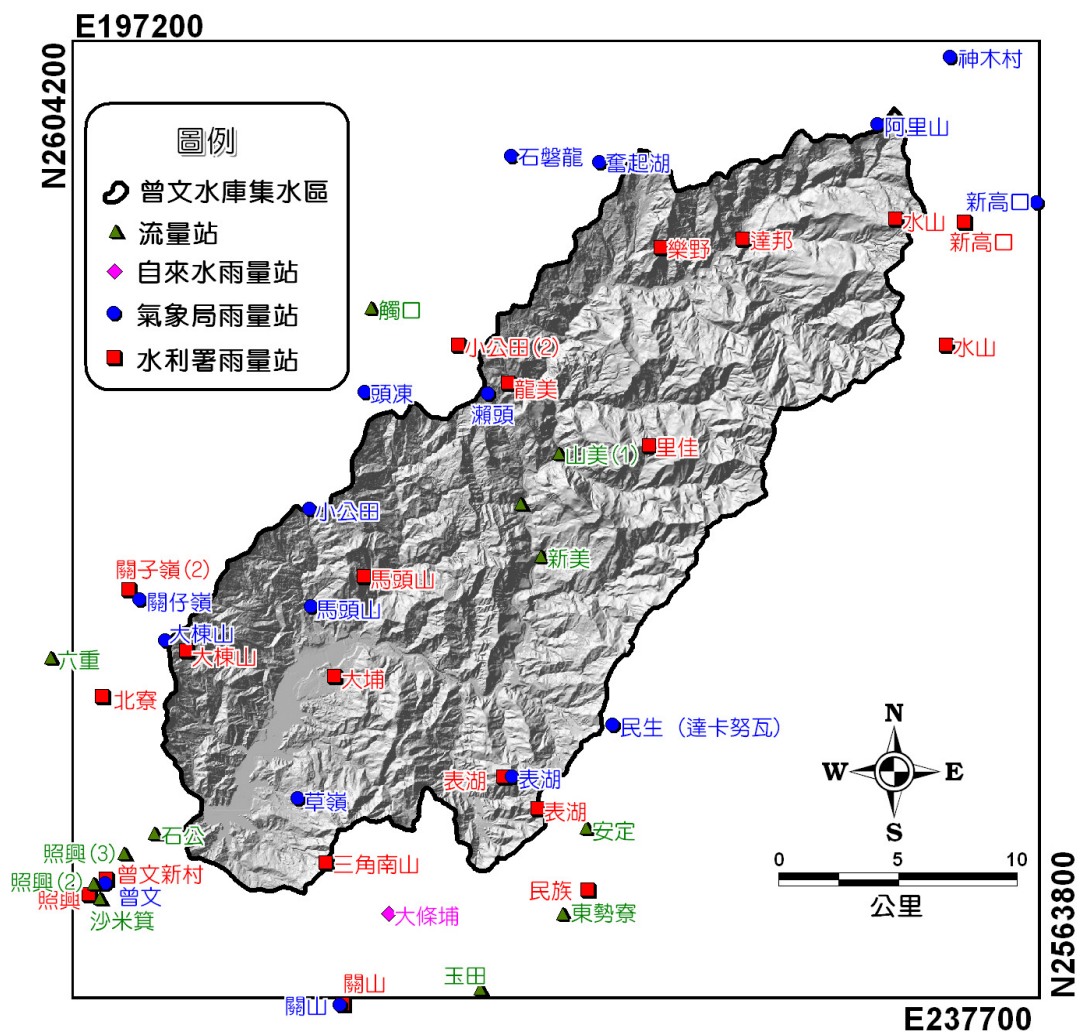


圖 3-1.3 曾文水庫集水區雨量及流量站位置分布圖



表 3-1.1 曾文水庫集水區鄰近雨量站站況表

站號	站名	TWD97 坐標		經辦單位	標高(m)	設站年份	備註
		E	N				
467530	阿里山	230914	2600605	中央氣象局	2,413	1933	
C0H9A0	神木村	233953	2603462	中央氣象局	1,595	1999	
C0M410	馬頭山	207223	2580291	中央氣象局	245	1988	
C0M530	奮起湖	219280	2599026	中央氣象局	1,385	1993	
C0O810	曾文	198604	2568630	中央氣象局	174	1988	
C0V150	表湖	215643	2573132	中央氣象局	1,163	1988	
C0X020	關仔嶺	200065	2580591	中央氣象局	403	1993	
C1M390	瀨頭	214631	2589285	中央氣象局	1,090	1988	
C1M400	草嶺	206660	2572233	中央氣象局	369	1988	
C1M440	新高口	237577	2597337	中央氣象局	2,540	1992	
C1M540	小公田	207150	2584414	中央氣象局	768	1993	
C1M600	頭凍	209464	2589329	中央氣象局	986	2002	
C1M610	石磐龍	215592	2599281	中央氣象局	1,083	2002	
C1O870	大棟山	201139	2578865	中央氣象局	1,246	1988	
C1O880	關山	208426	2563523	中央氣象局	223	1989	
C1V160	民生(達卡努瓦)	219853	2575307	中央氣象局	1,040	1992	
1580P041	小公田(2)	213386	2591339	經濟部水利署	680	1967	
1590P043	關子嶺(2)	199581	2581012	經濟部水利署	350	1957	
1590P044	北寮	198481	2576530	經濟部水利署	360	1957	
1630P001	達邦	225289	2595784	經濟部水利署	950	1900	已廢站
1630P007	照興	197948	2568171	經濟部水利署	96	1950	已廢站
1630P037	大埔	208209	2577366	經濟部水利署	287	1958	已廢站
1630P046	水山	231675	2596636	經濟部水利署	2,450	1969	
1630P047	樂野	221871	2595420	經濟部水利署	1,850	1976	
1630P048	里佳	221379	2587086	經濟部水利署	1,550	1969	
1630P049	馬頭山	209443	2581577	經濟部水利署	1,020	1969	
1630P050	曾文新村	198662	2568819	經濟部水利署	147	2000	
1630P055	關山	208550	2563537	經濟部水利署	240	1984	
1630P063	表湖	215274	2573133	經濟部水利署	1,100	1976	
1630P064	龍美	215484	2589714	經濟部水利署	1,200	1990	
1630P065	三角南山	207845	2569523	經濟部水利署	1,086	1990	
1630P066	大棟山	202019	2578462	經濟部水利署	1,234	1990	
1730P124	民族	218787	2568374	經濟部水利署	530	1977	
1730P132	新高口	234530	2596501	經濟部水利署	2,540	1983	
1730P099	表湖	216720	2571807	經濟部水利署	1,000	1963	已廢站
1730P114	水山	233797	2591312	經濟部水利署	1,460	1961	已廢站
-	大條埔	210455	2567396	自來水公司	379	1993	



表 3-1.2 曾文水庫集水區鄰近流量站站況表

站號	站名	TWD97 坐標		設站年份	流域	流域面積 (km ²)	高程 (m)	備註
		E	N					
1580H001	觸口	209776	2592901	1940	八掌溪	8315	238	
1590H010	六重	196366	2578172	1959	急水溪	288	122	已廢站
1630H001	沙米箕	216026	2584626	1940	曾文溪	203.89	406	已廢站
1630H002	照興(3)	199427	2569894	1955	曾文溪	496.00	115	已廢站
1630H003	照興(2)	198158	2568645	1951	曾文溪	523.57	89	已廢站
1630H004	照興(1)	198423	2568010	1940	曾文溪	523.57	87	已廢站
1630H005	玉田	194520	2557433	1941	曾文溪	160.53	43	距曾文水庫約 15km
1630H012	石公	200719	2570757	1962	曾文溪	443.00	118	已廢站
1630H014	山美(1)	217612	2586762	-	曾文溪	197.20	436	
1630H015	新美	216870	2582414	-	曾文溪	260.40	329	
1630H013	左鎮	186553	2551817	1971	曾文溪	121.31	18	距曾文水庫約 25km
1630H018	二溪大橋	187745	2556988	2000	曾文溪	825.05	21	距曾文水庫約 20km
1630H020	玉豐大橋	194709	2557821	2004	曾文溪	629.73	62	距曾文水庫約 15km

資料來源：經濟部水利署水文水資源資料管理供應系統網頁(<http://gweb.wra.gov.tw/wrweb/>)。
 轄管單位：經濟部水利署

3-1-2 水文分析

一、分析範圍

本計畫水文分析範圍分別為長谷川、中坑、伊斯基安那、伊斯基安那以上治理分區、達邦以上治理分區、里佳、樂野以上治理分區、塔庫布央、新美以上治理分區、茶山以上治理分區、草山、草蘭以上治理分區、大埔以上治理分區(曾文水庫出水口)等 13 處，各分析範圍及計算控制點說明如表 3-1.3 及圖 3-1.4 所示。

二、分析資料

根據經濟部水利署(2006^d)之「區域排水整治及環境營造規劃參考手冊」雨量站選用原則，其紀錄年限以大於 25 年為原則，故本計畫選擇具至少 25 年以上雨量記錄及資料較為完整之雨量站，符合者計有 12 站，分別為阿里山、小公田(2)、關子嶺(2)、北寮、水山、樂野、里佳、馬頭山、

關山、表湖、民族及新高口等；此外，另根據期中委員審查建議，納入集水區內未滿 25 年降雨紀錄之雨量站，以增加水文分析精度，新增分析雨量站中，隸屬水利署測站為曾文新村、龍美、三角南山及大棟山等 4 站；隸屬氣象局則為神木村、奮起湖、草嶺、新高口、小公田及民生等 6 站；隸屬自來水公司為大條埔 1 站，共計增加 11 站，統計上述，共計採 23 站雨量站進行水文分析。各雨量站站況及分布分別詳見表 3-1.1 及圖 3-1.3。另將各雨量站依徐昇氏多邊形法所計算出之權重值及劃分結果分別列於表 3-1.4 及圖 3-1.5。

此外，另根據本計畫蒐集具全年度完整年降雨量紀錄之降雨觀測站資料，繪製曾文水庫歷年年平均降雨趨勢圖，如圖 3-1.6 所示，藉此探討集水區自民國 76 年至 98 年，共計 23 年間之年平均降雨趨勢。由圖可知，曾文水庫年平均降雨量有逐漸增強之趨勢，且近 10 年之年平均降雨量約為過去之 1.11 倍；此外，曾文水庫年平均降雨量更明顯大於台灣年平均降雨量；且平均降雨量大於世界平均降雨量值(973mm)，高達 3 倍之多。

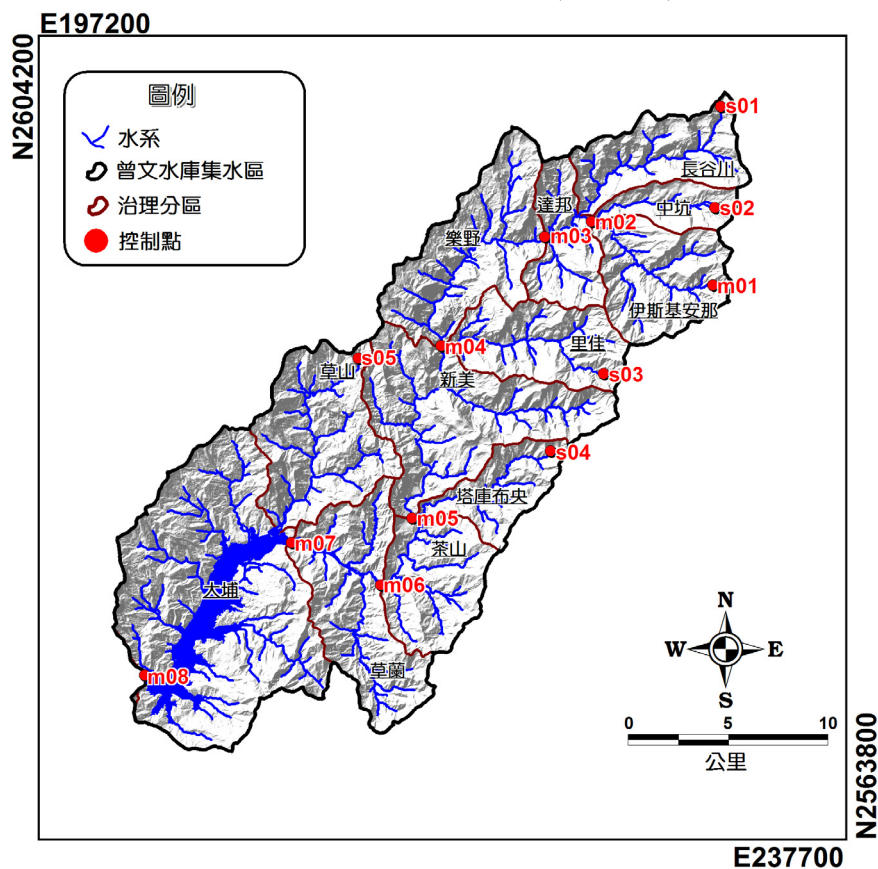


圖 3-1.4 水文分析控制點分布圖



表 3-1.3 水文分析範圍及控制點概況表

控制點 編號	分析範圍	TWD97 坐標		主 支 流	集水區 面積(km ²)	備註
		E	N			
s01	-	231,402	2,600,565	支	-	長谷川入流點
s02	-	231,110	2,595,489	支	-	中坑入流點
m01	-	231,003	2,591,609	主	-	伊斯基安那入流點
m02	長谷川	224,944	2,594,798	支	28.73	
	中坑			支	12.69	
	伊斯基安那			主	32.98	
	伊斯基安那 以上治理分區			主	74.40	含長谷川、中坑、伊斯基安那 治理分區
m03	達邦以上 治理分區	222,605	2,594,028	主	94.57	含長谷川、中坑、伊斯基安 那、達邦治理分區
s03	-	225,555	2,587,171	支	-	里佳入流點
m04	里佳	217,423	2,588,553	支	31.55	里佳出流點
	樂野以上 治理分區			主	140.10	含長谷川、中坑、伊斯基安 那、達邦、里佳、樂野治理分 區
s04	-	222,898	2,583,291	支	-	塔庫布央入流點
m05	塔庫布央	215,962	2,579,916	支	19.62	
	新美以上 治理分區			主	230.47	含長谷川、中坑、伊斯基安 那、達邦、里佳、樂野、塔庫 布央、新美治理分區
m06	茶山以上 治理分區	214,394	2,576,567	主	280.17	含長谷川、中坑、伊斯基安 那、達邦、里佳、樂野、塔庫 布央、新美、茶山治理分區
s05	-	213,277	2,587,942	支	-	草山入流點
m07	草山	209,929	2,578,693	支	45.50	
	草蘭以上 治理分區			主	325.31	含長谷川、中坑、伊斯基安 那、達邦、里佳、樂野、塔庫 布央、新美、茶山、草山、草 蘭治理分區
m08	大埔以上 治理分區	202,594	2,572,023	主	481.00	曾文水庫全區

三、討論結果

本計畫頻率分析採年最大值選用法，選出各雨量站之每年最大 1 日、2 日之降雨紀錄以常態、對數常態、皮爾遜 III 型、對數皮爾遜 III 型及極端值 I 型等 5 種機率分布進行頻率分析，並以卡方與 K-S 對各機率分布進行檢定，另以 Weibull 點繪法公式計算平方差合(SSE)及標準誤差(SE)，採用平方差合(SSE)值較小之結果為最適當之機率分布。

圖 3-1.7 至圖 3-1.20 為各雨量站最適當機率分布之 2 年、5 年、10 年、25 年、50 年、100 年及 200 年重現期距最大 1 日、2 日暴雨頻率分析結果；由圖可知，1 日、2 日暴雨主要集中於里佳、新美、樂野、達邦等治理分



區；另根據各控制治理分區之地文因子、不同重現期距暴雨量及降雨分配型態等分析成果，透過合理化公式、三角形單位歷線法及實測流量分析法，推算不同重現期距之洪峰流量，並將 13 處各控制治理分區最佳之不同重現期距洪峰流量及比流量計算結果，詳列於表 3-1.5。有關水文分析之詳細分析過程與成果，詳見附錄三水文分析報告。

茲就本計畫水文分析結果歸納以下重點：

1. 由 1 日、2 日暴雨頻率分析結果顯示，最大 1 日暴雨其降雨主要集中於集水區中游之里佳、新美、樂野、達邦等治理分區，以及下游大埔治理分區偏西北方；而最大 2 日暴雨其降雨則主要集中於里佳、新美、樂野、達邦等治理分區。
2. 根據本計畫附錄三各控制治理分區之水文分析成果可以發現，由於本計畫分析範圍各控制點，鄰近無可分析之流量站資訊，故以曾文溪流域下游之實測流量資料進行分析。因所採用分析之流量站距離計畫範圍太遠，且測站位置並非位於曾文溪主流上，造成計算洪峰流量值變化幅度差異甚大，易產生高估或低估現象，又加上實測流量往往不易觀測到確切尖峰流量，會使得實測流量法分析成果不適用；而合理化公式及三角形單位歷線分析方法所推估各控制點之洪峰流量值較為接近。
3. 依水土保持規範(2003)第十七條中指出「洪峰流量之估算，有實測資料時，得採用單位歷線分析；面積在一千公頃以內者，無實測資料時，得採用合理化公式(Rational Formula)計算」，而本計畫各控制點集水區面積皆超過在一千公頃，故建議本計畫各分析區域洪峰流量值，皆以三角形單位歷線法計算結果較為合適(詳細分析如附錄三所示)。
4. 由表 3-1.5 可以發現，各控制治理分區不同重現期距之比流量(單位面積之逕流量)，皆以里佳治理分區之比流量值為最大，其次為塔庫布央治理分區，又加上里佳治理分區為最大 1 日及 2 日暴雨主要集中之地區，更因加以注意防範洪水災害；而以伊斯基安那治理分區之比流量最小，且此治理分區之高程差相對較小，且坡度較緩。



表 3-1.4 十二治理分區代表雨量站徐昇氏權重表

單位：%

雨量站	曾文 集水區	十二治理分區											
		大埔	中坑	伊斯基安那	里佳	長谷川	茶山	草山	草蘭	塔庫布央	新美	達邦	樂野
小公田(2)	0.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.15	0.00	0.00	0.00	0.00	4.36
關子嶺(2)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
北寮	0.29	1.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
水山	8.43	0.00	87.08	61.87	0.00	32.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
樂野	11.84	0.00	12.92	22.54	0.28	27.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	90.74	48.56
里佳	16.83	0.00	0.00	15.59	93.86	0.00	0.00	0.00	0.00	52.48	57.62	9.26	1.76
馬頭山	13.40	15.41	0.00	0.00	5.86	0.00	0.90	61.35	34.17	0.00	6.44	0.00	0.00
曾文新村	0.19	0.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
關山	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
表湖	8.90	1.87	0.00	0.00	0.00	0.00	37.57	0.00	65.82	0.00	0.00	0.00	0.00
龍美	8.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.41	0.00	0.00	33.72	0.00	35.56
三角南山	2.00	8.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
大棟山	5.67	24.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
民族	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
新高口	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
阿里山	2.37	0.00	0.00	0.00	0.00	40.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
神木村	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
奮起湖	0.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.76
草嶺	9.38	39.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
新高口	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
小公田	3.87	8.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	21.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
民生(達卡努瓦)	6.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	61.53	0.00	0.00	47.52	2.22	0.00	0.00
大條埔	0.02	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
合計	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100



表 3-1.5 各治理分區不同重現期距洪峰流量計算結果表

控制點治理分區	方法別	各重現期距之洪峰流量(cms)						
		2年	5年	10年	25年	50年	100年	200年
長谷川	△單位歷線	150.1	294.0	393.1	520.4	615.8	710.9	806.1
	比流量	5.2	10.2	13.7	18.1	21.4	24.7	28.1
中坑	△單位歷線	53.34	108.39	146.07	194.35	230.46	266.43	302.37
	比流量	4.2	8.5	11.5	15.3	18.2	21.0	23.8
伊斯基安那	△單位歷線	124.5	280.0	389.1	530.1	636.1	742.1	848.1
	比流量	3.8	8.5	11.8	16.1	19.3	22.5	25.7
伊斯基安那 以上治理 分區	△單位歷線	312.1	659.6	901.6	1,213.7	1,448.1	1,682.3	1,916.6
	比流量	4.2	8.9	12.1	16.3	19.5	22.6	25.8
達邦以上 治理分區	△單位歷線	415.6	886.7	1,213.8	1,634.7	1,950.5	2,265.7	2,581.0
	比流量	4.4	9.4	12.8	17.3	20.6	24.0	27.3
里佳	△單位歷線	180.7	415.8	578.7	788.1	944.8	1,101.1	1,257.3
	比流量	5.7	13.2	18.3	25.0	29.9	34.9	39.9
樂野以上 治理分區	△單位歷線	811.63	1,752.29	2,402.82	3,238.80	3,864.87	4,489.38	5,113.77
	比流量	4.7	10.2	14.0	18.9	22.5	26.2	29.8
塔庫布央	△單位歷線	111.1	248.5	343.0	464.2	554.8	645.1	735.3
	比流量	5.7	12.7	17.5	23.7	28.3	32.9	37.5
新美以上 治理分區	△單位歷線	1,174.76	2,527.58	3,459.19	4,654.22	5,548.11	6,439.26	7,329.74
	比流量	4.7	10.1	13.8	18.6	22.2	25.7	29.3
茶山以上 治理分區	△單位歷線	1,496.56	3,148.86	4,280.01	5,727.50	6,808.78	7,885.95	8,961.78
	比流量	5.3	11.2	15.3	20.4	24.3	28.1	32.0
草山	△單位歷線	245.8	480.3	640.0	844.1	996.3	1,148.0	1,299.6
	比流量	5.4	10.6	14.1	18.6	21.9	25.2	28.6
草蘭以上 治理分區	△單位歷線	1,593.31	3,338.99	4,536.33	6,070.01	7,216.09	8,358.50	9,499.67
	比流量	4.3	9.0	12.2	16.4	19.5	22.5	25.6
大埔以上 治理分區(曾文 水庫全區)	△單位歷線	2,368.2	4,934.6	6,728.2	9,077.9	10,881.0	12,726.4	14,626.7
	比流量	4.9	10.3	14.0	18.9	22.6	26.5	30.4

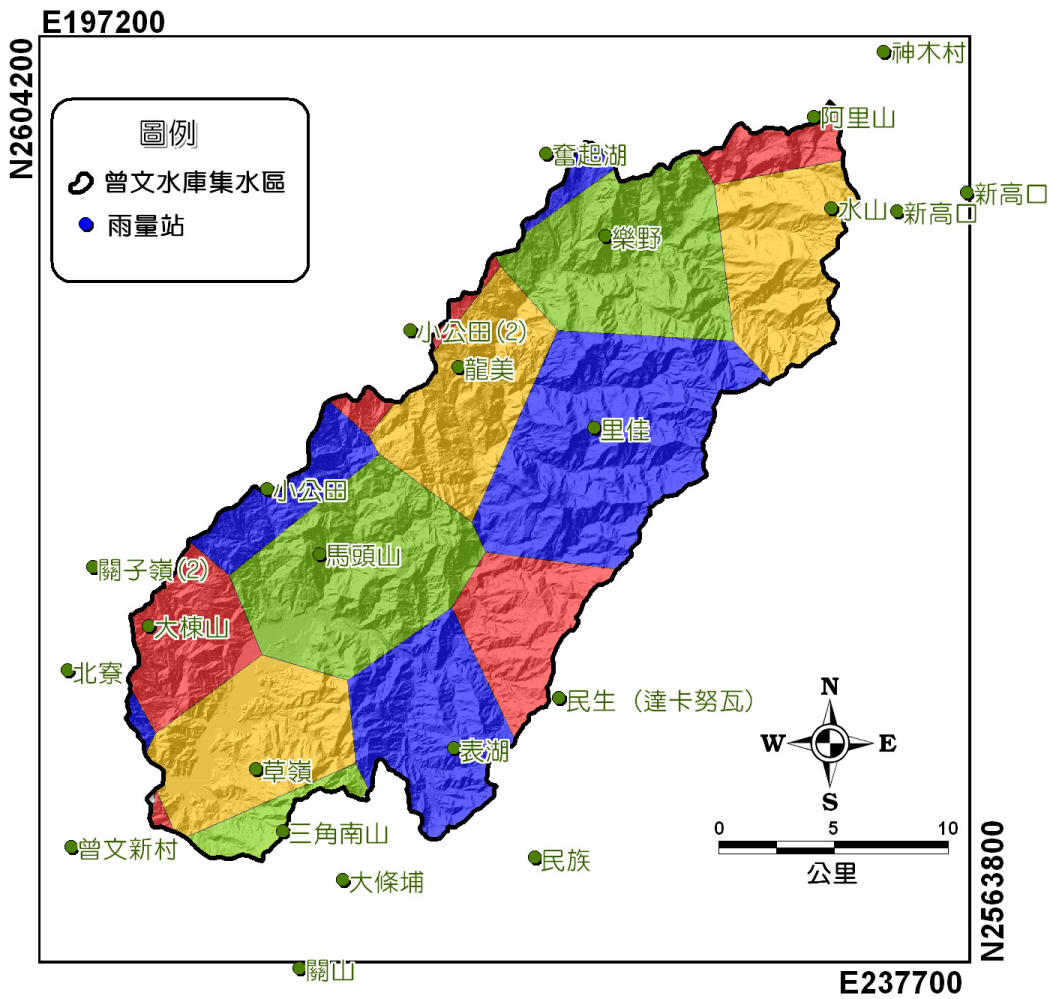


圖 3-1.5 徐昇氏多邊形法各雨量站權重劃分結果圖

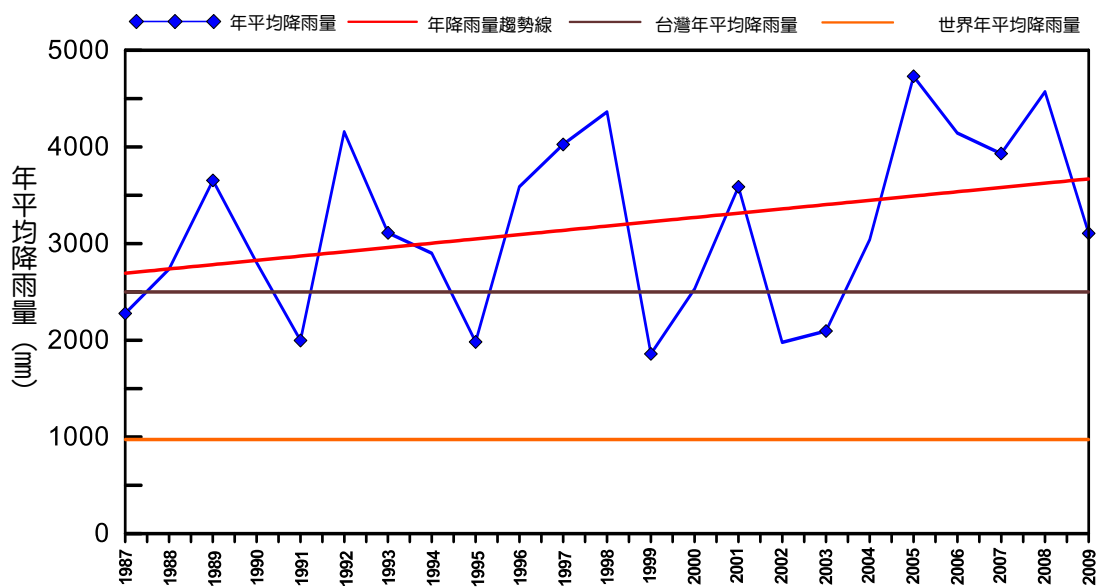


圖 3-1.6 曾文水庫集水區歷年年平均降雨趨勢圖

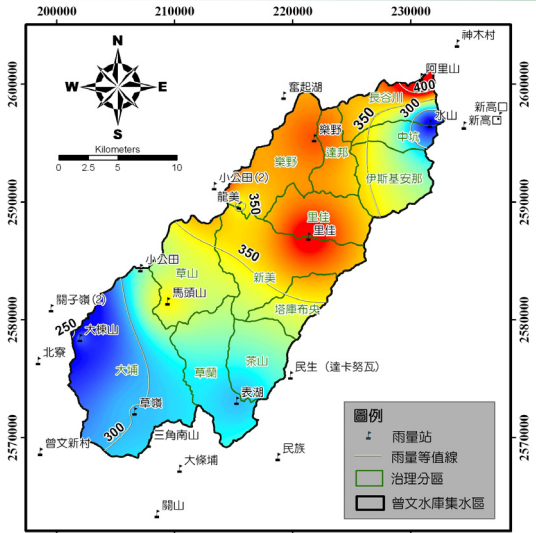


圖 3-1.7 2 年重現期距最大 1 日暴雨分布

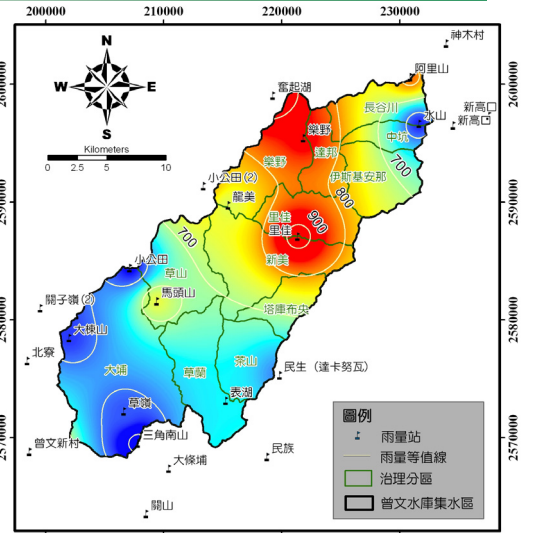


圖 3-1.8 5 年重現期距最大 1 日暴雨分布

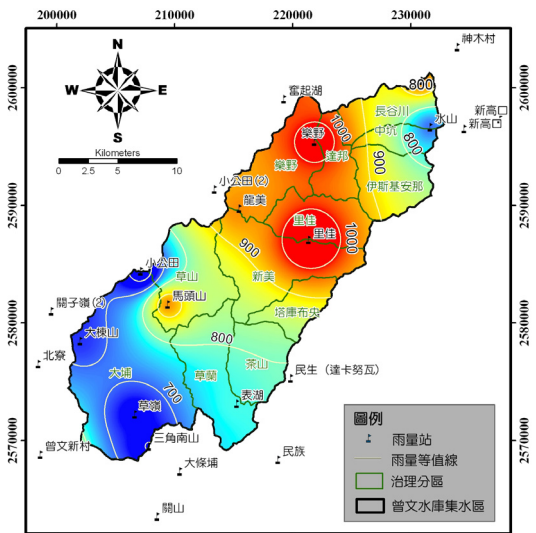


圖 3-1.9 10 年重現期距最大 1 日暴雨分布

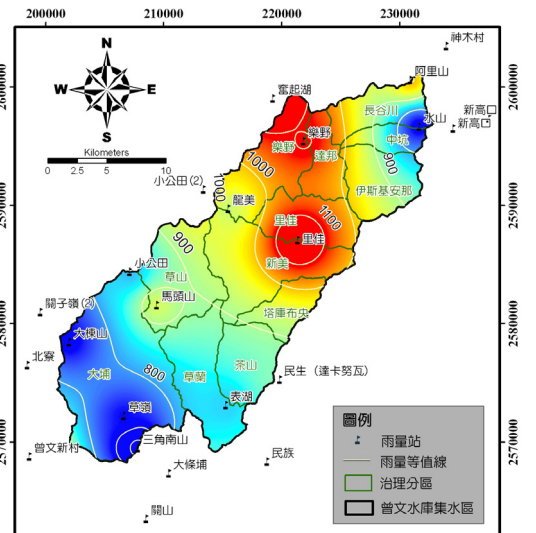


圖 3-1.10 25 年重現期距最大 1 日暴雨分布

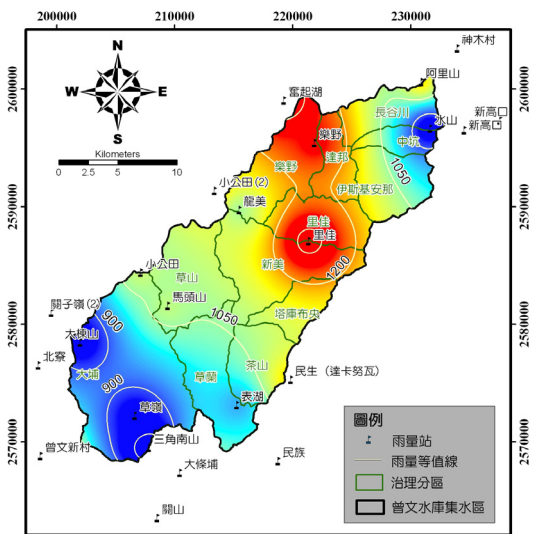


圖 3-1.11 50 年重現期距最大 1 日暴雨分布

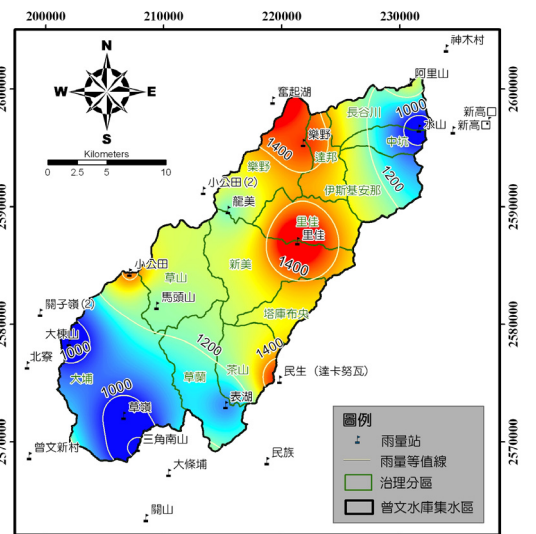


圖 3-1.12 100 年重現期距最大 1 日暴雨分布

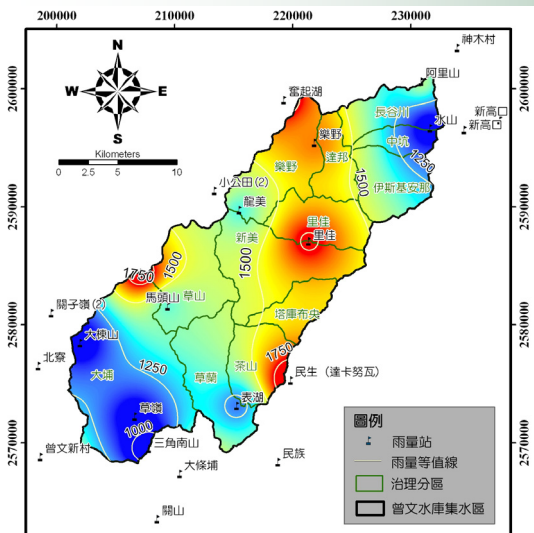


圖 3-1.13 200 年重現期距最大 1 日暴雨分布

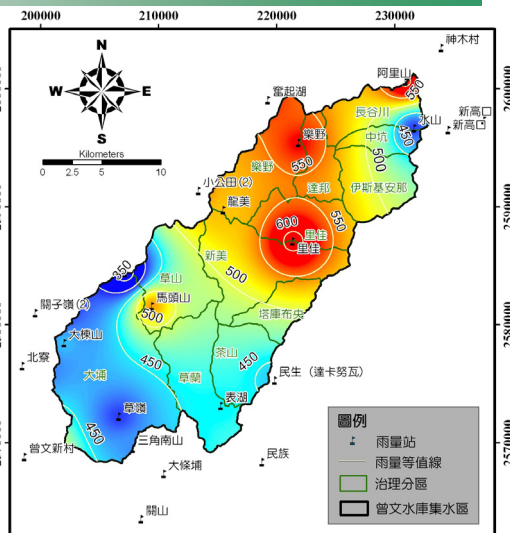


圖 3-1.14 2 年重現期距最大 2 日暴雨分布

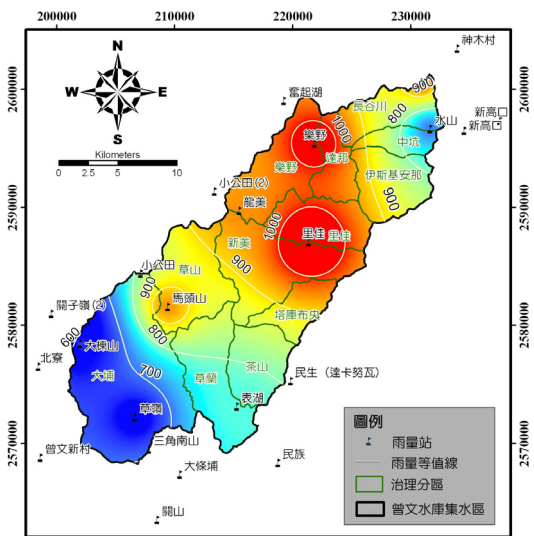


圖 3-1.15 5 年重現期距最大 2 日暴雨分布

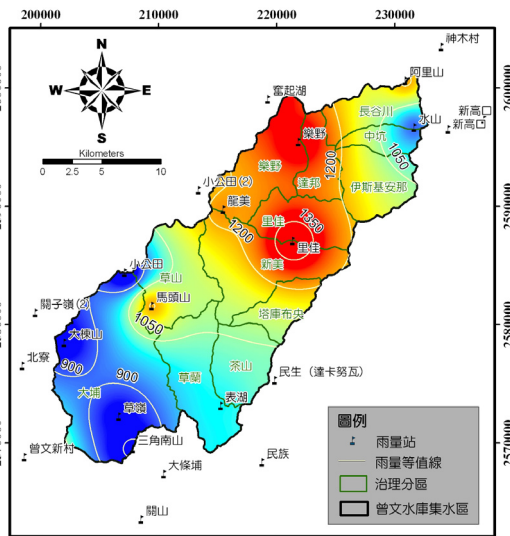


圖 3-1.16 10 年重現期距最大 2 日暴雨分布

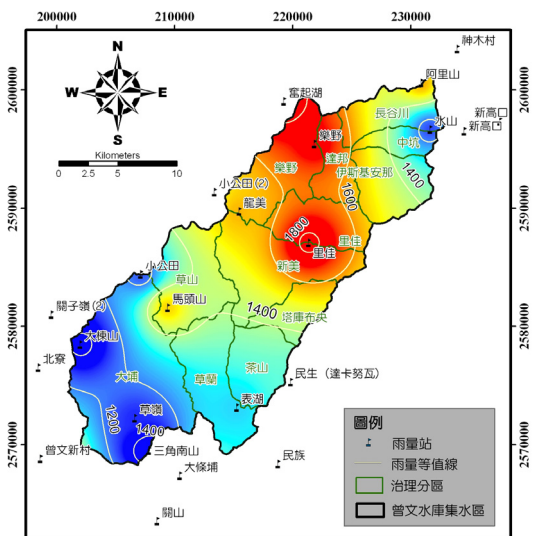


圖 3-1.17 25 年重現期距最大 2 日暴雨分布

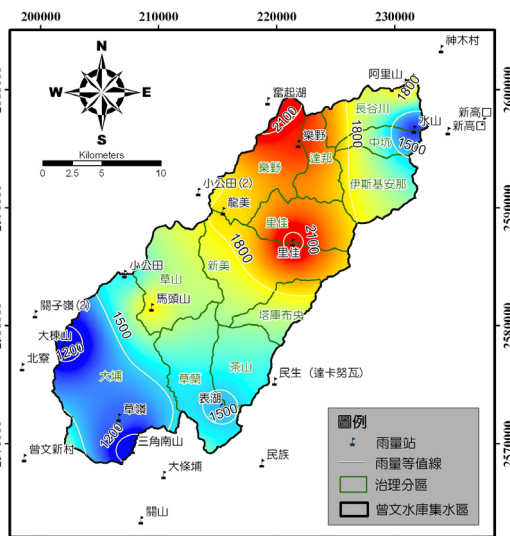


圖 3-1.18 50 年重現期距最大 2 日暴雨分布

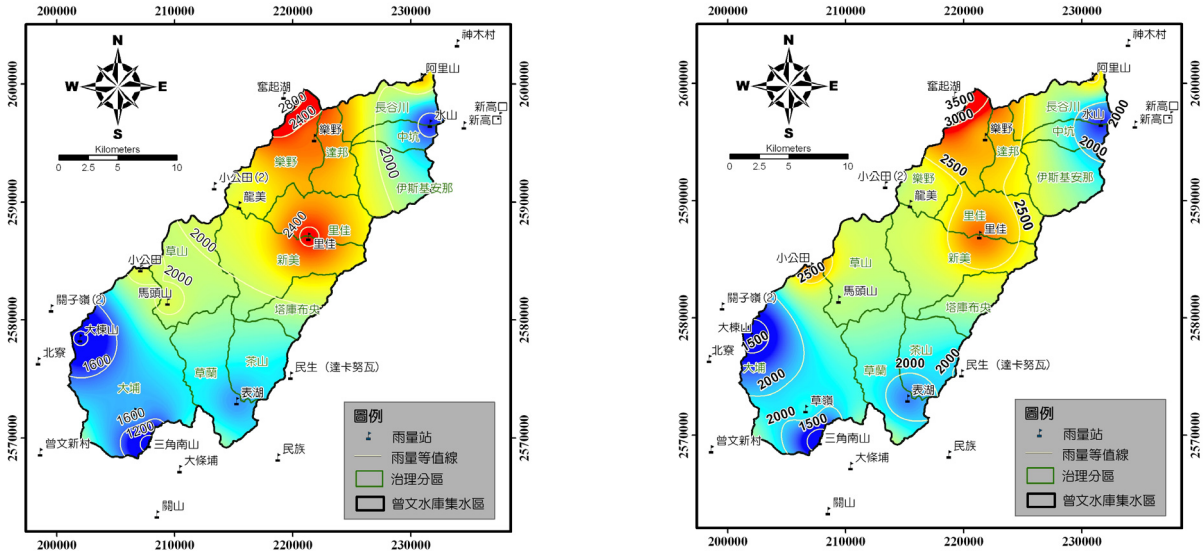


圖 3-1.19 100 年重現期距最大 2 日暴雨分布 圖 3-1.20 200 年重現期距最大 2 日暴雨分布

3-1-3 流量及輸砂量分析

為有效進行曾文水庫集水區流量及輸砂量分析，本計畫彙整曾文水庫集水區向外擴 5km 涵蓋之流量站資訊(測站分布如表 3-1.2 及圖 3-1.3 所示)；由圖可知，鄰近曾文水庫集水區流量站分別為隸屬經濟部水利署之觸口、六重、沙米箕、照興(3)、照興(2)、照興(1)、石公、山美(1)及新美等 9 站，其中除觸口站仍設站至今外，其餘流量站皆已廢除或無相關資料，但觸口站屬八掌溪流域，非曾文溪流域。鑑此，為確切探討曾文水庫集水區流量及輸砂量關係，本計畫另蒐集曾文水庫集水區相關流量及輸砂量研究報告，其中水利署(2009^a)曾利用民國 46~60 年間水利署轄管之照興流量站懸移質觀測記錄(共計有 253 組觀測值)，探討曾文水庫之輸砂特性及概估其主流輸砂量變化，並建立懸移質輸砂率(Q_s)與流量(Q)之迴歸率定關係式，公式如下：

$$Q_s = 0.995Q^{1.801} \quad (Q < 1,000 \text{ cms}) \quad (3-1.1)$$

其中， Q_s 為懸移質輸砂率(ton/day)； Q 為流量(cms)

由於現階段曾文水庫集水區內並無設立自動水文觀測站，因此，為瞭解集水區內主支流懸移質運移情況及泥砂產量對主河道及水庫淤積量



之影響，水保局(2011^b)以人工採樣之方式，針對曾文水庫集水區範圍內挑選6處土砂運移控制點進行表水層泥砂濃度測量作業(調查點位空間分布，如圖 3-1.21)，以蒐集集水區內流量與懸移質輸砂量數據(詳見圖 3-1.22)，建立曾文水庫集水區內主流及支流懸移質輸砂量與流量之迴歸式，如下所示，

$$\text{主流： } Q_s = 102.63Q^{0.5553} \quad R^2 = 0.4383 \quad (3-1.2)$$

$$\text{支流： } Q_s = 361.68Q^{0.1713} \quad R^2 = 0.3126 \quad (3-1.3)$$

其中， Q_s 為懸移質輸砂率(kg/sec)； Q 為流量(cms)

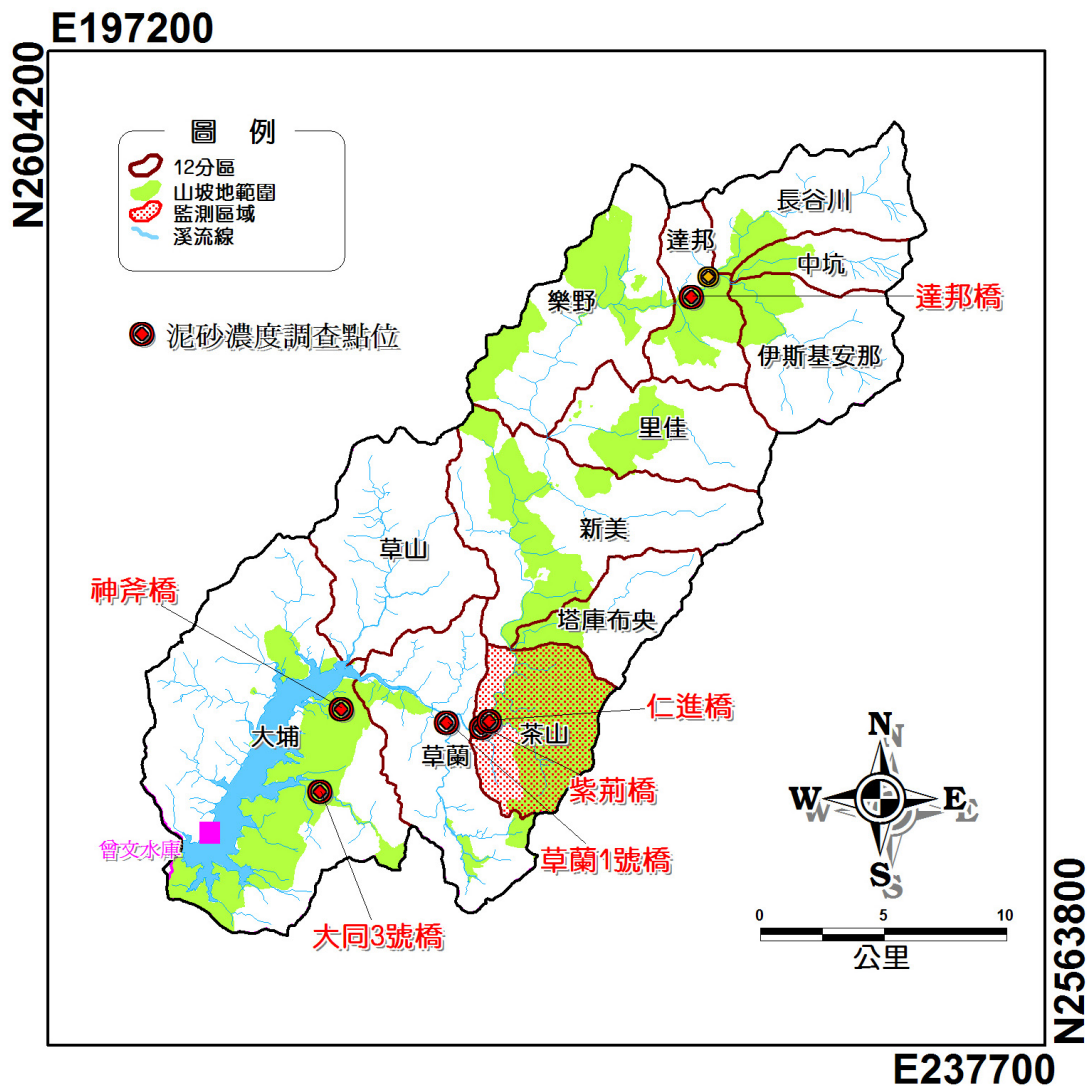
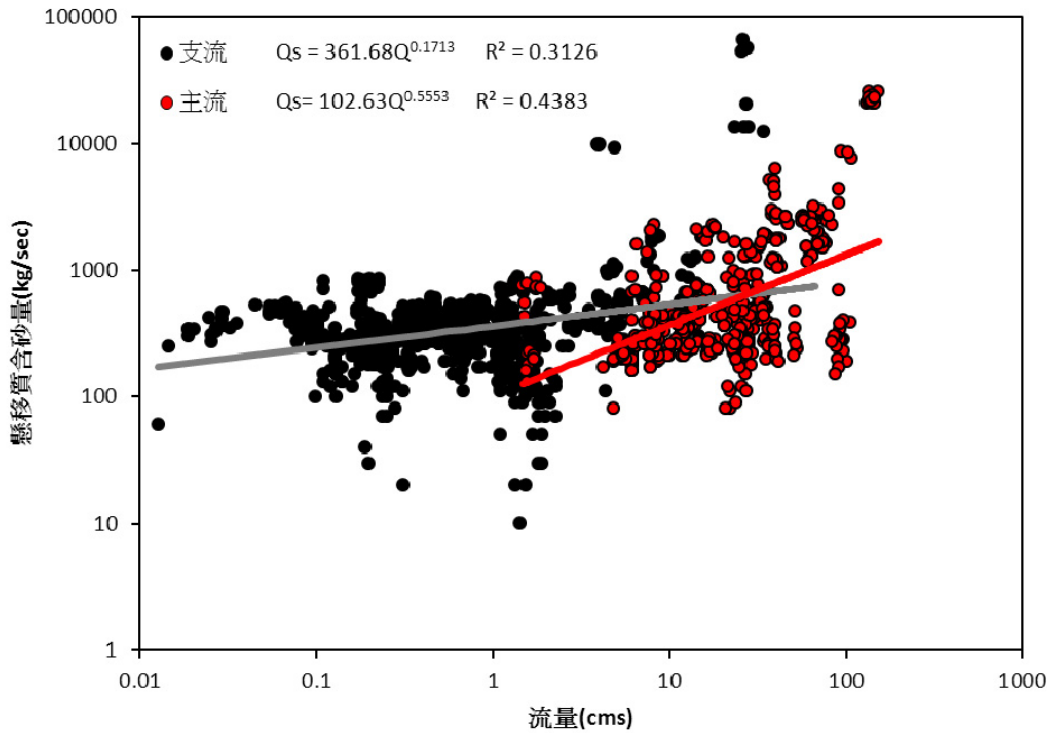


圖 3-1.21 水保局(2011^b)泥砂濃度調查點位空間分布圖

圖 3-1.22 懸移質輸砂量率定曲線圖(摘自 水保局，2011^b)

3-1-4 水庫淤積量與降雨量之探討

水庫之新增淤積量與颱風事件發生期間有明顯之關聯；當汛期間颱風常挾帶大量豪雨，引致河道發生高流量提升土砂運移能力，若大量泥砂流入庫區會造成淤積量大增及原水濁度飆昇，故實有必要加以探討。彙整曾文水庫集水區各場颱風事件流量、新增淤積量資料及平均降雨量與新增淤積量資料，如表 3-1.6 所示，並根據表 3-1.6 資訊繪製如圖 3-1.23 所示，由圖 3-1.22 可發現，單場事件累積降雨量(RI)與水庫新增淤積量(V_s)之關係如下所示：

$$V_s = 1471.959e^{0.002RI} \quad R^2 = 0.78 \quad n = 21 \quad (3-1.4)$$

其中 V_s 為水庫新增淤積量($10^3 m^3$)； RI 為單場事件累積降雨量(mm)；

R^2 為判定係數； n 為樣本數。

由於推求淤積量過程屬較複雜及需大量水理演算的數學模式，但考量實際應用性及使用者便利，故本計畫之淤積量簡化推估之公式，可供預測某場颱風事件引致水庫新增淤積量，未來應用於水庫清淤及工程整治參考依據。



表 3-1.6 曾文水庫颱風豪雨事件與相對應淤積量一覽表

年份(日期)	颱風事件	水庫洪峰流量(cms)	單場事件累積降雨量(mm)	最大降雨強度(mm/hr)	淤積增減量(10^3m^3)
64年(08/02~08/04)	妮娜	3727.0	460.6	78.7	13,620
65年	-	-	-	-	5,300
66年(07/22~07/25)	賽洛瑪	1565.9	189.1	60.5	3,560
67年	-	-	-	-	2,760
68年(08/22~08/24)	萊迪	1872.4	397.3	108.3	2,670
69年(08/26~08/28)	諾瑞斯	2759.4	431.5	67.0	2,940
70年(06/18~06/21)	裘恩	1510.5	219.4	42.0	9,160
71年(07/26~07/30)	安迪	2444.3	540.8	60.0	2,590
72年	-	-	-	-	1,920
73年(07/02~07/04)	亞力士	4633.5	351.9	155.0	2,420
74年	-	-	-	-	1,330
75年(09/16~09/20)	艾貝	2115.5	311.3	51.0	1,760
76年(07/25~07/27)	亞力士	2541.9	447.1	75.0	2,210
77年(05/31~06/02)	蘇珊	3821.0	470.3	43.0	5,380
78年(09/08~09/13)	莎拉	5294.7	827.0	104.0	10,370
79年(06/21~06/24)	歐菲莉	2137.6	309.2	67.5	2,460
80年(08/16~08/18)	愛麗	59.7	46.8	32.0	2,770
81年(09/03~09/05)	歐馬	2583.0	285.5	80.0	1,970
82年(09/10~09/14)	亞伯	50.5	60.7	37.0	5,500
83年(08/06~08/09)	道格	1362.5	326.6	54.0	1,150
84年(09/20~09/23)	賴恩	240.3	95.4	14.0	890
85年(07/29~08/01)	賀伯	8314.0	1486.6	112.5	21,200
86年(08/27~08/30)	安珀	563.3	127.2	41.0	-3,010
87年(10/13~10/17)	瑞伯	10.3	40.3	39.0	2,950
88年	-	-	-	-	1,070
89年(08/21~08/23)	碧利斯	1263.5	253.8	73.0	920
90年(07/28~07/31)	桃芝	3391.7	376.6	121.0	8,870
91年(07/02~07/04)	雷馬遜	173.6	93.9	33.0	3,400
93年(06/28~07/03)	敏督利	3946.8	803.5	85.0	17,940
94年(07/16~07/20)	海棠	3917.6	1012.9	81.0	9,300
95年(06/07~06/11)	六九豪雨	4136.1	882.8	107.0	10,450
97年(07/16~07/18)	卡玫基	5393.6	649.3	164.0	9,850
98年(08/05~08/10)	莫拉克	6026.4	1565.0	123.0	91,080
99年(09/17~09/20)	凡那比	2081.9	307.5	55.5	-1,000

註 1：表中水庫洪峰流量、集水區單場事件累積降雨量及最大降雨強度為本計畫分析結果；因部份年度未有完整雨量資訊，故無法分析。

註 2：淤積增減量資料來源為經濟部水利署。

註 3：表中淤積增減量「-」值表示該年度水庫辦理清淤。

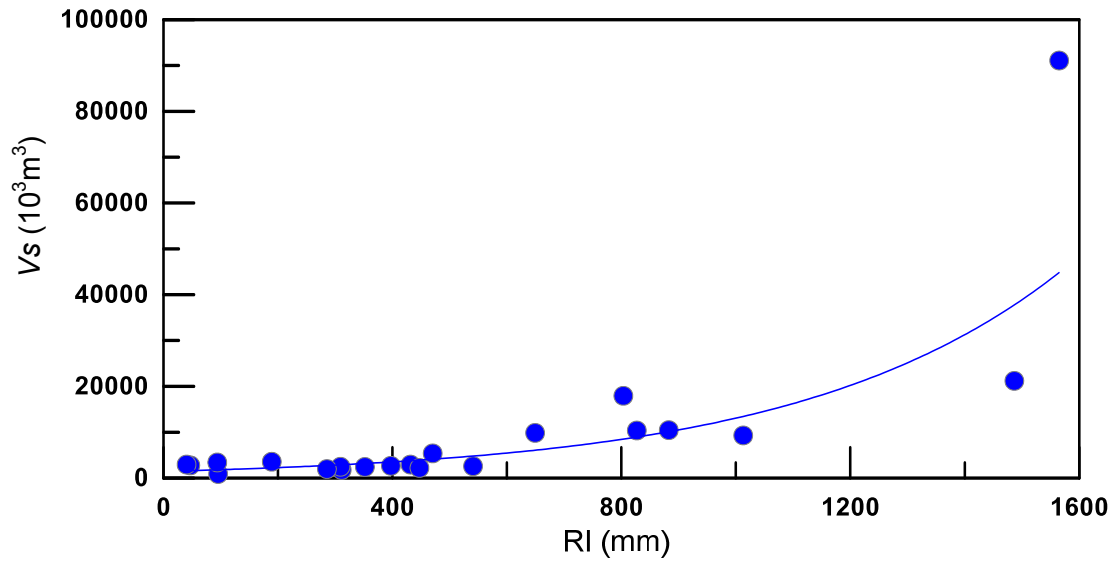


圖 3-1.23 曾文水庫淤積量與單場事件累積降雨量之關係圖



3-2 集水區地文資料

一、地理位置

曾文水庫集水區隸屬曾文溪流域，其地理位置跨越嘉義縣阿里山鄉、番路鄉、大埔鄉以及高雄市之那瑪夏區等，包括阿里山鄉之達邦村、樂野村、里佳村、山美村、新美村、中正村、十字村，中山村及茶山村，番路鄉之公田村與公興村小部分，以及草山村大部分，大埔鄉之永樂村、和平村、大埔村、西興村及茄苳村，尚有那瑪夏區之瑪雅里、達卡努瓦里以及南沙魯里，繪製曾文水庫集水區地理位置如圖 3-2.1 所示。

二、地形地勢

曾文水庫集水區呈斜長四邊形，縱長達 41km，平均寬度為 8.56km，西南方向最寬處可達 17km。境內除樂野、達邦、大埔等幾處次盆地外，全區地形陡峻，集水區地勢由西南向東北方向逐漸升高，愈往上游坡度逐次遞增，海拔高程介於 100m 至 2,700m 間(如圖 3-2.2)。另集水區境內坡度主要以六級坡為主，約佔集水區 40%(詳見表 3-2.1)；以五級坡與七級坡次之。針對坡向部分，集水區內主要坡向以西向與西南向為主，西北向、南向、東南向次之(詳見表 3-2.2)，繪製曾文水庫集水區之坡度與坡向分布圖，如圖 3-2.3 與 3-2.4 所示。

三、地質特性

曾文水庫集水區內之地質複雜，就地層分布而言，包含有三峽群及其相當地層、瑞芳群及其相當地層、臺地堆積、錦水頁岩及其相當地層等；雖曾文水庫集水區境內地層分類繁多，但岩性以灰色泥質頁岩與泥質砂岩為主，因其含泥質成分偏高，使抗風化能力偏弱，各地層岩性對照表，彙整如表 3-2.3 所示。

斷層方面，主要有旗山斷層通過曾文水庫集水區之嘉義縣阿里山鄉及高雄市那瑪夏區，而集水區西側有觸口、大尖山斷層分布(如圖 3-2.5)，東側有達邦斷層。茶山斷層於集水區內成南北向延展；瀨頭斷層貫穿集水區東南部至西北部，斷層走向為北北西方向(地調所，2009^a)。



四、土壤分布

曾文水庫集水區內之土壤大部份為第三紀岩，係風化而成之定域土(水保局，2010^a)，溪流兩岸與集水區下游地區偶有小部份崩積土和沖積土，其分布如圖 3-2.6 及表 3-2.4 所示。由於第三紀岩岩質較脆弱，易於風化，因此小溪流兩岸陡峻處崩塌地甚多，土壤沖刷亦最劇烈。

五、土地利用

集水區內土地利用情形以天然林面積最大，佔 49.25%；其次為人工林，佔 29.52%；農作則佔第三位，佔 13.06%。土地利用之分布情形如表 3-2.5 及圖 3-2.7 所示。歷年來林地面積呈持續減少趨勢，取而代之的是近年來大面積種植的檳榔、茶園、果園和新興的山葵、苗圃等。由現勘可知，本區除林地外，非林地部份多已開發利用，農業活動發達，其中部份開發為建地使用。

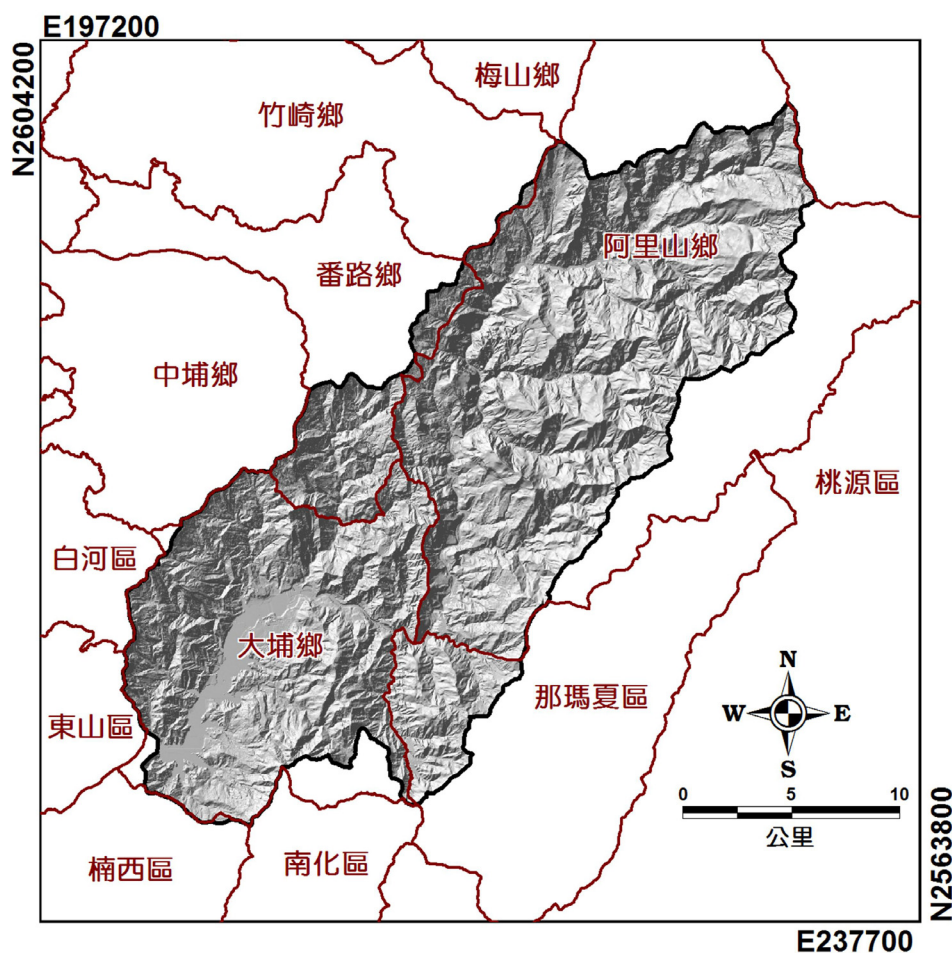


圖 3-2.1 曾文水庫集水區地理位置圖

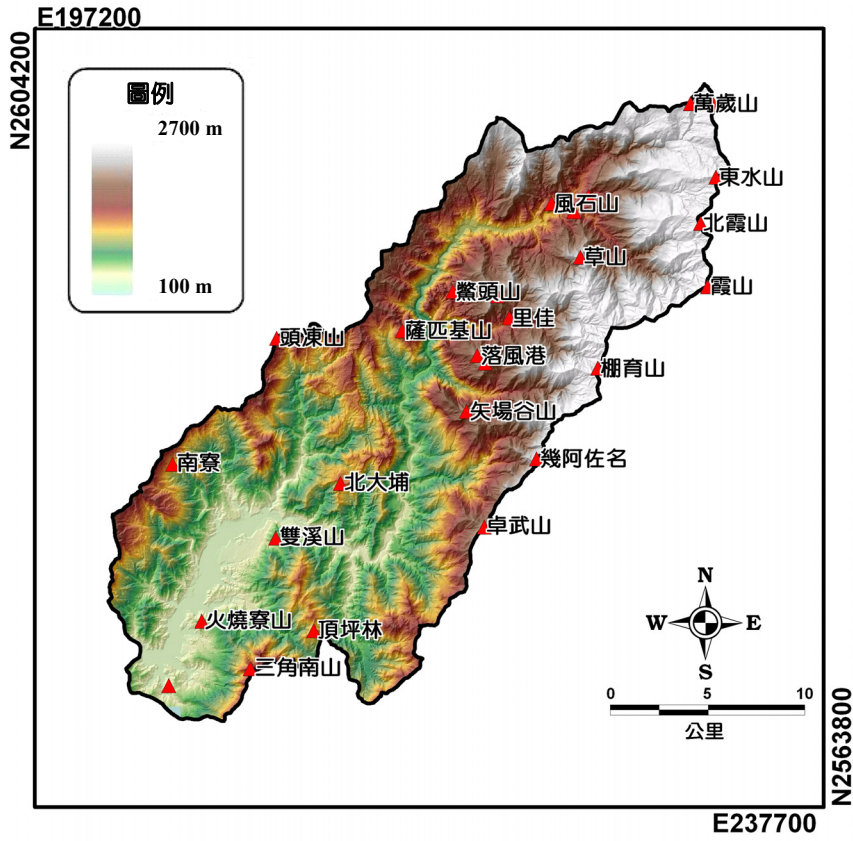


圖 3-2.2 曾文水庫集水區地勢分布圖

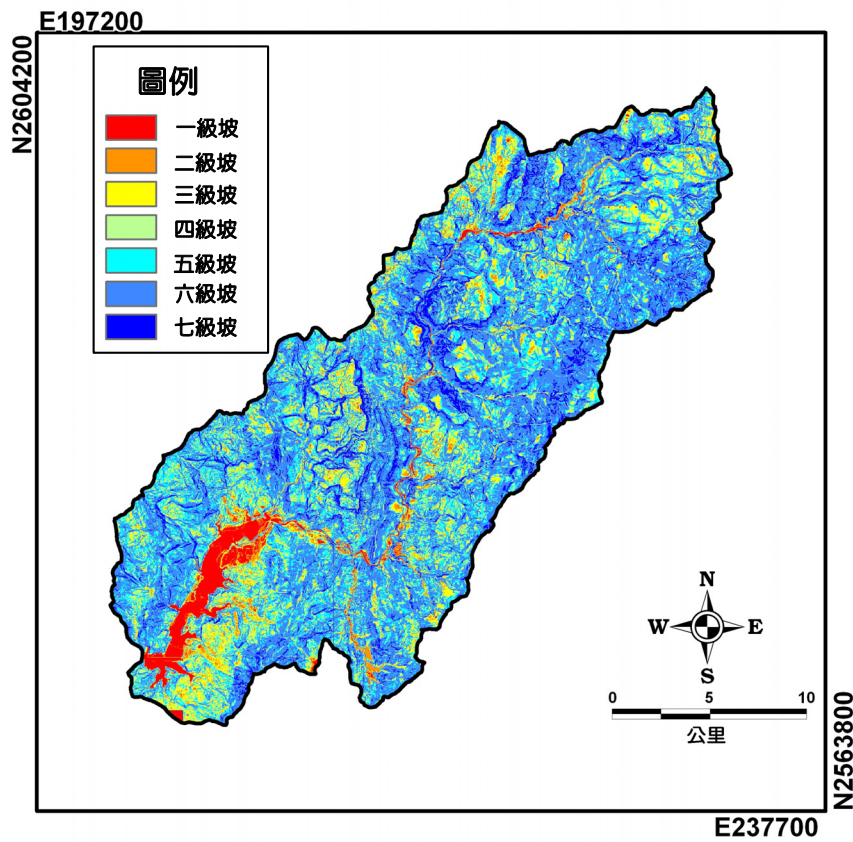


圖 3-2.3 曾文水庫集水區坡度分布圖

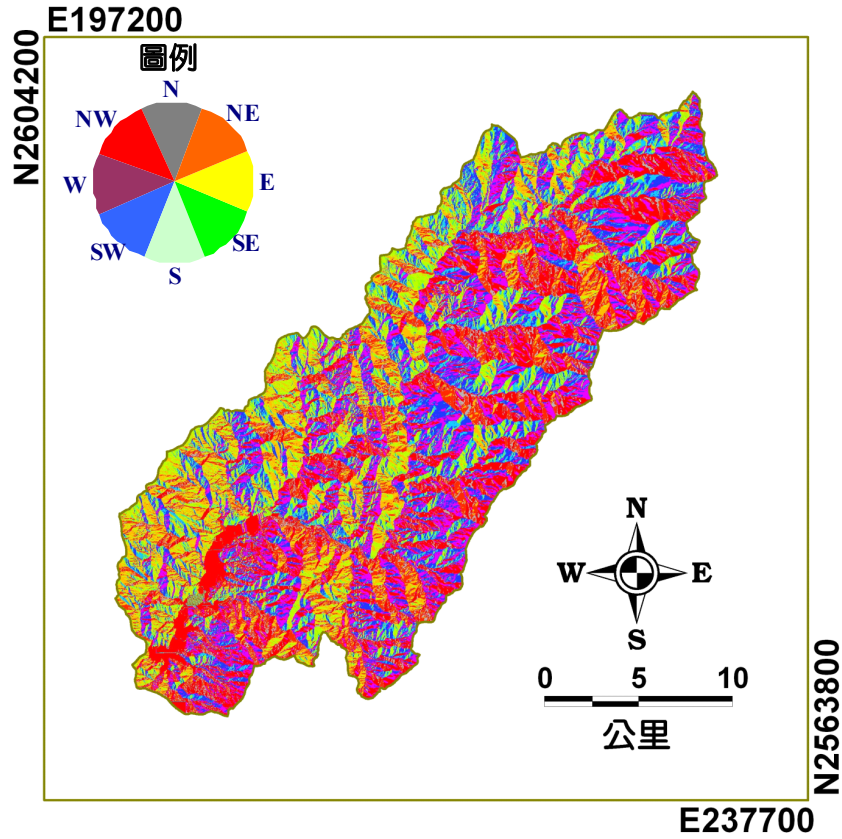


圖 3-2.4 曾文水庫集水區坡向分布圖

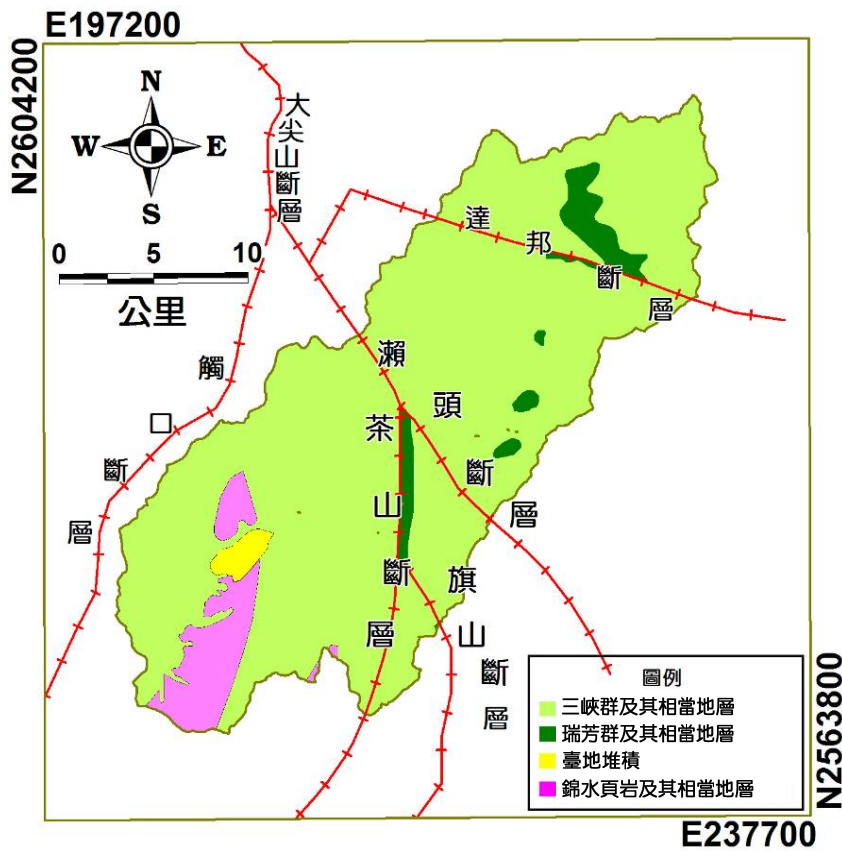


圖 3-2.5 曾文水庫集水區地質分布圖(摘自 水保局，2010^a)

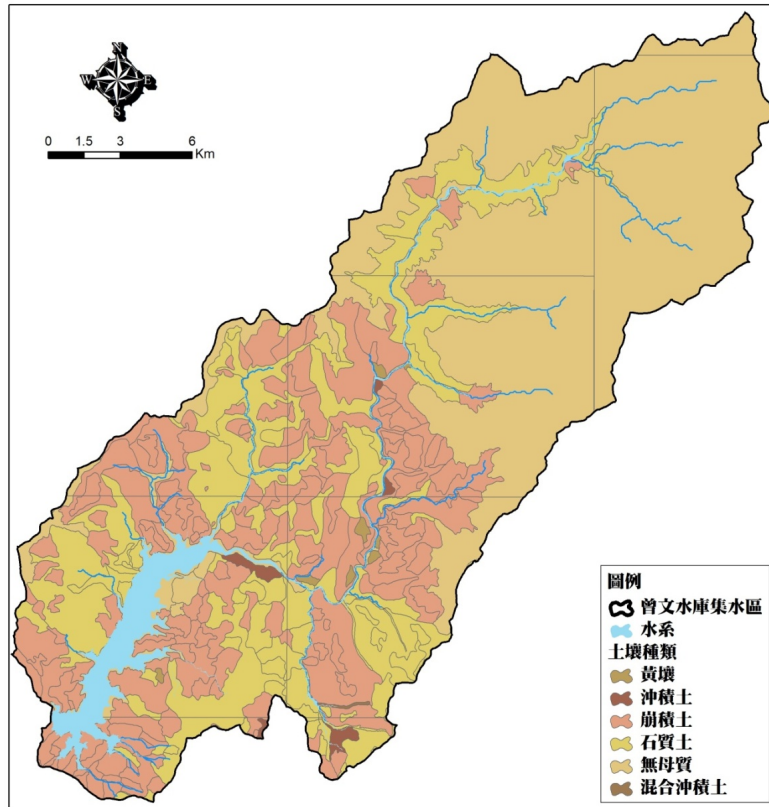


圖 3-2.6 曾文水庫集水區土壤分布圖 (摘自 水保局，2010^a)

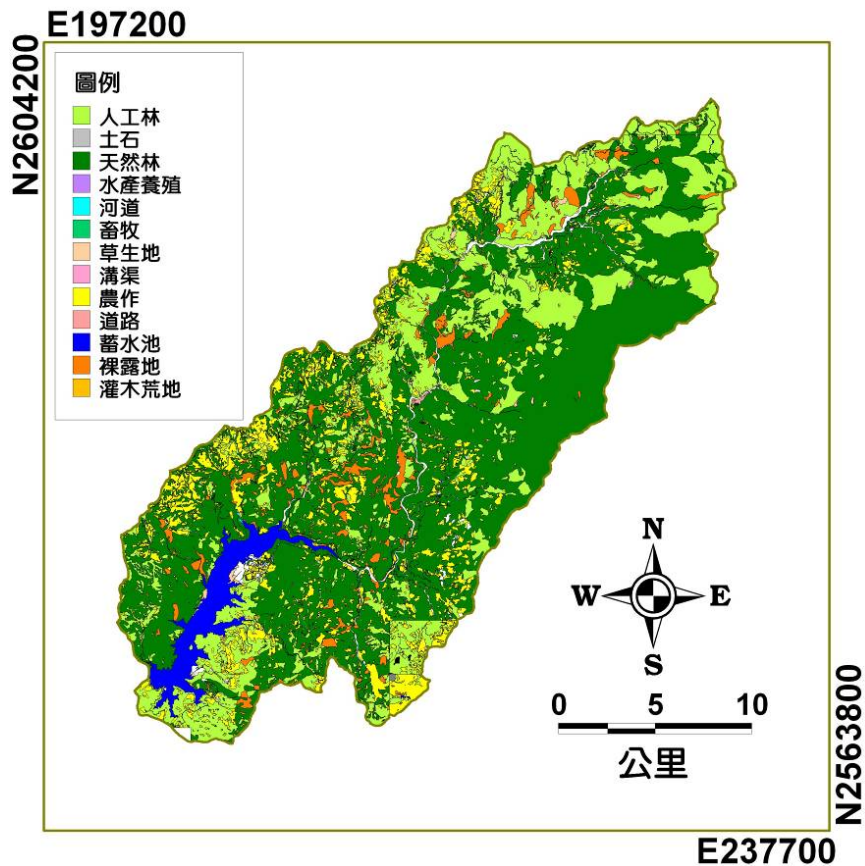


圖 3-2.7 曾文水庫集水區土地利用圖(資料來源：國土測繪中心(2007)「國土利用調查」)

表 3-2.1 曾文水庫集水區坡度分布百分比(整理自 水保局，2011^b)

坡度分級		一	二	三	四	五	六	七	總計
坡 度	百分比(%)	<5	5~15	15~30	30~40	40~55	55~100	>100	
	度(°)	<2.86	2.86~8.53	8.53~16.7	16.7~21.8	21.8~28.81	28.81~45	>45	
所佔百分比(%)		5.2	3.0	7.4	7.9	15.8	44.4	16.2	100

註：坡度分級係參考「水保技術規範」第 147 條第四項中坡度分級法。

表 3-2.2 曾文水庫集水區坡向分布百分比 (整理自 水保局，2011^b)

坡向分類	北	東北	東	東南	南	西南	西	西北	其他	總計
所佔百分比(%)	10.5	9.4	10.5	11.6	12.3	14.9	15.8	14.2	0.7	100

表 3-2.3 曾文水庫集水區地層岩性對照表

年代	地層	岩性
中新世晚期	三峽群及其相當地層	砂岩，頁岩
中新世中期	瑞芳群及其相當地層	砂岩，頁岩
上新世	錦水頁岩及其相當地層	頁岩，砂質頁岩，泥岩
更新世	臺地堆積	未固結之砂、粉砂、泥、礫石

表 3-2.4 曾文水庫集水區土壤組成百分比(摘自 水保局，2010^a)

土壤類型	面積 (公頃)	面積百分比
石質土	11,907.2	24.76%
沖積土	246.4	0.51%
崩積土	14,743.0	30.65%
黃壤	158.2	0.33%
無母質	21,045.2	43.75%
合計	48,100.0	100.00%

表 3-2.5 土地利用現況分析表(國土測繪中心，2007「國土利用調查」)

土地利用種類	百分比(%)
人工林	29.52%
灌木荒地	0.01%
裸露地	4.03%
蓄水池	2.40%
道路	0.60%
農作	13.06%
草生地	0.91%
河道	0.05%
其他森林使用土地	0.02%
其他建築用地	0.09%
天然林	49.25%

註：表中未條列土地利用百分比不及 0.01%者。



3-3 集水區人文資料

根據統計資料顯示，曾文水庫集水區內土地利用型態多以農業為主，居民絕大部分以農為生，從事工商活動者少；主要農業作物有茶葉、高山蔬菜、木瓜、柑橘及竹筍等。因多數居民個人所得僅依賴農業收入維生，且收入多偏低，故年輕人口大多流往都市區從事工商業發展，留鄉務農人口漸減，集水區內各鄉鎮村里人口組成及分布密度統計表，整理如表 3-3.1 所示，表中顯示下游區位為人口密度高，而大埔村居住人口最多，其次為公田村。以上資料能輔以評估防汛期間所引致土砂災害對於保全對象及住戶，以及鄰近河道造成環境影響衝擊。

表 3-3.1 各鄉鎮村里人口統計表 (整理自 水保局 2011^b)

縣市	鄉鎮	村里	面積百分比 (%)	戶數	總人口數	人口密度 (人/平方公里)	
嘉義縣	阿里山鄉	中山村	35.5	58	159	6.4	
		十字村	10.0	12	37	34.2	
		中正村	10.3	10	23	56.1	
		達邦村	66.0	242	739	10.3	
		樂野村	99.8	355	1,071	47.4	
		里佳村	71.7	76	237	6.1	
		山美村	100.0	214	717	15.4	
		新美村	75.8	99	305	10.9	
	茶山村	97.0	151	428	16.2		
	小計(1)			-	1,217	3,716	-
	番路鄉	公田村	21.6	109	254	48.2	
		公興村	3.9	12	24	45.4	
		草山村	91.2	138	420	14.8	
	小計(2)			-	258	697	-
	大埔鄉	大埔村	100.0	711	1,623	466.9	
		永樂村	97.2	183	508	15.6	
		西興村	95.9	284	598	11.9	
和平村		100.0	320	787	17.0		
茄荖村		73.1	314	766	27.2		
小計(3)			-	1,811	4,283	-	
嘉義縣合計			-	3,286	8,696	-	
高雄市	那瑪夏區	瑪雅里	31.3	73	265	79.1	
		達卡努瓦里	13.4	57	232	18.5	
		南沙魯里	7.8	17	60	5.3	
	小計(4)			-	147	557	-
全區總計(5)=(1)+(2)+(3)+(4)			-	3,433	9,253	-	

資料來源：各鄉鎮戶政事務所，更新至 100 年 6 月底。

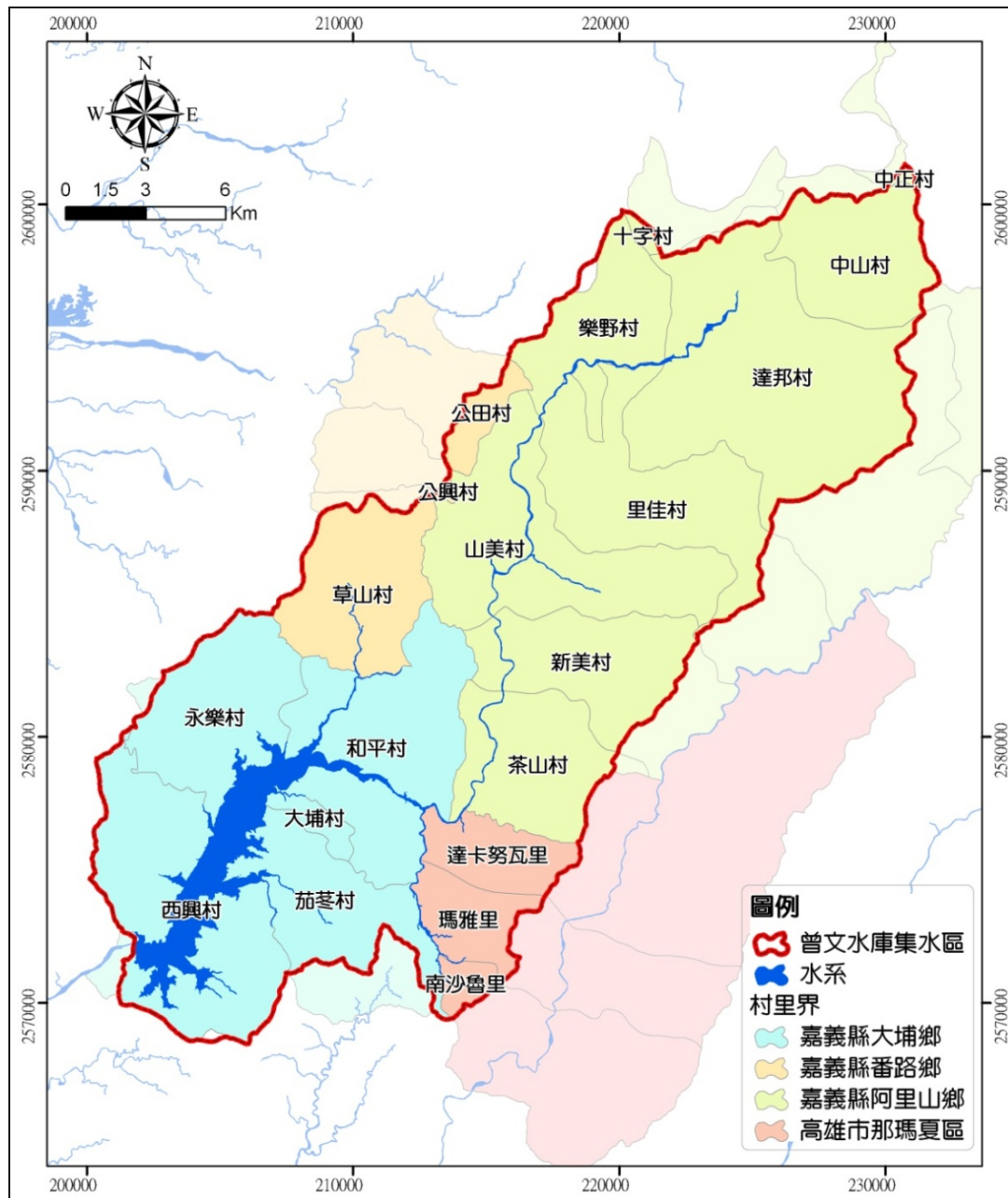
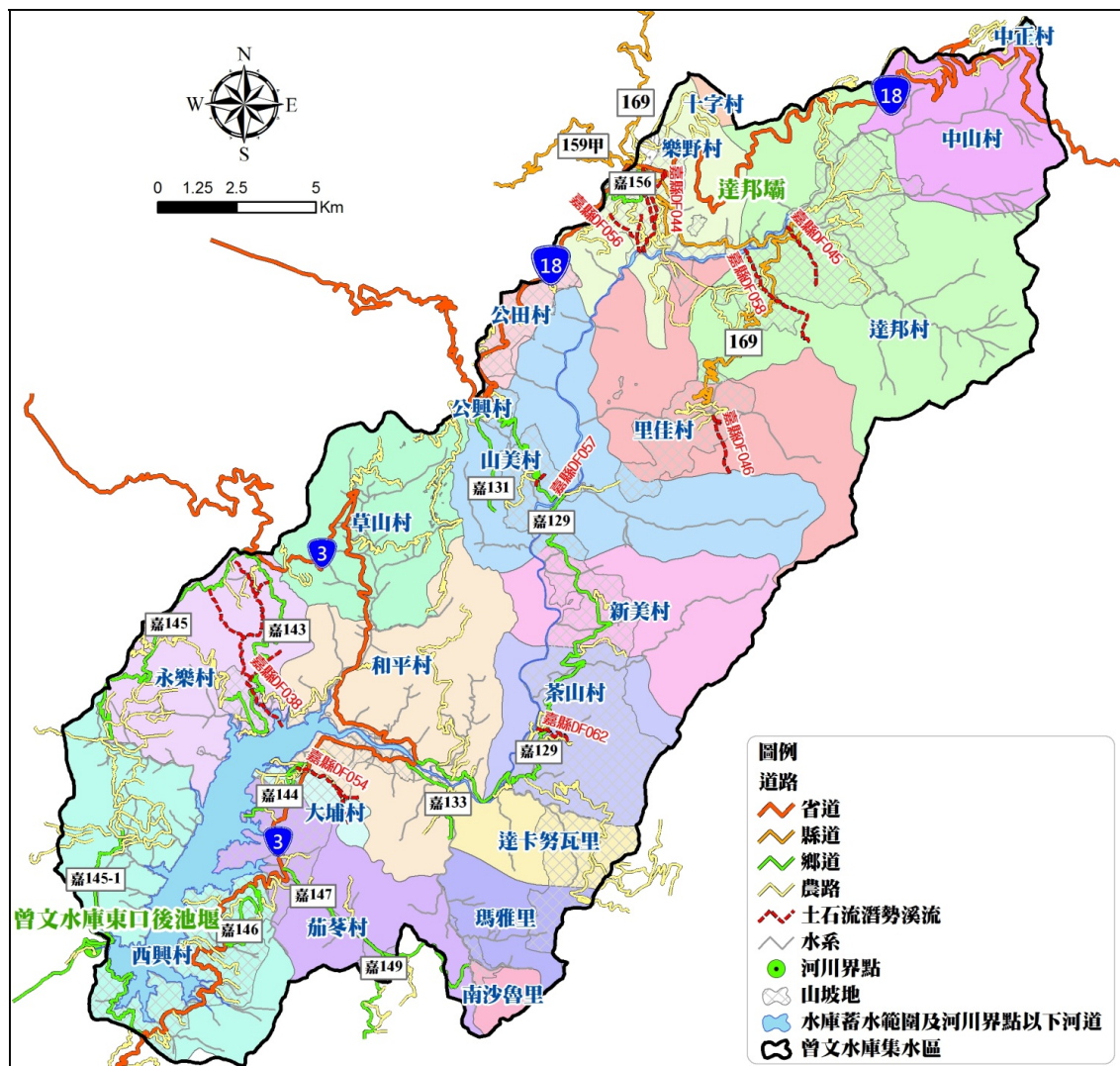


圖 3-3.1 曾文水庫集水區行政區域分布圖(摘自水保局，2011^b)

3-4 集水區交通資料

曾文水庫集水區主要聯絡道路以省道台 18 線、台 3 線及縣道 169 號為主，另有超過 50 條以上農路分布其中，如圖 3-4.1 所示。台 3 線於南側由玉井區進入集水區，經大埔市區後通往竹崎；台 18 線則位於集水區中北側，在集水區內路段全長約 39.2km，自龍美起至阿里山加油站止，經中埔鄉、阿里山鄉後進入信義鄉。此外，台 18 線亦通稱阿里山公路。





3-5 歷史土砂災害時空文獻資料

曾文水庫自民國 62 年完工以來，經歷多次極端降雨事件考驗，致使集水區內發生大規模崩塌，間接增高水庫庫容內淤積量，以及影響民生供水系統。以下針對水庫淤積趨勢及土石流潛勢溪流等相關災害事件蒐集資料說明。

一、水庫淤積趨勢

經濟部水利署南區水資源局每年皆針對曾文水庫辦理水庫淤積量量測，瞭解曾文水庫有效庫容與淤積量之變化情形。統整民國 62 年至 99 年期間，水庫庫容歷年淤積量與颱風事件變化趨勢，如圖 3-5.1。由圖可知，自水庫竣工以來，歷年水庫淤積量有逐漸升高趨勢。截至民國 97 年為止，水庫有效容量為 57,166 萬立方公尺，為原興建當年有效容量之 89.81%，年平均淤積量為 476 萬立方公尺，仍低於預期年計畫淤積量 561 萬立方公尺；然莫拉克颱風為曾文水庫帶進約 9,108 萬立方公尺之淤積量，佔水庫容量的 12% 之多。故自竣工統計至民國 98 年底為止，水庫剩餘容量為 49,059 萬立方公尺，總淤積量為 25,781 萬立方公尺，僅存之容量佔竣工時庫容的 66%，98 年莫拉克後歷年平均淤積量增為 706 萬立方公尺，已遠大於曾文水庫之年計畫淤積量之 126%，嚴重威脅水庫壽命，其對南部地區供水影響甚鉅。

根據水利署(2009^b)「98 年度曾文水庫淤積測量工作」成果報告，可知 94 年至 98 年間，曾文水庫庫容總蓄水量減少 11,193 萬立方公尺，而平均淤積高度為 6.32 公尺，可知 98 年度與 94 年之淤積測量全區大多呈淤積情形，且淤積情況頗為嚴重。該計畫並利用地形變化色階圖，概略判讀水庫的淤積及沖刷的趨勢變化、區域分佈、淤積沖刷情形，判讀結果詳曾文水庫庫底地形侵淤變化色階圖(圖 3-5.2)可得知有多處淤積嚴重，集中在下游庫區及上游處，淤積高度達 17 公尺以上區域不在少數，推估與民國 98 年 8 月襲台之強颱莫拉克所挾帶之龐大降雨，導致上游挾帶大量土石泥砂至下游，使得水庫淤積量暴增。

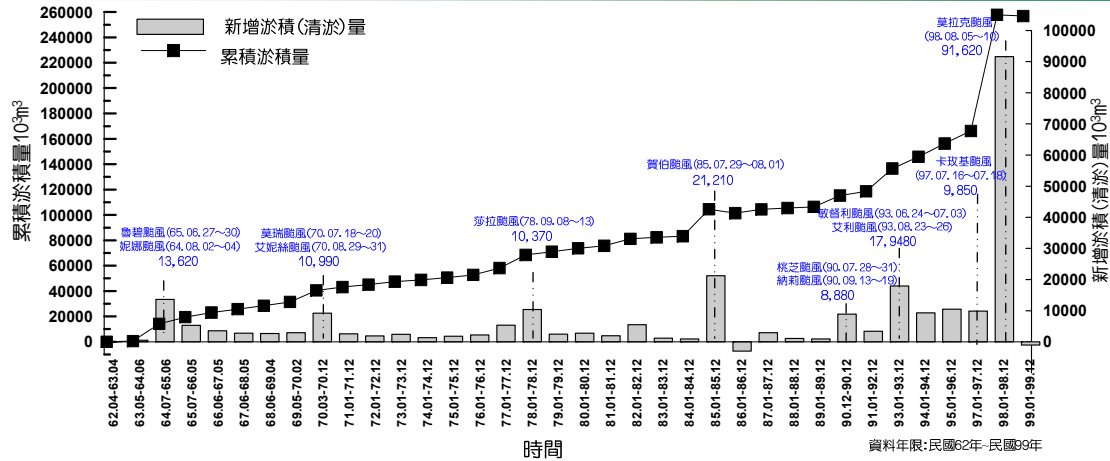


圖 3-5.1 曾文水庫庫容歷年淤積量與颱風事件變化趨勢圖

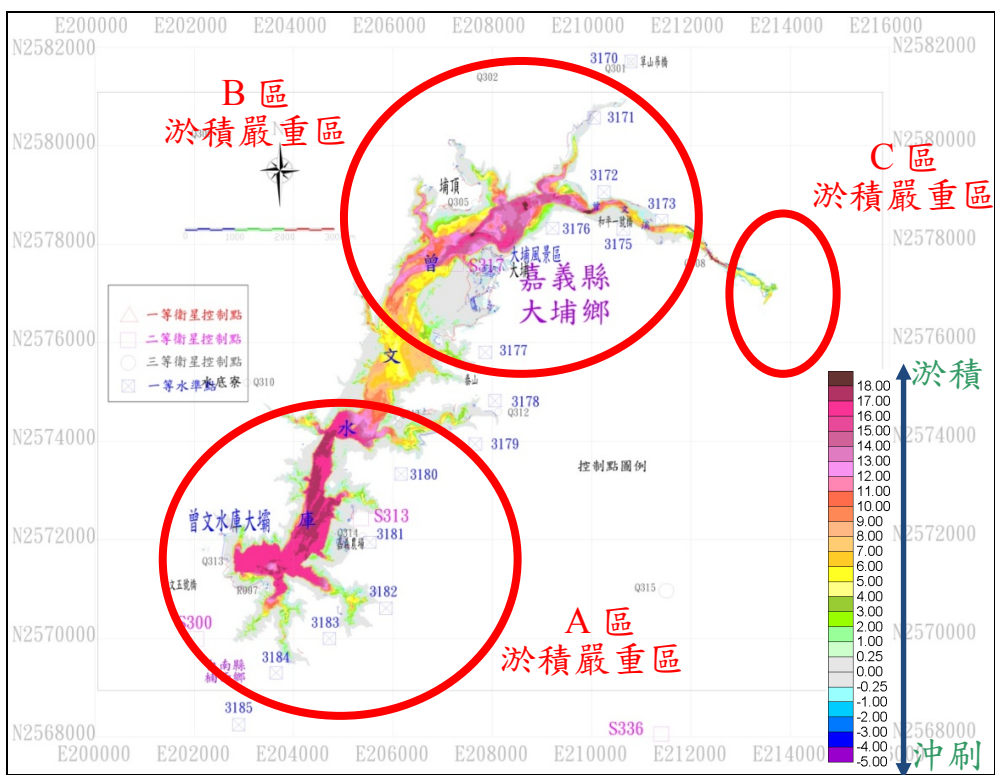


圖 3-5.2 曾文水庫 94 年 10 至 98 年 10 地形侵淤變化圖(摘自 水保局, 2011^b)

二、土石流潛勢溪流與相關土砂災害

本計畫藉由蒐集 100 年 5 月公告之年 1578 條(第五次頒布)土石流潛勢溪流圖層可知，於曾文水庫範圍內總計 9 條土石流潛勢溪流，其分布位置集中於嘉義縣阿里山鄉，分布位置與基本資料詳見圖 2-3.5 及表 3-5.1 所示。由表 3-5.1 可知，屬於高潛勢等級之土石流潛勢溪流計有 5 條、中潛勢等級 3 條，低潛勢等級 1 條，潛勢等級大部份屬為中、高潛勢等級。



同時，為瞭解曾文水庫集水區歷年災情及近期颱風事件所引致土砂災害資訊，以利評估集水區地形貌歷程變化，本計畫蒐集相關歷年文獻資料並整理重大土砂災害案例共 49 件(如表 3-5.2)，空間分布概況如圖 3-5.3。依重大災害事件時間發生順序計有賀伯颱風 2 件、桃芝颱風 5 件、敏督利颱風 19 件、海棠颱風 1 件、69 豪雨 1 件、莫拉克 17 件，以及 0719 豪雨 4 件。綜整上述災害類型，大多以道路崩塌為主，計有 28 件，其次屬土石流，計有 9 件，其他大多以一般崩塌，計有 7 件，護岸淘刷計有 3 件，邊坡落石與水庫淤積，各為 1 件，其災情多集中於上游之樂野及達邦治理分區。

綜以上述，本計畫蒐集歷年災害文獻資料並建置完整土砂災害目錄，除探討颱風事件影響集水區之土砂產量及致災影響範圍，更利於評估未來再次發生土砂災害之地形貌變化與土砂產出增減趨勢。

表 3-5.1 曾文水庫集水區內土石流潛勢溪流概況表

項次	土石流潛勢溪流編號	鄉鎮	村里	潛勢等級	鄰近道路
1	嘉縣 DF054	大埔鄉	大埔村	高	縣道 143 線
2	嘉縣 DF038	大埔鄉	永樂村	中	樂野產業道路
3	嘉縣 DF057	阿里山鄉	山美村	高	縣道 169 線
4	嘉縣 DF046	阿里山鄉	里佳村	中	縣道 169 線
5	嘉縣 DF058	阿里山鄉	達邦村	高	省道台 3 線
6	嘉縣 DF045	阿里山鄉	達邦村	中	樂野產業道路
7	嘉縣 DF044	阿里山鄉	樂野村	低	縣道 169 線
8	嘉縣 DF056	阿里山鄉	樂野村	高	鄉道嘉 129 線
9	嘉縣 DF062	阿里山鄉	茶山村	高	嘉 129 鄉道



表 3-5.2 歷年重大災害事件整理表

項次	致災事件	災害類型	災害發生時間	地點			災情描述	TWD 97 坐標		資料來源
				縣市	鄉鎮	村里		E	N	
1	賀伯颱風	邊坡落石	1996/8/1	嘉義縣	阿里山鄉	樂野村	邊坡落石	218695	2595357	報章雜誌
2	賀伯颱風	土石流	1996/8/1	嘉義縣	阿里山鄉	樂野村	對當地居民既有公共設施造成嚴重威脅，所幸未造成人員傷亡	219415	2596088	報章雜誌
3	桃芝颱風	土石流	2001/7/30	嘉義縣	阿里山鄉	樂野村	森林鐵路沿線 20 處護坡崩坍、南橫公路天池至寶來段等路基下陷、乾坑溪之第三號防砂壩及護岸流失	219700	2595900	水利署(2010 ^o)
4	桃芝颱風	土石流	2001/7/30	嘉義縣	阿里山鄉	樂野村	乾坑溪上之乾坑橋沖毀	219700	2595900	水利署(2010 ^o)
5	桃芝颱風	土石流	2001/7/30	嘉義縣	大埔鄉	大埔村	蛟龍溪上游蛟龍橋沖毀，溪流中亦有部分防砂工程損壞；石鼓盤溪上橋樑及防砂設施多數毀壞	209142	2577418	水利署(2010 ^o)
6	桃芝颱風	道路崩塌	2001/7/30	嘉義縣	阿里山鄉	茶山村	茶山橋引道駁坎，基礎淘空 10m*4m，原有方籠損壞 50m*4m	217600	2578600	報章雜誌
7	桃芝颱風	道路崩塌	2001/7/30	嘉義縣	阿里山鄉	樂野村	豪雨造成路基缺口計 100m	220636	2591811	報章雜誌
8	敏督利颱風	道路崩塌	2004/7/2	嘉義縣	阿里山鄉	達邦村	原有整治護岸沖失，為保護橋樑及農路安全應予加強整治	224992	2595700	報章雜誌
9	敏督利颱風	道路崩塌	2004/7/2	嘉義縣	阿里山鄉	樂野村	排水不良，淤泥交通中斷，影響資材運輸	217263	2594554	報章雜誌
10	敏督利颱風	道路崩塌	2004/7/2	嘉義縣	阿里山鄉	達邦村	擋土牆基礎裸露現場坡面陡峭隨時有倒塌之虞	224822	2594117	報章雜誌
11	敏督利颱風	道路崩塌	2004/7/2	嘉義縣	阿里山鄉	達邦村	既有擋土牆基礎裸露現場坡面陡峭，原有擋土牆隨時會有倒塌之虞	224842	2594117	報章雜誌
12	敏督利颱風	道路崩塌	2004/7/2	嘉義縣	阿里山鄉	達邦村	農路路基流失 120m，高度 5m 交通中斷產物無法運輸	224992	2595700	報章雜誌
13	敏督利颱風	道路崩塌	2004/7/2	嘉義縣	阿里山鄉	樂野村	庭院下陷約 80cm，影響下方農路農民出入安全，下方農路路基淘空路面下陷	217143	2594122	報章雜誌
14	敏督利颱風	道路崩塌	2004/7/2	嘉義縣	阿里山鄉	樂野村	排水不良，淤泥交通中斷，影響資材運輸	217263	2594554	報章雜誌
15	敏督利颱風	道路崩塌	2004/7/2	嘉義縣	阿里山鄉	樂野村	右側路基流失 120m 左側上邊坡崩塌 200m	219068	2594214	報章雜誌
16	敏督利颱風	道路崩塌	2004/7/2	嘉義縣	阿里山鄉	樂野村	排水淤泥阻塞交通中斷	217263	2594554	報章雜誌
17	敏督利颱風	道路崩塌	2004/7/3	嘉義縣	阿里山鄉	達邦村	路面沖失 800m 邊坡崩毀 150m	221811	2591967	報章雜誌
18	敏督利颱風	護岸淘刷	2004/7/4	嘉義縣	阿里山鄉	樂野村	本溪流因受竹腳農路施設函管排洪，未能全部宣洩造成河床土石大量淤積危害農路，資材運輸，應予整治。	218520	2594367	報章雜誌
19	敏督利颱風	護岸淘刷	2004/7/5	嘉義縣	阿里山鄉	樂野村	既有砌石護岸毀 30m，下游河床造成亂流，擬予整治 70m	219753	2595960	報章雜誌
20	敏督利颱風	護岸淘刷	2004/7/5	嘉義縣	阿里山鄉	樂野村	河床橫向沖蝕及淤積危及農路 路基崩塌路寬不足宜加強整治	220631	2596714	報章雜誌
21	敏督利颱風	土石流	2004/7/5	嘉義縣	阿里山鄉	樂野村	土石流沖入住宅 2 戶深度 80cm	219440	2596773	報章雜誌
22	敏督利颱風	土石流	2004/7/5	嘉義縣	阿里山鄉	樂野村	河床橫向沖蝕及淤積危及農路 路基崩塌路寬不足宜加強整治	220631	2596714	報章雜誌
23	敏督利颱風	道路崩塌	2004/7/6	嘉義縣	番路鄉	草山村	道路中斷	210595	2586858	報章雜誌
24	敏督利颱風	道路崩塌	2004/7/6	嘉義縣	番路鄉	草山村	道路中斷	210914	2584756	報章雜誌
25	敏督利颱風	道路崩塌	2004/7/6	嘉義縣	番路鄉	草山村	道路中斷	211529	2584936	報章雜誌



項次	致災事件	災害類型	災害發生時間	地點			災情描述	TWD 97 坐標		資料來源
				縣市	鄉鎮	村里		E	N	
26	敏督利颱風	道路崩塌	2004/7/6	嘉義縣	番路鄉	草山村	道路中斷	210487	2580785	報章雜誌
27	海棠颱風	土石流	2005/7/18	嘉義縣	阿里山鄉	達邦村	達邦橋處河道段確實淤積嚴重，該處河道通水斷面嚴重不足，淤積土石必需清除以保護該橋樑安全。達邦橋上游疏通約 200m、下游疏通約 250m。	222540	2594494	報章雜誌
28	0609 豪雨	一般崩塌	2006/6/9	嘉義縣	阿里山鄉	達邦村	崩塌面積 9.1ha 以上，含達邦 3 號橋及日野賀橋均被土石淹沒	223401	2594303	水利署(2010 ^c)
29	莫拉克颱風	一般崩塌	2009/8/8	嘉義縣	阿里山鄉	樂野村	3 處野溪發生大量崩塌，房屋損毀 5 棟，台 18 線道路損毀 500m	219700	2595900	水利署(2010 ^c)
30	莫拉克颱風	土石流	2009/8/8	嘉義縣	阿里山鄉	里佳村	烏奇哈溪山洪爆發，里佳村民宅遭受掩埋，169 線坍方	221272	2589377	水利署(2010 ^c)
31	莫拉克颱風	水庫淤積	2009/8/8	嘉義縣	阿里山鄉	樂野村	計有 9,160m ³ 泥砂量進入水庫	209703	2579394	水利署(2010 ^c)
32	莫拉克颱風	一般崩塌	2009/8/8	嘉義縣	阿里山鄉	樂野村	裸露面積約達 90ha；坡面目前仍堆積大量不穩定土砂，部份崩塌區岩盤出露，依出露岩盤初步判斷可知為順向坡造成此次崩塌之主因	218444	2594600	水保局(2010 ^d)
33	莫拉克颱風	道路崩塌	2009/8/8	嘉義縣	阿里山鄉	達邦村	裸露面積約 20ha，主要保全對象為達邦三號橋以及縣道縣道 169 號；本崩塌地發生於 69 豪雨，達邦三號橋因崩落之土石而損毀，坡面目前仍屬不穩定狀態，土砂仍會持續下移。	219684	2594477	水保局(2010 ^d)
34	莫拉克颱風	一般崩塌	2009/8/8	嘉義縣	阿里山鄉	達邦村	屬林班地範圍，崩塌面積約 8.5ha，主要保全對象為崩塌地方之達邦橋，目前坡面仍屬不穩定狀態，土砂仍會持續下移，崩塌地方即為主流-曾文溪	222575	2594832	水保局(2010 ^d)
35	莫拉克颱風	道路崩塌	2009/8/8	嘉義縣	阿里山鄉	達邦村	崩塌面積約 2.5ha，該崩塌亦造成農嘉里 032 農路基腳流失、道路中斷損毀，目前已搶通暫以臨時便道方式通行；主要致災原因為該崩塌位於溪流凹岸，因溪流持續沖刷基腳所	224038	2594877	水保局(2010 ^d)
36	莫拉克颱風	一般崩塌	2009/8/8	嘉義縣	阿里山鄉	達邦村	為莫拉克風災後新產生之崩塌裸露地；拉拉客斯部落旁之崩塌地有危害保全對象安全之虞，目前該部落已遷村，部落下方之崩塌地為溪流沖刷基腳所造成，為中坑溪泥砂來源。	225891	2596045	水保局(2010 ^d)
37	莫拉克颱風	土石流	2009/8/8	嘉義縣	阿里山鄉	達邦村	土石流潛勢溪流嘉縣 DF045(櫻花溪)旁，該處崩塌已造成縣道 169 號路基流失、道路中斷並損毀；裸露面積約 0.6ha；該處致災原因應為櫻花溪沖刷原道路基腳所導致。	223498	2594651	水保局(2010 ^d)
38	莫拉克颱風	道路崩塌	2009/8/8	嘉義縣	阿里山鄉	達邦村	崩塌面積約 5ha，因道路上、下邊坡崩塌導致道路中斷，目前已加以搶通，惟坡面仍堆積大量不穩定土砂；此崩塌亦為達德安溪源頭主要泥砂來源。	220379	2592194	水保局(2010 ^d)
39	莫拉克颱風	道路崩塌	2009/8/8	嘉義縣	阿里山鄉	達邦村	崩落之土砂恐阻塞橋樑通洪斷面並有危害下游居民之安全；另一處崩塌位於台 18 線道路下邊坡，恐造成台 18 線道路下邊坡基腳流失而損毀。	224818	2596972	水保局(2010 ^d)



項次	致災事件	災害類型	災害發生時間	地點			災情描述	TWD 97 坐標		資料來源
				縣市	鄉鎮	村里		E	N	
40	莫拉克颱風	道路崩塌	2009/8/8	嘉義縣	阿里山鄉	達邦村	主要影響為縣道 169 線以及達德安部落間聯絡道路通行，該處因道路上、下邊坡崩塌，造成道路基腳流失，目前道路基腳以砌石方式回填，暫以臨時便道方式通行，崩塌裸露面積約為 0.5ha。	222561	2592194	水保局(2010 ^d)
41	莫拉克颱風	道路崩塌	2009/8/8	嘉義縣	阿里山鄉	山美村	該處因莫拉克風災後邊坡土石崩落至道路而影響道路通行。崩塌裸露面積約為 4ha；周邊植生以竹林以及混合林為主，坡面目前仍有大量不穩定土砂堆積。	217068	2582595	水保局(2010 ^d)
42	莫拉克颱風	道路崩塌	2009/8/8	嘉義縣	阿里山鄉	樂野村	該處因莫拉克風災後邊坡土石崩落至道路而影響道路通行。崩塌裸露面積約為 3ha；周邊植生以竹林以及混合林為主，坡面目前仍有大量不穩定土砂堆積。	218519	2594308	水保局(2010 ^d)
43	莫拉克颱風	道路崩塌	2009/8/8	嘉義縣	阿里山鄉	里佳社區	該崩塌地位於部落西北側階地邊緣，屬小型圓弧形崩塌(面積約 0.25ha)，上邊坡崩落之土砂恐影響下方住宅及道路，目前居民已於坡面覆蓋帆布以防止逕流入滲造成崩塌擴大，危及下方居民安全。	220725	2589461	水保局(2010 ^d)
44	莫拉克颱風	一般崩塌	2009/8/8	嘉義縣	阿里山鄉	山美村	面積約 0.75ha，該崩塌地亦為土石流潛勢溪流之主要土砂來源，目前仍呈裸露狀態，崩塌地以下目前無整治工程，僅於終點處有防砂壩一座；該潛勢溪流下方於 88 風災時因邊坡崩落之土石順溪流而下，造成下方部分道路及房舍遭土砂淹埋而損毀。	215392	2586970	水保局(2010 ^d)
45	莫拉克颱風	道路崩塌	2009/8/8	嘉義縣	阿里山鄉	達邦村	本溪流主要災害為 0k+400m 處之崩塌造成 169 縣道路基崩塌流失及損毀。	224565	2594053	水保局(2010 ^a)
46	0719 豪雨	道路崩塌	2011/7/19	嘉義縣	阿里山鄉	達邦村	由於集水區上游降下大雨，造成溪水暴漲並夾帶大量土砂下移，沖毀特富野便橋，造成由達邦通往特富野之道路中斷。	224399	2594999	水保局(2011 ^b)
47	0719 豪雨	一般崩塌	2011/7/19	嘉義縣	阿里山鄉	達邦村	達邦 3 號橋崩塌地位於縣道 169 線 30K 處，受到此次豪雨影響，原本堆積在邊坡的材料於 7 月 19 日 7 時發生崩塌，造成道路中斷。經縣政府緊急搶修後，已於當日下午 17 時開放通行。	223400	2594300	水保局(2011 ^b)
48	0719 豪雨	道路崩塌	2011/7/19	嘉義縣	阿里山鄉	達邦村	上游右岸箱籠遭大水沖毀毀損，左岸縣道 169 線道路路基流失約 5 公尺。	223381	2594288	水保局(2011 ^b)
49	0719 豪雨	道路崩塌	2011/7/19	嘉義縣	阿里山鄉	山美村	新美便橋遭大水沖毀，左岸道路流失約 50 公尺。	217414	2580885	水保局(2011 ^b)

註1：水保局(2010^d)「曾文溪上游集水區莫拉克風災整體復建規劃」。

註2：水保局(2010^a)「曾文水庫(阿里山鄉以外)、南化及烏山頭水庫集水區保育治理分析與對策」。

註3：水利署(2010^c)「氣候變遷下台灣南部河川流域土砂處理對策研究-以高屏溪為例」。

註4：水保局(2011^b)「曾文水庫保育治理計畫執行成效評估」期中報告修正稿。

註5：報章雜誌：不同媒體來源包含報紙、電視臺或網路等。

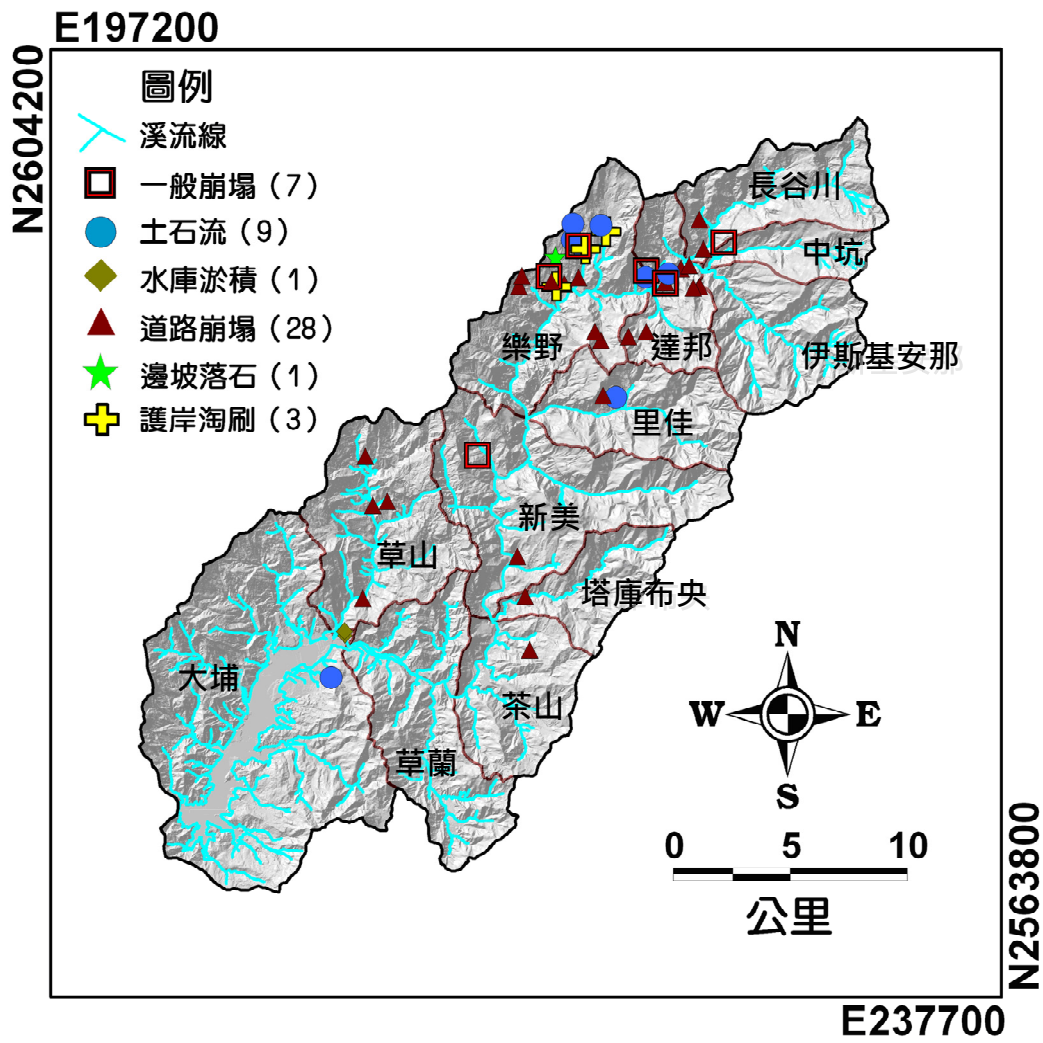


圖 3-5.3 曾文水庫集水區歷史土砂災害空間分布圖



3-6 本章小結

藉由曾文水庫集水區基本資料，除可瞭解歷年災害潛勢及分布資訊，另可作為後續監測點位規劃及選定、崩塌誘發關連因子探討、以及評估保育治理成效等；茲將蒐集與觀察重要現象條例如下：

1. 曾文水庫集水區內年平均降雨量高達 2,350mm，且近 10 年之年平均降雨量約為過去之 1.11 倍；此外，曾文水庫年平均降雨量更明顯大於台灣年平均降雨量；且平均降雨量大於世界平均降雨量值(約 973mm)，高達 3 倍之多。
2. 由 1 日、2 日暴雨頻率分析結果顯示，最大 1 日暴雨其降雨主要集中於集水區中游之里佳、新美、樂野、達邦等治理分區，以及下游大埔治理分區偏西北方；而最大 2 日暴雨主要集中於里佳、新美、樂野、達邦等治理分區。
3. 本計畫蒐集 49 件歷史災害案例中，大多以道路崩塌為主，計有 28 件；其次屬土石流，計有 9 件；其他大多以一般崩塌，計有 7 件；護岸淘刷，計有 3 件；邊坡落石與水庫淤積，各為 1 件。其災情多集中於上游樂野與達邦治理分區。
4. 為瞭解集水區內主支流懸移質運移情況及泥砂產量對主河道及水庫淤積量之影響，本計畫完成蒐集水保局(2011^b)於曾文水庫集水區內之流量與懸浮質輸砂量監測分析數據，以及主流及支流懸移質含砂濃度與流量之迴歸式，供以後續追蹤及評估河道土砂運移狀況。
5. 藉由集水區地文、人文、交通資料與 GIS 圖層，可作為集水區各項環境監測，點位規劃與分析套圖使用，可做為後續各項分析之基礎資料與數據，以及崩塌與人為治理之關聯性分析。