

肆、緩衝綠帶調查與成果展示

4-1 控制點選取

依第三章現況調查分析，控制點選取可參考保全對象、水土流失程度、河溪不穩定性等標的進行評估，評估後選取 16 點進行後續緩衝綠帶調查及土砂量分析。各標的評估的程度依現場勘查後依序分為嚴重、中等、普通，16 個重要控制點位分析請參照圖 4-1。

每一控制點設置 2 個穿越線(垂直行向)，穿越線往兩岸延伸至少需達 100 年頻率洪水水位以上 5M。每一穿越線帶寬(平行流向)約為 1-2M，以兩條穿越線間為樣區進行緩衝綠帶調查，各控制點穿越線圖請參照圖 4-2、圖 4-3。

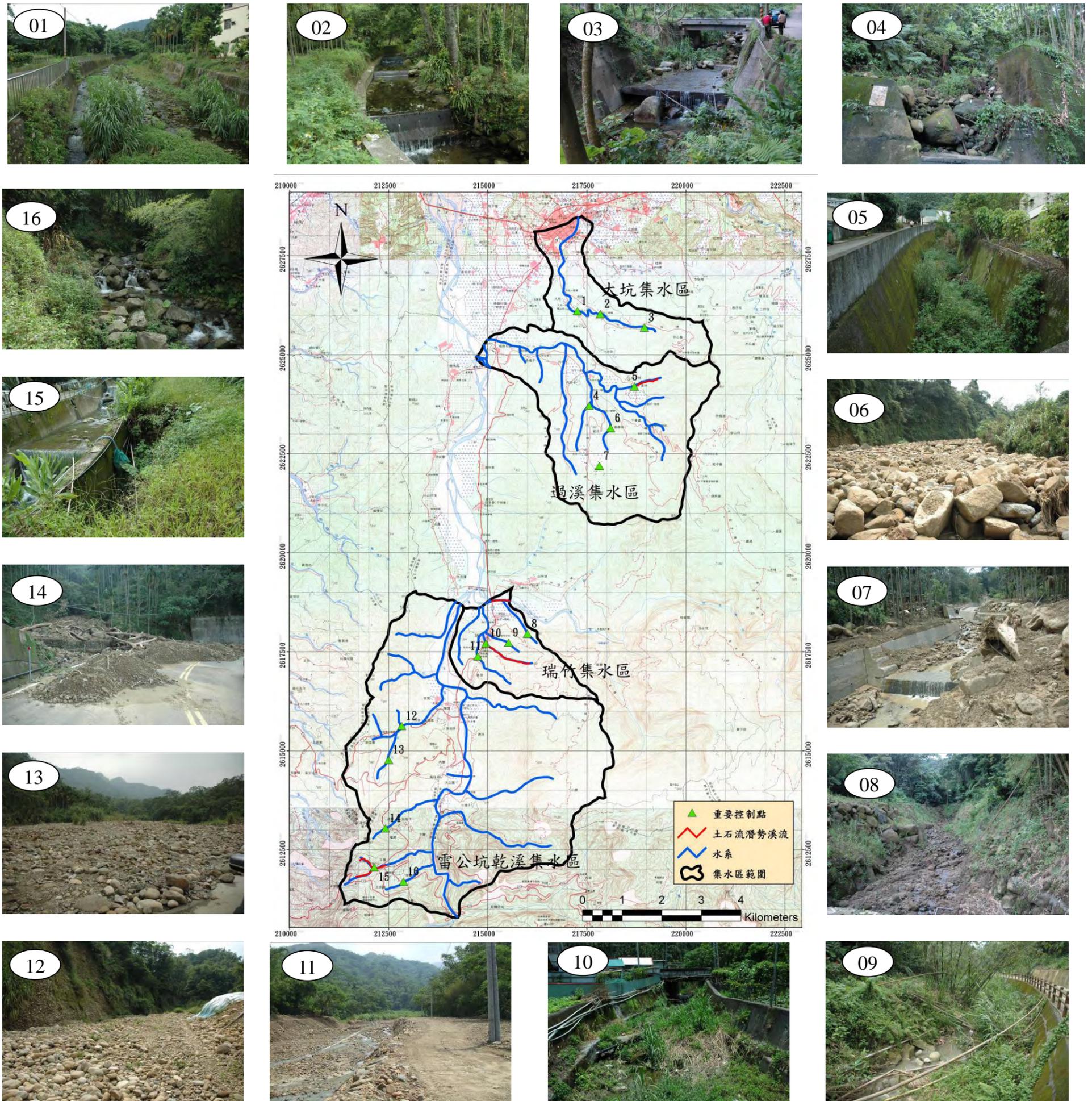


圖4-1 重要控制點分布圖

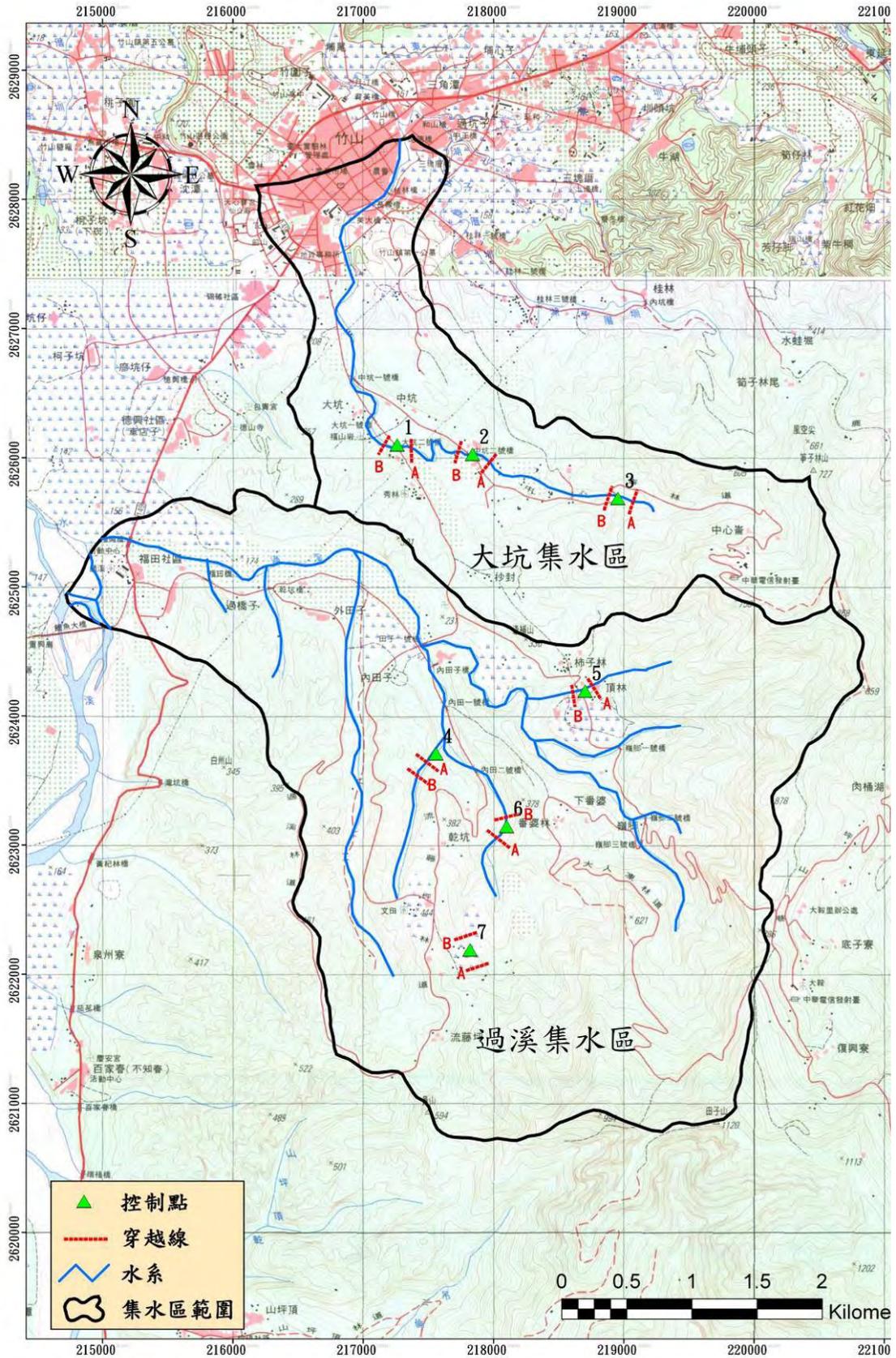


圖4-2 重要控制點穿越線圖-大坑、過溪集水區

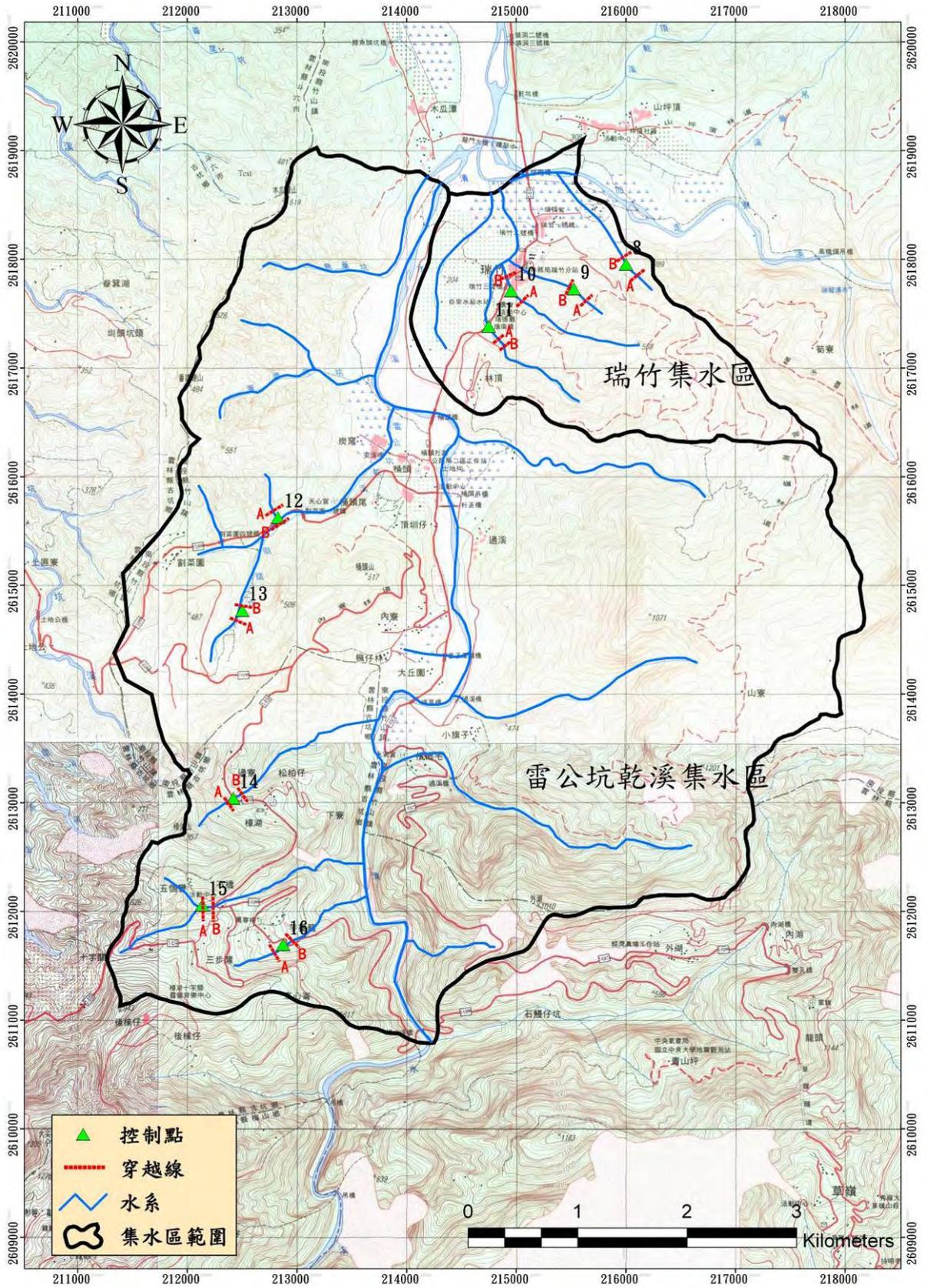


圖4-3 重要控制點穿越線圖-瑞竹、雷公坑乾溪集水區

表 4-1 重要控制點分析表(1/4)

編號	X	Y	重要跨河結構物	水土流失程度	河溪不穩定性	保全對象	既有工程	子集水區出口	野溪集水區出口	其他部落重要水源野溪	土石流潛勢溪流	現況照片
1	217262	2626098	大坑二號橋	普通	中等	1. 投 49 線 2. 秀林里 901 人	水景頭野溪整治工程			√	--	
2	217840	2626025	中坑二號橋	普通	中等	1. 中坑路 2. 秀林里 901 人	羌仔寮溪整治工程			√	--	
3	218956	2625684	坪頂橋	嚴重	中等	1. 中坑路 2. 中心崙林道 3. 秀林里 901 人	大坑野溪整治工程			√	--	
4	217560	2623707	壩	嚴重	普通	1. 田東路 2. 流藤坪林道 3. 田子里 736 人	外田竹寮坑野溪復建工程	√	√		--	
5	218704	2624192	光輝橋	普通	中等	1. 投 49 線 2. 田子里 736 人	豬灶坑緊急搶修工程	√	√	√	投縣 DF131 土石流潛勢溪流(高度)	

表 4-1 重要控制點分析表(2/4)

編號	X	Y	重要跨河結構物	水土流失程度	河溪不穩定性	保全對象	既有工程	子集水區出口	野溪集水區出口	其他部落重要水源野溪	土石流潛勢溪流	現況照片
6	219186	2623219	內田二號橋	嚴重	中等	1. 投 51 線 2. 田子里 736 人	田子溪整治工程			√	--	
7	217848	2622149	箱涵	嚴重	嚴重	3. 投 51 線 1. 田子里 736 人	暗坑野溪整治工程			√	--	
8	216003	2617952	無名橋	嚴重	中等	1. 茅埔坑農路 2. 縣 149 線 3. 瑞竹里 800 人 4. 瑞竹國中	凍仔林坑崩塌地源頭處理工程			√	--	
9	215527	2617726	--	中等	普通	1. 縣 149 線 2. 警察局 3. 瑞竹里 800 人	否			√	--	
10	214954	2617710	瑞竹三號橋	普通	普通	1. 縣 149 線 2. 瑞竹活動中心 3. 瑞竹里 800 人	後溝坑野溪復建工程	√	√	√		

表 4-1 重要控制點分析表(3/4)

編號	X	Y	重要跨河結構物	水土流失程度	河溪不穩定性	保全對象	既有工程	子集水區出口	野溪集水區出口	其他部落重要水源野溪	土石流潛勢溪流	現況照片
11	214750	2617382	瑞南橋	嚴重	嚴重	1. 縣 149 線 2. 瑞竹里 800 人 3. 瑞德巖	芊蓁崙坑溪整治工程		√	√	--	
12	212828	2615623	箱涵	嚴重	普通	1. 倒踏坑農路 2. 158 甲線 3. 桶頭里 1173 人	否	√	√		--	
13	212502	2614767	過水路面	嚴重	普通	4. 倒踏坑農路 5. 158 甲線 6. 桶頭里 1173 人	否				--	
14	212420	2613039	箱涵	嚴重	嚴重	1. 149 線 2. 樟湖村 627 人	否				--	
15	212137	2612055	箱涵	中等	中等	1. 149 甲線 2. 石橋社區 3. 樟湖村 627 人	石橋整治加強工程	√	√	√	雲縣 DF004 土石流潛勢溪流 (中度)	

表 4-1 重要控制點分析表(4/4)

編號	X	Y	重要跨河結構物	水土流失程度	河溪不穩定性	保全對象	既有工程	子集水區出口	野溪集水區出口	其他部落重要水源野溪	土石流潛勢溪流	現況照片
16	212875	2611693	箱涵	普通	中等	1. 149 甲線 2. 芋藁籠地區 3. 樟湖村 627 人	否			√	--	

4-2 調查項目

本計畫為求瞭解緩衝綠帶特性與工程設施之關連，藉由調查溪流兩旁緩衝綠帶之植生群落分布狀況，選定 16 處重要控制點，其中 16 處控制點應有 1/3 以上為未施設工程結構物之天然河道，依據上述調查結果可推估本區相似植生群落經人為工程設施後之演變及物種競爭情形，作為工程設計時參考之依據。重要控制點水位高程請參照表 4-2。計畫採用穿越線法進行調查，穿越線位置請詳圖 4-2、4-3。

本計畫各控制點之植生緩衝綠帶調查項目包含溪流斷面型式、水面寬度、植物物種、生活型、出現位置及數量等。其定性及定量之調查項目分述如下：

1. 定性調查項目

- a. 個體之群集程度：可分為單獨生長、成群生長、成片生長、成小群生長、成大群生長等。
- b. 植生層次：可分為蘚苔層、草本植物層、灌木植物層、喬木植物層。
- c. 生活型：可分為喬木類、灌木類、藤本類、地表植物及地中植物等。
- d. 自然度分布圖：自然度圖的製作可依土地利用現況及植物社會組成分布，區分為五級：

自然度 5—天然林地區：包括未經破壞之樹林，以及曾受破壞，然已演替成天然狀態之森林；即植物景觀、植物社會之組成，結構均頗穩定，如不受干擾其組成及結構在未來改變不大。

自然度 4—原始草生地：在當地大氣條件下，應可發育為森林，但受立地因子如土壤、水分、養分及重複干擾等因子之限制，使其演替終止於草生地階段，長期維持

草生地之形相。

自然度 3—造林地：包含伐木跡地之造林地、草生地及火災跡地之造林地，以及竹林地。其植被雖為人工種植，但其收穫期長，恆定性較高，不似農耕地經常翻耕、改變作物種類。

自然度 2—農耕地：植被為人工種植之農作物，包括果樹、稻田、雜糧、特用作物等，以及暫時廢耕之草生地等，其地被可能隨時更換。

自然度 1—裸露地：由於天然因素造成之無植被區，如河川水域、礁岩、天然崩塌所造成之裸地等。

自然度 0—由於人類活動所造成之無植被區，如都市、房舍、道路、機場等。

2. 重要值指標選定

分析各植種之優勢組成，優勢度以重要值(IVI)表示。重要值以某種在各別樣區或所有樣區之總密度、底面積、材積、覆蓋度、或組合值表示之。重要值顯示該種植物於當地植群中所佔有的角色，其值越大則重要程度愈高，通常以優勢度最大的種類或特徵種類，來決定該地區之植群類型。其重要值指標計算公式如下：

- (1) 重要值指標 $IVI = \text{相對密度} + \text{相對優勢度} + \text{相對頻度}$
- (2) 相對密度 $= (\text{某種植物之株數} / \text{所有植物之株數}) \times 100\%$
- (3) 相對優勢度 $= (\text{某種植物覆蓋面積} / \text{所有植物覆蓋面積}) \times 100\%$
- (4) 相對頻度 $= (\text{某種植物之頻度} / \text{所有植物之頻度}) \times 100\%$

表 4-2 重要控制點水位高程

編號	區位	名稱	座標(TWD97)		淨空 寬度 (m)	淨空 高度 (m)	通水 斷面積 (m ²)	溪床坡度 (%)	Q1.1 (cms)	Q2 (cms)	Q5 (cms)	Q10 (cms)	Q25 (cms)	Q50 (cms)	Q100 (cms)	出水高 (m)	Q 1.1 水 位高程 (m)	Q 2 水位 高程 (m)	Q 5 水位 高程 (m)	Q 10 水 位高程 (m)	Q 25 水 位高程 (m)	Q 50 水 位高程 (m)	Q100 水 位高程 (m)
			x	y																			
1	大坑 1	大坑二號橋	218956	2625684	12.0	3.0	36.23	5.83%	66.07	75.34	89.54	100.37	114.58	125.34	136.09	0.6	1.250	1.310	1.396	1.459	1.54	1.60	1.65
2	大坑 2	中坑二號橋	217840	2626025	8.0	3.0	26.70	1.67%	39.73	45.30	53.84	60.30	68.84	75.30	81.76	0.6	1.522	1.606	1.729	1.817	1.93	2.01	2.09
3	大坑 3	坪頂橋	217262	2626098	9.3	3.5	38.70	2.50%	23.82	27.17	32.29	36.07	41.18	45.04	48.91	0.6	1.118	1.165	1.234	1.283	1.35	1.39	1.44
4	過溪 1	壩	219186	2623219	2.0	2.5	27.48	6.25%	7.48	8.53	10.13	11.23	12.83	14.03	15.23	0.6	1.091	1.136	1.201	1.244	1.30	1.35	1.39
5	過溪 2	光輝橋	218704	2624192	5.1	2.8	16.63	3.75%	2.50	2.86	3.39	3.78	4.31	4.72	5.12	0.6	0.750	0.764	0.784	0.798	0.82	0.83	0.84
6	過溪 3	內田二號橋	217560	2623707	12.0	3.6	6.88	10.00%	43.83	49.98	59.41	66.43	75.84	82.96	90.08	0.6	1.013	1.051	1.106	1.145	1.20	1.23	1.27
7	瑞竹 1	箱涵	216003	2617952	2.5	2.8	16.77	6.67%	6.88	7.84	9.32	10.36	11.83	12.94	14.05	0.6	0.992	1.027	1.079	1.114	1.16	1.20	1.23
8	瑞竹 2	無名橋	215527	2617726	10.0	1.6	19.00	1.25%	1.98	2.26	2.68	2.97	3.39	3.71	4.03	0.6	0.718	0.729	0.745	0.755	0.77	0.78	0.79
9	瑞竹 3	--	214954	2617710	8.9	2.0	6.80	7.50%	1.63	1.86	2.20	2.41	2.75	3.01	3.27	0.6	0.662	0.667	0.675	0.680	0.69	0.69	0.70
10	瑞竹 4	瑞竹三號橋	214750	2617382	6.5	1.0	112.80	3.33%	3.91	4.45	5.29	5.99	6.84	7.48	8.12	0.6	0.779	0.795	0.819	0.838	0.86	0.88	0.89
11	雷公 1	瑞南橋	213435	2615732	17.0	6.0	332.33	0.83%	42.16	48.06	57.10	63.98	73.03	79.87	86.72	0.6	1.331	1.397	1.495	1.565	1.65	1.72	1.78
12	雷公 2	箱涵	212502	2614767	4.0	3.0	116.00	2.50%	3.76	4.28	5.09	5.64	6.44	7.05	7.65	0.6	0.865	0.889	0.925	0.948	0.98	1.00	1.03
13	雷公 3	過水路面	214603	2613822	46.4	2.5	981.20	9.17%	19.35	22.06	26.21	29.42	33.58	36.72	39.87	0.6	0.700	0.709	0.722	0.732	0.74	0.75	0.76
14	雷公 4	箱涵	212420	2613039	2.0	2.0	4.00	18.75%	1.81	2.06	2.45	2.63	3.00	3.29	3.57	0.6	0.732	0.744	0.762	0.769	0.79	0.80	0.81
15	雷公 5	箱涵	212137	2612055	4.0	3.0	12.00	6.25%	14.94	17.04	20.24	22.62	25.82	28.24	30.66	0.6	1.090	1.135	1.201	1.247	1.31	1.35	1.39
16	雷公 6	箱涵	212875	2611693	2.5	2.5	6.25	3.75%	9.41	10.73	12.75	14.30	16.33	17.86	19.39	0.6	1.185	1.238	1.316	1.373	1.44	1.50	1.55

控制點 1

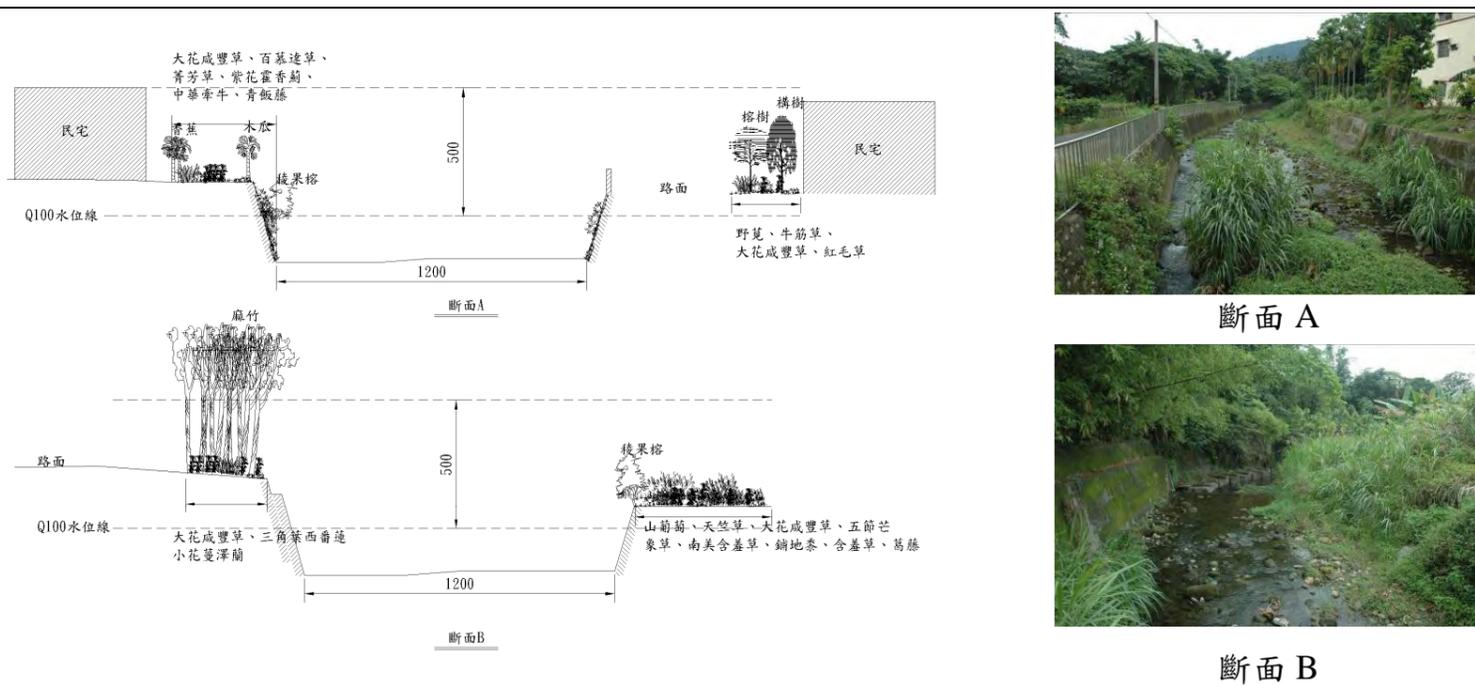


圖4-4 斷面形式及相對位置圖-控制點1



斷面 A



斷面 B

表 4-4 各斷面植物生活型態表-控制點 1

A	生活型	B	生活型
檳榔	常綠性喬木	葛藤	多年生草質藤本
大花咸豐草	多年生草本	五節芒	多年生草本
紫花霍香薊	陸生的草本	姑婆芋	多年生草本
清飯藤	陽性多年生草本	野薑花	多年生草本植物
腎蕨	多年生草本	蟲屎	落葉喬木
麻竹	常綠喬木	檳榔	常綠性喬木
五節芒	多年生草本	麻竹	常綠喬木
鳳尾蕨	多年生草本	血桐	常綠小或中喬木
姑婆芋	多年生草本	小花蔓澤蘭	多年生藤本
酢醬草	多年生草本	升馬唐	一年生草本
九節木	常綠灌木	大花咸豐草	多年生草本
綠竹	常綠喬木	金腰箭	一年生草本
野薑花	多年生草本植物	紫花霍香薊	陸生的草本
小花蔓澤蘭	多年生藤本		
水竹葉	多年生草本		
山水柳	常綠灌木		
血桐	常綠小或中喬木		
木賊	多年生草本		
大飛揚草	一年生蔓性草本		

表 4-3 植物種類歸隸特性統計表-控制點 1

	歸隸特性	蕨類植物	裸子植物	雙子葉植物	單子葉植物	總計
類別	科數	0	0	10	3	13
	屬數	0	0	14	7	21
	種數	0	0	16	9	25
生長習性	草本	0	0	9	8	17
	喬木	0	0	3	1	4
	灌木	0	0	0	0	0
	藤本	0	0	4	0	4
屬性	原生	0	0	14	8	22
	特有	0	0	0	0	0
	歸化	0	0	0	0	0
	栽培	0	0	2	1	3

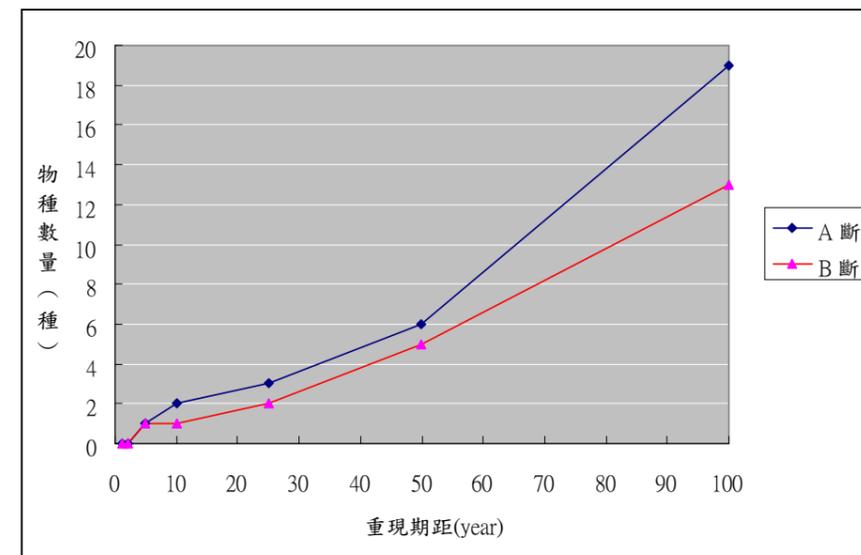


圖4-5 植物與各頻率水位關係圖-控制點1

控制點 1

表 4-5 木本植物重要值指標-控制點 1

木本植物	數量(棵)	相對密度	相對頻度	相對優勢度	IVI
麻竹	3	42.85	20	28.95	91.80
構樹	1	14.29	20	7.00	41.29
榕樹	1	14.29	20	23.40	57.69
稜果榕	2	28.57	40	40.65	109.22
合計	7	100.00	100.00	100.00	300.00

表 4-6 草本植物重要值指標-控制點 1

草本植物	數量(株)	相對密度	相對頻度	相對優勢度	IVI
大花咸豐草	16	23.54	9.56	24.33	57.43
牛筋草	2	2.94	4.76	1.81	9.51
野萵	2	2.94	4.76	2.42	10.12
紅毛草	1	1.47	4.76	1.21	7.44
木瓜	1	1.47	4.76	3.03	9.26
香蕉	1	1.47	4.76	3.03	9.26
百慕達草	6	8.82	4.76	7.26	20.84
紫花霍香薊	5	7.35	4.76	6.05	18.16
中華牽牛	2	2.94	4.76	3.03	10.73
清飯藤	2	2.94	4.76	3.63	11.33
三角葉西番蓮	2	2.94	4.76	2.25	9.95
小花蔓澤蘭	2	2.94	4.76	0.75	8.45
象草	6	8.82	4.76	9.36	22.94
山葡萄	4	5.88	4.76	7.49	18.13
天竺草	2	2.94	4.76	5.62	13.32
五節芒	6	8.82	4.76	9.36	22.94
南美含羞草	3	4.42	4.76	5.62	14.8
鋪地黍	3	4.42	4.76	2.44	11.62
含羞草	1	1.47	4.76	0.56	6.79
葛藤	1	1.47	4.76	0.75	6.98
合計	68	100.00	100.00	100.00	300.00

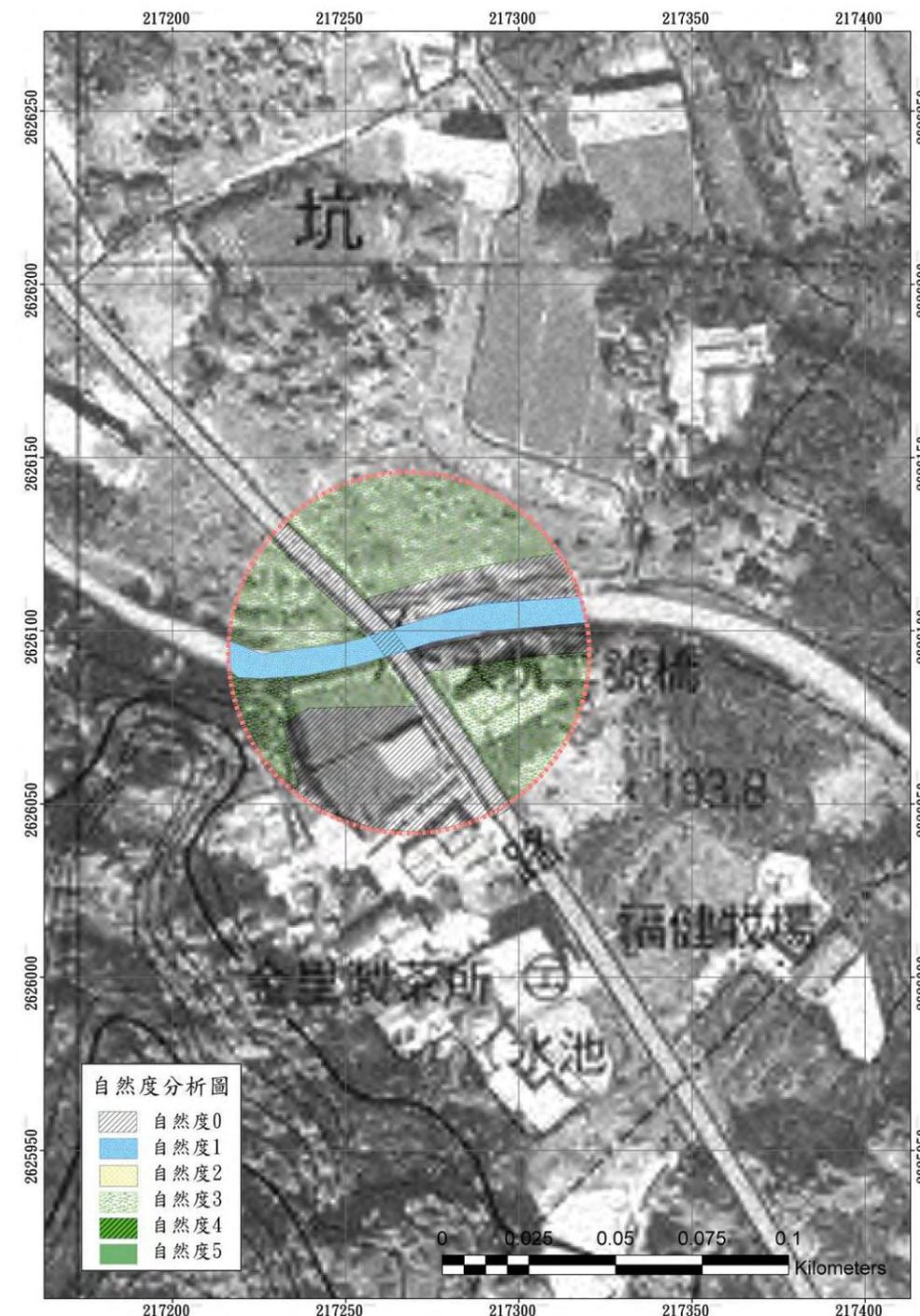
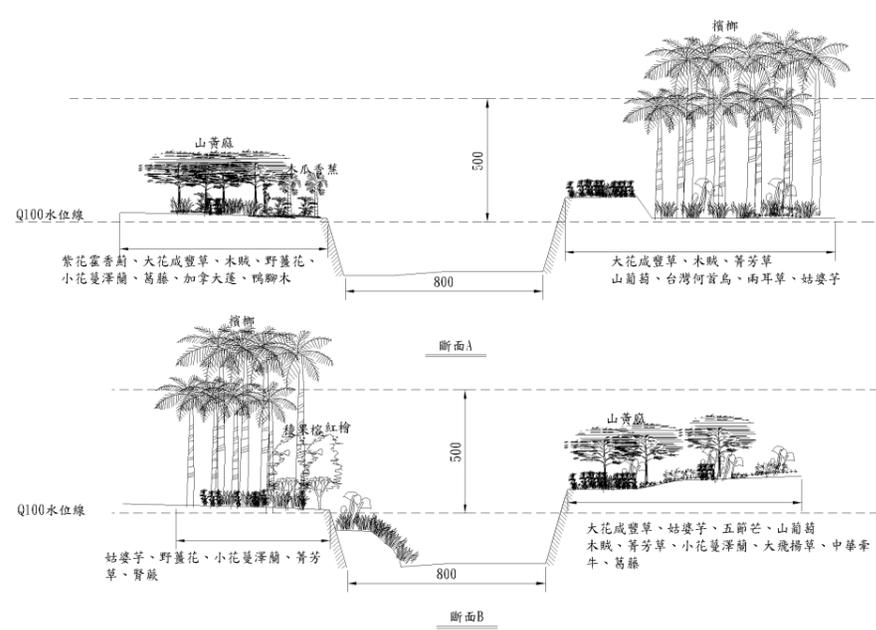


圖4-6 自然度分布圖-控制點1

控制點 2



斷面 A(98.7.4)



斷面 B(98.7.4)

圖4-7 斷面形式及相對位置圖-控制點2

表 4-8 各斷面植物生活型態表-控制點 2

大花咸豐草	多年生草本	B	生活型
木賊	多年生草本	姑婆芋	多年生草本
菁芳草	草本	野薑花	多年生草本植物
山葡萄	多年生藤本	稜果榕	常綠喬木
台灣何首烏	多年生蔓性藤本	小花蔓澤蘭	多年生藤本
檳榔	常綠性喬木	檳榔	常綠性喬木
兩耳草	多年生匍匐性草本	紅檜	常綠大喬木
姑婆芋	多年生草本	菁芳草	草本
紫花霍香薊	陸生的草本	腎蕨	多年生草本
野薑花	多年生草本植物	大花咸豐草	多年生草本
小花蔓澤蘭	多年生藤本	五節芒	多年生草本
葛藤	多年生草質藤本	山葡萄	多年生藤本
加拿大蓬	一年生草本	木賊	多年生草本
鴨腳木	半落葉性大喬木	山黃麻	常綠喬木
香蕉	一年生草本植物	大飛揚草	一年生草本
木瓜	多年生的草本植物	中華牽牛	一年生草質藤本
山黃麻	常綠喬木	葛藤	多年生草質藤本

表 4-7 植物種類歸棣特性統計表-控制點 2

	歸棣特性	蕨類植物	裸子植物	雙子葉植物	單子葉植物	總計
類別	科數	2	1	10	5	18
	屬數	2	1	12	6	21
	種數	2	1	14	6	23
生長習性	草本	2	0	6	5	13
	喬木	0	1	3	1	5
	灌木	0	0	0	0	0
	藤本	0	0	5	0	5
屬性	原生	2	1	12	4	19
	特有	0	0	0	0	0
	歸化	0	0	0	0	0
	栽培	0	0	2	2	4

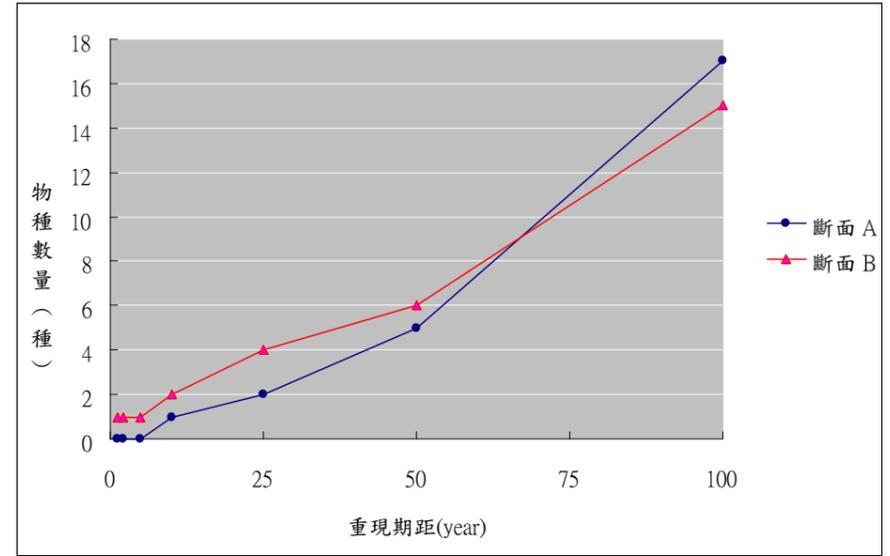


圖4-8 植物與各頻率水位關係圖-控制點2

控制點 2

表 4-9 木本植物重要值指標-控制點 2

木本植物	數量(顆)	相對密度	相對頻度	相對優勢度	IVI
檳榔	4	28.57	33.33	27.03	88.93
鴨腳木	2	14.29	16.67	2.70	33.65
山黃麻	3	21.43	16.67	37.84	75.93
稜果榕	3	21.43	16.67	16.22	54.31
紅檜	2	14.29	16.67	16.22	47.17
合計	14	100.00	100.00	100.00	300.00

表 4-10 草本植物重要值指標-控制點 2

草本植物	數量(株)	相對密度	相對頻度	相對優勢度	IVI
大花咸豐草	23	17.04	7.69	22.24	46.97
木賊	11	8.15	7.69	10.22	26.06
菁芳草	3	2.22	7.69	1.02	10.93
山葡萄	7	5.19	7.69	3.18	16.06
台灣何首烏	1	0.74	3.85	0.45	5.04
兩耳草	1	0.74	3.85	0.57	5.16
姑婆芋	20	14.81	7.69	12.83	35.33
紫花霍香薊	9	6.67	3.85	5.67	16.19
野薑花	11	8.15	7.69	4.99	20.83
小花蔓澤蘭	20	14.81	7.69	22.02	44.52
葛藤	10	7.41	7.69	4.54	19.64
加拿大蓬	1	0.74	3.85	0.34	4.93
香蕉	3	2.22	3.85	2.27	8.34
木瓜	3	2.22	3.85	2.27	8.34
腎蕨	2	1.48	3.85	1.14	6.47
五節芒	8	5.93	3.85	5.68	15.45
大飛揚草	1	0.74	3.85	0.23	4.82
中華牽牛	1	0.74	3.85	0.34	4.93
合計	135	100.00	100.00	100.00	300.00

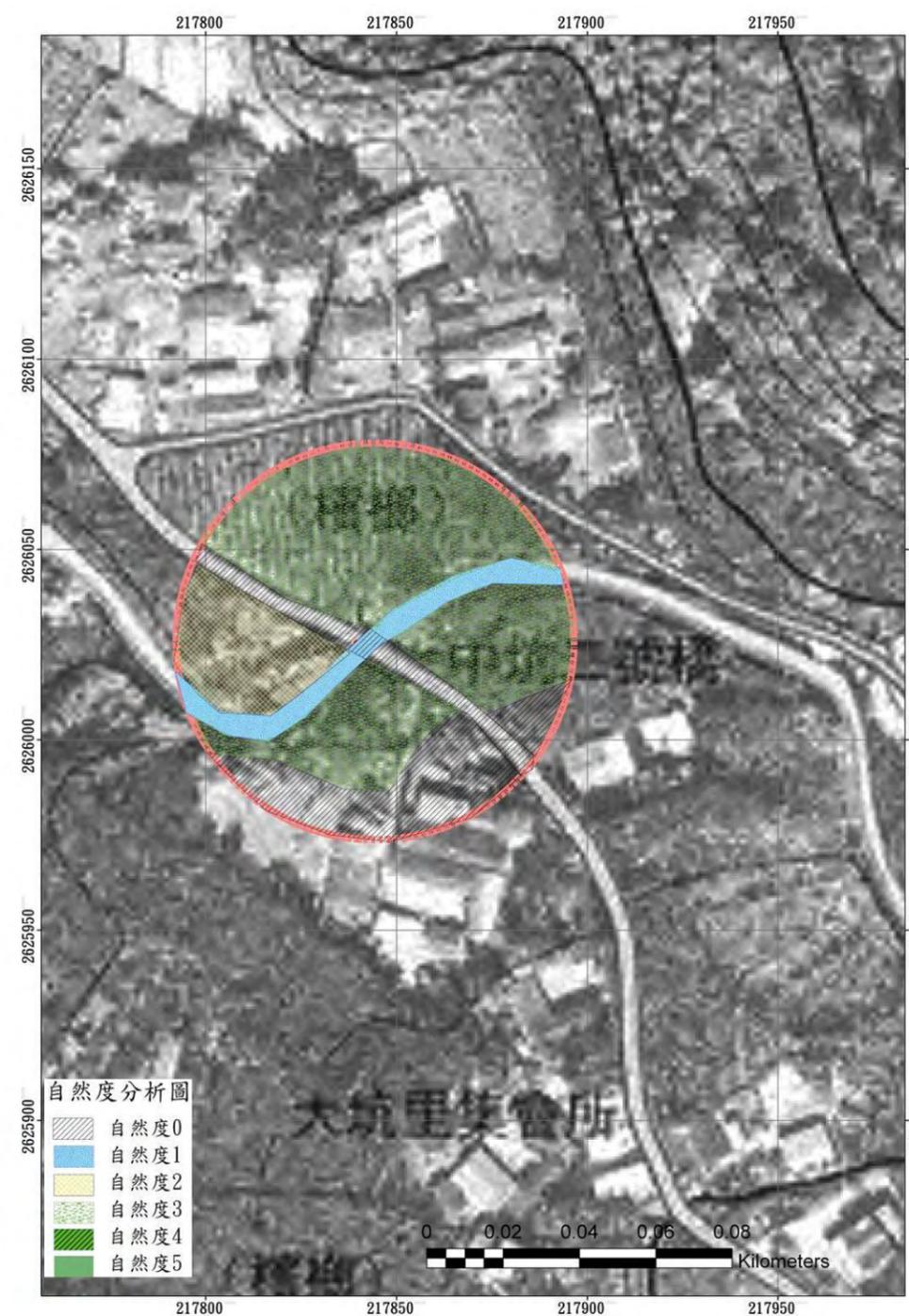
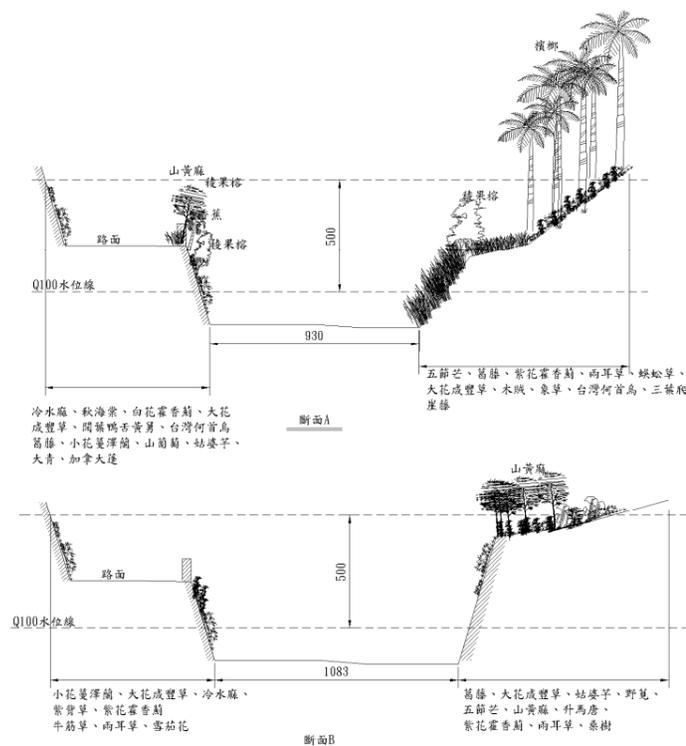


圖4-9 自然度分布圖-控制點2

控制點 3



斷面 A(98.7.4)



斷面 B(98.7.4)

圖4-10 斷面形式及相對位置圖-控制點3

表 4-12 各斷面植物生活型態表-控制點 3

A	生活型	B	生活型
大花咸豐草	多年生草本	姑婆芋	多年生草本
木賊	多年生草本	野薑花	多年生草本植物
菁芳草	草本	稜果榕	常綠喬木
山葡萄	多年生藤本	小花蔓澤蘭	多年生藤本
台灣何首烏	多年生蔓性藤本	檳榔	常綠性喬木
檳榔	常綠性喬木	紅檜	常綠大喬木
兩耳草	多年生匍匐性草本	菁芳草	草本
姑婆芋	多年生草本	腎蕨	多年生草本
紫花霍香薊	陸生的草本	大花咸豐草	多年生草本
野薑花	多年生草本植物	五節芒	多年生草本
小花蔓澤蘭	多年生藤本	山葡萄	多年生藤本
葛藤	多年生草質藤本	木賊	多年生草本
加拿大蓬	一年生草本	山黃麻	常綠喬木
鴨腳木	半落葉性大喬木	大飛揚草	一年生草本
香蕉	一年生草本植物	中華牽牛	一年生草質藤本
木瓜	多年生的草本植物	葛藤	多年生草質藤本
山黃麻	常綠喬木		

表 4-11 植物種類歸棊特性統計表-控制點 3

類別	歸棊特性	蕨類植物	裸子植物	雙子葉植物	單子葉植物	總計
類別	科數	1	0	12	4	17
	屬數	1	0	18	9	28
	種數	1	0	19	9	29
生長習性	草本	1	0	10	8	19
	喬木	0	0	2	1	3
	灌木	0	0	2	0	2
	藤本	0	0	5	0	5
屬性	原生	1	0	18	8	27
	特有	0	0	0	0	0
	歸化	0	0	0	0	0
	栽培	0	0	1	1	2

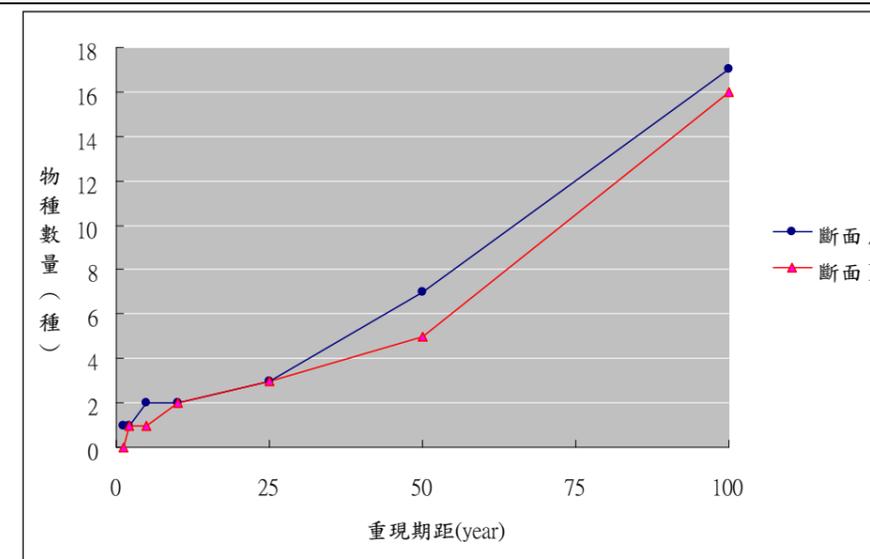


圖4-11 植物與各頻率水位關係圖-控制點3

控制點 3

表 4-13 木本植物重要值指標-控制點 3

木本植物	數量(顆)	相對密度	相對頻度	相對優勢度	IVI
檳榔	4	28.57	20	20.51	69.08
山黃麻	4	28.57	20	41.03	89.60
桑樹	1	7.14	20	1.54	28.68
稜果榕	3	21.43	20	35.90	77.33
大青	2	14.29	20	1.02	35.31
合計	14	100.00	100.00	100.00	300.00

表 4-14 草本植物重要值指標-控制點 3

草本植物	數量(株)	相對密度	相對頻度	相對優勢度	IVI
五節芒	8	7.78	6.24	8.24	22.26
葛藤	9	8.74	6.24	13.25	28.23
紫花霍香薊	6	5.83	6.24	9.41	21.48
兩耳草	6	5.83	6.24	6.76	18.83
蜈蚣草	2	1.94	3.13	1.18	6.25
大花咸豐草	16	15.53	6.24	15.74	37.51
木賊	5	4.85	3.13	2.94	10.92
象草	11	10.68	3.13	5.88	19.69
三葉爬崖藤	5	4.85	3.13	4.41	12.39
台灣何首烏	4	3.88	3.13	4.71	11.72
冷水麻	1	0.97	6.24	0.74	7.95
秋海棠	1	0.97	3.13	0.29	4.39
白花霍香薊	1	0.97	3.13	0.29	4.39
闊葉鴨舌黃舅	5	4.85	3.13	2.94	10.92
小花蔓澤蘭	8	7.78	6.24	12.06	26.08
山葡萄	1	0.97	3.13	0.29	4.39
姑婆芋	2	1.94	6.24	3.82	12.00
加拿大蓬	1	0.97	3.13	0.29	4.39
香蕉	4	3.88	3.13	2.94	9.95
紫背草	1	0.97	3.13	0.29	4.39
牛筋草	1	0.97	3.13	0.59	4.69
雪茄花	1	0.97	3.13	0.59	4.69
野萵	3	2.91	3.13	1.76	7.80
升馬唐	1	0.97	3.13	0.59	4.69
合計	103	100.00	100.00	100.00	300.00

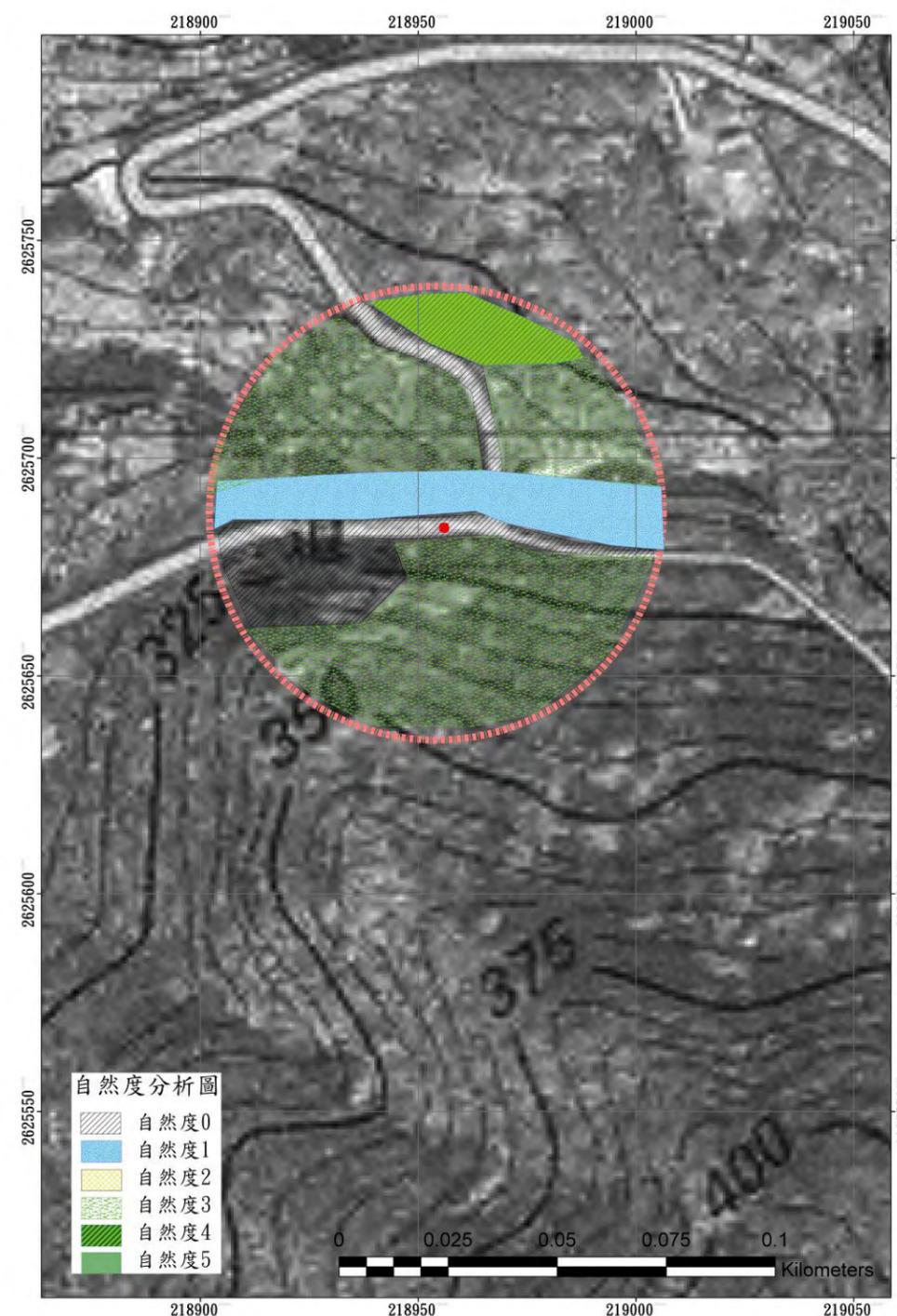


圖4-12 自然度分布圖-控制點3

控制點 4

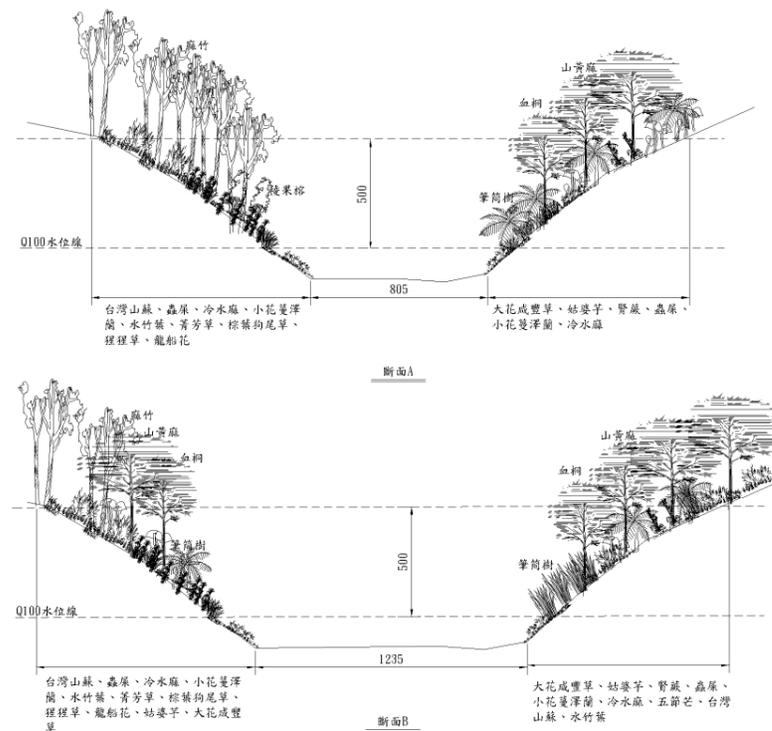
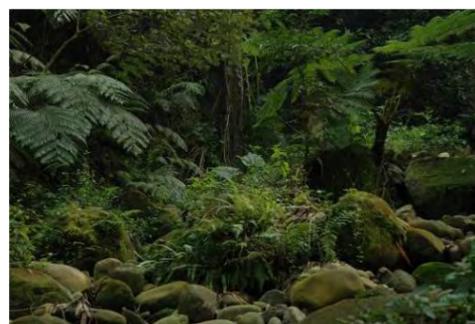


圖4-13 斷面形式及相對位置圖-控制點4



斷面 A(98.7.4)



斷面 B(98.7.4)

表 4-16 各斷面植物生活型態表-控制點 4

A	生活型	B	生活型
大花咸豐草	多年生草本	大花咸豐草	多年生草本
姑婆芋	多年生草本	姑婆芋	多年生草本
筆筒樹	陽性喬木	筆筒樹	陽性喬木
腎蕨	多年生草本	腎蕨	多年生草本
蟲屎	落葉喬木	蟲屎	落葉喬木
小花蔓澤蘭	多年生藤本	小花蔓澤蘭	多年生藤本
冷水麻	一年生草本	冷水麻	一年生草本
麻竹	常綠喬木	麻竹	常綠喬木
稜果榕	常綠喬木	稜果榕	常綠喬木
台灣山蘇	多年生常綠草本	台灣山蘇	多年生常綠草本
水竹葉	多年生草本	水竹葉	多年生草本
菁芳草	多年生草本	菁芳草	草本
棕葉狗尾草	多年生草本	棕葉狗尾草	多年生草本
猩猩草	一年生草本	猩猩草	一年生草本
龍船花	常綠小灌木	龍船花	常綠小灌木
血桐	常綠小或中喬木	血桐	常綠小或中喬木
山黃麻	常綠喬木	山黃麻	常綠喬木

表 4-15 植物種類歸棣特性統計表-控制點 4

類別	歸棣特性	蕨類植物	裸子植物	雙子葉植物	單子葉植物	總計
類別	科數	3	0	7	3	13
	屬數	3	0	10	4	17
	種數	3	0	10	4	17
生長習性	草本	2	0	4	3	9
	喬木	1	0	4	1	6
	灌木	0	0	1	0	1
	藤本	0	0	1	0	1
屬性	原生	3	0	10	4	17
	特有	0	0	0	0	0
	歸化	0	0	0	0	0
	栽培	0	0	0	0	0

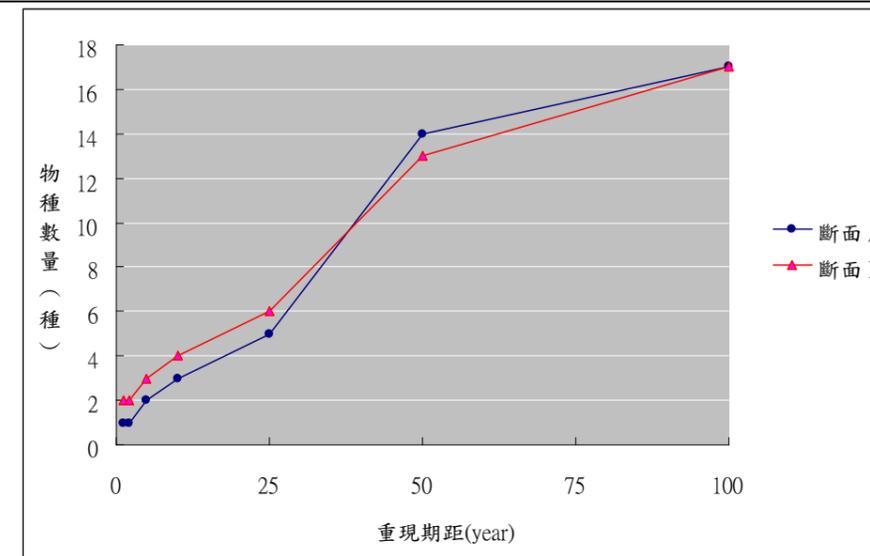


圖4-14 植物與各頻率水位關係圖-控制點4

控制點 4

表 4-17 木本植物重要值指標-控制點 4

木本植物	數量(顆)	相對密度	相對頻度	相對優勢度	IVI
筆筒樹	3	15	14.29	21.43	50.72
蟲屎	2	10	14.29	17.86	42.15
麻竹	3	15	14.29	26.19	55.48
稜果榕	2	10	14.29	14.29	38.58
龍船花	5	25	14.29	1.19	40.48
血桐	3	15	14.29	10.71	40.00
山黃麻	2	10	14.29	8.33	32.62
合計	20	100.00	100.00	100.00	300.00

表 4-18 草本植物重要值指標-控制點 4

草本植物	數量(株)	相對密度	相對頻度	相對優勢度	IVI
大花咸豐草	10	8.93	10	8.28	27.21
姑婆芋	11	9.82	10	8.49	28.31
腎蕨	4	3.57	10	4.14	17.71
小花蔓澤蘭	25	22.31	10	20.71	53.02
冷水麻	13	11.61	10	16.56	38.17
台灣山蘇	9	8.04	10	6.63	24.67
水竹葉	9	8.04	10	8.28	26.32
菁芳草	10	8.93	10	8.28	27.21
棕葉狗尾草	14	12.50	10	12.42	34.92
猩猩草	7	6.25	10	6.21	22.46
合計	112	100.00	100.00	100.00	300.00

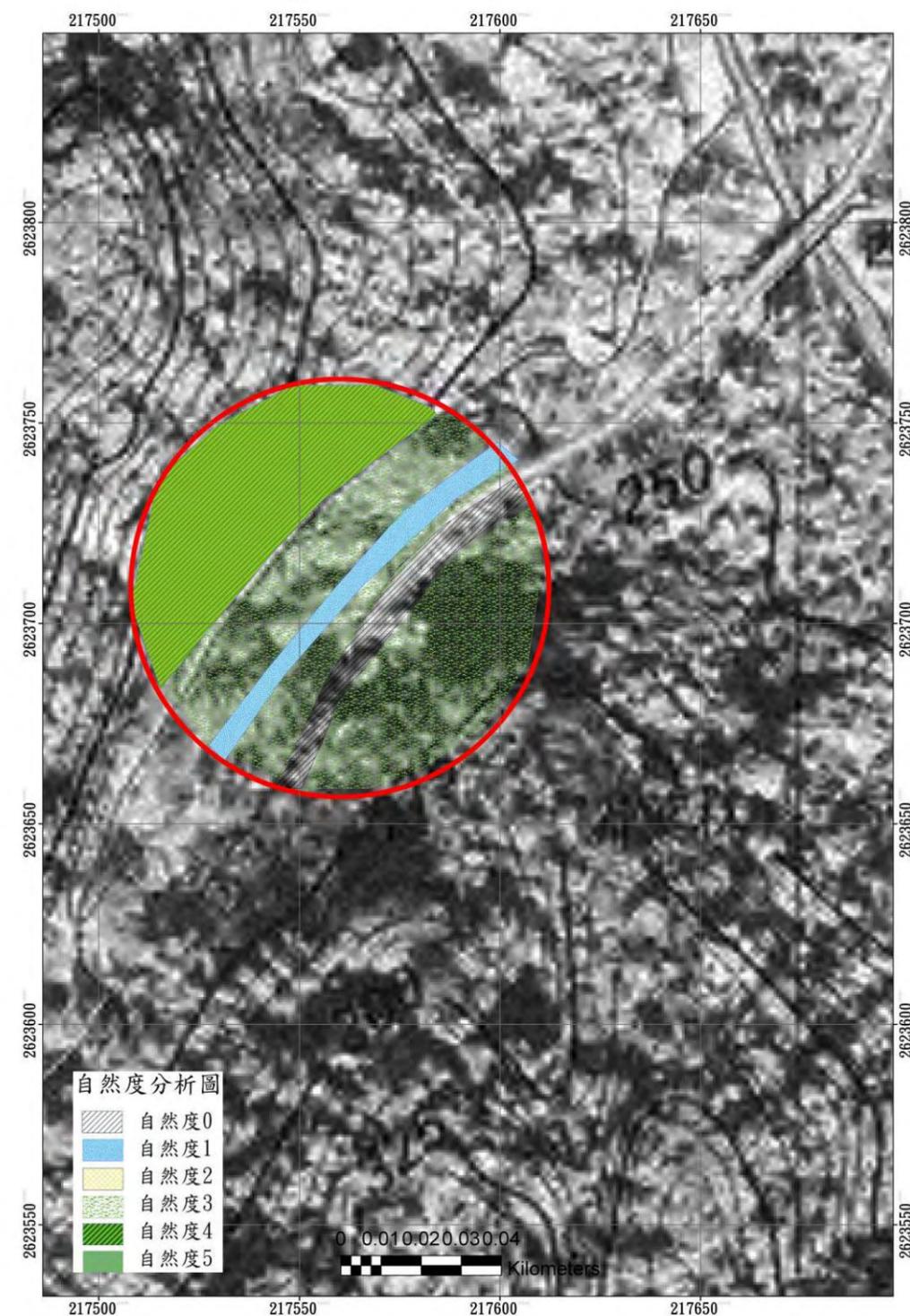
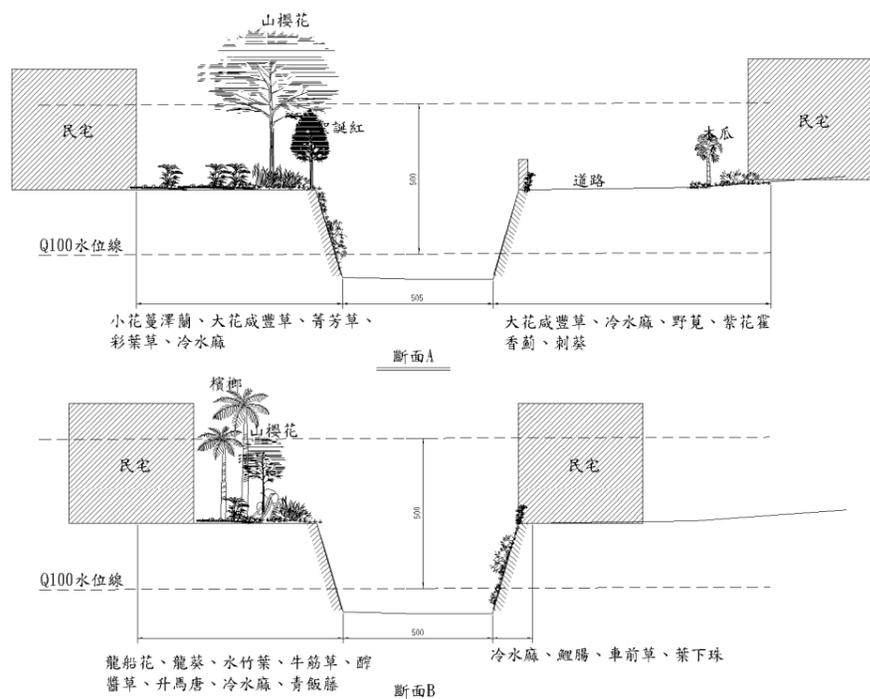


圖4-15 自然度分布圖-控制點4

控制點 5



斷面 A(98.7.4)



斷面 B(98.7.4)

圖4-16 斷面形式及相對位置圖-控制點5

表 4-20 各斷面植物生活型態表-控制點 5

A	生活型	B	生活型
木瓜	多年生的草本植物	楊桃	喬木
大花咸豐草	多年生草本	山櫻花	落葉喬木
冷水麻	一年生草本	姑婆芋	多年生草本
野苧	一年生草本	龍船花	常綠小灌木
紫花霍香薊	陸生的草本	檳榔	常綠性喬木
刺葵	多年生常綠喬木	龍葵	一年生茄科草本
山櫻花	落葉喬木	水竹葉	多年生草本
聖誕紅	一年生草本	牛筋草	一年生草本
彩葉草	多年生草本	酢醬草	多年生草本
菁芳草	草本	升馬唐	一年生草本
小花蔓澤蘭	多年生藤本	冷水麻	一年生草本
桑樹	多年生落葉性灌木	清飯藤	陽性多年生草本
		鯉腸	一年生草本
		葉下珠	一年生草本
		車前草	多年生草本

表 4-19 植物種類歸隸特性統計表-控制點 5

	歸隸特性	蕨類植物	裸子植物	雙子葉植物	單子葉植物	總計
類別	科數	0	0	14	5	19
	屬數	0	0	18	7	25
	種數	0	0	18	7	25
生長習性	草本	0	0	13	5	18
	喬木	0	0	2	2	4
	灌木	0	0	2	0	2
	藤本	0	0	1	0	1
屬性	原生	0	0	16	6	22
	特有	0	0	0	0	0
	歸化	0	0	0	0	0
	栽培	0	0	2	1	3

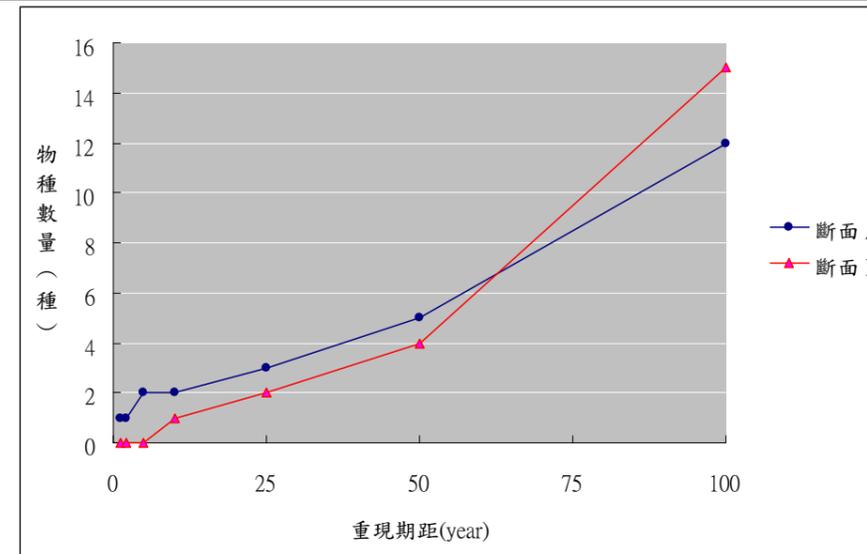


圖4-17 植物與各頻率水位關係圖-控制點5

控制點 5

表 4-21 木本植物重要值指標-控制點 5

木本植物	數量(顆)	相對密度	相對頻度	相對優勢度	IVI
桑樹	2	13.33	14.29	16.81	44.43
山櫻花	4	26.67	28.57	21.85	77.09
楊桃	4	26.67	14.29	42.02	82.97
刺葵	1	6.67	14.29	0.84	21.79
龍船花	2	13.33	14.29	8.4	36.02
檳榔	2	13.33	14.29	10.08	37.70
合計	15	100.00	100.00	100.00	300.00

表 4-22 草本植物重要值指標-控制點 5

草本植物	數量(株)	相對密度	相對頻度	相對優勢度	IVI
木瓜	1	2.27	5	7.09	14.36
大花咸豐草	2	4.55	5	4.25	13.80
冷水麻	4	9.09	10	5.68	24.77
野荳	1	2.27	5	2.84	10.11
紫花霍香薊	1	2.27	5	2.84	10.11
升馬唐	2	4.55	5	3.54	13.09
姑婆芋	2	4.55	5	4.25	13.80
聖誕紅	5	11.36	5	11.35	27.71
彩葉草	2	4.55	5	5.66	15.21
菁芳草	3	6.82	5	7.09	18.91
小花蔓澤蘭	1	2.27	5	2.13	9.40
水竹葉	10	22.73	5	21.27	49.00
牛筋草	3	6.82	5	7.09	18.91
酢醬草	1	2.27	5	2.13	9.40
清飯藤	1	2.27	5	3.55	10.82
鱧腸	1	2.27	5	2.13	9.40
葉下珠	1	2.27	5	1.43	8.70
車前草	1	2.27	5	1.43	8.70
龍葵	2	4.55	5	4.25	13.80
合計	44	100.00	100.00	100.00	300.00

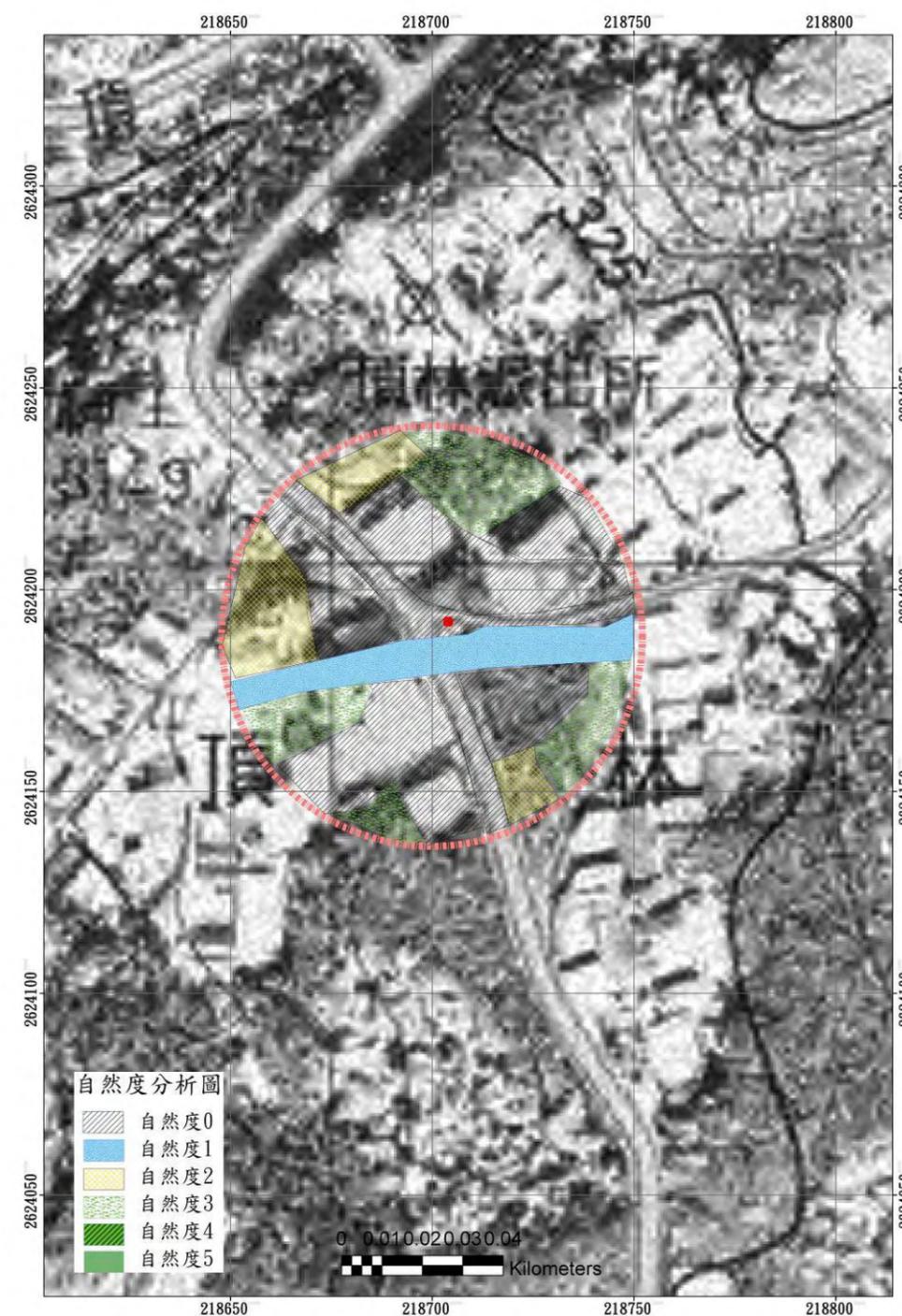
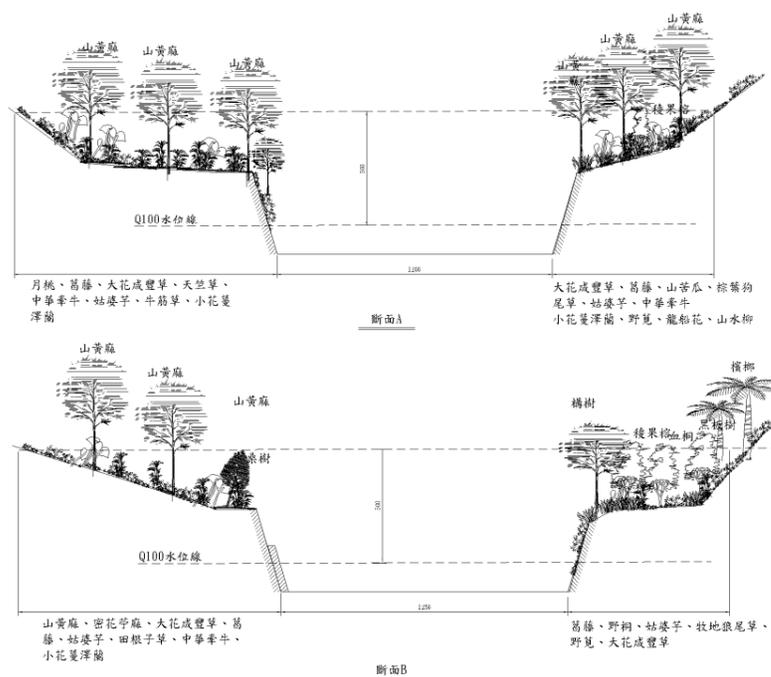


圖4-18 自然度分布圖-控制點5

控制點 6



斷面 A(98.7.4)



斷面 B(98.7.4)

圖4-19 斷面形式及相對位置圖-控制點6

表 4-24 各斷面植物生活型態表-控制點 6

A	生活型	B	生活型
大花咸豐草	多年生草本	桑樹	多年生落葉性灌木
葛藤	多年生草質藤本	山黃麻	常綠喬木
山苦瓜	一年生蔓性草本	密花苧麻	常綠灌木
棕葉狗尾草	多年生草本	大花咸豐草	多年生草本
姑婆芋	多年生草本	葛藤	多年生草質藤本
山黃麻	常綠喬木	姑婆芋	多年生草本
中華牽牛	一年生草質藤本	構樹	落葉中喬木
小花蔓澤蘭	多年生藤本	甜根子草	多年生草本
稜果榕	常綠喬木	中華牽牛	一年生草質藤本
野荳	一年生草本	小花蔓澤蘭	多年生藤本
龍船花	常綠小灌木	血桐	常綠小或中喬木
密花苧麻	常綠灌木	黑板樹	常綠大喬木
月桃	多年生草本植物	野桐	半落葉性喬木
天竺草	多年生草本	稜果榕	常綠喬木
牛筋草	一年生草本	檳榔	常綠性喬木
		牧地狼尾草	多年生草本
		野荳	一年生草本

表 4-23 植物種類歸隸特性統計表-控制點 6

類別	歸隸特性	蕨類植物	裸子植物	雙子葉植物	單子葉植物	總計
類別	科數	0	0	11	4	15
	屬數	0	0	15	7	22
	種數	0	0	15	8	23
生長習性	草本	0	0	3	7	10
	喬木	0	0	6	1	7
	灌木	0	0	3	0	3
	藤本	0	0	3	0	3
屬性	原生	0	0	14	7	21
	特有	0	0	0	0	0
	歸化	0	0	0	0	0
	栽培	0	0	1	1	2

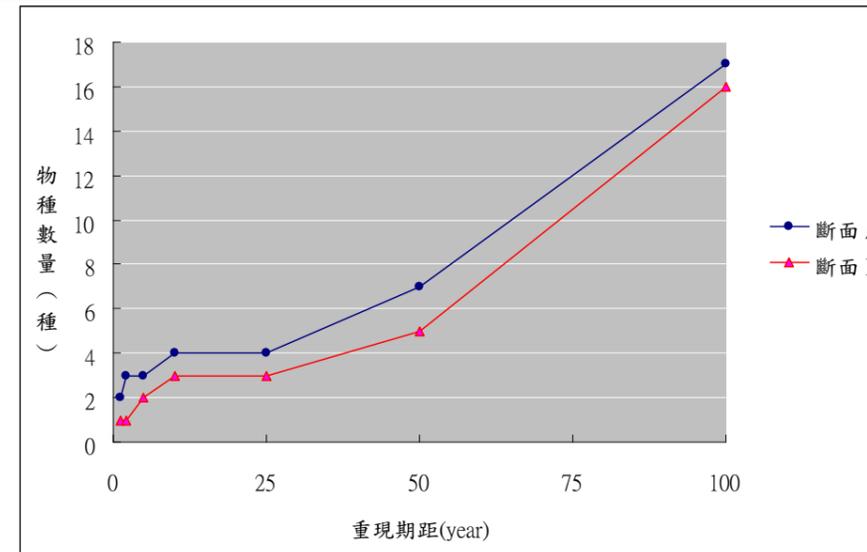


圖4-20 植物與各頻率水位關係圖-控制點6

控制點 6

表 4-25 木本植物重要值指標-控制點 6

木本植物	數量(顆)	相對密度	相對頻度	相對優勢度	IVI
桑樹	2	7.14	7.69	4.77	19.60
檳榔	1	3.57	7.69	1.43	12.69
密花苧麻	2	7.14	15.39	4.76	27.29
龍船花	1	3.57	7.69	0.95	12.21
山黃麻	6	21.43	15.39	33.33	70.15
稜果榕	5	17.86	15.39	11.90	45.15
構樹	4	14.29	7.69	9.53	31.51
血桐	3	10.72	7.69	11.90	30.31
黑板樹	2	7.14	7.69	11.90	26.73
野桐	2	7.14	7.69	9.53	24.36
合計	28	100.00	100.00	100.00	300.00

表 4-26 草本植物重要值指標-控制點 6

草本植物	數量(株)	相對密度	相對頻度	相對優勢度	IVI
大花咸豐草	49	32.66	10.53	44.85	88.04
葛藤	23	15.33	10.53	12.66	38.52
山苦瓜	1	0.67	5.26	0.40	6.33
棕葉狗尾草	8	5.33	5.26	5.28	15.88
姑婆芋	17	11.33	10.53	10.95	32.81
牧地狼尾草	4	2.67	5.26	1.58	9.51
中華牽牛	13	8.67	10.53	6.86	26.05
小花蔓澤蘭	9	6.00	10.53	5.01	21.54
野萵	7	4.67	10.53	3.43	18.62
月桃	6	4.00	5.26	2.64	11.90
天竺草	5	3.33	5.26	2.64	11.24
牛筋草	1	0.67	5.26	0.53	6.46
甜根子草	7	4.67	5.26	3.17	13.10
合計	150	100.00	100.00	100.00	300.00

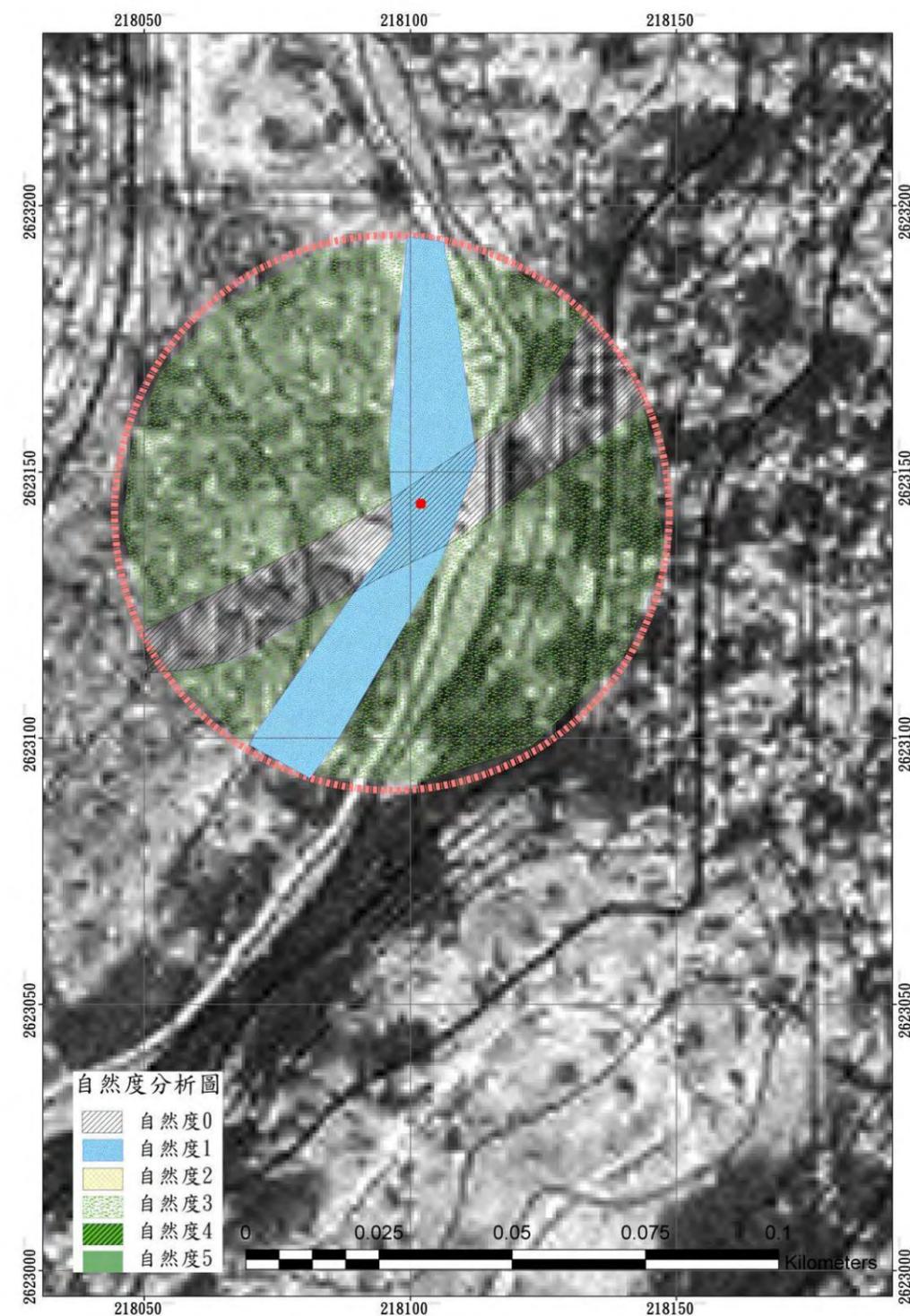


圖4-21 自然度分布圖-控制點6

控制點 7

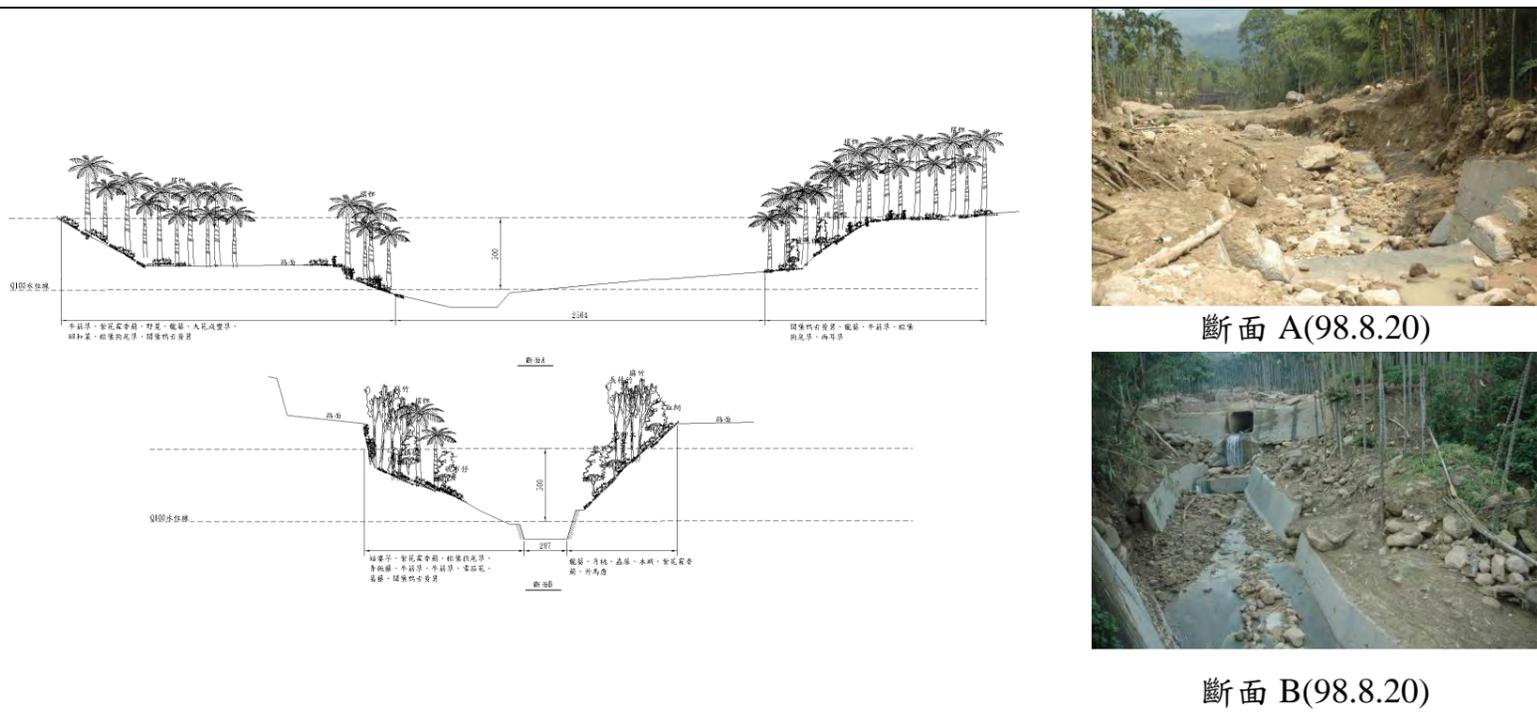


圖4-22 斷面形式及相對位置圖-控制點7



斷面 A(98.8.20)



斷面 B(98.8.20)

表 4-28 各斷面植物生活型態表-控制點 7

A	生活型	B	生活型
檳榔	常綠性喬木	麻竹	常綠喬木
闊葉鴨舌黃舅	一年生草本	破布子	多年生落葉喬木
稜果榕	常綠喬木	檳榔	常綠性喬木
龍葵	一年生茄科草本	姑婆芋	多年生草本
牛筋草	一年生草本	構樹	落葉中喬木
棕葉狗尾草	多年生草本	紫花霍香薊	陸生的草本
兩耳草	多年生匍匐性草本	棕葉狗尾草	多年生草本
牛筋草	一年生草本	清飯藤	陽性多年生草本
紫花霍香薊	陸生的草本	牛筋草	一年生草本
野荳	一年生草本	雪茄花	多年生草本
大花咸豐草	多年生草本	葛藤	多年生草質藤本
昭和草	一年生的草本植物	闊葉鴨舌黃舅	一年生草本
		月桃	多年生草本植物
		鴨腳木	半落葉常綠喬木
		蟲屎	落葉喬木
		長枝竹	常綠喬木
		血桐	常綠小或中喬木
		龍眼	常綠喬木
		木賊	多年生草本
		升馬唐	一年生草本
		小花蔓澤蘭	多年生藤本
		龍葵	一年生茄科草本

表 4-27 植物種類歸類特性統計表-控制點 7

歸類特性	蕨類植物	裸子植物	雙子葉植物	單子葉植物	總計	
類別	科數	1	0	12	4	17
	屬數	1	0	17	9	27
	種數	1	0	17	9	27
生長習性	草本	1	0	8	6	15
	喬木	0	0	7	3	10
	灌木	0	0	0	0	0
	藤本	0	0	2	0	2
屬性	原生	1	0	16	8	25
	特有	0	0	0	0	0
	歸化	0	0	0	0	0
	栽培	0	0	1	1	2

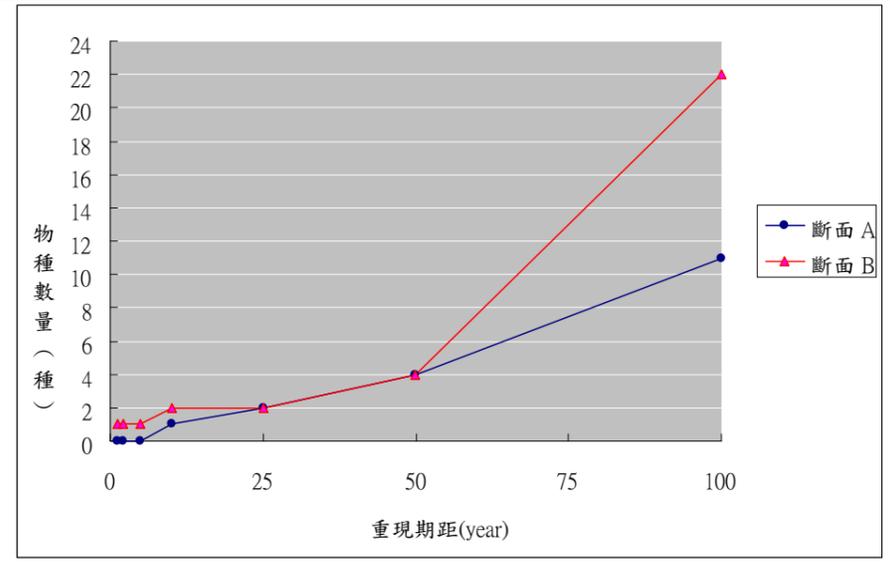


圖4-23 植物與各頻率水位關係圖-控制點7

控制點 7

表 4-29 木本植物重要值指標-控制點 7

木本植物	數量(顆)	相對密度	相對頻度	相對優勢度	IVI
麻竹	4	17.39	9.09	16.28	42.76
破布子	1	4.35	9.09	4.65	18.09
檳榔	3	13.04	18.19	27.90	59.13
稜果榕	1	4.35	9.09	4.65	18.08
構樹	2	8.70	9.09	8.14	25.93
鴨腳木	4	17.39	9.09	11.63	38.11
蟲屎	2	8.70	9.09	5.81	23.60
長枝竹	1	4.35	9.09	2.33	15.77
血桐	2	8.70	9.09	6.98	24.77
龍眼	3	13.04	9.09	11.63	33.76
合計	23	100.00	100.00	100.00	300.00

表 4-30 草本植物重要值指標-控制點 7

草本植物	數量(株)	相對密度	相對頻度	相對優勢度	IVI
闊葉鴨舌黃舅	28	26.18	9.08	27.10	62.36
清飯藤	5	4.67	4.55	4.52	13.74
龍葵	14	13.10	9.08	10.06	32.24
牛筋草	5	4.68	9.08	7.60	21.36
棕葉狗尾草	5	4.68	9.08	3.70	17.46
兩耳草	1	0.93	4.55	0.41	5.89
姑婆芋	3	2.80	4.55	2.46	9.81
紫花霍香薊	12	11.23	9.08	18.89	39.20
野萵	7	6.54	4.55	4.31	15.40
大花咸豐草	4	3.73	4.55	2.46	10.74
昭和草	1	0.93	4.55	0.41	5.89
雪茄花	1	0.93	4.55	0.82	6.30
葛藤	4	3.73	4.55	4.11	12.39
木賊	5	4.67	4.55	4.11	13.33
月桃	1	0.93	4.55	0.82	6.30
升馬唐	6	5.60	4.55	4.11	14.26
小花蔓澤蘭	5	4.67	4.55	4.11	13.33
合計	107	100.00	100.00	100.00	300.00

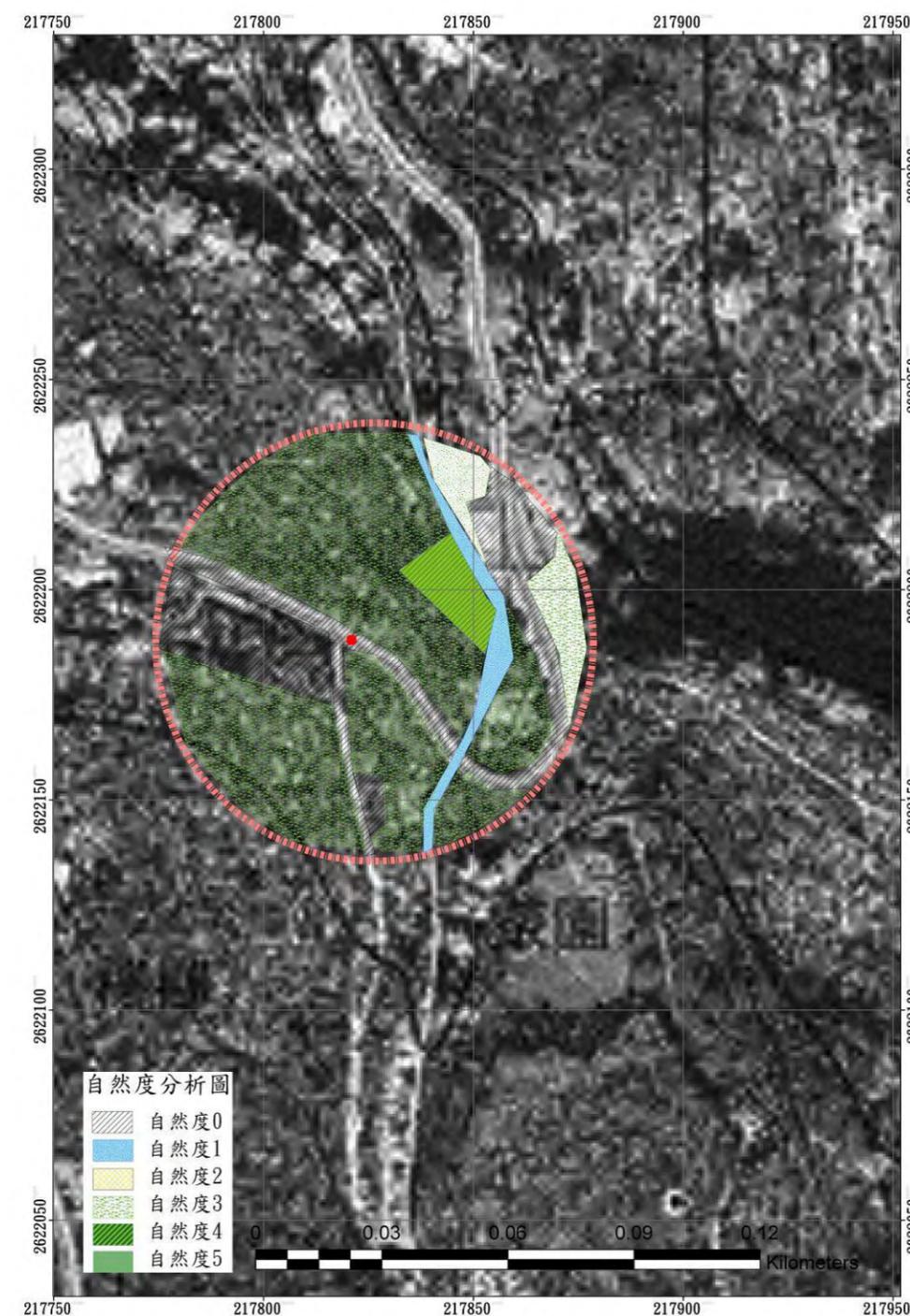
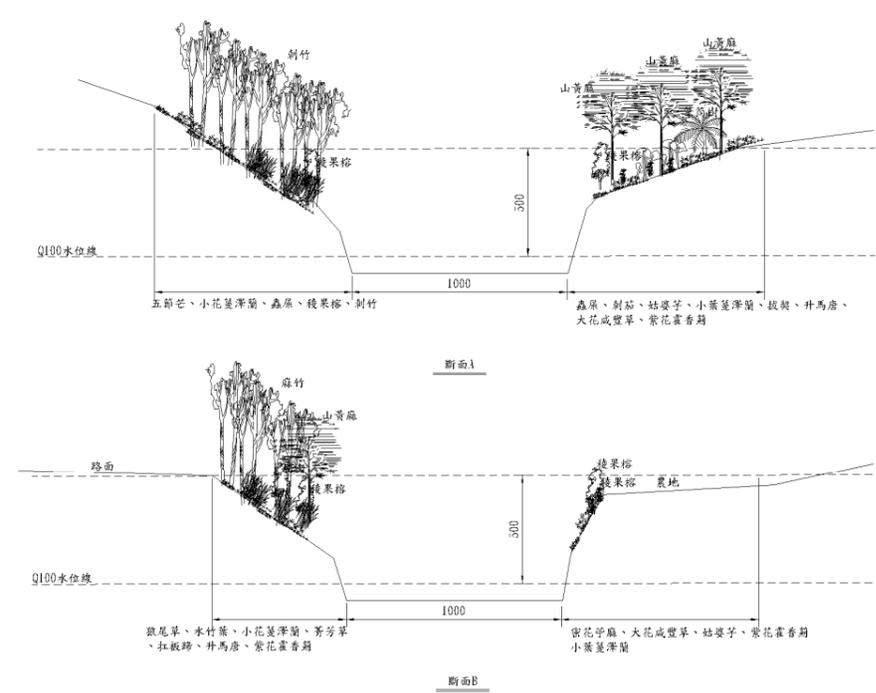


圖4-24 自然度分布圖-控制點7

控制點 8



斷面 A(98.7.4)



斷面 B(98.7.4)

圖4-25 斷面形式及相對位置圖-控制點8

表 4-32 各斷面植物生活型態表-控制點 8

A	生活型	B	生活型
蟲屎	落葉喬木	狼尾草	多年生禾草
稜果榕	常綠喬木	山黃麻	常綠喬木
山黃麻	常綠喬木	水竹葉	多年生草本
刺茄	常綠草本	小花蔓澤蘭	多年生藤本
姑婆芋	多年生草本	菁芳草	草本
小花蔓澤蘭	多年生藤本	扛板歸	一年生草本
拔契	多年生蔓性灌木	升馬唐	一年生草本
升馬唐	一年生草本	紫花霍香薊	陸生的草本
大花咸豐草	多年生草本	構樹	落葉中喬木
紫花霍香薊	陸生的草本	稜果榕	常綠喬木
筆筒樹	陽性喬木	麻竹	常綠喬木
兩耳草	多年生匍匐性草本	密花苧麻	常綠灌木
五節芒	多年生草本	大花咸豐草	多年生草本
刺竹	常綠喬木	姑婆芋	多年生草本

表 4-31 植物種類歸隸特性統計表-控制點 8

	歸隸特性	蕨類植物	裸子植物	雙子葉植物	單子葉植物	總計
類別	科數	0	0	9	4	13
	屬數	0	0	12	9	21
	種數	0	0	12	9	21
生長習性	草本	0	0	5	6	11
	喬木	0	0	5	2	7
	灌木	0	0	1	1	2
	藤本	0	0	1	0	1
屬性	原生	0	0	12	9	21
	特有	0	0	0	0	0
	歸化	0	0	0	0	0
	栽培	0	0	0	0	0

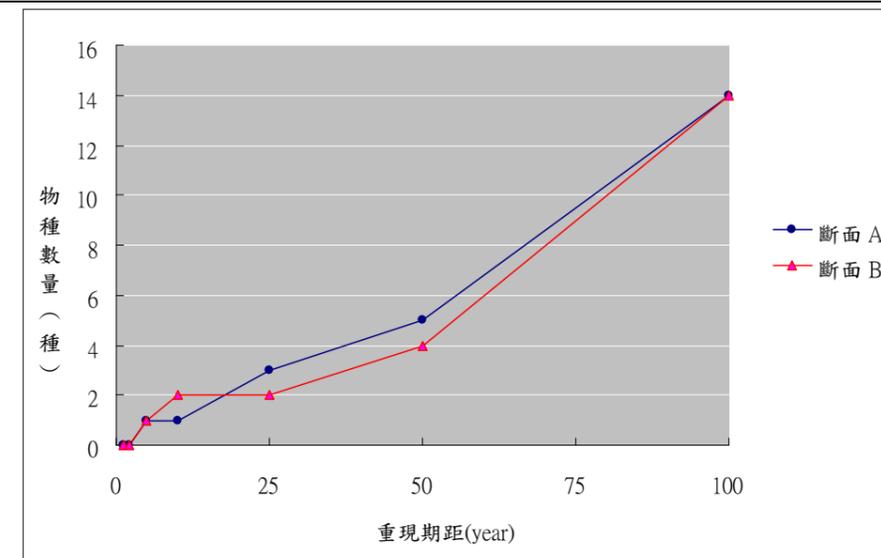


圖4-26 植物與各頻率水位關係圖-控制點8

控制點 8

表 4-33 木本植物重要值指標-控制點 8

木本植物	數量(顆)	相對密度	相對頻度	相對優勢度	IVI
筆筒樹	2	8.70	9.09	6.29	24.08
蟲屎	3	13.04	9.09	14.15	36.28
稜果榕	4	17.39	18.18	12.26	47.83
山黃麻	4	17.39	18.18	31.46	67.03
刺竹	3	13.04	9.09	15.72	37.86
構樹	1	4.35	9.09	1.57	15.01
麻竹	4	17.39	9.09	15.72	42.20
密花苧麻	1	4.35	9.09	1.26	14.70
拔契	1	4.35	9.09	1.57	15.01
合計	23	100.00	100.00	100.00	300.00

表 4-34 草本植物重要值指標-控制點 8

草本植物	數量(株)	相對密度	相對頻度	相對優勢度	IVI
刺茄	1	1.10	5.88	1.21	8.19
姑婆芋	4	4.40	11.77	3.63	19.80
小花蔓澤蘭	26	28.57	11.77	28.48	68.81
升馬唐	10	10.99	11.77	12.12	34.88
大花咸豐草	7	7.69	11.77	9.70	29.16
紫花霍香薊	3	3.29	11.77	4.55	19.61
狼尾草	28	30.77	5.88	30.30	66.95
兩耳草	7	7.69	5.88	6.06	19.63
五節芒	1	1.10	5.88	0.61	7.59
水竹葉	2	2.20	5.88	1.82	9.90
菁芳草	1	1.10	5.88	0.61	7.59
扛板歸	1	1.10	5.88	0.91	7.89
合計	91	100.00	100.00	100.00	300.00

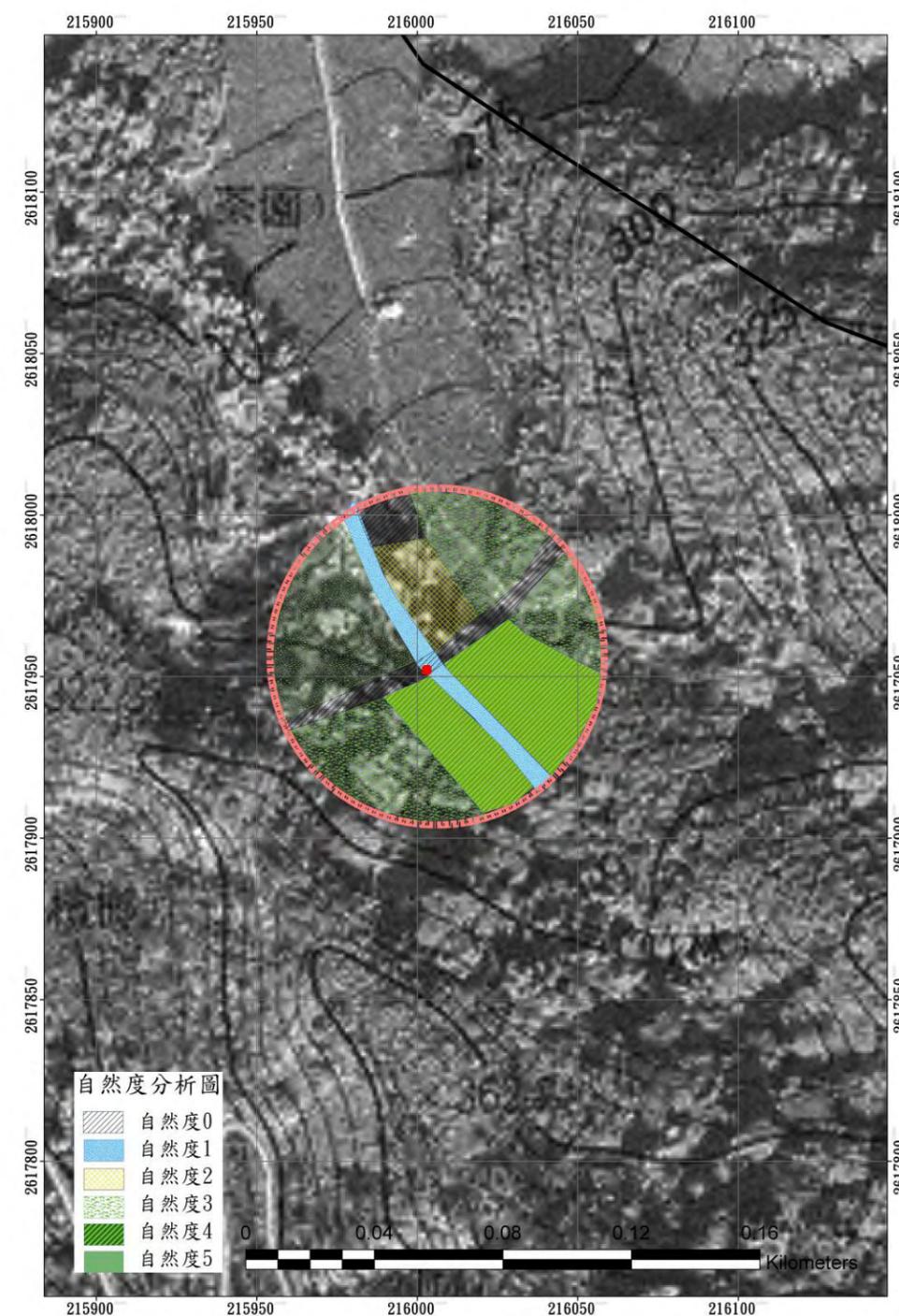


圖4-27 自然度分布圖-控制點8

控制點 9

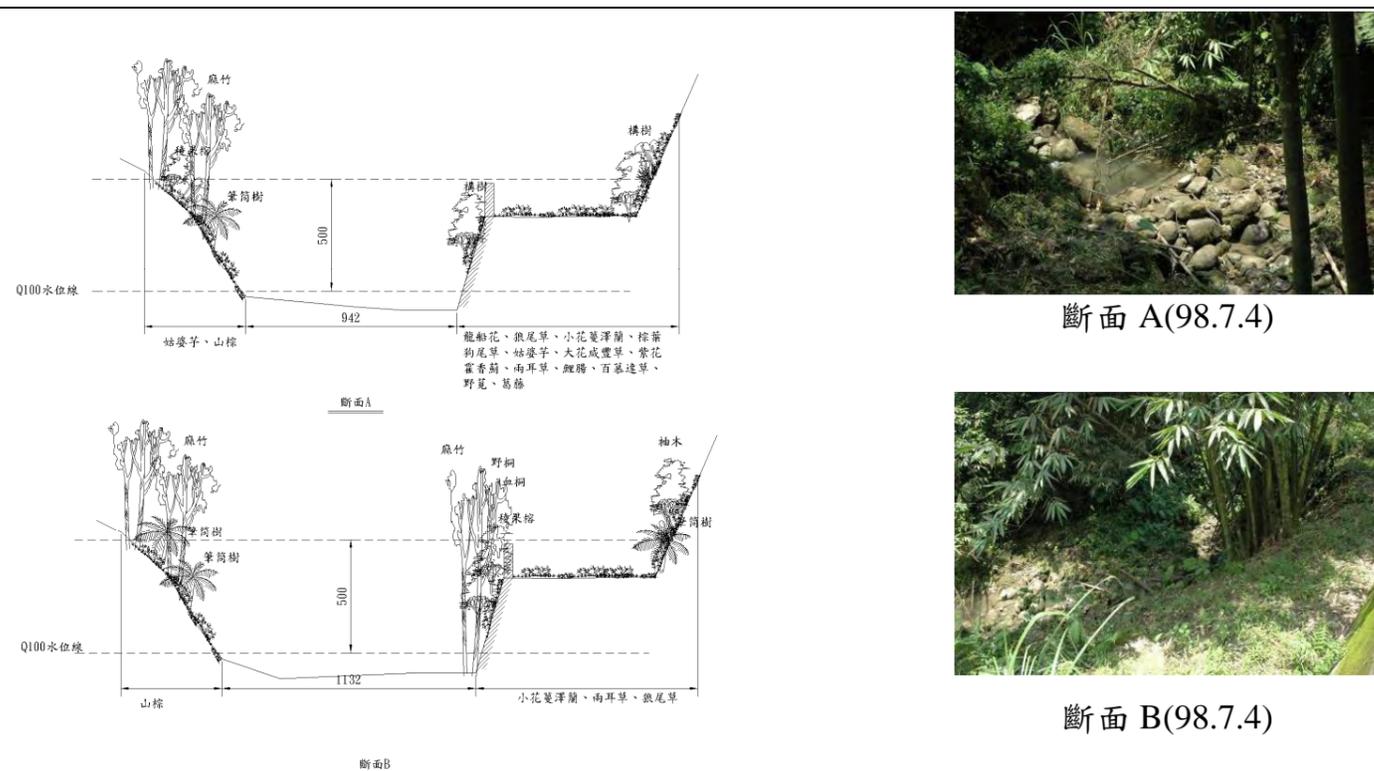


圖4-28 斷面形式及相對位置圖-控制點9

表 4-36 各斷面植物生活型態表-控制點 9

A	生活型	B	生活型
龍船花	常綠小灌木	麻竹	常綠喬木
狼尾草	多年生禾草	山棕	常綠灌木
構樹	落葉中喬木	筆筒樹	陽性喬木
小花蔓澤蘭	多年生藤本	柚木	落葉喬木
棕葉狗尾草	多年生草本	小花蔓澤蘭	多年生藤本
姑婆芋	多年生草本	稜果榕	常綠喬木
大花咸豐草	多年生草本	血桐	常綠小或中喬木
紫花霍香薊	陸生的草本	野桐	半落葉性喬木
兩耳草	多年生匍匐性草本	兩耳草	多年生匍匐性草本
鯉腸	一年生草本	狼尾草	多年生禾草
百慕達草	多年生草本		
野萵	一年生草本		
葛藤	多年生草質藤本		
刺茄	常綠草本		
筆筒樹	陽性喬木		
稜果榕	常綠喬木		
麻竹	常綠喬木		
山棕	常綠灌木		

表 4-35 植物種類歸類特性統計表-控制點 9

	歸類特性	蕨類植物	裸子植物	雙子葉植物	單子葉植物	總計
類別	科數	1	0	7	4	12
	屬數	1	0	12	8	21
	種數	1	0	12	8	21
生長習性	草本	0	0	4	6	10
	喬木	1	0	5	1	7
	灌木	0	0	1	1	2
	藤本	0	0	2	0	2
屬性	原生	1	0	12	8	21
	特有	0	0	0	0	0
	歸化	0	0	0	0	0
	栽培	0	0	0	0	0

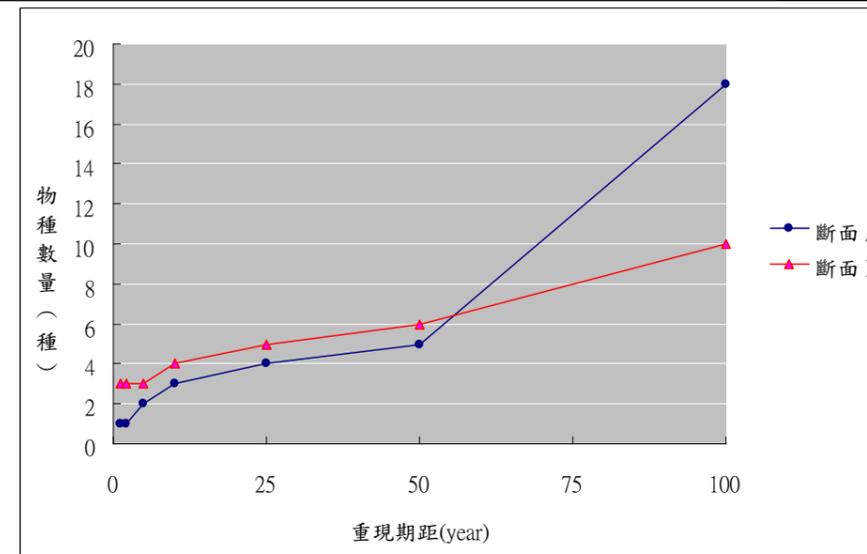


圖4-29 植物與各頻率水位關係圖-控制點9

控制點 9

表 4-37 木本植物重要值指標-控制點 9

木本植物	數量(顆)	相對密度	相對頻度	相對優勢度	IVI
構樹	1	4.00	7.69	1.25	12.94
龍船花	2	8.00	7.69	5	20.69
柚木	2	8.00	7.69	12.5	28.19
血桐	2	8.00	7.69	6.25	21.94
野桐	2	8.00	7.69	7.5	23.19
筆筒樹	6	24.00	15.38	22.5	61.88
稜果榕	3	12.00	15.38	11.25	38.63
麻竹	4	16.00	15.38	25	56.38
山棕	3	12.00	15.38	8.75	36.13
合計	25	100.00	100.00	100.00	300.00

表 4-38 草本植物重要值指標-控制點 9

草本植物	數量(株)	相對密度	相對頻度	相對優勢度	IVI
狼尾草	11	12.64	13.33	13.37	39.34
小花蔓澤蘭	30	34.48	13.33	33.44	81.25
棕葉狗尾草	8	9.19	6.67	6.08	21.94
姑婆芋	6	6.90	6.67	6.69	20.25
大花咸豐草	5	5.75	6.67	6.08	18.49
紫花霍香薊	1	1.15	6.67	0.61	8.43
兩耳草	14	16.09	13.33	18.84	48.27
鯉腸	1	1.15	6.67	0.91	8.73
百慕達草	3	3.45	6.67	3.04	13.16
野萵	2	2.30	6.67	1.82	10.79
葛藤	4	4.60	6.67	6.08	17.34
刺茄	2	2.30	6.67	3.04	12.01
合計	87	100.00	100.00	100.00	300.00

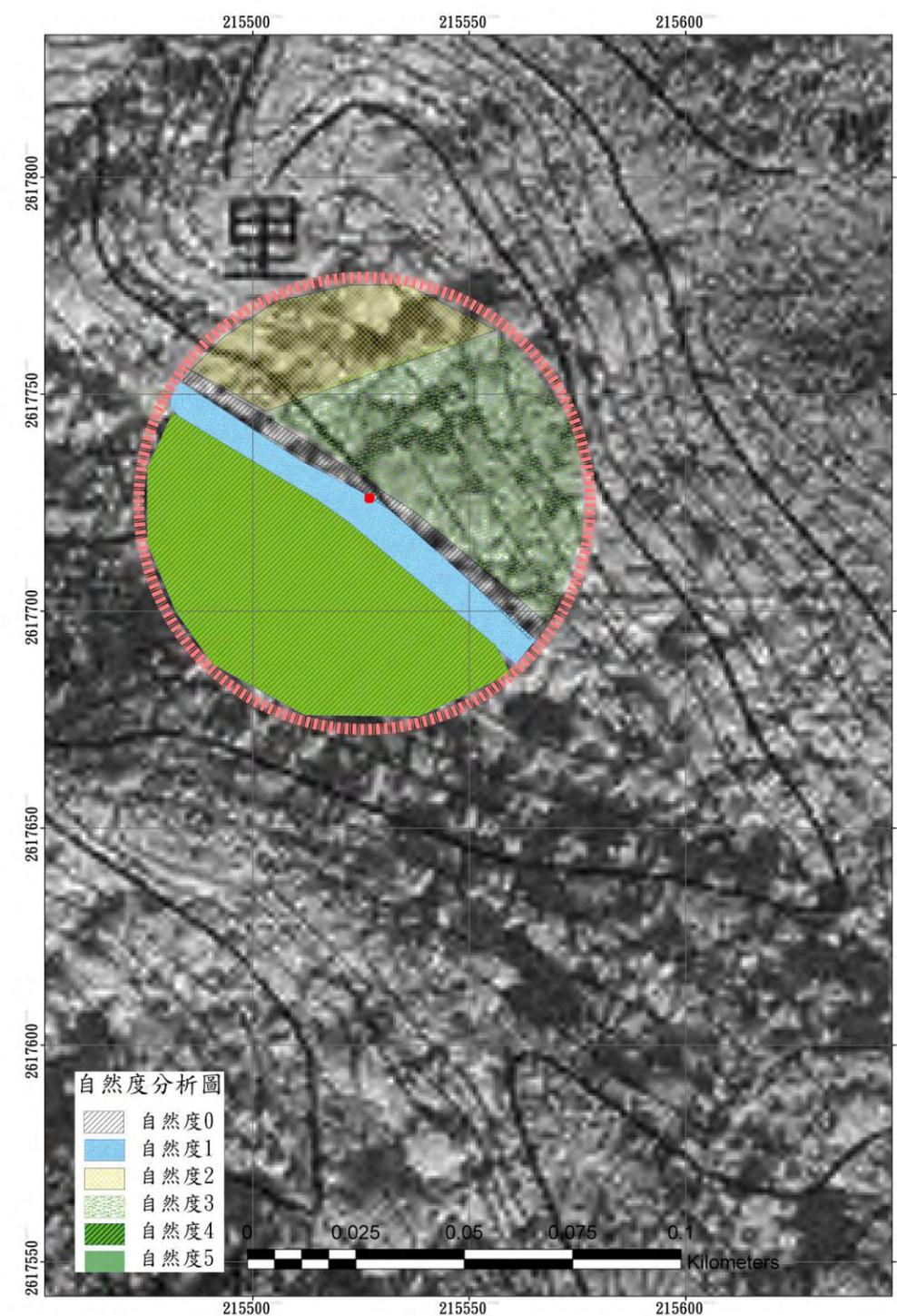
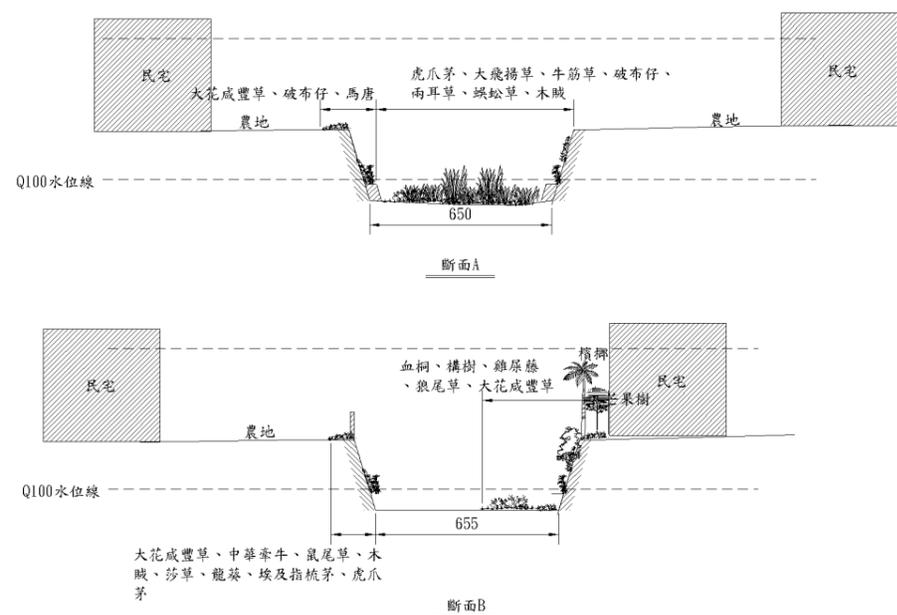


圖4-30 自然度分布圖-控制點9

控制點 10



斷面 A(98.7.4)



斷面 B(98.7.4)

圖4-31 斷面形式及相對位置圖-控制點10

表 4-40 各斷面植物生活型態表-控制點 10

A	生活型	B	生活型
地瓜	多年生蔓性草本	大花咸豐草	多年生草本
大花咸豐草	多年生草本	中華牽牛	一年生草質藤本
破布仔	多年生落葉喬木	鼠尾草	多年生草本
升馬唐	一年生草本	木賊	多年生草本
龍爪茅	一年生草本	莎草	多年生草本
大飛揚草	一年生蔓性草本	龍葵	一年生茄科草本
牛筋草	一年生草本	埃及指梳茅	一年生草本
兩耳草	多年生匍匐性草本	龍爪茅	一年生草本
蜈蚣草	多年生鋪地草本	芒果樹	多年生常綠大喬木
木賊	多年生草本	血桐	常綠小或中喬木
		檳榔	常綠性喬木
		構樹	落葉中喬木
		雞屎藤	多年生攀緣性草本
		狼尾草	多年生禾草

表 4-39 植物種類歸棣特性統計表-控制點 10

類別	歸棣特性	蕨類植物	裸子植物	雙子葉植物	單子葉植物	總計
類別	科數	1	0	9	3	13
	屬數	1	0	10	8	19
	種數	1	0	11	9	21
生長習性	草本	1	0	6	8	15
	喬木	0	0	4	1	5
	灌木	0	0	0	0	0
	藤本	0	0	1	0	1
屬性	原生	1	0	9	9	19
	特有	0	0	0	0	0
	歸化	0	0	0	0	0
	栽培	0	0	2	0	2

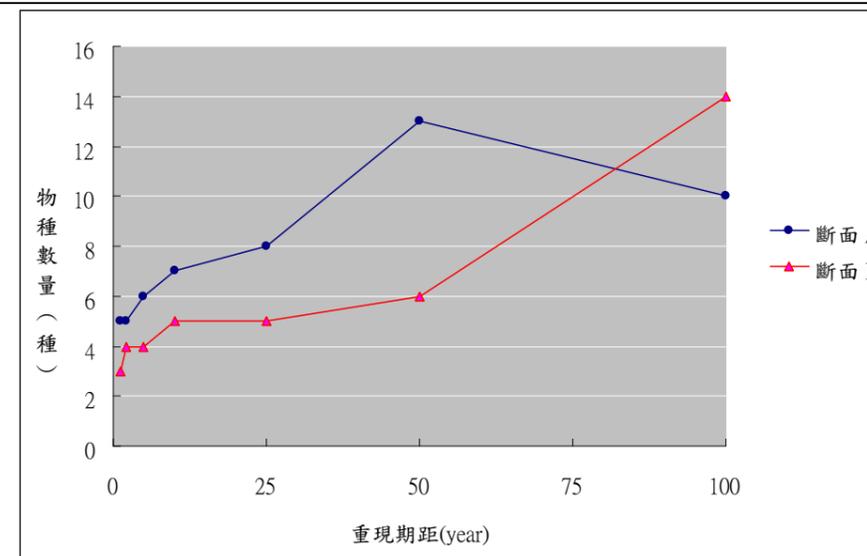


圖4-32 植物與各頻率水位關係圖-控制點10

控制點 10

表 4-41 木本植物重要值指標-控制點 10

木本植物	數量(顆)	相對密度	相對頻度	相對優勢度	IVI
破布仔	2	22.22	20	9.09	51.31
芒果樹	2	22.22	20	37.88	80.10
血桐	2	22.22	20	22.73	64.95
檳榔	1	11.12	20	7.57	38.69
構樹	2	22.22	20	22.73	64.95
合計	9	100.00	100.00	100.00	300.00

表 4-42 草本植物重要值指標-控制點 10

草本植物	數量(株)	相對密度	相對頻度	相對優勢度	IVI
地瓜	12	12.24	5.26	16.53	34.04
大花咸豐草	24	24.49	10.54	27.55	62.58
莎草	1	1.02	5.26	0.28	6.56
升馬唐	10	10.20	5.26	16.53	32.00
龍爪茅	5	5.10	10.54	2.75	18.39
大飛揚草	1	1.02	5.26	0.55	6.83
牛筋草	2	2.04	5.26	1.65	8.95
兩耳草	2	2.04	5.26	1.65	8.95
蜈蚣草	2	2.04	5.26	0.55	7.85
木賊	5	5.10	10.54	2.48	18.11
中華牽牛	2	2.04	5.26	1.38	8.68
鼠尾草	3	3.06	5.26	2.48	10.80
龍葵	1	1.02	5.26	0.28	6.56
埃及指梳茅	3	3.06	5.26	0.55	8.87
雞屎藤	8	8.17	5.26	8.26	21.69
狼尾草	17	17.36	5.26	16.53	39.14
合計	98	100.00	100.00	100.00	300.00

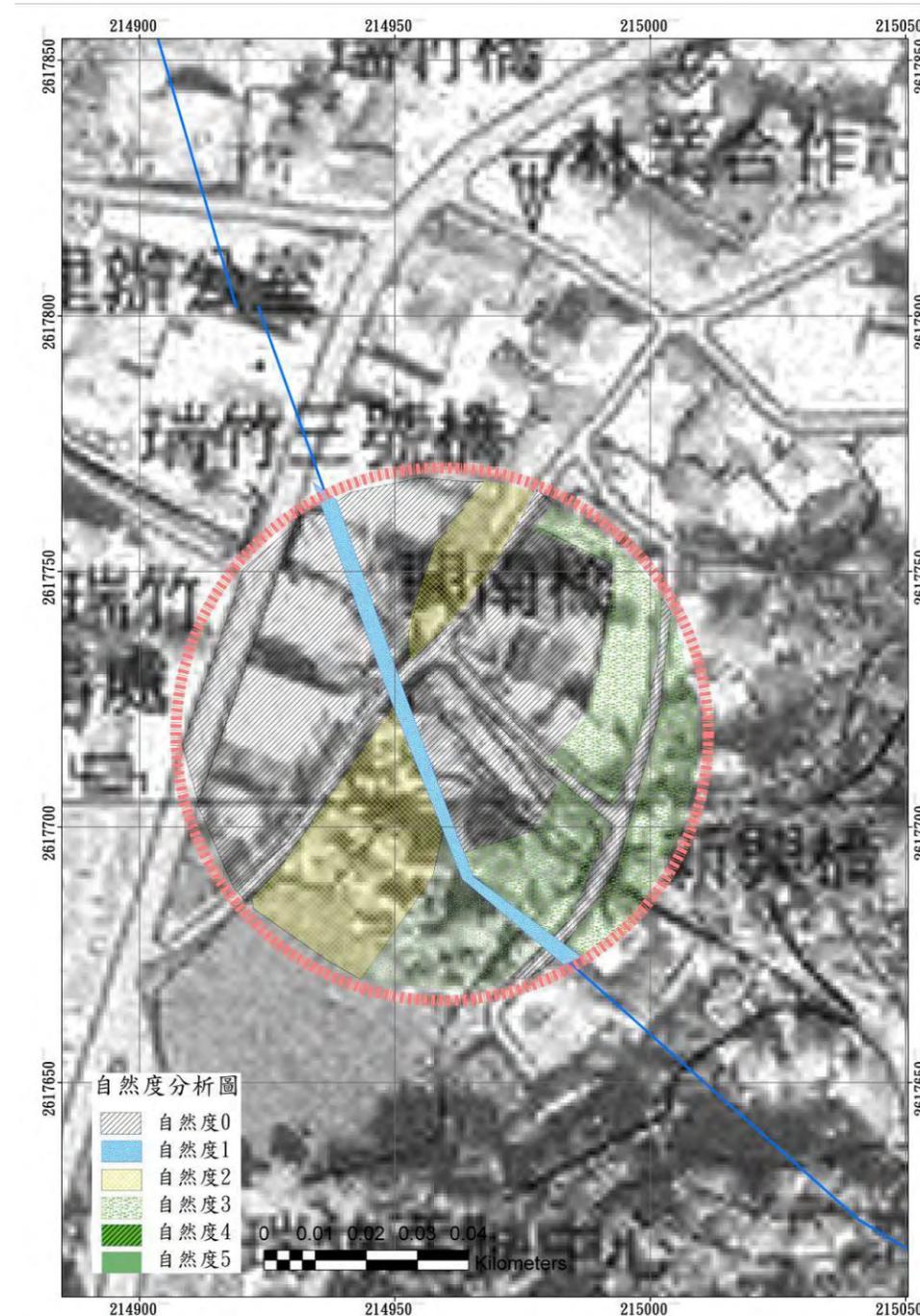


圖4-33 自然度分布圖-控制點10

控制點 11

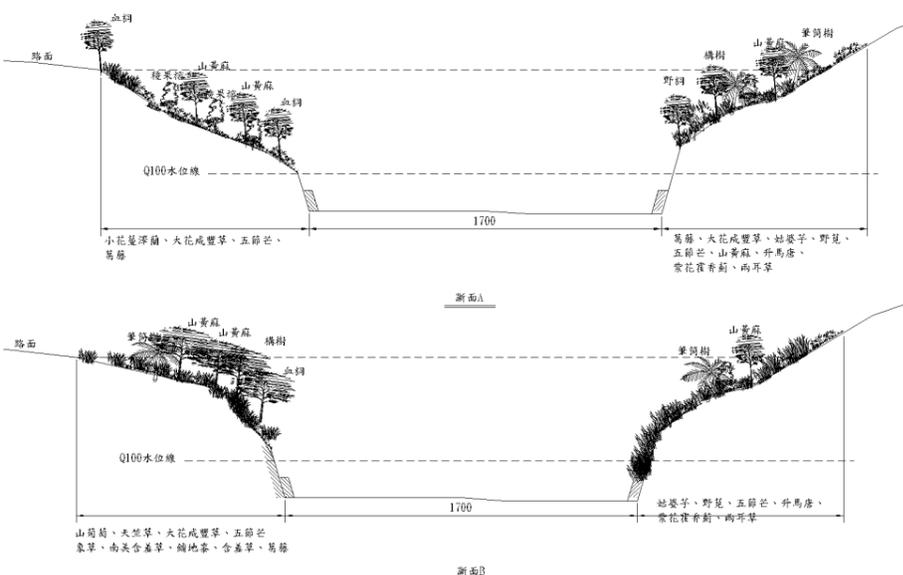


圖4-34 斷面形式及相對位置圖-控制點11



斷面 A(98.7.4)



斷面 B(98.7.4)

表 4-44 各斷面植物生活型態表-控制點 11

A	生活型	B	生活型
小花蔓澤蘭	多年生藤本	筆筒樹	陽性喬木
大花咸豐草	多年生草本	山黃麻	常綠喬木
五節芒	多年生草本	構樹	落葉中喬木
葛藤	多年生草質藤本	血桐	常綠小或中喬木
血桐	常綠小或中喬木	山葡萄	多年生藤本
稜果榕	常綠喬木	天竺草	多年生草本
山黃麻	常綠喬木	大花咸豐草	多年生草本
野桐	半落葉性喬木	五節芒	多年生草本
構樹	落葉中喬木	象草	多年生草本
筆筒樹	陽性喬木	南美含羞草	多年生草本
葛藤	多年生草質藤本	鋪地黍	多年生草本
姑婆芋	多年生草本	含羞草	多年生草本
野荳	一年生草本	葛藤	多年生草質藤本
升馬唐	一年生草本	筆筒樹	陽性喬木
紫花霍香薊	陸生的草本	姑婆芋	多年生草本
兩耳草	多年生匍匐性草本	野荳	一年生草本
		升馬唐	一年生草本
		紫花霍香薊	陸生的草本
		兩耳草	多年生匍匐性草本

表 4-43 植物種類歸類特性統計表-控制點 11

類別	歸類特性	蕨類植物	裸子植物	雙子葉植物	單子葉植物	總計
類別	科數	1	0	7	2	10
	屬數	1	0	12	6	19
	種數	1	0	13	7	21
生長習性	草本	0	0	5	7	12
	喬木	1	0	5	0	6
	灌木	0	0	0	0	0
	藤本	0	0	3	0	3
屬性	原生	1	0	12	7	20
	特有	0	0	0	0	0
	歸化	0	0	0	0	0
	栽培	0	0	1	0	1

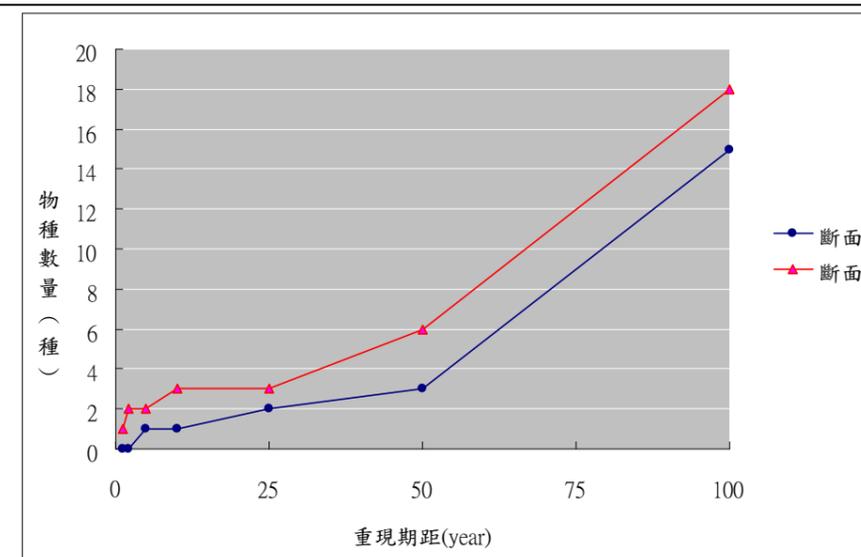


圖4-35 植物與各頻率水位關係圖-控制點11

控制點 11

表 4-45 木本植物重要值指標-控制點 11

木本植物	數量(顆)	相對密度	相對頻度	相對優勢度	IVI
血桐	6	28.57	20	27.90	76.47
稜果榕	2	9.52	10	12.88	32.40
山黃麻	4	19.05	20	19.30	58.35
野桐	2	9.52	10	10.73	30.25
構樹	5	23.81	20	21.46	65.27
筆筒樹	2	9.53	20	7.73	37.26
合計	21	100.00	100.00	100.00	300.00

表 4-46 草本植物重要值指標-控制點 11

草本植物	數量(株)	相對密度	相對頻度	相對優勢度	IVI
小花蔓澤蘭	10	8.26	4.35	9.05	21.66
大花咸豐草	31	25.61	8.70	25.35	59.66
五節芒	13	10.74	8.70	11.31	30.75
葛藤	7	5.79	8.70	9.28	23.77
象草	2	1.65	4.35	0.90	6.90
南美含羞草	2	1.65	4.35	1.81	7.81
鋪地黍	1	0.83	4.35	0.90	6.08
含羞草	4	3.31	4.35	2.72	10.36
山葡萄	1	0.83	4.35	0.90	6.08
天竺草	2	1.65	4.35	1.81	7.81
姑婆芋	5	4.13	8.70	7.24	20.07
野萵	8	6.61	8.70	3.17	18.48
升馬唐	7	5.79	8.70	6.33	20.81
紫花霍香薊	21	17.36	8.70	16.74	42.79
兩耳草	7	5.79	8.70	2.49	16.97
合計	121	100.00	100.00	100.00	300.00

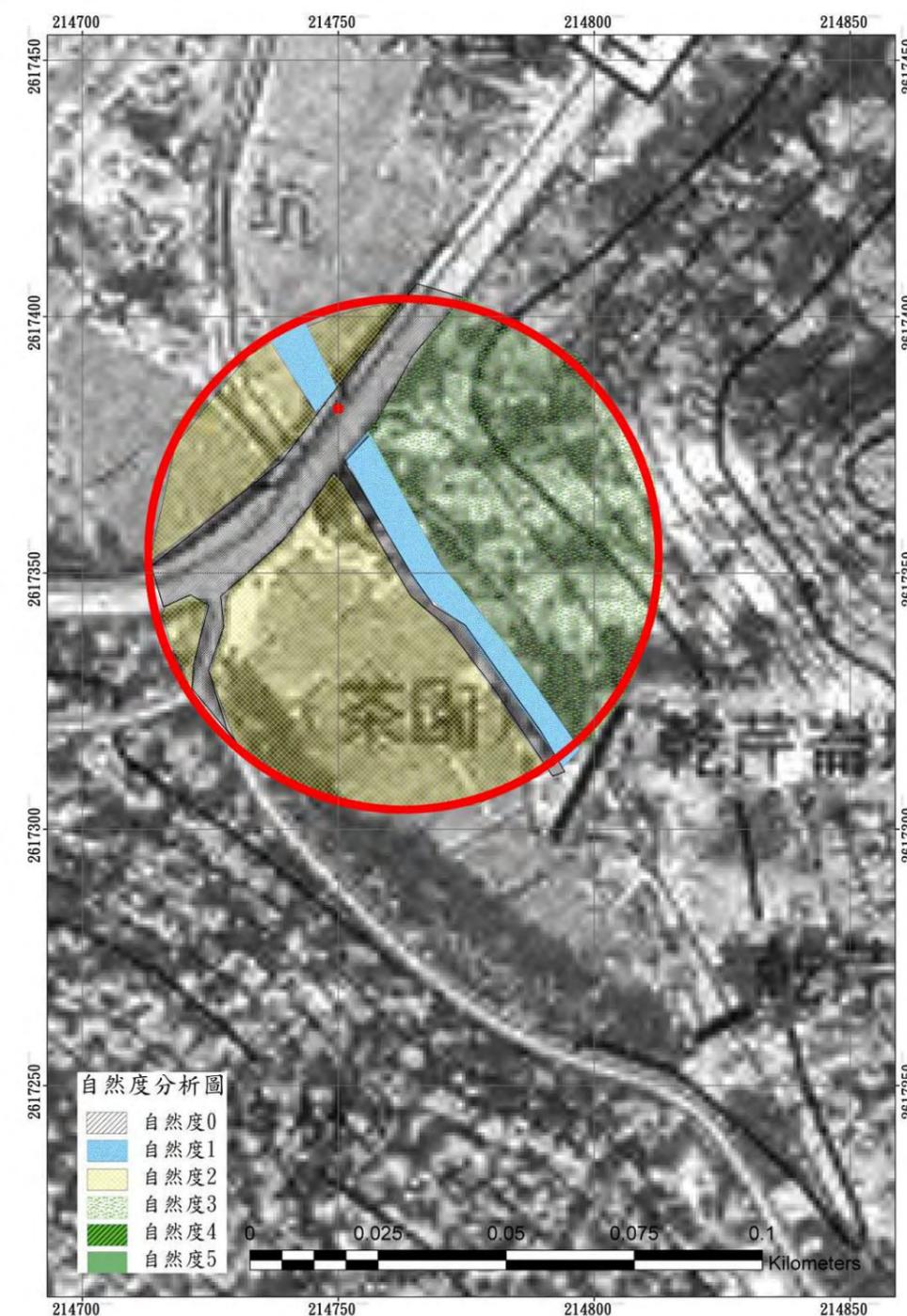


圖4-36 自然度分布圖-控制點11

控制點 12

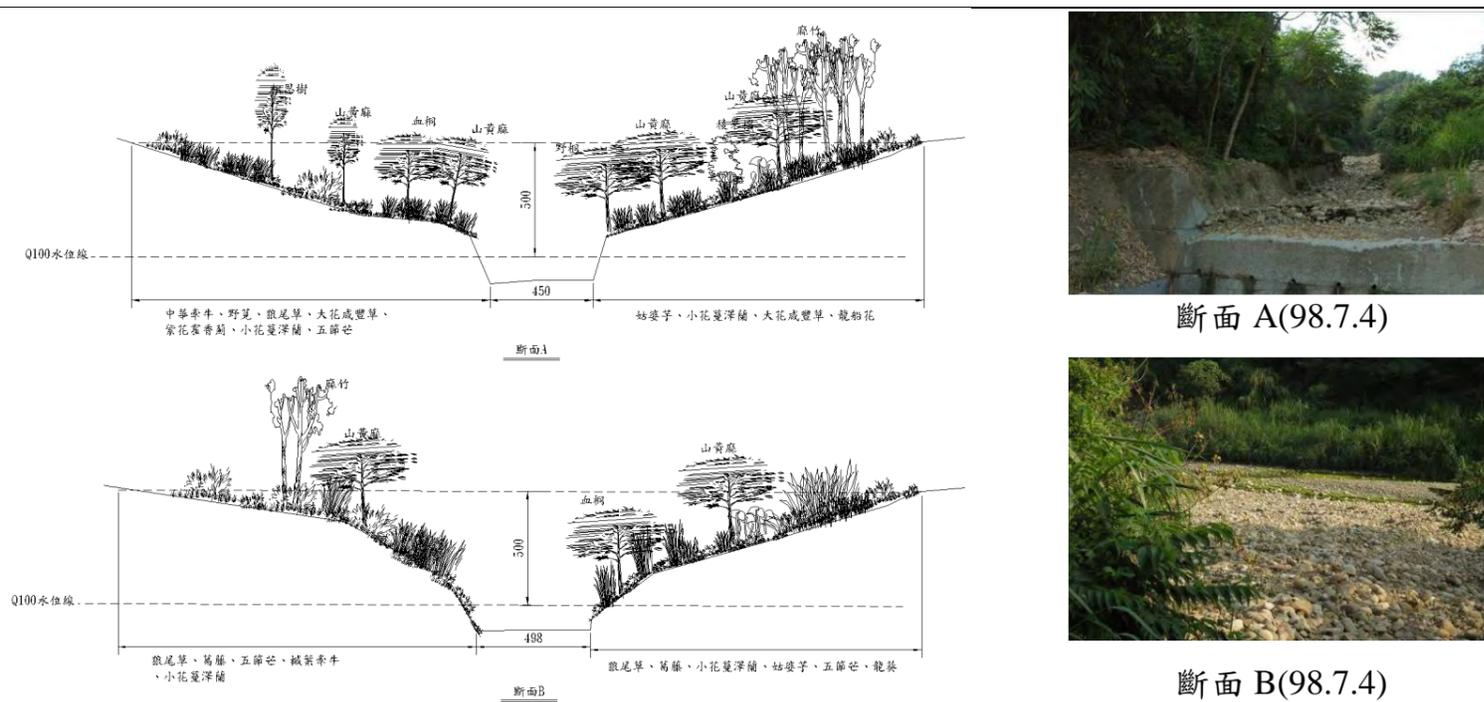


圖4-37 断面形式及相對位置圖-控制點12

表 4-48 各断面植物生活型態表-控制點 12

A	生活型	B	生活型
山黃麻	常綠喬木	狼尾草	多年生禾草
麻竹	常綠喬木	山黃麻	常綠喬木
姑婆芋	多年生草本	麻竹	常綠喬木
小花蔓澤蘭	多年生藤本	葛藤	多年生草質藤本
大花咸豐草	多年生草本	五節芒	多年生草本
稜果榕	常綠喬木	槭葉牽牛	多年生攀緣性草本
龍船花	常綠小灌木	小花蔓澤蘭	多年生藤本
野桐	半落葉性喬木	血桐	常綠小或中喬木
中華牽牛	一年生草質藤本	狼尾草	多年生禾草
野荳	一年生草本	姑婆芋	多年生草本
狼尾草	多年生禾草	龍葵	一年生茄科草本
血桐	常綠小或中喬木		
紫花霍香薷	陸生的草本		
相思樹	常綠喬木		
五節芒	多年生草本		

表 4-47 植物種類歸隸特性統計表-控制點 12

	歸隸特性	蕨類植物	裸子植物	雙子葉植物	單子葉植物	總計
類別	科數	0	0	9	2	11
	屬數	0	0	13	4	17
	種數	0	0	14	4	18
生長習性	草本	0	0	5	3	8
	喬木	0	0	5	1	6
	灌木	0	0	1	0	1
	藤本	0	0	3	0	3
屬性	原生	0	0	14	4	18
	特有	0	0	0	0	0
	歸化	0	0	0	0	0
	栽培	0	0	0	0	0

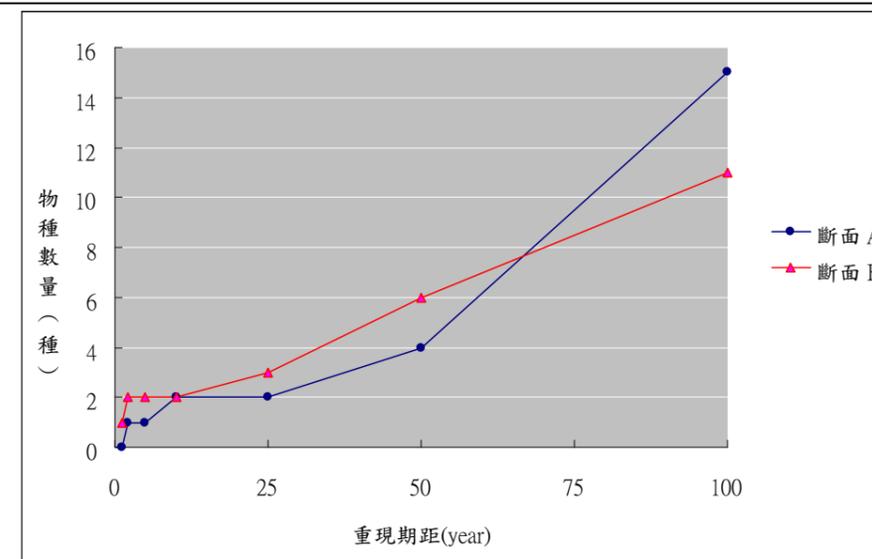


圖4-38 植物與各頻率水位關係圖-控制點12

控制點 12

表 4-49 木本植物重要值指標-控制點 12

木本植物	數量(顆)	相對密度	相對頻度	相對優勢度	IVI
龍船花	1	4.55	10	0.95	15.50
野桐	1	4.55	10	3.16	17.71
山黃麻	8	36.36	20	39.56	95.92
麻竹	5	22.72	20	25.32	68.04
稜果榕	1	4.55	10	2.53	17.08
血桐	5	22.72	20	25.32	68.04
相思樹	1	4.55	10	3.16	17.71
合計	22	100.00	100.00	100.00	300.00

表 4-50 草本植物重要值指標-控制點 12

草本植物	數量(株)	相對密度	相對頻度	相對優勢度	IVI
姑婆芋	10	8.26	13.33	8.47	30.06
小花蔓澤蘭	15	12.40	13.33	10.89	36.62
大花咸豐草	9	7.44	6.67	6.04	20.15
葛藤	13	10.74	6.67	8.06	25.47
槭葉牽牛	5	4.13	6.67	3.23	14.03
龍葵	3	2.48	6.67	1.61	10.76
中華牽牛	2	1.65	6.67	0.81	9.13
野萵	7	5.79	6.67	4.84	17.29
狼尾草	43	35.54	13.33	48.39	97.26
五節芒	12	9.92	13.33	7.26	30.51
紫花霍香薊	2	1.65	6.67	0.40	8.72
合計	121	100.00	100.00	100.00	300.00



圖4-39 自然度分布圖-控制點12

控制點 13

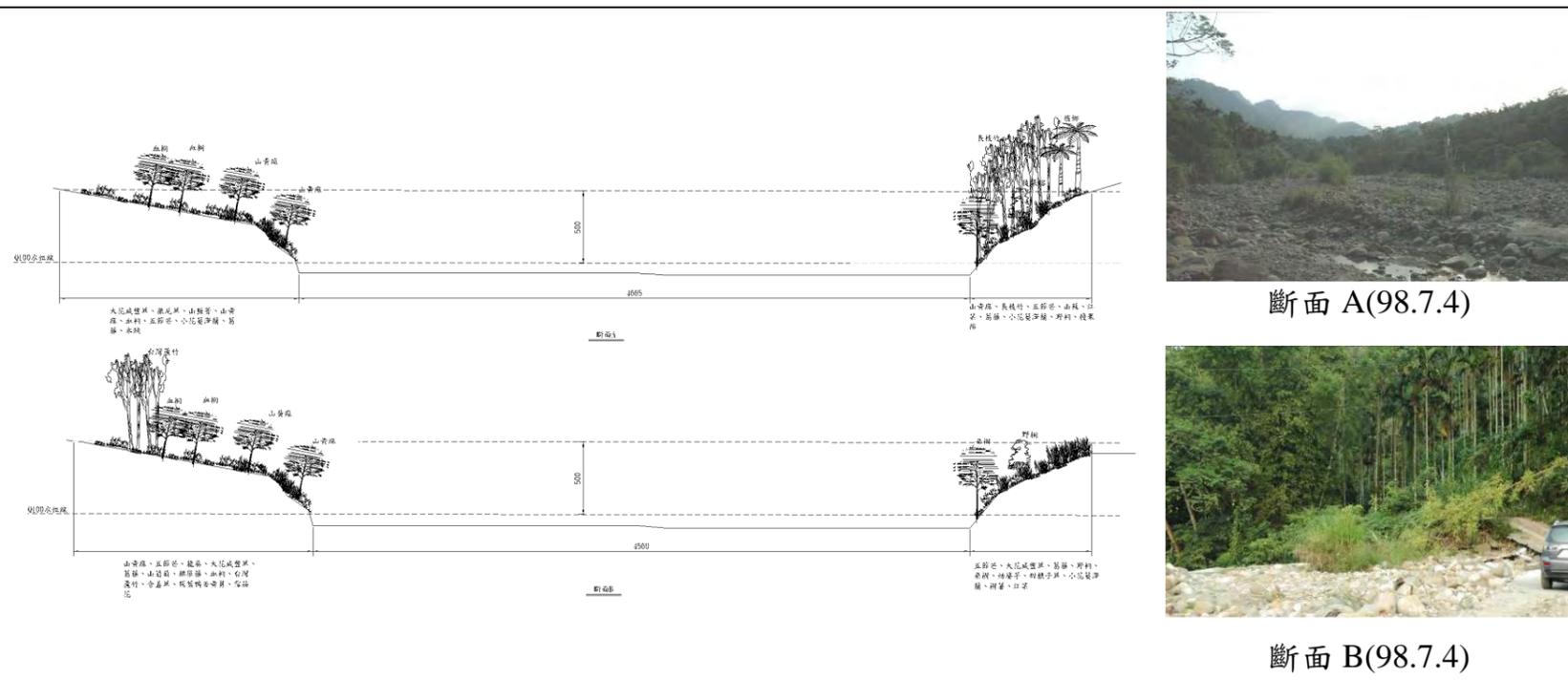


圖4-40 斷面形式及相對位置圖-控制點13

表 4-52 各斷面植物生活型態表-控制點 13

A	生活型	B	生活型
山黃麻	常綠喬木	山黃麻	常綠喬木
長枝竹	常綠喬木	五節芒	多年生草本
五節芒	多年生草本	大花咸豐草	多年生草本
山蘇	多年生草本	龍葵	一年生茄科草本
鴨腳木	半落葉常綠喬木	葛藤	多年生草質藤本
葛藤	多年生草質藤本	山葡萄	多年生藤本
小花蔓澤蘭	多年生藤本	雞屎藤	多年生攀緣性草本
野桐	半落葉性喬木	血桐	常綠小或中喬木
稜果榕	常綠喬木	台灣蘆竹	多年生草本
野薑花	多年生草本植物	含羞草	多年生草本
大花咸豐草	多年生草本	闊葉鴨舌黃舅	一年生草本
菁芳草	草本	雪茄花	多年生草本
水竹葉	多年生草本	野桐	半落葉性喬木
青飯藤	陽性多年生草本	桑樹	多年生落葉性灌木
筆筒樹	陽性喬木	姑婆芋	多年生草本
檳榔	常綠性喬木	甜根子草	多年生草本
狼尾草	多年生禾草	小花蔓澤蘭	多年生藤本
山鹽菁	落葉性喬木	樹薯	落葉灌木
血桐	常綠小或中喬木	鴨腳木	半落葉常綠喬木
木賊	多年生草本		

表 4-51 植物種類歸棣特性統計表-控制點 13

類別	歸棣特性	蕨類植物	裸子植物	雙子葉植物	單子葉植物	總計
類別	科數	3	0	16	5	24
	屬數	3	0	22	9	34
	種數	3	0	22	9	34
生長習性	草本	0	0	10	7	17
	喬木	0	0	7	2	9
	灌木	0	0	2	0	2
	藤本	0	0	3	0	3
屬性	原生	3	0	21	8	32
	特有	0	0	0	0	0
	歸化	0	0	0	0	0
	栽培	0	0	1	1	2

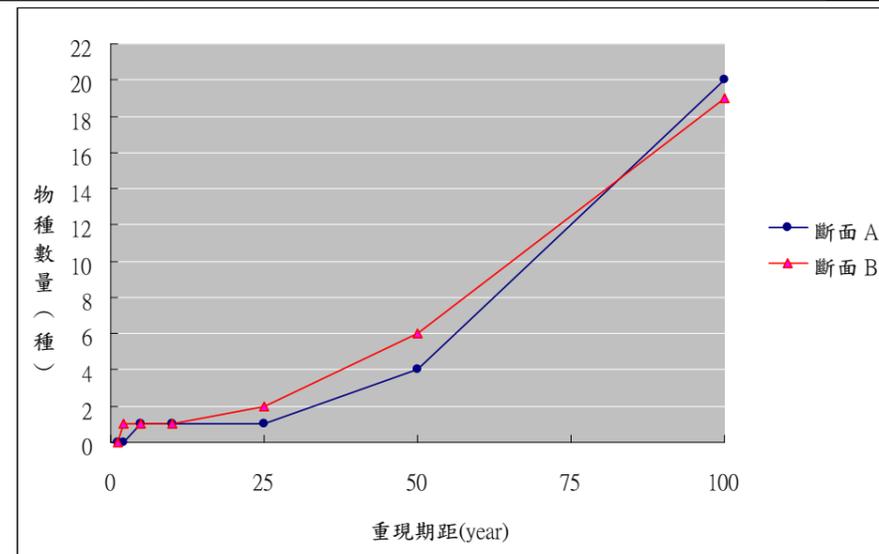


圖4-41 植物與各頻率水位關係圖-控制點13

控制點 13

表 4-53 木本植物重要值指標-控制點 13

木本植物	數量(顆)	相對密度	相對頻度	相對優勢度	IVI
野桐	3	11.53	13.33	13.52	38.38
稜果榕	1	3.85	6.67	3.00	13.52
鴨腳木	3	11.53	13.33	9.01	33.88
山黃麻	6	23.08	13.33	28.53	64.94
長枝竹	5	19.23	6.67	15.02	40.92
筆筒樹	1	3.85	6.67	3.00	13.52
檳榔	1	3.85	6.67	3.00	13.52
山鹽菁	1	3.85	6.67	1.80	12.31
血桐	3	11.53	13.33	18.02	42.88
桑樹	1	3.85	6.67	3.00	13.52
樹薯	1	3.85	6.67	2.10	12.61
合計	26	100.00	100.00	100.00	300.00

表 4-54 草本植物重要值指標-控制點 13

草本植物	數量(株)	相對密度	相對頻度	相對優勢度	IVI
五節芒	37	15.95	8.32	20.78	45.07
山蘇	5	2.15	4.17	1.85	8.17
龍葵	3	1.29	4.17	0.69	6.15
葛藤	26	11.21	8.32	12.70	32.24
小花蔓澤蘭	22	9.48	8.32	9.01	26.82
大花咸豐草	47	20.26	8.32	26.78	55.37
木賊	2	0.86	4.17	0.35	5.38
野薑花	7	3.02	4.17	2.30	9.49
甜根子草	2	0.86	4.17	0.69	5.72
菁芳草	10	4.31	4.17	1.39	9.87
水竹葉	8	3.45	4.17	1.62	9.24
青飯藤	7	3.02	4.17	1.39	8.57
山葡萄	13	5.60	4.17	6.93	16.70
雞屎藤	6	2.59	4.17	1.15	7.90
狼尾草	18	7.76	4.17	6.93	18.85
台灣蘆竹	7	3.02	4.17	2.31	9.49
含羞草	6	2.59	4.17	1.39	8.14
闊葉鴨舌黃舅	1	0.43	4.17	0.23	4.83
雪茄花	1	0.43	4.17	0.12	4.72
姑婆芋	4	1.72	4.17	1.39	7.28
合計	232	100.00	100.00	100.00	300.00

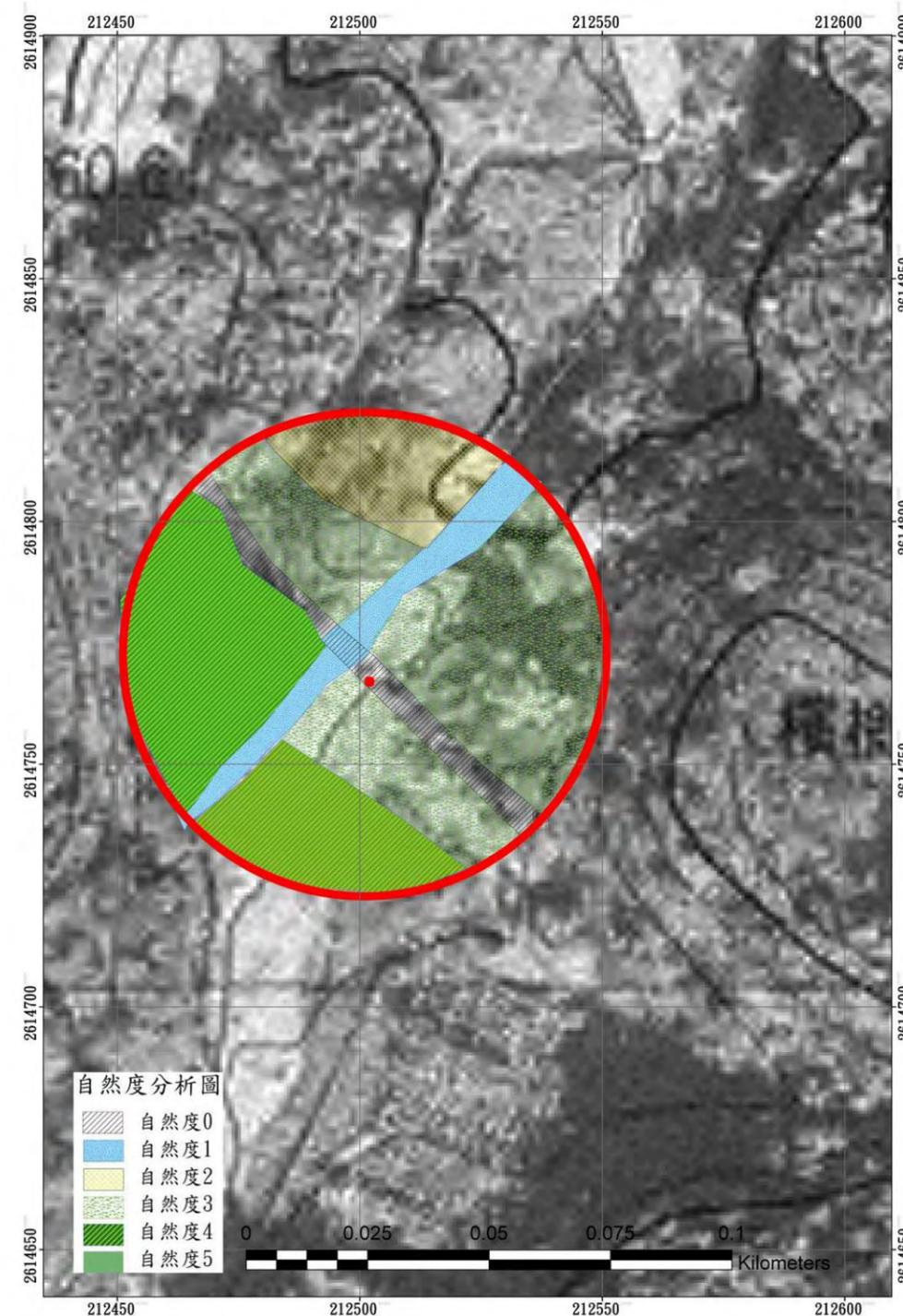


圖4-42 自然度分布圖-控制點13

控制點 14



圖4-43 斷面形式及相對位置圖-控制點14



斷面 A(98.8.20)



斷面 B(98.8.20)

表 4-56 各斷面植物生活型態表-控制點 14

A	生活型	B	生活型
三葉爬崖藤	複葉藤本	野薑花	多年生草本植物
腎蕨	多年生草本	檳榔	常綠性喬木
五節芒	多年生草本	山黃麻	常綠喬木
中華牽牛	一年生草質藤本	構樹	落葉中喬木
小花蔓澤蘭	多年生藤本	葛藤	多年生草質藤本
野薑花	多年生草本植物	小花蔓澤蘭	多年生藤本
檳榔	常綠性喬木	稜果榕	常綠喬木
桑樹	多年生落葉性灌木	山水柳	常綠灌木
血桐	常綠小或中喬木	桑樹	多年生落葉性灌木
姑婆芋	多年生草本	五節芒	多年生草本
山棕	常綠灌木	鴨腳木	半落葉常綠喬木
葛藤	多年生草質藤本	姑婆芋	多年生草本
山黃麻	常綠喬木	野牡丹	常綠灌木
		槭葉牽牛	多年生攀緣性草本

表 4-55 植物種類歸隸特性統計表-控制點 14

	歸隸特性	蕨類植物	裸子植物	雙子葉植物	單子葉植物	總計
類別	科數	0	0	11	4	15
	屬數	0	0	13	5	18
	種數	0	0	15	5	20
生長習性	草本	0	0	2	3	5
	喬木	0	0	5	1	6
	灌木	0	0	4	1	5
	藤本	0	0	4	0	4
屬性	原生	0	0	15	4	19
	特有	0	0	0	0	0
	歸化	0	0	0	0	0
	栽培	0	0	0	1	1

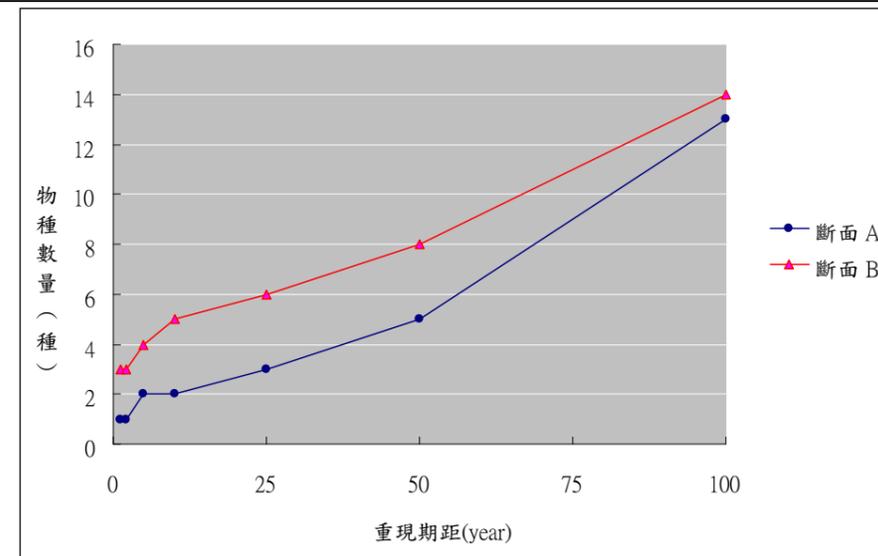


圖4-44 植物與各頻率水位關係圖-控制點14

控制點 14

表 4-57 木本植物重要值指標-控制點 14

木本植物	數量(顆)	相對密度	相對頻度	相對優勢度	IVI
山黃麻	6	20.69	15.39	21.05	57.12
山棕	1	3.45	7.69	3.95	15.09
檳榔	7	24.14	15.39	26.32	65.84
桑樹	4	13.79	15.39	5.26	34.44
血桐	2	6.90	7.69	7.89	22.48
構樹	2	6.90	7.69	6.58	21.17
鴨腳木	1	3.45	7.69	2.63	13.77
野牡丹	1	3.45	7.69	2.63	13.77
稜果榕	2	6.90	7.69	10.53	25.12
山水柳	3	10.33	7.69	13.16	31.20
合計	29	100.00	100.00	100.00	300.00

表 4-58 草本植物重要值指標-控制點 14

草本植物	數量(株)	相對密度	相對頻度	相對優勢度	IVI
三葉爬崖藤	4	2.92	7.14	1.93	11.99
腎蕨	9	6.57	7.14	5.78	19.49
中華牽牛	2	1.46	7.14	0.58	9.18
小花蔓澤蘭	37	27.01	14.29	30.06	71.35
野薑花	22	16.05	14.29	17.34	47.68
五節芒	15	10.95	14.29	13.49	38.73
葛藤	19	13.87	14.29	15.03	43.19
姑婆芋	16	11.68	14.29	6.16	32.13
槭葉牽牛	13	9.49	7.14	9.63	26.26
合計	137	100.00	100.00	100.00	300.00

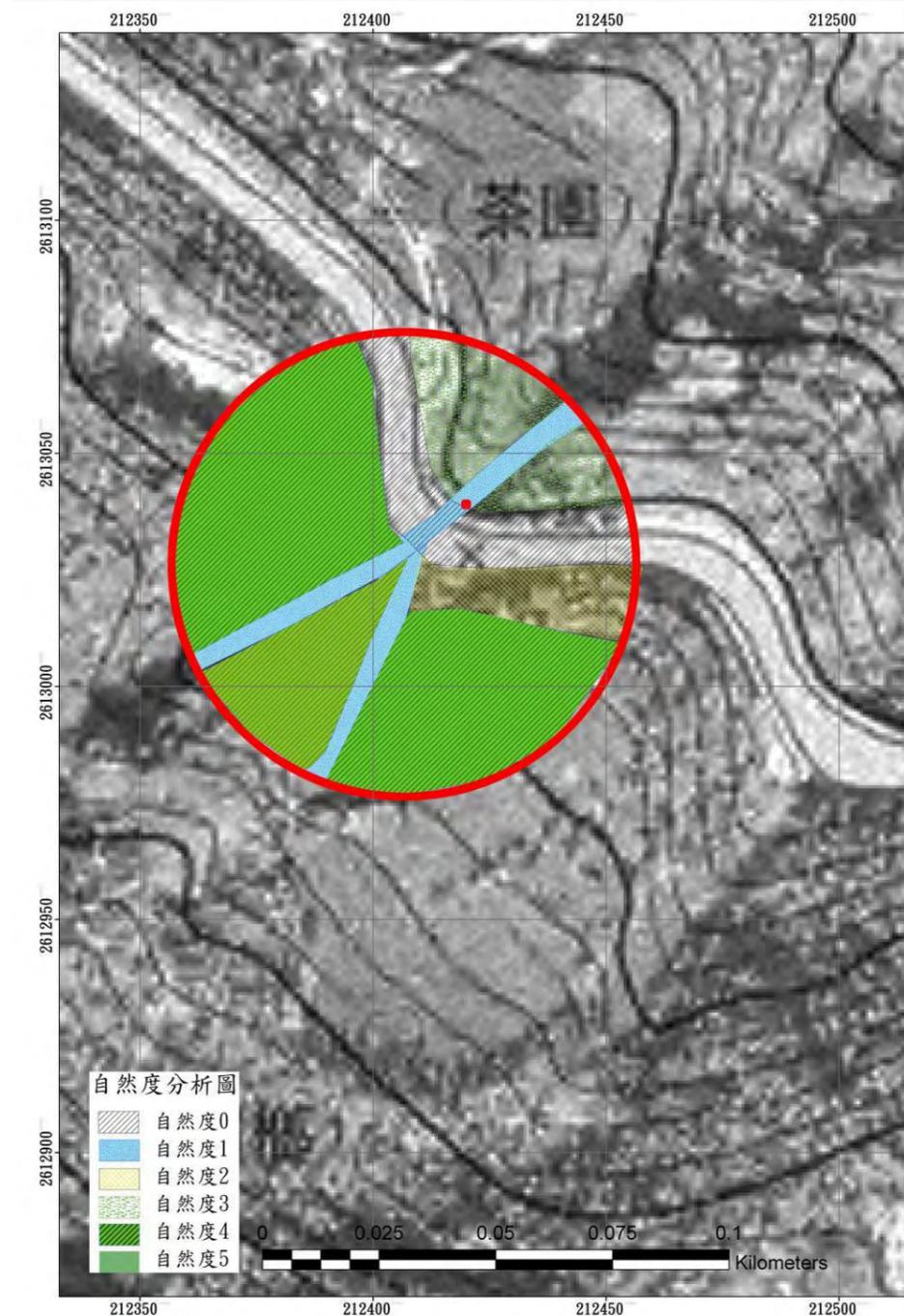


圖4-45 自然度分布圖-控制點14

控制點 15

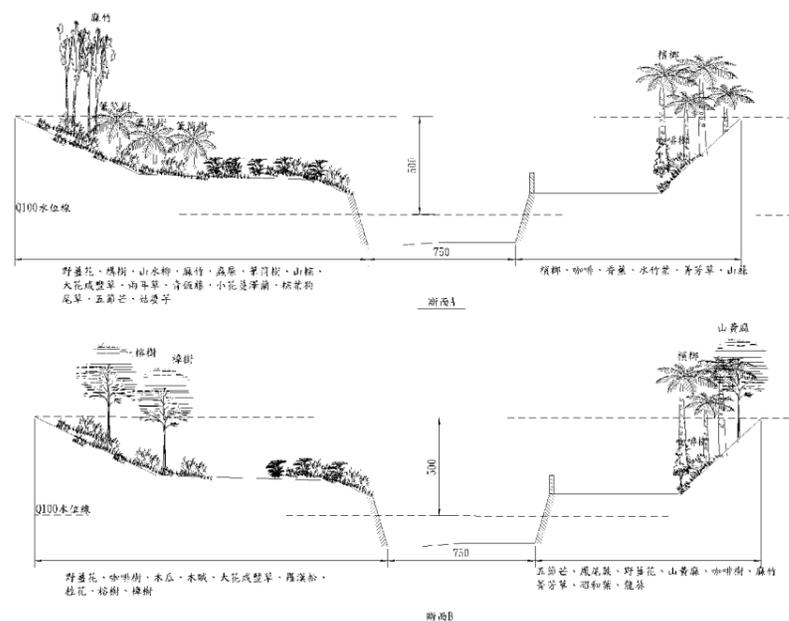


圖4-46 斷面形式及相對位置圖-控制點15



斷面 A(98.7.4)



斷面 B(98.7.4)

表 4-60 各斷面植物生活型態表-控制點 15

A	生活型	B	生活型
檳榔	常綠性喬木	野薑花	多年生草本植物
咖啡	常綠灌木	咖啡	常綠灌木
香蕉	一年生草本植物	木瓜	多年生的草本植物
水竹葉	多年生草本	木賊	多年生草本
菁芳草	草本	大花咸豐草	多年生草本
山蘇	多年生草本	羅漢松	常綠喬木
野薑花	多年生草本植物	桂花	常綠灌木
構樹	落葉中喬木	榕樹	常綠大喬木
山水柳	常綠灌木	樟樹	常綠喬木
麻竹	常綠喬木	五節芒	多年生草本
蟲屎	落葉喬木	鳳尾蕨	多年生草本
筆筒樹	陽性喬木	山黃麻	常綠喬木
山棕	常綠灌木	麻竹	常綠喬木
大花咸豐草	多年生草本	菁芳草	草本
兩耳草	多年生匍匐性草本	昭和草	一年生的草本植物
清飯藤	陽性多年生草本	龍葵	一年生茄科草本
小花蔓澤蘭	多年生藤本		
棕葉狗尾草	多年生草本		
五節芒	多年生草本		
姑婆芋	多年生草本		
紫花霍香蘭	陸生的草本		
桑樹	多年生落葉性灌木		
鳳尾蕨	多年生草本		

表 4-59 植物種類歸類特性統計表-控制點 15

	歸類特性	蕨類植物	裸子植物	雙子葉植物	單子葉植物	總計
類別	科數	4	1	12	6	23
	屬數	4	1	17	10	32
	種數	4	1	17	10	32
生長習性	草本	3	0	7	7	17
	喬木	1	1	5	2	9
	灌木	0	0	4	1	5
	藤本	0	0	1	0	1
屬性	原生	4	1	15	8	28
	特有	0	0	0	0	0
	歸化	0	0	0	0	0
	栽培	0	0	2	2	4

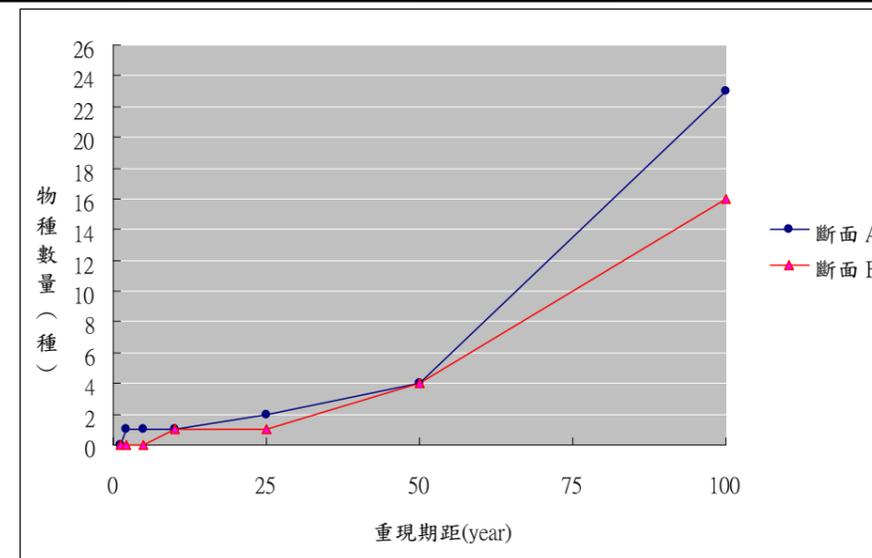


圖4-47 植物與各頻率水位關係圖-控制點15

控制點 15

表 4-61 木本植物重要值指標-控制點 15

木本植物	數量(顆)	相對密度	相對頻度	相對優勢度	IVI
檳榔	4	14.29	6.25	18.6	39.14
咖啡	5	17.87	12.5	16.74	47.11
桑樹	1	3.57	6.25	2.79	12.61
羅漢松	2	7.14	6.25	9.3	22.69
桂花	2	7.14	6.25	5.58	18.97
榕樹	1	3.57	6.25	4.65	14.47
樟樹	1	3.57	6.25	1.4	11.22
山黃麻	1	3.57	6.25	6.98	16.80
構樹	1	3.57	6.25	1.4	11.22
山水柳	1	3.57	6.25	4.65	14.47
麻竹	4	14.29	12.5	11.63	38.42
蟲屎	2	7.14	6.25	4.65	18.04
筆筒樹	2	7.14	6.25	6.98	20.37
山棕	1	3.57	6.25	4.65	14.47
合計	28	100.00	100.00	100.00	300.00

表 4-62 草本植物重要值指標-控制點 15

草本植物	數量(株)	相對密度	相對頻度	相對優勢度	IVI
香蕉	6	5.17	4.35	5.19	14.71
水竹葉	7	6.03	4.35	5.19	15.57
五節芒	13	11.21	8.69	10.39	30.29
山蘇	4	3.45	4.35	3.12	10.92
野薑花	17	14.66	8.69	17.14	40.49
大花咸豐草	14	12.07	8.69	11.95	32.71
菁芳草	12	10.34	8.69	11.95	30.99
昭和草	2	1.72	4.35	0.78	6.85
龍葵	3	2.59	4.35	1.56	8.49
兩耳草	7	6.03	4.35	5.19	15.57
清飯藤	3	2.59	4.35	2.60	9.53
小花蔓澤蘭	6	5.17	4.35	5.19	14.71
棕葉狗尾草	2	1.72	4.35	2.60	8.67
鳳尾蕨	8	6.90	8.69	6.23	21.83
姑婆芋	3	2.59	4.35	3.12	10.06
紫花霍香薊	1	0.86	4.35	1.56	6.77
木瓜	3	2.59	4.35	2.60	9.54
木賊	5	4.31	4.35	3.64	12.30
合計	116.00	100.00	100.00	100.00	300.00



圖4-48 自然度分布圖-控制點15

控制點 16

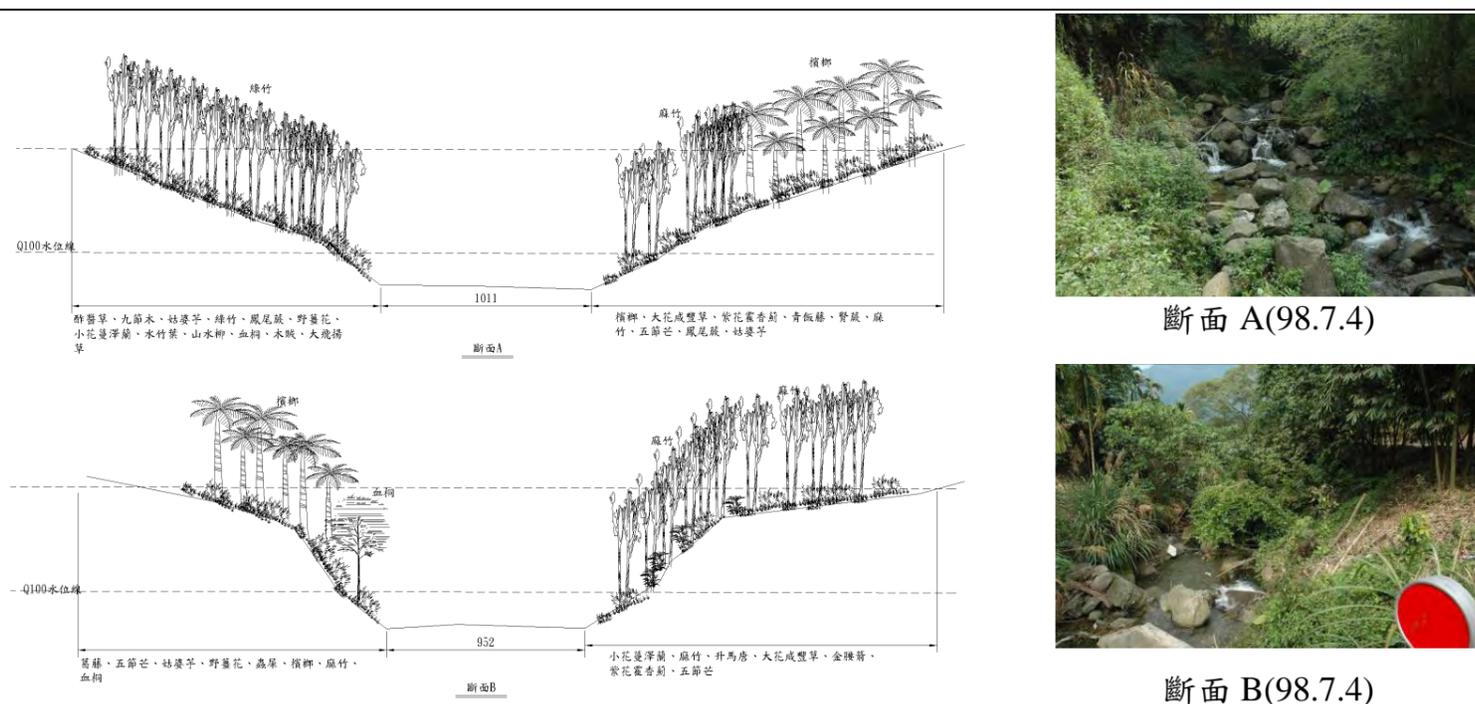


圖4-49 斷面形式及相對位置圖-控制點16

表 4-64 各斷面植物生活型態表-控制點 16

A	生活型	B	生活型
檳榔	常綠性喬木	葛藤	多年生草質藤本
大花咸豐草	多年生草本	五節芒	多年生草本
紫花霍香薊	陸生的草本	姑婆芋	多年生草本
清飯藤	陽性多年生草本	野薑花	多年生草本植物
腎蕨	多年生草本	蟲屎	落葉喬木
麻竹	常綠喬木	檳榔	常綠性喬木
五節芒	多年生草本	麻竹	常綠喬木
鳳尾蕨	多年生草本	血桐	常綠小或中喬木
姑婆芋	多年生草本	小花蔓澤蘭	多年生藤本
酢醬草	多年生草本	升馬唐	一年生草本
九節木	常綠灌木	大花咸豐草	多年生草本
綠竹	常綠喬木	金腰箭	一年生草本
野薑花	多年生草本植物	紫花霍香薊	陸生的草本
小花蔓澤蘭	多年生藤本		
水竹葉	多年生草本		
山水柳	常綠灌木		
血桐	常綠小或中喬木		
木賊	多年生草本		
大飛揚草	一年生蔓性草本		

表 4-63 植物種類歸類特性統計表-控制點 16

類別	歸類特性	蕨類植物	裸子植物	雙子葉植物	單子葉植物	總計
類別	科數	3	0	7	5	15
	屬數	3	0	11	8	22
	種數	3	0	11	8	22
生長習性	草本	3	0	6	5	14
	喬木	0	0	2	3	5
	灌木	0	0	2	0	2
	藤本	0	0	1	0	1
屬性	原生	3	0	11	7	21
	特有	0	0	0	0	0
	歸化	0	0	0	0	0
	栽培	0	0	0	1	1

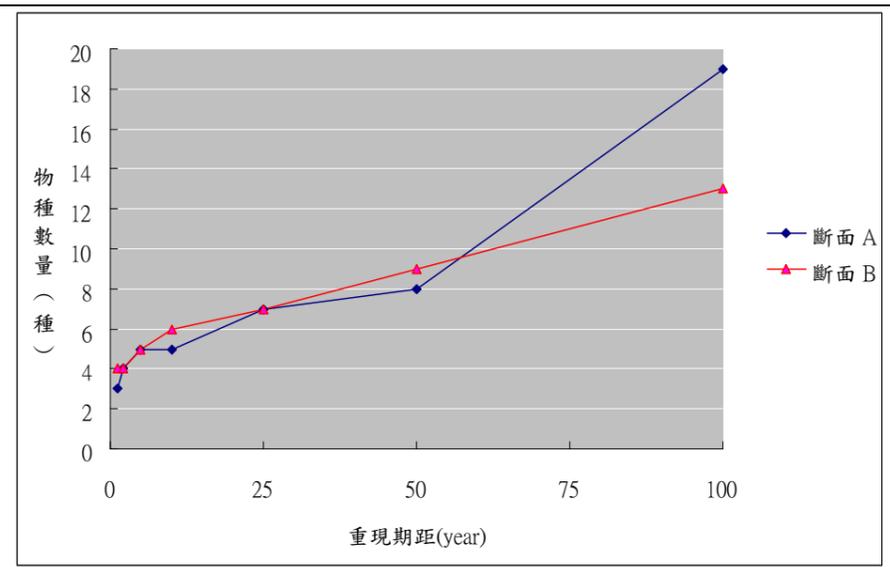


圖4-50 植物與各頻率水位關係圖-控制點16

控制點 16

表 4-65 木本植物重要值指標-控制點 16

木本植物	數量(顆)	相對密度	相對頻度	相對優勢度	IVI
蟲屎	1	5.26	10	2.91	18.17
山水柳	2	10.53	10	7.27	27.80
血桐	6	31.58	20	27.27	78.85
九節木	1	5.26	10	0.73	15.99
綠竹	5	26.31	10	18.18	54.51
檳榔	2	10.53	20	12.73	43.26
麻竹	2	10.53	20	30.91	61.44
合計	19	100.00	100	100	300.00

表 4-66 草本植物重要值指標-控制點 16

草本植物	數量(株)	相對密度	相對頻度	相對優勢度	IVI
大花咸豐草	21	14.19	9.09	17.30	40.58
紫花霍香薊	8	5.41	9.09	4.81	19.30
清飯藤	1	0.68	4.55	0.58	5.80
腎蕨	4	2.70	4.55	2.31	9.56
金腰箭	5	3.38	4.55	2.31	10.23
五節芒	18	12.16	9.09	13.08	34.33
鳳尾蕨	7	4.73	4.55	3.85	13.12
姑婆芋	8	5.41	9.09	5.77	20.26
酢醬草	9	6.08	4.55	2.69	13.32
木賊	5	3.38	4.55	2.31	10.23
大飛揚草	3	2.02	4.55	0.76	7.36
野薑花	14	9.46	9.09	10.00	28.55
小花蔓澤蘭	27	18.24	9.09	21.53	48.87
水竹葉	6	4.05	4.55	5.77	14.37
葛藤	7	4.73	4.55	4.62	13.89
升馬唐	5	3.38	4.55	2.31	10.23
合計	148	100	100	100.00	300.00

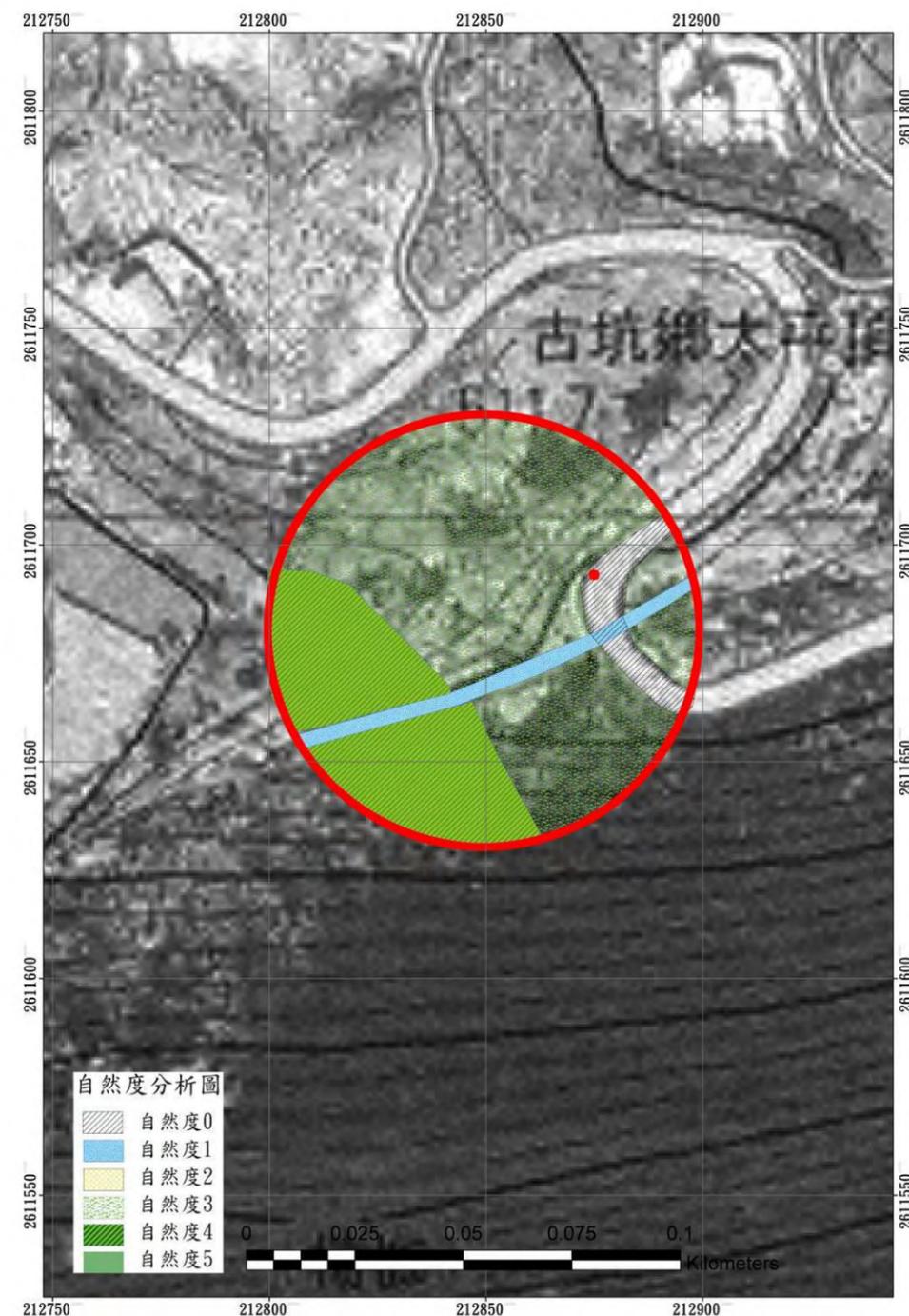


圖4-51 自然度分布圖-控制點16

4-3 分析成果

本計畫分析 16 個控制點，約有 1/3 為天然未設置構造物河道，依這次勘查結果得知：

1. 天然河道木本植物優勢度較高為山黃麻與麻竹，而草本植物中優勢度較高的為小花蔓澤蘭。設有構造物河道木本植物優勢度較高為山黃麻，而草本植物中優勢度較高為大花咸豐草。
2. 而在植物與各頻率水位關係得知，天然河道在 25 年頻率年以下較多草本植物，而在 50 年頻率年時，就開始有灌木植物出現，而在 100 年頻率年時，則開始有喬木出現。在設有構造物河道下，其兩側設有護岸，故在 100 年頻率年內頂多出現草本植物，而喬木、灌木多皆在離護岸頂 1-2m 出現，且其植物物種皆比天然河道少。

伍、集水區水文水理與泥砂來源分析

5-1 水文分析

1. 日雨量頻率年分析

利用甘保氏極端值法及皮爾遜對數法計算各測站日雨量之 P5、P10、P25、P50、P75、P100 雨量，並以地理統計推估集水區範圍各迴歸週期之等頻率線，方法如下：

(1) 甘保氏極端值第一類分布法

甘保氏極端值第一類分布法 (Extreme-value type I distribution) 自 1941 年以來常用為洪水、暴雨頻率分析，結果頗佳。設 x 為一無限變數，則具重覆之指數型機率函數，其等於或小於 x 值發生之機率為：

$$P(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\beta)}}$$

在式中， α 為尺度參度 (Scale parameter)， β 為位置參數 (Location parameter)。而費西爾—梯板特兩氏 (Fisher-Tippett) 曾以動差法 (Method of moments) 求得 α 、 β 之關係如下：

$$\alpha = 1.2825/\sigma$$

$$\beta = \mu - 0.450051.2825\sigma$$

上式中， μ 為水文量之平均數， σ 為其標準偏差

假設將減化變量 (Reduced variate) $y = \alpha(x - \beta)$ 代入 α 、 β 換算後可得：

$$x = (0.7797\sigma)y + (\mu - 0.45005\sigma)$$

上式可改寫為具甘保分布頻率曲線基本型式為：

$$Q_r = \frac{1}{\alpha} y + \beta$$

由式可知，極端值第一類分布結果可將某水文事件 Q_r 與其相對

應減化變量 y 成一線性方向式。而在式中減化變量 y 可求算如下：

$$y = -\ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1}{T} \right) \right]$$

由式中可求得機率水文量 x 為

$$\begin{aligned} x &= \mu - 0.45\sigma - 0.7797\sigma \left(\ln \ln \frac{T}{T-1} \right) \\ &= \mu + \left[-\frac{\sqrt{6}}{\pi} \left(0.5772 + \ln \ln \frac{T}{T-1} \right) \right] \sigma \end{aligned}$$

在上式中，令頻率因子 $k_r = -\frac{\sqrt{6}}{\pi} \left[0.5772 + \ln \ln \frac{T}{T-1} \right]$ ， $x = Q_T$

則可得機率水文量方程式為：

$$Q_T = \mu + K_T \sigma$$

上式即為機率水文量之求算式，先將欲分析水文資料之平均值 μ 及標準偏差 σ 求出後，再求出不同迴歸週期之頻率因子 K_r ，代入式即可求出各個迴歸週期之機率水文量。

(2) 皮爾遜對數第三類分布法

對數皮爾遜第三類分布法之使用步驟，首先是將記錄資料換成對數形式，再予以計算：

$$\begin{aligned} \text{平均數} \quad \overline{\log x} &= \frac{\sum \log x}{n} \\ \text{標準偏差} \quad \sigma_{\log x} &= \sqrt{\frac{\sum (\log x - \overline{\log x})^2}{(n-1)}} \\ \text{偏態係數} \quad g &= \frac{n \sum (\log x - \overline{\log x})^3}{(n-1)(n-2)(\sigma_{\log x})^3} \end{aligned}$$

任何機率水準的 x 值， $\log x = \overline{\log x} + K \sigma_{\log x}$ ，其中 K 值是從表 5-1 查得。

表 5-1 對數—皮爾遜第三類分布之 K 值

g	重現期距	重現期距	重現期距	重現期距	重現期距	重現期距	重現期距	重現期距
	1.1 年	2 年	5 年	10 年	25 年	50 年	75 年	100 年
3	-0.660	-0.396	0.420	1.180	2.278	3.152	3.602	4.051
2.8	-0.702	-0.384	0.460	1.210	2.275	3.114	3.544	3.973
2.6	-0.747	-0.368	0.499	1.238	2.267	3.071	3.480	3.889
2.4	-0.795	-0.351	0.537	1.262	2.256	3.023	3.412	3.800
2.2	-0.844	-0.330	0.574	1.284	2.240	2.970	3.338	3.705
2	-0.895	-0.307	0.609	1.302	2.219	2.912	3.259	3.605
1.8	-0.945	-0.282	0.643	1.318	2.193	2.848	3.174	3.499
1.6	-0.994	-0.254	0.675	1.329	2.163	2.780	3.084	3.388
1.4	-1.041	-0.225	0.705	1.337	2.128	2.706	2.989	3.271
1.2	-1.086	-0.195	0.732	1.340	2.087	2.626	2.888	3.149
1	-1.128	-0.164	0.758	1.340	2.043	2.542	2.782	3.022
0.8	-1.166	-0.132	0.780	1.336	1.993	2.453	2.672	2.891
0.6	-1.200	-0.099	0.800	1.328	1.939	2.359	2.557	2.755
0.4	-1.231	-0.066	0.816	1.317	1.880	2.261	2.438	2.615
0.2	-1.258	-0.033	0.830	1.301	1.818	2.159	2.316	2.472
0	-1.282	0.000	0.842	1.282	1.751	2.054	2.190	2.326
-0.2	-1.301	0.033	0.850	1.258	1.680	1.945	2.062	2.178
-0.4	-1.317	0.066	0.855	1.231	1.606	1.834	1.932	2.029
-0.6	-1.328	0.099	0.857	1.200	1.528	1.720	1.800	1.880
-0.8	-1.336	0.132	0.856	1.166	1.448	1.606	1.670	1.733
-1	-1.340	0.164	0.852	1.128	1.366	1.492	1.540	1.588
-1.2	-1.340	0.195	0.844	1.086	1.282	1.379	1.414	1.449
-1.4	-1.337	0.225	0.832	1.041	1.198	1.270	1.294	1.318
-1.6	-1.329	0.254	0.817	0.994	1.116	1.166	1.182	1.197
-1.8	-1.318	0.282	0.799	0.945	1.035	1.069	1.078	1.087
-2	-1.302	0.307	0.777	0.895	0.959	0.980	0.985	0.990
-2.2	-1.284	0.330	0.752	0.844	0.888	0.900	0.903	0.905
-2.4	-1.262	0.351	0.725	0.795	0.823	0.830	0.831	0.832
-2.6	-1.238	0.368	0.696	0.747	0.764	0.768	0.769	0.769
-2.8	-1.210	0.384	0.666	0.702	0.712	0.714	0.714	0.714
-3	-1.180	0.396	0.636	0.660	0.666	0.667	0.667	0.667

資料處理之徐昇多邊形法計算各集水區內之水文量，各雨量站之
 權重分布如表圖 5-1 及表 5-2 所示：

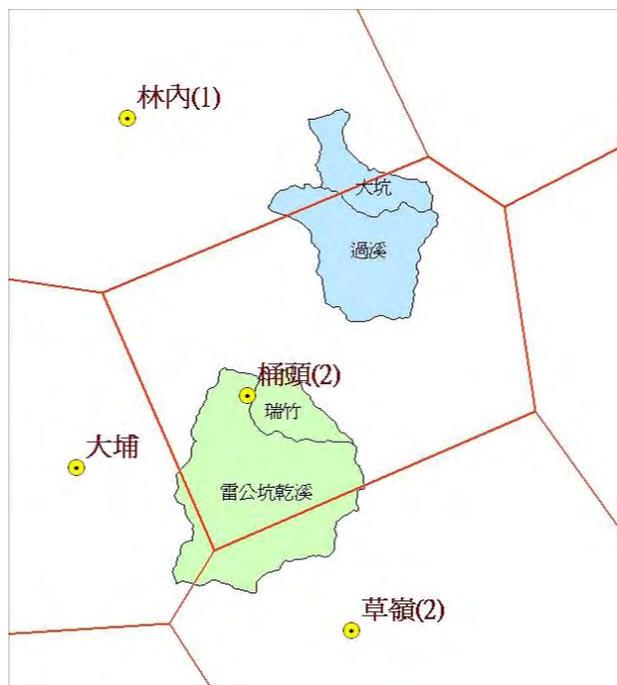


圖 5-1 計畫區徐昇氏多邊形法加權計算圖

表 5-2 各雨量測站之權重

雨量站	林內(1)	桶頭(2)	大埔	草嶺(2)
集水區				
大坑、過溪	22.42%	77.58%	-	-
瑞竹、雷公乾坑溪	-	71.46%	6.60%	21.94%

利用甘保氏極端值法及皮爾遜對數法計算各測站最大一日、二日
 及三日雨量之 1.1、2、5、10、25、50 及 100 年雨量，並以 SE 及 SSE
 誤差指標研判最佳統計分布，有關誤差指標值 SE 及 SSE 之定義如下：

$$SE = \left[\frac{\sum (x_i - \bar{x}_i)^2}{n} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$SSE = \sum (x_i - \bar{x}_i)^2$$

其中，n：觀測資料個數

x_i ：第 i 個觀測樣本資料

x_i ：利用點繪公式計算第 i 觀測樣本 x_i 累積機率，再由選用之統計分布估算對應該累積機率之水文量 x_i 。

各測站一日、二日、三日最大暴雨頻率分析結果詳表 5-3~表 5-8。
其歷年降雨資料統計整理如表 5-9~表 5-10 所示。

表 5-3 大坑、過溪集水區年一日重現期距

雨量站	重現期距(甘保氏極端值法)									重現期距(對數皮爾遜第三類分布法)								
	1.1 年	2 年	5 年	10 年	25 年	50 年	100 年	SE 值	SSE 值	1.1 年	2 年	5 年	10 年	25 年	50 年	100 年	SE 值	SSE 值
林內(1) (22.42%)	109	171	228	266	314	349	384	-	-	110	171	229	269	318	355	393	-	-
桶頭(2) (77.58%)	118	231	334	402	488	552	615	-	-	125	223	332	410	517	602	690	-	-
加權平均	116	218	310	371	449	506	563	21	17199	122	211	309	379	473	546	624	24	22464

表 5-4 瑞竹、雷公乾坑溪集水區年一日重現期距

雨量站	重現期距(甘保氏極端值法)									重現期距(對數皮爾遜第三類分布法)								
	1.1 年	2 年	5 年	10 年	25 年	50 年	100 年	SE 值	SSE 值	1.1 年	2 年	5 年	10 年	25 年	50 年	100 年	SE 值	SSE 值
桶頭(2) (71.46%)	118	231	334	402	488	552	615	-	-	125	223	332	410	517	602	690	-	-
大埔 (6.60%)	95	202	299	364	445	506	566	-	-	114	190	285	360	471	566	671	-	-
草嶺(2) (21.94%)	128	302	462	568	701	801	899	-	-	133	288	466	594	765	898	1035	-	-
加權平均	119	245	360	436	532	603	674	31	37479	126	235	358	447	568	664	765	35	47775

表 5-5 大坑、過溪集水區年二日重現期距

雨量站	重現期距(甘保氏極端值法)									重現期距(對數皮爾遜第三類分布法)								
	1.1 年	2 年	5 年	10 年	25 年	50 年	100 年	SE 值	SSE 值	1.1 年	2 年	5 年	10 年	25 年	50 年	100 年	SE 值	SSE 值
林內(1) (22.42%)	137	230	315	371	442	495	547	-	-	137	228	318	378	454	511	569	-	-
桶頭(2) (77.58%)	157	312	454	548	667	755	843	-	-	171	299	446	557	711	836	970	-	-
加權平均	152	294	423	509	617	697	777	31	37479	163	283	418	517	653	763	880	34	45084

表 5-6 瑞竹、雷公坑乾溪集水區年二日重現期距

雨量站	重現期距(甘保氏極端值法)									重現期距(對數皮爾遜第三類分布法)								
	1.1 年	2 年	5 年	10 年	25 年	50 年	100 年	SE 值	SSE 值	1.1 年	2 年	5 年	10 年	25 年	50 年	100 年	SE 值	SSE 值
桶頭(2) (71.46%)	157	312	454	548	667	755	843	-	-	171	299	446	557	711	836	970	-	-
大埔 (6.60%)	122	278	421	515	635	723	811	-	-	155	260	396	507	674	821	987	-	-
草嶺(2) (21.94%)	172	432	669	826	1025	1172	1318	-	-	189	416	670	848	1080	1256	1434	-	-
加權平均	158	336	499	607	744	845	945	43	72111	174	322	492	617	789	927	1073	48	89856

表 5-7 大坑、過溪集水區年三日重現期距

雨量站	重現期距(甘保氏極端值法)									重現期距(對數皮爾遜第三類分布法)								
	1.1 年	2 年	5 年	10 年	25 年	50 年	100 年	SE 值	SSE 值	1.1 年	2 年	5 年	10 年	25 年	50 年	100 年	SE 值	SSE 值
林內(1) (22.42%)	175	274	365	425	500	556	612	-	-	168	279	375	433	501	548	597	-	-
桶頭(2) (77.58%)	205	358	497	590	706	793	879	-	-	212	351	497	599	734	838	946	-	-
加權平均	199	339	468	553	660	740	819	26	26364	202	335	469	562	681	773	868	28	30576

表 5-8 瑞竹、雷公坑乾溪集水區年三日重現期距

雨量站	重現期距(甘保氏極端值法)									重現期距(對數皮爾遜第三類分布法)								
	1.1 年	2 年	5 年	10 年	25 年	50 年	100 年	SE 值	SSE 值	1.1 年	2 年	5 年	10 年	25 年	50 年	100 年	SE 值	SSE 值
桶頭(2) (71.46%)	205	358	497	590	706	793	879	-	-	212	351	497	599	734	838	946	-	-
大埔 (6.60%)	174	327	466	559	676	762	848	-	-	190	317	458	560	701	813	932	-	-
草嶺(2) (21.94%)	220	484	724	884	1085	1234	1382	-	-	233	471	727	904	1135	1310	1487	-	-
加權平均	207	384	545	652	787	888	987	44	75504	215	375	545	663	820	940	1064	49	93639

表 5-9 大坑、過溪集水區歷年降雨資料統計(單位：mm)

雨量站	林內(1)	桶頭(2)	加權平均
歷年平均雨量	1985.9	2802.7	2619.6
最大年平均雨量	3144.7 (1939)	4270.2 (1950)	4017.9
最小年平均雨量	1091.0 (2002)	1653.0 (1997)	1527.0
歷年一日最大雨量	532.4 (1960/7/31)	628.9 (1960/7/31)	607.3
歷年二日最大雨量	620.9 (1960/7/31)	735.5 (1960/7/31)	709.8
歷年三日最大雨量	650.4 (1960/7/30)	749.8 (1960/7/30)	727.5

表 5-10 瑞竹、雷公坑乾溪集水區歷年降雨資料統計(單位：mm)

雨量站	桶頭(2)	大埔	草嶺(2)	加權平均
歷年平均雨量	2802.7	2550.4	2595.5	2740.6
最大平均雨量	4270.2 (1950)	3809.0 (2005)	4091.0 (2005)	4200.4
最小平均雨量	1653.0 (1997)	1652.0 (1993)	1401.0 (1991)	1597.6
歷年一日最大雨量	628.9 (1960/7/31)	748.0 (1959/8/7)	742.0 (1996/7/31)	661.6
歷年二日最大雨量	735.5 (1960/7/31)	842.0 (2001/9/17)	1320.0 (1996/7/31)	870.8
歷年三日最大雨量	749.8 (1960/7/30)	848.0 (2001/9/16)	1331.0 (1996/7/31)	883.8

2. 莫拉克颱風期間雨量資料

自執行本計畫案開始至今，台灣地區登陸且對本計畫範圍影響最

深的颱風為莫拉克颱風(中度)，此颱風路徑如圖 5-2 所示。蒐集此颱風期間 98 年 8 月 7 日至 8 月 10 日間本集水區雨量站桶頭 (2)、草嶺 (2)、林內 (1) 及大埔雨量站之時雨量資料 (附件六)，採其 24 小時最大降雨量並分析其相對應之降雨頻率年，分析詳表 5-11。

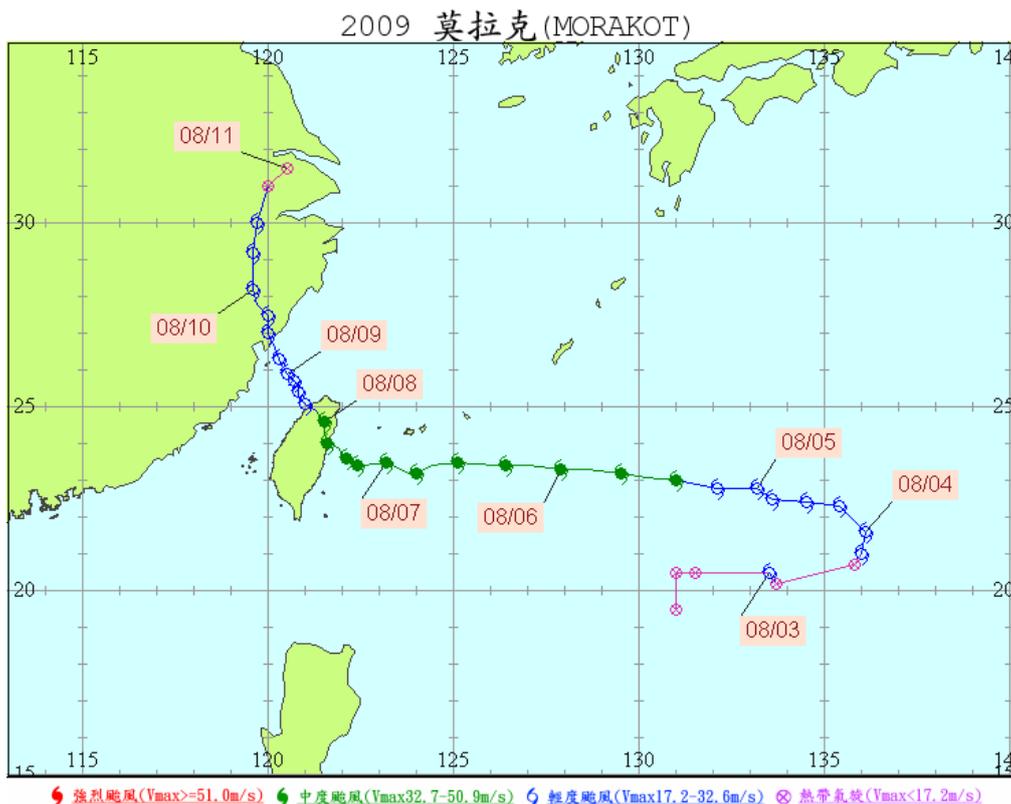


圖 5-2 莫拉克颱風路徑圖

表 5-11 莫拉克颱風期間 24 小時最大降雨頻率分析

雨量站	24 小時最大降雨量(mm)	相對應頻率年(yr)	累積雨量(mm)
桶頭(2)	906	>100	1220
草嶺(2)	986	100	1951
林內(1)	351	50	465
大埔	718	>100	1022

註：各集水區雨量站之頻率年資料詳表 5-3、5-4。

5-2 水理分析及演算

1. 洪峰流量推估

(1) 合理化公式

依據水土保持技術規範第 17 條，合理化公式為

$$Q_p = \frac{1}{360} C I_t^T A$$

式中， Q_p = 洪峰流量(cms)； C = 逕流係數； I_t^T = 重現期距 T 之設計降雨強度； A = 集水區面積(ha)。應用式(1)計算清水流洪峰流量時，其等號右側包括了兩個重要待解的參數，分別為設計降雨強度及逕流係數，其計算方式茲分述如下。

(I) 設計降雨強度(I_t^{50})

依據水土保持技術規範第 16 條規定，降雨強度可依下式推估之，即

$$I_t^{50} = (G + H \log 50) \frac{A}{(t_c + B)^c} I_{60}^{25}$$

式中， $I_{60}^{25} = \left(\frac{P}{25.29 + 0.09P}\right)^2$ ； $A = \left(\frac{P}{-189.96 + 0.31P}\right)^2$ ； $B = 55$

$C = \left(\frac{P}{-381.71 + 1.45P}\right)^2$ ； $G = \left(\frac{P}{42.89 + 1.33P}\right)^2$ ； $H = \left(\frac{P}{-65.33 + 1.83P}\right)^2$ ；

P = 年平均降雨量(mm)； t_c = 集流時間。

(II) 逕流係數(C)

依據水土保持技術規範第 18 條規定，逕流係數 C 值之決定，各項 C 值應依水土保持技術規範訂定之，有實測資料者不在此限。

(III) 集流時間(t_c)

依據水土保持技術規範第 19 條規定，集流時間(t_c)係指逕流自集水區最遠一點到達工程地點出水口所需時間，一般為流入時間與流下

時間之和。計算公式如下：

$$t_c = t_o + t'$$

$$t_o = \lambda/v$$

式中， t_c =集流時間(小時)； t_o =流入時間(雨水經地表面由集水區邊界流至河道所需時間)(小時)； t' =流下時間(雨水流經河道由上游至下游所需時間)(小時)； λ =坡面長度(公里)； v =漫地流流速(一般採用0.3~0.6 m/sec)。

(2) 曼寧阻力公式

曼寧公式運用於水土保持坡地排水及河溪整治工程中，公式如下：

$$Q = \frac{A}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

(3) 含砂水流洪峰流量推估

在集水計畫範圍內不具有土石流潛勢之溪流部份，進行水理演算時，需考慮水流含砂效應，作為設計洪峰流量，水流含砂洪峰流量可表為：

$$Q_p = Q_w(1 + \alpha)$$

式中； Q_p ：考慮水流含砂時之洪峰流量

α ：水流中泥砂混合率，一般以5%—10%為原則，最大值為50%，這部份將參照現場情形，選用適當之 α 值。

(4) 土石流洪峰流量推估

a. 土石流平衡泥砂體積濃度(C_D)

流動中土石流泥砂體積濃度可以下式計算，即

$$C_D = \frac{\gamma_w \tan \theta}{(\gamma_s - \gamma_w)(\tan \phi - \tan \theta)}$$

式中， ϕ =泥砂內摩擦角，與泥砂特性及緊密程度相關，其值介於 $26^\circ \sim 48^\circ$ 之間； θ =溪床坡度； γ_s =土粒單位重量； γ_w =清水單位重量。其合理值應介於 $0.3 \sim 0.9 C_*$ 之間(C_* =溪床上土石堆積物之體積濃度)。

b. 土石流之最小體積濃度($C_{D\min}$)

(i) 周必凡(1991)及連惠邦(1997)則提出土石流最小泥砂體積公式：

$$C_{D\min} \geq \frac{\gamma_w}{\gamma_s + \gamma_w}$$

其中

$$\gamma_w : 1.0\text{g/cm}^3$$

$$\gamma_s : 2.65\text{g/cm}^3$$

得知 $C_{D\min}$ 為 0.274

(ii) 日本常用 $C_{D\min} = 0.3$

(iii) 目前常用為 $C_{D\min} = 0.27$

c. 土石流流量(Q_D)

土石流流量可由清水流流量及泥砂體積濃度推求之，即

$$Q_D = \frac{C_*}{C_* - C_D} Q_w$$

式中， Q_D =土石流流量(cms)； Q_w =清水流流量(cms)，可依合理化公式計算； C_* =溪床上土石堆積物之體積濃度($=1 - P_r$)； P_r =溪床上土石堆積物之孔隙率。如以 $C_D = C_{D\max} = 0.9 C_*$ 代入上式中，可推估得土石流流量。

d. 土石流流深(h_D)

當土石流流量已知時，將溪流概化為矩形斷面，則其流深(h_D)可利用曼寧阻力公式予以計算，即

$$h_D = \left(\frac{n_D Q_D}{B S_o^{1/2}} \right)^{3/5}$$

式中， S_o =溪床坡度，當壩上游未淤積土砂時，取 $S_o \approx \tan \theta$ ，若壩上游呈部分淤積或淤滿時，則 $S_o \approx \tan \alpha$ (α =計畫淤砂傾角)； n_D =糙率，其大小與溪流條件相關，一般土石流先端部 $n_D = 0.1$ ，後續流 $n_D = 0.06$ ，具有襯砌流路工 $n_D = 0.03$ ； B =溪床寬度。按上式計算之土石流流深，應與土石流流出之設計粒徑(D_D)進行比較，取較大值作為土石流流深。

e. 土石流流速(U_D)

按土石流流深計算公式，可獲得流速計算式，即

$$U_D = \frac{1}{n_D} h_D^{2/3} S_o^{1/2}$$

f. 土石流設計粒徑(D_D)

治理土石流時必須考量其可能攜出之最大粒徑(D_{max})進行撞擊力計算。惟因土石流可能攜出之最大粒徑，可能是來自溪床表面堆積物、來自兩岸崩塌的產物或被淤埋於溪床底部無法測得，很難透過理論或實測方式獲得。因此，參考水土保持局土石流防治工法建議採用土石流設計粒徑替代最大粒徑進行設計，即

$$D_D = \omega_o \frac{C_D}{C_* - C_D} h_D$$

式中， ω_o =實測粒徑修正係數

計畫範圍內重要控制點—構造物及橋樑分布如圖 5-3，以合理化公式計算各橋樑控制點位頻率年之洪峰流量，整理如表 5-12。

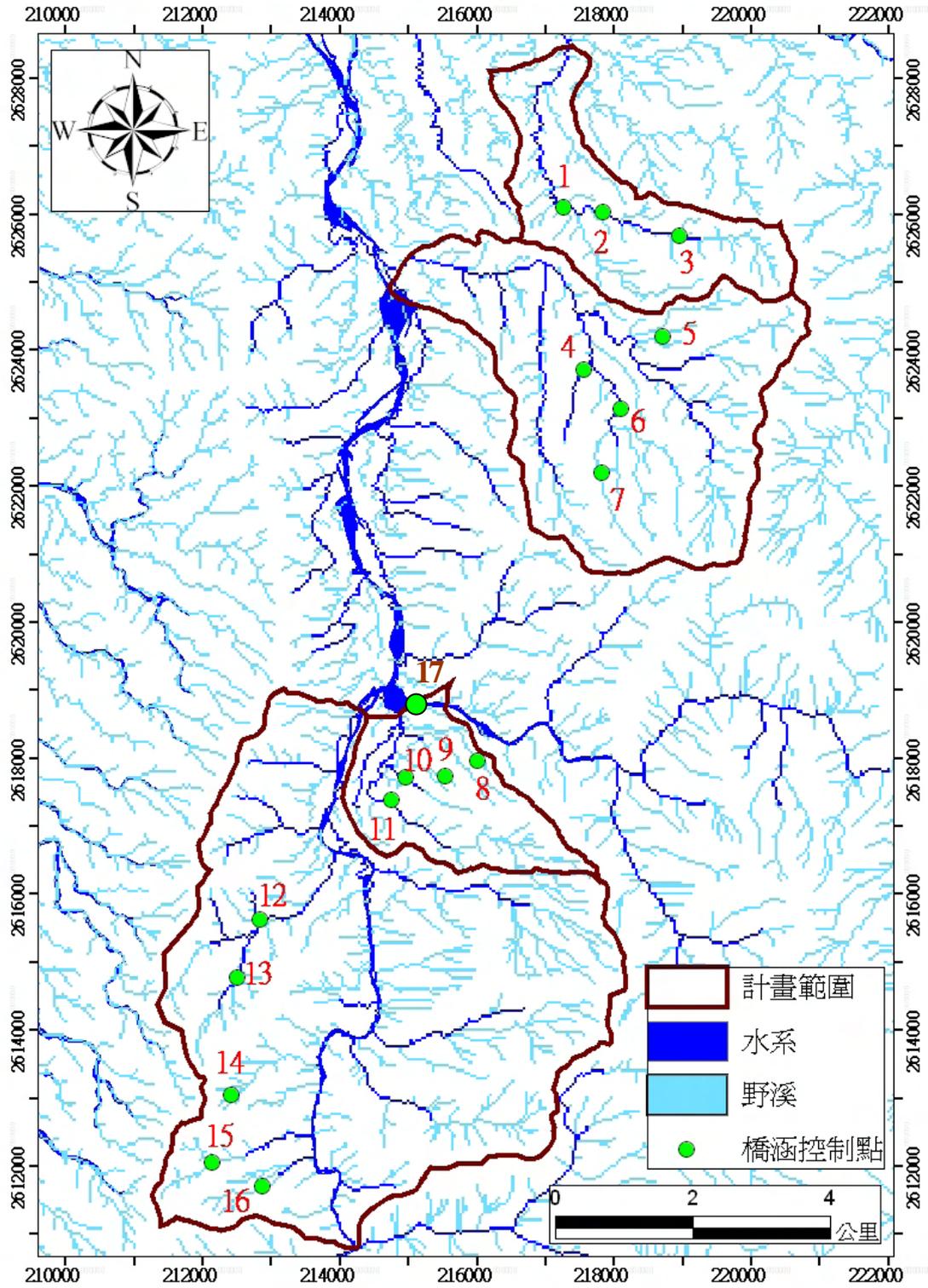


圖 5-3、橋涵控制點分布

表 5-12 合理化公式推估各橋樑集水區不同頻率年之洪峰流量

編號	控制點	集水區面積 (km ²)	集流時間 (min)	I _{1.1}	I ₂	I ₅	I ₁₀	I ₂₅	I ₅₀	I ₁₀₀	Q _{1.1} (cms)	Q ₂ (cms)	Q ₅ (cms)	Q ₁₀ (cms)	Q ₂₅ (cms)	Q ₅₀ (cms)	Q ₁₀₀ (cms)
1	大坑 1	4.04	12.20	78.50	89.51	106.39	119.15	136.03	148.80	161.57	66.07	75.34	89.54	100.37	114.58	125.34	136.09
2	大坑 2	2.37	9.43	80.46	91.75	109.05	122.14	139.44	152.53	165.62	39.73	45.30	53.84	60.30	68.84	75.30	81.76
3	大坑 3	1.37	5.53	83.47	95.18	113.13	126.70	144.65	158.23	171.80	23.82	27.17	32.29	36.07	41.18	45.04	48.91
4	過溪 1	0.43	5.53	83.47	95.18	113.13	126.70	144.65	158.22	171.80	7.48	8.53	10.13	11.23	12.83	14.03	15.23
5	過溪 2	0.14	2.71	85.85	97.89	116.35	130.31	148.77	162.74	176.70	2.50	2.86	3.39	3.78	4.31	4.72	5.12
6	過溪 3	2.58	7.98	81.55	92.99	110.52	123.78	141.32	154.58	167.84	43.83	49.98	59.41	66.43	75.84	82.96	90.08
7	過溪 4	0.39	4.12	84.64	96.51	114.71	128.48	146.67	160.44	174.21	6.88	7.84	9.32	10.36	11.83	12.94	14.05
8	瑞竹 1	0.11	2.58	86.46	98.56	117.11	131.14	149.69	163.72	177.75	1.98	2.26	2.68	2.97	3.39	3.71	4.03
9	瑞竹 2	0.09	2.21	86.79	98.93	117.55	131.63	150.25	164.33	178.42	1.63	1.86	2.20	2.41	2.75	3.01	3.27
10	瑞竹 3	0.22	4.01	85.24	97.17	115.45	129.28	147.56	161.40	175.23	3.91	4.45	5.29	5.99	6.84	7.48	8.12
11	瑞竹 4	2.53	10.82	79.99	91.18	108.34	121.33	138.49	151.47	164.45	42.16	48.06	57.10	63.98	73.03	79.87	86.72
12	雷公 1	0.21	3.26	85.87	97.89	116.32	130.25	148.67	162.60	176.54	3.76	4.28	5.09	5.64	6.44	7.05	7.65
13	雷公 2	1.10	4.96	84.45	96.27	114.38	128.08	146.20	159.90	173.61	19.35	22.06	26.21	29.42	33.58	36.72	39.87
14	雷公 3	0.10	2.22	86.78	98.92	117.54	131.62	150.23	164.32	178.40	1.81	2.06	2.45	2.63	3.00	3.29	3.57
15	雷公 4	0.84	3.82	85.40	97.35	115.67	129.52	147.84	161.70	175.56	14.94	17.04	20.24	22.62	25.82	28.24	30.66
16	雷公 5	0.53	4.03	85.22	97.15	115.43	129.26	147.54	161.37	175.20	9.41	10.73	12.75	14.30	16.33	17.86	19.39
17	瑞竹 5	86.71	102.6	47.81	54.5	64.76	72.98	83.31	91.11	98.92	950.06	1082.99	1286.88	1318.43	1504.91	1645.97	1787.03

水文水理分析為河溪橋涵通洪能力之檢討，係以 50 年頻率設計降雨強度之洪峰流量為入流條件。透過曼寧公式求得之水深加上出水高即為設計流量之通水高程，其出水高乃依據水利署跨河建造物審核要點，詳細出水高之標準如下表 5-13 所述。各橋樑在 50 年頻率年清水流及含砂水流(加大 10%)之洪峰流量斷面檢算結果，整理如表 5-14；其中光輝橋(編號 5；土石流潛勢溪流-投縣 DF131)、瑞興橋(編號 17；土石流潛勢溪流-投縣 DF132)、瑞竹三號橋(編號 10；土石流潛勢溪流-投縣 DF133)及雷公 4(編號 15；土石流潛勢溪流-雲縣 DF004)以土石流流量檢算，斷面檢算結果及土石流通水斷面檢核，詳表 5-15，其中瑞竹三號橋(投縣 DF133)及樟湖地區雲(縣 DF004)土石流斷面檢算皆不通過，建議重做橋樑。

表 5-13 出水高之標準參考表

計畫洪水量 (cms)	出水高度 (m)
200 以下	0.6 以上
200~500	0.8 以上
500~2000	1.0 以上
2,000~5,000	1.2 以上
5,000~10,000	1.5 以上
10,000 以上	2.0 以上

表 5-14 各橋樑控制點斷面檢算結果

編號	集水區	斷面	座標(TWD67)		淨空寬度	淨空高度	通水斷面積	溪床坡度	Q ₅₀	Q _{s50}	水深	出水高	通水高程	通過與否
			x	y	(m)	(m)	(m ²)	(%)	(cms)	(cms)	(m)	(m)	(m)	
1	大坑	大坑二號橋	217318	2626120	12.00	3.00	36.00	2.0	125.34	137.87	1.59	1.00	2.59	是
2		中坑二號橋	217882	2626038	8.00	3.00	24.00	2.0	75.30	82.83	1.44	1.00	2.44	是
3		坪頂橋	219001	2625680	9.30	3.50	32.55	5.0	45.04	49.54	0.69	1.00	1.69	是
4	過溪	壩	217521	2623678	-	-	-	7.0	14.03	15.43	-	-	-	現況淤滿
5		光輝橋	218723	2624195	5.10	2.80	14.28	6.0	4.72	5.19	0.25	1.00	1.25	是
6		內田二號橋	218121	2623154	12.00	3.60	43.20	5.0	82.96	91.26	0.85	1.00	1.85	是
7		箱涵處	217848	2622149	1.00	1.00	7.00	15.0	12.94	14.23	0.52	1.00	1.52	斷面不足 (現況淤滿)
8	瑞竹	瑞竹國中上游無名橋	216005	2617991	10.00	1.60	16.00	6.0	3.71	4.08	0.14	1.00	1.14	是
9		--	215562	2617673	8.90	2.00	17.80	10.0	3.01	3.31	0.12	1.00	1.12	是
10		瑞竹三號橋	215008	2617668	6.50	1.00	6.50	5.0	7.48	8.23	0.29	1.00	1.29	斷面不足
11		瑞南橋	214767	2617349	17.00	6.00	102.00	2.0	79.87	87.86	0.86	1.00	1.86	是
12	雷公乾坑	割菜園地區野溪箱涵	212853	2615627	4.00	3.00	12.00	14.0	7.05	7.76	0.28	1.00	1.28	是
13		過水路面	212526	2614717	-	-	-	6.0	36.72	40.39	-	-	-	現況淤滿 (土石堆積路旁)
14		過寮野溪箱涵	212409	2612992	2.00	2.00	4.00	22.0	3.29	3.62	0.23	1.00	1.23	是(現況淤滿)
15		樟湖地區潛勢溪流 雲縣 DF004	212123	2612037	4.00	3.00	12.00	20.0	28.24	31.06	0.57	1.00	1.57	是
16		芋藁籠野溪箱涵	212846	2611632	2.50	2.50	6.25	19.0	17.86	19.65	0.59	1.00	1.59	是(現況淤滿)
17	瑞竹	瑞興橋(投縣 DF132)	215098	2618803	375	6.00	2286	10.0	1645.97	1810.57	0.50	1.00	1.5	是

表 5-15 土石流斷面檢算結果

區位	溪床平均坡度 θ	C_d	清水流流量	土石流流量 Q_d	土石流	出水高	斷面檢核
	(度)		Q_w	$Q_{d50}(cms)$	流深		
			$Q_{50}(cms)$	$Q_{d50}(cms)$	(m)	(m)	通過與否
投縣 DF131 (光輝橋)	13.43	0.36	4.72	11.12	1.07	1.0	是
投縣 DF132 (瑞興橋)	5.5	0.24	1645.97	2595.95	1.30	1.0	是
投縣 DF133 (瑞竹三號橋)	10.13	0.24	7.48	12.17	0.80	1.0	否 (建議重做橋樑)
雲縣 DF004 (樟湖箱涵)	10.56	0.28	28.24	51.28	2.67	1.0	否 (建議重做橋樑)

ρ_w ：水密度，為 $1t/m^3$

ρ_s ：土石密度，為 $2.3t/m^3$

ψ ：土石之內摩擦角，為 37°

C_* ：溪床中土石堆積物體積濃度， $C_* = 1 - P_r$ ，採 0.62

2. Hec-RAS 水文模式

本模式係因應洪水平原管理之需要而發展出，用以計算在自然河川情況下某一特定流量的各個不同地點斷面之水位、流速及能量損失，可模擬橋樑、涵洞、攔河堰及洪水平原上結構物對水流之影響。同時，可作亞臨界流及超臨界流之水面剖線演算，演算步驟係採用標準步推法求解一維能量方程式，摩擦之能量損失以曼寧公式計算。惟由於本模式在發展過程中未進行陡坡河道水理演算成果之驗證，故目前只適用於河床坡度不大於 10% 之自然或人工河道中之定量緩變流。

整治區水理演算的部分，採用 HEC-RAS 軟體進行模擬分析，HEC-RAS 已普遍地使用於模擬一維定量流系統(包含亞臨界流、超臨界流及混合流)，在天然或是人工河道中之水位剖面計算。輸入河流的幾何資料(包含了河道繪製、斷面資料、橋墩、溢流口等)及定量流邊界數據資料，即可模擬出橫斷面圖、水位剖面圖、率定曲線、水位圖、三維透視圖、橫斷面資料表及剖面資料表等。因此利用其河道斷面分析，推算其洪峰頻率藉此演算其洪水水位以檢核分析該規劃集水區內河道之通洪斷面是否安全(如圖 5-4 所示)，若其斷面檢核不安全則該重新設計斷面，或針對該斷面的防洪構造物重新規劃設計。

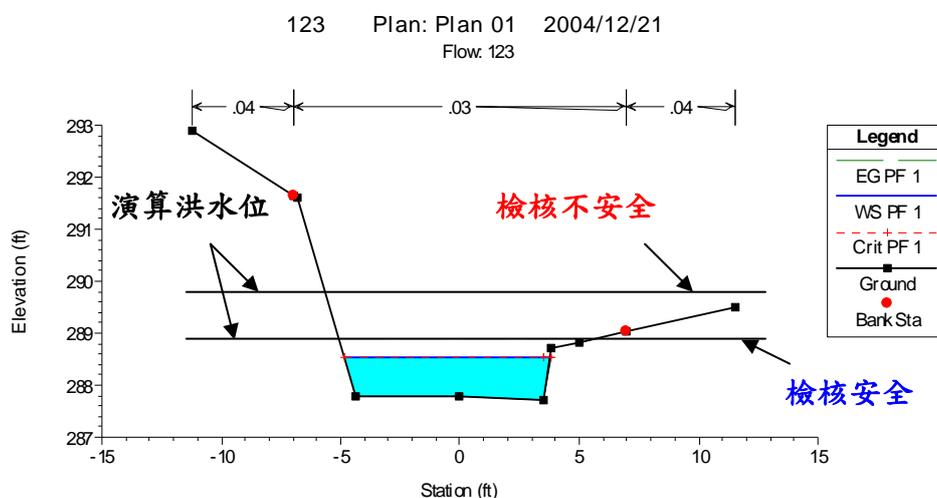


圖 5-4 集水區斷面洪水演算檢核

Hec-RAS 模擬成果

利用 HEC-RAS 模擬本計畫四個集水區內重要控制點橋樑與水工構造物之通洪斷面，計算各斷面重現期距 25 年、50 年及 100 年洪峰流量(含砂水流)之通水面積、通水寬度、水面線高程及通水深度。其模擬成果詳表 5-16 及圖 5-5~圖 5-19。大坑集水區內最下游之大坑二號橋斷面不足，其餘兩個斷面皆可通過，惟中坑二號橋於能量坡降各頻率年之洪峰演算模擬皆不通過。過溪集水區除文田社區上游野溪箱涵通水斷面不足外，其他控制點斷面皆足夠。瑞竹集水區四個控制點斷面皆足夠。雷公乾坑集水區僅過寮野溪之箱涵斷面不足，其餘三個控制點斷面皆足夠，惟其中割菜園地區野溪箱涵及芋藁籠野溪箱涵因上游大量崩塌沖下，已嚴重阻塞箱涵通水斷面，為恐釀成嚴重災情，建請進行清淤等相關整治工程。

表 5-16 不同重現期距洪峰流量各分析斷面模擬成果 (1/2)

編號	集水區	斷面	重現期距	Q	QS	高程	水面高程	通水面積	通水寬度	通水深度	流速	可行性
			(年)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m ²)	(m)	(m)	(m/s)	
1	大坑	大坑二號橋	25	114.58	126.04	189	191.72	27.7	12	2.72	4.17	斷面不足
			50	125.34	137.87	189	191.76	29.41	12	2.76	4.56	斷面不足
			100	136.09	149.70	189	191.76	31.07	12	2.76	4.95	斷面不足
2		中坑二號橋	25	68.84	75.72	212	214.1	17.58	9.24	2.1	50	OK
			50	75.3	82.83	212	214.21	18.66	9.31	2.21	25	OK
			100	81.76	89.94	212	214.33	19.75	9.38	2.33	100	OK
3		坪頂橋	25	41.18	45.30	316	317.7	15.21	9.3	1.7	2.98	OK
			50	45.04	49.54	316	317.78	16.04	9.3	1.78	3.09	OK
			100	48.91	53.80	316	317.87	16.85	9.3	1.87	3.2	OK
5	過溪	光輝橋	25	4.31	4.74	314.93	315.44	2.3	5.33	0.51	2.06	OK
			50	4.72	5.19	314.93	315.47	2.45	5.34	0.54	2.12	OK
			100	5.12	5.63	314.93	315.5	2.59	5.36	0.57	2.17	OK
6		內田二號橋	25	75.84	83.42	287	288.84	20.84	12.73	1.05	1.84	OK
			50	82.96	91.26	287	288.94	22.15	12.78	1.1	1.94	OK
			100	90.08	99.09	287	289.04	23.38	12.83	1.15	2.04	OK
7		箱涵處	25	11.83	13.01	439	440.05	8.03	6.98	1.05	3.41	斷面不足
			50	12.94	14.23	439	440.1	8.98	7.08	1.1	3.44	斷面不足
			100	14.05	15.46	439	440.15	9.91	7.16	1.15	3.46	斷面不足
8	瑞竹	瑞竹國中上游無名橋	25	3.39	3.73	301	301.28	2.5	10.14	1	1.55	OK
			50	3.71	4.08	301	301.29	2.66	10.15	1	1.6	OK
			100	4.03	4.43	301	301.31	2.81	10.15	1	1.65	OK
9		瑞竹國小上游道路旁	25	2.79	3.03	272	272.28	2.27	9.12	0.28	1.57	OK
			50	3.01	3.31	272	272.3	2.42	9.15	0.3	1.62	OK
			100	3.27	3.60	272	272.31	2.56	9.17	0.31	1.66	OK
10		瑞竹三號橋	25	6.87	7.56	214	214.72	3.39	6.69	0.72	2.23	OK
			50	7.48	8.23	214	214.75	3.61	6.71	0.75	2.28	OK
			100	8.12	8.93	214	214.78	3.8	6.72	0.78	2.35	OK
11	瑞南橋	25	73.03	80.33	217	218.52	24.05	17	1.52	2.43	OK	
		50	79.87	87.86	217	218.6	25.36	17	1.6	2.52	OK	
		100	86.72	95.39	217	218.68	26.61	17	1.68	2.61	OK	

表 5-16 不同重現期距洪峰流量各分析斷面模擬成果 (2/2)

編號	集水區	斷面	重現期距	Q	QS	高程	水面高程	通水面積	通水寬度	通水深度	流速	可行性
			(年)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m ²)	(m)	(m)	(m/s)	
12		割菜園地區 野溪箱涵上游	25	6.44	7.084	288.5	288.7	0.97	7.36	0.26	1.06	斷面不足(斷面阻塞)
			50	7.05	7.755	288.5	288.71	1.06	7.45	0.27	1.1	斷面不足(斷面阻塞)
			100	7.65	8.415	288.5	288.72	1.14	7.45	0.28	1.15	斷面不足(斷面阻塞)
12		割菜園地區 野溪箱涵	25	6.44	7.084	285	285.62	3.43	8.02	0.62	2.06	OK(現況斷面阻塞)
			50	7.05	7.755	285	285.65	3.69	8.31	0.65	2.1	OK(現況斷面阻塞)
			100	7.65	8.415	285	285.68	3.94	8.57	0.68	2.14	OK(現況斷面阻塞)
14	雷公坑 乾溪	過寮野溪箱涵	25	3.05	3.355	590.95	591.07	1.17	11.85	0.12	0.95	斷面不足(斷面阻塞)
			50	3.34	3.674	590.95	591.08	1.25	11.85	0.13	0.99	斷面不足(斷面阻塞)
			100	3.62	3.982	590.95	591.09	1.33	11.85	0.14	1.02	斷面不足(斷面阻塞)
15		樟湖地區 潛勢溪流 雲縣 DF004	25	26.06	28.666	599	600.45	7.86	5.87	1.1	1.45	OK
			50	28.51	31.361	599	600.53	8.37	5.92	1.17	1.53	OK
			100	30.95	34.045	599	600.62	8.87	5.97	1.23	1.62	OK
16		芋荖籠野溪 箱涵	25	16.42	18.062	501.9	502.75	2.47	2.9	1.1	0.85	OK(現況斷面阻塞)
			50	17.95	19.745	501.9	502.76	2.5	2.9	1.17	0.86	OK(現況斷面阻塞)
			100	19.49	21.439	501.9	502.77	2.53	2.9	1.23	0.87	OK(現況斷面阻塞)

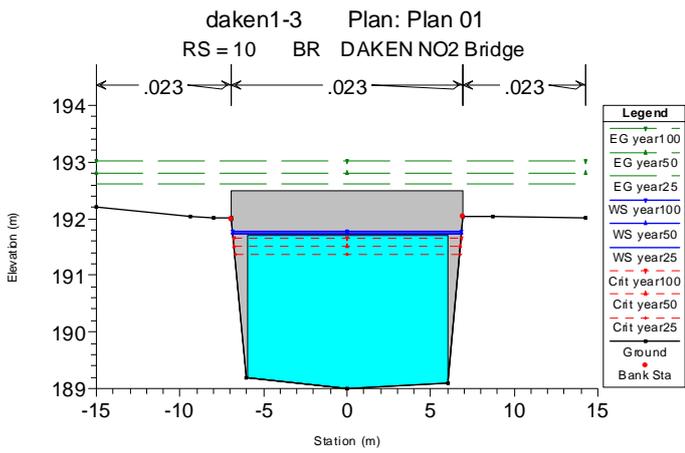


圖 5-5 大坑二號橋

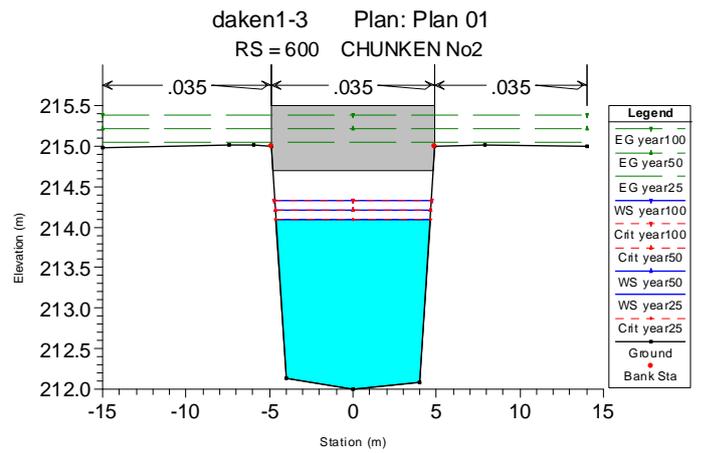


圖 5-6 中坑二號橋

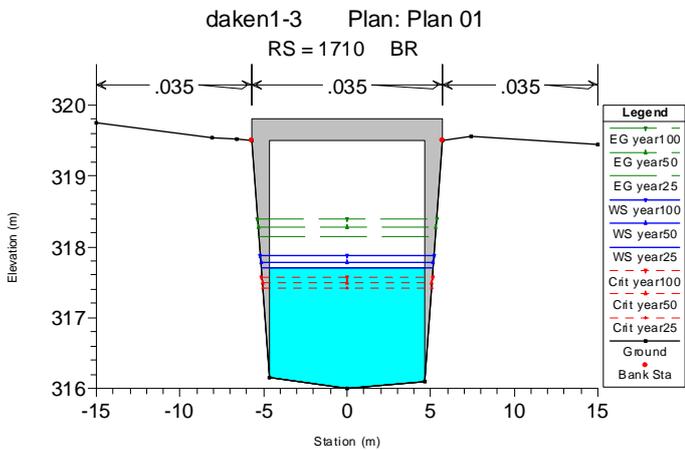


圖 5-7 坪頂橋

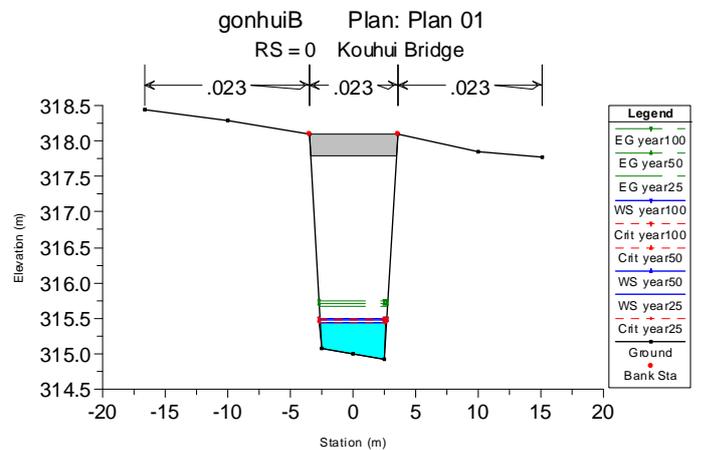


圖 5-8 光輝橋

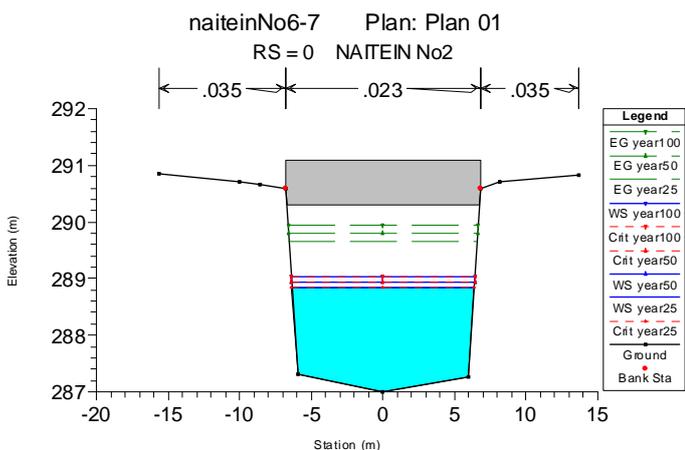


圖 5-9 內田二號橋

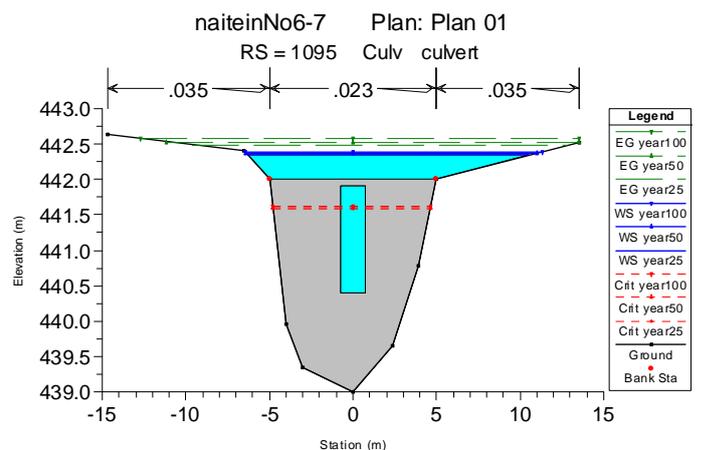


圖 5-10 文田社區上游野溪箱涵

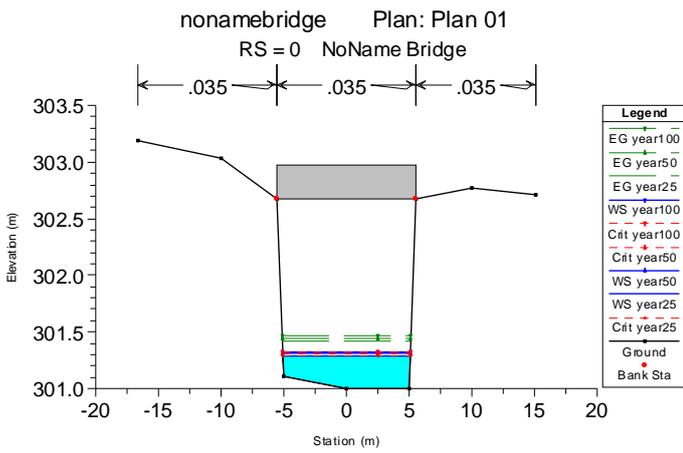


圖 5-11 瑞竹國中上游一無名橋

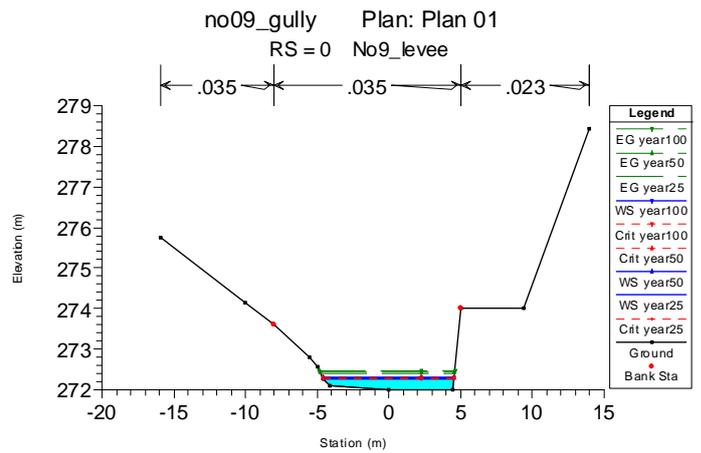


圖 5-12 瑞竹國小上游野溪一道路旁

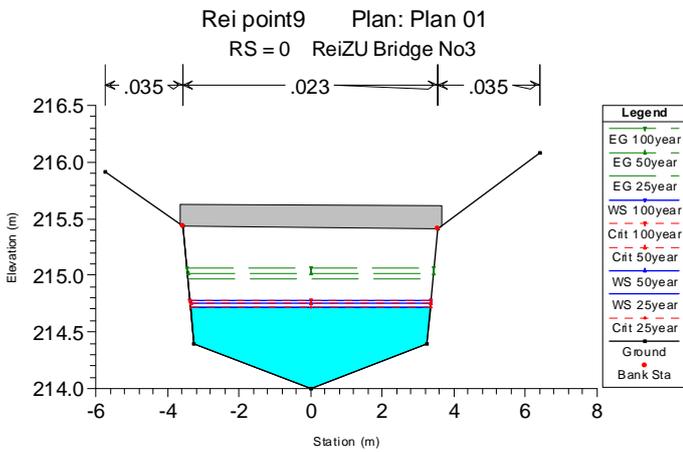


圖 5-13 瑞竹三號橋

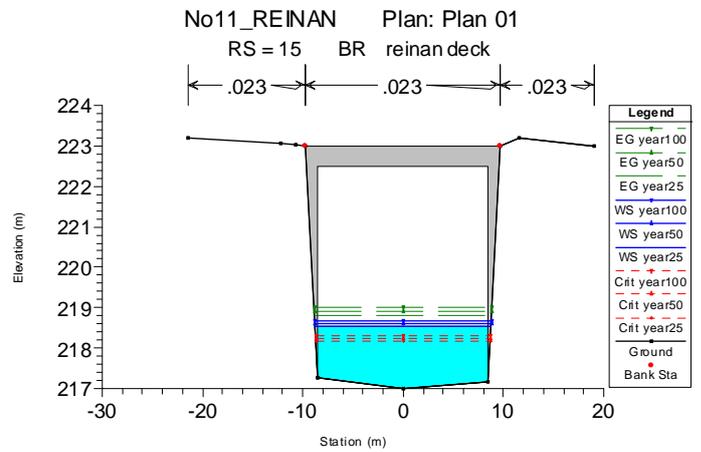


圖 5-14 瑞南橋

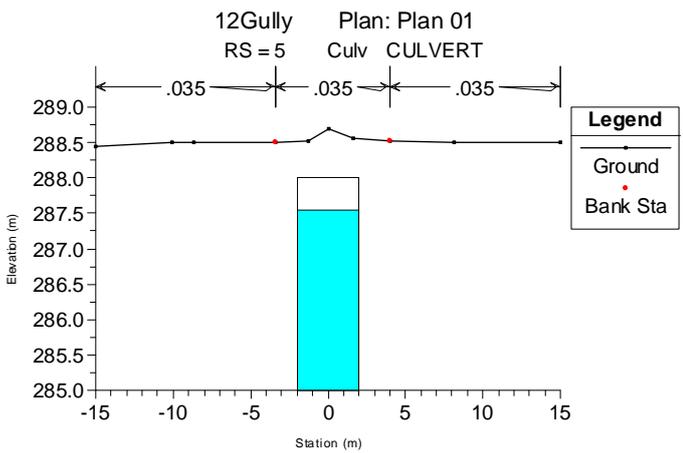


圖 5-15 雷公乾坑_割菜園地區野溪箱涵上游(OK+010)

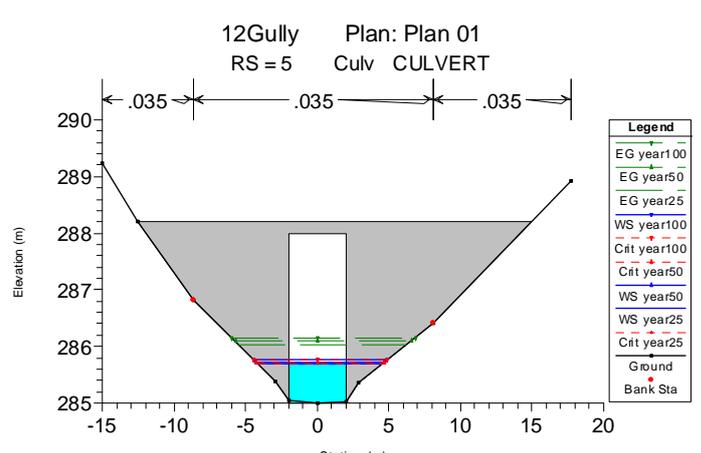


圖 5-16 雷公乾坑_割菜園地區野溪箱涵

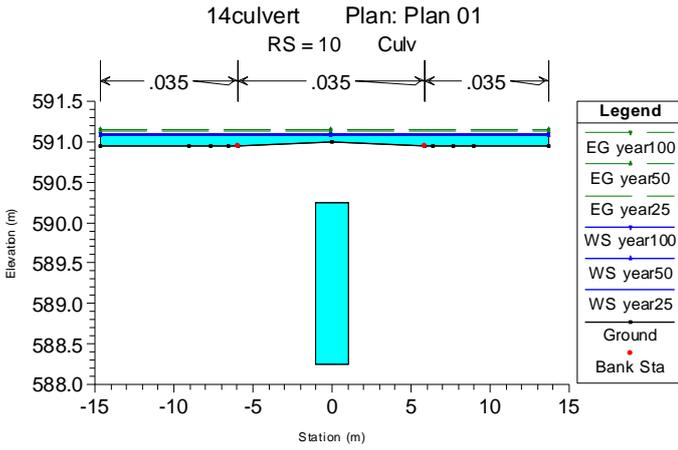


圖 5-17 雷公乾坑_過寮野溪箱涵

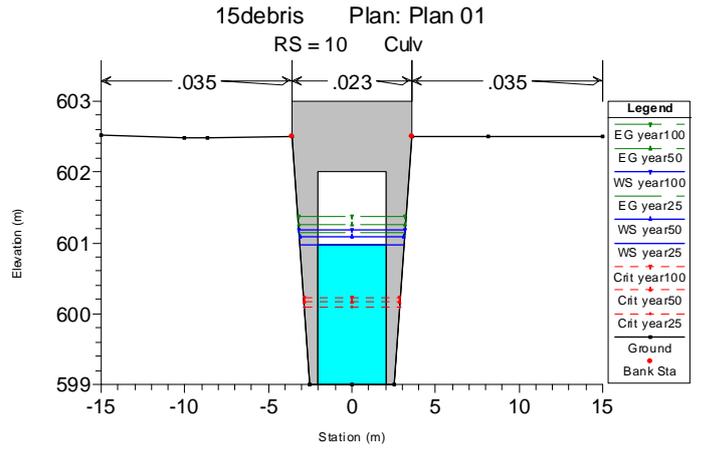


圖 5-18 雷公乾坑_潛勢溪流(雲縣 DF004)

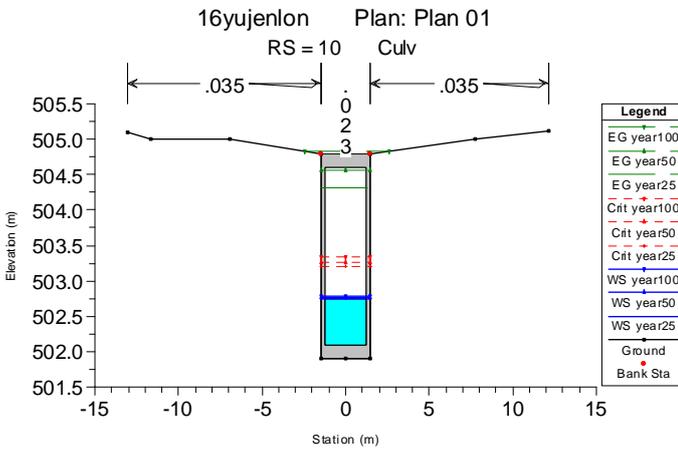


圖 5-19 雷公乾坑_芋藁籠野溪箱涵

5-3 集水區產砂量分析

1. 泥砂產量推估方法

(1) 坡面土壤流失量分析模組

依據水土保持技術規範(2000)第 62 條第三款之規定，山坡地土壤流失量之估算，得採用通用土壤流失公式(USLE)，其公式如下：

$$A_m = R_m K_m LSCP$$

式中： A_m ：土壤流失量(tons/ha/yr)

R_m ：降雨沖蝕指數(Mj-mm/ha-hr-yr)

K_m ：土壤沖蝕指數(tons-ha-hr-yr/Mj-mm-ha-yr)

L ：坡長因子

S ：坡度因子

C ：覆蓋與管理因子

P ：水土保持處理因子

a. 降雨沖蝕指數(R_m)

降雨沖蝕指數(R_m)係由黃俊德(1979)分析本省八個氣象站(基隆、新竹、台中、日月潭、高雄、恆春、台東及花蓮)20年的自記日雨量記錄，並以全台灣 200 個雨量站的月雨量資料為輔，利用這些氣象站之記錄以非線性迴歸方程式求算各地雨量與年降雨沖蝕指數的關係，建立臺灣本島的年平均降雨沖蝕指數，利用地理統計可求算台灣地區年平均降雨沖蝕指數等值圖。計畫範圍集水區降雨沖蝕指數空間分布，如圖 5-20。

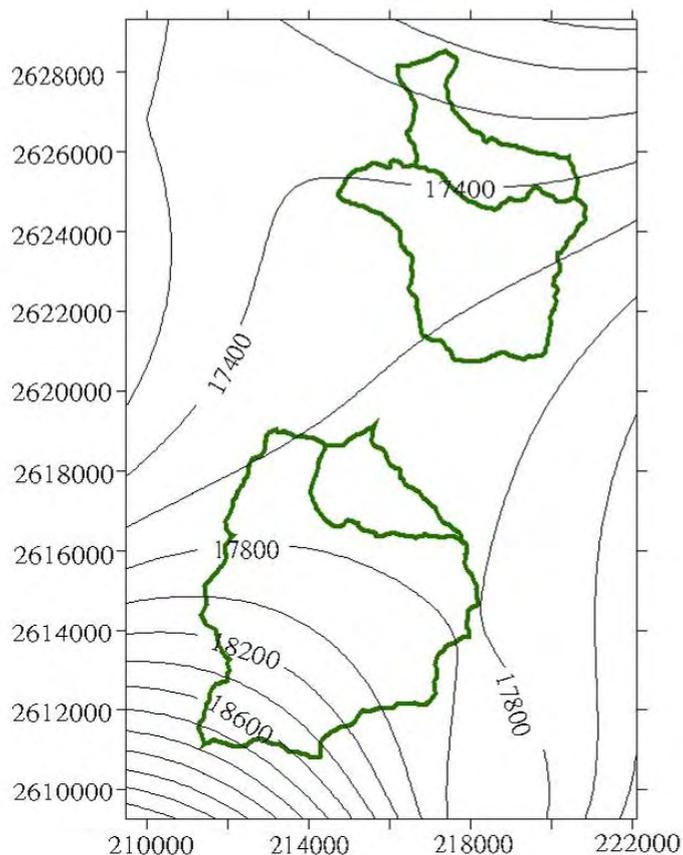


圖 5-20 計畫範圍集水區年平均降雨沖蝕指數分布圖

b. 土壤沖蝕指數(K_m)

土壤沖蝕指數(K_m)係採用萬鑫森、黃俊義(1981、1989)所調查之台灣坡地土壤沖蝕指數值，利用地理統計可求算台灣地區土壤沖蝕指數等值圖。計畫範圍集水區土壤沖蝕指數空間分布，如圖 5-21。

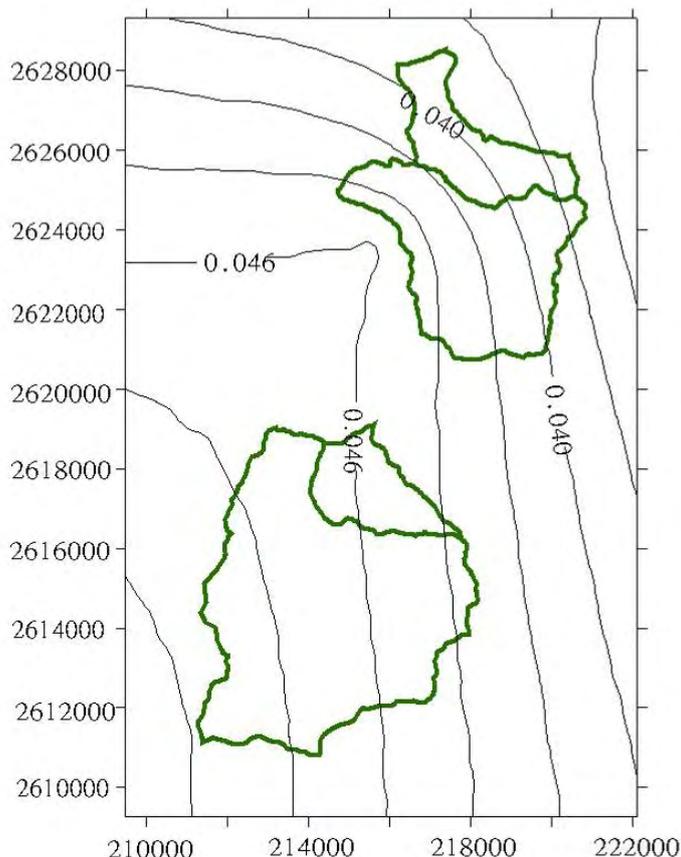


圖 5-21 計畫範圍集水區年平均土壤沖蝕指數分布圖

c. 坡長因子(L)

通用土壤流失公式中，坡長因子(L)係採用 Wischmeier and Smith (1965)之計算式： $L=(l/22.13)m$ ；式中 l 為地表漫地流之流長(公尺)， m 隨著坡地的坡度而改變，Wischmeier and Smith (1978) 分析指出：當坡地坡度小於 1%時， $m=0.2$ ；當坡度介於 1%與 3%之間時， $m=0.3$ ；當坡度介於 3%與 5%之間時， $m=0.4$ ；而當坡地坡度大於 5%時， $m=0.5$ 。地表漫地流之流長係由地表逕流開始發生的地點起算，至沖蝕的土壤發生明顯淤積或至匯集逕流水之渠道為止，其間的水平投影距離。

坡長因子之計算，除了田間小規模樣區試驗可直接量測之外；若以集水區為考量，多數學者係以固定坡長或網格大小來估算，至目前為止並無學者對集水區之坡長提出合理的計算。本研

究假設集水區坡面受到地面窪蓄、入滲等作用以及山溝、道路排水側溝等之截流，地表漫地流之流長甚少超過 100 公尺，以及一般坡地安全排水，超過 100 公尺即需分段排水，否則逕流集中易形成蝕溝之條件下；以數值高程模型，利用排水流向之觀念，撰寫程式萃取集水區漫地流與渠道流(為安全與方便計算，地表水之流長若超過 100 公尺時，可視為渠道流)之空間分布。藉由集水區漫地流之流長，利用 USLE 坡長因子之算式，自動萃取集水區之坡長因子，供坡面土壤流失量及泥砂產量之合理評估。

由於評估集水區之地形係利用台灣地區數值高程模型，網格解析度為 40m×40m 所產生。若以地表水之流向為指標，累計流長在兩個網格以下者可視為漫地流，以此來估算集水區之坡長分布；累計流長超過兩個網格時視為渠道流。

d. 坡度因子(S)

坡度因子係計算各網格之平均坡度(θ)，再以 Wischmeier and Smith (1978)所提出之坡度因子公式： $S = 65.4 \sin 2\theta + 4.56 \sin \theta + 0.0654$ 求算而得。

e. 覆蓋與管理因子(C)

綠色植物因有吸收藍光、紅光及強烈反射紅外光之特性，故應用多譜資訊於植物資源之探測，使用可見光與近紅外光之比值或差值，即所謂的植生指標。NDVI 被廣泛應用於測定綠色植物之光合作用、植物之覆蓋率及生物量等，如黃國楨等(1996)採用法國 SPOT 衛星影像來推得常態化差異植生指標(Normalized Difference Vegetation Index, NDVI)之變化，進而分析評估 SPOT 衛星影像前後兩期綠色植生量之變遷。NDVI 值之計算方法如下所示：

$$NDVI = \frac{(NIR - R)}{(NIR + R)}$$

IR 為近紅外光；R 為紅光。所求得 NDVI 值愈大顯示地表植物生育愈旺盛、植被覆蓋佳。由於台灣地區之 C 值尚無資料庫可資利用，本評估集水區之覆蓋與管理因子(C)係以常態化差異植生指標經線性反向配置後產生。計畫範圍 C 值分布，如圖 5-22。

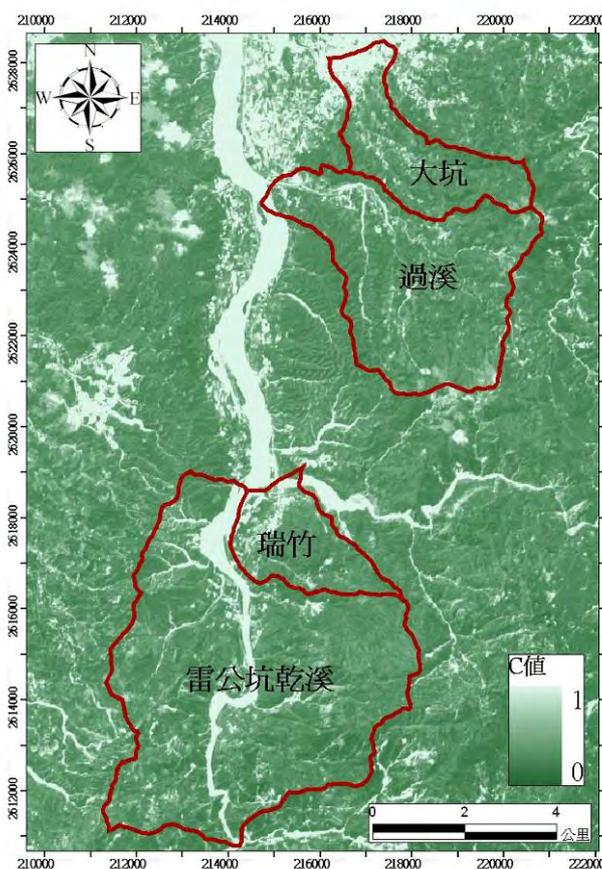


圖 5-22 計畫範圍 C 值分布

f. 水土保持處理因子(P)

本研究之水土保持處理因子，係以無水土保持處理之狀態下(P=1)進行評估。

(2) 坡面泥砂遞移量

坡面泥砂遞移率之計算，係依據 Lin et al. (2002)所建構之理論基礎，假設坡面泥砂主要係由坡面地表水所帶動，運移至渠道(常流水)

而流失。泥砂遞移率可視為某格點對最接近渠道格點之泥砂貢獻量，若將泥砂貢獻量用網格上游流入面積表示，則網格上游流入面積愈大，其產生的逕流量亦愈大，愈能將泥砂帶至河道。因此，集水區坡面上任一格點之泥砂遞移率，可視為該格點上游流入面積(A_{grid})與該格點流至最接近渠道之上游流入面積(A_{total})之比值，如圖 5-23 所示；意即濱水區愈靠近渠道之格點，泥砂遞移率愈高，其坡面沖蝕之泥砂愈容易進入渠道，而增加河道之泥砂產量。集水區之坡面泥砂產量(Y_s)可由集水區坡面土壤流失量(A_m)與坡面泥砂遞移率(SDR)之乘積(Y_s = A_m * SDR)來推算，藉由網格之排水流向可計算每個網格之泥砂遞移率及泥砂量。

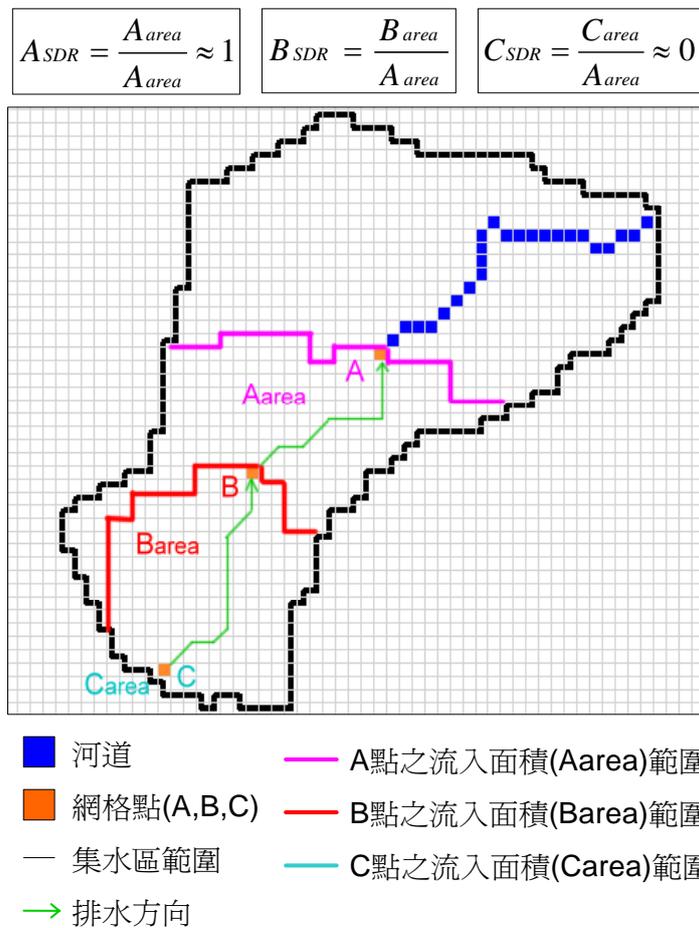


圖 5-23 集水區坡面泥砂遞移率示意圖

(3) 崩塌地泥砂遞移量

崩塌地對保全對象之泥砂產量為崩塌土砂量沿河道遞移至保全對象之輸送量，遞移路徑與公式如圖 5-24 內說明，其輸砂通式可寫成：

$$ST_l = V_l \left(\frac{A_c}{A_b} \right) \left(\frac{A_c}{A_a} \right)^\alpha \left(\frac{P}{P_t} \right)$$

式中， ST_l ：泥砂遞移量(Sediment Transport, ST)、 V_l ：崩塌體積(m^3)、 A_a ：鄰近保全對象河道之集水區(ha)、 A_b ：b 點之集水區面積(ha)、 A_c ：c 點之集水區面積(ha)、 P ：單場雨量(mm)、 P_t ：年平均雨量(mm)、 α ：輸砂衰減係數。

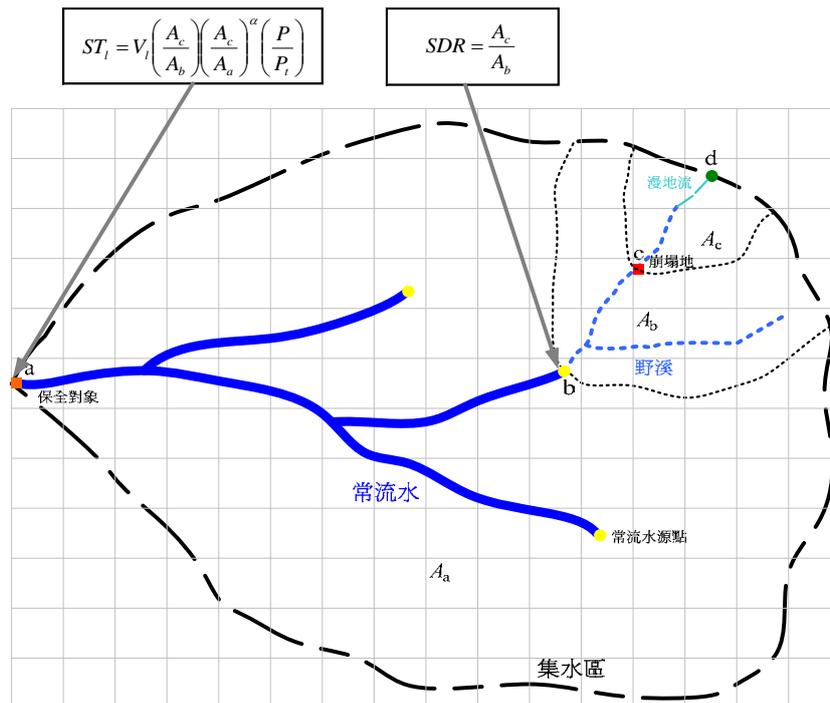


圖 5-24 集水區崩塌地泥砂遞移量示意圖

(4) 單場暴雨集水區泥砂產量

一般而言，河道輸送之泥砂量包括來自坡面的土壤沖蝕遞移量(懸浮載)與崩塌地的土砂遞移量，針對保全對象產生的總體泥砂運移量之通式可寫為：

$$ST_t = (ST_{slope} + ST_{landslide})$$

式中， ST_t ：總體泥砂運移量(Total Sediment Transport, ST_t)、 ST_{slope} (ST_s)：來自坡面的土壤沖蝕遞移量、 $ST_{landslide}$ (ST_l)：來自崩塌地的土砂遞移量。

河道潛在輸砂效能與地文因子(坡度)及水文因子(流量)有關，且並非每一單場降雨皆會導致相同的輸砂量。因此在同一集水區探討土砂災害時，單場暴雨(single event)的雨量將會影響每次泥砂的運移量，將此雨量影響關係納入計算式中，其公式將會改寫成：

$$ST_t = ST_s \left(\frac{P}{P_t} \right) + ST_l$$

若將泥砂來源之二大部分，分開計算時公式可更進一步寫成：

$$ST_t = V_s \left(\frac{A_c}{A_b} \right) \left(\frac{A_c}{A_a} \right)^\alpha \left(\frac{P}{P_t} \right) + V_l \left(\frac{A_c}{A_b} \right) \left(\frac{A_c}{A_a} \right)^\alpha \left(\frac{P}{P_t} \right)$$

式中， V_s ：可由土壤沖蝕通用公式(USLE)中評估獲得，惟因土壤沖蝕之輸砂衰減係數為0($\alpha=0$)，故整體公式可寫為：

$$ST_t = V_s \left(\frac{A_c}{A_b} \right) \left(\frac{P}{P_t} \right) + V_l \left(\frac{A_c}{A_b} \right) \left(\frac{A_c}{A_a} \right)^\alpha \left(\frac{P}{P_t} \right)$$

式中崩塌地土砂遞移衰減之影響因子可分為：(1)面積因子：若崩塌地離保全對象非常遠($\frac{A_c}{A_a} \cong 0$)，則輸砂率影響不大；若崩塌地離保全對象非常近($\frac{A_c}{A_a} \cong 1$)，則影響輸砂率甚鉅。(2)輸砂衰減係數： α 值為輸砂衰減係數，其可能由細顆粒之土壤沖蝕之完全遞移($\alpha=0$)至大顆粒土砂遞移比率($\alpha=1$)；此類分布應進一步比對河床質(D_{50})調查，以建立類似水土保持技術規範中泥砂運移量所採用之計算公式，為安全規劃考量，以 $\alpha=0$ 計算崩塌地泥砂遞移量。

2. 集水區土砂量估算

集水區崩塌量及輸砂量最好能夠考量每一場歷史事件，惟時間越久之事件，其對集水區現況土砂空間分布之貢獻權重越小，本規劃追溯至九二一地震，選取主要造成集水區崩塌或土砂運移之事件，推估計畫範圍內橋樑及支流點位集水區之土砂產量及沖淤情形，採用年平均雨量及單場颱風暴雨事件雨量，整理如表 5-17。

表 5-17 年平均及各分析事件雨量

集水區	年平均雨量 (mm)	桃芝颱風 (mm)	敏督莉颱風 (mm)	卡玫基颱風 (mm)	莫拉克颱風 (mm)
大坑 過溪	2619.55	420.05	619.03	569.96	1200.00
瑞竹 雷公乾坑溪	2740.59	446.59	702.48	659.82	1301.93

(1) 集水區主流控制點位

以集水區內主流河道之橋樑點位及支流匯流口作為推估土砂產量之控制點，各橋樑支流點位集水區區位，整理如圖 5-25、圖 5-26、圖 5-27。

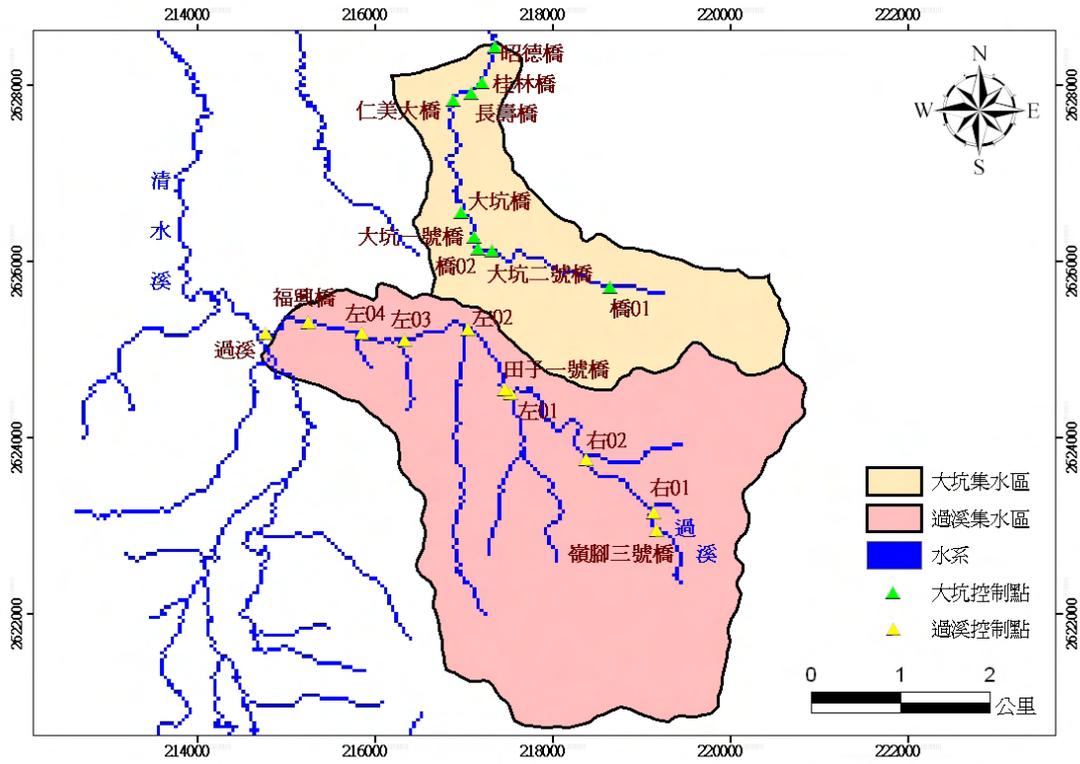


圖 5-25 大坑與過溪集水區橋樑及支流點位區位分布

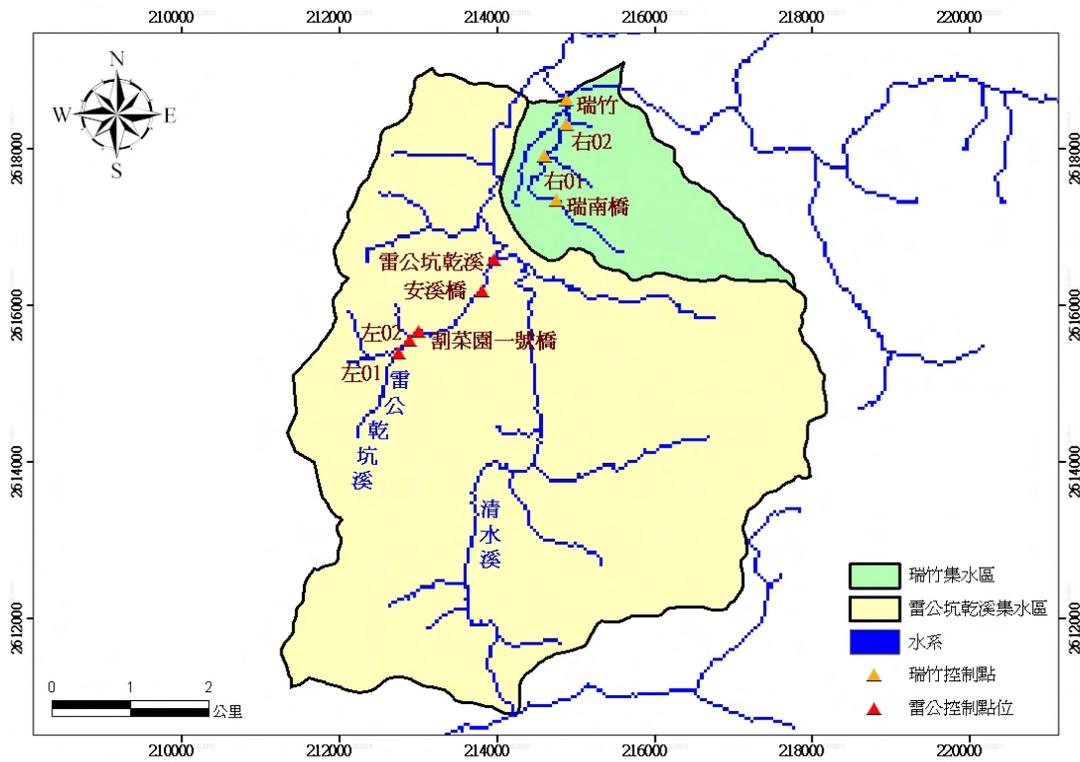


圖 5-26 瑞竹與雷公乾坑溪集水區橋樑及支流點位區位分布

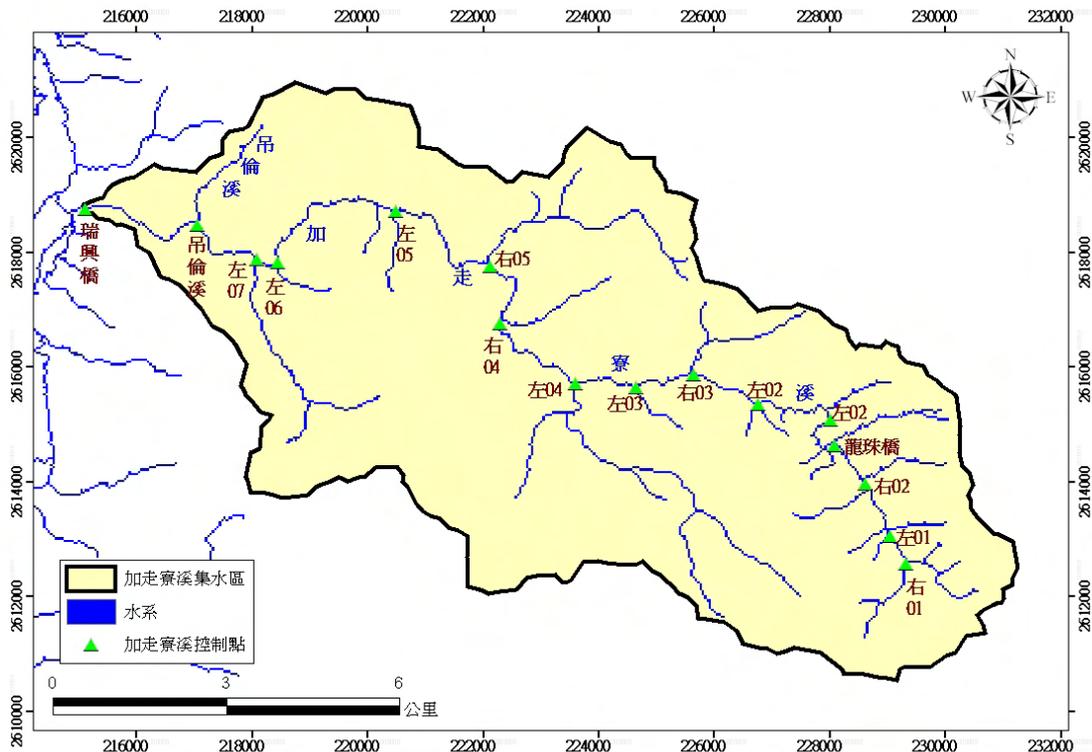


圖 5-27 加走寮溪集水區橋樑及支流點位區位分布

(2) 坡面土砂產量

藉由通用土壤流失公式 (USLE)，配合 DEM 資料及各期衛星影像估算各集水區之土壤流失量，並以泥砂遞移率計算坡面泥砂產量，推估各集水區泥砂產量分布。以 98 年 9 月 26 日之衛星影像推估各集水區坡面之年平均泥砂產量如表 5-18；另為配合崩塌地泥砂產量之分析，須以單場暴雨分別計算桃芝颱風、敏督利颱風、卡玫基颱風及莫拉克颱風等單場降雨對各分析區位之坡面泥砂產量 (表 5-19)。

表 5-18 集水區年坡面泥沙產量(1/2)

編號	集水區	區位	座標		泥砂產量 (ton/yr)	沖刷深度 (cm/yr)
			x	y		
1	大坑	橋 01	218647	2625711	2761.32	0.11
2	大坑	大坑二號橋	217316	2626120	3818.53	0.07
3	大坑	橋 02	217162	2626148	4006.81	0.07
4	大坑	大坑一號橋	217124	2626277	4296.98	0.07
5	大坑	大坑橋	216970	2626553	4609.51	0.07
6	大坑	仁美大橋	216889	2627835	5980.98	0.07

表 5-18 集水區年坡面泥沙產量(2/2)

編號	集水區	區位	座標		泥砂產量 (ton/yr)	沖刷深度 (cm/yr)
			x	y		
7	大坑	長壽橋	217089	2627910	6140.13	0.07
8	大坑	桂林橋	217206	2628036	6198.72	0.07
9	大坑	昭德橋	217353	2628430	6453.82	0.07
1	過溪	嶺腳三號橋	219167	2622948	3849.77	0.14
2	過溪	右 01	219133	2623155	5074.81	0.17
3	過溪	右 02	218371	2623755	7489.85	0.17
4	過溪	左 01	217527	2624506	18397.50	0.20
5	過溪	田子一號橋	217449	2624545	30898.50	0.21
6	過溪	左 02	217044	2625227	32772.90	0.21
7	過溪	左 03	216322	2625109	45690.80	0.22
8	過溪	左 04	215847	2625188	47031.40	0.21
9	過溪	福興橋	215248	2625312	48314.40	0.21
10	過溪	過溪	214766	2625186	48441.80	0.21
1	瑞竹	瑞南橋	214766	2617344	6745.05	0.19
2	瑞竹	右 01	214606	2617913	7316.38	0.19
3	瑞竹	右 02	214894	2618309	8768.40	0.19
4	瑞竹	瑞竹	214887	2618635	9242.97	0.12
1	雷公乾坑溪	左 01	212767	2615400	4004.24	0.19
2	雷公乾坑溪	左 02	212895	2615559	8331.03	0.20
3	雷公乾坑溪	割菜園一號橋	213008	2615667	10501.10	0.23
4	雷公乾坑溪	安溪橋	213813	2616187	13671.10	0.23
5	雷公乾坑溪	雷公乾坑溪	213971	2616590	13858.90	0.22
1	加走寮溪	右 01	229326	2612556	9234.00	0.22
2	加走寮溪	左 01	229047	2613040	29099.20	0.36
3	加走寮溪	青年一號橋	228611	2613951	64411.30	0.45
4	加走寮溪	右 02	228081	2614626	82405.40	0.51
5	加走寮溪	龍珠橋	228008	2615067	107970.00	0.55
6	加走寮溪	左 02	226766	2615348	151859.00	0.65
7	加走寮溪	右 03	225646	2615869	222691.00	0.80
8	加走寮溪	左 03	224651	2615630	258052.00	0.76
9	加走寮溪	左 04	223604	2615709	285998.00	0.77
10	加走寮溪	右 04	222288	2616754	453412.00	0.67
11	加走寮溪	右 05	222126	2617748	483040.00	0.66
12	加走寮溪	左 05	220483	2618706	587468.00	0.67
13	加走寮溪	左 06	218453	2617819	691254.00	0.70
14	加走寮溪	左 07	218090	2617866	723941.00	0.71
15	加走寮溪	吊倫溪	217049	2618469	809116.00	0.70
16	加走寮溪	瑞興橋	215119	2618747	852633.00	0.70

表 5-19 單場降雨對分析區位之坡面泥砂產量(1/2)

編號	集水區	區位	桃芝颱風 (m ³)	敏督利颱風 (m ³)	卡玫基颱風 (m ³)	莫拉克颱風 (m ³)
1	大坑	橋 01	316.27	466.09	429.15	903.54
2	大坑	大坑二號橋	437.36	644.54	593.45	1249.46
3	大坑	橋 02	458.93	676.32	622.71	1311.06
4	大坑	大坑一號橋	492.16	725.31	667.81	1406.01
5	大坑	大坑橋	527.96	778.06	716.38	1508.28
6	大坑	仁美大橋	685.04	1009.55	929.53	1957.04
7	大坑	長壽橋	703.27	1036.41	954.26	2009.11
8	大坑	桂林橋	709.99	1046.31	963.36	2028.28
9	大坑	昭德橋	739.20	1089.36	1003.01	2111.76
1	過溪	嶺腳三號橋	440.94	649.82	598.31	1259.69
2	過溪	右 01	581.26	856.60	788.69	1660.53
3	過溪	右 02	857.86	1264.24	1164.03	2450.75
4	過溪	左 01	2107.19	3105.39	2859.22	6019.84
5	過溪	田子一號橋	3539.03	5215.48	4802.06	10110.30
6	過溪	左 02	3753.71	5531.87	5093.36	10723.63
7	過溪	左 03	5233.29	7712.34	7100.99	14950.49
8	過溪	左 04	5386.84	7938.62	7309.33	15389.14
9	過溪	福興橋	5533.79	8155.18	7508.72	15808.94
10	過溪	過溪	5548.38	8176.68	7528.52	15850.62
1	瑞竹	瑞南橋	785.09	1234.94	1159.95	2288.76
2	瑞竹	右 01	851.59	1339.55	1258.20	2482.63
3	瑞竹	右 02	1020.61	1605.40	1507.91	2975.34
4	瑞竹	瑞竹	1075.84	1692.29	1589.51	3136.37
1	雷公乾坑溪	左 01	466.08	733.13	688.61	1358.74
2	雷公乾坑溪	左 02	969.69	1525.32	1432.69	2826.93
3	雷公乾坑溪	割菜園一號橋	1222.28	1922.63	1805.87	3563.27
4	雷公乾坑溪	安溪橋	1591.26	2503.04	2351.03	4638.96
5	雷公乾坑溪	雷公乾坑溪	1613.11	2537.41	2383.32	4702.66
1	加走寮溪	右 01	1074.80	1690.64	1587.97	3133.33
2	加走寮溪	左 01	3387.02	5327.74	5004.19	9874.08
3	加走寮溪	青年一號橋	7497.20	11792.99	11076.83	21856.34
4	加走寮溪	右 02	9591.64	15087.51	14171.28	27962.19
5	加走寮溪	龍珠橋	12567.24	19768.09	18567.62	36636.88
6	加走寮溪	左 02	17675.71	27803.65	26115.20	51529.45
7	加走寮溪	右 03	25920.25	40772.20	38296.20	75564.50
8	加走寮溪	左 03	30036.17	47246.49	44377.32	87563.53
9	加走寮溪	左 04	33288.95	52363.06	49183.17	97046.24

表 5-19 單場降雨對分析區位之坡面泥砂產量(2/2)

編號	集水區	區位	桃芝颱風 (m ³)	敏督利颱風 (m ³)	卡玫基颱風 (m ³)	莫拉克颱風 (m ³)
10	加走寮溪	右 04	52775.24	83014.74	77973.44	153854.03
11	加走寮溪	右 05	56223.82	88439.31	83068.59	163907.57
12	加走寮溪	左 05	68378.74	107558.82	101027.02	199342.41
13	加走寮溪	左 06	80458.98	126560.89	118875.13	234559.58
14	加走寮溪	左 07	84263.61	132545.51	124496.32	245651.09
15	加走寮溪	吊倫溪	94177.62	148140.12	139143.91	274553.11
16	加走寮溪	瑞興橋	99242.79	156107.56	146627.50	289319.42

(3) 崩塌地土砂遞移量

利用水保局調查桃芝颱風及 72 水災後之崩塌區位，另由 2002/0106、2009/01/15、2009/09/26 三期衛星影像翠取之崩塌地，得知各時期新增崩塌區位分布如圖 5-28，計算各時期崩塌區位之崩塌土砂量(表 5-20)。集水區各期崩塌對分析區位之泥砂產量分析如表 5-21。

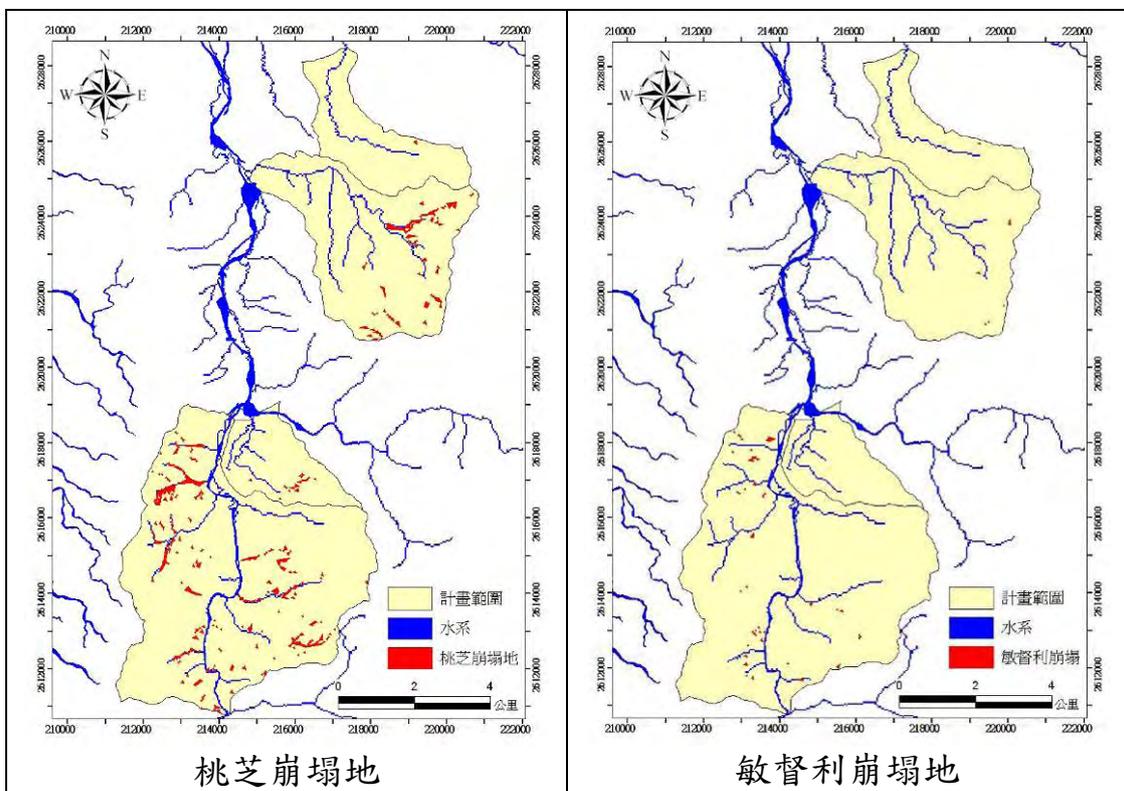


圖 5-28 各時期崩塌地分布 (1/2)

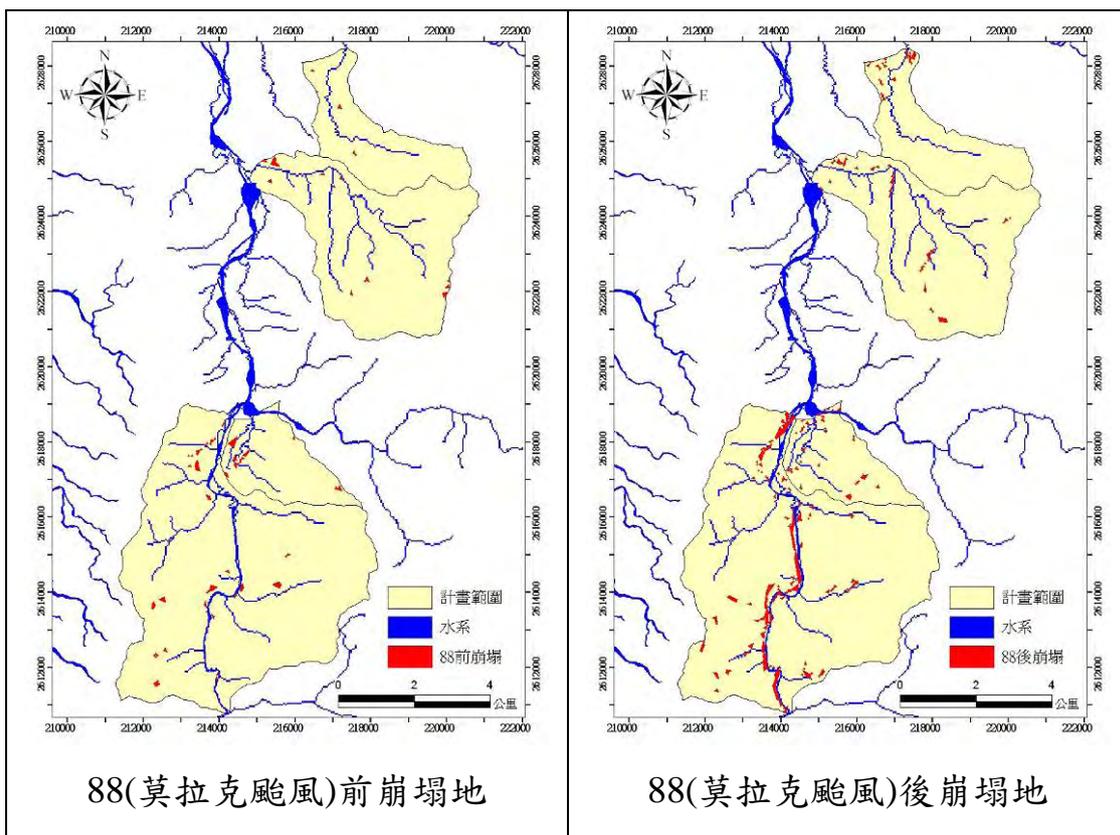


圖 5-28 各時期崩塌地分布 (2/2)

表 5-20 集水區崩塌地體積(1/2)

編號	集水區	區位	桃芝颱風 (m ³)	敏督利颱風 (m ³)	卡玫基颱風 (m ³)	莫拉克颱風 (m ³)
1	大坑	橋 01	11200	2400	0	0
2	大坑	大坑二號橋	11200	2400	9600	0
3	大坑	橋 02	11200	2400	9600	0
4	大坑	大坑一號橋	11200	2400	9600	0
5	大坑	大坑橋	11200	2400	9600	0
6	大坑	仁美大橋	11200	2400	16000	51200
7	大坑	長壽橋	11200	2400	35200	51200
8	大坑	桂林橋	11200	2400	35200	51200
9	大坑	昭德橋	11200	2400	35200	105600
1	過溪	嶺腳三號橋	104800	13600	24800	3200
2	過溪	右 01	111200	13600	24800	3200
3	過溪	右 02	178400	13600	24800	3200
4	過溪	左 01	469600	22400	31200	20000
5	過溪	田子一號橋	558400	22400	47200	145600
6	過溪	左 02	558400	22400	53600	145600
7	過溪	左 03	624000	22400	82400	225600
8	過溪	左 04	624000	22400	82400	244800
9	過溪	福興橋	624000	22400	114400	286400
10	過溪	過溪	624000	22400	178400	308800
1	瑞竹	瑞南橋	99200	0	18400	59200
2	瑞竹	右 01	99200	0	53600	65600
3	瑞竹	右 02	99200	0	76000	75200
4	瑞竹	瑞竹	102400	0	152800	148800
1	雷公乾坑溪	左 01	123200	0	28800	0
2	雷公乾坑溪	左 02	184000	0	32000	0
3	雷公乾坑溪	割菜園一號橋	216000	0	32000	3200
4	雷公乾坑溪	安溪橋	239200	16000	32000	3200
5	雷公乾坑溪	雷公乾坑溪	239200	16000	35200	9600
1	加走寮溪	右 01	156000	68000	0	4000
2	加走寮溪	左 01	156000	68000	5600	7200
3	加走寮溪	青年一號橋	606400	222400	13600	56800
4	加走寮溪	右 02	614400	289600	20800	64000
5	加走寮溪	龍珠橋	617600	315200	29600	86400
6	加走寮溪	左 02	733600	331200	50400	124000
7	加走寮溪	右 03	1642400	575200	61600	144000
8	加走寮溪	左 03	2205600	765600	180800	211200
9	加走寮溪	左 04	2553600	896000	209600	232800

表 5-20 集水區崩塌地體積(2/2)

編號	集水區	區位	桃芝颱風 (m ³)	敏督利颱風 (m ³)	卡玫基颱風 (m ³)	莫拉克颱風 (m ³)
10	加走寮溪	右 04	4551200	1264800	560800	629600
11	加走寮溪	右 05	4849600	1343200	608800	661600
12	加走寮溪	左 05	6096000	1508800	919200	756800
13	加走寮溪	左 06	7308000	1601600	1004000	807200
14	加走寮溪	左 07	7458400	1618400	1013600	807200
15	加走寮溪	吊倫溪	8336800	1725600	1095200	868800
16	加走寮溪	瑞興橋	9197600	1755200	1130400	909600

表 5-21 集水區各期崩塌對分析區位之泥砂產量(1/2)

編號	集水區	區位	桃芝颱風 (m ³)	敏督利颱風 (m ³)	卡玫基颱風 (m ³)	莫拉克颱風 (m ³)
1	大坑	橋 01	0.27	0.00	0.00	0.00
2	大坑	大坑二號橋	0.12	0.00	424.94	0.00
3	大坑	橋 02	0.11	0.00	390.19	0.00
4	大坑	大坑一號橋	0.10	0.00	373.50	0.00
5	大坑	大坑橋	0.10	0.00	352.30	0.00
6	大坑	仁美大橋	0.08	0.00	296.55	16.43
7	大坑	長壽橋	0.07	0.00	261.53	14.49
8	大坑	桂林橋	0.07	0.00	259.20	14.36
9	大坑	昭德橋	0.07	0.00	250.90	14191.86
1	過溪	嶺腳三號橋	1612.69	0.12	0.09	0.00
2	過溪	右 01	1509.37	0.11	0.08	0.00
3	過溪	右 02	1236.78	0.07	0.05	0.00
4	過溪	左 01	13014.81	0.05	0.03	0.28
5	過溪	田子一號橋	8294.04	0.03	0.10	3373.11
6	過溪	左 02	7897.96	0.03	0.40	3212.03
7	過溪	左 03	5963.26	0.02	1.68	2512.40
8	過溪	左 04	5652.21	0.02	1.59	2386.03
9	過溪	福興橋	5469.79	0.02	16.71	2404.20
10	過溪	過溪	5298.27	0.02	7556.83	2328.82
1	瑞竹	瑞南橋	2694.26	0.00	0.03	11.22
2	瑞竹	右 01	2430.05	0.00	3888.62	1516.43
3	瑞竹	右 02	2010.53	0.00	3325.56	1254.82
4	瑞竹	瑞竹	1222.34	0.00	3611.29	2296.91

表 5-21 集水區各期崩塌對分析區位之泥砂產量(2/2)

編號	集水區	區位	桃芝颱風 (m ³)	敏督利颱風 (m ³)	卡玫基颱風 (m ³)	莫拉克颱風 (m ³)
1	雷公乾坑溪	左 01	35015.60	0.00	0.06	0.00
2	雷公乾坑溪	左 02	20901.20	0.00	326.29	0.00
3	雷公乾坑溪	割菜園一號橋	19636.39	0.00	301.32	0.00
4	雷公乾坑溪	安溪橋	15440.19	35.44	235.73	0.00
5	雷公乾坑溪	雷公乾坑溪	14463.03	33.20	220.85	62.15
1	加走寮溪	右 01	2872.09	123.86	0.00	0.00
2	加走寮溪	左 01	2872.09	123.86	0.00	0.00
3	加走寮溪	青年一號橋	123562.56	12883.61	0.00	6855.92
4	加走寮溪	右 02	123774.40	62024.19	1155.64	6885.30
5	加走寮溪	龍珠橋	123774.40	62167.68	1540.85	10736.41
6	加走寮溪	左 02	165356.45	63334.36	1549.70	31644.27
7	加走寮溪	右 03	478156.62	104311.23	1599.24	31655.79
8	加走寮溪	左 03	708257.96	188283.29	15258.39	41681.49
9	加走寮溪	左 04	902728.00	205190.50	19016.59	41784.24
10	加走寮溪	右 04	1694480.68	239671.62	32581.27	87908.97
11	加走寮溪	右 05	1834768.99	240327.25	33008.93	93187.32
12	加走寮溪	左 05	2281303.48	280983.10	40295.92	123094.70
13	加走寮溪	左 06	2705969.63	285595.40	46481.73	127270.93
14	加走寮溪	左 07	2801173.68	286282.35	46506.65	127270.93
15	加走寮溪	吊倫溪	3156889.31	299222.36	47180.05	131639.67
16	加走寮溪	瑞興橋	3416922.22	299475.89	47901.64	133162.55

(4) 單場暴雨集水區土砂產量

坡面土砂產量和崩塌地土砂產量提供之土砂遞移量之和即為河道輸砂量，集水區單場降雨對分析區位之輸砂量如表 5-22 所示。再由崩塌地所產生之總崩塌量減去河道輸砂量，可得各分析區位上游河道於 88 水災(莫拉克颱風)後未輸出之土砂量(表 5-23)。

表 5-22 單場暴雨之河道輸砂量(1/2)

編號	集水區	區位	桃芝颱風 (m ³)	敏督利颱風 (m ³)	卡玫基颱風 (m ³)	莫拉克颱風 (m ³)
1	大坑	橋 01	316.54	466.09	429.15	903.53
2	大坑	大坑二號橋	437.48	644.55	1018.39	1249.46
3	大坑	橋 02	459.04	676.32	1012.91	1311.07
4	大坑	大坑一號橋	492.27	725.31	1041.31	1406.02
5	大坑	大坑橋	528.06	778.06	1068.68	1508.28
6	大坑	仁美大橋	685.13	1009.55	1226.08	1973.46
7	大坑	長壽橋	703.34	1036.42	1215.79	2023.6
8	大坑	桂林橋	710.05	1046.31	1222.56	2042.64
9	大坑	昭德橋	739.27	1089.37	1253.91	16303.62
1	過溪	嶺腳三號橋	2053.63	649.94	598.40	1259.68
2	過溪	右 01	2090.62	856.71	788.78	1660.53
3	過溪	右 02	2094.65	1264.32	1164.08	2450.75
4	過溪	左 01	15122.00	3105.43	2859.25	6020.11
5	過溪	田子一號橋	11833.07	5215.51	4802.15	13483.40
6	過溪	左 02	11651.68	5531.90	5093.77	13935.66
7	過溪	左 03	11196.55	7712.36	7102.67	17462.90
8	過溪	左 04	11039.05	7938.64	7310.92	17775.17
9	過溪	福興橋	11003.58	8155.20	7525.44	18213.14
10	過溪	過溪	10846.65	8176.70	15085.35	18179.44
1	瑞竹	瑞南橋	3479.35	1234.94	1159.97	2299.99
2	瑞竹	右 01	3281.65	1339.55	5146.82	3999.06
3	瑞竹	右 02	3031.13	1605.4	4833.46	4230.15
4	瑞竹	瑞竹	2298.19	1692.28	5200.8	5433.28
1	雷公乾坑溪	左 01	35481.67	733.13	688.67	1358.74
2	雷公乾坑溪	左 02	21870.89	1525.32	1758.98	2826.93
3	雷公乾坑溪	割菜園一號橋	20858.67	1922.63	2107.19	3563.27
4	雷公乾坑溪	安溪橋	17031.45	2538.47	2586.76	4638.96
5	雷公乾坑溪	雷公乾坑溪	16076.15	2570.61	2604.17	4764.82
1	加走寮溪	右 01	3946.88	1814.50	1587.97	3133.33
2	加走寮溪	左 01	6259.11	5451.60	5004.20	9874.08
3	加走寮溪	青年一號橋	131059.76	24676.60	11076.83	28712.27
4	加走寮溪	右 02	133366.04	77111.70	15326.92	34847.49
5	加走寮溪	龍珠橋	136341.64	81935.77	20108.48	47373.29
6	加走寮溪	左 02	183032.16	91138.01	27664.90	83173.72
7	加走寮溪	右 03	504076.87	145083.44	39895.43	107220.29
8	加走寮溪	左 03	738294.14	235529.78	59635.71	129245.02
9	加走寮溪	左 04	936016.94	257553.56	68199.76	138830.48

表 5-22 單場暴雨之河道輸砂量(2/2)

編號	集水區	區位	桃芝颱風 (m ³)	敏督利颱風 (m ³)	卡玫基颱風 (m ³)	莫拉克颱風 (m ³)
10	加走寮溪	右 04	1747255.92	322686.36	110554.71	241763.00
11	加走寮溪	右 05	1890992.81	328766.56	116077.52	257094.89
12	加走寮溪	左 05	2349682.21	388541.92	141322.94	322437.11
13	加走寮溪	左 06	2786428.61	412156.29	165356.86	361830.50
14	加走寮溪	左 07	2885437.29	418827.86	171002.98	372922.01
15	加走寮溪	吊倫溪	3251066.93	447362.48	186323.97	406192.78
16	加走寮溪	瑞興橋	3516165.01	455583.44	194529.15	422481.97

表 5-23 88 水災後未輸出土砂量(1/2)

編號	集水區	區位	總崩塌量 (m ³)	河道輸砂量 (m ³)	未輸出土砂量 (m ³)
1	大坑	橋 01	13600	2115	11485
2	大坑	大坑二號橋	23200	3350	19850
3	大坑	橋 02	23200	3459	19741
4	大坑	大坑一號橋	23200	3665	19535
5	大坑	大坑橋	23200	3883	19317
6	大坑	仁美大橋	80800	4894	75906
7	大坑	長壽橋	100000	4979	95021
8	大坑	桂林橋	100000	5022	94978
9	大坑	昭德橋	154400	19386	135014
1	過溪	嶺腳三號橋	146400	4562	141838
2	過溪	右 01	152800	5397	147403
3	過溪	右 02	220000	6974	213026
4	過溪	左 01	543200	27107	516093
5	過溪	田子一號橋	773600	35334	738266
6	過溪	左 02	780000	36213	743787
7	過溪	左 03	954400	43474	910926
8	過溪	左 04	973600	44064	929536
9	過溪	福興橋	1047200	44897	1002303
10	過溪	過溪	1133600	52288	1081312
1	瑞竹	瑞南橋	176800	8174	168626
2	瑞竹	右 01	218400	13767	204633
3	瑞竹	右 02	250400	13700	236700
4	瑞竹	瑞竹	404000	14625	389375
1	雷公乾坑溪	左 01	152000	38262	113738
2	雷公乾坑溪	左 02	216000	27982	188018
3	雷公乾坑溪	割菜園一號橋	251200	28452	222748
4	雷公乾坑溪	安溪橋	290400	26796	263604
5	雷公乾坑溪	雷公乾坑溪	300000	26016	273984
1	加走寮溪	右 01	228000	10483	217517
2	加走寮溪	左 01	236800	26589	210211
3	加走寮溪	青年一號橋	899200	195525	703675
4	加走寮溪	右 02	988800	260652	728148
5	加走寮溪	龍珠橋	1048800	285759	763041
6	加走寮溪	左 02	1239200	385009	854191

表 5-23 88 水災後未輸出土砂量(2/2)

編號	集水區	區位	總崩塌量 (m ³)	河道輸砂量 (m ³)	未輸出土砂量 (m ³)
7	加走寮溪	右 03	2423200	796276	1626924
8	加走寮溪	左 03	3363200	1162705	2200495
9	加走寮溪	左 04	3892000	1400601	2491399
10	加走寮溪	右 04	7006400	2422260	4584140
11	加走寮溪	右 05	7463200	2592932	4870268
12	加走寮溪	左 05	9280800	3201984	6078816
13	加走寮溪	左 06	10720800	3725772	6995028
14	加走寮溪	左 07	10897600	3848190	7049410
15	加走寮溪	吊倫溪	12026400	4290946	7735454
16	加走寮溪	瑞興橋	12992800	4588760	8404040

(5) 橋樑及支流點位集水區河道輸砂狀況分析

主流上橋樑、主流支流交匯點之集水區河道輸砂狀況分析，整理如表 5-24。計畫範圍內主流橋樑及支流點位集水區沖淤示意圖如圖 5-29 所示。

表 5-24 橋樑及支流點位集水區未輸出土砂量整理(1/2)

編號	集水區	區位	未輸出土砂量 (m ³)	沖淤情形
1	大坑	橋 01	11484.69	堆積
2	大坑	橋 01 — 大坑二號橋	8365.43	堆積
3	大坑	大坑二號橋 — 橋 02	-109.46	沖刷
4	大坑	橋 02 — 大坑一號橋	-205.57	沖刷
5	大坑	大坑一號橋 — 大坑橋	-218.17	沖刷
6	大坑	大坑橋 — 仁美大橋	56588.86	堆積
7	大坑	仁美大橋 — 長壽橋	19115.07	堆積
8	大坑	長壽橋 — 桂林橋	-42.41	沖刷
9	大坑	桂林橋 — 昭德橋	40035.39	堆積
1	過溪	嶺腳三號橋	141838.35	堆積
2	過溪	嶺腳三號橋 — 右 01	5565.01	堆積
3	過溪	右 01 — 右 02	65622.84	堆積
4	過溪	右 02 — 左 01	303067.01	堆積
5	過溪	左 01 — 田子一號橋	222172.66	堆積
6	過溪	田子一號橋 — 左 02	5521.12	堆積
7	過溪	左 02 — 左 03	167138.53	堆積
8	過溪	左 03 — 左 04	18610.70	堆積
9	過溪	左 04 — 福興橋	72766.42	堆積
10	過溪	福興橋 — 過溪	79009.22	堆積
1	瑞竹	瑞南橋	168625.8	堆積
2	瑞竹	瑞南橋 — 右 01	36007.17	堆積
3	瑞竹	右 01 — 右 02	32066.94	堆積
4	瑞竹	右 02 — 瑞竹	152675.6	堆積

表 5-24 橋樑及支流點位集水區未輸出土砂量整理(2/2)

編號	集水區	區位	未輸出土砂量 (m ³)	沖淤情形
1	雷公乾坑溪	左 01	171270.09	堆積
2	雷公乾坑溪	左 01 — 左 02	74280.09	堆積
3	雷公乾坑溪	左 02 — 割菜園一號橋	34730.36	堆積
4	雷公乾坑溪	割菜園一號橋 — 安溪橋	40856.12	堆積
5	雷公乾坑溪	安溪橋 — 雷公乾坑溪	10379.89	堆積
1	加走寮溪	右 01	217517.32	堆積
2	加走寮溪	右 01 — 左 01	-7306.31	沖刷
3	加走寮溪	左 01 — 青年一號橋	493463.53	堆積
4	加走寮溪	青年一號橋 — 右 02	24473.31	堆積
5	加走寮溪	右 02 — 龍珠橋	34892.97	堆積
6	加走寮溪	龍珠橋 — 左 02	91150.39	堆積
7	加走寮溪	左 02 — 右 03	772732.76	堆積
8	加走寮溪	右 03 — 左 03	573571.38	堆積
9	加走寮溪	左 03 — 左 04	290903.91	堆積
10	加走寮溪	左 04 — 右 04	2092740.75	堆積
11	加走寮溪	右 04 — 右 05	286128.21	堆積
12	加走寮溪	右 05 — 左 05	1208547.60	堆積
13	加走寮溪	左 05 — 左 06	916211.92	堆積
14	加走寮溪	左 06 — 左 07	54382.12	堆積
15	加走寮溪	左 07 — 吊倫溪	686043.98	堆積
16	加走寮溪	吊倫溪 — 瑞興橋	668586.59	堆積

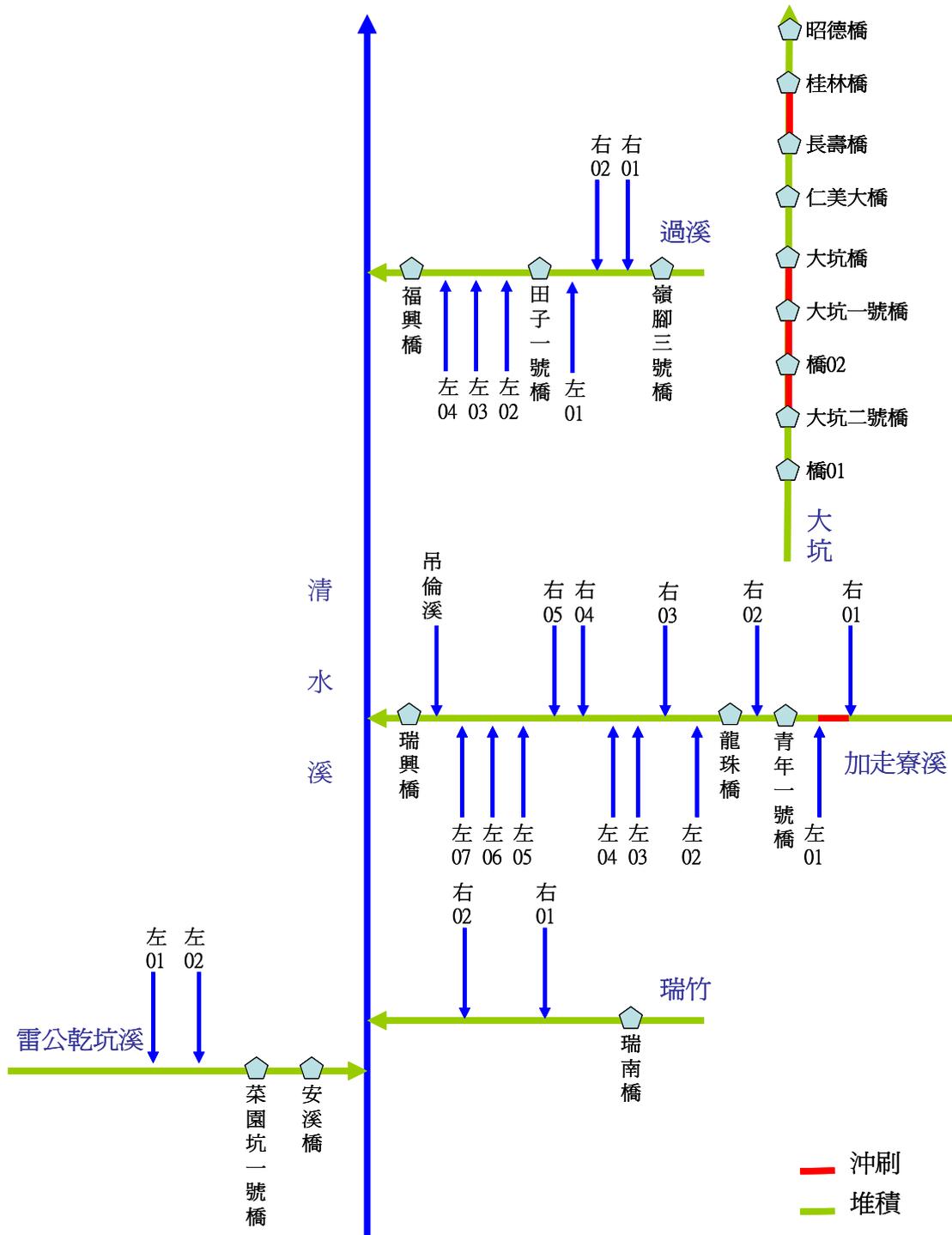


圖 5-29 計畫範圍橋樑及支流點位集水區沖淤示意圖

(6) 橋涵控制點位

a. 坡面土砂產量

以 98 年 9 月 26 日之衛星影像推估各集水區坡面之年平均泥砂產量如表 5-25；另為配合崩塌地泥砂產量之分析，須以單場暴雨分別計算桃芝颱風、敏督利颱風、卡玫基颱風及莫拉克颱風等單場降雨對各分析區位之坡面泥砂產量（表 5-26）。

表 5-25 集水區年坡面泥沙產量

編號	區位	座標		泥砂產量 (ton/yr)	沖刷深度 (cm/yr)
		x	y		
1	大坑 1	217318	2626120	3818.53	0.07
2	大坑 2	217882	2626038	3561.90	0.11
3	大坑 3	219001	2625680	750.83	0.04
4	過溪 1	217521	2623678	3805.41	0.64
5	過溪 2	218723	2624195	29.73	0.02
6	過溪 3	218121	2623154	4451.73	0.12
7	過溪 4	217848	2622149	73.31	0.01
8	瑞竹 1	216005	2617991	50.65	0.03
9	瑞竹 2	215562	2617673	18.88	0.02
10	瑞竹 3	215008	2617668	1263.45	0.41
11	瑞竹 4	214767	2617349	6745.05	0.19
12	雷公 1	212853	2615627	2078.64	0.71
13	雷公 2	212526	2614717	1307.91	0.09
14	雷公 3	212409	2612992	9.59	0.01
15	雷公 4	212123	2612037	68.82	0.01
16	雷公 5	212846	2611632	74.63	0.01

表 5-26 單場降雨對分析區位之坡面泥砂產量

編號	區位	桃芝颱風 (m ³)	敏督利颱風 (m ³)	卡玫基颱風 (m ³)	莫拉克颱風 (m ³)
1	大坑 1	437.36	644.54	593.45	1249.46
2	大坑 2	407.97	601.23	553.57	1165.49
3	大坑 3	86.00	126.74	116.69	245.68
4	過溪 1	435.86	642.33	591.41	1245.17
5	過溪 2	3.41	5.02	4.62	9.73
6	過溪 3	509.89	751.43	691.86	1456.65
7	過溪 4	8.39	12.37	11.39	23.99
8	瑞竹 1	5.89	9.27	8.71	17.19
9	瑞竹 2	2.20	3.46	3.25	6.41
10	瑞竹 3	147.06	231.32	217.28	428.72
11	瑞竹 4	785.09	1234.94	1159.95	2288.76
12	雷公 1	241.94	380.58	357.46	705.34
13	雷公 2	152.24	239.46	224.92	443.81
14	雷公 3	1.11	1.76	1.65	3.26
15	雷公 4	8.01	12.60	11.84	23.35
16	雷公 5	8.69	13.66	12.84	25.32

b. 崩塌地土砂遞移量

利用水保局調查桃芝颱風、72 水災後之崩塌區位及本計劃萃取之崩塌區位，計算各時期崩塌區位之崩塌土砂量(表 5-27)。集水區各期崩塌對分析區位之泥砂產量分析如表 5-28。

表 5-27 集水區崩塌地體積(1/2)

編號	區位	桃芝颱風 (m ³)	敏督利颱風 (m ³)	卡玫基颱風 (m ³)	莫拉克颱風 (m ³)
1	大坑 1	11200	2400	9600	0
2	大坑 2	11200	2400	0	0
3	大坑 3	0	0	0	0
4	過溪 1	0	0	0	0
5	過溪 2	9600	0	0	0
6	過溪 3	88800	0	16000	125600

表 5-27 集水區崩塌地體積(2/2)

編號	區位	桃芝颱風 (m ³)	敏督利颱風 (m ³)	卡玫基颱風 (m ³)	莫拉克颱風 (m ³)
7	過溪 4	8800	0	0	64800
8	瑞竹 1	0	0	0	0
9	瑞竹 2	0	0	0	0
10	瑞竹 3	0	0	0	0
11	瑞竹 4	99200	0	18400	59200
12	雷公 1	28800	0	0	3200
13	雷公 2	28000	0	25600	0
14	雷公 3	0	0	0	0
15	雷公 4	0	0	0	24000
16	雷公 5	0	0	25600	12800

表 5-28 集水區各期崩塌對分析區位之泥砂產量

編號	區位	桃芝颱風 (m ³)	敏督利颱風 (m ³)	卡玫基颱風 (m ³)	莫拉克颱風 (m ³)
1	大坑 1	0.12	0	424.94	0
2	大坑 2	0.2	0	0	0
3	大坑 3	0	0	0	0
4	過溪 1	0	0	0	0
5	過溪 2	0.63	0	0	0
6	過溪 3	1202.52	0	0.34	14036.44
7	過溪 4	171.81	0	0	4695.39
8	瑞竹 1	0	0	0	0
9	瑞竹 2	0	0	0	0
10	瑞竹 3	0	0	0	0
11	瑞竹 4	2694.26	0	0.03	11.22
12	雷公 1	5253.14	0	0	0
13	雷公 2	8425.75	0	0.08	0
14	雷公 3	0	0	0	0
15	雷公 4	0	0	0	4.33
16	雷公 5	0	0	681.9	15.17

c. 單場暴雨集水區土砂產量

坡面土砂產量和崩塌地土砂產量提供之土砂遞移量之和即為河道輸砂量，集水區單場降雨對分析區位之輸砂量如表 5-29 所示。再由崩塌地所產生之總崩塌量減去河道輸砂量，可得各分析區位上游河道於 88 水災(莫拉克颱風)後未輸出之土砂量(表 5-30)。橋涵控制點集水區沖淤示意圖如圖 5-30 所示。

表 5-29 單場暴雨之河道輸砂量

編號	區位	桃芝颱風 (m ³)	敏督利颱風 (m ³)	卡玫基颱風 (m ³)	莫拉克颱風 (m ³)
1	大坑 1	437.48	644.55	1018.39	1249.46
2	大坑 2	408.17	601.23	553.57	1165.49
3	大坑 3	86	126.74	116.69	245.68
4	過溪 1	435.86	642.33	591.41	1245.17
5	過溪 2	4.04	5.02	4.62	9.73
6	過溪 3	1712.41	751.43	692.2	15493.09
7	過溪 4	180.21	12.37	11.39	4719.38
8	瑞竹 1	5.9	9.27	8.71	17.19
9	瑞竹 2	2.2	3.46	3.25	6.41
10	瑞竹 3	147.06	231.32	217.28	428.72
11	瑞竹 4	3479.35	1234.94	1159.97	2299.99
12	雷公 1	5495.08	380.58	357.46	705.33
13	雷公 2	8577.98	239.46	225	443.81
14	雷公 3	1.12	1.76	1.65	3.25
15	雷公 4	8.01	12.6	11.83	27.68
16	雷公 5	8.69	13.66	694.73	40.5

表 5-30 88 水災(莫拉克颱風)後未輸出土砂量

編號	區位	總崩塌量 (m ³)	河道輸砂量 (m ³)	未輸出土砂量 (m ³)	沖淤情形
1	大坑 1	23,200	3,350	19,850	堆積
2	大坑 2	13,600	2,728	10,872	堆積
3	大坑 3	0	575	-575	沖刷
4	過溪 1	0	2,915	-2,915	沖刷
5	過溪 2	9,600	23	9,577	堆積
6	過溪 3	230,400	18,649	211,751	堆積
7	過溪 4	73,600	4,923	68,677	堆積
8	瑞竹 1	0	41	-41	沖刷
9	瑞竹 2	0	15	-15	沖刷
10	瑞竹 3	0	1,024	-1,024	沖刷
11	瑞竹 4	176,800	8,174	168,626	堆積
12	雷公 1	32,000	6,938	25,062	堆積
13	雷公 2	53,600	9,486	44,114	堆積
14	雷公 3	0	8	-8	沖刷
15	雷公 4	24,000	60	23,940	堆積
16	雷公 5	38,400	758	37,642	堆積

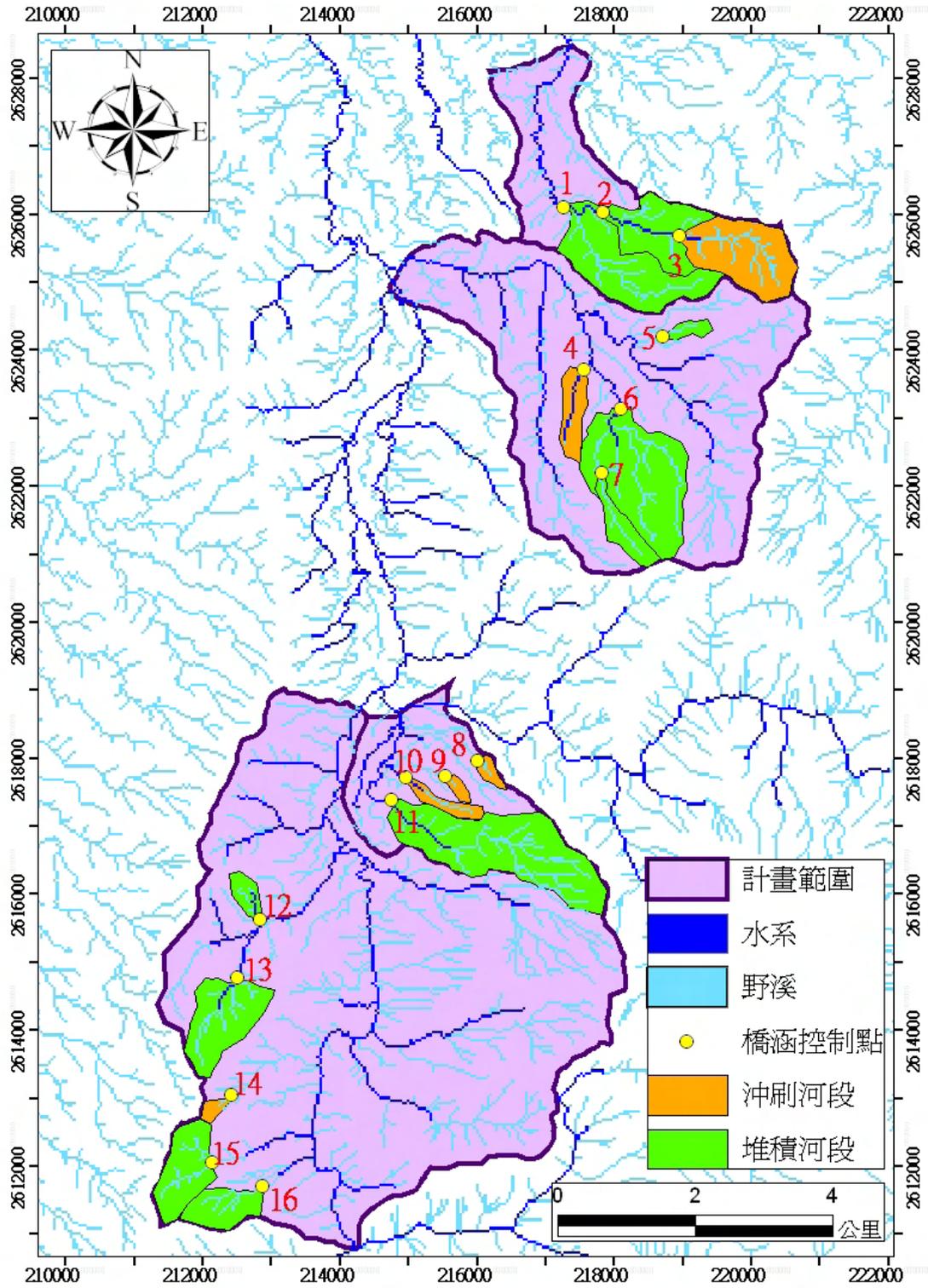


圖 5-30 控制點集水區上游河段沖淤分布圖

(7) 潛在崩塌量估算

依圖 5-28 控制點上游河段沖淤分布圖，可知沖刷段多為上游集水區無發生崩塌之區位，上游集水區若無供應適量土砂使收支平衡，勢必引起沖蝕或崩塌，故將沖刷河段集水區視為潛在崩塌區位，以面積比法推估潛在崩塌量。已崩塌集水區平均單位面積崩塌量約為 0.07m，則潛在崩塌區位之崩塌量如表 5-31 所示。

$$\text{潛在崩塌量} = \frac{\text{已發生崩塌量}}{\text{已發生崩塌集水區面積}} \times \text{未發生崩塌集水區面積}$$

表 5-31 潛在崩塌量

編號	區位	集水區面積(km ²)	潛在崩塌量(m ³)
1	大坑 3	1.37	100021.86
2	過溪 1	0.43	31393.72
3	瑞竹 1	0.11	8030.95
4	瑞竹 2	0.09	6570.78
5	瑞竹 3	0.22	16061.90
6	雷公 3	0.10	7300.87

(8) 崩塌潛勢分析

以台灣之崩塌地而言，崩塌發生主影響因子有：邊坡坡度、邊坡地質、邊坡走向、邊坡植生、降雨量、地下水位、土壤水分、地震、崩塌地臨前狀況及人為開發等。依過往經驗，在崩坍原因中，地形與降雨是不可忽略之重要因子，因此對於地形的分布以及土壤本身的飽和程度，可作為一評估潛在崩塌地之條件。

在各種崩塌潛勢評估模式中，Dietrich 與Montgomery(1994)提出之模式是以地形特性為基礎，利用水文模式及無黏性土壤之無限邊坡穩定模式，將集水區與水文有關之地形特性分成四部份：

a. 無條件不穩定

$$\tan \theta > \tan \phi$$

b. 不穩定

$$\frac{A}{b} \geq \left(\frac{T}{q}\right) \sin \theta \left(\frac{\rho_s}{\rho_w}\right) \left[1 - \left(\frac{\tan \theta}{\tan \phi}\right)\right]$$

c. 穩定

$$\frac{A}{b} < \left(\frac{T}{q}\right) \sin \theta \left(\frac{\rho_s}{\rho_w}\right) \left[1 - \left(\frac{\tan \theta}{\tan \phi}\right)\right]$$

d. 無條件穩定

$$\tan \theta \leq \tan \phi \left[1 - \left(\frac{\rho_w}{\rho_s}\right)\right]$$

式中， A ：集流面積； q ：區域（面）排水量（＝降雨量－蒸發散量－深層排水損失）； b ：流經的等高線長度； T ：土壤傳導度（＝土壤剖面的飽和水力傳導度對深度的積分）； ρ_s 為土壤密度； ρ_w 為水密度； $\tan \theta$ 為地表坡度； $\tan \phi$ 為土壤安息角。

為探討本計畫區內崩塌潛勢，將以分析崩塌之物理特性及力學機制學理之臨界條件方程式為基礎，輔以計畫區以往崩塌發生案例做為驗證；圖5-31及圖5-32表現出本計畫集水區範圍之坡度、水系與過往崩塌地之綜合比對圖。參考Dietrich 與Montgomery 提出之模式，若假設計畫區內之土壤特性參數（ $\rho_s, \tan \phi, T$ ）差異不大，則地形參數（ $A/b, \tan \theta$ ）將為穩定條件中之關鍵因子。由圖中可看出過去崩塌地大多發生於坡度較大（六、七級坡）或臨近溪流（如雷公坑乾溪）之位置，亦為地形參數偏大達到不穩定之情況；綜合理論與歷史資料，本計畫區內坡度為七級坡與六級坡且鄰近溪流（尤以雷公坑乾溪）之區域，將為崩塌再次復發重要潛勢區域，需注意。

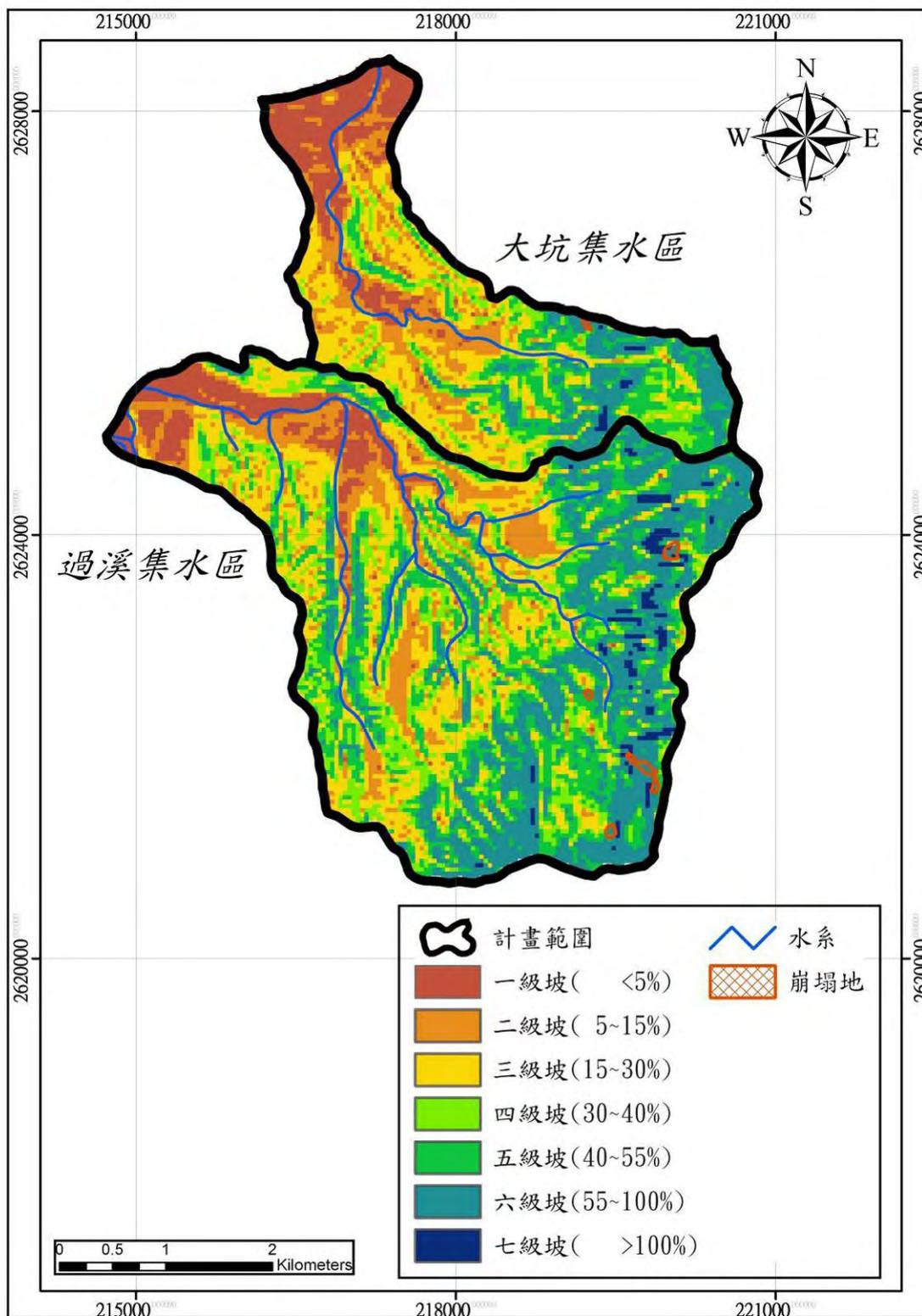


圖 5-31 大坑、過溪集水區坡度、水系、崩塌地圖

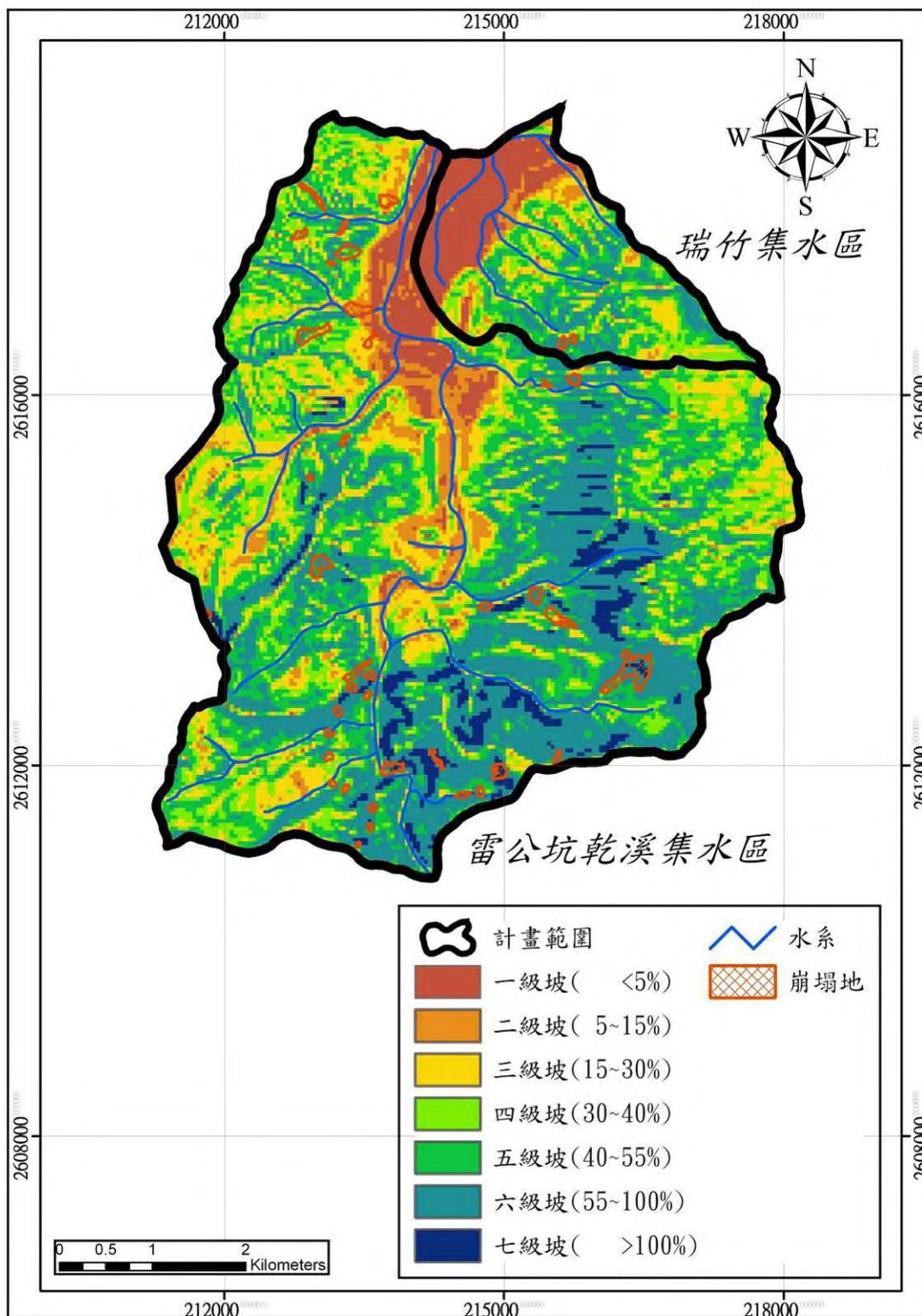


圖 5-32 瑞竹、雷公坑乾溪集水區坡度、水系、崩塌地圖

陸、集水區問題分析與水土保持需求性

集水區問題分析係根據現場勘查及水文環境分析演算成果進行綜合判釋和研析，本計畫將水土保持需求性區分成坡面沖蝕情形、崩塌地情形、道路水土保持情形、河道沖淤情形、土石流潛勢溪流五項做說明，茲分述如下。並於最後做水土保持需求性之綜合分析。

6-1 坡面沖蝕情形及原因分析

四集水區主要以南莊層，其以白砂岩為主，尚有暗灰色的頁岩、藍灰色的泥岩以及中新式煤系中最具特性由灰黑色頁岩及白色粉沙岩所組成的薄密互層。膠結疏鬆，抗蝕力弱，雖呈厚塊狀，但在出露處均未形成峻崖峭壁。因此當受到環境物化風化影響，即便是在無雨的環境條件下，石礫碎屑經常沿著道路邊坡或河溪兩岸剝蝕滑落，致使坡面裸露，而在坡面低窪處，受降雨集中逕流作用，大型蝕溝分布其間，如 158 甲線上箱涵(212828,2615623)上游河道上邊坡裸露並沖蝕至河道中，請參考照片 6-1；茅埔坑農路下邊坡受雨水沖蝕之情況請參考照片 6-2。



照片 6-1 158 甲線上箱涵上游河道邊坡裸露



照片 6-2 茅埔坑農路下邊坡受雨水沖蝕狀況

必須特別注意的是規劃區內，坡面蝕溝內經常堆積大量鬆散石礫，當雨量較小時，因多數水量入滲而使溝床面無水流流動，惟遇豪

雨時，在地表下逕流與地表逕流的聯合作用下，容易導致溝床石礫成層運移，有生成土石流之疑慮為過溪及瑞竹、雷公坑乾溪集水區內的三條土石流潛勢溪流。歷經多次颱風與地震之影響，除了地質條件外，加上本規劃集水區屬於高度開發集水區，休閒農業(觀光茶園)、工廠、民宿等坡面之開發，因此坡面沖蝕之情形在規劃區域內時可見得，調查結果於第三章有詳細之說明。

6-2 崩塌地情形及原因分析

根據現場調查結果，莫拉克風災帶來豐沛雨水導致有許多大規模崩塌，在四集水區內崩塌與坡面沖蝕並不易劃分，受到 921 集集地震及莫拉克颱風影響，這兩種坡面土石剝離現象已有加速惡化之情形，必須特別留意。溪溝邊坡部分因土砂組成較鬆軟或固結不良，在受到雨水沖蝕後易發展為小蝕溝，此等小蝕溝於發展過程常導致上方邊坡於短時間內發展成大規模土體崩落，造成大量的土砂堆積於河道中。

由土砂遞移量推估成果，四集水區河道多屬土砂堆積段，其中主流中游未整治地區斷面寬廣，河道坡度較平緩，上游土石移動到此處因流速降低，堆積於河床，因該地區無適當之整流工程，故造成流心不穩，部分區域淤積成沙洲，阻礙河道。

此四集水區目前都因莫拉克風災導致大規模崩塌，且以溪流中上游及道路邊坡更為嚴重，推估原因為此次風災雨量過大導致土壤含水過於飽和而造成支持力降低，引起邊坡坍塌，因本計畫對於莫拉克颱風災情極為重視，但目前的衛星影像雲層分布密集恐影響判釋，將於期末報告中以最新的衛星影像圖提出莫拉克風災的崩塌地災害情形。



照片 6-3 莫拉克風災:投 149 線上
邊坡崩塌導致中斷



照片 6-4 莫拉克風災:溪流上邊坡
崩塌

6-3 河道沖淤情形及原因分析

本規劃區多屬於礫石型河道，兩岸多已整治，惟因水流集中，且流路平直狹窄，每當豪雨逕流時，水流沖淤能力甚強，尤其在彎道處或橋樑斷面，沖刷情形較為明顯。由第三章現勘結果得知以過溪、瑞竹、雷公坑乾溪河床堆積甚多礫石，而大坑集水區較多構造物沖刷毀壞。部分橋樑、箱涵也因歷經莫拉克颱風及先前颱風豪雨之沖刷，對工程結構物所形成之磨蝕相對的提高，且多數礫石堆積於河床上，加上部分地段坡度略高，因此對於河道通水安全構成相當程度的威脅；構造物毀損原因大多除了本身基礎深度不足外，尚有一個重要的影響因素，那就是因為河床受水流嚴重沖刷，造成細顆粒大量流失形成基礎淘空裸露，經年累月下結構物受不了水流及自重的負荷，最後損毀。



照片 6-5 大坑集水區內既有結構
物沖刷毀壞



照片 6-6 過溪集水區土砂堆積情
形



照片 6-7 瑞竹集水區土砂堆積情形



照片 6-8 過溪集水區土砂堆積情形

6-4 道路水土保持情形及原因分析

道路致災原因計有邊坡崩塌、排水設施不完善、路基崩塌或下陷等，以下將針對道路水土保持問題作討論：

一、大坑集水區

大坑集水區道路水土保持問題方面，其產生問題大多是排水設施不夠完善，導致道路基礎遭水流沖刷而損毀，甚而縮減路寬導致交通不便，最嚴重區段為中坑路，其也為秀林里主要道路。

二、過溪集水區

本區集水區道路水土保持問題較多位於投 51 線，其主要問題為既有排水設施大多遭枯枝落葉所阻塞，建議定期清理，以避免日後豪大雨來時，恐遭遇通水斷面不足的問題，而漫淹至道路上。

三、瑞竹集水區

瑞竹集水區的道路水土保持問題較多位於茅埔坑農路、芋藁崙農路，道路路面嚴重沖蝕，土砂流失頗多，且區內最常發生問題多是道路上邊坡產生蝕溝，水匯流至道路低凹處，導致路面下陷而損壞。

四、雷公坑乾溪集水區

本區集水區問題是有些區段無設置排水設施，導致此集水區農路多數每逢豪大雨必淹，此造成當地民眾採收農作物不便，影響經濟效益。在遭遇莫拉克風災後，大量雨水導致 149 縣道路沖垮，此原因推估應是上邊坡無排水設施，且此區段的土壤多是回填土坡，下方為岩石，導致回填土含水飽和後沿著下方岩石而產生圓弧形滑動破壞。

6-5 潛勢溪流問題分析

本規劃區內存在 3 條土石流潛勢溪流，分別為投縣 DF131、投縣 DE132、投縣 DE133、雲縣 DF004。整體而言，三條土石流潛勢溪流大部分均已有整治，以下就第三章現勘提出問題分析，敘述如下：

一、投縣 DF131 土石流潛勢溪流

位於計畫區內秀林里，危險等級屬高度危險等級，長度約 716 公尺，保全對象約 10 戶，溪流大部分下游部分均已有整治，既有整治河段中，部分河段因溪床坡降過陡，以致有固床工損毀或基腳淘刷情形發生。

二、投縣 DF132 土石流潛勢溪流

位於計畫區內坪頂里，危險等級屬高度危險等級，長度約 4568 公尺，保全對象約 150 戶，下游約 482 公尺位於瑞竹集水區內，下游兩側皆設有護岸，目前狀況良好。

三、投縣 DE133 土石流潛勢溪流

位於計畫區內瑞竹里，危險等級屬中度危險等級，長度約 1498 公尺，保全對象約 12 戶，河段目前無災害發生，既有整治構造物現況亦良好，但目前溪流已被植生所覆蓋，流路不明顯。

四、雲縣 DF004 土石流潛勢溪流

位於計畫區內雲林縣古坑鄉樟湖村內，危險等級屬中度危險等級，長度約 895 公尺，保全對象約 5 戶，既有構造物有基腳嚴重淘刷情形產生。

95-97 年間有多次颱風，以下為針對此三條土石流潛勢溪流調查土石流發布紅色警戒的時間。

表 6-1 98-95 年風災發布土石流紅色警戒次數

	98 年	97 年			96 年	95 年	98-95 年間發布紅色警戒總次數
	莫拉克 颱風	卡玫基 颱風	辛樂克 颱風	薔蜜 颱風	柯羅莎 颱風	69 豪雨	
投縣 DF131	√	√	√	√	√	√	6
投縣 DE132	√	√	√	√	√	√	6
投縣 DE133	√	√	√	√	√	--	5
雲縣 DF004	√	√	√	√	--	√	5

6-6 集水區水土保持需求性分析

計畫區內之災害可綜合歸納為洪水災害及土砂災害兩大部分，分述如下：

一、洪水災害

洪水災害係指集水區內因降雨導致洪水溢岸漫淹或排水不良而危害民眾生命財產及公共設施安全者，稱之。根據以往災害分析後，本計畫區之洪水災害原因如下分析及如圖 6-1 所示：

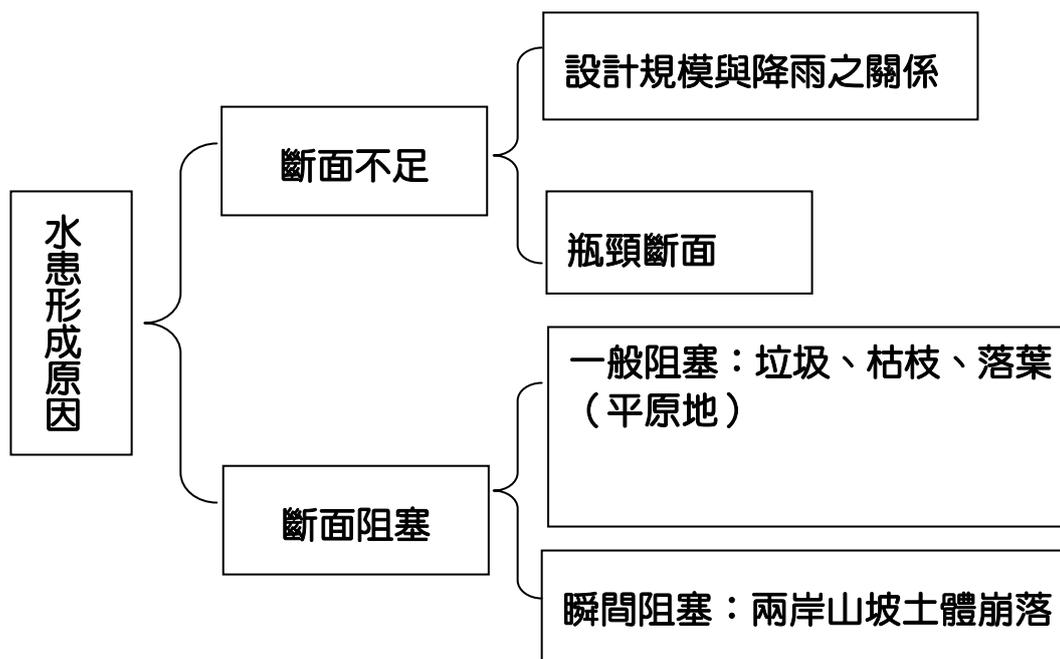


圖6-1 水患形成原因

1. 超大逕流量：

因近年來氣候極端變遷，超過排洪設計標準之颱風豪雨或暴雨，或人為過度開發行為減低集水區透水面積與縮短集流時間，形成過大之逕流量而導致洪水溢岸或沖毀堤岸漫淹。

2. 排洪断面不足：

排洪断面不足原因有自然因素及人為因素，前者主要是由於河床淤積抬高及岸坡土石滑落縮減河幅，而後者則可能是侵佔河川地或工程構造物造成断面縮小，導致洪流溢堤或沖毀跨河構造物。

3. 河岸坍塌：

河岸受洪流作用坍塌或截彎取直，或因未施保護措施，使得河岸遭到沖毀而致漫淹成災。

二、土砂災害

土砂災害係指集水區內因大規模土砂生產和移動而危害民眾生命財產及公共設施安全者，稱之。一般而言，山坡地集水區土砂災害

多來自於坡面沖蝕、崩塌地、土石流潛勢溪流、野溪及道路等，其致災原因分述如下：

1. 坡面沖蝕

沖蝕的成因除自然因素外，主要為人類的活動，如農耕、森林砍伐和坡地開發等，經由雨滴、水流、風和重力的作用而被移動之現象，沖蝕過程和土壤流失將使土壤的生產力降低並造成不可彌補的災害。坡面沖蝕的型態如下：

- (1) 表層沖蝕：被整地細碎而疏鬆的土壤，在裸露狀態下，大量的雨滴下降由衝擊和飛濺而分散成粒，地表形成漫流的逕流後，被推移搬運流失，稱為表層沖蝕。
- (2) 指狀沖蝕：地表逕流向低凹處集中，水流加深，流速增大，地面常發生多數的小溝，形狀有如手指，稱為指狀沖蝕。
- (3) 溝壑沖蝕：逕流水繼續大量聚集後，推移力加大，進展到不能輕易為耕犁等所消滅時，就成了大溝，溝壑沖蝕於是形成。

2. 崩塌地

坡地崩壞而造成土體崩塌的型態可概分為圓弧形破壞、淺層岩盤崩解破壞、岩楔型破壞、岩塊墜落型破壞及平面型(順向坡)破壞等五種不同類型，在分析時必須就當地的地質和地形特徵加以分析。

3. 土石流潛勢溪流

土石流匯入主河道之衝擊與致災模式依其攜出土砂量、溪流特性及危險區域地形，而有淤埋、沖刷、撞擊、磨蝕、堵塞、漫流改道及擠壓主河道等八種形態。

4. 道路水土保持

道路致災原因計有邊坡崩塌、棄土之不當處置、排水設施不

完善、路基崩塌或下陷、路基佔用河道，與水爭地、欠缺臨時防災措施造成災害等。

綜合上述集水區致災原因分析，治理點位處理優先順序可參考保全對象、水土流失程度、河溪不穩定性及既有構造物改善需求等標的進行評估，評估方式分為嚴重、中等、普通三等級，其權重依序分別給予 3、2、1 級分，而水土保持處理等級分為高(緊急處理)、中(優先處理)、低(計畫處理)及暫不處理等四級，以作為分年分期處理之依據；評估加總方式：12~10 級分判定為「高」；9~7 級分判定為「中」；6~5 級分判定為「低」，4 級分判定為「暫不處理」。請參照表 6-2。

表 6-2 水土保持需求性表(1/6)

集水區問題	集水區	編號	座標		水土流失程度			保全對象			既有構造物改善需求			河溪不穩定性			問題說明	治理對策	數量概估	總級分	水土保持需求性
			X	Y	嚴重	中等	普通	高	中等	普通	優先	次優先	普通	嚴重	中等	普通					
野溪整治	大坑	1	217089	2626284			■		■			■			■		流心偏向於右岸，下游處有一開口固床工其左側翼牆未頂置護岸	1.橫向構造物 2.導正流心	1.橫向構造物 2 座	7	中
		2	217285	2626083			■		■		■				■		上游左岸護岸基礎淘空嚴重，需補強	1.基礎保護工 2.新建橫向構造物 3.減緩溪床坡降	1.基礎保護工 70m 2.橫向構造物 4 座	7	中
		3	216939	2626600		■			■			■			■		上游左岸護岸基礎淘刷嚴重	1.基礎保護工 2.新建橫向構造物 3.減緩溪床坡降	1.基礎保護工 150m 2.橫向構造物 4 座	7	中
		4	217840	2626025		■			■		■				■		上游護岸及固床工基礎皆淘空嚴重	1.基礎保護工 2.新建橫向構造物 3.減緩溪床坡降	1.基礎保護工 60m 2.橫向構造物 2 座	9	中
		5	218956	2625684	■					■		■			■		下游處約 15m 有一小型崩塌，構造物淘空	1.護岸工程 2.基礎保護工 3.減緩河床坡降	1.護岸 100m 2.基礎保護工 20m 3.橫向構造物 15 座	9	中
		6	218606	2625715			■		■			■			■		橫向構造物其基礎淘空嚴重	1.基礎保護工 2.減緩坡降	1.基礎保護工 80m 2.橫向構造物 5 座	6	低
	過溪	1	215209	2625328			■		■			■			■		溪床僅設單側護岸，溪床土砂堆積嚴重	1.土砂清淤工程 2.護岸工程	1.清淤工程一式 2.護岸 100m	5	低
		2	215802	2625055			■				■				■		目前狀況穩定	--	--	4	暫不處理
		3	216966	2625027	■				■		■				■		現場土石遍布，固床工毀損，下游處右岸山腹有大型崩塌地	1.護岸工程 2.土砂清淤工程 3.新建橫向構造物 4.既有構造物修復	1.護岸 60m 2.清淤工程一式 3.橫向構造物 8 座 4.既有構造物修復一式	9	中
		4	217456	2624572			■		■		■				■		仁海橋下方基礎已有淘空情形產生，土砂遍布。	1.橫向構造物 2.土砂清淤工程 3.基礎保護工 4.減緩溪床坡降	1.橫向構造物 2 座 2.清淤工程一式 3.基礎保護工 100m	8	中
		5	217530	2624413			■				■				■		橫向構造物已有些受淘刷損壞，內田子橋上護欄毀損	1.橫向構造物 2.護欄 3.導正流心	1.橫向構造物 4 座 2.護欄 50m 3.基礎保護工 100m	5	低
		6	217645	2624105			■		■			■			■		部分區塊的沙洲形成導致流心不穩，大多橫向構造物有毀損情形發生。	1.橫向構造物 2.既有構造物修復 3.導正流心	1.橫向構造物 4 座 2.基礎保護工 60m 3.土砂清淤工程一式	6	中
		7	217890	2623584		■			■			■			■		土砂量過多情形，甚有土砂堆置到高於橫向構造物的情形	1.土砂清淤工程	1.清淤工程一式	6	低
		8	218650	2624303			■				■				■		目前狀況穩定	--	--	4	暫不處理
		9	218704	2624192			■			■		■			■		既有封底損毀	1.橫向構造物	1.橫向構造物 10 座	5	低
		10	218984	2623727		■			■			■			■		土石堆積問題	1.土砂清淤工程	1.清淤工程一式	6	低

表 6-2 水土保持需求性表(2/6)

集水區問題	集水區	編號	座標		水土流失程度			保全對象			既有構造物改善需求			河溪不穩定性			問題說明	治理對策	數量概估	總級分	水土保持需求性
			X	Y	嚴重	中等	普通	高	中等	普通	優先	次優先	普通	嚴重	中等	普通					
野溪整治	過溪	11	219186	2623219	■			■				■				■	擋土牆上方有一大型崩塌地，大量土砂堆置於河床。	1.保護邊坡	1.護岸工程 250m 2.橫向構造物 10 座 3.清淤工程一式	10	高
		12	219131	2623010		■			■				■			■	土砂堆積	1.疏濬工程	1.清淤工程一式	6	低
		13	217451	2621369		■				■						■	上下游無設置縱向構造物，土砂堆積嚴重。	1.護岸工程 2.攔截土砂下移	1.護岸 150m 2.橫向構造物 15 座 3.清淤工程一式	6	低
		14	217673	2623802		■				■						■	下游面約 30m 處左邊護岸有淘刷情形產生，淘空長度約 80m，再往下游約 150m 有處固床工基礎已嚴重淘空。	1.既有構造物修復 2.減緩坡降	1.基礎保護工 100m 2.橫向構造物 10 座	8	中
		15	217560	2623707		■				■			■				護岸淘空區段約 60m 岸逢大雨皆會漫淹至旁農路	1.上游河床減緩坡降 2.基礎保護工	1.橫向構造物 5 座 2.基礎保護工 70m	11	高
		16	218102	2623144	■					■						■	莫拉克風災後土砂堆積嚴重，既有橫向構造物目前有 2/3 掩埋於土砂堆下，緊鄰的農路風災後有淘空現象。	1.土砂清淤工程 2.農路基礎修復	1.清淤工程一式 2.農路基礎修復一式 3.橫向構造物 5 座	11	高
		17	217821	2622188	■					■						■	既有護岸及橫向構造物有淘空及破損的情形產生，有一戶住家遭土石掩埋，而下游河床刷深且泥岩裸露	1.增加通水斷面 2.攔阻土砂下移 3.減緩下游河床刷深	1.護岸工程 600m 2.新建版橋 1 座 3.橫向構造物 40 座 4.	12	高
	瑞竹	1	215110	2618786			■		■				■			■	土砂堆積	1.土砂清淤工程	1.清淤工程一式	5	低
		2	215211	2618274			■			■						■	目前狀況良好	--	--	4	暫不處理
		3	214985	2617850		■				■						■	土砂堆積	1.土砂清淤工程	1.清淤工程一式 2.橫向構造物 5 座	6	低
		4	214920	2617749		■				■						■	上游河道狀況多以河道刷深及橫向構造物有淘空情形發生。	1.改善河床刷深，設立構造物回淤	1.橫向構造物 20 座 2.既有構造物修補一式	8	中
		5	214736	2617368		■				■						■	有構造物目前有嚴重淘空狀況發生，而上游流心有偏移狀況發生，且有土砂淤積狀況發生。莫拉克颱風後上游有緊急清淤工程，將土堆堆置兩側，清出水流路線。	1.護岸工程 2.減緩流速 3.導正流心	1.護岸工程 200m 2.橫向構造物 20 座 3.清淤工程一式	10	高
		6	216003	2617952	■					■						■	此處為崩塌地源頭，每當豪大雨皆有大量土砂下移。	1.源頭處理 2.護岸工程 3.減緩土砂下移	1.護岸 150m 2.橫向構造物 20 座 3.裂縫處理一式	10	高

表 6-2 水土保持需求性表(3/6)

集水區問題	集水區	編號	座標		水土流失程度			保全對象			既有構造物改善需求			河溪不穩定性			問題說明	治理對策	數量概估	總級分	水土保持需求性
			X	Y	嚴重	中等	普通	高	中等	普通	優先	次優先	普通	嚴重	中等	普通					
野溪整治	雷公坑乾溪	1	214252	2616568		■				■			■			■	土砂堆積	疏濬工程	1.清淤工程一式	5	低
		2	214169	2613989	■				■		■					■	土砂堆積嚴重,下游方向右岸護岸破損。	1.疏濬工程 2.護岸工程	1.清淤工程一式 2.護岸 150m	9	中
		3	214413	2615742	■				■		■				■		莫拉克災後行正橋橋墩裸露,兩側護岸基礎淘刷、破損嚴重,需修復長度約200m,護岸後方背填土因淘空逐漸流失,緊鄰河道的縣149乙線有下陷的情形,既有潛壩破損。	1.既有構造物修復 2.基礎保護工 3.護岸工程 4.道路修復	1.既有構造物修復一式 2.基礎保護工 200m 3.護岸 50m 4.橋墩修復一式	11	高
		4	213862	2616209			■				■				■		狀況穩定	--	--	4	暫不處理
		5	213445	2615725			■				■				■		狀況穩定	--	--	4	暫不處理
		6	213062	2615663		■				■					■		1-2座固床工有毀壞、鋼筋裸露情形產生;下游處施設了兩座沉砂池,目前已淤滿大量土砂。	1.既有構造物修復 2.疏濬工程	1.既有構造物修復一式 2.清淤工程一式 3.橫向構造物 5座	8	中
		7	212302	2615409			■				■				■		狀況穩定	--	--	4	暫不處理
		8	212828	2615623	■				■						■		大量土砂下移,箱涵阻塞。	1.減緩土砂下移 2.疏濬工程	1.護岸工程 250m 2.橫向構造物 20座 3.清淤工程一式	11	高
		9	212502	2614767		■				■					■		土砂堆積	疏濬工程	清淤工程一式	7	中
		10	211999	2614094			■		■			■			■		護岸基礎有淘空狀況發生	基礎保護工	1.基礎保護工 100m 2.橫向構造物 10座	7	中
		11	214603	2613822		■					■				■		過溪橋上約 100m 處有一大型崩塌地	護岸工程	護岸工程 80m	5	低
		12	214189	2613819		■				■		■			■		構造物基礎皆有淘刷情形發生;在左側支流上游處約 0k+200m 處有其護岸基礎淘空嚴重,導致護岸旁農路有下陷情形發生。	1.減緩河床坡度 2.基礎保護工 3.道路修復	1.橫向構造物 10座 2.基礎保護工 30m 3.道路修復一式 4.構造物修復一式	8	中
		13	212312	2613163	■				■						■		箱涵遭大量土砂堵塞	1.減緩土砂下移 2.疏濬工程	1.護岸 250m 2.橫向構造物 25座 3.清淤工程一式	10	高
		14	212883	2611668			■	■							■		導致箱涵背填土淘空而有道路下陷狀況產生。	減緩河床坡度	1.橫向構造物 5座 2.道路修復一式	8	中
		15	214111	2610936		■				■					■		上游處約 150m 處右岸上方有一崩塌地。	護岸工程	擋土牆 80m	6	低
		16	212137	2612055			■	■			■				■		箱涵上游 150m 處右側護岸基礎淘空嚴重,導致護岸後方邊坡下陷。	1.基礎保護工	基礎保護工 100m	9	中
		17	212420	2613039	■				■						■		莫拉克災後大量土砂下移,其土砂皆堆置於 149 線,嚴重影響交通。	1.減緩土砂下移 2.土砂清淤工程	1.清淤工程一式 2.護岸 300m 3.橫向構造物 15座	10	高
		18	213608	2611340	■				■						■		莫拉克災後大量土砂下移堆置於 149 甲線,既有箱涵已堵塞,溪流改道,溪水皆流至 149 甲線上,149 甲線下方還有一農路,農路堆置大量土砂。	1.減緩土砂下移 2.疏濬工程	1.清淤工程一式 2.護岸 300m 3.橫向構造物 30座	10	高

表 6-2 水土保持需求性表(4/6)

集水區問題	集水區	編號	座標		水土流失程度			保全對象			既有構造物改善需求			河溪不穩定性			問題說明	治理對策	數量概估	總級分	水土保持需求性	備註
			X	Y	嚴重	中等	普通	高	中等	普通	優先	次優先	普通	嚴重	中等	普通						
崩塌地 整治	大坑	1	218956	2625684		■			■			■			■		崩塌區位有部分植生入侵，崩落土石堆於河床上。	護岸工程	護岸 50m	8	中	納入溪流 整治工程
		2	219103	2625626		■		■		■					■		道路下方崩塌，無排水設施。	1.護岸工程 2.排水設施	1.護岸 100m 2.排水設施 100m	10	高	納入溪流 整治工程
		3	219016	2625198		■			■		■				■		因此路無設置縱橫向排水設施，導致道路上下邊坡皆有沖蝕溝產生。	縱橫向排水設施	1.截水溝 100m 2.排水設施 150m	7	中	
	過溪	4	216704	2625118		■				■		■			■		崩塌區位裸露無植生入侵。	植生復育工程	植生覆蓋 600m ²	5	低	
		5	217890	2623584	■				■		■				■		崩落土石堆積於河床上，待豪大雨恐夾帶大量土砂至下游處。	1.護岸工程 2.疏濬工程	1.護岸 100m 2.清淤工程一式	8	中	納入溪流 整治工程
		6	217543	2621877		■				■		■			■		坡面裸露，崩塌面積仍持續擴大，其崩落的土砂堆積於河道上。	1.自然復育 2.疏濬工程	1.自然復育 2.清淤工程一式	8	中	
		7	219186	2623219	■			■			■				■		大量土石堆積於河床，且有持續擴大跡象。	1.護岸工程 2.疏濬工程	1.護岸 50m 2.清淤工程一式	10	高	納入溪流 整治工程
		8	219347	2623123	■			■			■				■		坡面裸露，投 49-1 道路束縮 3/4，交通中斷。	1.路面修復工程 2.排水系統設計	1.路面修復工程一式 2.截水溝 50m 3.擋土牆 100m	10	高	
	瑞竹	9	216003	2617952	■			■		■					■		洞仔林坑野溪源頭，下游保全對象為龍眼村部落。	植生復育工程	植生覆蓋 300m ²	10	高	納入溪流 整治工程
		10	216341	2616696		■		■		■					■		邊坡坡度約為 70 度，為圓弧形破壞，坡面裸露，崩塌上方有一民宅。	植生復育工程	植生覆蓋 750m ²	10	高	
		11	215887	2616475	■			■		■					■		道路中斷，8/20 現場緊急搶通。	1.路面修復工程 2.排水系統設計	1.路面修復工程一式 2.縱向排水設施 80m 3.擋土牆 200m	10	高	
	雷公坑 乾溪	12	213809	2616840	■					■		■			■		大量崩塌，目前仍持續崩落中，大量土砂堆於河床中。	護岸工程	護岸 800m	8	中	
		13	213869	2616215	■					■		■			■		大量崩塌，坡面裸露且無植生侵入，土石皆落於下方的雷公坑乾溪。	1.植生復育工程 2.疏濬工程	1.植生覆蓋 450m ² 2.清淤工程一式	8	中	
		14	214158	2616156			■			■		■			■		位於河岸上邊坡，崩塌體積約為 80 m ³ ，坡面裸露無植生侵入。	植生復育工程	自然復育	6	低	
		15	213445	2615725			■		■		■				■		由於大雨沖刷坡面及凹岸基腳所導致，若不予以整治，應有崩塌面積擴大之虞。	1.護岸工程 2.排水系統設計	1.護岸 150m 2.排水設施 100m	8	中	納入溪流 整治工程
		16	212828	2615623	■			■		■		■			■		此處河道土砂堆積嚴重，粒徑大多為 20-30 公分的礫石。	1.護岸工程 2.疏濬工程	1.護岸 250m 2.清淤工程一式	11	高	納入溪流 整治工程
		17	212693	2614218		■				■		■			■		右線車道上邊坡有崩塌產生，目前仍在持續崩落中。	擋土牆工程	1.自然復育 2.防落石網	7	中	
		18	211999	2614094		■				■		■			■		坡度約為 65 度，目前坡面裸露。	自然復育	自然復育	6	低	

表 6-2 水土保持需求性表(5/6)

集水區問題	集水區	編號	座標		水土流失程度			保全對象			既有構造物改善需求			河溪不穩定性			問題說明	治理對策	數量概估	總級分	水土保持需求性	備註
			X	Y	嚴重	中等	普通	高	中等	普通	優先	次優先	普通	嚴重	中等	普通						
崩塌地整治	雷公坑 乾溪	19	212537	2613688	■			■			■				■		崩塌體積約為 4000 m ³ ，交通中斷。	1.路面修復工程 2.擋土牆	1.路面修復工程一式 2.擋土牆	11	高	納入道路水土保持整治工程
		20	212325	2613313	■			■				■			■		位於道路邊坡下方，且崩塌區旁邊為民宅，坡面裸露。	1.擋土牆	擋土牆 50m	10	高	
		21	212687	2613040	■			■				■			■		崩塌面持續崩落中，大量土砂堆於河床中。	1.植生復育工程 2.路面修復工程	1.擋土牆 200m 2.路面修復工程一式	10	高	
		22	214606	2614480	■			■				■			■		崩塌面持續崩落中，大量土砂堆於河床中。	1.植生復育工程 2.疏濬工程 3.路面修復工程	1.擋土牆 200m 2.路面修復工程一式	10	高	
		23	214626	2614014	■			■				■			■		崩塌面持續崩落中，大量土砂堆於河床中。	1.植生復育工程 2.疏濬工程 3.路面修復工程	1.擋土牆 300m 2.清淤工程一式 3.路面修復工程一式	10	高	
		24	214603	2613822		■						■			■		崩塌面持續崩落中，大量土砂堆於河床中。	1.護岸工程 2.疏濬工程	1.護岸工程 80m 2.清淤工程一式	6	低	納入溪流整治工程
		25	214123	2613956	■							■			■		土體持續崩落中，大量土砂堆於河床中，而上方邊坡目前正在施作擋土設施工程。	1.護岸工程 2.疏濬工程	1.自然復育 2.清淤工程一式	7	中	
		26	213900	2613519			■		■			■				■	右線車道上邊坡崩塌，其崩落土石與樹枝堆積於 149 乙線上。	1.擋土牆工程 2.路面清淤工程	1.擋土牆 50m 2.路面清淤	7	中	
		27	216045	2612842	■			■				■				■	崩塌體積約為 100 m ³ ，目前仍持續崩落中，大量土砂堆於河床中。	1.護岸工程 2.路面修復工程 3.疏濬工程	1.護岸 100m 2.路面修復工程一式 3.清淤工程一式	10	高	
		28	214111	2610936		■				■				■	兩岸多為天然岩盤，崩塌點位於岩盤上方，邊坡目前裸露，無植生侵入，崩塌體積約為 150 m ³ 。	擋土牆工程	擋土牆 100m	5	低	納入溪流整治工程		
道路水土保持	大坑	1	217193	2626474			■	■		■					■	道路未施作排水系統，雨水皆流至道路下方民宅，造成民宅淹水。	排水系統設計	排水設施 100m	7	中		
		2	217362	2625932			■	■		■					■	疑涵管通水斷面不足，來不及宣洩，造成漫淹情形發生。	1.排水系統設計 2.涵管工程	1.排水設施 150m 2.涵管工程一式	7	中		
		3	218254	2625706			■			■		■			■	路面不平，在下雨天會造成低窪處積水，影響道路安全。	路面修復工程	路面修復工程一式	5	低		
		4	218515	2625709			■			■		■			■	排水系統皆雜草叢生，若遇大雨恐造成通水斷面不足。	1.排水設施疏通	1.排水設施疏通一式	5	低		
		5	218951	2625791		■				■		■			■	此處因涵管阻塞，且流速過快，導致路下方淘刷，路寬縮減。	1.排水設施疏通 2.道路基礎修復	1.排水設施 100m 2.擋土牆 100m	7	中		

表 6-2 水土保持需求性表(6/6)

集水區問題	集水區	編號	座標		水土流失程度			保全對象			既有構造物改善需求			河溪不穩定性			問題說明	治理對策	數量概估	總級分	水土保持需求性
			X	嚴重	嚴重	中等	普通	高	中等	普通	優先	次優先	普通	嚴重	中等	普通					
道路水土保持	過溪	6	215802	2625071			■		■			■			■	路段無橫向排水設施，導致下雨過後路面積水。	排水設施疏通	排水設施疏通一式	6	低	
		7	216325	2624999			■			■		■			■	既有水溝有大量枯枝落葉堆置，既有通水斷面縮小。	排水設施疏通	排水設施疏通一式	5	低	
	瑞竹	8	215238	2618158			■			■		■			■	無設置縱向排水及橫向排水。	排水系統設計	排水設施 200m	5	低	
		9	215189	2617964			■			■		■			■	無設置縱橫向排水。	排水系統設計	排水設施 150m	5	低	
		10	215684	2617943		■				■	■				■	此處流量過多且急，導致路下方嚴重淘刷，且水溝有遭沖刷導致擴大的跡象。	1.排水系統設計 2.增加通水斷面	排水設施 250m	7	中	
		11	214884	2617624			■		■			■			■	部分路面不平凹陷，雨水積滿坑洞。	路面修復工程	路面修復 100m	6	低	
		12	215710	2617533		■			■			■			■	無完善的縱橫向排水，此處的路基已淘空 1/3。	1.排水系統設計 2.路面修復工程	1.排水設施 150m 2.路面修復 60m 3.擋土牆 150m	9	中	
		13	214901	2617060			■		■			■			■	路面因為受大量雨水沖刷而凹凸不平。	1.路面修復工程 2.排水設施疏通	1.路面修復 50m 2.排水設施 50m	6	低	
	雷公坑乾溪	14	216803	2616274		■			■		■				■	道路下邊坡下陷而路基有崩塌現象產生。	1.排水系統設計 2.擋土牆	1.排水設施 250m 2.擋土牆 70m	8	中	
		15	214061	2617391			■		■			■			■	7/8 現勘時路面嚴重積水，車輛無法通行。	排水系統設計	排水設施 300m	5	低	
		16	214253	2615447			■			■		■			■	目前排水設施狀況良好。	--	--	4	暫不處理	
		17	212917	2615669			■		■			■			■	有部份路段有凹凸不平狀況發生。	路面修復工程	路面修復 100m	6	低	
		18	212679	2615465			■			■		■			■	目前排水設施狀況良好。	--	--	4	暫不處理	
		19	212709	2615295			■		■			■			■	農路旁的排水設施因設計不良導致亂流至一旁農地。	排水系統設計	排水設施 200m	7	中	
		20	212522	2614771		■			■			■			■	為過水路面，目前路下方有淘刷情形產生。	路面修復工程	路面修復 100m	7	中	
		21	211703	2615186			■			■		■			■	縣 158 甲線狀況良好，設有縱向排水。	--	--	4	暫不處理	
		22	214415	2614621			■			■		■			■	目前排水設施狀況良好。	--	--	4	暫不處理	
		23	212356	2611801		■			■			■			■	無排水設施。	1.排水系統設計 2.路面工程	1.排水設施 200m 2.路面工程一式	8	中	
		24	213248	2611772		■			■			■			■	無排水設施。	1.排水系統設計 2.路面工程	1.排水設施 200m 2.路面工程一式	8	中	
		25	212537	2613688	■				■			■			■	受莫拉克颱風影響，導致 149 線位於過察附近的路段中斷。	1.路面修復工程 2.擋土牆	1.路面修復工程一式 2.擋土牆 300m	10	高	

6-7 集水區安全性評估

6-7-1 評估指標選定

本計畫首先研擬集水區安全性評估標準，針對可量化之指標透過評估方式，將災害來源、致災方式、保全數量、保全對象所在區位、保全對象機能等因子進行評估並建立相關模式。

保全對象數量、所在區位、機能

洪水、崩塌及土石流為自然現象，惟其發生過程容易傷及集水區內的人口、房屋、聚落區位、農地、文化古蹟及公共建設等經濟生活立即反映人民最關切之災難。故以上述六項因素作為評估之基礎，其評估項目及訂定給分標準詳見表 6-3。各評估項目之資料來源詳見表 6-4。

表 6-3 保全對象評估表

評估項目	評估細目	給分標準	得分(%)	備註
保全對象	保全人口	P=0 戶 (0) P<3 戶 (10) 3≤P<20 戶 (30) 20 戶≤P (35)		
	房屋	B=0 棟 (0) B<3 棟 (10) 3≤B<20 棟 (20) 20 棟≤B (25)		
	聚落區位	上游 (2) 下游 (5) 對岸 (2) 同岸 (5)		聚落區位為與發生地質災害處(土石流潛勢溪流)的距離，可複選。
	農地	D<1 公頃 (0) 1≤D<3 公頃 (4) 3≤D<10 公頃 (6) 10≤D<20 公頃 (8) 20 公頃≤D (10)		
	文化古蹟	一級 (10) 二級 (6) 三級 (3)		
	公共建設	無 (0) 辦公室、工廠 (2) 鐵公路 (3) 學校 (5)		公共建設項目可複選
總得分				

資料來源：水土保持局「集水區整體調查規劃參考手冊」(2008)

表 6-4 保全對象評分資料來源

評估項目	評分參考資料來源
1.人口房屋	1.各縣市政府戶政事務所 2.內政部統計資訊服務網 3.1/5000 地形圖 4.整合性網際網路地理資訊系統
2.聚落區位	1.土石流防災資訊網 2.整合性網際網路地理資訊系統 3.1/5000 地形圖
3.農地	1.1/5000 地形圖 2.整合性網際網路地理資訊系統
4.文化古蹟	1.古蹟入門(李乾郎、俞怡萍合著，遠流出版社) 2.整合性網際網路地理資訊系統 3. 1/5000 地形圖
5.公共建設	1.整合性網際網路地理資訊系統 2.1/5000 地形圖

資料來源：水土保持局「集水區整體調查規劃參考手冊」(2008)

災害來源

災害來源分為地形起伏比、地質、土壤沖蝕、崩塌率、及土石流潛勢溪流等五項。

1. 地形起伏比

集水區地勢陡峭不易涵養水分，再加上河川源流短急，雨量豐沛時逕流量大增，往往造成災害，故地形起伏比列為評定集水區災害來源重要指標，評定準則為「集水區內最高點至最低點的高程差」與集水區主流長度」之比率，可利用 1/5000 地形圖或 1/25000 地形圖套疊於 GIS 地理資訊系統上，求得集水區之地形起伏比一值。訂定給分標準見表 6-5。

表 6-5 地形起伏評估表

評估項目	評估細目	給分標準	給分(%)	備註
地形起伏比	地形起伏比值(S)	$S \leq 15\%$ (20)		S(集水區起伏比)=(集水區最高點-集水區最低點)/集水區主流長度
		$15\% < S \leq 30\%$ (40)		
		$30\% < S \leq 40\%$ (60)		
		$40\% < S \leq 55\%$ (80)		
		$S \geq 55\%$ (100)		
總得分				

資料來源：水土保持局「集水區整體調查規劃參考手冊」(2008)

2. 地質

地質在高溫多溼地方很容易風化裂化，調查主要分為地質性質與地質構造兩部份。地質性質以台灣地區集水區內最常見的硬岩、砂頁岩、紅土台地邊緣及泥岩等作為評分之標準，訂定給分標準見表 6-6。資料來源參考經濟部中央地質調查所地質資料查詢系統及水土保持局圖資。

表 6-6 地質評估表

評估項目	評估細目	給分標準	給分(%)	備註
地質	地質性質 80%	硬岩 (20)		
		砂頁岩互層 (40)		
		紅土台地邊緣 (60)		
		泥岩 (80)		
	地質構造 20%	無斷層構造 (0)		
		有斷層構造 (20)		
總得分				

資料來源：水土保持局「集水區整體調查規劃參考手冊」(2008)

3. 土石流潛勢溪流數評估

山坡地土石流災害對人民的生命財產安全造成極大之威脅，帶來嚴重的災害。土石流所造成之影響亦是評估集水區治理最重要的特性因子。目前台灣地區土石流潛勢溪流分高、中、低三種潛勢，所訂定之給分標準見表 6-7。評估給分標準之資料來源可參照土石流防災資訊網。

表 6-7 土石流潛勢溪流數評估表

評估項目	評估細目	給分標準	給分%	備註
土石流潛勢溪流數	潛勢溪流數目	無	20	A、B 計算方法如下。
		1 到 3 條 (最高給分 40)	A	
		4 到 6 條 (最高給分 60)		
		7 到 9 條 (最高給分 80)		
		10 條(含)以上 (最高給分 100)		
加權得分		B		

資料來源：水土保持局「集水區整體調查規劃參考手冊」(2008)

$$A = \left[\left(\frac{\text{低潛流數}}{\text{土石流總數}} * 30 \right) + \left(\frac{\text{中潛流數}}{\text{土石流總數}} * 60 \right) + \left(\frac{\text{高潛流數}}{\text{土石流總數}} * 100 \right) \right]$$

$$B = A * \frac{(\text{潛流總數最高給分} - 20)}{100} + 20$$

4. 土壤沖蝕

土壤沖蝕雖為自然現象，惟土壤沖蝕指數及降雨沖蝕指數因地而異，為便於評估集水區土壤沖蝕情形，以水土保持技術規劃第二章第八節土壤流失量章節裡現有台灣各地降雨沖蝕指數 (Rm) 及土壤沖蝕指數(Km)等資料作為評估之依據，訂定給分標準見表 6-8 所示。

表 6-8 土壤沖蝕評估

評估項目	評估細目	給分標準(%)	給分
土壤沖蝕	降雨沖蝕指數 Rm(50%)	Rm < 10000 (1 0)	
		10000 ≤ Rm < 20000 (2 0)	
		20000 ≤ Rm < 30000 (3 0)	
		30000 ≤ Rm < 40000 (4 0)	
		40000 ≤ Rm (5 0)	
	土壤沖蝕指數 Km(50%)	Km < 0.02 (1 0)	
		0.02 ≤ Km < 0.027 (2 0)	
		0.027 ≤ Km < 0.035 (3 0)	
		0.035 ≤ Km < 0.045 (4 0)	
		0.045 ≤ Km (5 0)	
總得分			

資料來源：水土保持局「集水區整體調查規劃參考手冊」(2008)

5. 崩塌率評估

集水區內崩塌情形以崩塌率來表示重要性，其擬定給分標準及方向如表 6-9 所示。

表 6-9 崩塌率評估表

評估項目	評估細目	給分標準	給分 (%)	備註
崩塌率	集水區崩塌面積比率(C)	$C < 0.06\%$	(2 0)	崩塌面積比率 (%)=崩塌地總面積/集水區面積
		$0.06\% \leq C < 0.3\%$	(4 0)	
		$0.30\% \leq C < 0.9\%$	(6 0)	
		$0.9\% \leq C < 4\%$	(8 0)	
		$4\% \leq C$	(1 0 0)	
總得分				

資料來源：水土保持局「集水區整體調查規劃參考手冊」(2008)

致災方式

致災方式可分為土砂災害、土石流災害、洪水災害、崩塌災害等。故利用現場勘查、土砂量收支分析及易淹水區位調查結果做為預測的評估因子。所訂定之給分標準計表 6-10。

表 6-10 致災方式評估表

評分項目	評估細目	給分標準	總分(%)	備註
致災方式	各項災害	土砂災害	(2 5)	可複選
		土石流災害	(2 5)	
		洪水災害	(2 5)	
		崩塌災害	(2 5)	
總得分				

根據上述集水區內災害來源、致災方式、保全數量、保全對象所在區位、保全對象機能等因子所得評定分數，依其對造成災害之支配功能，研訂各因子在集水區治理優先順序之評估權值如表 6-11。計算重點規劃區各分項之加權累積分數，以其總分高低比較治理優先順序。

表 6-11 安全性評估表

編號	評估項目	分項權值比重%	給分	得分=比重*給分	備註
1	保全對象	40			
2	地形起伏比	10			
3	地質	10			
4	土石流潛勢溪流數	10			
5	土壤沖蝕	10			
6	崩塌率	10			
7	致災方式	10			
總得分					

6-7-2 重點規劃區潛勢判別

依上節評估安全性指標，針對本集水區內重大災害區進行潛勢判別，各重大災害點位圖請參考圖 6-2，其七點重大災害點位詳細資料如附件四。各重大災害區安全性評估結果如表 6-12，故排序愈前面的點位，為優先處理對象。

表 6-12 重點規劃區安全性評估表

重大災害區	保全對象 40%		地形起伏比 10%		地質 10%		土石流潛勢溪流數 10%		土壤沖蝕 10%		崩塌率 10%		致災方式 10%		總分	排序
	給分	得分	給分	得分	給分	得分	給分	得分	給分	得分	給分	得分	給分	得分		
A	68	27.2	20	2	40	4	20	2	60	6	80	8	50	5	54.2	3
B	66	26.4	60	6	40	4	20	2	60	6	80	8	75	7.5	59.9	1
C	52	20.8	20	2	40	4	20	2	50	5	40	4	50	5	42.8	7
D	64	25.6	40	4	40	4	20	2	60	6	80	8	50	5	54.6	2
E	48	19.2	40	4	40	4	20	2	70	7	60	6	75	7.5	49.7	4
F	52	20.8	80	8	40	4	20	2	70	7	20	2	50	5	48.8	5
G	48	19.2	60	6	40	4	20	2	50	5	40	4	50	5	45.2	6

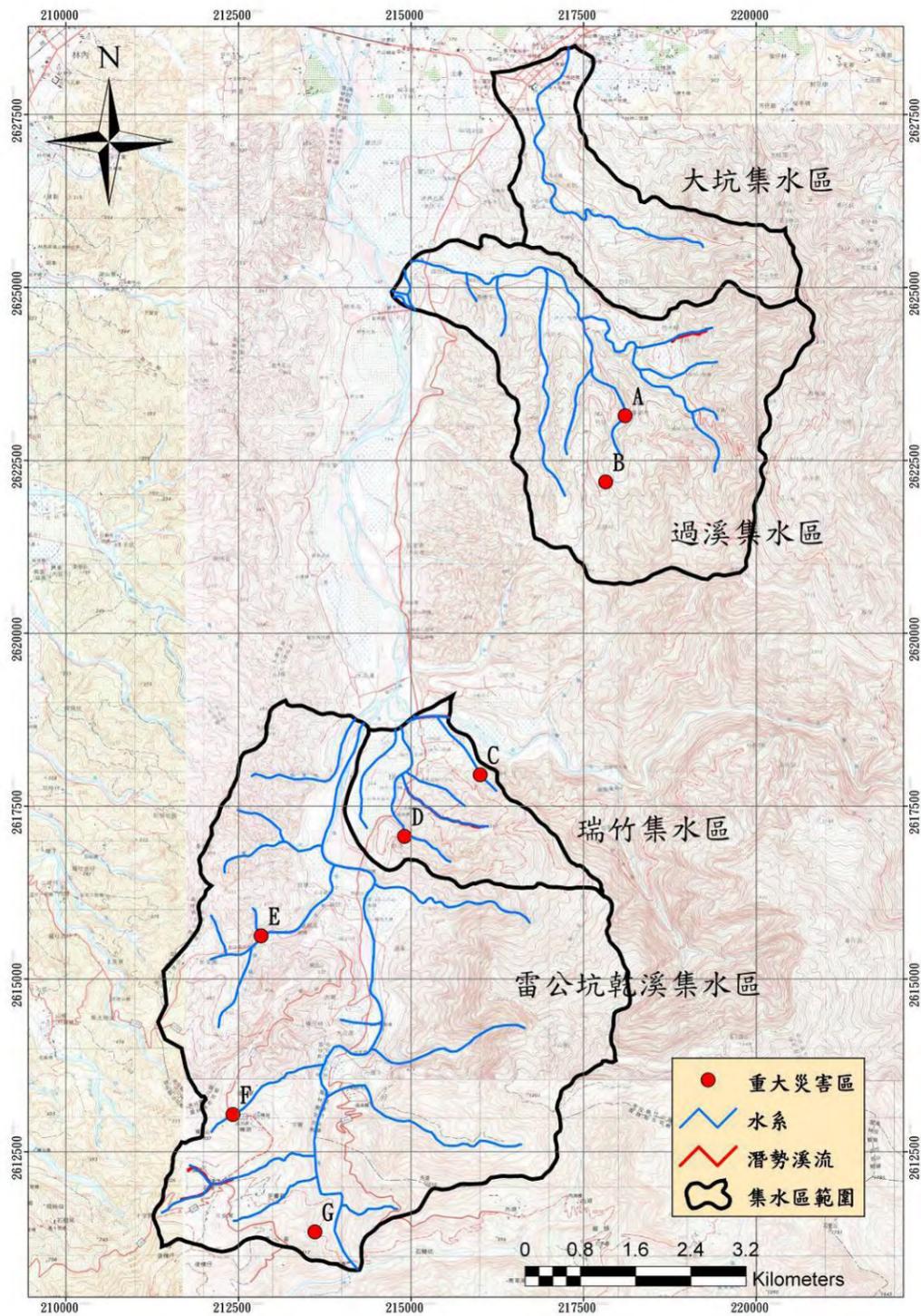


圖6-2 重大災害點位圖

柒、治理目標與對策

7-1 治理目標研擬

計畫區內中下游多屬零星小崩塌，其中以主流上游與支流中上游較為嚴重。計畫區河道多屬土砂堆積段，莫拉克風災後導致土石堆積問題嚴重，兩岸不穩定土石持續崩入河道淤積，阻礙河道，造成流心不穩；支流因坡度較陡，河床縱與橫向侵蝕更加速兩岸土石崩落，土石下移情形嚴重。

本計畫主要為求解決集水區內淹水災害之問題，整體治理原則應以減少土砂生產、移動及穩定溪流之流心為主，同時根據集水區特性，考量生態永續維護、景觀環境等相結合，配合調查、分析、探討，擬定符合集水區治理區段，以避免河道束縮及渠道化為目標進行治理規劃，抑止土砂流失、減低災害發生；為使集水區能有整體規劃，以及加強土地之合理保育及利用管理，必加強進行生態監測評估。治理項目分為：溪流、土石流潛勢溪流治理、道路水土保持及崩塌地處理等項目進行規劃，以下針對集水區各項問題提供規劃說明如下。

7-2 野溪、土石流潛勢溪、坑溝排水系統治理

7-2-1 治理課題分析

(一) 野溪治理、坑溝排水系統治理

野溪治理係指防止或減輕野溪沖蝕、淘刷與溪岸崩塌，並有效控制土砂生產與移動，達成穩定流心，減少洪水、土砂與土石流等災害所實施之治理工程；主要針對河床及河岸沖刷，利用護岸或固床工保護道路、堤防基腳、橋樑基礎及河床穩定，另可以壩工或導流工程維

持流路安定。

野溪治理與主河道治理工作應納為整體考量，對於都市發展區之野溪與位於山地之野溪，因當地人民不同的活動，野溪治理策略區分為生態型、近自然型或防災型野溪，同時也運用不同治理技術，包含生態工程及近自然工法。九二一震災後之野溪治理也須因應震災特性做調整，治山防洪工程構造物可因地制宜採較具彈性之柔性設計或剛柔並濟之結構物，以避免於震災期間受破壞。

治理之基本對象是針對土砂來源及沿溪流容易發生災害之地區為主，以經濟有效之處理對策，降低災害規模與損失程度。野溪因流量與輸砂來源不穩定而特異於一般常流性河川，可能造成的災害自然不同於一般河道，其治理方法除需符合治理目標外，尚需參酌當地之自然環境、工程環境及社會經濟狀況，來選定適當之治理工法。茲將災害之治理對象與相關治理工程列表 7-2-1，以供規劃參考。

表 7-2-1 災害治理對象與相關治理工程

治理對象	相關治理工程
1.坡面沖蝕，沖蝕溝發達地區	造林、植生、蝕溝治理、縱橫向排水、山腹工、節制壩
2.岸坡崩塌	防砂壩、固床工、潛壩、護岸、植生、排水
3.亂流河段	潛壩、整流工程、堤防、丁壩
4.淤砂嚴重河段	清淤工程
5.縱向沖蝕河段	防砂壩、固床工、潛壩
6.土石流地區	防砂壩、固床工、梳子壩
7.洪泛地區	滯洪壩、堤坊、護岸、清淤

(二) 土石流潛勢溪治理

土石流治理是指在土石流潛勢溪流上構築各種工程設施，有效降低土石流撞擊、淤埋、堵塞...等有害行為，以維護保全對象生命、財產、生活環境及自然生態環境等為目的所制定之方案。因此，治理重點旨在依現場地文、水文及溪流等條件規劃適當的工程與非工程手

段，以達到避免發生、避免發展、避免成災之『三避』防治目標，即：

1. 『避免土石流發生』是在溪流上游(包括源頭)實施結構性措施(如植生、造林、蓄水、截水、排水、防砂壩、固床工...等)的治理手段，以抑制邊坡斜面土體和溪床土砂的異常流失，降低土石流土砂供給料源，大幅減低土石流發生之機會。
2. 『避免土石流發展』係指針對已發生的土石流，透過有效的結構性治理措施(如透過性壩及非透過性壩)將土石流流出規模予以破壞、消滅或調節，以減輕其對下游的可能影響。
3. 『避免土石流成災』乃通過結構性措施和非結構性措施將土石流危害程度降低，前者包括攔阻、疏導、淤積及緩衝等災害治理工法，後者則包括災害預警、避災措施、社會保險、土地政策、有害行為限制...等成災預防措施。

依據處理方式之不同，土石流的工程和非工程防治計畫大致有數種基本治理方案，土石流防治對策詳表 7-2-2。

表 7-2-2 土石流防治對策一覽表(1/2)

對策種類	工程種類	名稱	主要作用
治理措施	攔擋工程	非透過性壩系	防砂、穩坡、固床、降坡
		透過性壩系	攔粗排細、減勢、貯砂
	排導工程	排導渠道	按指向排水或含砂流
		渡槽、隧道、急流槽、明洞	集中排洩土石流
		導流堤、丁壩	調整土石流流路，有利於排導
	固床工程	系列固床工	穩固底床，防止沖刷下切
		潛壩系	穩固底床，防止沖刷下切
	護岸及護坡工程	護坡工	控制坡面蝕溝發生及發展，降低坡面土砂生產
		護岸工	加固河岸坡腳，免遭淘刷
		源頭處理	減少崩塌及土砂生產
	截排水工程	引、排水渠道	引排洪水，消滅下洩水量
		截水溝	攔截崩塌土體上方逕流，降低土砂生產
		蓄水工程	調蓄洪水，消滅洪峰

表 7-2-2 土石流防治對策一覽表(2/2)

對策種類	工程種類	名稱	主要作用	
	停淤溢水	停淤場	攔蓄、停積固體物質	
		溢流堤	排洩部分淤積物	
生物措施	造林	恢復森林植被	控制沖蝕、減少水土流失、防止沖刷、涵養水源、減少地表逕流、攔蓄土石	
預防措施	避災措施	減損措施	劃分危險區域	確定危險區域及危險度，限制區域開發行為
			判釋潛勢溪流	確定土石流潛勢溪流，以利整治管理
		警戒措施	建立觀測系統	進行土石流監測及預警
			雨量警戒	提供災前預報和警戒功能
	居民避難遷移	規劃緊急疏散避難路線及措施	提供緊急疏散避難路線及時機	
		規劃避難處所	提供緊急和安全避難處所	
		住戶遷移	避災	
	管理 管制 措施	限制措施	劃定特定水土保持區	限制危險區開發行為，並執行治理減災措施
			危險區災害保險	規範危險區居民強制保險，實現風險自付
		防救災組織	自主防災社區	進行災前整備、災時應變及災後復原之各種防救災工作
			土石流專員	提供回報現地即時資訊，以避免災害發生
			疏散避難演練	熟稔災害來臨前之疏散避難行為
		集水區管理	山坡地管理	管理與管制違規農業使用及違規非農業使用
			林班地管理	違規土地利用之查報、制止、取締及處理
		教育宣導	防救災宣導及展覽	增強防災減災意識
	教育土石流知識		瞭解土石流基本特點與危害方式	

為此，在擬定各種治理對策時應就土石流溪流條件進行評估，以決定適當的工法和對策，如圖 7-2-1 為規劃土石流防治對策時之評估系統。

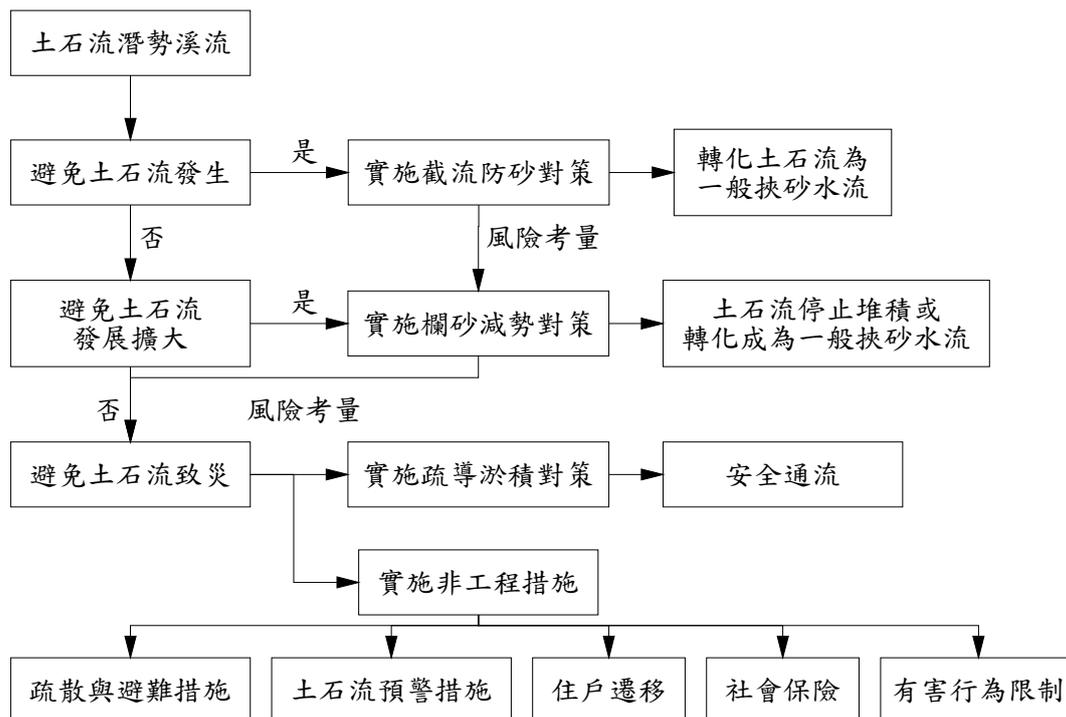


圖7-2-1 土石流防治規劃評估系統

土石流溪流治理的首要課題，在於瞭解土石流於溪流不同區段的行為特徵。依照土石流的形成、運動及堆積等特性，通常土石流溪流可以劃分為發生段、輸送段、淤積段及排導段等四種不同的區段，如圖 7-2-2 所示。不同區段因水源、土砂料源、流動、匯流、輸送及勢能等條件有所差異，使工程治理措施必須按其屬性作適性化之規劃。從過去研究及經驗得知，土石流溪流的四種區段可依其坡度和土砂供給型態進行初步的劃分，如表 7-2-3 所示。表中，係依照各區段屬性擬定相應的治理措施；在發生區方面，計畫重點係以穩坡固床，加強輸排水措施，抑制大規模土砂運動為主要，其目的旨在避免水流獲取大量土砂料源而形成土石流；在輸送段方面，當土石流形成後，由於攜出大量土砂向下游流動，故計畫重點應以攔擋貯砂、降低規模及減緩流速等為主，其目的在於避免大量土砂流出；在淤積段及排導區方面，由於本區段的地形因素，常使土石流快速地減速並擴散，而以淤

埋或漫流改道造成危害，故治理計畫應以沉砂及導流為主。

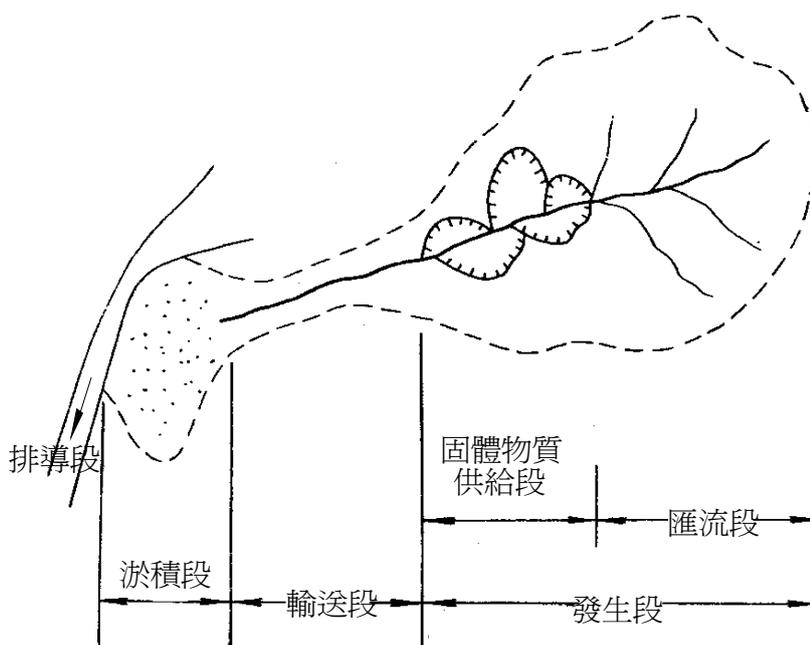


圖7-2-2 土石流溪流特徵圖

表 7-2-3 溪流各區段地形特徵及其工程措施

區段	地形特徵	重點工程措施
發生段	1.位於溪流上游區段，呈漏斗狀 2.溪床坡度約在15°以上 3.岸坡陡峻，具有V字形橫斷面，土石裸露，岩石破碎，崩塌、地滑發達	1.固定床面工程 2.護坡工程 3.輸排水工程 4.蝕溝控制
輸送段	1.位於溪流中、上游段，多為峽谷地形 2.溪床坡度約介於10°~15°之間 3.溪床土層厚度可高達數公尺至數十公尺 4.溪床土砂沖淤顯著 5.斷面多呈複式斷面，溪幅較形成區大	1.各式壩工(透過性及非透過性壩) 2.護岸工程
淤積段	1.位於溪流下游段，多呈扇形 2.溪床坡度在10°以下堆積大小石塊混雜，無明顯篩分易發生漫流改道，流路不穩定	1.沉砂措施 2.緩衝林帶 3.導流堤
排導段	1.位於淤積段下游，常與主流連接 2.溪床坡度較淤積段為緩和	1.導流渠道 2.導流堤

野溪治理主要針對河床及河岸沖刷，利用護岸或固床工保護道路、堤防基腳、橋樑基礎及河床穩定，另可以壩工或導流工程維持流路安定。土石流治理需依其流動特性，分別於土石流發生區、流動區

及堆積區分別實施抑制、攔阻、疏導、淤積、緩衝等處理措施。野溪及土石流治理方法，介紹如後。

減少巨石下移：

大量土石為土石災害發生潛在條件之一，攔截巨石下移可以降低土石流勢能。溪床上不穩定的土石會成為發生土石災害的料源之一，因此減少溪床土石料源的提供可以降低土石災害發生的程度，並可維持溪床的穩定與土砂移動的平衡。可採用之設計工法包括有，防砂壩、透過性壩，其基本設計圖如後所示。

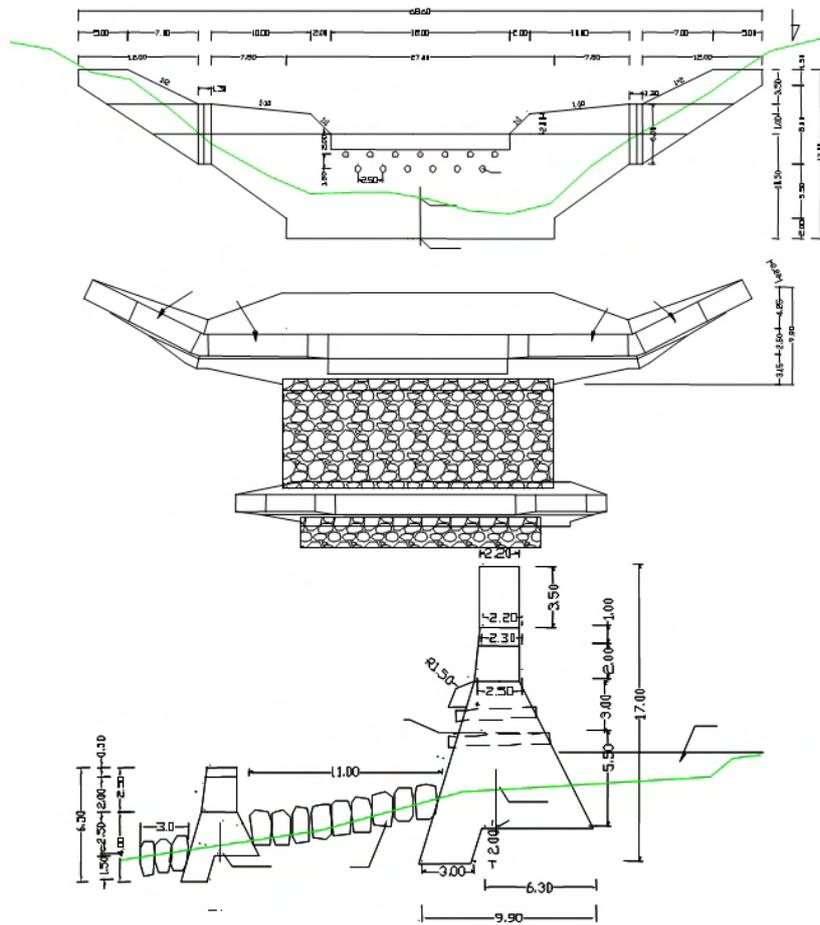
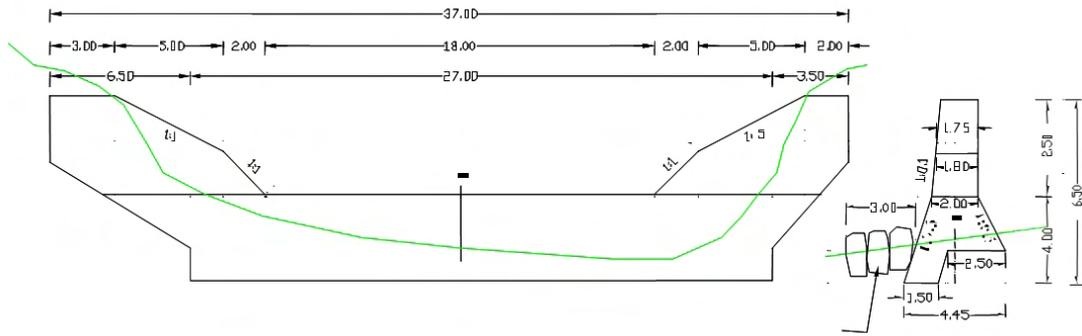


圖7-2-3 防砂壩與副壩



潛壩施工前

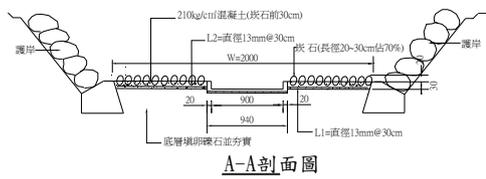
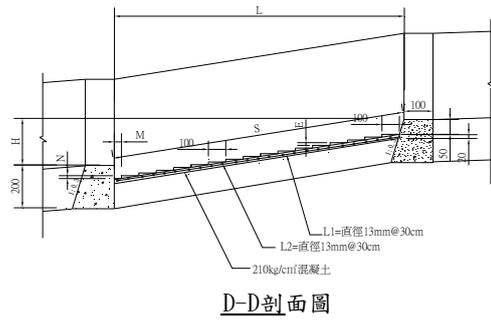
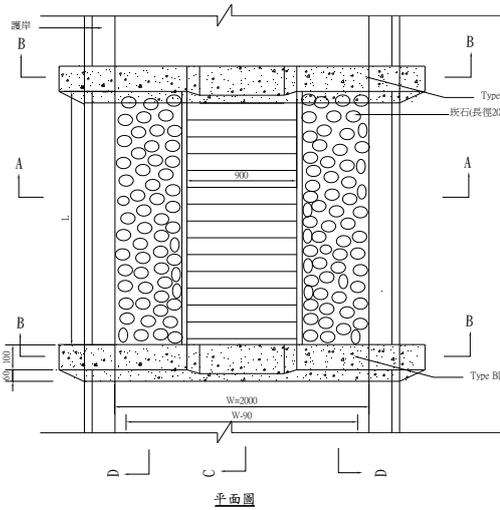


潛壩施工後

圖7-2-4 潛壩

減緩溪床坡度：

重力條件為土石災害發生潛在條件之一，因此減緩溪床坡度，可以降低土石流勢能。尤其對目前溪床上有土石堆積，或河道上游有崩塌地發生者，可因溪床坡度減緩，減少土石災害發生的可能。可藉由設置連續式潛壩、連續固床工等來減緩坡度與穩定溪床，其基本設計圖如後所示。



階梯與斜坡式共構



階梯式



斜坡式

圖7-2-5 斜坡與階梯式固床工

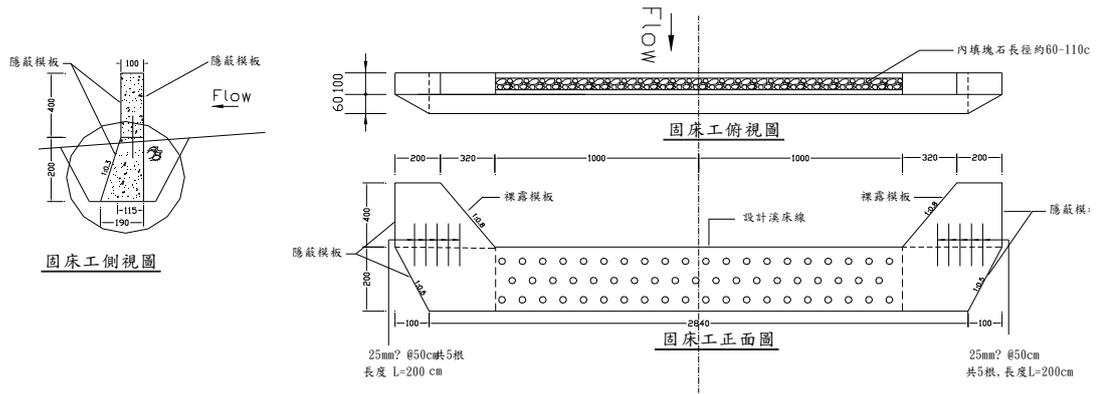


圖7-2-6 連續式固床工

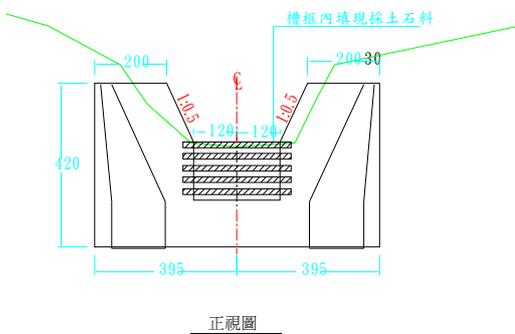
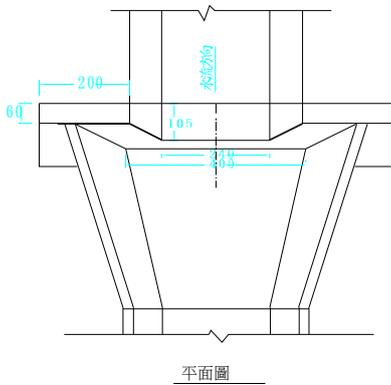


圖7-2-7 連續式潛壩(鋼軌型潛壩)

避免因流心不穩定造成縱橫向沖刷：

在流量變化大、溪床坡度變化大、地質不穩定、河道蜿蜒性大等河段，可能會有流心擺盪不穩定情形，對溪床及兩岸，將造成淘刷、崩塌災害，欲保護坡面重要保全對象，維持溪流穩定，可設置護岸、丁壩、開口式固床工等工法，其基本設計圖如後所示。

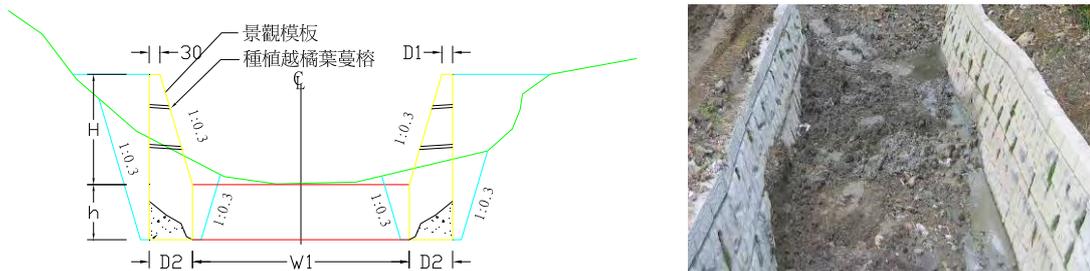
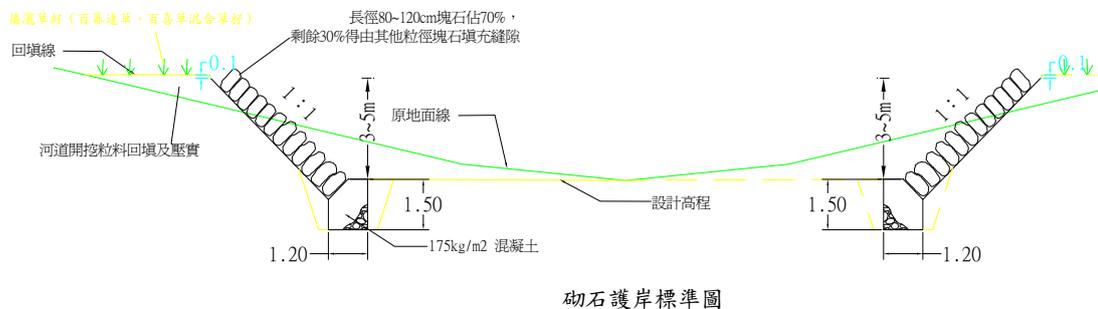


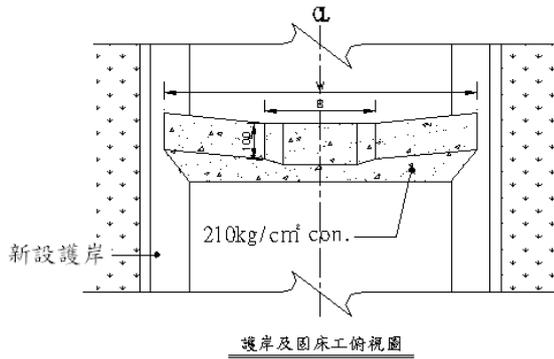
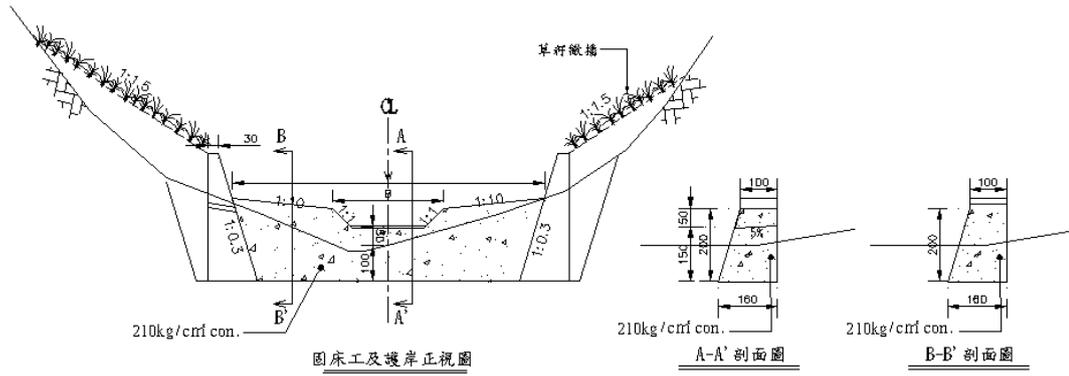
圖7-2-8 混凝土景觀護岸



砌石護岸標準圖



圖7-2-9 砌石護岸



註：固床工為RC結構。



圖7-2-10 整流工程-開口式固床工

7-2-2 治理級序評估與目標對策

依照 6-6 節之水土保持需求性，依「保全對象」、「水土流失程度」、「河溪不穩定性」及「既有構造物改善需求」等標的進行評估訂定各項工程治理級序，分出各項點位危險程度，未來將依照危險程度高低來進行訂定分年分期工程計畫，規劃配置圖請詳圖 7-2-11~圖 7-2-12，其危險級序請參照表 7-2-4~表 7-2-7。



圖7-2-11 野溪、坑溝排水系統治理規劃配置圖-大坑、過溪集水區



圖7-2-12 野溪、坑溝排水系統治理規劃配置圖-瑞竹、雷公坑乾溪集水區

表 7-2-4 野溪、坑溝排水系統治理工程一覽表-大坑集水區

編號	工程名稱	座標點位		現況說明	致災原因	危險度	治理目標	治理對策	工程預算 (千元)	權責單位
		X	Y							
1	大坑一號橋災害復建工程	217089	2626284	流心偏向於右岸，下游處有一開口固床工其左側翼牆未頂置護岸	流心不穩	中	穩定流心	1.橫向構造物 2 座	1500	水土保持局
2	大坑二號橋災害復建工程	217285	2626083	護岸基腳淘空嚴重	流速過快	中	1.減緩溪床坡降 2.修復既有構造物	1.基礎保護工 70m 2.橫向構造物 4 座	2500	水土保持局
3	中坑一號橋災害復建工程	216939	2626600	護岸基腳淘空嚴重	流速過快	中	1.減緩溪床坡降 2.修復既有構造物	1.基礎保護工 150m 2.橫向構造物 4 座	4500	水土保持局
4	中坑二號橋災害復建工程	217840	2626025	既有構造物基腳淘空嚴重	流速過快	中	1.減緩溪床坡降 2.修復既有構造物	1.基礎保護工 60m 2.橫向構造物 2 座	2000	水土保持局
5	坪頂橋下游整治工程	218956	2625684	下游處約 15m 有一小型崩塌	河床坡度陡 流速過快 位於凹岸	中	1.保護坡面 2.減緩流速 3.修復既有構造物	1.護岸 100m 2.基礎保護工 20m 3.橫向構造物 15 座	5500	水土保持局
6	永秀橋下游災害復建工程	218606	2625715	橫向構造物其基礎淘空嚴重	河床坡度陡 流速過快	低	1.減緩流速 2.修復既有構造物	1.基礎保護工 80m 2.橫向構造物 5 座	2500	水土保持局
大坑集水區金額合計									18500	

表 7-2-5 野溪、坑溝排水系統治理工程一覽表-過溪集水區(1/2)

編號	工程名稱	座標點位		現況說明	致災原因	危險度	治理目標	治理對策	工程預算 (千元)	權責單位
		X	Y							
1	福興橋下游溪流整治工程	215209	2625328	土砂堆積	土砂下移	低	保護邊坡	1.清淤工程一式(約 16000 m ³) 2.護岸 100m	4000	河川局
2	--	215802	2625055	目前狀況穩定	--	低	--	--	--	水土保持局
3	乾坑橋下游整治工程	216966	2625027	土砂堆積 下游有一崩塌地	土砂下移 既有構造物導致 部分基腳淘刷	中	減緩土砂下移 修復既有構造物 保護邊坡	1.護岸 60m 2.清淤工程一式(約 20000 m ³) 3.橫向構造物 8 座 4.既有構造物修復一式	5000	水土保持局
4	仁海橋下游災後復建工程	217456	2624572	部份土砂堆積 既有構造物損壞	土砂下移 既有構造物導致 部分基腳淘刷	中	減緩土砂下移 修復既有構造物	1.橫向構造物 2 座 2.清淤工程一式(約 30000 m ³) 3.基礎保護工 100m	4000	河川局
5	內田子橋下游復建工程	217530	2624413	基礎淘空	流速過快	低	減緩坡降 降低流速	1.橫向構造物 4 座 2.護欄 50m 3.基礎保護工 100m	2500	河川局
6	內田一號橋溪流整治工程	217645	2624105	土砂堆積 流心不穩 既有構造物損壞	流心不穩 河床坡度陡 流速過快	中	減緩坡降 穩定流心 修復既有構造物	1.橫向構造物 4 座 2.基礎保護工 60m 3.清淤工程一式(約 40000 m ³)	4500	水土保持局
7	內田二號橋下游清淤工程	217890	2623584	土砂量過多情形,甚有 土砂堆置到高於橫向 構造物的情形	土砂下移	低	清疏	1.清淤工程一式(約 8500 m ³)	1500	水土保持局
8	--	218650	2624303	目前狀況穩定	--	低	--	--	--	水土保持局
9	光輝橋上游災後復建工程	218704	2624192	既有封底損毀	流速過快	低	改善刷深狀況	1.橫向構造物 10 座	2500	水土保持局
10	嶺腳一號橋上游清淤工程	218984	2623727	土砂堆積	土砂下移	低	清疏	1.清淤工程一式 (約 8500 m ³)	1500	水土保持局

表 7-2-5 野溪、坑溝排水系統治理工程一覽表-過溪集水區(2/2)

編號	工程名稱	座標點位		現況說明	致災原因	危險度	治理目標	治理對策	工程預算(千元)	權責單位
		X	Y							
11	嶺腳一號橋上游整治工程	219186	2623219	土砂堆積 上游崩塌	土砂下移	高	減緩土砂下移	1.護岸工程 250m 2.橫向構造物 10 座 3.清淤工程一式(約 20000 m ³)	6500	水土保持局
12	嶺腳三號橋上游清淤工程	219131	2623010	土砂堆積	土砂下移	低	清疏	1.清淤工程一式(約 20000 m ³)	2500	水土保持局
13	流藤坪乾坑橋下溪流整治工程	217451	2621369	無設置護岸 土砂堆積	土砂下移	低	減緩土砂下移 清疏	1.護岸 150m 2.橫向構造物 15 座 3.清淤工程一式(約 30000 m ³)	6000	水土保持局
14	西勢崙橋下游災後復建工程	217673	2623802	構造物基腳淘空	河床坡度過陡 流速過快	中	減緩坡降 穩定流心 修復既有構造物	1.基礎保護工 100m 2.橫向構造物 10 座	3500	水土保持局
15	西勢崙橋上游復建工程	217560	2623707	構造物基腳淘空	河床坡度過陡 流速過快	高	減緩坡降 穩定流心 修復既有構造物	1.橫向構造物 5 座 2.基礎保護工 70m	2000	水土保持局
16	內田二號橋上游災害復建工程	218102	2623144	土砂堆積 既有構造物基腳淘空	土砂下移	高	減緩坡降 穩定流心 修復既有構造物 清疏	1.清淤工程一式 (約 30000 m ³) 2.農路基礎修復一式 3.橫向構造物 5 座	4500	水土保持局
17	田子里暗坑野溪整治工程	217821	2622188	泥岩裸露	流速過快	高	改善河床刷深狀況	1.防砂壩 4 座 2.橫向構造物 1 座	10000	水土保持局
18	田子里野溪災害復建工程	217821	2622188	既有構造物損毀	流速過快 通水斷面不足	高	減緩坡降 修復既有構造物 增加通水斷面	1.橫向構造物 14 座 2.護岸 100m 3.T 型樑橋	10000	水土保持局
過溪集水區金額合計									70500	

表 7-2-6 野溪、坑溝排水系統治理工程一覽表-瑞竹集水區

編號	工程名稱	座標點位		現況說明	致災原因	危險度	治理目標	治理對策	工程預算 (千元)	權責單位
		X	Y							
1	瑞興橋上游清淤工程	215110	2618786	土砂堆積	土砂下移	低	清疏	1.清淤工程一式 (約 20000 m ³)	2000	河川局
2	--	215211	2618274	目前狀況良好	--	低	--	--	--	水土保持局
3	瑞竹橋上游整治工程	214985	2617850	土砂堆積	土砂下移	低	清疏 減緩土砂下移	1.清淤工程一式(約 12000 m ³) 2.橫向構造物 5 座	4000	水土保持局
4	瑞竹三號橋上游災後復建工程	214920	2617749	上游河道狀況多以河道刷深及橫向構造物有淘空情形發生。	河床坡度過陡 流速過快	中	減緩坡降 修復既有構造物	1.橫向構造物 20 座 2.既有構造物修補一式	4500	水土保持局
5	瑞南橋上游災後復建工程	214736	2617368	土砂嚴重淤積 莫拉克颱風後上游有緊急清淤工程，將土堆置兩側，清出水流路線。	流心不穩 土砂下移	高	穩定流心 保護坡面	1.護岸工程 300m 2.橫向構造物 20 座 3.清淤工程一式(約 15000 m ³)	6000	水土保持局
6	凍仔林野溪整治工程	216003	2617952	此處為崩塌地源頭，每當豪大雨皆有大量土砂下移。	崩塌源頭	高	崩塌源頭處理 減緩土砂下移	1.護岸 150m 2.橫向構造物 20 座 3.裂縫處理一式	7000	水土保持局
7	凍仔林野溪緊急處理工程	215940	2618045	土砂嚴重淤積	土砂下移	高	清疏	土石(疏濬)清除 3000 立方公尺, 其他:土石清除 3000 m ³	210	水土保持局
8	芋藁崙野溪緊急處理工程	214955	2617039	土砂嚴重淤積	土砂下移	高	清疏	土石(疏濬)清除 4000 立方公尺, 其他:土石清除 4000 m ³	280	水土保持局
9	凍仔林溪等二件緊急處理工程	216020	2617994	土砂嚴重淤積	土砂下移	高	清疏	土石(疏濬)清除 3150 立方公尺, 其他:土石清除 3150 m ³	220	水土保持局
瑞竹集水區金額合計									24210	

表 7-2-7 野溪、坑溝排水系統治理工程一覽表-雷公坑乾溪集水區(1/2)

編號	工程名稱	座標點位		現況說明	致災原因	危險度	治理目標	治理對策	工程預算(千元)	權責單位
		X	Y							
1	桶頭橋上游清淤工程	214252	2616568	土砂堆積	流心不穩	低	清疏	1.清淤工程一式(約 25000 m ³)	2500	水土保持局
2	瑞草橋下游災後復建工程	214169	2613989	土砂堆積嚴重，下游方向右岸護岸破損。	崩塌	中	清疏 保護坡面	1.清淤工程一式(約 15000 m ³) 2.護岸 150m	2000	水土保持局
3	行正橋災後復建工程	214413	2615742	莫拉克災後行正橋橋墩裸露，兩側護岸基礎淘刷，護岸後方背填土因淘空逐漸流失，緊鄰河道的縣 149 乙線有下陷的情形，既有潛壩破損。	流速過快 既有護岸 基礎深度不足	高	修復既有構造物 保護坡面	1.既有構造物修復一式 2.基礎保護工 200m 3.護岸 50m 4.橋墩修復一式	5000	水土保持局
4	--	213862	2616209	狀況穩定	--	低	--	--	--	水土保持局
5	--	213445	2615725	狀況穩定	--	低	--	--	--	水土保持局
6	割菜園一號橋災後復建工程	213062	2615663	1-2 座固床工有毀壞、鋼筋裸露情形產生；下游處施設了兩座沉砂池，目前已淤滿大量土砂。	河床坡度過陡 流速過快 土砂下移	中	減緩坡降 修復既有構造物 清疏	1.既有構造物修復一式 2.清淤工程一式(約 25000 m ³) 3.橫向構造物 5 座	4000	水土保持局
7	--	212302	2615409	狀況穩定	--	低	--	--	--	水土保持局
8	縣 158 甲線旁溪流整治工程	212828	2615623	大量土砂下移，箱涵阻塞。	河床坡度過陡 流速過快 土砂下移	高	減緩坡降 清疏 保護坡面	1.護岸工程 250m 2.橫向構造物 20 座 3.清淤工程一式(約 40000 m ³)	6000	水土保持局
9	倒踏坑溪清淤工程	212502	2614767	土砂堆積	土砂下移	中	清疏	1.清淤工程一式(約 15000 m ³)	1500	水土保持局
10	利通橋上游溪流整治工程	211999	2614094	護岸基礎淘空	河床坡度過陡 流速過快	中	減緩坡降 修復既有構造物	1.基礎保護工 100m 2.橫向構造物 10 座	3000	水土保持局
11	過溪橋上游溪流整治工程	214603	2613822	過溪橋上約 100m 處有一大型崩塌地	凹岸攻擊面	低	保護坡面	護岸工程 80m	1000	水土保持局

表 7-2-7 野溪、坑溝排水系統治理工程一覽表-雷公坑乾溪集水區(2/2)

編號	工程名稱	座標點位		現況說明	致災原因	危險度	治理目標	治理對策	工程預算 (千元)	權責單位
		X	Y							
12	小旗橋上游溪流整治工程	214189	2613819	構造物基礎皆有淘刷情形發生；在左側支流上游處約0k+200m處有其護岸基礎淘空嚴重	河床坡度過陡 流速過快	中	減緩坡降 降低流速 修復既有構造物	1.橫向構造物 10 座 2.基礎保護工 30m 3.道路修復一式 4.構造物修復一式	3000	水土保持局
13	縣 149 線過寮地區溪流整治工程	212312	2613163	土砂堆積	土砂下移	高	清疏 保護坡面	1.護岸 250m 2.橫向構造物 25 座 3.清淤工程一式(約 35000 m ³)	6500	水土保持局
14	三步灣地區溪流整治工程	212883	2611668	導致箱涵背填土淘空而有道路下陷狀況產生	河床坡度過陡 流速過快	中	減緩坡降 修復既有構造物	1.橫向構造物 5 座 2.道路修復一式	2000	水土保持局
15	清水溪橋上游溪流整治工程	214111	2610936	崩塌地	位於凹岸	低	保護坡面	擋土牆 80m	1000	水土保持局
16	石橋地區溪流整治工程	212137	2612055	護岸基礎淘空	既有護岸基礎 深度不夠	中	修復既有構造物	基礎保護工 100m	2000	水土保持局
17	149 線樟湖地區溪流整治工程	212420	2613039	土砂堆積	土砂下移	高	清疏 保護坡面 減緩土砂下移	1.清淤工程一式(約 30000 m ³) 2.護岸 300m 3.橫向構造物 15 座	6000	水土保持局
18	芋萐籠地區溪流整治工程	213608	2611340	土砂堆積、箱涵阻塞	土砂下移	高	清疏 保護坡面 減緩流速 減少土砂下移	1.清淤工程一式(約 30000 m ³) 2.護岸 300m 3.橫向構造物 30 座	6500	水土保持局
19	桶頭里倒踏坑上游清疏工程	213058	2615672	土砂堆積	土砂下移	高	清疏	土石方清疏 90000m ³	9000	水土保持局
20	桶頭里茄苳坑清疏工程	212319	2615444	土砂堆積	土砂下移	高	清疏	土石方清疏 40000m ³	4000	水土保持局
21	桶頭里番婆坑清疏工程	213461	2613855	土砂堆積	土砂下移	高	清疏	土石方清疏 50000m ³	5000	水土保持局
22	大坑、過溪、雷公坑乾溪及瑞竹等集水區整體治理規劃	214300	2618600	調查治理規劃	-	高	調查規劃四集水區	集水區資料蒐集與現況調查 集水區特性分析與治理目標 工程細部設計	7000	水土保持局
雷公坑乾溪集水區金額合計									77000	

7-3 崩塌地、坡面排水系統治理

7-3-1 治理課題分析

崩塌地因其發生之規模、位置、型態、社會性、經濟性及目前處理技術之限制，並不是每一崩塌地都需要或可以人為方式處理。依照前述之崩塌地調查之成果，評估其影響程度、範圍及輕重緩急，斟酌治理之需要性、技術可行性及交通等因素加以評估。參考水保局崩塌地調查之分類法，配合崩塌地附近是否有人為設施及此設施的種類，依據崩塌地危險度分級，(1)急需處理(2)暫緩處理(3)自然恢復等三個等級，判定優先處理順序。

崩塌地處理經現場調查與崩塌地發生崩塌原因統計後，了解其發生原因或機制與規模後，才開始實施崩塌地之處理。處理手段大致可從消除或減除其導致崩塌之誘因著手，或以各種工程結構物來增加抵抗力，以達成安定之目的。

本計畫區主要分為河道崩塌、道路部分崩塌、山腹崩塌，故在第三章中所勘察各項崩塌，會依據其主要崩塌地區分至溪流整治及道路整治工程中，其後介紹為針對本計畫區崩塌地治理主要的工程措施，主要分為源頭處理、植生處理、及非工程設施的處理方法。

1. 崩塌地處理-工程措施

(1) 源頭處理

- a. 裂縫的勘尋與填補：先勘查崩塌坡面之上緣及兩側，尋找地震造成的地表裂縫，予以填補，以避免雨水滲入地底造成更大規模的土石滑動。
- b. 崖頂排水：把山頂懸崖上的水導引到安全的地方，以防坡頂地表逕流水漫流之坡面，沖蝕裸露的坡面。
- c. 坡面排水：可利用打樁編柵等方式於裸露坡面每隔兩公

尺、三公尺進行橫向排水，減緩地表逕流對坡面沖刷。

(2) 植生處理方法

植生處理方法，應先行施作植生基礎工程後，再種植適生植物、加強覆蓋。交通不便處，可以空中撒播方式處理。植生處理依崩坍類型及崩坍位置可單獨使用或與抑制工程、抑止工程合併使用。

2. 崩塌地處理-非工程設施

當崩塌地並無直接保全對象或崩塌土石並不直接危及人民或造成二次災害時可考慮採非工程設施方式如下：

(1) 自然復育

由於地震豪雨所造成的大量塌方，並不危及安全時，若急於進行整治穩定邊坡工程，有可能造成投資大量金額，但只得到短期穩定，而後續的塌方必須於雨季後重複不斷作修復工作，可考慮以自然復育方式，而原有不穩定邊坡穩定之後，再考慮進行工程修復。

(2) 管制計畫

當崩塌造成之塌方危及道路通行，而無法及時清除或修復時可採豎立警告標誌或採交通管制、引導車流改道措施。

(3) 加強山坡地管理及監測

利用衛星遙測影像提供面性、持續性土地變遷資訊，及早發現山坡地違規開發使用資訊，通報事業主管單位稽查違規利用情形。

7-3-2 治理級序評估與目標對策

依照 6-6 節之水土保持需求性，依「保全對象」、「水土流失程度」、「河溪不穩定性」及「既有構造物改善需求」等標的進行評估訂定各項工程治理級序，分出各項點位危險程度，未來將依照危險程度高低來進行訂定分年分期工程計畫，其危險級序請參照表 7-3-1。

崩塌地整治並非單一工法就可適用，必須因地制宜規劃設計合宜之方案，本集水區崩塌地需整治對象依第三章現地所勘察點位進行工法整治及建議(如表 7-3-1、圖 7-3-1 所示)。

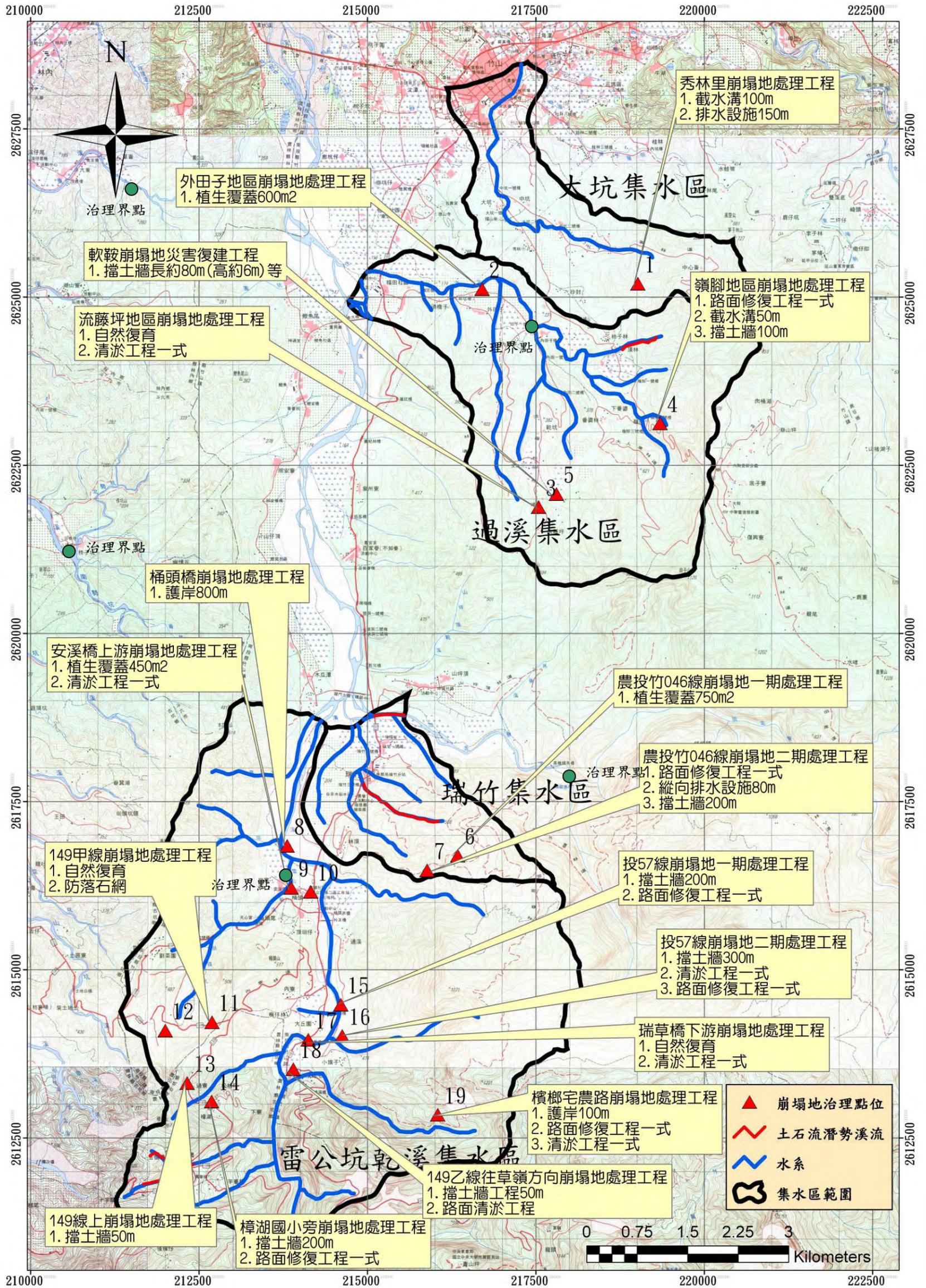


圖7-3-1 崩塌地、坡面排水系統治理規劃配置圖

表 7-3-1 崩塌地、坡面排水系統治理工程一覽表(1/2)

集水區	編號	工程名稱	座標點位		現況說明	危險等級	致災原因	治理對策	工程預算 (千元)	權責單位
			X	Y						
大坑	1	秀林里崩塌地處理工程	219016	2625198	道路上邊坡崩塌	B	豪雨沿著原有的蝕溝持續沖刷,造成大規模的崩塌	1.截水溝 100m 2.排水設施 150m	2500	水土保持局
大坑集水區合計									2500	
過溪	2	外田子地區崩塌地處理工程	216704	2625118	河岸山腹崩塌	C	坡度過陡,豪雨沖刷	1.植生覆蓋 600m ²	1500	水土保持局
	3	流藤坪地區崩塌地處理工程	217543	2621877	河岸山腹崩塌	B	坡度過陡,豪雨沖刷	1.自然復育 2.清淤工程一式(約 10000 m ³)	1000	水土保持局
	4	嶺腳地區崩塌地處理工程	219347	2623123	道路下邊坡崩塌	A	豪雨沿著原有的蝕溝持續沖刷,造成大規模的崩塌	1.路面修復工程一式 2.截水溝 50m 3.擋土牆 100m	4500	水土保持局
	5	軟鞍崩塌地災害復建工程	217808	2622071	河岸山腹崩塌	A	坡度過陡,豪雨沖刷	其他:擋土牆長約 80m(高約 6m)等	3600	水土保持局
過溪集水區合計									10600	
瑞竹	5	農投竹 046 線崩塌地一期處理工程	216341	2616696	河岸山腹崩塌	A	豪雨沿著原有的蝕溝持續沖刷,造成大規模的崩塌	1.植生覆蓋 750m ²	1500	水土保持局
	6	農投竹 046 線崩塌地二期處理工程	215887	2616475	道路上邊坡崩塌	A	坡度過陡,豪雨沖刷	1.路面修復工程一式 2.縱向排水設施 80m 3.擋土牆 200m	6000	水土保持局
瑞竹集水區合計									7500	

表 7-3-1 崩塌地、坡面排水系統治理工程一覽表(2/2)

集水區	編號	工程名稱	座標點位		現況說明	危險等級	致災原因	治理對策	工程預算(千元)	權責單位
			X	Y						
雷公坑	7	桶頭橋崩塌地處理工程	213809	2616840	河岸山腹崩塌	C	坡度過陡，豪雨沖刷	1.護岸 800m	7000	水土保持局
	8	安溪橋上游崩塌地處理工程	213869	2616215	河岸山腹崩塌	C	坡度過陡，豪雨沖刷	1.植生覆蓋 450m ² 2.清淤工程一式(約 4000 m ³)	1000	水土保持局
	9	桶頭社區崩塌地處理工程	214158	2616156	河岸山腹崩塌	D	豪雨沿著原有的蝕溝持續沖刷,造成大規模的崩塌	1.自然復育	--	水土保持局
	10	149 甲線崩塌地處理工程	212693	2614218	道路上邊坡崩塌	C	坡度過陡，豪雨沖刷	1.自然復育 2.防落石網	500	水土保持局
	11	利通橋上游崩塌地處理工程	211999	2614094	河岸山腹崩塌	C	坡度過陡，豪雨沖刷	1.自然復育	--	水土保持局
	12	149 線上崩塌地處理工程	212325	2613313	道路下邊坡崩塌	A	坡度過陡，豪雨沖刷	1.擋土牆 50m	1000	水土保持局
	13	樟湖國小旁崩塌地處理工程	212687	2613040	道路下邊坡崩塌	A	豪雨沿著原有的蝕溝持續沖刷,造成大規模的崩塌	1.擋土牆 200m 2.路面修復工程一式	3000	水土保持局
	14	投 57 線崩塌地一期處理工程	214606	2614480	道路下邊坡崩塌	A	豪雨沿著原有的蝕溝持續沖刷,造成大規模的崩塌	1.擋土牆 200m 2.路面修復工程一式	3000	水土保持局
	15	投 57 線崩塌地二期處理工程	214626	2614014	道路下邊坡崩塌	A	豪雨沿著原有的蝕溝持續沖刷,造成大規模的崩塌	1.擋土牆 300m 2.清淤工程一式(約 8000 m ³) 3.路面修復工程一式	4000	水土保持局
	16	瑞草橋下游崩塌地處理工程	214123	2613956	河岸山腹崩塌	B	坡度過陡，豪雨沖刷	1.自然復育 2.清淤工程一式(約 600 m ³)	600	水土保持局
	17	149 乙線往草嶺方向崩塌地處理工程	213900	2613519	道路上邊坡崩塌	C	坡度過陡，豪雨沖刷	1.擋土牆工程 50m 2.路面清淤工程(約 200 m ³)	600	水土保持局
	18	檳榔宅農路崩塌地處理工程	216045	2612842	道路下邊坡崩塌	A	豪雨沿著原有的蝕溝持續沖刷,造成大規模的崩塌	1.護岸 100m 2.路面修復工程一式 3.清淤工程一式(約 800 m ³)	800	水土保持局
雷公坑乾溪集水區合計									21500	

7-4 道路水土保持、道路排水系統處理

7-4-1 治理課題分析

道路致災原因計有邊坡崩塌、棄土之不當處置、排水設施不完善、路基崩塌或下陷、路基佔用河道，與水爭地、欠缺臨時防災措施造成災害等。其治理優先順序及道路水土保持處理方案與工法研擬可依破壞方式進行對策研擬，茲分述如下：

1. 治理優先順序

- (1) 道路損壞地區嚴重影響附近居民通行者優先處理。
- (2) 位於土石流區之道路，須配合土石流之治理計畫及設計標準進行整治。

2. 道路水土保持處理方案與工法研擬

(1) 土石流道路之破壞

若道路橫跨土石流潛勢溪流時，常因直接沖毀、淤埋道路路基或沖毀橋樑，造成道路中斷，面對此一問題最佳之態度為適度之退讓，而非對抗，以避免災害一再重複發生。因此，最佳之方法為採非工程性之道路改線(或改採架橋或隧道通過野溪)。此外，亦可以工程性方式及改建現有橋樑增加排洪斷面(減少橋柱、增加跨距、增加淨高)、明隧道架設頂棚遮蔽，或者透過土石流整治方法，減少土石流對道路危害程度。

(2) 道路上邊坡崩塌對道路之破壞

道路上邊坡受人為或自然因素影響在外營力激發(地震或豪雨作用)之下，常因土體滑動崩落而使道路阻斷，其處理對策將以邊坡穩定處理手法為主，處理方式可以較偏向工程方法或較偏向生態之植生方式進行。至於上邊坡岩石墜落對道路危害之處理方式，應視邊坡崩塌機制選擇適當之處理工法，若屬小規模落

石，可採防止落石發生之工法或採捕捉落石之方法處理，明隧道亦為破碎帶經常崩塌區路段適當之處理方式；若屬岩楔破壞則應尋得關鍵岩楔，經穩定分析後以適當之岩釘或岩栓錨定；若屬平面滑動則應儘量避免砍斷坡腳。

(3) 道路下邊坡崩塌對道路之破壞

道路下邊坡崩塌對道路之破壞，主要為造成路基流失。因此除了上述之處理對策以外，治標方式可包括加深路基基礎甚至採用深基礎，治本方式則可採蝕溝控制與河岸保護之相關工法以避免降低下邊坡之穩定性；除此之外，道路排水之改善對於道路下邊坡之穩定亦相當重要。

(4) 道路邊坡整體穩定性不足對道路之破壞

道路所處邊坡整體穩定性不足，將因整體滑移而造成路基斷裂，最常見情形為路基位於崩塌地或斷層錯動區，面對此一災害，最佳之處理之對策係非工程之方式即以避開為宜，尤其大規模之崩塌地或重要斷層破碎帶，若以工程方式對抗，常將面臨失敗之命運。

(5) 道路排水系統不良對道路之破壞

道路排水系統不良所造成之問題，為與工程設計、施工相關性較高之一項因素。排水不良之問題包括：道路無排水溝或排水斷面不足、道路坡度過陡，地表逕流嚴重破壞排水溝甚或路面、道路排水溝截流成效不彰、逕流未於適當地點排放或放流口未能發揮消能功效，以致造成下邊坡之沖蝕甚或崩塌。

3. 農地水土保持

農地水土保持處理，依據水土保持手冊及技術規範，其處理範圍以宜農地為限，主要之水土保持方法包括平台階段、山邊溝及石牆等

並配合植生覆蓋作物，並施設安全排水工程截集地表逕流。本期規劃的農地水土保持工作項目如下：

(1) 農地處理

農地因配合耕作管理需要開闢成外斜平台狀坵塊，不甚符合水土保持處理原則，亦缺乏排水系統，宜勸導農民，克服困難，作較有系統之處理。

(2) 農地安全排水

由於集水區附近地區因土層為崩積土，若未將排水處理安全則蝕溝較易擴大而延續沖蝕，故必須速作處理。

(3) 支線農路及園內道之水土保持

本集水區內果園依農場區位及立地條件，由既有公路、林道及農路分別接續以支線農路、園內道構成交通體系。支線農路或園內道在大部分農地間普遍開闢，因其具有坡面截流作用，並易因車輛行駛造成路面泥濘與路基沖蝕，其路面排水如處理不當或在迴頭彎道處，往往造成下游坡面之沖蝕，因此宜就未施設邊溝、排水等水土保持處理之園內道加強工程處理。以避免園內道發生地表沖蝕，並加強安全排水。

7-4-2 治理級序評估與目標對策

依照 6-6 節之水土保持需求性，依「保全對象」、「水土流失程度」、「河溪不穩定性」及「既有構造物改善需求」等標的進行評估訂定各項工程治理級序，分出各項點位危險程度，未來將依照危險程度高低來進行訂定分年分期工程計畫。

依第三章現地道路水土保持調查點位進行工法選定，並區分道路管理權屬，請參照表 7-4-1、圖 7-4-1。

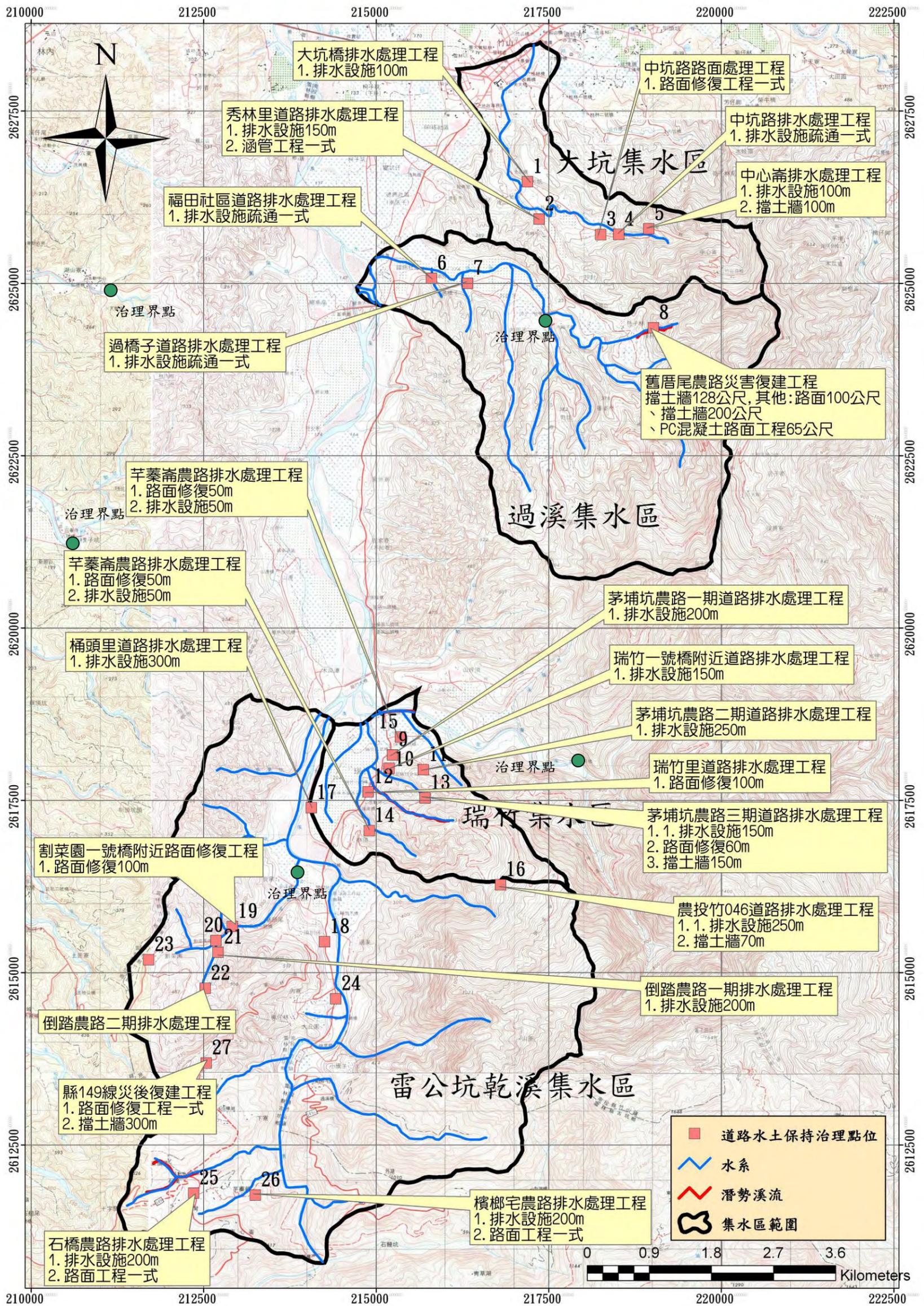


圖7-4-1 道路水土保持、道路排水系統處規劃配置圖

表 7-4-1 道路水土保持、道路排水系統治理工程一覽表(1/3)

集水區	編號	工程名稱	座標點位		治災原因	危險度	治理對策	權責單位	工程預算 (千元)
			X	Y					
大坑	1	大坑橋排水處理工程	217193	2626474	無排水設施	中	排水設施 100m	南投縣政府	1000
	2	秀林里道路排水處理工程	217362	2625932	排水設施阻塞 通水斷面不足	中	1.排水設施 150m 2.涵管工程一式	南投縣政府	2000
	3	中坑路路面處理工程	218254	2625706	道路凹凸不平	低	路面修復工程一式	南投縣政府	500
	4	中坑路排水處理工程	218515	2625709	排水設施阻塞	低	1.排水設施疏通一式	南投縣政府	250
	5	中心崙排水處理工程	218951	2625791	排水設施阻塞	中	1.排水設施 100m 2.擋土牆 100m	水土保持局	1500
大坑集水區合計									5250
過溪	6	福田社區道路排水處理工程	215802	2625071	無排水設施	低	排水設施疏通一式	南投縣政府	2500
	7	過橋子道路排水處理工程	216325	2624999	排水設施阻塞	低	排水設施疏通一式	南投縣政府	250
	8	舊厝尾農路災害復建工程	219019	2624355	道路上邊坡崩塌	高	擋土牆 128 公尺,其他:路面 100 公尺、擋土牆 200 公尺、PC 混 凝土路面工程 65 公尺	水土保持局	4600
過溪集水區合計									7350

表 7-4-1 道路水土保持、道路排水系統治理工程一覽表(2/3)

集水區	編號	工程名稱	座標點位		治災原因	危險度	治理對策	權責單位	工程預算 (千元)
			X	Y					
瑞竹	9	茅埔坑農路一期道路排水處理工程	215238	2618158	排水設施阻塞	低	排水設施 200m	水土保持局	250
	10	瑞竹一號橋附近道路排水處理工程	215189	2617964	排水設施阻塞	低	排水設施 150m	南投縣政府	300
	11	茅埔坑農路二期道路排水處理工程	215684	2617943	通水斷面不足 路基淘刷	中	排水設施 250m	水土保持局	4500
	12	瑞竹里道路排水處理工程	214884	2617624	道路凹凸不平	低	路面修復 100m	南投縣政府	250
	13	茅埔坑農路三期道路排水處理工程	215710	2617533	無排水設施	中	1.排水設施 150m 2.路面修復 60m 3.擋土牆 150m	水土保持局	2500
	14	芋荖崙農路排水處理工程	214901	2617060	道路凹凸不平	低	1.路面修復 50m 2.排水設施 50m	水土保持局	2500
	15	瑞竹里社區環境改善工程	215352	2618418	道路凹凸不平	高	其他:步道 500m,排水設施,擋土牆 20m(H=3m),入口公園綠美化加強 150m ² ,圍牆修繕 100m	水土保持局	2400
瑞竹集水區合計									12700
雷公坑	16	農投竹 046 道路排水處理工程	216803	2616274	無排水設施	中	1.排水設施 250m 2.擋土牆 70m	水土保持局	3000
	17	桶頭里農路排水處理工程	214061	2617391	無排水設施	低	排水設施 300m	水土保持局	1200

表 7-4-1 道路水土保持、道路排水系統治理工程一覽表(3/3)

集水區	編號	工程名稱	座標點位		治災原因	危險度	治理對策	權責單位	工程預算 (千元)
			X	Y					
雷 公 坑	18	--	214253	2615447	目前狀況良好	低	--	南投縣政府	--
	19	割菜園一號橋附近路面修復工程	212917	2615669	道路凹凸不平	低	路面修復 100m	南投縣政府	500
	20	--	212679	2615465	目前狀況良好	低	--	南投縣政府	--
	21	倒踏農路一期排水處理工程	212709	2615295	排水設施設計不良	中	排水設施 200m	水土保持局	3500
	22	倒踏農路二期排水處理工程	212522	2614771	過水路面路基淘刷	中	路面修復 100m	水土保持局	1000
	23	--	211703	2615186	目前狀況良好	低	--	南投縣政府	--
	24	--	214415	2614621	目前狀況良好	低	--	南投縣政府	--
	25	石橋農路排水處理工程	212356	2611801	無排水設施	中	1.排水設施 200m 2.路面工程一式	水土保持局	3500
	26	檳榔宅農路排水處理工程	213248	2611772	無排水設施	中	1.排水設施 200m 2.路面工程一式	水土保持局	4500
	27	縣 149 線災後復建工程	212537	2613688	受莫拉克颱風影響，導致 149 線位於過寮附近的 路段中斷。	高	1.路面修復工程一式 2.擋土牆 300m	雲林縣政府	10000
雷公坑乾溪集水區合計									27200

7-5 部落安全維護計畫

一、本計畫配合集水區淹水潛勢及崩塌潛勢分析結合評估計畫區內易淹水及土砂災害部落防災，如下所述：

本計畫區經分析淹水區位及崩塌潛勢區位後，得知竹山鎮秀林里、瑞竹里、樟湖村內的土石流潛勢溪流雲縣DF004有淹水的堪慮，且在樟湖村內有高度的崩塌潛勢，故樟湖村為計畫區內最易淹水即有土砂災害的部落。對於淹水區位、崩塌潛勢區位請詳圖7-5-1、7-5-2。

二、針對部落安全研擬維護計畫及管理措施，包括下列項目：

(一) 危險區監測規劃

溪流易淹水及山坡地崩塌敏感災害區位結合山坡地管理-查報取締管理系統，分層辦理定期巡查減少不當人為開發，降低致災因素並提早發現災害發生。

(二) 防災專員規劃

為強化計畫區內社區之自主防災能力，結合地方意見領袖、睦鄰救援隊、村長、村里幹事、水土保持義工等人力，擇重點防災地區組訓人力成立「土石流防災專員」，由在地人進行社區防災，協助政府觀測雨量，掌握山區雨量變化，並協助南投縣政府進行災情通報與疏散民眾等工作。由防災專員協助社區居民認識環境、防災意識、社區動員、防災整備，提升社區自主防災能力。

(三) 疏散避難計畫

依據地方特性與土石流潛勢溪流調查成果，規劃在地民眾

之疏散路線及避難處所，其規劃原則如下：

1. 疏散路線方面

- (1) 颱風豪雨期間，避免穿越潛勢溪流
- (2) 盡量利用現有道路
- (3) 不經過危險路段、陡坡區
- (4) 不沿著溪床或溪谷方向疏散

2. 避難處所方面

- (1) 土石流潛勢溪流區與避難處所距離不可過長，步行以不超過 30 分鐘內為宜
- (2) 避難處所之空間需能維持潛勢地區居民日常生活作息
- (3) 不能位於可能崩塌之潛在危險地區
- (4) 不能位於危險孤立的腹地(易淹水及不易與外界聯絡之區域)與外界需有安全的通路

計畫區內有投縣DF131土石流潛勢溪流、投縣DF132土石流潛勢溪流、投縣DF133土石流潛勢溪流、雲縣DF004土石流潛勢溪流，其下游竹山鎮秀林里、瑞竹里及雲林線樟湖村，為計畫區內人口密集區及主要保全對象，因此應加強災害警報、預報系統及避難路線之規劃，DF131、DF132土石流潛勢溪流在91-95年間舉行過四次防災演練，雲縣DF004土石流潛勢溪流於93-94年舉行過兩次小型防災演練，投縣DF133土石流潛勢溪流目前尚未舉行過防災演練。防災演練推動程序可使社區居民認識環境、防災意識、社區動員、防災整備，提昇社區自主防災能力、加速環境復育。本計畫境內秀林里、瑞竹里及雲林縣古坑鄉樟湖地區之土石流防災避難地圖詳圖7-5-3~圖7-5-5。

(四) 民眾教育及宣導

1. 提高警覺，主動疏散避難
2. 配合撤離，強制疏散
3. 參與土石流防災專員培訓
4. 積極參與土石流防災宣導與疏散避難演練
5. 熟悉避難路線與避難地點
6. 熟悉緊急聯絡人通報系統
7. 參與社區與居民自救隊之組織

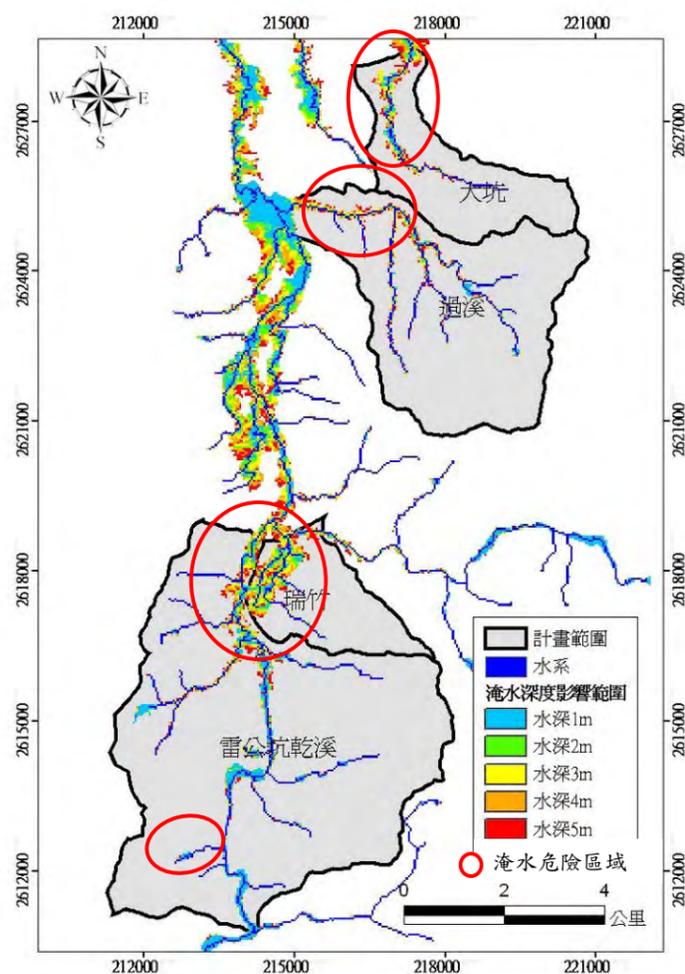


圖7-5-1 易淹水潛勢地圖

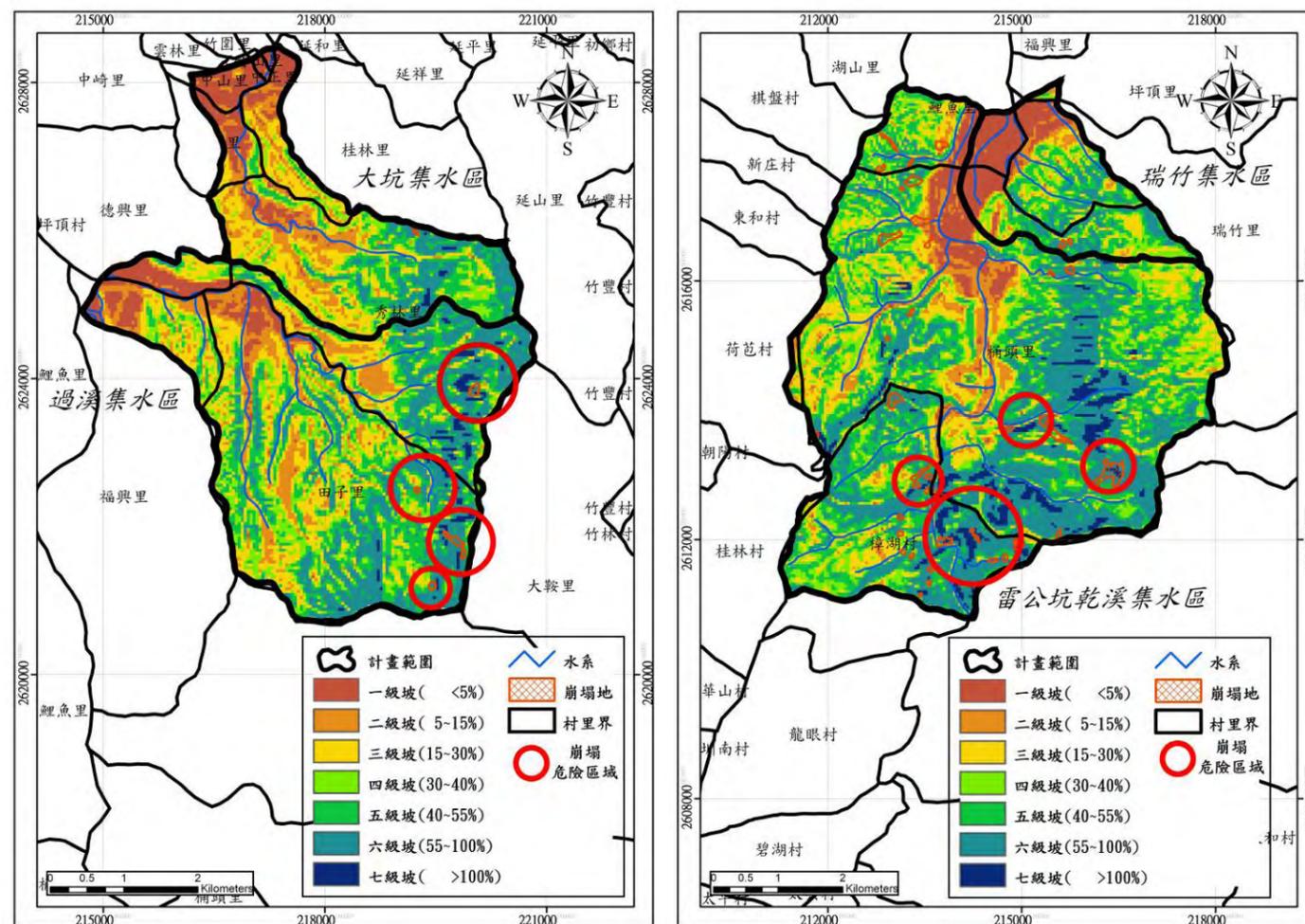
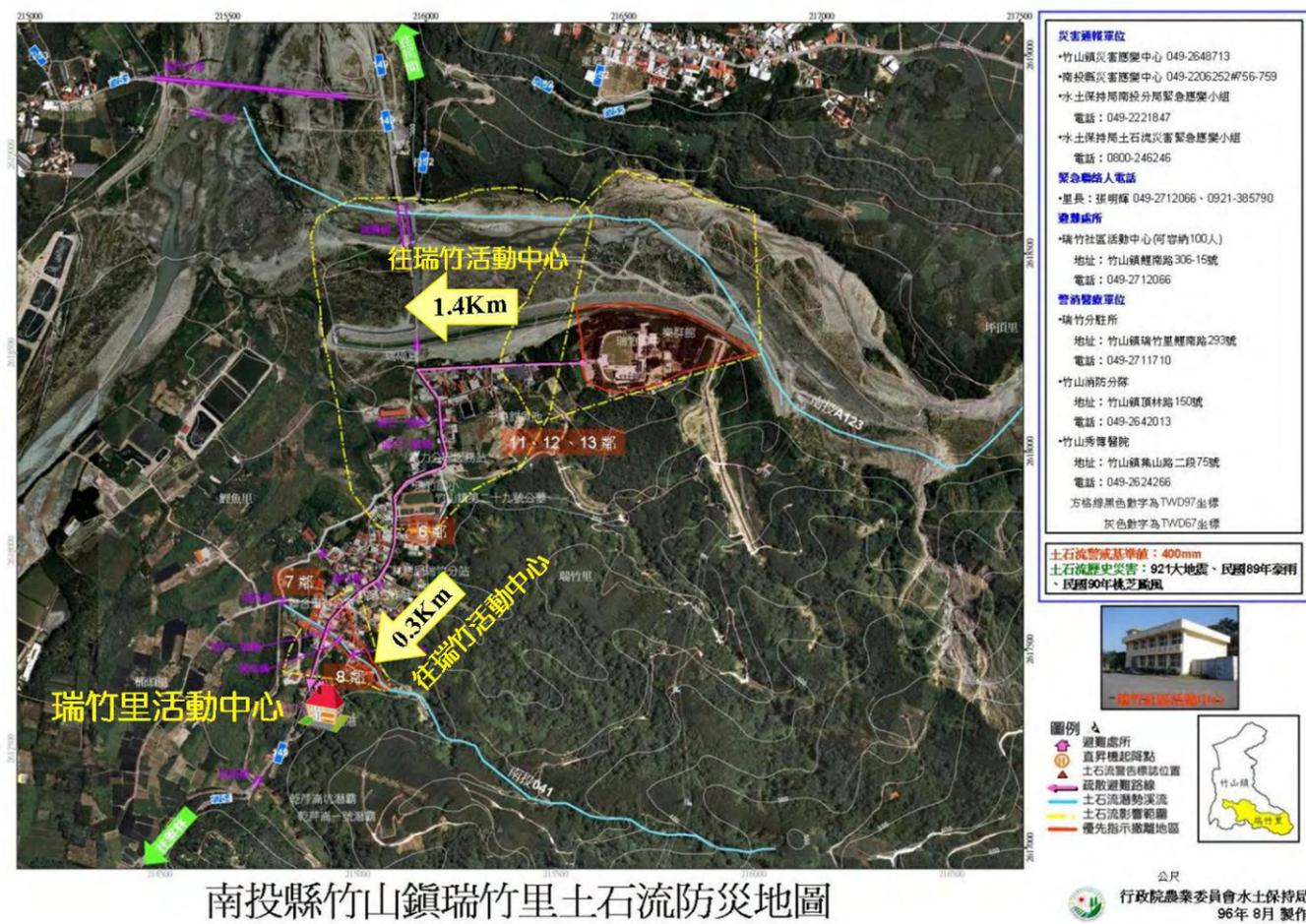


圖7-5-2 土砂災害潛勢地圖



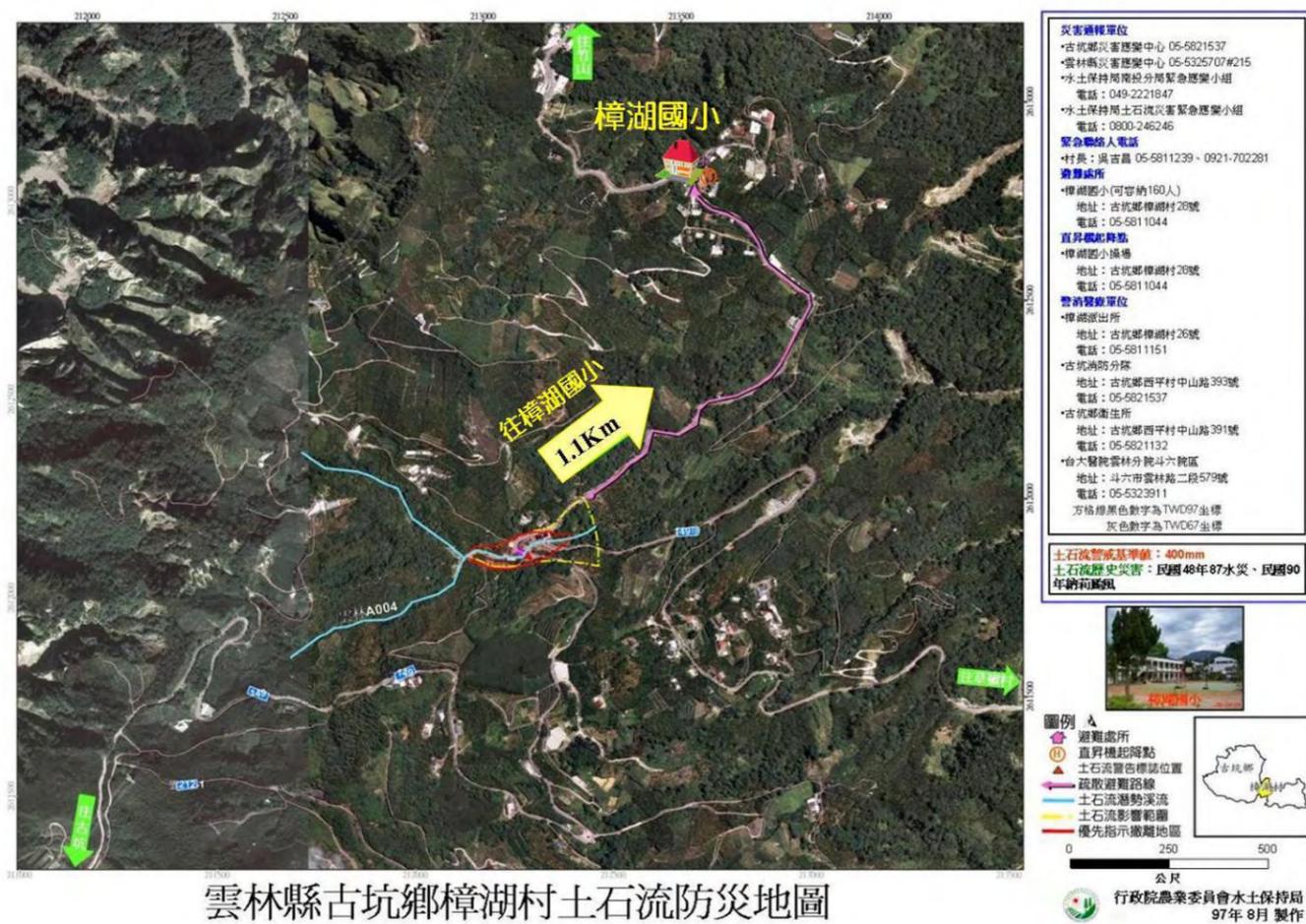
南投縣竹山鎮秀林里土石流防災地圖

圖7-5-3 投縣DF131土石流防災避難路線



南投縣竹山鎮瑞竹里土石流防災地圖

圖7-5-4 投縣DF133土石流防災避難路線



雲林縣古坑鄉樟湖村土石流防災地圖

圖7-5-5 雲縣DF004土石流防災避難路線

7-6 集水區保育治理實施計畫

集水區保育治理實施計畫編製：依據「易淹水地區水患治理計畫」第2階段實施計畫，提報計畫區內排水系統保育治理實施計畫書，且需提報水土保持局審核通過。請詳附件六。

捌、地形測量及工程細部設計

針對災害嚴重地區及急需處理者，進行整體治理規劃及細部設計，本規劃由四集水區內選出七點重大災害點位於9月3日與審查委員會及主辦單位進行現地勘察，此七點重大災害點位圖請詳圖6-2，由委員評估選擇出最適合工程點位進行細部設計。

8-1 細部設計點位選定

本計畫在9月3日經審查委員會及主辦單位同意以B點為細設點位進行設計。會勘情形請參考照片8-1~8-2。



照片 8-1 會勘情形(一)(98.9.3)



照片 8-2 會勘情形(二)(98.9.3)

8-2 細部設計點位現況分析

本區位於南投縣竹山鎮，本區屬泥岩地質，質地脆弱，加上植被生長狀況不佳，導致河岸長期受水流沖刷侵蝕，以致河岸兩側土地嚴重流失而導致目前泥岩裸露，由於莫拉克風災時上游嚴重崩塌，河道蜿蜒且既有箱涵、護岸通水斷面不足，導致土砂嚴重下移及溪水暴漲嚴重威脅當地居民安全。下游有一大型坡面因處於凹岸，湍流攻擊邊坡坡腳故導致崩塌災情嚴重，為改善當地災情，故於規劃案內編列此預算。

本設計經由水理計算得知現在既有構造物通水斷面不足及現場流速過快，且目前大量土砂堆置於河床上，故本設計主在1.增加通水

斷面 2.降低溪床坡度 3.減緩土砂下移為主要目標。細部設計構造物配置及斷面圖請詳細部設計預算書。



照片 8-3 下游河道狹小泥岩暴露



照片 8-4 箱涵下游有一大型崩塌地



照片 8-5 既有箱涵通水斷面不足



照片 8-6 民宅被沖垮



照片 8-7 上游河道狀況

8-3 無人飛機拍攝

依 8-1 節所挑選的七大重點災害區，依安全性評估總級分，選出前四項(A、B、D、E)點位進行無人飛機拍攝，每區至少 15 張以上。A 點位在大坑集水區內之內田二號橋上游；B 點位在過溪集水區之田子里文田社區附近；D 點位在瑞竹集水區瑞南橋上游；E 點位在雷公坑乾溪集水區內雷公坑乾溪之割菜園一號橋上游；本計畫範圍四個重

要點位之空拍位置詳圖 8-1。

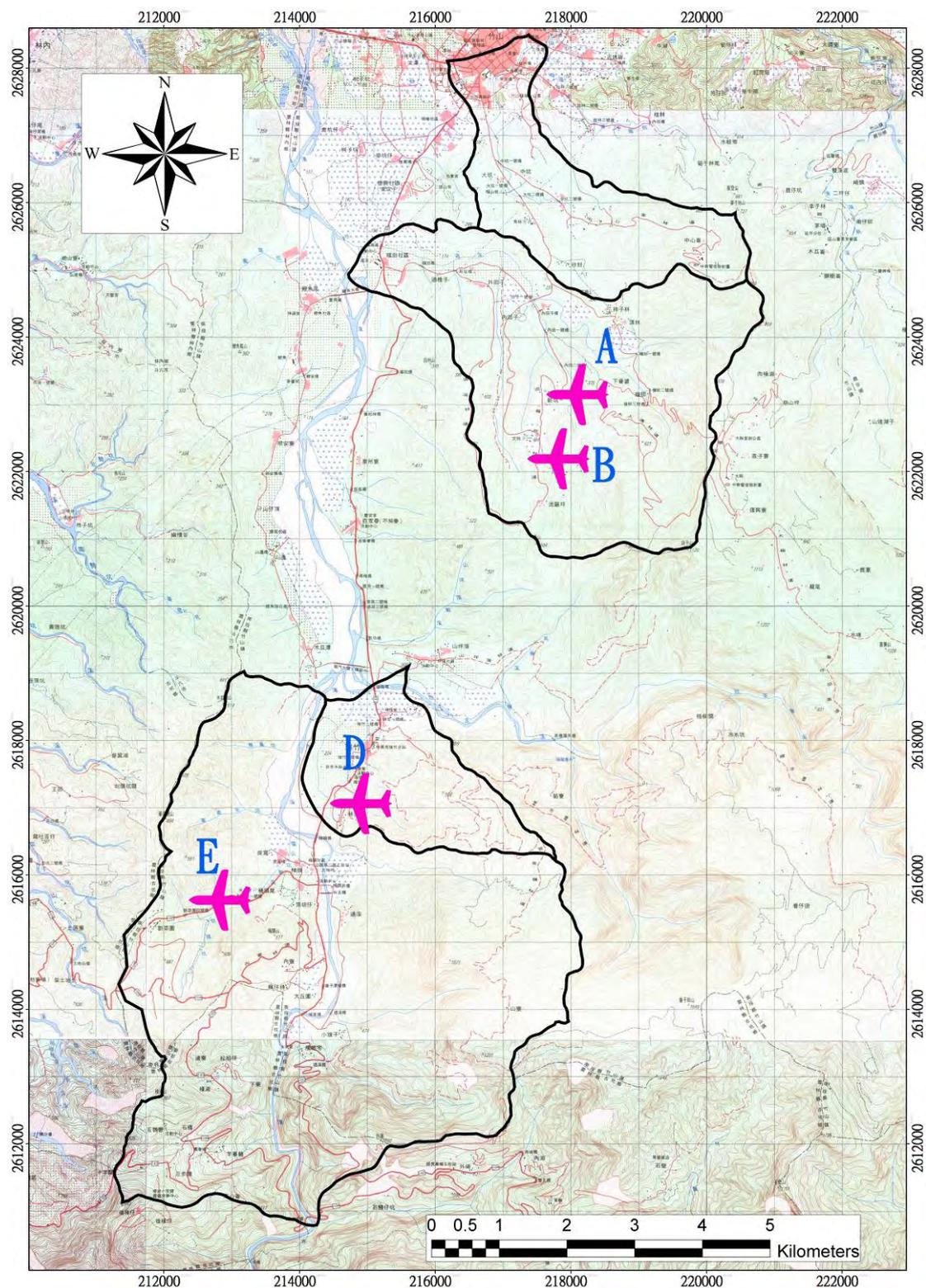


圖8-1 無人飛機空拍位置圖



照片 8-8 無人飛機空拍(一)



照片 8-9 無人飛機空拍(二)



照片 8-10 無人飛機空拍(三)



照片 8-11 無人飛機空拍(四)



照片 8-12 無人飛機空拍(五)



照片 8-13 無人飛機空拍(六)

玖、整體治理計畫及規劃效益評估

9-1 治理計畫與管制配合措施

9-1-1 治理計畫內容

根據現場調查與規劃結果，可以針對計畫區之環境維護做以下幾項治理內容：1.既有工法之檢討與修復建議、2.山坡地管理、3.排水系統規劃、4.景觀營造及計畫區特色展現。

9-1-2 經費需求

依據前述之工程規劃項目、數量概估總工程造价，以便作為日後執行本治理計畫所需經費之參考，針對工程構造物之配置及數量進行概算。

- 1.依行政院公共工程委員會頒布之經費編列預算原則估計。
- 2.工率及基本工資：參照水保局工料分析表及計價基準為標準，並參酌當地材料價格。
- 3.工程單價分析依物價指數為標準。
- 4.總工程造价：除工程建造費外，另考慮將來施工時物價波動及將來施工期間可能須配合之其他緊急修復工等工程費。

9-1-3 分年、分期實施計畫及經費

根據現場調查結果將本計畫區問題予以區分，以集水區本身土砂及易淹水等問題分為近程、中程與遠程計畫予以提出，並按照評估優先順序提出建議。且在分年分期中，應考量以下幾點作為分年分期的主要依據：

1. 保全對象的安全性
2. 效益成本
3. 各災害點位危險度高低

4. 水土保持需求性

5. 長期考量(包含其他事項與綠美化等)

依據集水區現況調查分析、集水區問題分析及水土保持需求性等多方向綜合評估，規劃分年分期治理項目，包含治山防災及山坡地保育工程及建議事項，期達到易淹水地區水患治理計畫執行成效，分年分期治理區位分佈如圖9-1-1、9-1-2、9-1-3，而項目及工程預算如表9-1-1、表9-1-2、表9-1-3。

部分區位因治理單位不同，另彙整於建議工程中，以建請相關單位辦理，詳表9-1-4、圖9-1-4。



圖9-1-1 分年分期計畫區位圖-溪流整治 (1/2)



圖9-1-1 分年分期計畫區位圖-溪流整治(2/2)



圖9-1-2 分年分期計畫區位圖-崩塌地整治



圖9-1-3 分年分期計畫區位圖-道路排水系統治理



圖9-1-4 分年分期計畫區位圖-其他單位建議工程

表 9-1-1 分年分期計畫表-野溪、坑溝排水系統治理(1/5)

治理項目	年度	集水區	工程名稱	治理單位	X	Y	工程預算 (仟元)	工程內容
野溪、坑溝排水系統治理	99	過溪集水區	嶺腳一號橋上游 整治工程	水土保持局	219186	2623219	6500	1.護岸工程 250m 2.橫向構造物10座 3.清淤工程1式(約20000m ³)
			西勢崙橋上游 復建工程	水土保持局	217560	2623707	2000	1.橫向構造物 5 座 2.基礎保護工70m
			內田二號橋上游 災害復建工程	水土保持局	218102	2623144	4500	1.清淤工程 1 式(約 30000m ³) 2.農路基礎修復 1 式 3.橫向構造物 5 座
			田子里暗坑野溪 整治工程	水土保持局	217821	2622188	20000	1.橫向構造物 15 座 2.護岸 100m 3.T型樑橋 4.防砂壩4座
		瑞南橋上游災後 復建工程	水土保持局	214736	2617368	6000	1.護岸工程 300m 2.橫向構造物 20 座 3.清淤工程 1 式(約 15000m ³)	
		洞仔林坑野溪 整治工程	水土保持局	216003	2617952	7000	1.護岸 150m 2.橫向構造物 20 座 3.裂縫處理 1 式	
		洞仔林野溪緊急 處理工程	水土保持局	215940	2618045	210	土石(疏濬)清除 3000 立方公尺, 其他:土石清除 3000 m ³	
		芋荃崙野溪緊急 處理工程	水土保持局	214955	2617039	280	土石(疏濬)清除 4000 立方公尺, 其他:土石清除 4000 m ³	
		洞仔林溪等二件 緊急處理工程	水土保持局	216020	2617994	220	土石(疏濬)清除 3150 立方公尺, 其他:土石清除 3150 m ³	
		瑞竹集水區						

表 9-1-1 分年分期計畫表-野溪、坑溝排水系統治理(2/5)

治理項目	年度	集水區	工程名稱	治理單位	X	Y	工程預算 (仟元)	工程內容
野溪、坑溝排水系統治理	99	雷公坑乾溪集水區	行正橋災後復建工程	水土保持局	214413	2615742	5000	1.既有構造物修復 1 式 2.基礎保護工 200m 3.護岸 50m 4.橋墩修復 1 式
			縣 158 甲線旁溪流整治工程	水土保持局	212828	2615623	6000	1.護岸工程 250m 2.橫向構造物 20 座 3.清淤工程 1 式(約 40000m ³)
			縣 149 線過寮地區溪流整治工程	水土保持局	212312	2613163	6500	1.護岸 250m 2.橫向構造物 25 座 3.清淤工程 1 式(約 35000m ³)
			149 線樟湖地區溪流整治工程	水土保持局	212420	2613039	6000	1.清淤工程 1 式(約 30000m ³) 2.護岸 300m 3.橫向構造物 15 座
			芋藁籠地區溪流整治工程	水土保持局	213608	2611340	6500	1.清淤工程 1 式(約 30000m ³) 2.護岸 300m 3.橫向構造物 30 座
			桶頭里倒踏坑上游清疏工程	水土保持局	213058	2615672	9000	土石方清疏 90000m ³
			桶頭里茄苳坑清疏工程	水土保持局	212319	2615444	4000	土石方清疏 40000m ³
			桶頭里番婆坑清疏工程	水土保持局	213461	2613855	5000	土石方清疏 50000m ³
			大坑、過溪、雷公坑乾溪及瑞竹等集水區整體治理規劃	水土保持局	214300	2618600	7000	集水區資料蒐集與現況調查 集水區特性分析與治理目標 工程細部設計
					合計	101710		

表 9-1-1 分年分期計畫表-野溪、坑溝排水系統治理(3/5)

治理項目	年度	集水區	工程名稱	治理單位	X	Y	工程預算 (仟元)	工程內容
野溪、坑溝排水系統治理	100	大坑集水區	大坑一號橋災害復建工程	水土保持局	217089	2626284	1500	1.橫向構造物 2 座
			大坑二號橋災害復建工程	水土保持局	217285	2626083	2500	1.基礎保護工 70m 2.橫向構造物 4 座
			中坑一號橋災害復建工程	水土保持局	216939	2626600	4500	1.基礎保護工 150m 2.橫向構造物 4 座
			中坑二號橋災害復建工程	水土保持局	217840	2626025	2000	1.基礎保護工 60m 2.橫向構造物 2 座
			坪頂橋下游整治工程	水土保持局	218956	2625684	5500	1.護岸 100m 2.基礎保護工 20m 3.橫向構造物 15 座
		過溪集水區	乾坑橋下游整治工程	水土保持局	216966	2625027	5000	1.護岸 60m 2.清淤工程 1 式(約 20000m ³) 3.橫向構造物 8 座 4.既有構造物修復 1 式
			內田一號橋溪流整治工程	水土保持局	217645	2624105	4500	1.橫向構造物 4 座 2.基礎保護工 60m 3.土砂清淤工程 1 式(約 40000m ³)
			西勢崙橋下游災後復建工程	水土保持局	217673	2623802	3500	1.基礎保護工 100m 2.橫向構造物 10 座
		瑞竹集水區	瑞竹三號橋上游災後復建工程	水土保持局	214920	2617749	4500	1.橫向構造物 20 座 2.既有構造物修補 1 式

表 9-1-1 分年分期計畫表-野溪、坑溝排水系統治理(4/5)

治理項目	年度	集水區	工程名稱	治理單位	X	Y	工程預算 (仟元)	工程內容
野溪、坑溝排水系統治理	100	雷公坑乾溪集水區	瑞草橋下游災後復建工程	水土保持局	214169	2613989	2000	1.清淤工程 1 式(約 15000m ³) 2.護岸 150m
			割菜園一號橋災後復建工程	水土保持局	213062	2615663	4000	1.既有構造物修復 1 式 2.清淤工程 1 式(約 25000m ³) 3.橫向構造物 5 座
			倒踏坑溪清淤工程	水土保持局	212502	2614767	1500	1.清淤工程 1 式(約 15000m ³)
			利通橋上游溪流整治工程	水土保持局	211999	2614094	3000	1.基礎保護工 100m 2.橫向構造物 10 座
			小旗橋上游溪流整治工程	水土保持局	214189	2613819	3000	1.橫向構造物 10 座 2.基礎保護工 30m 3.道路修復 1 式 4.構造物修復 1 式
			三步灣地區溪流整治工程	水土保持局	212883	2611668	2000	1.橫向構造物 5 座 2.道路修復 1 式
			石橋地區溪流整治工程	水土保持局	212137	2612055	2000	基礎保護工 100m
						合計	51000	
	101	大坑集水區	永秀橋下游災害復建工程	水土保持局	218606	2625715	2500	1. 基礎保護工 80m 2. 橫向構造物 5 座

表 9-1-1 分年分期計畫表-野溪、坑溝排水系統治理(5/5)

治理項目	年度	集水區	工程名稱	治理單位	X	Y	工程預算 (仟元)	工程內容
野溪、坑溝排水系統治理	101	過溪集水區	內田二號橋下游清淤工程	水土保持局	217890	2623584	1500	1. 清淤工程 1 式(約 8500m ³)
			流藤坪乾坑橋下溪流整治工程	水土保持局	217451	2621369	6000	1.護岸 150m 2.橫向構造物 15 座 3.清淤工程 1 式(約 30000m ³)
		瑞竹集水區	瑞竹橋上游整治工程	水土保持局	214985	2617850	4000	1.清淤工程 1 式(約 12000m ³) 2.橫向構造物 5 座
		雷公坑乾溪集水區	桶頭橋上游清淤工程	水土保持局	214252	2616568	2500	1.清淤工程 1 式(約 25000m ³)
						合計	16500	
	102	過溪集水區	光輝橋上游災後復建工程	水土保持局	218704	2624192	2500	1.橫向構造物 10 座
			嶺腳一號橋上游清淤工程	水土保持局	218984	2623727	1500	1.清淤工程 1 式(約 8500m ³)
			嶺腳三號橋上游清淤工程	水土保持局	219131	2623010	2500	1. 清淤工程 1 式(約 20000m ³)
		雷公坑乾溪集水區	過溪橋上游溪流整治工程	水土保持局	214603	2613822	1000	1.護岸工程 80m
			清水溪橋上游溪流整治工程	水土保持局	214111	2610936	1000	1.擋土牆 80m
					合計	8500		

表 9-1-2 分年分期計畫表-崩塌地、坡面排水系統治理(1/2)

治理項目	年度	集水區	工程名稱	治理單位	X	Y	工程預算 (仟元)	工程內容	
崩塌地、坡面 排水系統治理	99	過溪集水區	軟鞍崩塌地災害 復建工程	水土保持局	217808	2622071	3600	其他:擋土牆長約 80m(高約 6m)等	
			嶺腳地區崩塌地 處理工程	水土保持局	219347	2623123	4500	1.路面修復工程一式 2.截水溝 50m 3.擋土牆 100m	
		瑞竹集水區	農投竹 046 線崩塌地 一期處理工程	水土保持局	216341	2616696	1500	1.植生覆蓋 750m ²	
			農投竹 046 線崩塌地 二期處理工程	水土保持局	215887	2616475	6000	1.路面修復工程一式 2.縱向排水設施 80m 3.擋土牆 200m	
		雷公坑乾溪集 水區	149 線上崩塌地 處理工程	水土保持局	212325	2613313	1000	1.擋土牆 50m	
			樟湖國小旁崩塌地 處理工程	水土保持局	212687	2613040	3000	1.擋土牆 200m 2.路面修復工程一式	
			投 57 線崩塌地一期 處理工程	水土保持局	214606	2614480	3000	1.擋土牆 200m 2.路面修復工程一式	
			投 57 線崩塌地二期 處理工程	水土保持局	214626	2614014	4000	1.擋土牆 300m 2.清淤工程一式(約 8000m ³) 3.路面修復工程一式	
			檳榔宅農路崩塌地 處理工程	水土保持局	216045	2612842	800	1.護岸 100m 2.路面修復工程一式 3.清淤工程一式(約 800m ³)	
							合計	27400	

表 9-1-2 分年分期計畫表-崩塌地、坡面排水系統治理(2/2)

治理項目	年度	集水區	工程名稱	治理單位	X	Y	工程預算 (仟元)	工程內容
崩塌地、坡面 排水系統治理	100	大坑集水區	秀林里崩塌地 處理工程	水土保持局	219016	2625198	2500	1.截水溝 100m 2.排水設施 150m
		雷公坑乾溪 集水區	瑞草橋下游崩塌地 處理工程	水土保持局	214123	2613956	600	1.自然復育 2.清淤工程一式(約 600m ³)
							合計	3100
	101	過溪集水區	流藤坪地區崩塌地 處理工程	水土保持局	217543	2621877	1000	1.自然復育 2.清淤工程一式(約 1000m ³)
		雷公坑乾溪集 水區	桶頭橋崩塌地 處理工程	水土保持局	213809	2616840	7000	1.護岸 800m
			安溪橋上游崩塌地 處理工程	水土保持局	213869	2616215	1000	1.植生覆蓋 450m ² 2.清淤工程一式(約 4000m ³)
			149 乙線往草嶺方向 崩塌地處理工程	水土保持局	213900	2613519	600	1.擋土牆工程 50m 2.路面清淤工程(約 200m ³)
						合計	9600	
	102	過溪集水區	外田子地區崩塌地 處理工程	水土保持局	216704	2625118	1500	1.植生覆蓋 600m ²
		雷公坑乾溪 集水區	149 甲線崩塌地 處理工程	水土保持局	212693	2614218	500	1.自然復育 2.防落石網
							合計	2000

表 9-1-3 分年分期計畫表-道路水土保持、道路排水系統治理(1/2)

治理項目	年度	集水區	工程名稱	治理單位	X	Y	工程預算 (仟元)	工程內容
道路水土保持、道路排水系統治理	99	過溪集水區	舊厝尾農路災害復建工程	水土保持局	219019	26243 55	4600	擋土牆 128 公尺,其他:路面 100 公尺、擋土牆 200 公尺、PC 混凝土路面工程 65 公尺
		瑞竹集水區	瑞竹里社區環境改善工程	水土保持局	215352	26184 18	2400	其他：步道 500m,排水設施,擋土牆 20m(H=3m),入口公園綠美化加強 150m ² ,圍牆修繕 100m
							合計	7000
	100	大坑集水區	中心崙排水處理工程	水土保持局	218951	2625791	1500	1.排水設施 100m 2.擋土牆 100m
		瑞竹集水區	茅埔坑農路二期道路排水處理工程	水土保持局	215684	2617943	4500	1.排水設施 250m
			茅埔坑農路三期道路排水處理工程	水土保持局	215710	2617533	2500	1.排水設施 150m 2.擋土牆 150m 3.路面修復 60m
		雷公坑乾溪集水區	農投竹 046 道路排水處理工程	水土保持局	216803	2616274	3000	1.排水設施 250m 2.擋土牆 70m
			桶頭里道路排水處理工程	水土保持局	214061	2617391	1200	1.排水設施 300m
			石橋農路排水處理工程	水土保持局	212356	2611801	3500	1.排水設施 200m 2.路面工程一式
			檳榔宅農路排水處理工程	水土保持局	213248	2611772	4500	1.排水設施 200m 2.路面工程一式
						合計	20700	

表 9-1-3 分年分期計畫表-道路水土保持、道路排水系統治理(2/2)

治理項目	年度	集水區	工程名稱	治理單位	X	Y	工程預算 (仟元)	工程內容
道路水土保持、道路排水系統治理	101	瑞竹集水區	芋藁崙農路排水處理工程	水土保持局	214901	2617060	2500	1.路面修復 50m 2.排水設施 50m
			倒踏農路一期排水處理工程	水土保持局	212709	2615295	3500	1.排水設施 200m
			倒踏農路二期排水處理工程	水土保持局	212522	2614771	1000	1.路面修復 100m
					合計	7000		
	102	瑞竹集水區	茅埔坑農路一期道路排水處理工程	水土保持局	215238	2618158	250	1.排水設施 200m
					合計	250		

表 9-1-4 分年分期計畫表-其他單位建議工程 (1/2)

治理項目	集水區	工程名稱	治理單位	X	Y	工程預算 (仟元)	工程內容
野溪、坑溝排水系統治理	過溪集水區	仁海橋下游災後復建工程	河川局	217456	2624572	4000	1.橫向構造物 2 座 2.清淤工程 1 式(約 30000m ³) 3.基礎保護工 100m
		福興橋下游溪流整治工程	河川局	215209	2625328	4000	1.清淤工程 1 式(約 16000m ³) 2.護岸 100m
		內田子橋下游復建工程	河川局	217530	2624413	2500	1.橫向構造物 4 座 2.護欄 50m 3.基礎保護工 100m
	瑞竹集水區	瑞興橋上游清淤工程	河川局	215110	2618786	2000	1.清淤工程 1 式(約 20000m ³)
						合計	12500
道路水土保持、道路排水系統治理	大坑集水區	大坑橋排水處理工程	南投縣政府	217193	2626474	1000	1.排水設施 100m
		秀林里道路排水處理工程	南投縣政府	217362	2625932	2000	1.排水設施 150m 2.涵管工程一式
		中坑路路面處理工程	南投縣政府	218254	2625706	500	1.路面修復工程一式
		中坑路排水處理工程	南投縣政府	218515	2625709	250	1.排水設施疏通一式
	過溪集水區	福田社區道路排水處理工程	南投縣政府	215802	2625071	2500	1.排水設施疏通一式
		過橋子道路排水處理工程	南投縣政府	216325	2624999	250	1.排水設施疏通一式
	瑞竹集水區	瑞竹一號橋附近道路排水處理工程	南投縣政府	215189	2617964	300	1.排水設施 150m
		瑞竹里道路排水處理工程	南投縣政府	214884	2617624	250	1.路面修復 100m

表 9-1-4 分年分期計畫表-其他單位建議工程(2/2)

治理項目	集水區	工程名稱	治理單位	X	Y	工程預算 (仟元)	工程內容
道路水土保持、道路排水系統治理	雷公坑乾溪集水區	縣 149 線災後復建工程	雲林縣政府	212537	2613688	10000	1.路面修復工程一式 2.擋土牆 300m
		割菜園一號橋附近路面修復工程	南投縣政府	212917	2615669	500	1.路面修復 100m
					合計	17550	

9-1-4 管理建議事項

在集水區管理中，建議以基層村里為單位，考量社區巡守隊或守望相助隊等類似組織，定時進行基本的維護與巡察，包含定時的雜草與土砂清除，河溪與邊坡工程結構物及橋樑與道路的維護情形檢視與回報，由各村長定期定時彙整資料，提報至各公所，再視經費的需求性考量，提報至相關機關，作為集水區的基本管理維護辦法。

9-1-5 相關法規

集水區的經營與管理是發展的命脈，其良窳更是優先取決於管理層面，唯有完善的法令與機制，方能架構健全的集水區經營體系。廣義的集水區環境指水域及其外圍之陸域環境，亦即以流域為範圍，而與流域管理相關法令涉及資源開發利用（含土地、森林、水資源）、集水區及資源保育（含水、土、林及生態）、河川管理、污染及公害處理、國有財產管理等，集水區管理之相關法令政策如表 9-1-5。廣義的管理體系涉及內政部營建署、交通部、經濟部水利署、農委會水土保持局、林務局、地方縣（市）政府、農田水利會及鄉鎮市公所等。

表 9-1-5 集水區管理相關法令政策表(1/2)

法令類別	相關法令政策	相關條文	內容概述	權責機關	
土地使用	上游	水土保持法	16	將重要的水土資源區或敏感區(如土石流、崩塌地危險區)劃定為「特定水土保持區」	農委會 水土保持局
		水土保持技術規範	8、10	保育水土資源、涵養水源、防治沖蝕、崩塌、地滑、土石流、洪水及土砂災害，並以淨化水質、維護自然生態環境為目的	農委會 水土保持局
		山坡地保育利用條例	--	山坡地保育、利用，係指依自然特徵、應用工程、農藝或植生方法，以防治沖蝕、崩塌、地滑、土、石流失等災害，保護自然生態景觀，涵養水源等水土保持處理與維護，並為經濟有效之利用	農委會 水土保持局
	下游	水利法、水利法施行細則	78、78-1、80、81~83	為河川地的開發、禁止及列管行為、植栽保護、圍墾限制、徵收與私有地規定	經濟部 水利署
		河川管理辦法、河川區域劃定作業要點	37、50	為河川區域種植限制及臨時性休閒遊憩設施規定	經濟部 水利署
		河川區域種植規定	3~13	有關河川區域內樹種及農作物種植、植物砍伐規定	經濟部 水利署
觀光發展	發展觀光條例	8	對國內觀光據點之交通建設規劃建設規定	交通部	
災害應變	災害防救法	18	為區域整體性災害預防應變內容規定	中央災害防救事務 主管機關	
	中央管河川河濱休閒場地維護管理要點	6	規定河川地關閉之情況	經濟部 水利署	

表 9-1-5 集水區管理相關法令政策表(2/2)

法令類別	相關法令政策	相關條文	內容概述	權責機關
秩序維護	中央管河川河濱休閒場地維護管理要點	5、6	河川地秩序維護與處置措施	經濟部水利署
資源保育	野生動物保育法	8、18	野生動物重要棲地保育、生態功能維護，與其族群數量控制、採樣規定	行政院農業委員會
	野生動物保育法施行細則	5	野生動物重要棲息環境之定義	農委會野生動物保育諮詢委員會
環境保護	中央管河川河濱休閒場地維護管理要點	4	河濱休閒場地管理人對維護環境衛生應辦事項	經濟部水利署
	環境基本法	9、16~18	有關落實環保意識、土地開發要求、人為活動及使用限制，與動植物、水土保育之條文	行政院環保署
	開發行為應實施環境影響評估細目及範圍認定標準	20、30-1	為施做土地開發環境影響評估之情況，與污染總量之管制規定	行政院環保署

9-2 整治率分析

本項工作乃以土砂整治觀點，藉由集水區土砂整治率評估模式之應用，有效評估水土保持措施之土砂整治成效，提供集水區水土保持工作治理規劃之土砂效益評量參考。整治率的定義，即為『現階段已完成之工作規模與為達到集水區治理計畫目標所需投入總治理工作規模之比值』。整治率可以作為一評量之指標，並可依據評量之目標不同而適時調整，

以整治率之模式估算，本計畫之整治率定義如下：

$$CR_S(\%) = \frac{S_{so} - S_s}{S_{so} - S_{sp}}$$

式中， S_{so} ：治理規劃前集水區之泥砂生產量

S_{sp} ：治理規劃時所設定之合理泥砂排放量

S_s ：治理規劃後集水區之泥砂生產量。

由上式可知，分子實為治理前之產砂減去治理後之產砂，所代表的是防砂效益，亦即治理成效；分母實為整治前產砂減去合理泥砂排放量，所代表的是需安定的土砂量，亦即治理目標。故整治率實為治理成效與治理目標之比值。集水區規劃前後之泥砂生產量分布如表 9-2-1、表 9-2-2。

表 9-2-1 集水區規劃前泥砂生產量分布表

編號	集水區	泥砂產量	沖刷深度
		m ³	cm
1	大坑	29511.20	0.074
2	過溪	191974.49	0.195
3	瑞竹	21381.87	0.173
4	雷公乾坑溪	33577.58	0.214
總計		276445.1	0.164

表 9-2-2 集水區規劃後泥砂生產量分布表

編號	集水區	泥砂產量	沖刷深度
		m ³	cm
1	大坑	27310.28	0.069
2	過溪	155565.87	0.162
3	瑞竹	18454.73	0.147
4	雷公乾坑溪	27928.58	0.177
總計		229259.5	0.139

其整治率各項因子分述如下：

(一) 治理規劃前集水區之泥砂生產量 S_{SO}

本計畫依據橋樑及支流點位集水區-大坑、過溪、瑞竹、雷公坑乾溪之輸砂量，其總和為 276,445.1 m³/y

(二) 治理規劃時所設定之合理泥砂排放量 S_{SP}

合理泥砂排放量認定觀點頗為分歧，各方面能接受的合理泥砂排放量未獲定論，本計畫設定合理泥砂排放量概估 S_{SP} 約為 0.3 S_{SO} 。

(三) 治理規劃後集水區之泥砂生產量 S_s

本計畫若經實施，規劃之工程如施設護岸、固床工及防砂壩等，

可減緩溪床坡度減少土砂下移，推估可減少 47,187.6 m³/y 之土砂下移，使治理後之土砂生產量減少為 229,259.5 m³/y。

(四) 土砂生產整治率推估結果

在本計畫建設工程實施後，未來預計可達到之土砂生產整治率為 24.38%(算式如下)。

$$\text{土砂生產整治率} = \frac{(276445.1 - 229259.5)}{(276445.1 - 82933.53)} \times 100\% = 24.38\%$$

9-3 效益評估

9-3-1 直接效益

依據水土保持處理與維護性質及功能，其直接效益包括保護人員生命效益、減少地上物損失效益、增加土地利用效益、防砂效益、涵養水源效益、減少工程維護效益、增進交通及觀光效益等。上述各項效益之意義及計量方式，如表 9-3-1 所示。

1. 保護人員生命效益係指因實施水土保持處理與維護措施後，降低水土災害發生之規模及頻率，使得保護範圍內人員生命免於被威脅之效益，可以人員數目或金錢衡量之。
2. 減少地上物損失效益係指因實施水土保持處理與維護措施後，降低水土災害發生之規模及頻率，可以減少農作物、屋舍、公共設施、古蹟等損失之效益。
3. 增加土地利用效益係指因實施水土保持處理與維護措施後，降低水土災害發生之規模及頻率，可以增加土地利用效率之效益。
4. 防砂效益係指因實施水土保持處理與維護措施後，降低水土災害發生之規模及頻率，可以減少土砂生產及流出效益。
5. 涵養水源效益係指因實施水土保持處理與維護措施後，降低水土災害發生之規模及頻率，可以增進土壤涵養水源效率之效益。

6. 減少工程維護效益係指因實施水土保持處理與維護措施之後，降低水土災害發生之規模及頻率，促使各項工程維護經費降低之效益。
7. 增進交通及觀光效益係指因實施水土保持處理與維護措施後，降低水土災害發生之規模及頻率，不僅可以減少交通中斷所造成之商業、生產及工程等損失，亦可增加區域觀光之收入。

9-3-2 間接效益

依據水土保持處理與維護性質及功能，其間接效益包括社會效益、生態環境效益及風險管理效益等。

1. 社會效益

- (1) 保護人民生命及財產安全、穩定計畫區域人心、提升居民之積極進取心與生產力。
- (2) 保護流域內公共設施、交通動線與公共設備安全。
- (3) 強化被保護居民之防災意識、公共參與，提高社區營造之共識。
- (4) 在地人參與土石流及崩塌地源頭整治，除增加重建區就業機會外，激發居民建立出愛鄉、愛土之新價值觀。

2. 生態環境效益

因整體治理而增加水土涵養功能、減少土壤沖刷、減少崩塌地面積、改善區域環境，提供動植物較佳之棲息環境、強化山坡地管理監測，確保國土資源永續利用等皆可屬於生態環境效益。而下游部分則有維持河川防災功能，確保河川區域環境安全、河堤美化、規劃親水性及自然型態等具有親水、遊憩功能之水域等係屬此部分之效益。

- (1) 流域水土資源涵養功能增加，提高區域土壤地力，減少侵蝕。
- (2) 美化大地改善動植物生態棲息環境、減少污染促使區域生活環境提升。
- (3) 強化山坡地監測管理，確保水土資源永續利用。
- (4) 自然、人文環境協調，塑造水與綠之生活環境。

(5) 規劃親水性及自然型態之整治工法，強化自然生態環境，增強環境抗災能力。

3. 風險管理效益

除了工程治理措施之外，長期水土保持計畫應特別重視非工程之風險管理措施，來降低致災風險，它涵括規劃疏散避難路線、選定避難處所、建構觀測系統、建立自主防救災組織(或社區)、防災演練等，其具體效益除可達到避災效果外，亦能增進社區自救復原能力，可以在極短時間內通過社區有效管理制度迅速復原，以減少災害之損失。

間接效益難以量化，雖然可以透過工程實施後之問卷或現地調查方式取得相關數據進行分析，惟基於規劃階段之益本比分析需求，必須先行加以量化。因此，建議可採用直接效益總和之 20% 計算之。

表 9-3-1 直接效益與間接效益計量方式一覽表(1/2)

效益	項目	計量方式	單位	說明
直接效益	人員生命 保護效益	人口數	人	以影響範圍變更而免除水土災害威脅之人口數計算。
		人口數×生命價值	元	1.生命價值=1,320萬元(參考鄭惟仁,2006,土石流災害評估模式之研究,私立逢甲大學水利工程研究所碩士論文。) 2.參考「土石流災害救助種類與標準」,人命補助20萬/人。
	土地利用效益	增加受保護面積×土地生產(或利用)單價	元	工程治理前、後土砂危害範圍之減少,可因而提高土地之利用價值,故可採用『增加受保護面積與土地單價乘積』計量之。
	地上物保護效益	作物保護效益(面積×單位面積收益)	元	參考「土石流災害救助種類與標準」,農田魚塭埋沒5萬/每公頃,流失10萬/每公頃。
		屋舍保護效益(數目×修建費用)	元	參考921房舍毀損補助,定每間20萬元。
		古蹟保護效益(古蹟數量×價值)	元	分為一級古蹟(國家)、二級古蹟(直轄市)及三級古蹟(縣市)。
		公共設施保護效益(公共設施數量×修建費用)	元	分別依各類公共設施計算之。
	防砂效益	河道減淤效益(整理面積×深度×單價)	元	每立方公尺75~150元(參考工料分析手冊概估)。
		水庫減淤效益(清淤量(立方公尺)×單價)	元	採用機械浚淤的清淤單價,每立方公尺約為200~500元,可採中間值350元/立方公尺。

表 9-3-1 直接效益與間接效益計量方式一覽表(2/2)

效益	項目	計量方式	單位	說明
直接 效益	洪水減量或水源 涵養效益或滯洪 效益	洪峰流量降低效益(1)(逕流係數)	cms	以合理化公式或單位歷線法計算之。
		洪峰流量降低效益(2)(集流時間)	cms	系列防砂壩可以減緩河溪坡度，達到增加集流時間及降低洪峰流量之效果。
		防砂壩上游蓄水效益(1) (涵養水量×水價)	元	防砂壩上游貯砂之孔隙體積與水價相乘計量之。
		坡面土體蓄水效益(2)(涵養水量×水價)	元	以洪峰流量降低量與原水單價相乘積計算之。
	工程維護效益	工程維護效益(工程費 5~10%)	元	水土災害減少所降低之工程維護經費。
	交通及觀光 效益	土石量×清除單價	元	土石量為以影響範圍推估道路淤埋長度，乘上路寬與估計土石深度。
		可增加觀光或商務人數×平均一天消費	元	含食宿平均消費 3000 元/人。
		減少道路阻斷天數×平均日生產事業總值	元	事業總值=主要觀光區總產值=主要觀光區遊客人數*平均消費。
間接 效益	社會效益	直接效益總和之 20%。	元	因間接效益難以量化，以直接效益總和之 20% 作為間接效益之量化依據。
	生態環境效益			
	風險管理效益			

表 9-3-2 直接效益與間接效益計算一覽表

效益	項目	計量方式	說明		
直接效益	人員生命保護效益	人口數	影響人口數 1580 人		
		人口數×生命價值	1580 人 × 20 萬=31600 萬元。		
	地上物保護效益	作物保護效益	413Ha × 5 萬= 2065 萬元。		
		屋舍保護效益	205 棟 × 20 萬 = 4100 萬元。		
	防砂效益	項目	內容	泥砂減量(M3)	
		護岸	合計約 3490 M	25724.8	
		擋土牆	合計約 2228 M	63506.77	
		潛壩	95 座	42612.46	
		防砂壩	35 座	45160.45	
		固床工	175 座	5472.015	
		基礎保護工	合計約 1240 M	9920	
		合計約 192396.5M3× 150=2886 萬元。			
工程維護效益	(工程費 5~10%)	28481×5%=1424 萬元			
直接效益合計		合計約 42075 萬元			
間接效益	社會效益	直接效益總和之 20%	42075 萬 × 20% =8415 萬元		
	生態環境效益				
	風險管理效益				
年計效益	(直接效益+間接效益)×(年利息 6%+年償基金 1.265%+年運轉及維護成本 3%)		(42075 + 8415)×10.265%= 5182.8 萬元		

9-4 經濟效益評估

水土保持處理與維護之經濟效益評估係以效益與成本之比較作為衡量效率之基準。

1. 計畫成本

年計成本包括固定成本及運轉維護成本兩項，說明如下：

(1) 固定成本

- A. 年利息：以總投資金額之 10% 計算。(總投資金額以總經費增加 10% 概估)。公共工程分析之年利率為 2848 萬。
- B. 年償債基金：依總投資金額為準，依年息 10% 複率計算，在經濟分析年限內(採用 50 年)，其每年平均負擔數為總投資金額為 24.47 萬。
- C. 年中期換新準備金：併運轉及維護成本計算。
- D. 年稅捐保險費：一般以工程建造費之 0.12% 為保險費，0.5% 為稅捐費，合計為 0.62%，故年稅捐保險費約 177 萬。

(2) 運轉及維護成本

年中期換新準備金及運轉維護成本，以工程建造費之 3.0% 計，故運轉及維護成本約 854 萬。

上述各項總和約為 3903 萬元即為年計成本。

2. 效益分析

效益分析為以益本比估算之，表為方程式可寫為：

$$I = B \div C$$

式中，I=益本比；B=整治後計畫區域之年計效益；C=整治計畫投資之年計成本。

故本計畫之益本比 $I = 5182.8 \text{ 萬} / 3903 \text{ 萬} = 1.33$ ，由此可知本計畫實施有其經濟效益，得證本計畫屬經濟可行。