

第肆章 水文水理與泥砂來源分析

集水區水文環境分析包括水文、水理及土砂生產量推估等項目。由於水文環境分析著重於演算成果之呈現，故本項工作除了以文字方式表達外，製作適當表格歸納演算成果，為其標準建置的主要工作。茲分述如下：

4-1 水文分析檢討

4-1-1 降雨強度

根據水文資料收集各雨量站年平均雨量，並視其資料完整收集資料之最大使用年份，以求提高推估頻率年，獲得較佳之準確性；並依據水土保持技術規範公式第 16 條規定之無因次降雨強度公式，如式 4-1-1 所示，推求各雨量站 25 年、50 年及 100 年降雨強度。

$$I_t^T = (G + H \log T) \frac{A}{(t_c + B)^c} I_{60}^{25} \quad (4-1-1)$$

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

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

P =年平均降雨量(mm)、 t_c =集流時間、 T =重現期距。

表 4-1-1 計畫區鄰近各雨量站雨量統計表

站名	TWD67		標高	年雨量	A	C	G	H	I25 (mm/hr)	I50 (mm/hr)	I100 (mm/hr)
	X	Y									
北港(2)	177912	2608667	9	1,317.47	36.3709	0.7428	0.5386	0.3134	78.04	89.57	97.46
桶頭(2)	214240	2615918	231	2,722.53	17.3284	0.5829	0.5522	0.3046	93.73	109.32	118.69
西螺(2)	194639	2633240	30	1,403.06	32.7988	0.7207	0.5402	0.3123	79.68	91.58	99.62
林內(1)	209670	2628180	82	1,798.42	23.9413	0.6527	0.5456	0.3088	85.64	99.12	107.73
大埔	209931	2614352	205	2,621.81	17.7216	0.5877	0.5517	0.3049	93.09	108.52	117.83
草嶺(2)	218105	2609212	724	2,557.24	17.9978	0.5910	0.5513	0.3051	92.65	107.98	117.25
褒忠(2)	178913	2622300	13	1,262.52	39.2887	0.7592	0.5375	0.3141	76.90	88.21	96.00
中坑(3)	200270	2607743	95	2,123.58	20.5587	0.6198	0.5485	0.3069	89.15	103.59	112.54
溪口(3)	187931	2609686	17	1,372.72	33.9529	0.7281	0.5397	0.3127	79.12	90.88	98.87
後安寮	170183	2632231	3	1,036.06	62.3424	0.8548	0.5317	0.3181	71.32	82.55	89.92

依據表 4-1-1 所示，計畫區內降雨強度最大者為位於雲林縣大埔雨量站，降雨強度分別： $I_{25}=93.09\text{mm}$ 、 $I_{50}=108.52\text{mm}$ 及 $I_{100}=117.83\text{mm}$ 。本計畫採用地理統計方式推求雨量分布圖，為使全部雨量站能涵蓋計畫範圍，除了大埔、林內(1)等 2 個計畫區內雨量站，並採用桶頭(2)、草嶺(2)、中坑(3)、溪口(3)、北港(2)、褒忠(2)、後安寮、西螺(2)等 8 個計畫區外雨量站，分布成果如圖 4-1-1 至圖 4-1-3。

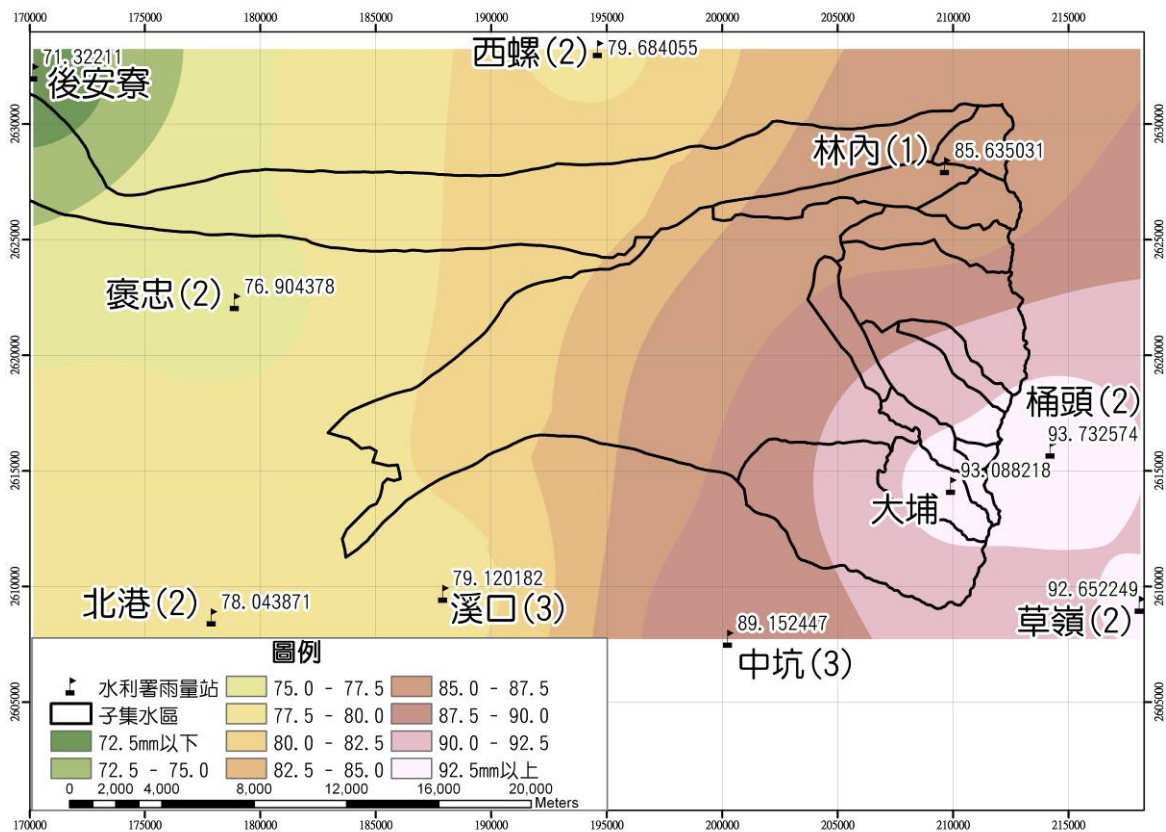


圖 4-1-1 計畫範圍內降雨強度 I_{25} 分布圖

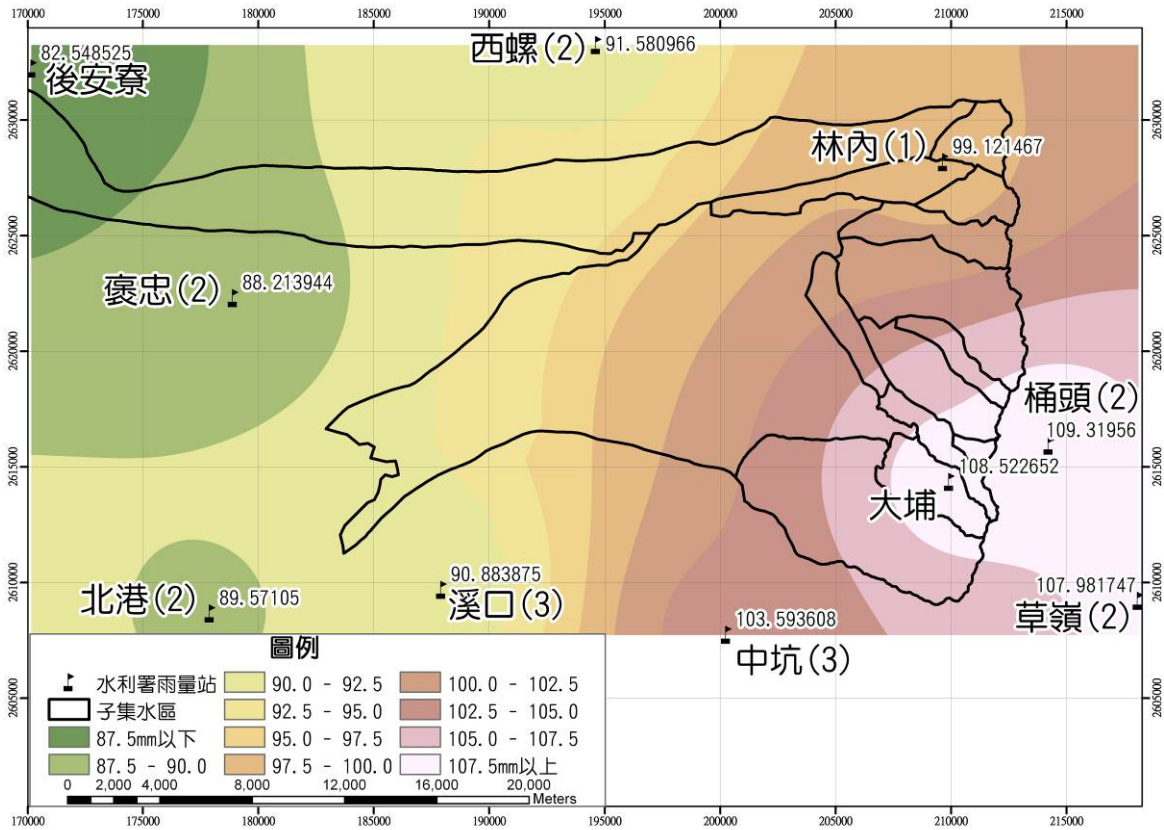


圖 4-1-2 計畫範圍內降雨強度 I₅₀ 分布圖

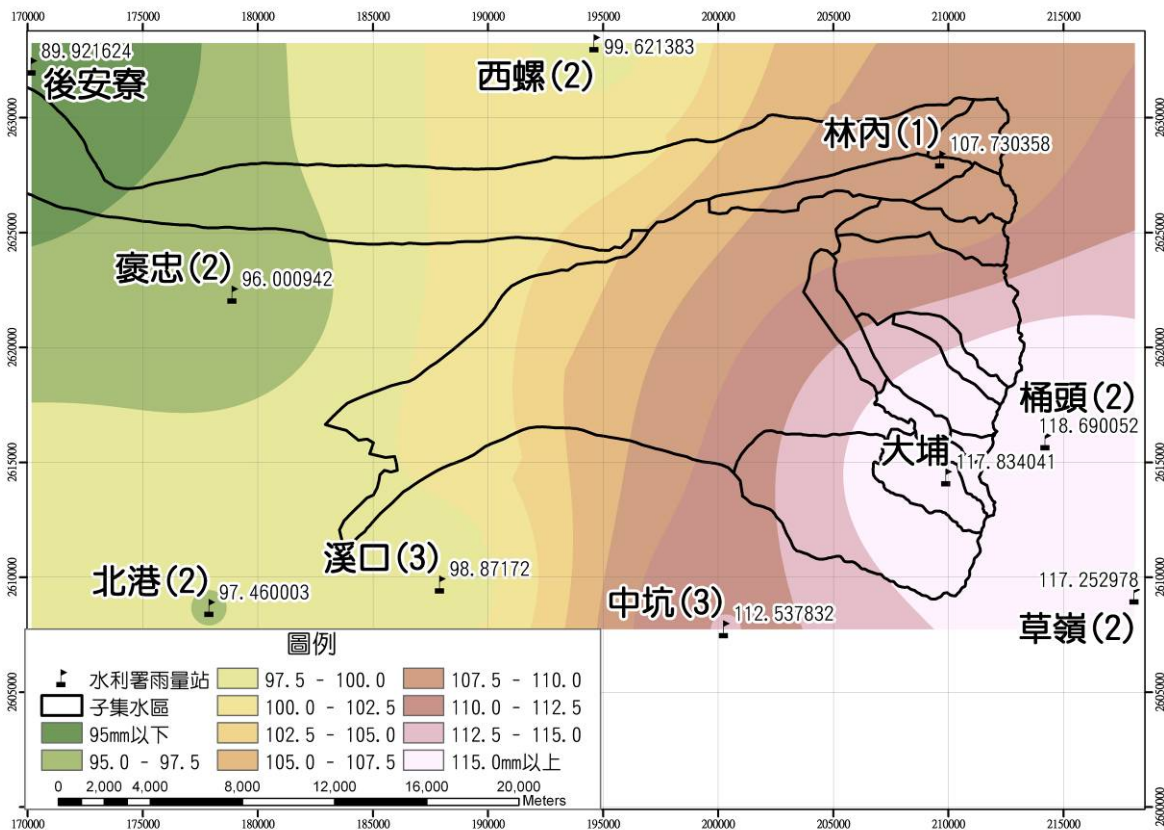


圖 4-1-3 計畫範圍內降雨強度 I₁₀₀ 分布圖

4-1-2 頻率分析

依據大埔雨量站之日雨量紀錄資料，求出計畫區歷年最大一日及二日暴雨量，再以極端值一型分布、一般極端值分布、皮爾遜三型分布、對數皮爾遜三型分布及三參數對數常態分布等五種機率分布進行頻率分析，先以卡方檢定進行機率分布之適合度檢定，再以 SE 及 U 兩個誤差指標進行研判最佳統計分布，最後採用偏差值最小之對數皮爾遜三型所求得之暴雨頻率分析結果，各重現期距 2 年、5 年、10 年、25 年、50 年、100 年、200 年之暴雨量分別為一日 179mm、283mm、373mm、513mm、641mm、791mm 及 967mm，二日 245mm、411mm、560mm、802mm、1030mm、1305mm 及 1639mm，各項計算結果如表 4-1-2 至表 4-1-3 所示。

表 4-1-2 大埔一日暴雨頻率分析成果表

頻率年	2	5	10	15	20	25	50	100	200	500	1000
二參數對數常態	187	294	372	419	453	479	564	653	747	879	985
三參數對數常態	191	301	377	421	452	476	551	627	705	812	896
皮爾遜三型分布	187	302	381	426	458	482	557	630	704	801	875
對數皮爾遜三型	179	283	373	432	476	513	641	791	967	1,250	1,507
極端值一型分布	198	334	424	475	511	538	623	707	791	901	984

表 4-1-3 大埔二日暴雨頻率分析成果表

頻率年	2	5	10	15	20	25	50	100	200	500	1000
二參數對數常態	259	427	555	632	689	734	879	1,034	1,199	1,435	1,628
三參數對數常態	269	447	569	639	689	727	848	971	1,097	1,269	1,404
皮爾遜三型分布	263	448	575	648	698	737	857	976	1,095	1,251	1,369
對數皮爾遜三型	245	411	560	659	737	802	1,030	1,305	1,639	2,188	2,705
極端值一型分布	280	499	645	727	784	828	964	1,100	1,234	1,412	1,547

4-1-3 重點區小集水區

為更了解本計畫重點區內各溪流流量變化情形，特將重點區內劃分為 90 個小集水區，依據各小集水區流路計算區內 26 個控制點之集流時間及各重現期距之洪峰流量，如此可了解區內洪水及土砂收支情形，並更有效分析區內工程之效益，各小集水區如圖 4-1-4、圖 4-1-5 及表 4-1-4 所示：

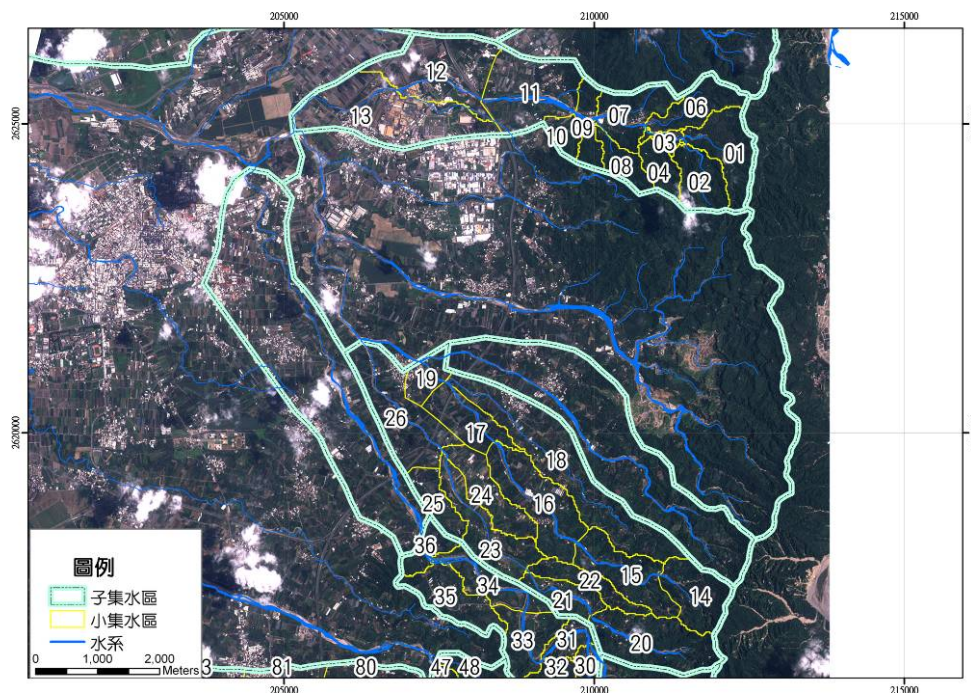


圖 4-1-4 本計畫重點區各小集水區分布圖(大埔溪、圳頂坑溪)

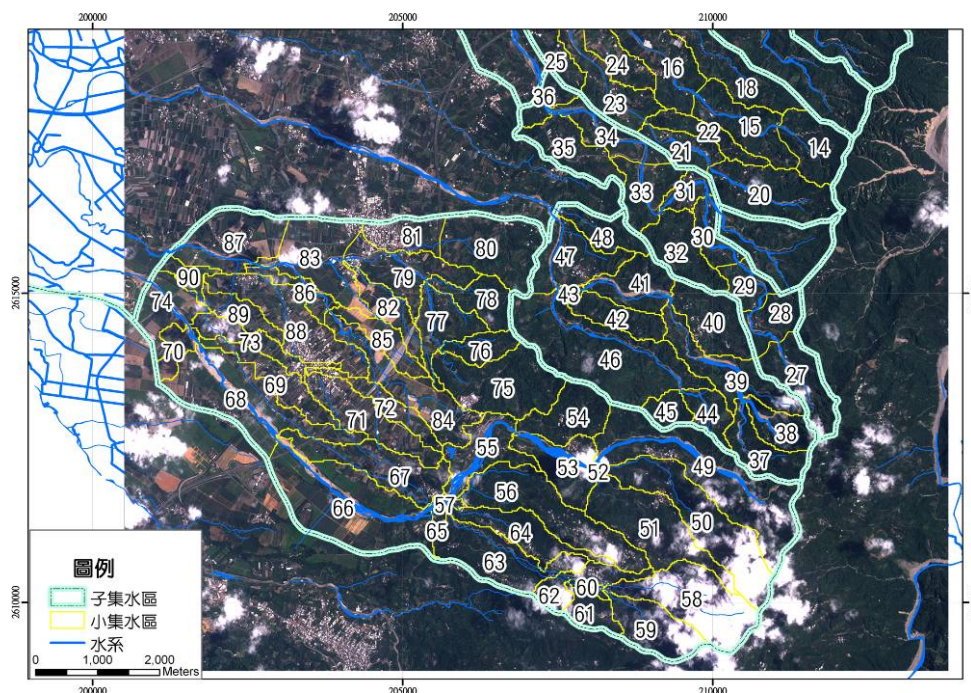


圖 4-1-5 本計畫重點區各小集水區分布圖(尖山坑溪、古坑及炭頂溪)

表4-1-4 本計畫重點區各小集水區基本資料統計表(1/3)

編號	子集水區	面積 (ha)	最高 (m)	最低 (m)	河道最高 (m)	河道高程差 (m)	河道長 (m)
01	大埔溪	101.36	367	161	292	131	1876
02	大埔溪	72.20	361	161	235	74	1407
03	大埔溪	13.52	229	147	161	14	440
04	大埔溪	40.31	287	147	230	83	792
05	大埔溪	2.88	191	143	147	4	232
06	大埔溪	71.72	307	143	181	38	905
07	大埔溪	86.52	259	119	143	24	912
08	大埔溪	43.46	252	119	138	19	464
09	大埔溪	46.09	218	113	119	6	388
10	大埔溪	29.17	201	113	120	7	361
11	大埔溪	159.72	203	78	113	35	1563
12	大埔溪	178.43	87	57	78	21	490
13	大埔溪	231.44	89	46	57	11	1602
14	圳頂坑溪	94.74	505	243	392	149	1234
15	圳頂坑溪	110.89	357	168	243	75	1735
16	圳頂坑溪	145.43	251	107	168	61	2270
17	圳頂坑溪	79.06	126	83	107	24	1262
18	圳頂坑溪	266.31	356	83	151	68	3120
19	圳頂坑溪	42.18	86	75	83	8	586
20	圳頂坑溪	152.84	540	191	408	217	2118
21	圳頂坑溪	57.39	277	151	191	40	1515
22	圳頂坑溪	51.64	335	151	273	122	1912
23	圳頂坑溪	113.46	247	96	151	55	2582
24	圳頂坑溪	84.60	246	96	129	33	1648
25	圳頂坑溪	52.79	210	98	114	16	885
26	圳頂坑溪	164.30	102	64	96	32	2344
27	尖山坑溪	103.35	861	374	617	243	1572
28	尖山坑溪	64.95	449	304	374	70	865
29	尖山坑溪	46.38	405	268	304	36	1147
30	尖山坑溪	50.80	334	210	268	58	990
31	尖山坑溪	35.14	253	186	210	24	1137
32	尖山坑溪	95.98	347	186	236	50	1303
33	尖山坑溪	80.76	304	159	186	27	1003
34	尖山坑溪	77.77	230	124	159	35	1951

表4-1-4 本計畫重點區各小集水區基本資料統計表(2/3)

編號	子集水區	面積 (ha)	最高 (m)	最低 (m)	河道最高 (m)	河道高程差 (m)	河道長 (m)
35	尖山坑溪	91.26	276	124	163	39	961
36	尖山坑溪	39.61	233	114	124	10	475
37	古坑	81.42	824	381	659	278	1678
38	古坑	58.97	785	381	525	144	1013
39	古坑	125.21	691	252	381	129	2430
40	古坑	105.07	439	252	310	58	913
41	古坑	87.01	363	193	252	59	1626
42	古坑	62.52	357	193	269	76	762
43	古坑	7.52	274	179	193	14	391
44	古坑	47.51	593	279	398	119	932
45	古坑	34.43	462	279	358	79	748
46	古坑	294.81	459	178	279	101	3217
47	古坑	108.71	328	150	179	29	1317
48	古坑	61.53	350	152	257	105	1542
49	崁頂溪	295.01	1099	278	584	306	3493
50	崁頂溪	198.50	1302	284	687	403	2958
51	崁頂溪	168.57	1158	284	530	246	1559
52	崁頂溪	0.84	294	278	284	6	122
53	崁頂溪	96.52	474	218	278	60	1516
54	崁頂溪	94.78	464	218	410	192	1664
55	崁頂溪	96.72	342	182	218	36	1850
56	崁頂溪	183.93	634	182	447	265	3056
57	崁頂溪	9.00	210	165	182	17	358
58	崁頂溪	167.56	1304	405	689	284	1979
59	崁頂溪	97.38	1140	405	515	110	928
60	崁頂溪	9.04	432	345	405	60	611
61	崁頂溪	42.90	643	345	409	64	603
62	崁頂溪	57.88	647	312	345	33	250
63	崁頂溪	140.87	538	184	312	128	2591
64	崁頂溪	87.36	521	184	258	74	1352
65	崁頂溪	5.84	216	165	184	19	258
66	崁頂溪	279.60	333	106	165	59	3153
67	崁頂溪	129.17	254	106	156	50	2169
68	崁頂溪	215.53	153	62	106	44	2152

表4-1-4 本計畫重點區各小集水區基本資料統計表(3/3)

編號	子集水區	面積 (ha)	最高 (m)	最低 (m)	河道最高 (m)	河道高程差 (m)	河道長 (m)
69	崁頂溪	78.16	130	62	97	35	1567
70	崁頂溪	34.86	78	58	62	4	327
71	崁頂溪	111.08	258	100	132	32	1282
72	崁頂溪	55.76	251	100	134	34	1166
73	崁頂溪	62.76	122	58	100	42	2203
74	崁頂溪	84.63	74	52	58	6	971
75	崁頂溪	168.15	415	138	222	84	1998
76	崁頂溪	45.56	300	138	212	74	788
77	崁頂溪	80.44	228	110	138	28	1252
78	崁頂溪	65.75	297	110	191	81	1307
79	崁頂溪	112.11	202	84	110	26	1526
80	崁頂溪	153.59	258	113	159	46	1591
81	崁頂溪	63.92	118	88	113	25	882
82	崁頂溪	59.08	155	83	137	54	1879
83	崁頂溪	145.25	116	62	84	22	1523
84	崁頂溪	133.77	292	93	182	89	2755
85	崁頂溪	53.24	161	93	145	52	1652
86	崁頂溪	38.04	102	60	93	33	1662
87	崁頂溪	134.73	73	52	62	10	1330
88	崁頂溪	152.81	134	58	121	63	2957
89	崁頂溪	46.00	94	58	79	21	1201
90	崁頂溪	28.56	69	52	58	6	765

4-1-4 設計洪峰流量

依據水土保持技術規範第 17 條，合理化公式可表為：

$$Q_p = \frac{1}{360}CIA \tag{4-1-2}$$

式中， Q_p =洪峰流量(cms)、 C =逕流係數、 I =重現期距五十年之設計降雨強度、 A =集水區面積(ha)

計算洪峰流量時，降雨強度是依前節計算結果，逕流係數是依據表 4-1-5 之水土保持技術規範第 18 條規定各項 C 值參考表，並配合現地土地利用情形決定，可得到重點區內各小集水區平均逕流係數 C 值，如圖 4-1-6 及圖 4-1-7 所示。

表4-1-5 逕流係數C值的選擇參考表

集水區狀況	陡峻山區地	山嶺地	丘陵地或森林地	平坦耕地	非農業使用
無開發計畫區逕流係數	0.75~0.90	0.70~0.80	0.50~0.75	0.45~0.60	0.75~0.95
有開發計畫區開發後逕流係數	0.95	0.9	0.9	0.85	0.95

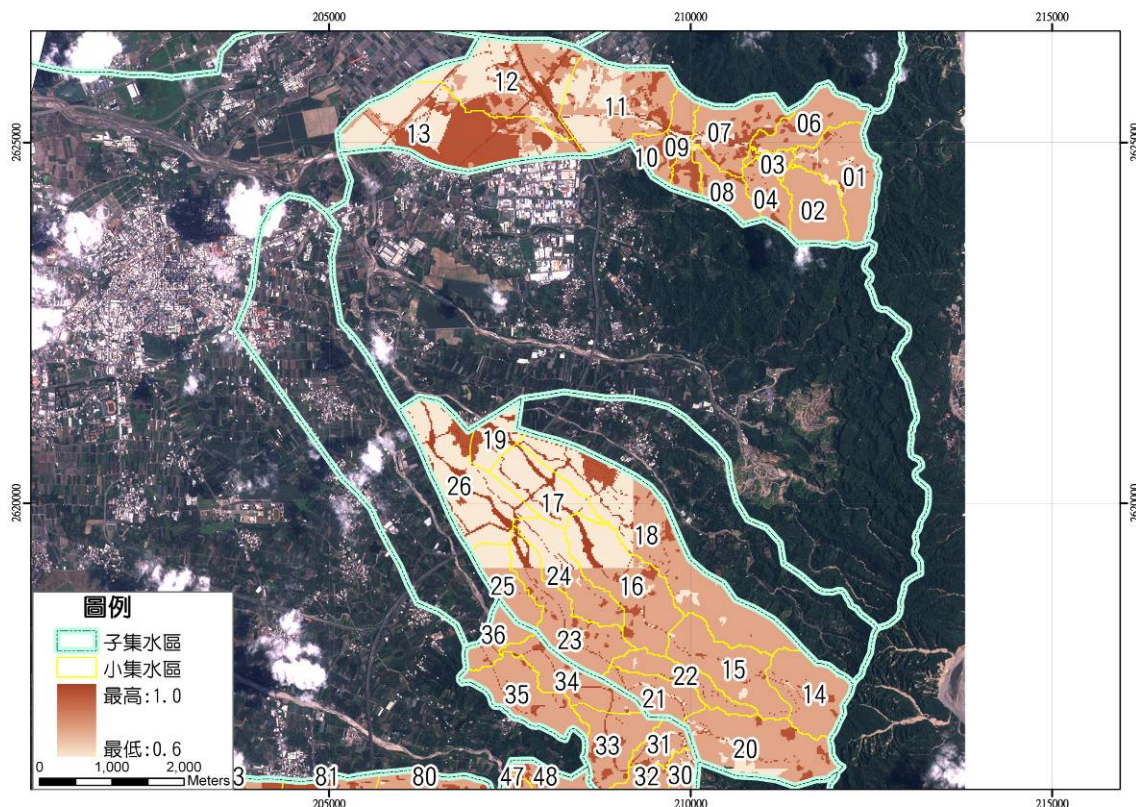


圖 4-1-6 計畫範圍內逕流係數 C 值分布圖(大埔溪、圳頂坑溪)

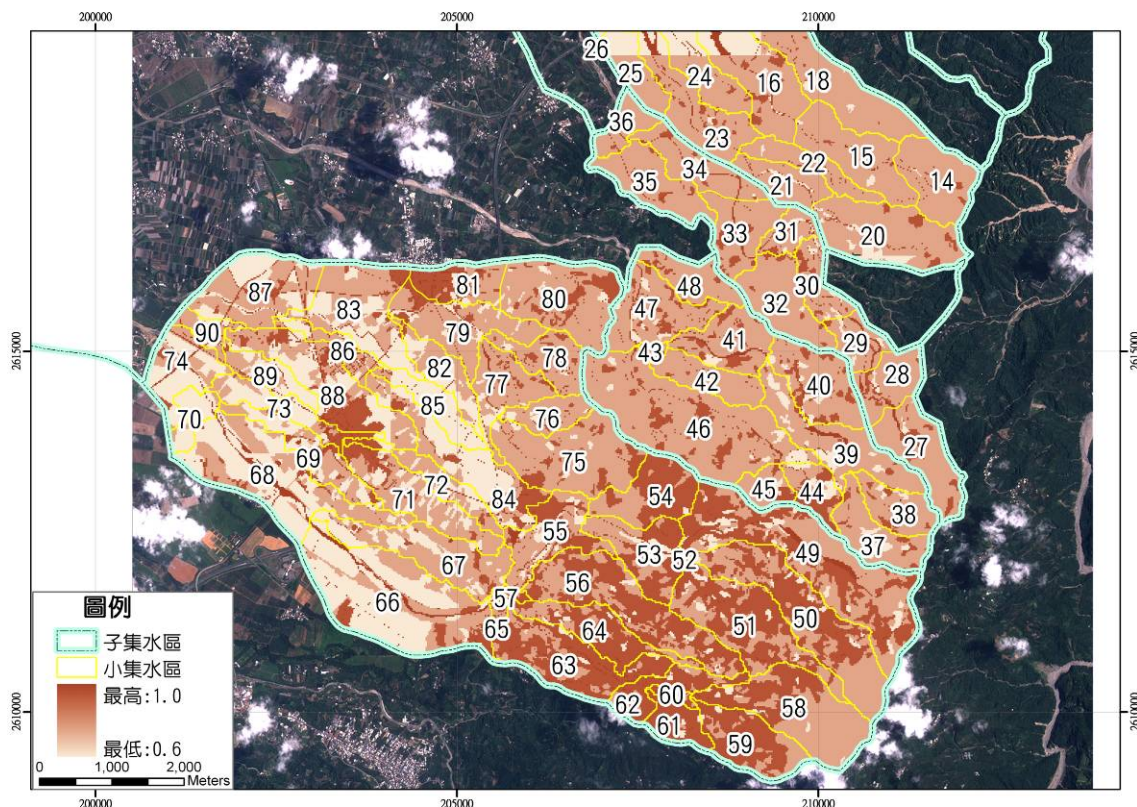


圖 4-1-7 計畫範圍內逕流係數 C 值分布圖(尖山坑溪、古坑及崁頂溪)

合理化公式僅適用於集水面積小於 1,000 公頃之區域，本計畫各小集水區均小於 1,000 公頃，故適用各小集水區洪峰流量如表 4-1-6 所示。

表4-1-6 本計畫重點區各小集水區洪峰流量統計表(1/5)

編號	面積(ha)	集流時間 (min)	平均 C 值	I ₂₅ (mm)	I ₅₀ (mm)	I ₁₀₀ (mm)	Q ₂₅ (cms)	Q ₅₀ (cms)	Q ₁₀₀ (cms)	洪峰到達時間 t _p (min)	歷線延時基期 t _b (min)
1	101.36	17.72	0.75	124.89	136.71	148.53	26.38	28.87	31.37	14.84	39.63
2	72.20	16.86	0.75	126.10	138.03	149.96	18.93	20.76	22.51	14.22	37.98
3	13.52	12.90	0.76	129.80	142.10	154.39	3.70	4.06	4.41	11.33	30.26
4	40.31	12.56	0.78	130.64	143.01	155.38	11.34	12.49	13.49	11.08	29.57
5	2.88	12.21	0.83	130.45	142.81	155.17	0.87	0.95	1.03	10.82	28.89
6	71.72	15.05	0.77	126.95	138.99	151.02	19.43	21.32	23.12	12.91	34.47
7	86.52	16.74	0.79	124.75	136.58	148.41	23.57	25.93	28.04	14.14	37.74
8	43.46	12.63	0.77	130.28	142.62	154.96	12.06	13.26	14.35	11.13	29.72
9	46.09	13.95	0.81	128.00	140.13	152.27	13.32	14.53	15.85	12.10	32.31
10	29.17	13.21	0.83	128.95	141.18	153.40	8.71	9.49	10.36	11.56	30.86
11	159.72	22.73	0.71	118.03	129.24	140.44	37.41	40.71	44.51	18.40	49.14
12	178.43	12.70	0.74	129.00	141.24	153.48	47.45	51.80	56.45	11.19	29.87
13	231.44	36.51	0.79	106.97	117.11	127.26	54.36	59.48	64.66	27.95	74.63
14	94.74	13.66	0.76	134.19	146.79	159.39	26.71	29.36	31.73	11.89	31.74
15	110.89	19.52	0.75	127.53	139.51	151.49	29.57	32.23	35.13	16.13	43.07
16	145.43	26.57	0.73	120.11	131.41	142.71	35.51	38.75	42.19	21.10	56.32
17	79.06	21.33	0.66	123.91	135.59	147.26	17.83	19.65	21.19	17.42	46.51
18	266.31	35.82	0.73	112.46	123.03	133.61	60.80	66.44	72.23	27.48	73.36
19	42.18	16.42	0.72	128.37	140.48	152.58	10.84	11.85	12.89	13.90	37.13

表4-1-6 本計畫重點區各小集水區洪峰流量統計表(2/5)

編號	面積(ha)	集流時間 (min)	平均 C 值	I ₂₅ (mm)	I ₅₀ (mm)	I ₁₀₀ (mm)	Q ₂₅ (cms)	Q ₅₀ (cms)	Q ₁₀₀ (cms)	洪峰到達時間 t _p (min)	歷線延時基期 t _b (min)
20	152.84	16.93	0.75	130.56	142.81	155.07	41.61	45.47	49.42	14.27	38.10
21	57.39	21.18	0.75	125.83	137.65	149.47	15.04	16.46	17.87	17.31	46.21
22	51.64	18.31	0.75	128.71	140.80	152.89	13.90	15.15	16.51	15.26	40.75
23	113.46	31.66	0.76	115.84	126.73	137.62	27.86	30.36	33.10	24.63	65.75
24	84.60	24.35	0.70	121.83	133.29	144.75	20.04	21.93	23.81	19.54	52.18
25	52.79	18.19	0.71	127.67	139.68	151.70	13.22	14.54	15.71	15.18	40.53
26	164.30	35.68	0.68	111.21	121.70	132.18	34.36	37.77	40.84	27.38	73.12
27	103.35	14.02	0.77	133.83	146.39	158.95	29.70	32.36	35.27	12.15	32.45
28	64.95	13.26	0.77	134.76	147.41	160.06	18.74	20.48	22.25	11.60	30.96
29	46.38	17.63	0.76	129.92	142.12	154.31	12.79	13.92	15.20	14.77	39.45
30	50.80	14.53	0.77	133.19	145.70	158.20	14.41	15.83	17.12	12.53	33.45
31	35.14	19.59	0.76	127.61	139.59	151.58	9.47	10.36	11.25	16.18	43.20
32	95.98	17.68	0.76	129.76	141.95	154.13	26.30	28.76	31.24	14.81	39.55
33	80.76	17.31	0.78	129.85	142.04	154.24	22.82	24.85	27.11	14.55	38.85
34	77.77	28.15	0.77	119.11	130.31	141.51	19.76	21.68	23.48	22.19	59.25
35	91.26	15.48	0.76	131.31	143.65	155.99	25.37	27.68	30.14	13.22	35.30
36	39.61	14.01	0.76	132.53	145.00	157.47	11.11	12.13	13.20	12.15	32.45
37	81.42	14.11	0.75	133.59	146.13	158.67	22.76	24.79	27.03	12.22	32.64
38	58.97	12.72	0.76	135.25	147.95	160.65	16.94	18.42	20.12	11.20	29.90

表4-1-6 本計畫重點區各小集水區洪峰流量統計表(3/5)

編號	面積(ha)	集流時間 (min)	平均 C 值	I ₂₅ (mm)	I ₅₀ (mm)	I ₁₀₀ (mm)	Q ₂₅ (cms)	Q ₅₀ (cms)	Q ₁₀₀ (cms)	洪峰到達時間 t _p (min)	歷線延時基期 t _b (min)
39	125.21	21.79	0.75	125.73	137.53	149.33	32.78	35.88	38.93	17.74	47.37
40	105.07	13.98	0.78	133.96	146.53	159.11	30.39	33.36	36.09	12.12	32.37
41	87.01	19.91	0.79	127.45	139.42	151.39	24.26	26.62	28.81	16.41	43.81
42	62.52	12.53	0.76	135.46	148.17	160.89	17.83	19.56	21.18	11.06	29.53
43	7.52	12.40	0.81	135.36	148.07	160.79	2.30	2.51	2.73	10.96	29.27
44	47.51	12.67	0.81	135.37	148.07	160.78	14.53	15.83	17.26	11.16	29.80
45	34.43	12.40	0.79	135.65	148.38	161.12	10.27	11.21	12.20	10.96	29.27
46	294.81	31.39	0.77	117.02	128.00	138.99	73.80	80.71	87.66	24.43	65.24
47	108.71	20.83	0.77	126.17	138.02	149.87	29.46	32.09	35.00	17.06	45.56
48	61.53	16.44	0.77	130.78	143.07	155.35	17.29	18.83	20.54	13.92	37.17
49	295.01	22.55	0.83	124.67	136.38	148.09	85.28	92.76	101.30	18.28	48.80
50	198.50	18.15	0.84	128.85	140.96	153.06	59.47	65.29	70.65	15.15	40.45
51	168.57	13.93	0.86	133.32	145.84	158.37	53.85	58.73	63.97	12.09	32.29
52	0.84	10.62	0.92	137.36	150.26	163.17	0.29	0.32	0.35	9.63	25.71
53	96.52	18.77	0.84	127.97	139.99	152.02	28.97	31.53	34.41	15.60	41.64
54	94.78	15.07	0.89	132.16	144.58	156.99	30.80	33.88	36.58	12.92	34.50
55	96.72	26.39	0.81	120.15	131.45	142.75	25.99	28.61	30.88	20.97	55.99
56	183.93	21.04	0.87	125.33	137.11	148.90	55.61	60.95	66.07	17.21	45.96
57	9.00	11.86	0.86	134.62	147.29	159.97	2.89	3.17	3.43	10.56	28.19

表4-1-6 本計畫重點區各小集水區洪峰流量統計表(4/5)

編號	面積(ha)	集流時間 (min)	平均 C 值	I ₂₅ (mm)	I ₅₀ (mm)	I ₁₀₀ (mm)	Q ₂₅ (cms)	Q ₅₀ (cms)	Q ₁₀₀ (cms)	洪峰到達時間 t _p (min)	歷線延時基期 t _b (min)
58	167.56	15.29	0.82	131.56	143.92	156.29	50.09	54.93	59.50	13.08	34.93
59	97.38	12.78	0.89	134.19	146.80	159.42	32.20	35.34	38.25	11.24	30.02
60	9.04	12.05	0.92	134.97	147.67	160.36	3.13	3.41	3.72	10.70	28.57
61	42.90	11.93	0.93	135.01	147.71	160.41	15.01	16.37	17.83	10.61	28.33
62	57.88	10.70	0.90	136.60	149.44	162.29	19.67	21.62	23.37	9.69	25.88
63	140.87	23.12	0.90	122.74	134.29	145.84	43.24	47.29	51.37	18.68	49.88
64	87.36	16.44	0.88	129.82	142.03	154.24	27.58	30.33	32.77	13.92	37.16
65	5.84	11.03	0.82	135.52	148.28	161.04	1.79	1.97	2.13	9.94	26.53
66	279.60	38.59	0.69	108.99	119.26	129.54	58.77	63.91	69.85	29.37	78.41
67	129.17	27.36	0.72	118.26	129.40	140.54	30.58	33.43	36.34	21.64	57.79
68	215.53	28.51	0.69	116.25	127.22	138.19	48.02	52.55	57.08	22.44	59.92
69	78.16	22.78	0.71	121.73	133.22	144.70	18.84	20.54	22.39	18.44	49.24
70	34.86	13.83	0.64	130.43	142.74	155.06	8.09	8.85	9.61	12.01	32.08
71	111.08	19.78	0.75	125.42	137.24	149.05	29.16	31.76	34.65	16.32	43.56
72	55.76	18.10	0.74	127.38	139.37	151.37	14.51	15.97	17.24	15.12	40.36
73	62.76	29.76	0.70	115.35	126.24	137.12	14.09	15.41	16.75	23.31	62.23
74	84.63	27.12	0.68	116.89	127.93	138.97	18.80	20.45	22.35	21.48	57.35
75	168.15	21.15	0.78	125.38	137.16	148.95	45.55	49.97	54.12	17.29	46.16
76	45.56	12.72	0.75	134.36	146.99	159.63	12.79	13.95	15.20	11.19	29.89

表4-1-6 本計畫重點區各小集水區洪峰流量統計表(5/5)

編號	面積(ha)	集流時間 (min)	平均 C 值	I ₂₅ (mm)	I ₅₀ (mm)	I ₁₀₀ (mm)	Q ₂₅ (cms)	Q ₅₀ (cms)	Q ₁₀₀ (cms)	洪峰到達時間 t _p (min)	歷線延時基期 t _b (min)
77	80.44	20.20	0.76	125.87	137.71	149.55	21.37	23.39	25.39	16.62	44.36
78	65.75	15.78	0.77	130.85	143.15	155.45	18.52	20.13	22.00	13.44	35.88
79	112.11	24.64	0.76	121.25	132.66	144.07	28.77	31.40	34.19	19.75	52.72
80	153.59	21.11	0.78	125.31	137.10	148.88	41.91	45.62	49.79	17.26	46.09
81	63.92	16.24	0.84	129.61	141.81	154.01	19.26	21.15	22.89	13.77	36.77
82	59.08	23.17	0.69	122.49	134.02	145.56	13.81	15.18	16.41	18.72	49.97
83	145.25	26.13	0.71	119.09	130.32	141.54	34.21	37.33	40.65	20.79	55.51
84	133.77	28.00	0.71	118.24	129.37	140.50	31.19	34.13	37.06	22.09	58.99
85	53.24	20.97	0.62	124.55	136.28	148.01	11.45	12.50	13.60	17.16	45.81
86	38.04	24.55	0.74	120.37	131.72	143.07	9.47	10.30	11.25	19.68	52.55
87	134.73	30.84	0.72	114.26	125.04	135.82	30.99	33.69	36.84	24.06	64.24
88	152.81	34.81	0.76	111.72	122.25	132.78	35.90	39.44	42.68	26.78	71.51
89	46.00	21.34	0.66	122.89	134.48	146.08	10.37	11.34	12.33	17.43	46.53
90	28.56	21.69	0.75	122.10	133.63	145.16	7.30	7.95	8.68	17.67	47.18

4-1-5 流量收支

依據各小集水區流路設定 26 個控制點，分別計算集流時間及各重現期距之洪峰流量，如此可了解區內洪水，流量收支圖如圖 4-1-8~圖 4-1-12 所示。

此外，在假設降雨延時大於集流時間下，流量採用直接累加，進行計算，該計算值較大，此一估算值在氣候變遷迅速的環境條件下，該計算值較為保守且安全；但若考慮工程經濟及經費，該值將過於高估，為此將各小集水區依洪峰流量及流量歷線延時基期繪製個別之三角歷線，在洪峰到達時間不同的情形下，進行流量重新估算，計算成果及流量歷線分布如圖 4-1-8~圖 4-1-12 所示。

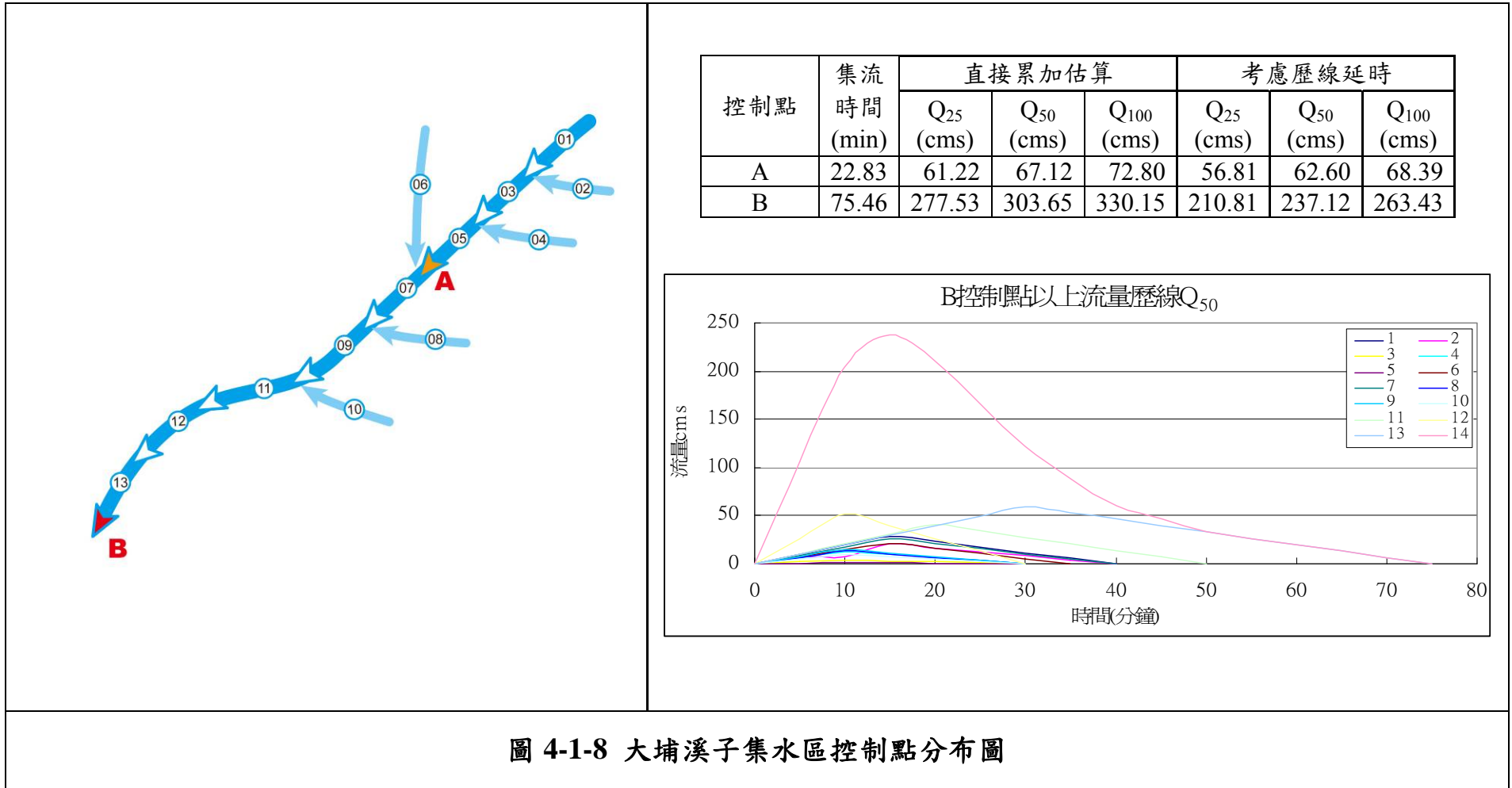
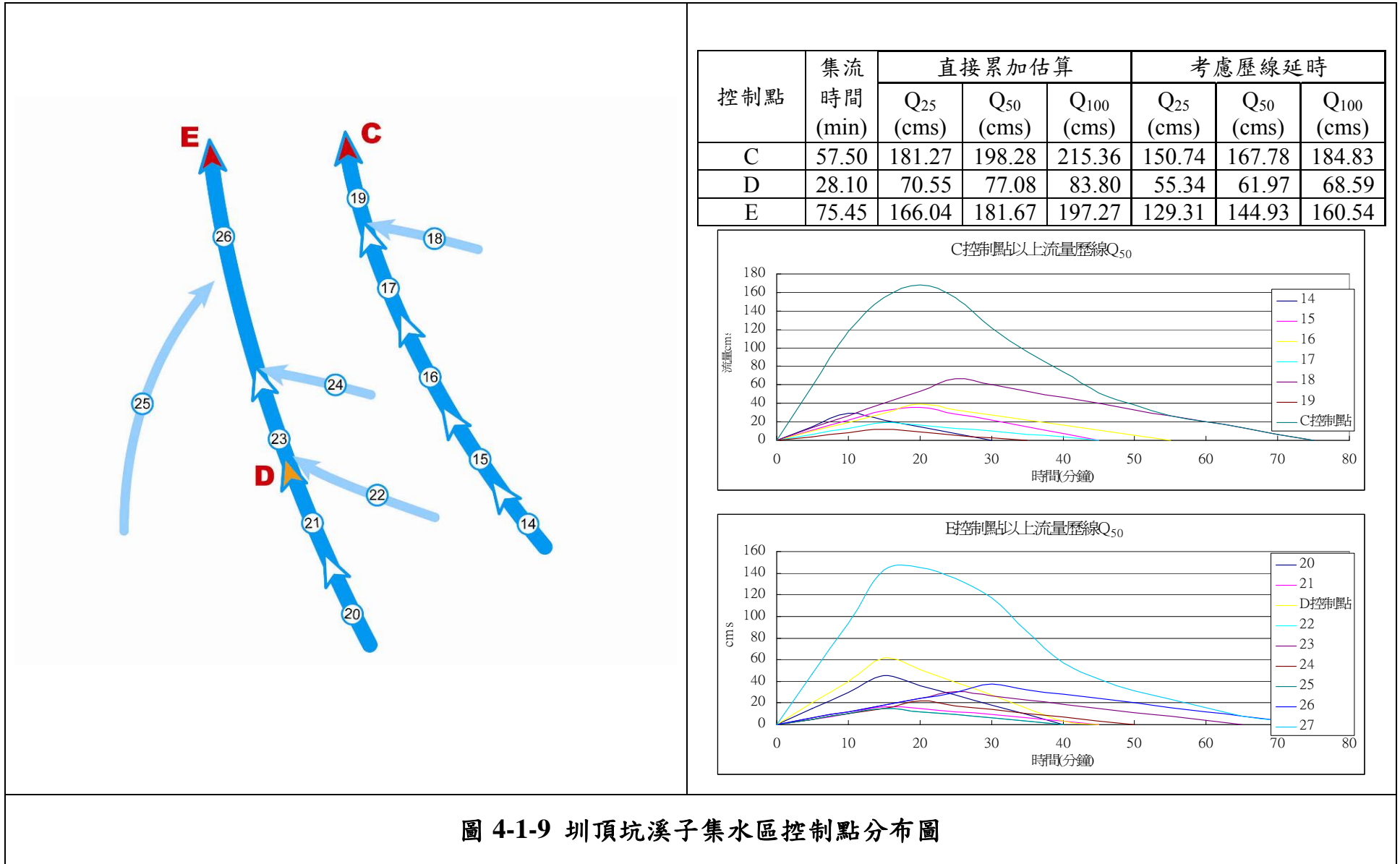


圖 4-1-8 大埔溪子集水區控制點分布圖



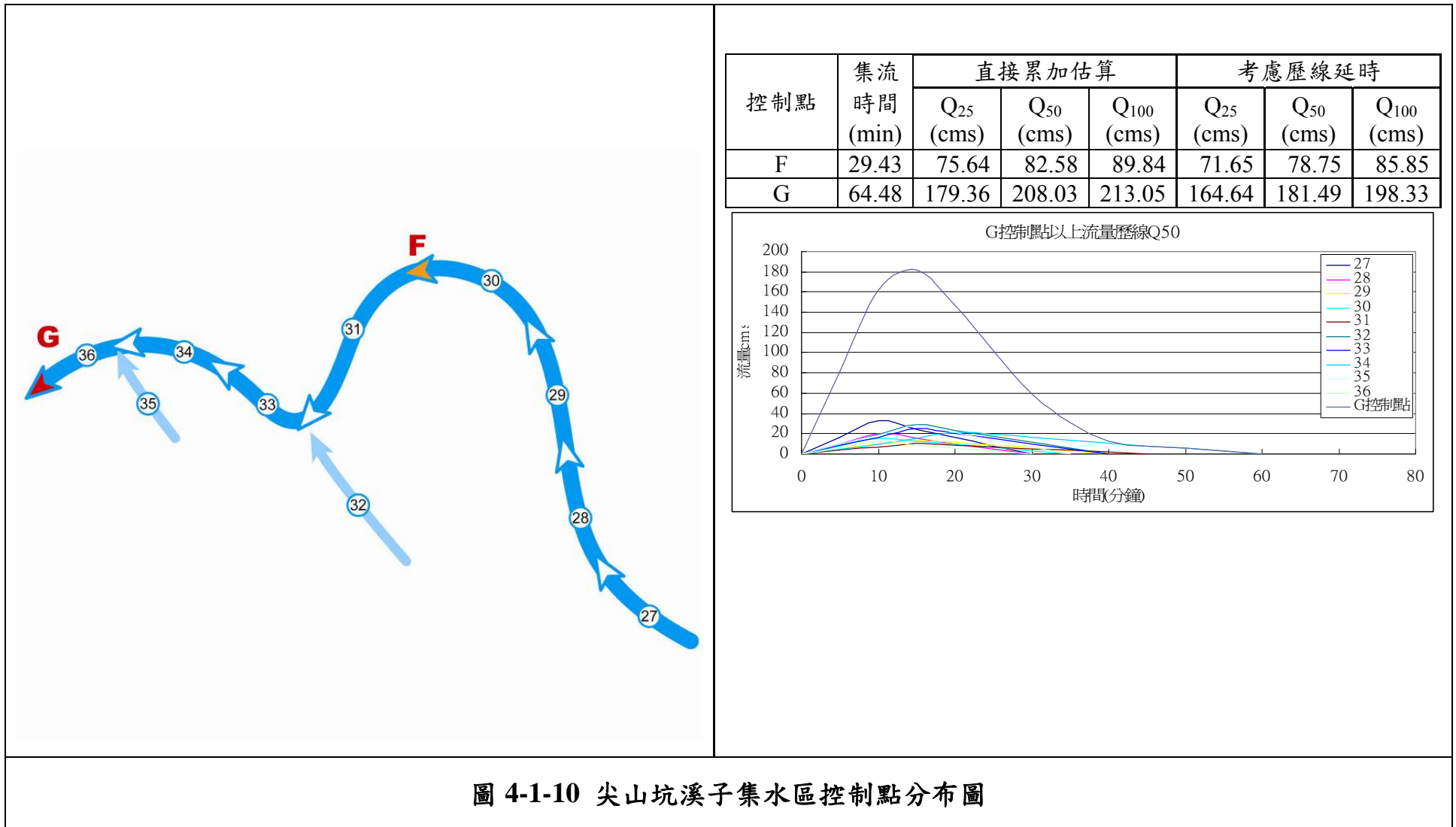


圖 4-1-10 尖山坑溪子集水區控制點分布圖

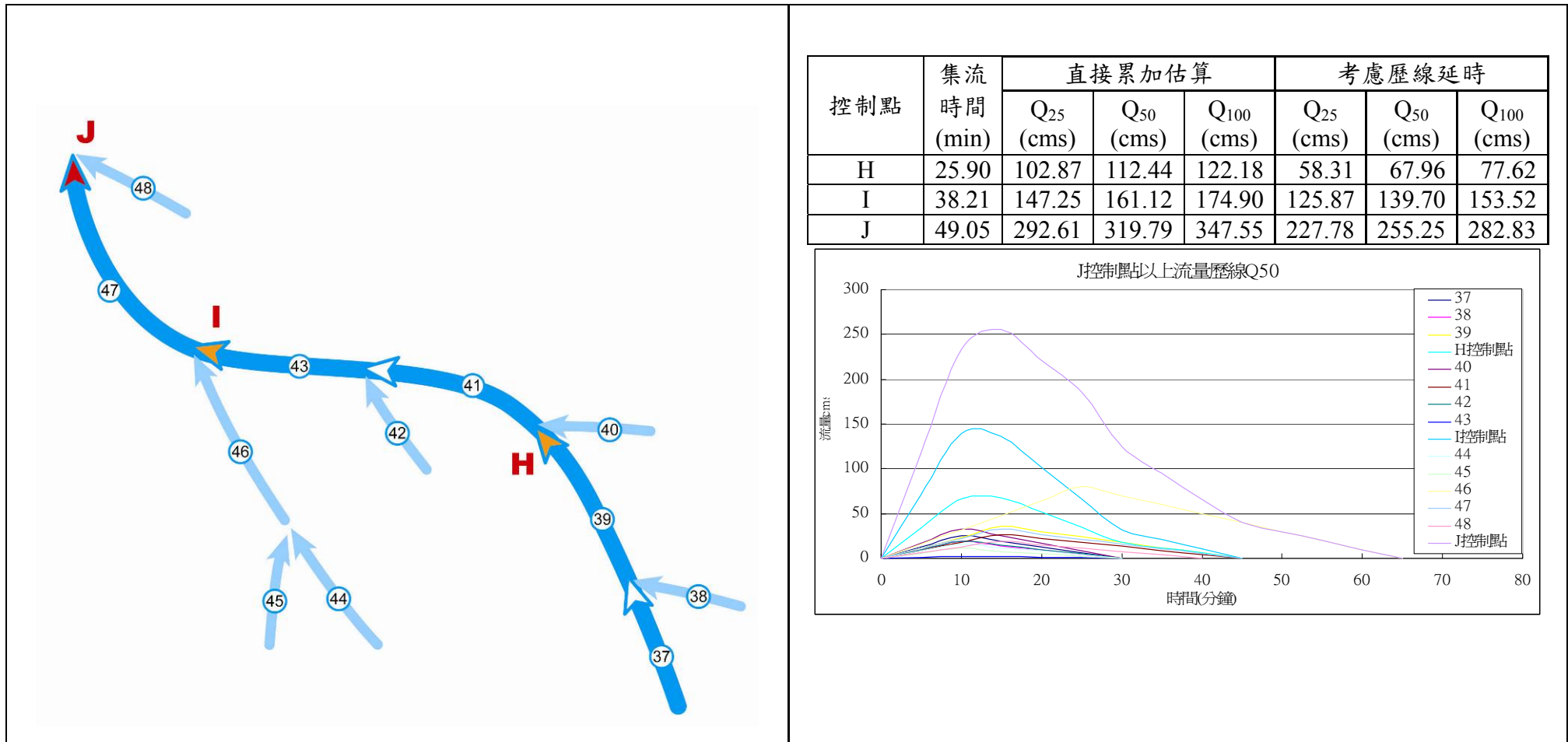


圖 4-1-11 古坑子集水區控制點分布圖

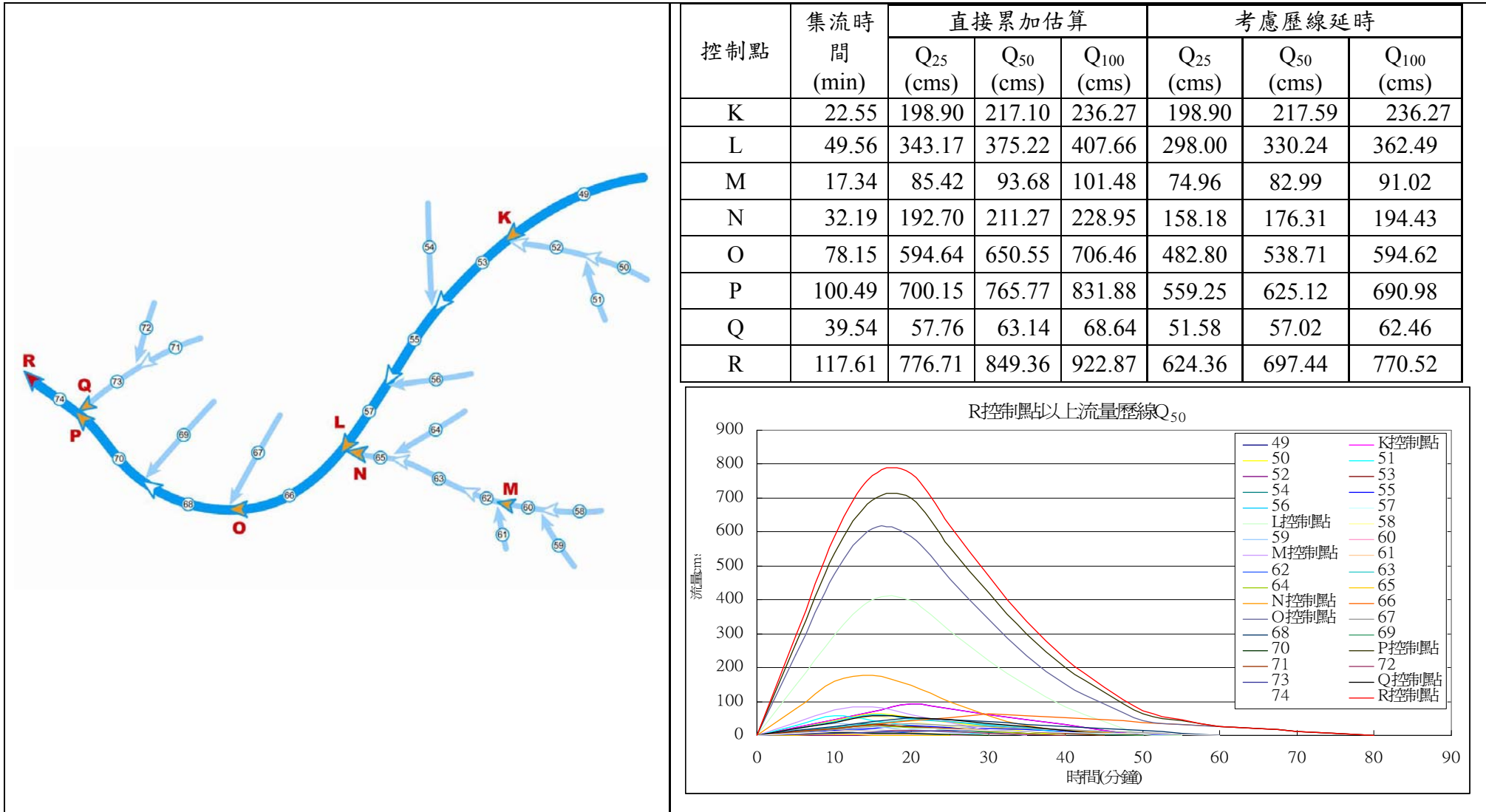


圖 4-1-12 崁頂溪子集水區控制點分布圖(1/2)

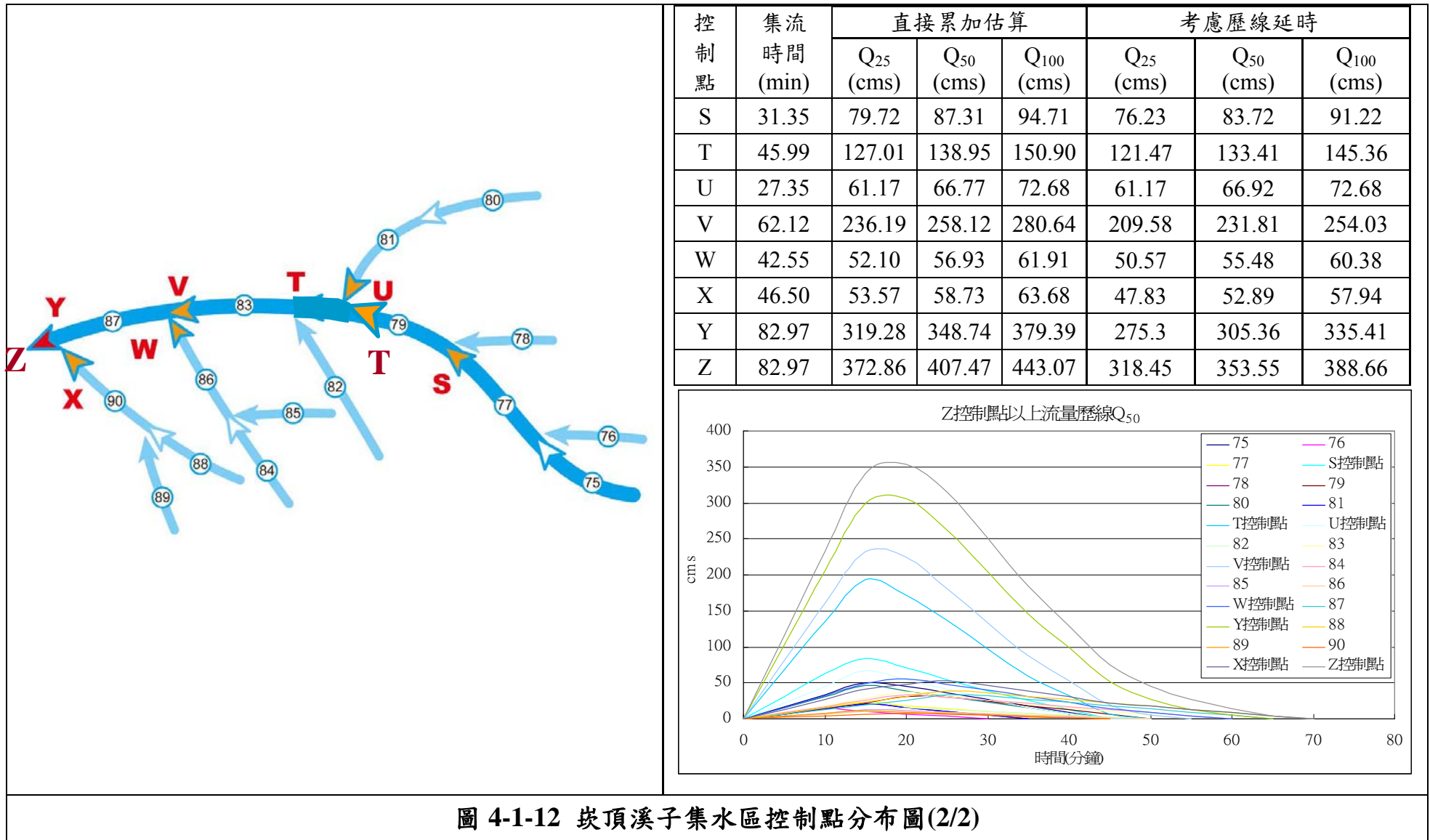


圖 4-1-12 崁頂溪子集水區控制點分布圖(2/2)

4-2 水理分析

河溪水理分析係以 50 年重現期距設計強度之洪峰流量為入流條件，推估河溪沿程各斷面水位、流速及福祿數之變化。考量計畫區河溪坡度範圍，本計畫採用 FLO-2D 模式進行洪氾區水理演算。同時採用曼寧公式計算，河溪橋涵通水空間，透過兩模式的推算，綜合考量本集水區之淹水趨勢，藉此討論淹水原因，並進而提出其改善方法。

此外，對於山坡地之洪峰流量估算尚須考量水中所挾帶之土砂量，因此，計畫洪峰流量可表為

$$Q_s = (1 + \alpha) Q_p \quad (4-2-1)$$

式中， α = 水流中泥砂混合率，一般採用流量之 5%~10%，最大值為 50%，本計畫採用洪峰流量的 10% 為洪峰流量挾帶土砂量。(水土保持手冊，2005)

4-2-1 河溪橋涵斷面分析

河溪瓶頸斷面係指橋涵或斷面束縮之河段，因斷面受到限制而可能導致洪流溢淹，故必需加以演算分析各瓶頸斷面之通洪能力。由於河溪瓶頸斷面均屬局部區段，故常採用曼寧阻力公式進行演算，可表為

$$Q = \frac{A}{n} R^{2/3} S^{1/2} \quad (4-2-2)$$

式中， A ：通水斷面積； R ：水力半徑(= A/P ； P ：潤周長)； S ：底床坡度； n ：曼寧粗糙係數。此外，對於山坡地之洪峰流量估算尚須考量水中所挾帶之土砂量，因此，計畫洪峰流量可表為

$$Q_s = (1 + \alpha) Q_p \quad (4-2-3)$$

式中， α = 水流中泥砂混合率，一般採用流量之 5%~10%，最大

值為50%(水土保持手冊2005)，本計畫採用 $\alpha = 10\%$ 進行分析。

式中， α = 水流中泥砂混合率，一般採用流量之5%~10%，最大值為50%(水土保持手冊2005)，本計畫採用 $\alpha = 10\%$ 進行分析。

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設置審核要點，詳細出水高之標準如下表4-2-1所述。

表4-2-1 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

本計畫依據現地橋樑調查資料，檢算目前橋涵之通水能力，表4-2-3及圖4-2-1~圖4-2-5為依各集水區演算成果。透過通水高程與淨空高度比較，分析其橋樑通洪之能力，經計算後各集水區橋涵通水斷面，發現現階段沒有通過的有5座橋樑，分別為善會橋、善毅橋、新庄橋、新南橋及雙合橋。

表 4-2-3 重點子集水區各橋樑斷面檢核(1/2)

集水區 名稱	橋樑名稱	67 座標系統		淨空 高度 (m)	橋墩 數	通水 淨寬 (m)	水深 (m)	出水高 (m)	通水 高程 (m)	N 值	S (%)	Q50 (cms)	Q50 含砂流量 (cms)	通過 與否
大埔溪	大埔溪橋	207725	2625559	8	3	40	0.85	0.80	1.65	0.025	3.20	192.38	211.62	通過
	湖本橋	209662	2625151	3.5	2	20	1.10	0.60	1.70	0.025	3.20	141.88	156.07	通過
	弘德橋	210632	2624916	4.9	0	8	0.99	0.60	1.59	0.025	7.42	67.01	73.71	通過
圳頂坑	新梅橋	207130	2621167	4.10	1	24.70	2.01	0.80	2.81	0.025	1.00	259.88	285.87	通過
	新東橋	207391	2620993	3.00	1	23.50	1.02	0.60	1.62	0.025	2.06	119.93	131.92	通過
	棋南橋	208738	2620154	3.75	0	10.00	1.59	0.60	2.19	0.025	1.04	66.52	73.71	通過
	棋頂橋	209003	2619857	2.50	1	12.00	1.07	0.60	1.67	0.025	2.37	66.52	73.71	通過
	棋南二號橋	208404	2619844	3.75	0	9.40	1.76	0.60	2.36	0.025	2.00	100.42	110.46	通過
	德政橋	209336	2618675	4.00	0	15.00	1.41	0.60	2.01	0.025	1.35	100.42	110.46	通過
	善會橋	210044	2617888	1.50	0	14.20	1.02	0.60	1.62	0.025	1.59	61.57	67.73	未通過
	善廣橋	210321	2617852	2.00	1	14.50	0.85	0.60	1.45	0.025	2.73	61.57	67.73	通過
	善毅橋	210805	2617564	1.00	2	21.50	0.62	0.60	1.22	0.025	3.33	61.57	67.73	未通過
	新庄橋	206473	2620911	1.00	0	25.00	1.53	0.60	2.13	0.025	1.13	181.66	199.83	未通過
	新南橋	206837	2620429	2.20	0	15.00	1.71	0.60	2.31	0.025	2.42	181.66	199.83	未通過
	大岸尾橋	207556	2619674	5.20	0	15.00	1.12	0.60	1.72	0.025	3.28	108.96	119.86	通過
	棋石橋	207697	2619089	4.30	0	14.50	1.51	0.60	2.11	0.025	1.38	108.96	119.86	通過
	石坑橋(2)	208293	2618291	4.80	1	24.00	0.86	0.60	1.46	0.025	2.79	108.96	119.86	通過
	善心橋	208446	2618002	3.00	0	15.00	1.15	0.60	1.75	0.025	3.00	108.96	119.86	通過
	裕民橋	208681	2617945	4.60	0	19.50	0.98	0.60	1.58	0.025	2.85	108.96	119.86	通過
	行慈橋	208932	2617747	4.50	0	17.50	0.88	0.60	1.48	0.025	1.68	61.97	68.17	通過
行法橋	209201	2617482	3.50	0	24.00	0.56	0.60	1.16	0.025	3.61	61.97	68.17	通過	
行和橋	209850	2617256	4.00	0	20.00	0.48	0.60	1.08	0.025	4.86	45.52	50.07	通過	
石坑橋(1)	210255	2616853	3.20	0	12.00	0.87	0.60	1.47	0.025	2.11	45.52	50.07	通過	

表 4-2-3 重點子集水區各橋樑斷面檢核(2/2)

集水區 名稱	橋樑名稱	67 座標系統		淨空 高度 (m)	橋墩 數	通水 淨寬 (m)	水深 (m)	出水高 (m)	通水 高程 (m)	N 值	S (%)	Q50 (cms)	Q50 含砂流量 (cms)	通過 與否
尖山坑	觀音山橋	207201	2618410	6.00	2	30.00	1.23	0.80	2.03	0.025	2.03	208.37	229.21	通過
	行荷橋	208085	2617773	2.00	1	30.00	0.93	0.60	1.53	0.025	3.25	168.45	185.30	通過
	地母橋	208849	2617089	6.00	0	30.00	0.68	0.60	1.28	0.025	7.00	146.83	161.51	通過
	建德橋	209196	2616415	5.00	0	30.00	0.85	0.60	1.45	0.025	2.28	121.87	134.06	通過
	坵坑 1 號橋	209850	2616262	4.00	1	22.00	0.86	0.60	1.46	0.025	1.97	82.74	91.01	通過
	土地公橋	210621	2614716	8.00	0	28.00	0.37	0.60	0.97	0.025	7.94	52.98	58.28	通過
	無名橋	211022	2614199	3.20	0	13.20	0.39	0.60	0.99	0.025	11.10	32.48	35.73	通過
古坑	一號橋	207644	2615996	4.70	0	5.00	0.73	0.60	1.33	0.025	12.40	32.23	35.45	通過
	大埔橋	207450	2615723	7.20	0	44.20	1.71	0.80	2.51	0.025	0.65	300.89	330.98	通過
	雙合橋	207502	2615103	2.40	0	15.70	1.76	0.80	2.56	0.025	4.39	268.66	295.53	未通過
	大偏林橋	208429	2615080	3.80	2	45.30	0.71	0.60	1.31	0.025	2.33	139.07	152.98	通過
	山峯二號橋	210613	2613224	4.00	0	35.00	0.13	0.60	0.73	0.025	17.00	18.53	20.38	通過
	金瓜坑橋	210455	2613010	5.00	0	30.00	0.18	0.60	0.78	0.025	17.00	24.90	27.39	通過
	金瓜坑一號橋	210427	2612839	4.50	0	25.00	0.22	0.60	0.82	0.025	11.60	24.90	27.39	通過
	魚池畔 2 號橋	207446	2614490	5.30	0	5.80	2.96	0.60	3.56	0.025	1.80	107.86	118.65	通過
炭頂溪	埔桂橋	208637	2614126	11.80	0	28.00	0.51	0.60	1.11	0.025	10.80	107.86	118.65	通過
	古坑南橋	204403	2615584	3.50	3	45.00	0.59	0.80	1.39	0.025	9.59	205.88	226.47	通過
	科角橋	206277	2613547	2.50	0	6.00	1.60	0.60	2.20	0.025	1.92	49.84	54.82	通過
	行懷橋	209451	2612613	2.50	0	18.00	0.69	0.60	1.29	0.025	7.71	93.29	102.62	通過
	水田仔一號橋	208886	2612608	6.00	1	30.00	0.59	0.60	1.19	0.025	4.36	93.29	102.62	通過
	無名橋	208233	2612206	3.00	1	14.00	0.82	0.60	1.42	0.025	3.60	65.06	71.57	通過
	光山橋	207603	2612412	6.00	1	40.00	0.91	0.80	1.71	0.025	3.30	217.58	239.34	通過
	桂林橋	205843	2611650	4.00	0	14.00	2.67	0.80	3.47	0.025	3.16	375.41	412.95	通過
大湖橋	205702	2611559	3.00	0	14.00	1.74	0.80	2.54	0.025	3.61	210.83	231.91	通過	

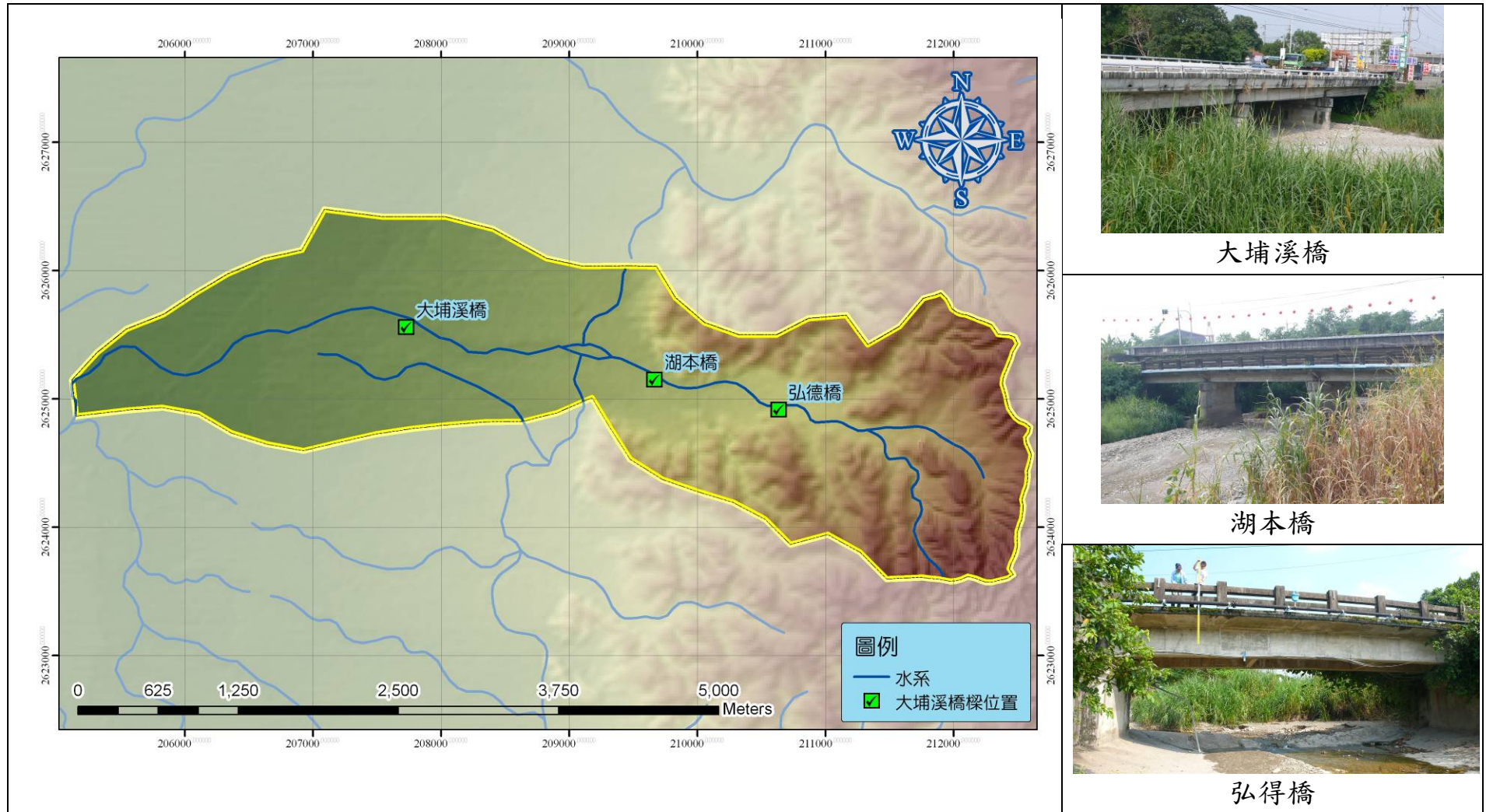


圖4-2-1 大埔溪子集水區橋涵分布圖

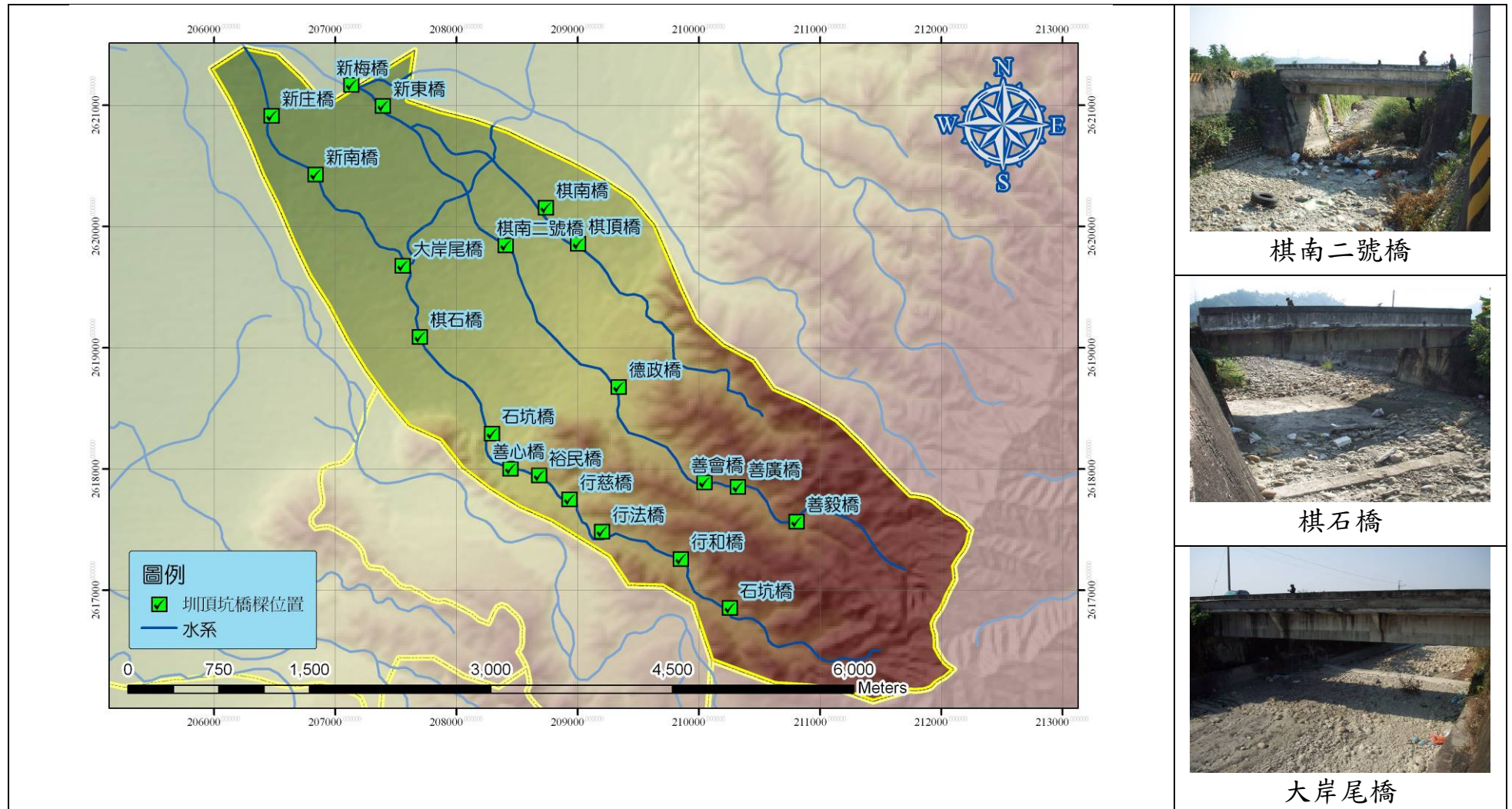


圖4-2-2 圳頂坑溪子集水區橋涵分布圖

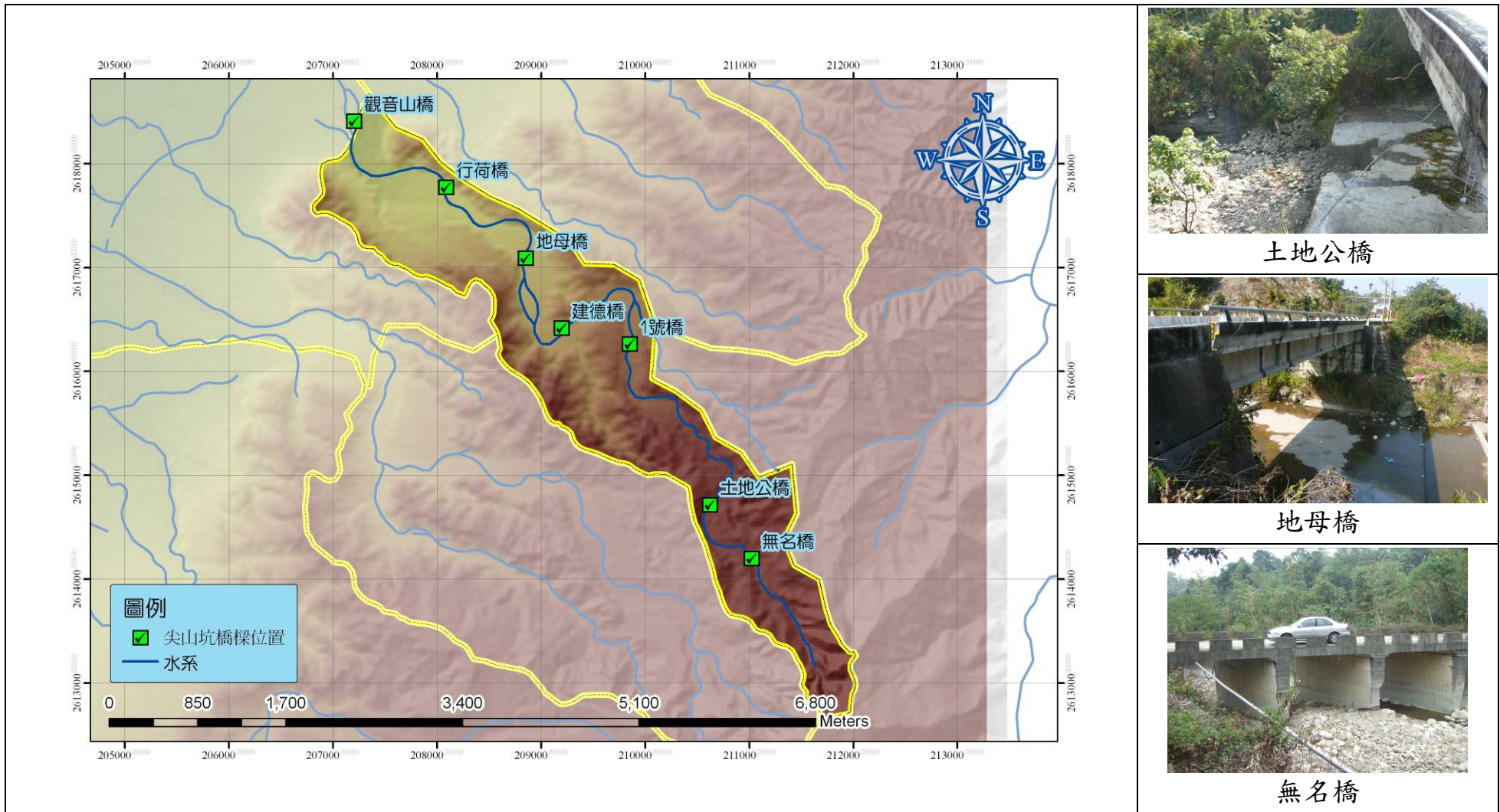


圖4-2-3 尖山坑溪子集水區橋涵分布圖

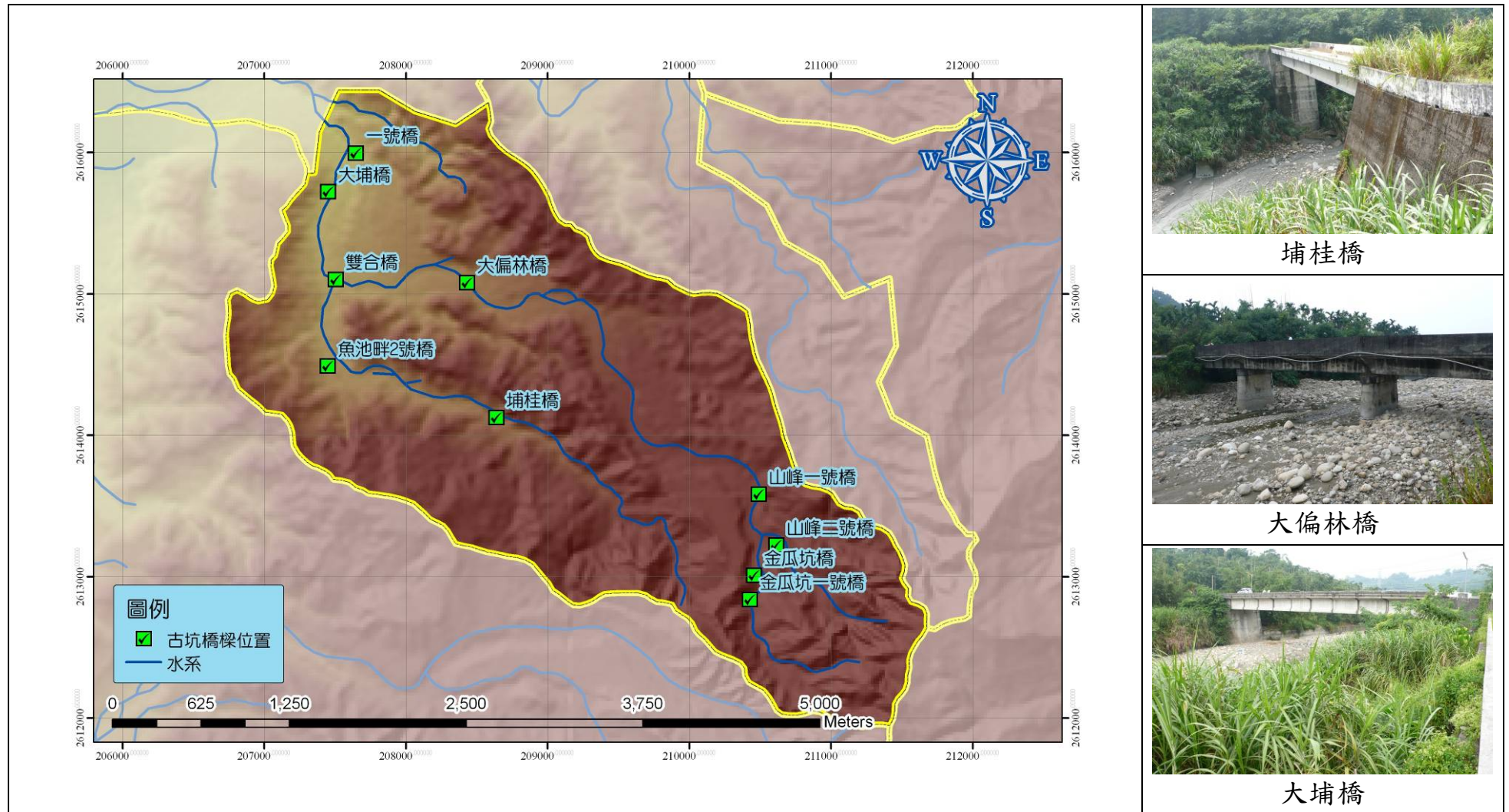


圖4-2-4 古坑子集水區橋涵分布圖

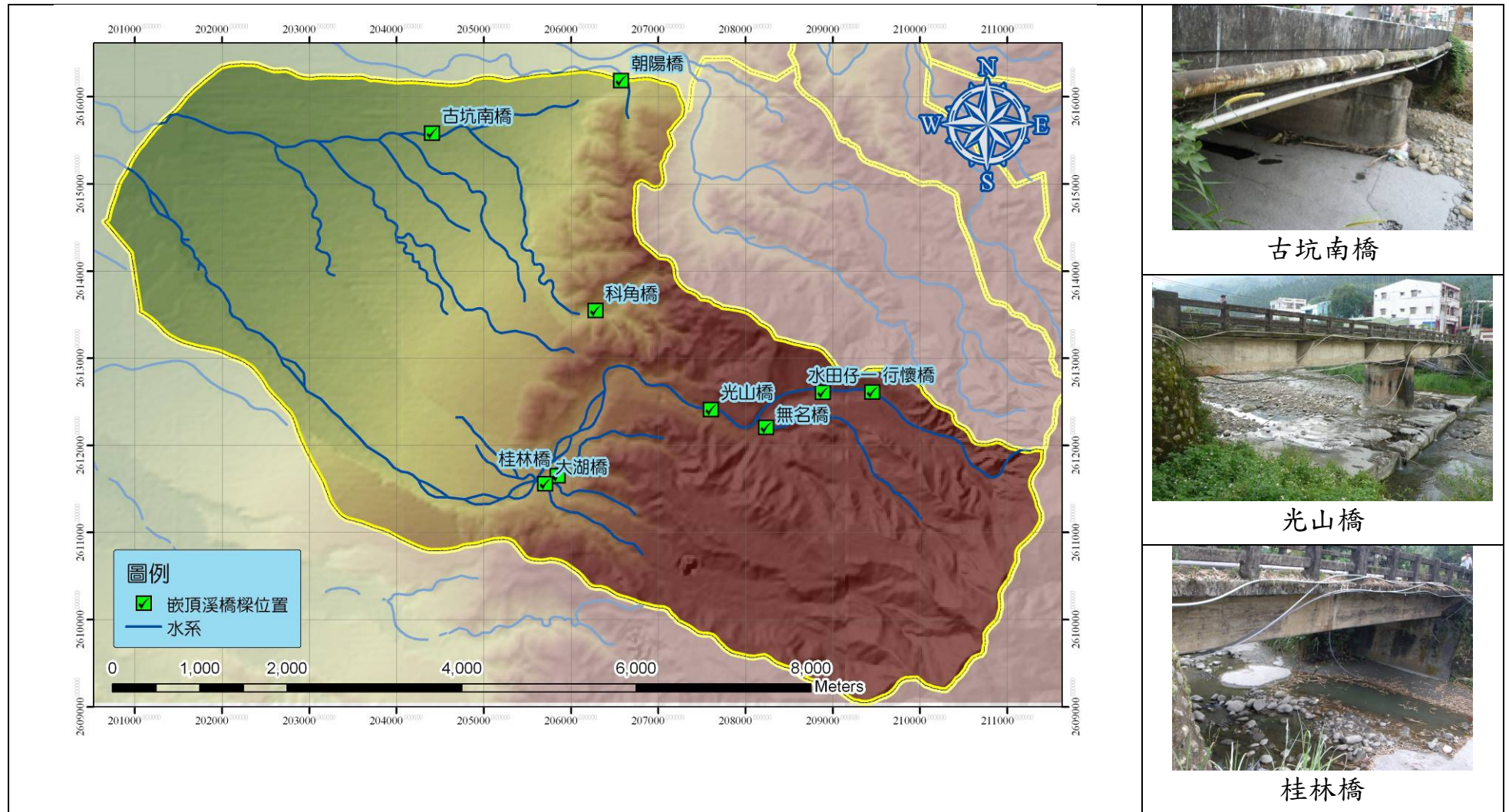


圖4-2-5 炭頂溪子集水區橋涵分布圖

4-3 土砂分析

4-3-1 土壤沖蝕量評估

本計畫在坡地土壤沖蝕量估算方面，擬採用國內常用之美國通用土壤流失公式(USLE)進行坡面沖蝕估算及現場調查估算方法進行。其中通用土壤流失公式(USLE)乃一經驗公式，係經由多年之發展研究而成(Wischmeier and Smith,1978)，現今已成為最常被採用之土壤沖蝕估算模式，其模式如下：

$$A = R_m \times K_m \times L \times S \times C \times P \quad (4-3-1)$$

式中，A=每公頃之年平均土壤流失量(公噸/公頃-年)；R_m=降雨逕流因數(106 焦耳-毫米/公頃-小時-年)；K_m=土壤可蝕性因數(公噸-公頃-小時-年/106 焦耳-毫米-公頃-年)；L=坡長因數；S=坡度因數；C=作物管理因數；P=水土保持處理因數。通用土壤流失公式是由標準單位試區(standard unit plot)所發展出來，此一試區是指坡長 22.13 m、坡度 9%之均勻坡面，且坡面保持連續兩年以上的休耕與裸露。

本計畫依照水土保持技術規範進行沖蝕分析，各因數及沖蝕量推估過程與結果如下：

一、降雨量沖蝕指數 R_m 值

台灣各地區之降雨沖蝕指數 R_m 值，可直接查水土保持手冊之附表，如由於本計畫區涵蓋範圍廣大，如利用計畫區內幾處地點之 R_m 平均估算，無法表現出本區域 R_m 值分布特性。因降雨沖蝕指數與空間相關性高，為求本計畫區 R_m 值之合理性，本計畫採用表 4-3-1 所列水保手冊降雨沖蝕指數 R_m，利用地理統計，推求降雨沖蝕指數 R_m 分布圖，如圖 4-3-1 所示，提供後續土壤沖蝕量計算。由表 4-3-1 可知，本計畫區內 R_m 值以雲林縣北港站 9,398 為最近，由圖 4-3-1 可知，本計畫區內降雨沖蝕指數介於 5,737~9,398 之間。

二、土壤沖蝕性指數 K_m 值

台灣各地區之土壤沖蝕指數 Km 值，可直接查水土保持手冊之附表，但由於本計畫區涵蓋範圍廣大，且 Km 與地區地質與土壤分布有關，如利用計畫區內幾處地點之 Km 平均估算，無法表現出本區域 Km 值分布特性。為求本計畫區 Km 值之合理性，本計畫採用表 4-3-2 所列水保手冊土壤沖蝕指數 Km，利用地理統計，推求 Km 分布圖，如圖 4-3-1 所示，提供後續土壤沖蝕量計算。由表 4-3-2 可知，本計畫區鄰近 Km 值最高為古坑番尾坑 0.0547，最低為斗六楓樹湖 0.0212，由圖 4-3-1 可知，計畫區內 Km 值因與地質及土壤分布有關，相較於降雨指數 Rm，分布較不均勻，本計畫區內 Km 介於 0.0212~0.0547 之間。

表 4-3-1 各地之年降雨沖蝕指數(Rm)

地區	地點	Rm	地區	地點	Rm
台中縣市	雪嶺	29465	彰化縣	彰化	9519
	雙崎	17997		溪湖	8171
	梨山	13670		鹿港	4982
	橫山	10326		員林	9441
南投縣	清流	13250	雲林縣	褒忠	8241
	北山	12198		後安寮	5737
	翠巒	14879		北港	9398
	溪頭	19582	嘉義縣市	阿里山	40191
	竹山	14658		溪口	9638
	武界	16320		中埔	22696
	和社	10095		南靖	13020
	廬山	17936		大湖山	26880
	龍神橋	11240		水山	20531
	集集	15135	台南縣	左鎮	18177
	卡奈托灣	8401		玉井	20850
	埔里	13305		崎頂	14773
	奧萬大	14504	花蓮縣	大觀	34882
台東縣	向陽	35551	(資料來源：水土保持手冊)		

表 4-3-2 計畫區鄰近各地之土壤沖蝕指數(Km)

縣市	地點	Km 值	縣市	地點	Km 值	縣市	地點	Km 值	
南投縣	國姓大旗村	0.0474	彰化縣	芬園下樟	0.0500	嘉義縣市	梅山安靖	0.0553	
	埔里虎仔山	0.0329		芬園橋頭	0.0461		民雄寶林寺	0.0566	
	東光	0.0158		雲林縣	古坑桂林		0.0326	竹崎木屐寮	0.0421
	水頭山隧道口	0.0290	古坑樟湖		0.0482		竹崎(CY-3)	0.0500	
	過溪仙水農場	0.0461	古坑大埔		0.0279		竹崎(CY-6)	0.0514	
	南投橫山	0.0395	古坑枋寮埔		0.0274		番路半天岩	0.0408	
	名間松柏坑	0.0329	古坑草嶺		0.0463		番路下路行	0.0566	
	竹山外田	0.0395	古坑外湖		0.0495		中埔沄水	0.0514	
	鹿穀廣興	0.0277	古坑番尾坑		0.0547		中埔(CY-12)	0.0257	
	鹿穀永隆	0.0382	古坑內館		0.0377		嘉義蘭潭水庫	0.0290	
	中寮社區	0.0632	古坑圳頭坑		0.0236		水上檳榔樹腳	0.0474	
	中寮桃米坑	0.0579	古坑早寮		0.0281		大埔	0.0527	
	中寮包尾	0.0619	斗六楓樹湖		0.0212		(資料來源：水土保持手冊)		
	集集北勢坑	0.0369	林內觸口		0.0281				
	水里民和村	0.0211	林內坪頂	0.0274					
魚池魚池茶場	0.0132	林內湖山寮	0.0287						

三、坡長因數 L 值

利用農林航測所出版 40mDEM 之網格大小，取其對角線長度為 $40\sqrt{2}$ ，再以公式 $L=(l/22.13)^{0.5}$ 求之。其中 L：坡長因數值，l：坡長(m)。

四、坡度因數 S 值

利用農林航測所出版 40mDEM 推求出坡度後，以坡度因數公式 $S=65.4 \times \sin^2\theta + 4.56 \times \sin\theta + 0.0654$ 求出 S 值，L 值與 S 值可合併計算或由水土保持手冊附表查出。

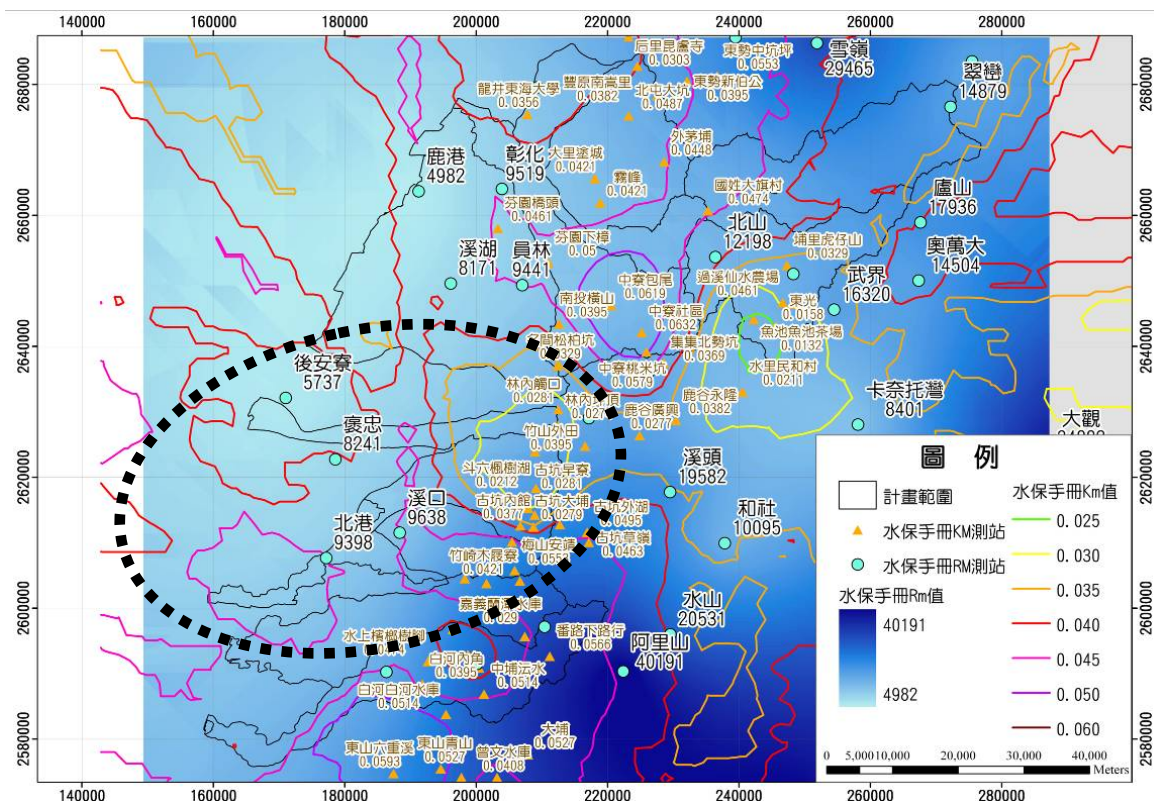


圖 4-3-1 計畫區內 Rm 及 Km 分布圖

五、植生覆蓋指數 C 值

本計畫區內植生覆蓋指數 C 值採用土地利用分布圖，並對應表 4-3-3 進行分析，得到植生覆蓋指數 C 值分布如圖 4-3-2、圖 4-3-3 所示。

表 4-3-3 植生覆蓋指數 C 值對照表

地表及植被狀況	C 值	地表及植被狀況	C 值	地表及植被狀況	C 值
百喜草	0.01	蔬菜類	0.9	雜石地	0.01
水稻	0.1	茶	0.15	水體	0
雜作	0.25	特用作物	0.2	建屋用地	0.01
果樹	0.2	檳榔	0.1	牧草地	0.15
香蕉	0.14	裸露地	1	高爾夫球場植草地	0.01
鳳梨	0.2	水泥地	0	雜草地	0.05
林地(針葉、闊葉、竹類)	0.01	瀝青地	0	墓地	0.01

六、水土保持處理因數 P 值

水土保持因數除取決於地表狀態外也與坡長及坡度相關，P 值自填土邊坡最小值 0.1 至無水土保持處理 1.0，可藉由水土保持手冊查出，本計畫則是統一採用 1.0 計算之。

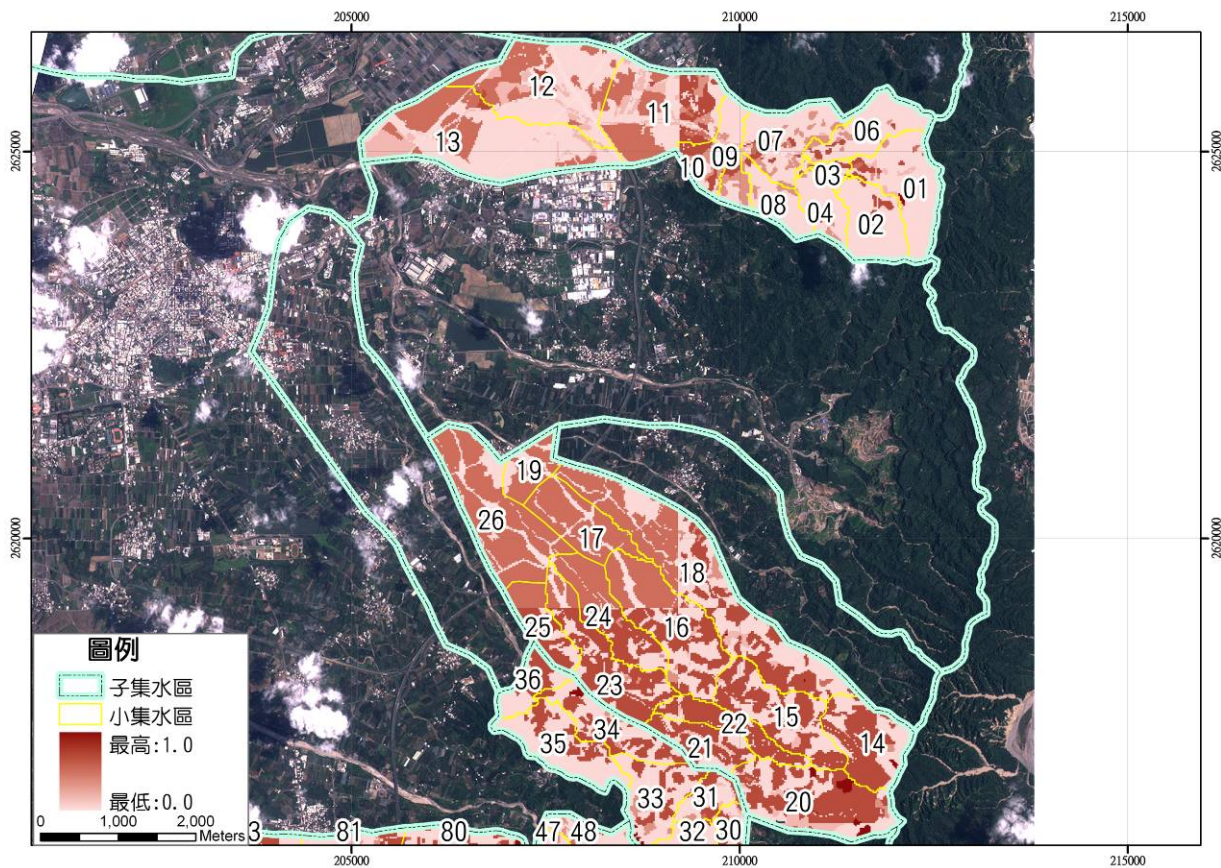


圖 4-3-2 計畫區內植生覆蓋指數 C 值分布圖(大埔溪、圳頂坑溪)

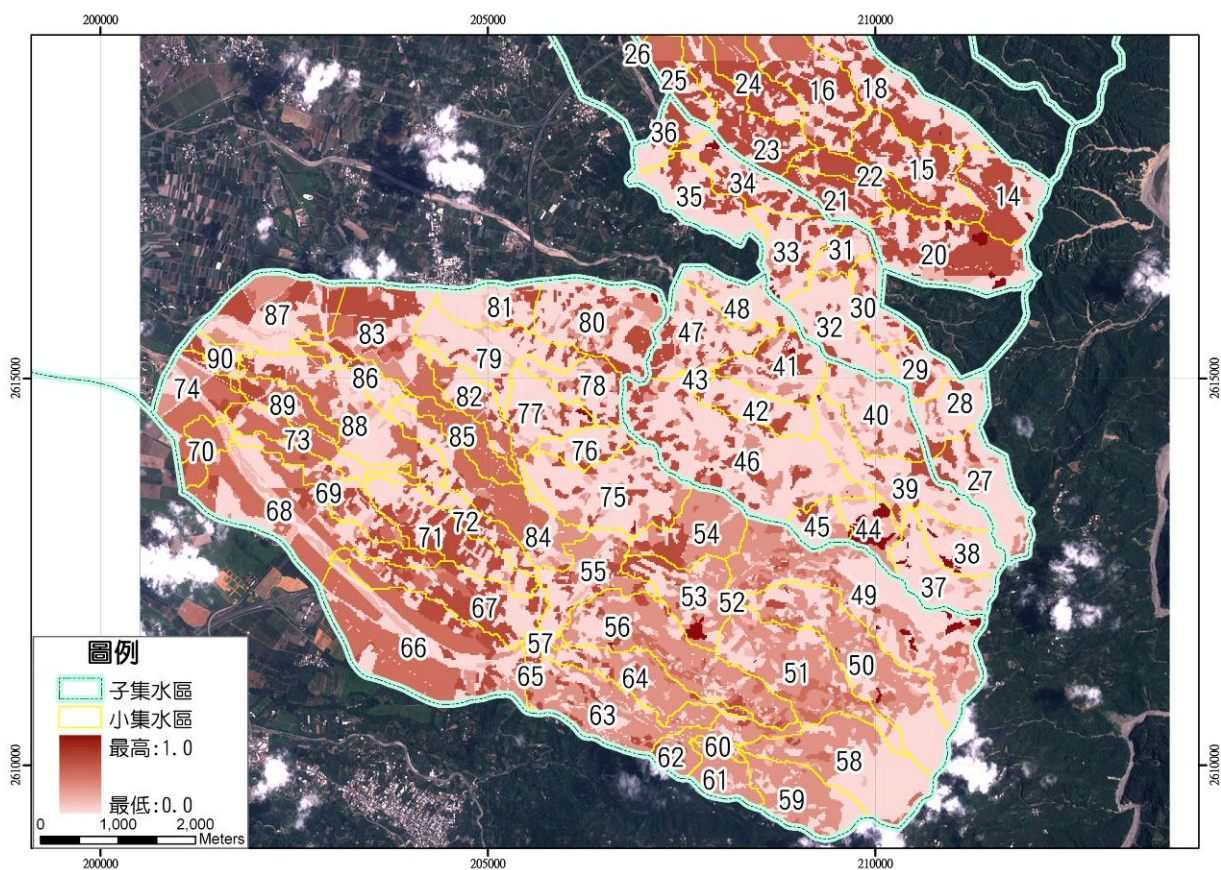


圖 4-3-3 計畫區內植生覆蓋指數 C 值分布圖(尖山坑溪、古坑及嵌頂溪)

依上述步驟可得各小集水區土壤沖蝕量分布圖，如圖 4-3-4、圖 4-3-5 及表 4-3-4 所示，本計畫區內土壤沖蝕量最高區域位於古坑子集水區，沖蝕深度達 9.20mm，其次為崁頂溪子集水區，沖蝕深度達 6.44mm，再者為圳頂坑子集水區，沖蝕深度達 6.15mm，本計畫 5 個重點集水區沖蝕總量為 482,403.14 (m³/yr)，年平均沖刷深度 5.90mm。

表 4-3-4 計畫區內各小集水區土壤沖蝕量總表(1/2)

子集水區	編號	面積 (ha)	土壤沖蝕量 (m ³ /yr)	沖刷深度 (mm)	子集水區	編號	面積 (ha)	土壤沖蝕量 (m ³ /yr)	沖刷深度 (mm)
大埔溪	01	101.36	3,276.97	3.23	尖山坑溪	26	164.30	421.50	0.26
	02	72.20	1,158.78	1.60		小計	1,278.24	78,655.64	6.15
	03	13.52	538.91	3.99		27	103.35	10,357.03	10.02
	04	40.31	571.75	1.42		28	64.95	2,598.98	4.00
	05	2.88	63.28	2.20		29	46.38	2,152.27	4.64
	06	71.72	1,433.83	2.00		30	50.80	1,969.88	3.88
	07	86.52	1,201.31	1.39		31	35.14	1,278.80	3.64
	08	43.46	643.86	1.48		32	95.98	2,949.82	3.07
	09	46.09	689.62	1.50		33	80.76	5,587.55	6.92
	10	29.17	540.29	1.85		34	77.77	3,864.17	4.97
	11	159.72	785.31	0.49		35	91.26	856.01	0.94
	12	178.43	179.54	0.10		36	39.61	831.60	2.10
	小計	231.44	166.08	0.07		小計	686.00	32,446.11	4.73
小計	1,076.82	11,249.54	1.04	古坑	37	81.42	7,152.43	8.78	
圳頂坑溪	14	94.74	11,192.02		11.81	38	58.97	18,897.75	32.05
	15	110.89	9,334.84		8.42	39	125.21	5,709.77	4.56
	16	145.43	2,727.85		1.88	40	105.07	2,811.78	2.68
	17	79.06	237.66		0.30	41	87.01	4,699.00	5.40
	18	266.31	8,996.61		3.38	42	62.52	2,479.05	3.97
	19	42.18	84.63		0.20	43	7.52	285.03	3.79
	20	152.84	33,736.23		22.07	44	47.51	33,346.50	70.19
	21	57.39	3,620.40		6.31	45	34.43	3,816.31	11.09
	22	51.64	4,530.95		8.77	46	294.81	15,013.56	5.09
	23	113.46	3,772.95		3.33	47	108.71	2,866.96	2.64
	24	84.60	529.74		0.63	48	61.53	1,791.68	2.91
	25	52.79	629.11	1.19	小計	1,074.71	98,869.82	9.20	

(資料來源:本計畫整理)

表 4-3-4 計畫區內各小集水區土壤沖蝕量總表(2/2)

子集水區	編號	面積 (ha)	土壤沖蝕量 (m ³ /yr)	沖刷深度 (mm)	子集水區	編號	面積 (ha)	土壤沖蝕量 (m ³ /yr)	沖刷深度 (mm)
崁頂溪	49	295.01	54,318.62	18.41	崁頂溪	71	111.08	960.74	0.86
	50	198.50	22,187.06	11.18		72	55.76	473.44	0.85
	51	168.57	16,757.08	9.94		73	62.76	241.83	0.39
	52	0.84	10.65	1.27		74	84.63	464.21	0.55
	53	96.52	19,279.31	19.97		75	168.15	9,305.12	5.53
	54	94.78	10,090.28	10.65		76	45.56	1,964.85	4.31
	55	96.72	3,484.37	3.60		77	80.44	1,480.09	1.84
	56	183.93	19,575.34	10.64		78	65.75	3,158.83	4.80
	57	9.00	83.39	0.93		79	112.11	555.73	0.50
	58	167.56	20,310.01	12.12		80	153.59	4,109.25	2.68
	59	97.38	17,058.56	17.52		81	63.92	67.78	0.11
	60	9.04	232.76	2.57		82	59.08	195.65	0.33
	61	42.90	5,538.66	12.91		83	145.25	753.71	0.52
	62	57.88	8,767.82	15.15		84	133.77	2,247.04	1.68
	63	140.87	15,551.35	11.04		85	53.24	295.91	0.56
	64	87.36	9,635.69	11.03		86	38.04	103.00	0.27
	65	5.84	260.53	4.46		87	134.73	469.95	0.35
	66	279.60	7,798.87	2.79		88	152.81	550.91	0.36
	67	129.17	1,567.51	1.21		89	46.00	214.01	0.47
	68	215.53	1,252.79	0.58		90	28.56	83.64	0.29
	69	78.16	322.67	0.41		小計	4,057.88	261,182.03	6.44
70	34.86	251.58	0.72	總和	8,173.65	482,403.14	5.90		

(資料來源:本計畫整理)

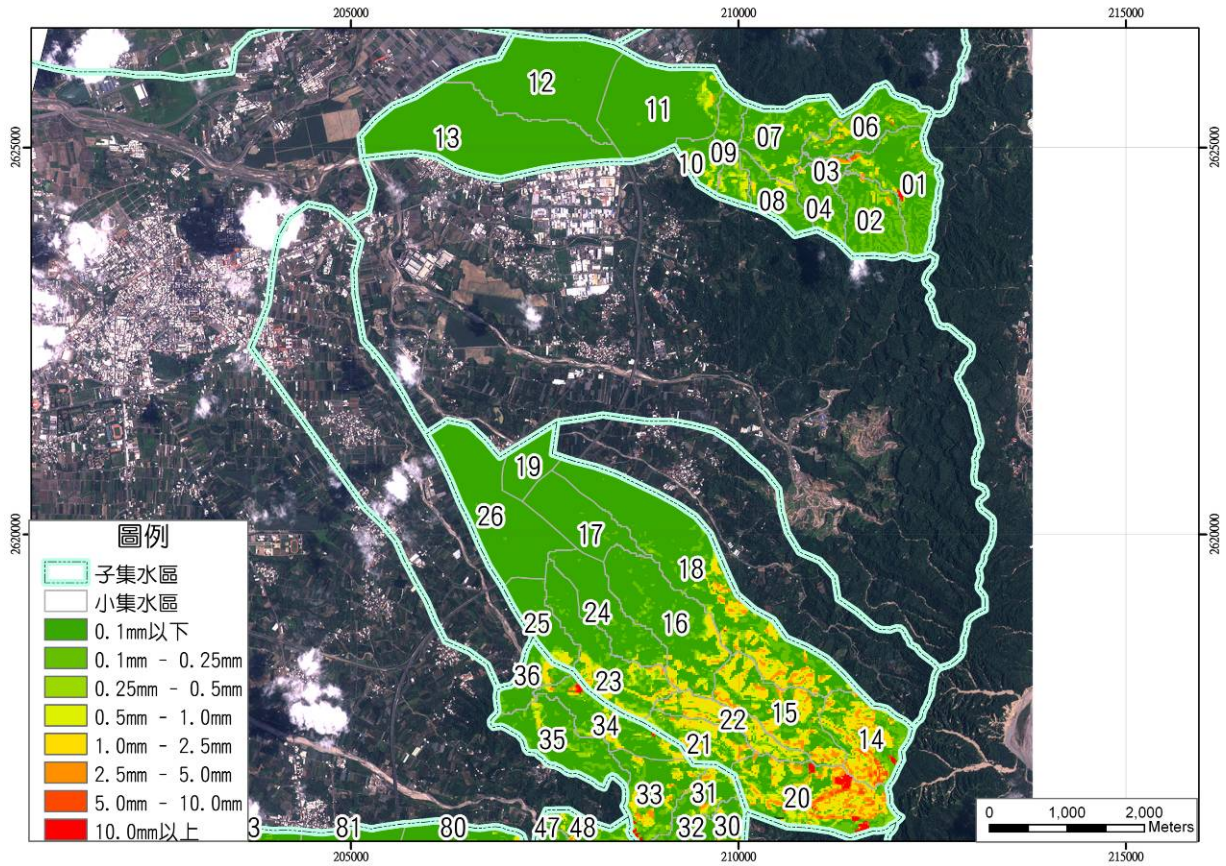


圖 4-3-4 計畫區內土壤沖蝕量分布圖(大埔溪、圳頂坑溪)

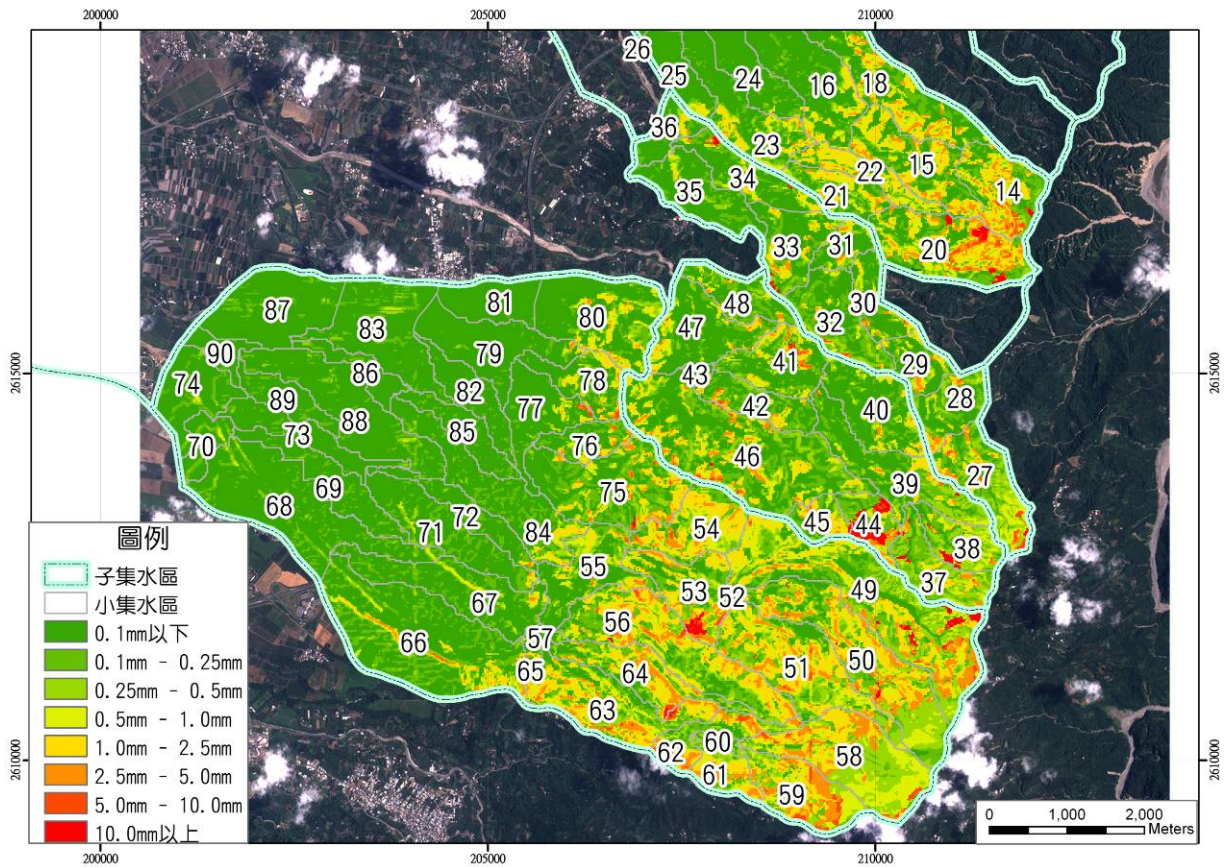


圖 4-3-5 計畫區內土壤沖蝕量分布圖(尖山坑溪、古坑及崁頂溪)

4-3-2 崩塌潛勢評估

本規劃使用適當模式來推估坡面土體崩塌之潛勢高低，莊政霖(2006)，基本概念公式使用參數分別為地層參數因子(γ_s 、 C_h 、 ϕ 、 n_1)、坡度(θ)、土層厚度(Z)及入滲率(f)等參數，利用Arcview分別套疊分析各參數並推估演算，分析結果依潛勢度區分為高潛勢($F.A.>1.0$)、中潛勢($1.0>F.A.>0.8$)、低潛勢($0.8>F.A.$)。其結果如表4-3-5及圖4-3-6~圖4-3-9所示。在不同累積降雨量情形分析，本區高潛勢崩塌地主要分布於崁頂溪及梅林溪子集水區，當累積雨量1,000mm時，本區屬高潛勢之坡面達217.4公頃，佔總面積0.96%。

表 4-3-5 計畫區崩塌潛勢等級面積統計表(單位：ha)

編號	集水區名稱	累積雨量 250mm			累積雨量 500mm			累積雨量 750mm			累積雨量 1,000mm		
		低潛勢	中潛勢	高潛勢	低潛勢	中潛勢	高潛勢	低潛勢	中潛勢	高潛勢	低潛勢	中潛勢	高潛勢
1	大埔溪	1,039.9	36.9	0.0	1,012.0	64.6	0.2	988.7	86.6	1.5	971.6	102.5	2.7
2	圳頂坑溪	1,390.5	24.3	0.8	1,363.4	50.5	1.8	1,340.6	71.8	3.2	1,320.6	90.8	4.3
3	尖山坑溪	624.2	60.0	1.7	596.8	83.7	5.5	576.0	96.8	13.2	559.3	108.2	18.5
4	古坑	972.4	102.0	0.3	898.7	174.9	1.1	849.2	220.9	4.6	804.9	260.0	9.7
5	崁頂溪	3,845.9	428.9	10.4	3,711.4	544.0	29.9	3,619.2	579.5	86.6	3,551.8	608.9	124.5
	總和	11,982.1	968.9	15.1	11,513.9	1,405.0	47.1	11,167.4	1,655.8	143.0	10,900.0	1,848.7	217.4

根據分析結果崩塌潛勢高之區位，其分布區位大多位於既有崩塌地、河道兩側、道路上下邊坡及高程較高或坡度較陡之山坡地，高潛勢之崩塌地位於河道旁及陡峭之邊坡上與現勘結果相符。將分析結果與航照圖套疊分析，發現航照圖上崩塌裸露地與高潛勢崩塌地相疊合，契合度達90%，顯示分析結果應可作為本區崩塌潛勢之推定。

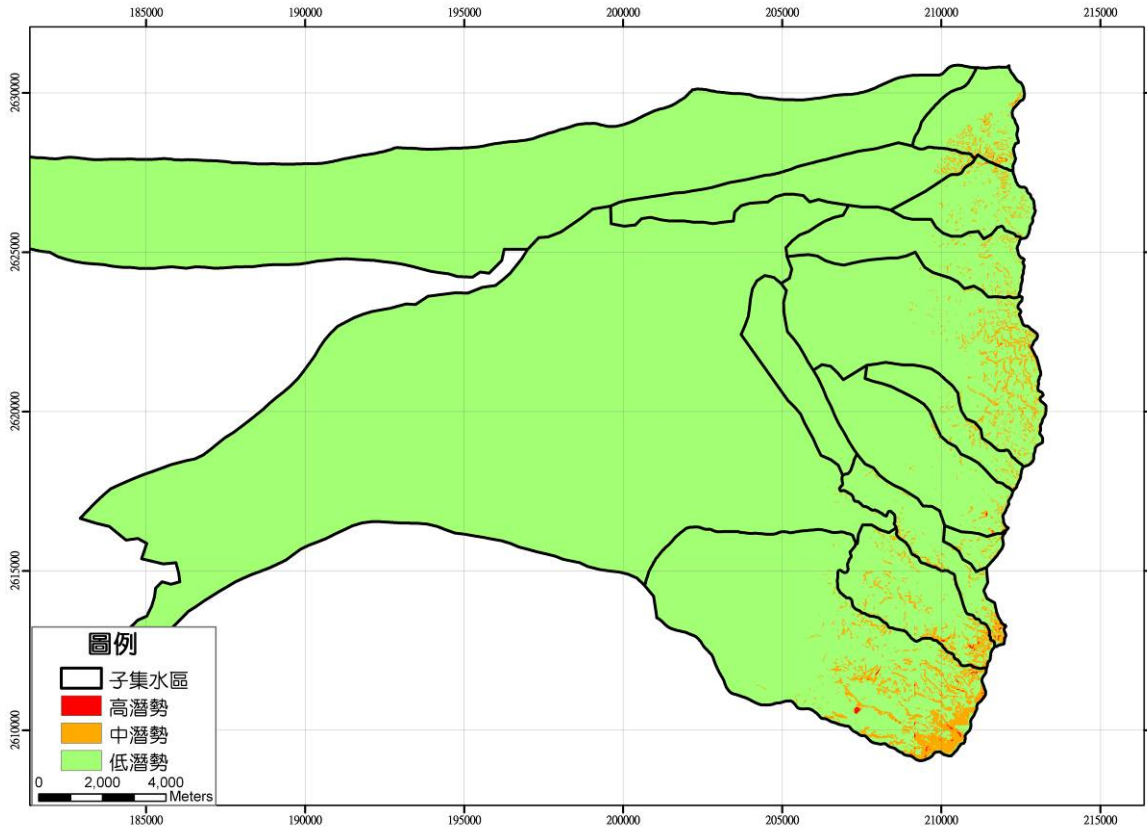


圖4-3-6 集水區內累積雨量250mm之崩塌潛勢分布圖

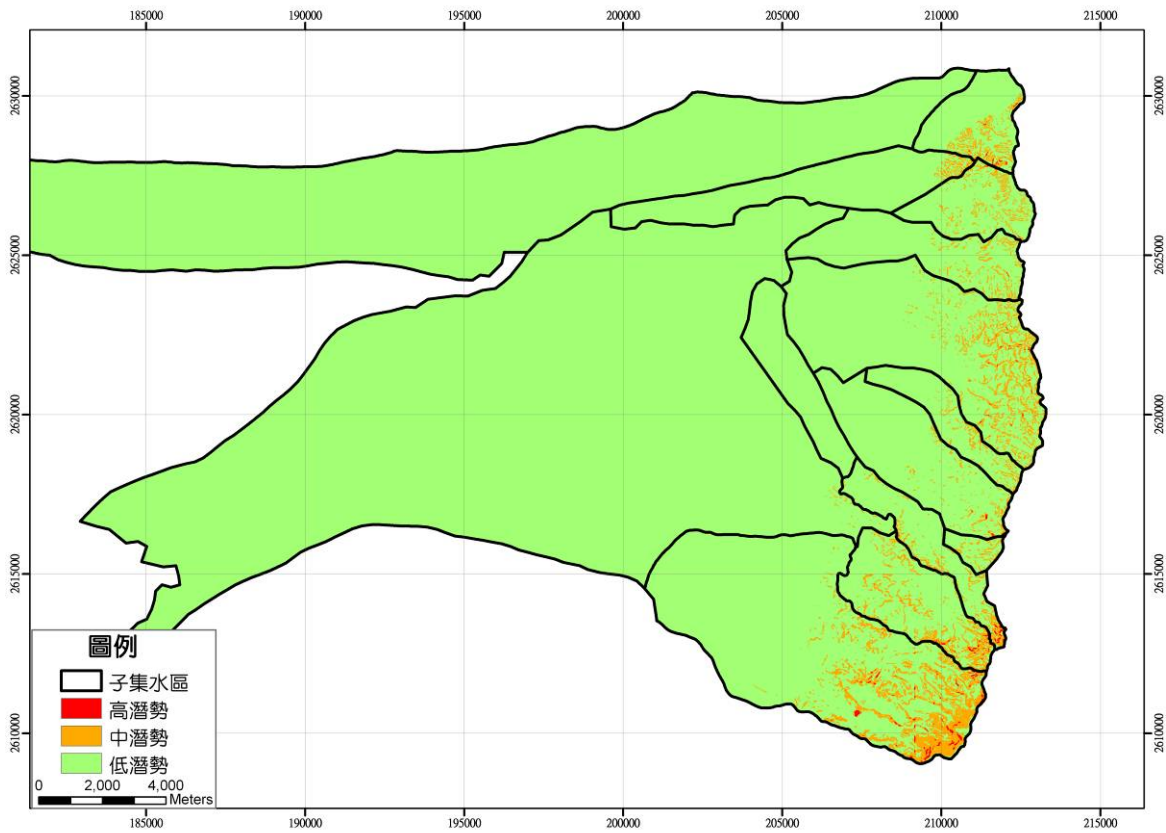


圖4-3-7 集水區內累積雨量500mm之崩塌潛勢分布圖

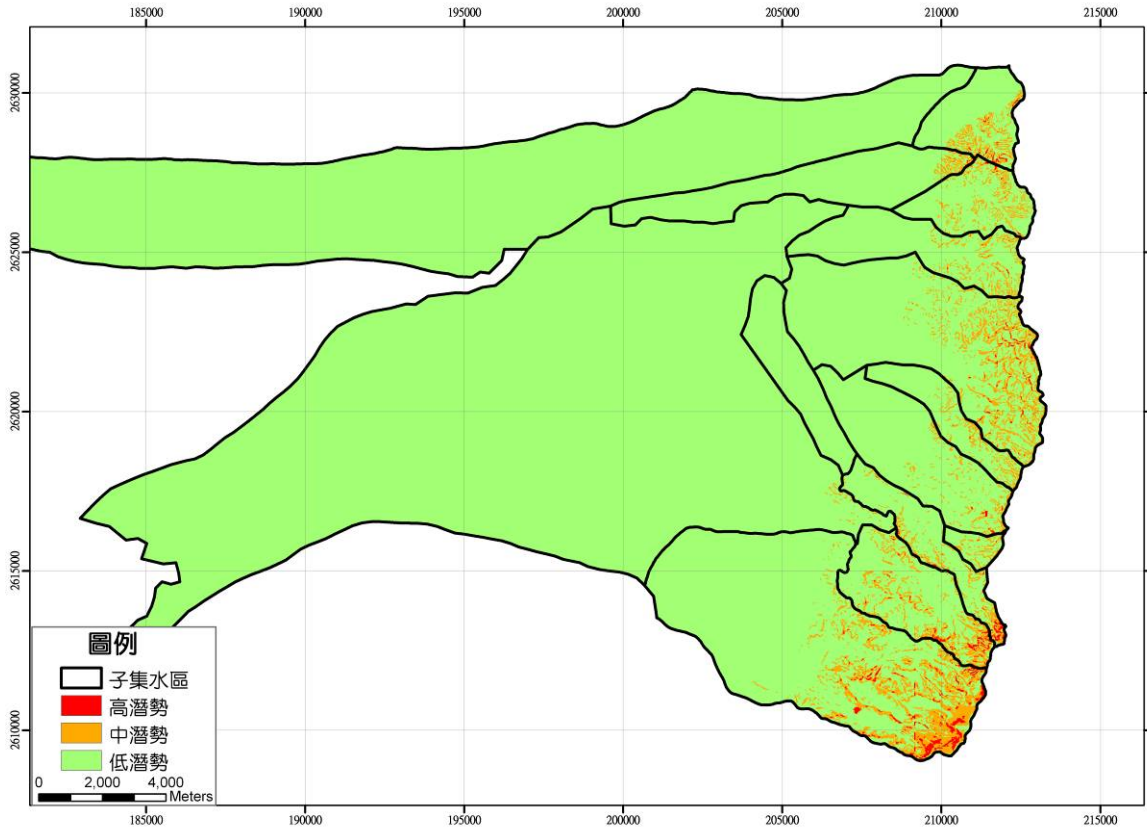


圖4-3-8 集水區內累積雨量750mm之崩塌潛勢分布圖

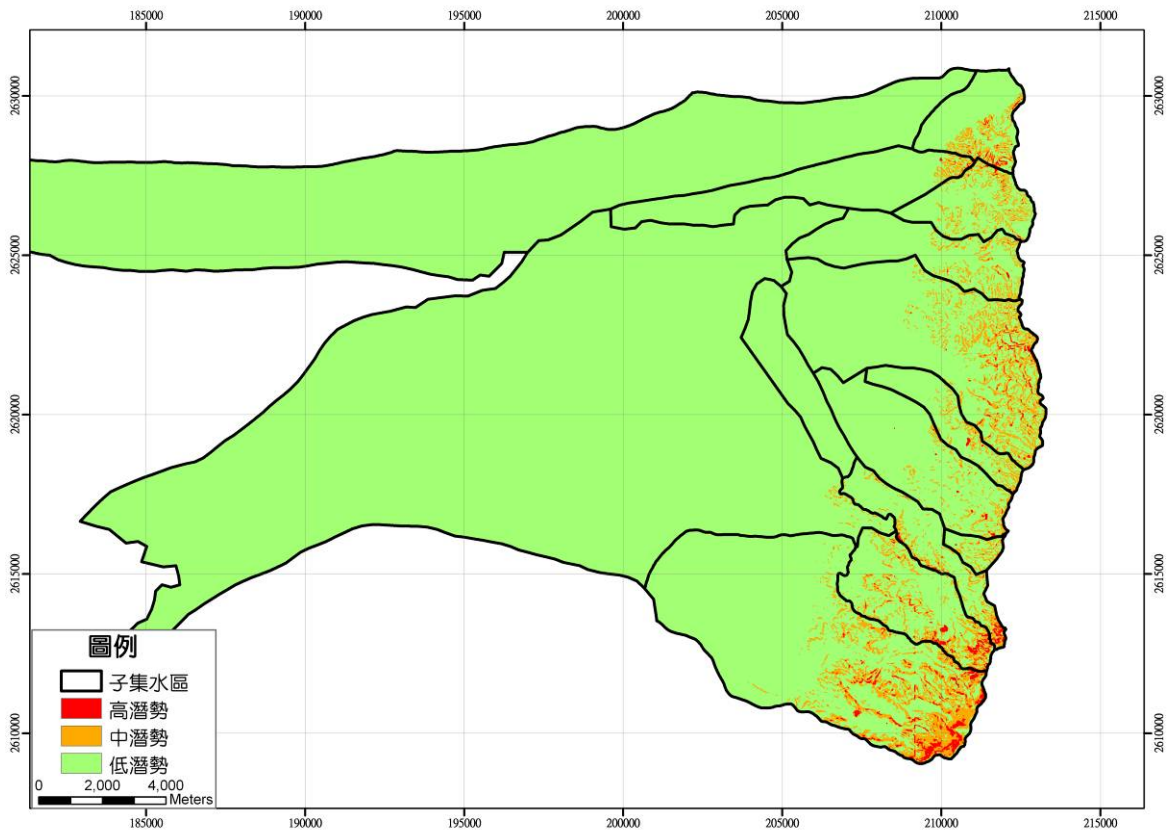


圖4-3-9 集水區內累積雨量1,000mm之崩塌潛勢分布圖

4-3-3 潛在崩塌量估算(以崩塌潛勢度分析推估土砂量)

崩塌深度因與坡度、坡向、地質土壤、地表覆蓋情形..等因素相關，由於本計畫幅員廣大，因此崩塌深度採用國家災害防救技術中心(NCDR)建立之模式作為崩塌深度之參考，如表4-3-6所示。

表 4-3-6 崩塌深度估計參考表

坡面坡度(度)	深度(m)
	國家災害科技研究中心(NCDR)
<30	5
30~40	4
40~60	3
>60	2

依本區累積雨量1,000mm之高潛勢區位套疊坡度圖，及可計算出各流域之潛在崩塌量，如表4-3-7所示。其中，崁頂溪子集水區崩塌總量(NCDR)為4,047,750m³為最高，其次為古坑子集水區崩塌總量(NCDR)為1,483,569m³，本重點計畫區內上游總潛在土砂量總計為666萬方(NCDR)。

表 4-3-7 崩塌量估算統計表

編號	小集水區名稱	崩塌總量(NCDR)
1	大埔溪	88,517
2	圳頂坑溪	439,368
3	尖山坑溪	602,110
4	古坑	1,483,569
5	崁頂溪	4,047,750
總和		6,661,314

4-3-4 土石流土砂流出量評估

土石流發生潛勢溪流之土砂流出量推估，乃參照水土保持局90年12月委託國立成功大學水利及海洋工程系謝正倫教授之「桃芝颱風災區土石流潛勢分析成果」報告書調查結果，建議之土石流流出量公式(超越機率90%)估算土石流潛勢溪流土砂潛能量 V_{SF} ：

$$V_{SF} = 120,418 A^{0.56} \tag{4-3-2}$$

式中，A：溪流之有效集水面積(km²)

V_{SF} ：土石流土砂潛能量(m³)

如圖4-3-10所示，本區土石流潛勢溪流為雲縣DF001、雲縣DF002及雲縣DF003等共計三條。依照表4-3-4計算各土石流潛勢溪流之土砂流出量，結果如表4-3-8所示，本計畫區內土砂流出量最高為雲縣DF003共122,428m³，其次為雲縣DF002之93,789 m³，再者為雲縣DF001之56,634m³，總計土石流潛勢溪流之土砂流出量為272,851m³。

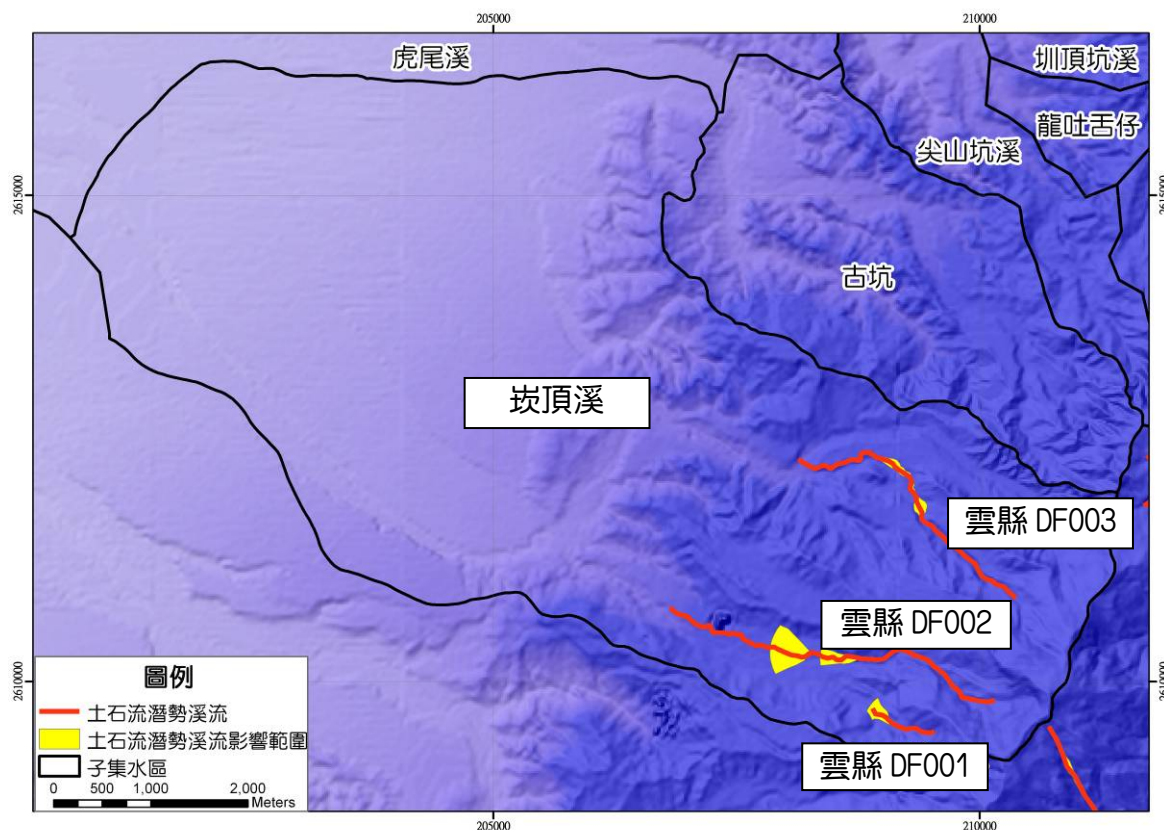


圖 4-3-10 集水區土石流潛勢溪流分布圖

表 4-3-8 崁頂溪集水區內土石流土砂流出量 V_{90} 列表

土石流編號	面積(ha)	有效面積(ha)	土砂流出量(m ³)
雲縣 DF001	39	26	56,634
雲縣 DF002	162	64	93,789
雲縣 DF003	140	103	122,428
總 和			272,851

(資料來源:本計畫整理)

4-3-5 土砂收支分析

集水區泥砂主要來自於流域內地表之沖蝕、山崩及溪岸之崩塌，再者以人為過度開發所造成之崩塌，其中包含道路邊坡崩塌所導致的沖蝕量，以及坡地利用所造成之沖蝕與崩塌量居次，此外，挖土方之任意棄置等亦為流域泥砂之來源。為求得泥砂真正來源，除一般土地利用、崩塌地調查之外，對於集水區內之道路水土保持、林業經營等因素亦需加以考量。尤其921地震之後，本集水區產砂的量與質均有顯著的改變，其中又以土石流和崩塌所攜出的土砂量最為可觀，必須加以重視。

一般而言，集水區泥砂來源不外乎崩塌與坡地沖蝕兩種，本計畫中集水區泥砂產量乃以坡地面沖蝕、坡面土體崩塌、河岸邊坡地滑與坡地開發為主，如圖4-3-11所示，以下將就土砂生產之主要來源逐一說明。

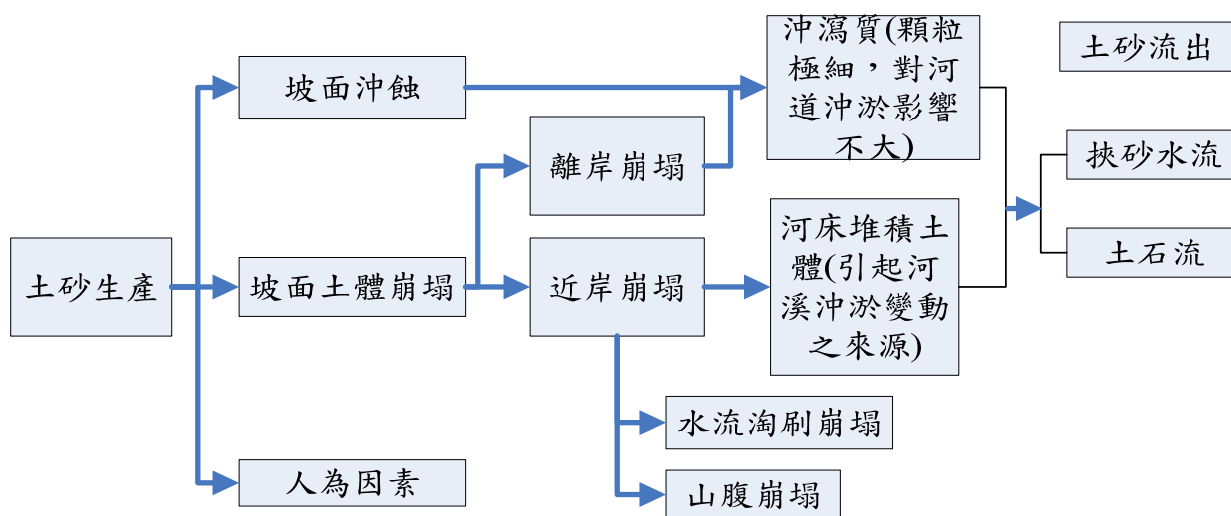


圖 4-3-11 土砂來源分析

根據坡面沖蝕及崩塌量估算分析結果，由於河道土砂來源主要為近岸崩塌及土壤沖蝕量兩種，本計畫近岸崩塌乃採用河道兩岸500公尺寬內崩塌地列入計算土砂量，土壤沖蝕量係採用單場降雨分析該集水區總沖蝕量。

其中泥砂遞移率SDR(%)乃採用陳樹群、賴益成(2006)針對台灣10座水庫進行推導公式，如下所示，式中A為集水區面積：

$$SDR = 249.14A^{-0.316} \quad (4-3-3)$$

針對土砂收支量計算，本計畫採用累積雨量達1,000mm進行分析，得到土壤沖蝕總量為91,816m³，近岸崩塌總量為3,262,425m³，近岸崩塌主要分布於崁頂溪及古坑子集水區，總土砂輸入量為707,048m³。再者由洪峰流量推估計算得到土砂輸移量為627,905m³。各子集水區土砂收支情形詳表4-3-9所示。

表 4-3-9 整體土砂量估算統計表

編號	小集水區名稱	SDR (%)	單場降雨之土壤沖蝕量(m ³)	近岸崩塌總量(m ³)	總土砂輸入量(m ³)	土砂輸移量(m ³)	土砂收支量(m ³)
代號		SDR	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
計算方式說明		採陳樹群、賴益成(2006)之泥砂遞移率公式計算	年沖蝕量×(單場降雨量/年平均雨量)	以河岸兩邊 200 公尺距離內之中、高潛勢崩落地之崩塌量進行估算、	考量單場降雨量之土壤沖蝕量與近岸崩塌總量遞移進入河道之量體	單場降雨延時內之水流挾砂能力	以輸出土砂量與水流輸砂能力之差，評估該集水區之沖淤
計算方式		-	-	-	((A)+(B))×SDR	Q×(1+α)×降雨延時	(C)-(D)
1	大埔溪	27.43	2,062	154,685	42,996	46,584	-3,588
2	圳頂坑	25.16	14,930	286,125	75,745	62,012	13,733
3	尖山坑	31.63	6,140	231,581	75,191	56,697	18,494
4	古坑	27.45	18,798	410,476	117,836	89,508	28,328
5	崁頂溪	17.73	49,886	2,179,558	395,280	373,104	22,176
總計			91,816	3,262,425			

資料來源:本計畫整理

註：土砂收支量負值為河道主沖刷，反之為主淤積