

貳、計畫區域環境概述

2-1 環境基本資料

1. 地理位置

龍泉堰塞湖流域分區屬秀姑巒溪流域，其下游河段屬秀姑巒溪主流之最上游，龍泉堰塞湖之地理位置圖如圖 2-1-1 所示，集水區面積為 12 平方公里，上游集水區由高度約 2,000 公尺之崙天山，西崙天山等高山所組成。高峰之下為龍泉斷崖，崖壁陡落，直降池上平原，是中央山脈東部大斷崖之一部份。龍泉斷崖被崙天山與西崙天山向池上平原發展的支稜所包圍，形成一個小型的三角形凹袋，袋中為龍泉溪之集水區。龍泉溪上源在斷崖中以大小不一的瀑布相接，龍泉溪在平原呈潛流，到扇端復以泉水湧出地面流入秀姑巒溪。

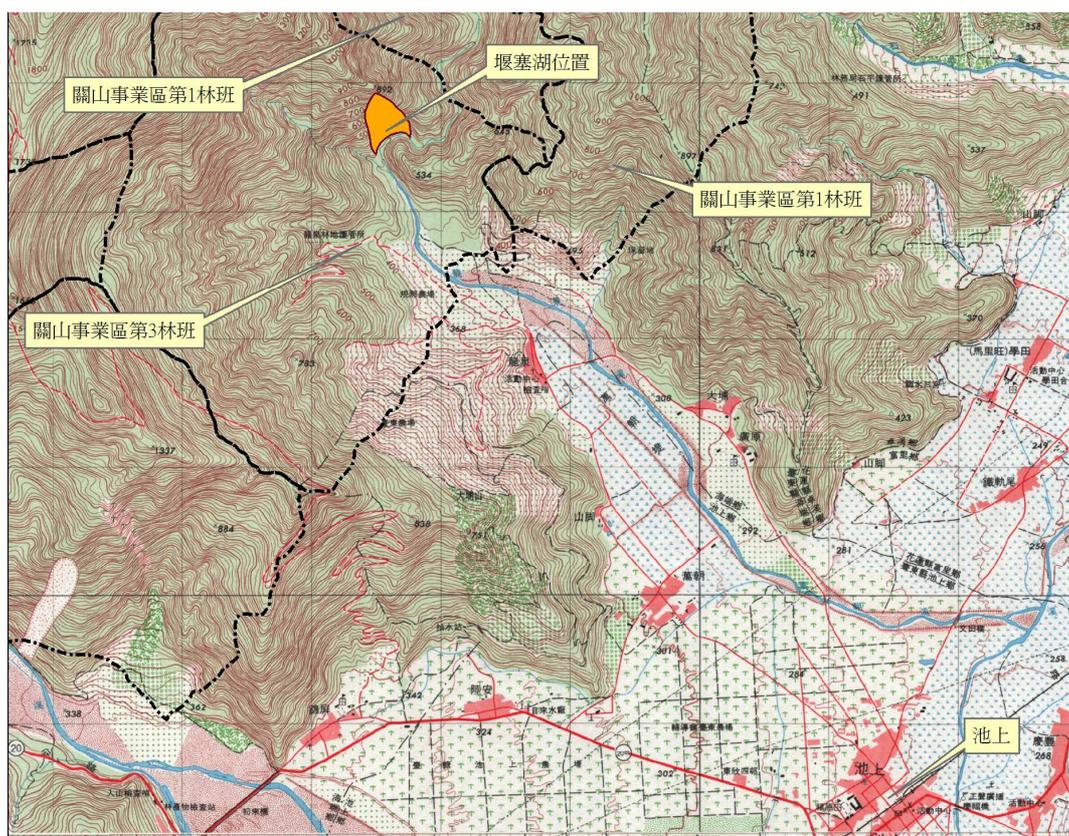


圖 2-1-1 龍泉溪堰塞湖地理位置圖

2. 氣候

依據中央氣象局歷年氣象觀測資料顯示(表 2-2-1)，該區域年平均溫度約為 21.7°C，以 12 月至翌年 3 月為低溫期，每年 1 月氣溫為最低，最低氣溫約為 15.0°C，5 月至 10 月為高溫期，以 7 月溫度最高，最高氣溫可達 28.4°C。流域內各月份之平均風速約 1.5m/sec，年平均降雨日數約 118.8 天。

表 2-2-1 氣候資料一覽表

月份	降雨日數(天)	平均風速 (m/s)	氣溫 (°C)		
			平均	最低	最高
一月	7.5	1.9	16.2	15.0	17.0
二月	8.6	1.9	17	16.2	17.8
三月	8.0	1.6	18.8	16.2	20.6
四月	9.3	1.4	21.6	20.5	22.9
五月	13.0	1.3	23.8	22.2	24.7
六月	12.3	1.3	25.6	24.4	26.3
七月	10.9	1.3	26.7	25.8	28.4
八月	12.4	1.1	26.3	25.4	26.9
九月	14.6	1.1	24.7	23.6	25.9
十月	9.8	1.6	22.5	21.0	23.9
十一月	6.1	1.8	20.2	18.9	21.3
十二月	6.3	2.0	17.6	14.7	19.0
合計	118.8		-	-	-
平均		1.5	21.7	20.3	22.9

資料來源：中央氣象局池上氣象站，記錄年限 1997~2005 年

3.雨量

龍泉溪集水區鄰近雨量站共計有三處，分別為明里、下馬及池上雨量站，其中距離堰塞湖最近之雨量站為池上雨量站，雨量站分佈位置如圖 2-1-2，其中距離堰塞湖最近之雨量站為池上雨量站。

下表紀錄各測站過去五年來之月平均雨量資料 (詳表 2-1-2)，主要降雨集中在雨季五月至九月間，而十月至翌年四月為少雨季節。

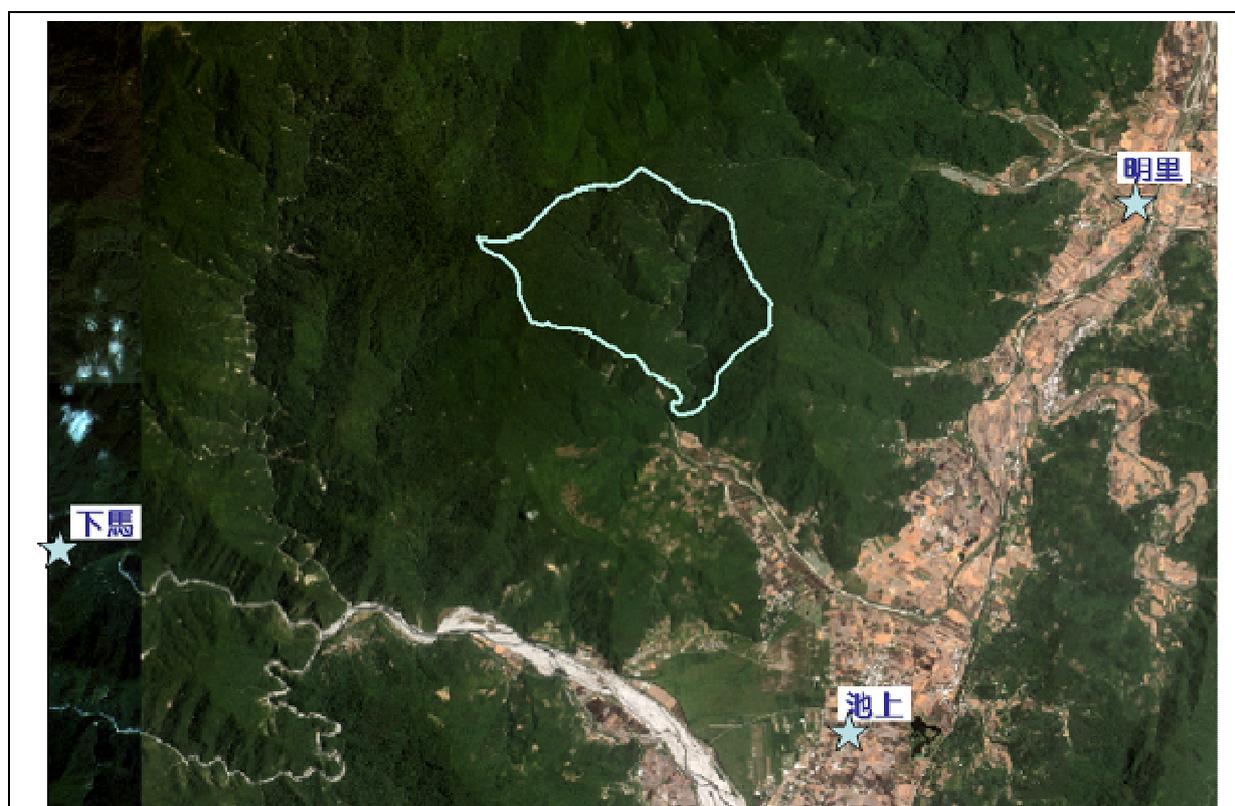


圖 2-1-2 龍泉崩塌地鄰近雨量站分佈圖

表 2-1-2 鄰近雨量觀測站近五年來月平均雨量與年平均雨量統計表

站名	年份	月平均雨量(mm)												年雨量(mm)
		一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	
下馬雨量站	2002	72.5	18.5	19.5	4	111.5	114	182.5	170	75.5	39.5	15.5	82.5	905.5
	2003	31	9.5	33.5	76	26	117	79.5	620	507.5	40	149.5	12	1701.5
	2004	14	103.5	311.5	332	68	143	11	424.5	127.5	40	149.5	12	1736.5
	2005	3	4	149	-	149	286	262	572	411.5	121.5	36	37.5	2031.5
	2006	24	32.5	60	92	424.5	339	443	142	233.5	17	39	20.5	1867
	2007	11	13	24.5	-	-	-	45	473.5	-	-	1.5	18	
池上雨量站	2002	48.5	8	17.5	27	125.5	95.5	142	210.5	99.5	43	11.5	54	882.5
	2003	23	9.5	17.5	38	19	84	88	373	536	18.5	106.5	4.5	1317.5
	2004	17	27.5	21.5	19	30	57.5	445.0	138.5	365	20	1.5	386	1528.5
	2005	3	39	78	26	143.5	299.5	187.5	478.5	397.5	98.5	35.5	27.5	1813.5
	2006	32.5	16.5	34	66	402	195	392.5	170.5	229	19.5	15.5	10	1583
	2007	7	9	8	-	-	-	26.5	797	423	73	286	0.5	1630
明里雨量站	2002	64	16	26.5	21	102.5	89.5	129	204.5	125	63	36	60	937
	2003	48	27	25	117.5	46.5	96.5	102	583	575	121	214.5	5	1961
	2004	0.5	3.5	6	-	107	172.5	576	88.5	358.5	56.5	3	397	1769
	2005	8	7.5	96	-	237.5	238	188	565	470.5	125.5	27	28	1993
	2006	65.5	22.5	37	72	413	217.5	368.5	212	209	58.5	22	11	1708.5
	2007	7.5	39	23	-	-	-	113	773.5	606	118.5	415.5	-	2096

資料來源：中央氣象局點對點雨量觀測服務系統

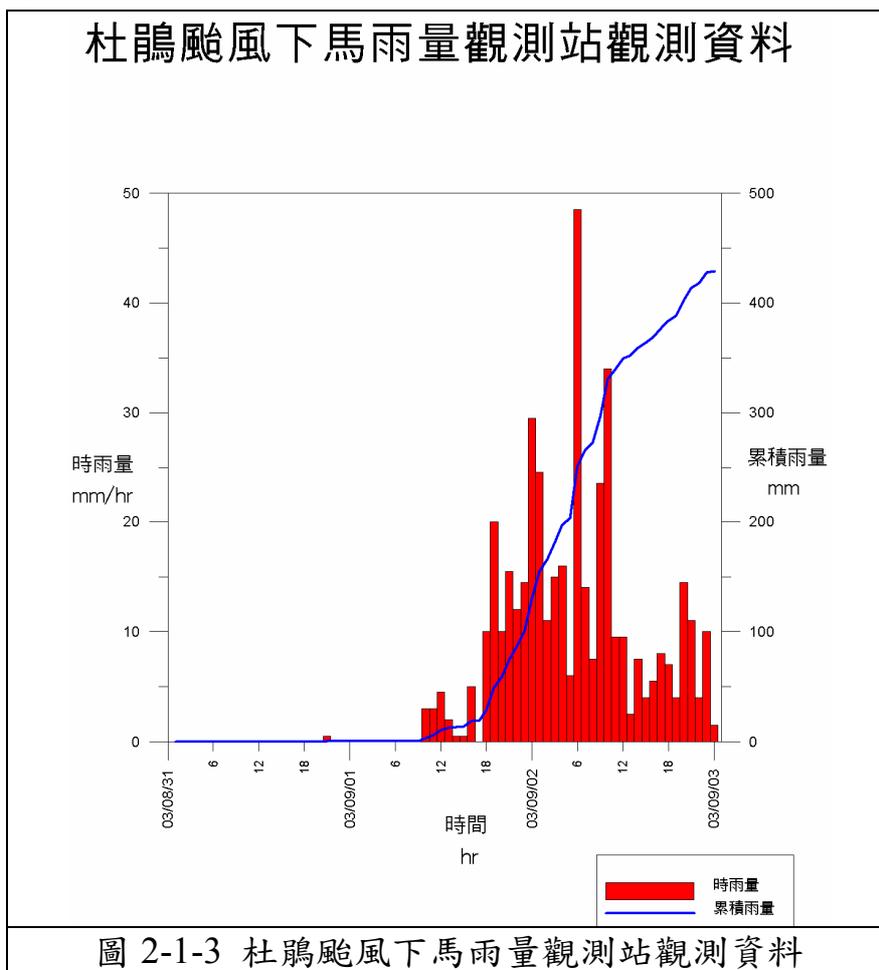


4. 颱風事件雨量記錄

以下就近五年來之颱風豪雨事件中，選取事件降雨量較高著為代表，分別整理該事件於下馬、池上、明里等三處雨量站之觀測資料，整理結果如下。

(1) 杜鵑颱風

杜鵑颱風於 2003/08/31~2003/09/02 期間影響台灣，颱風事件發生期間下馬雨量觀測站所測得之最大時雨量為 48.5mm/hr，累積總雨量為 429mm。池上雨量觀測站所測得之最大時雨量為 34.5mm/hr，累積總雨量為 297.5mm。明里雨量觀測站所測得之最大時雨量為 36mm/hr，累積總雨量為 392.5mm。



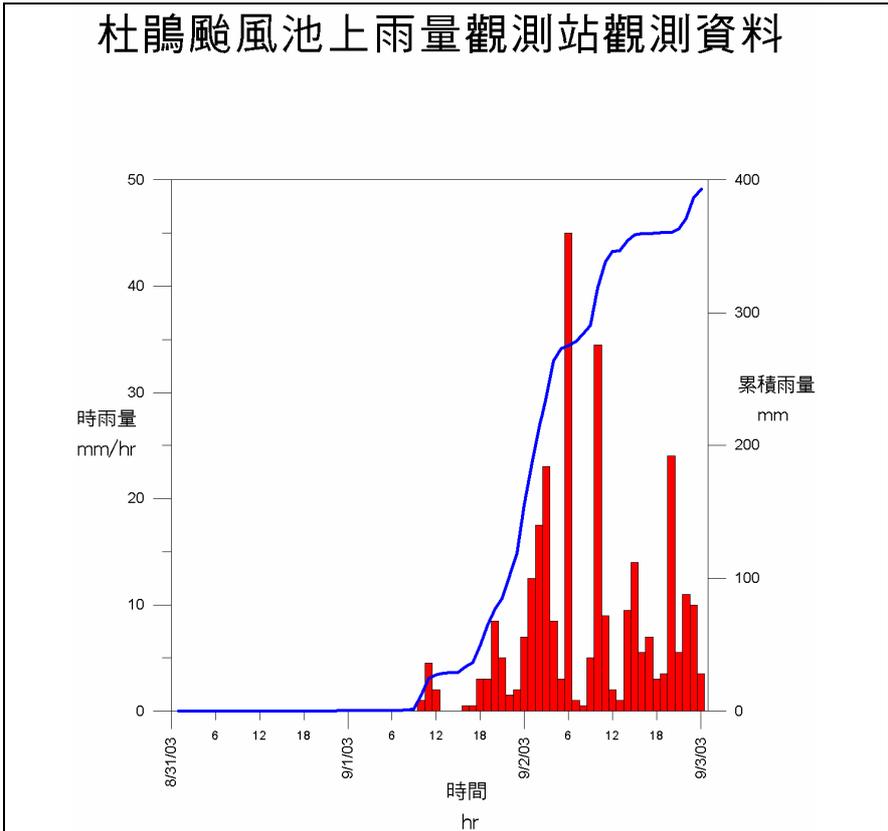


圖 2-1-4 杜鵑颱風池上雨量觀測站觀測資料

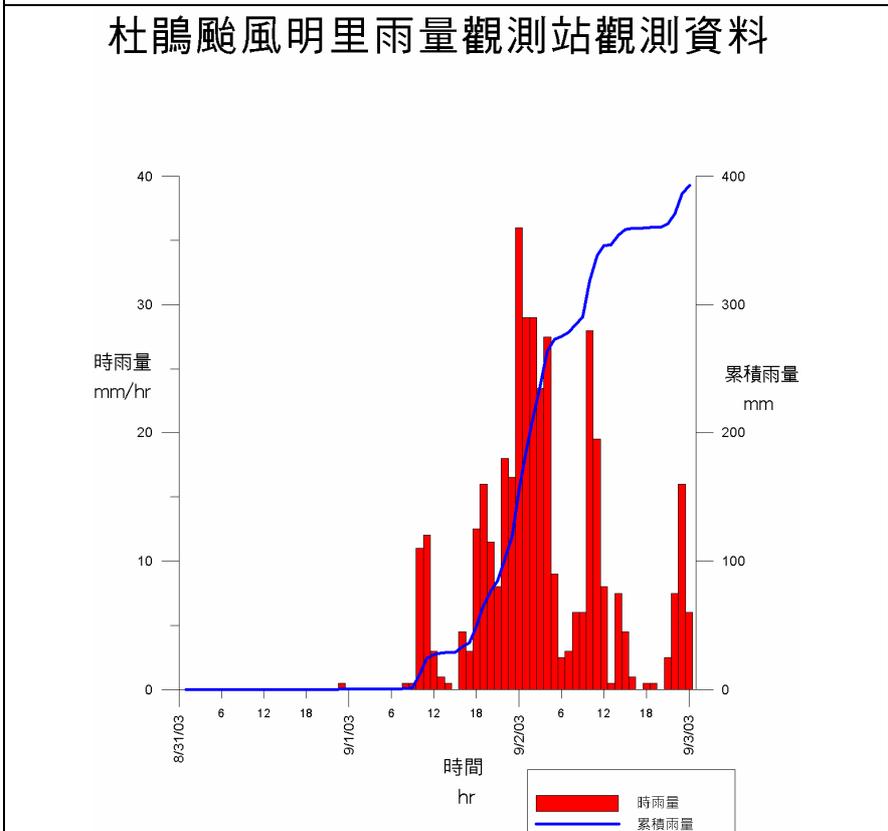
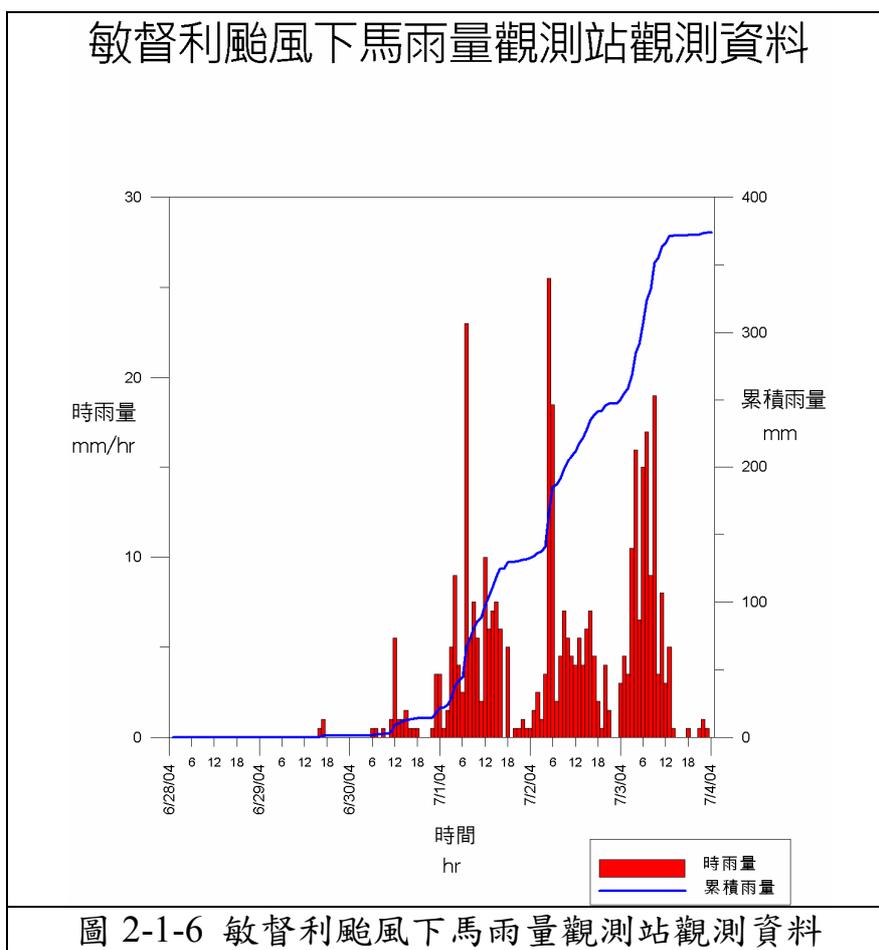


圖 2-1-5 杜鵑颱風下馬雨量觀測站觀測資料

(2)敏督利颱風

敏督利颱風於 2004/06/28~2004/07/03 期間影響台灣，颱風事件發生期間下馬雨量觀測站所測得之最大時雨量為 25.5mm/hr，累積總雨量為 473mm。池上雨量觀測站所測得之最大時雨量為 57mm/hr，累積總雨量為 384mm。明里雨量觀測站所測得之最大時雨量為 33mm/hr，累積總雨量為 498.5mm。



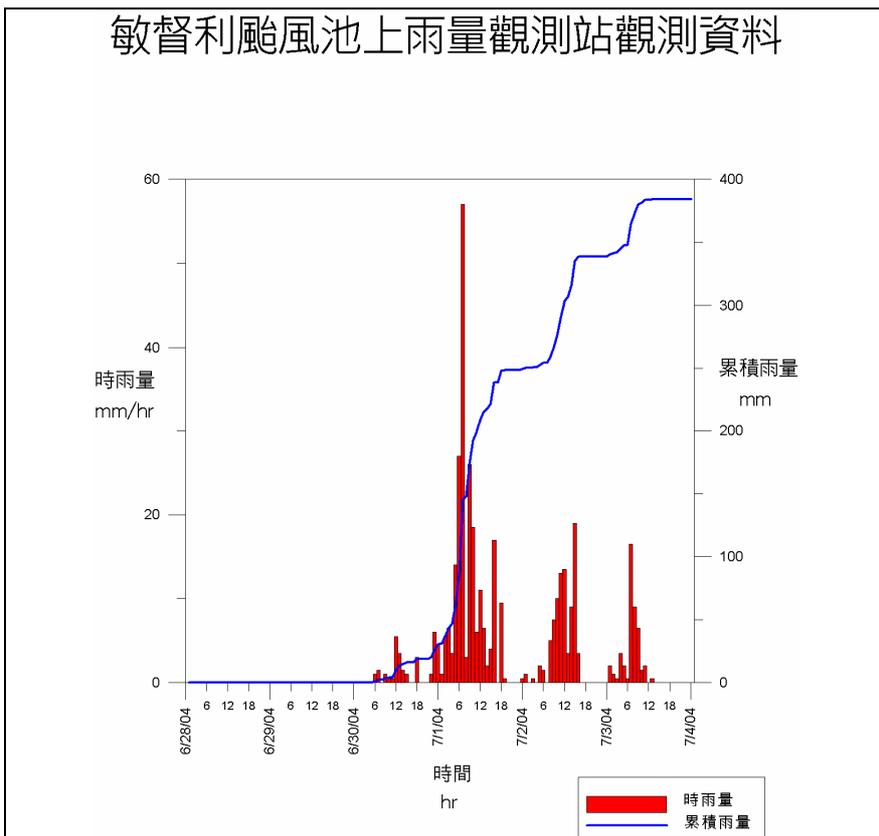


圖 2-1-7 敏督利颱風池上雨量觀測站觀測資料

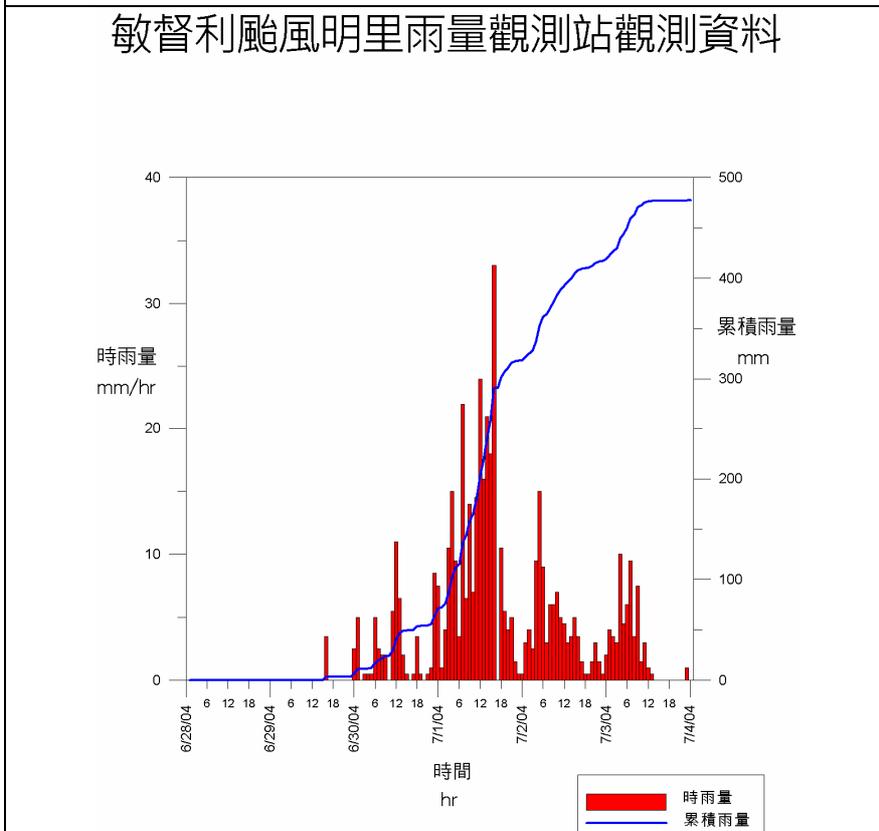
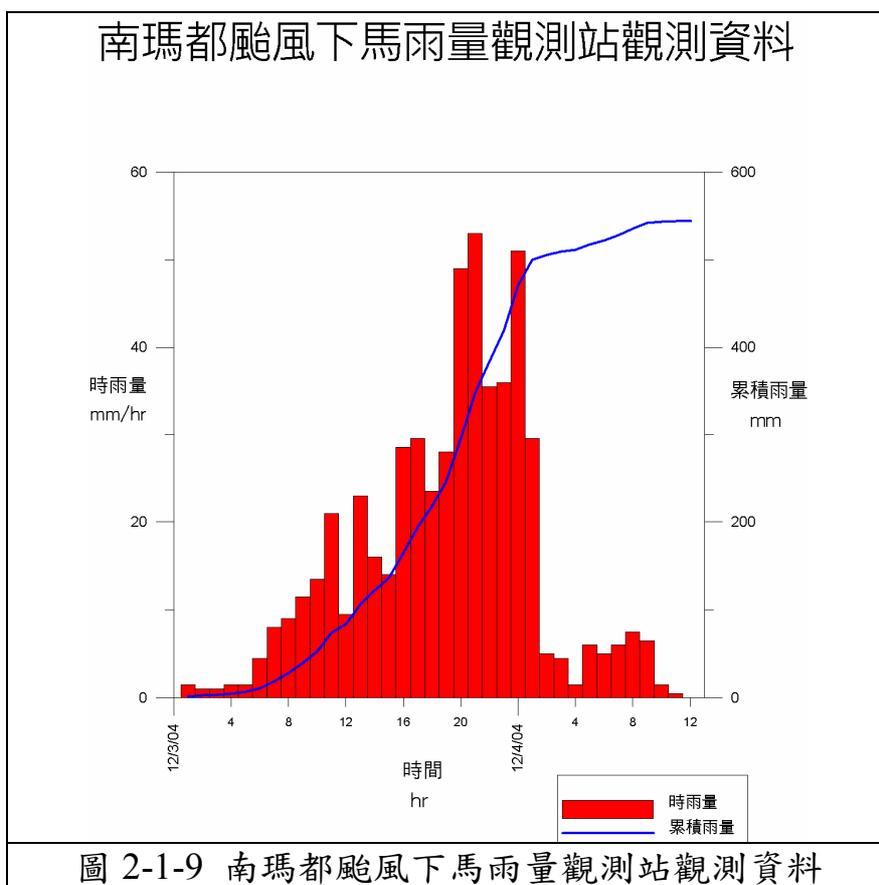


圖 2-1-8 敏督利颱風下馬雨量觀測站觀測資料

(3)南瑪都颱風

南瑪都颱風於 2004/12/03~2004/12/04 期間影響台灣，颱風事件發生期間下馬雨量觀測站所測得之最大時雨量為 53mm/hr，累積總雨量為 544mm。池上雨量觀測站所測得之最大時雨量為 39mm/hr，累積總雨量為 375mm。明里雨量觀測站所測得之最大時雨量為 37mm/hr，累積總雨量為 379mm。



南瑪都颱風池上雨量觀測站觀測資料

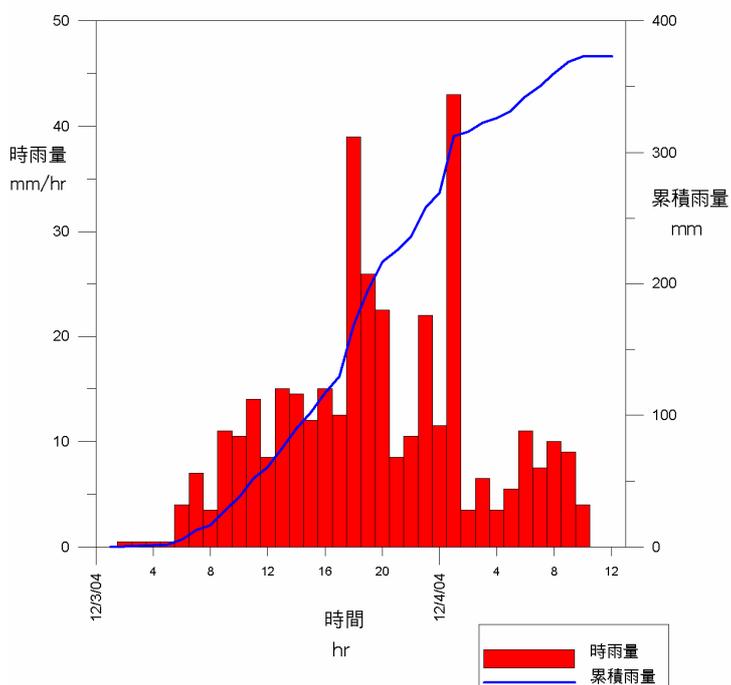


圖 2-1-10 南瑪都颱風池上雨量觀測站觀測資料

南瑪都颱風明里雨量觀測站觀測資料

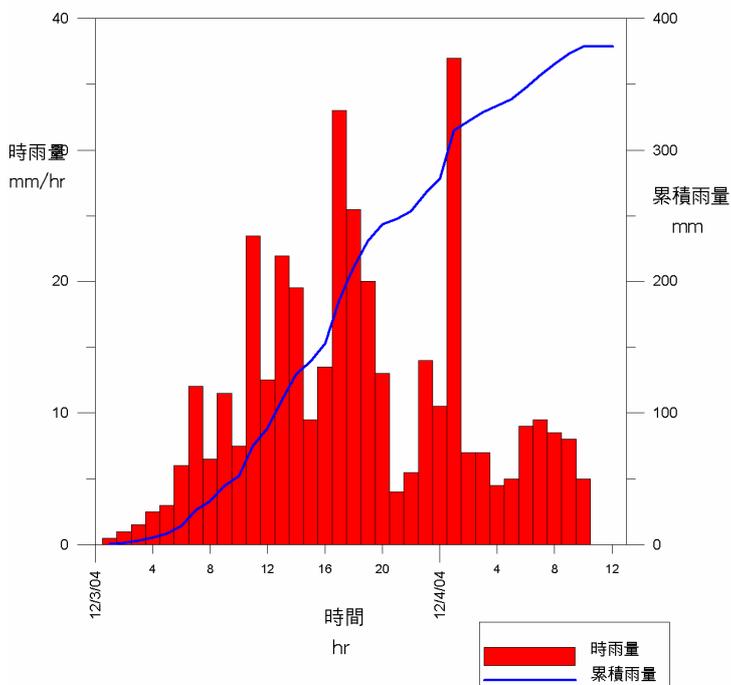
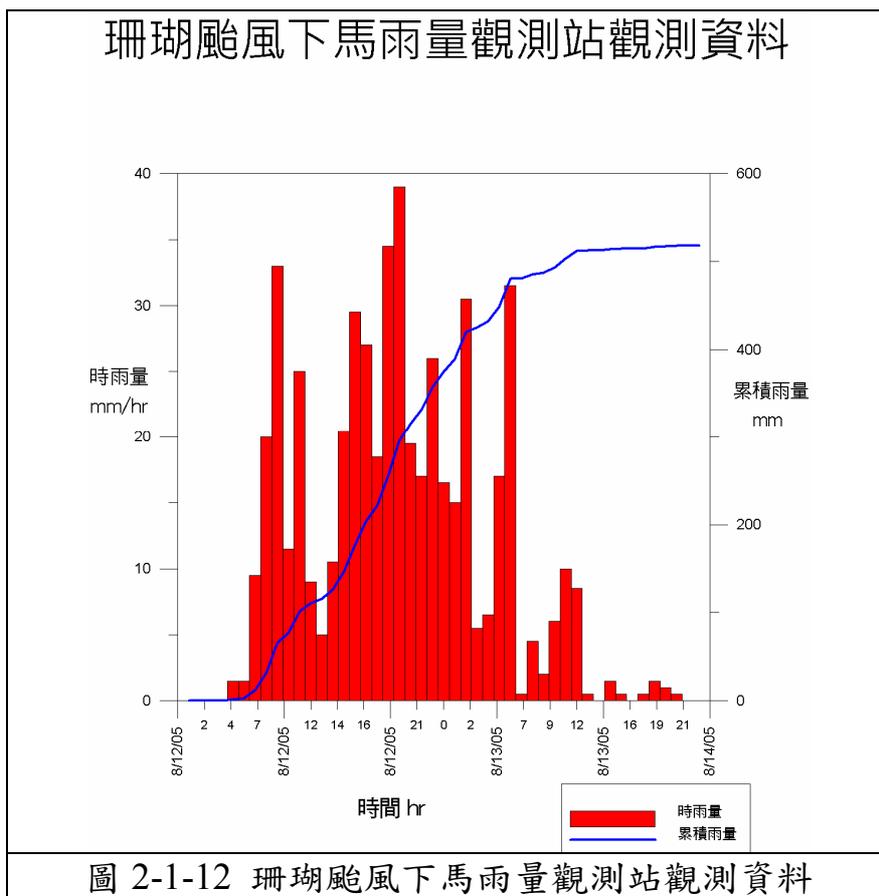


圖 2-1-11 南瑪都颱風下馬雨量觀測站觀測資料

(4) 珊瑚颱風

珊瑚颱風於 2005/08/11~2005/08/13 期間影響台灣，颱風事件發生期間下馬雨量觀測站所測得之最大時雨量為 39mm/hr，累積總雨量為 518mm。池上雨量觀測站所測得之最大時雨量為 33mm/hr，累積總雨量為 403mm。明里雨量觀測站所測得之最大時雨量為 35.5mm/hr，累積總雨量為 492.5mm。



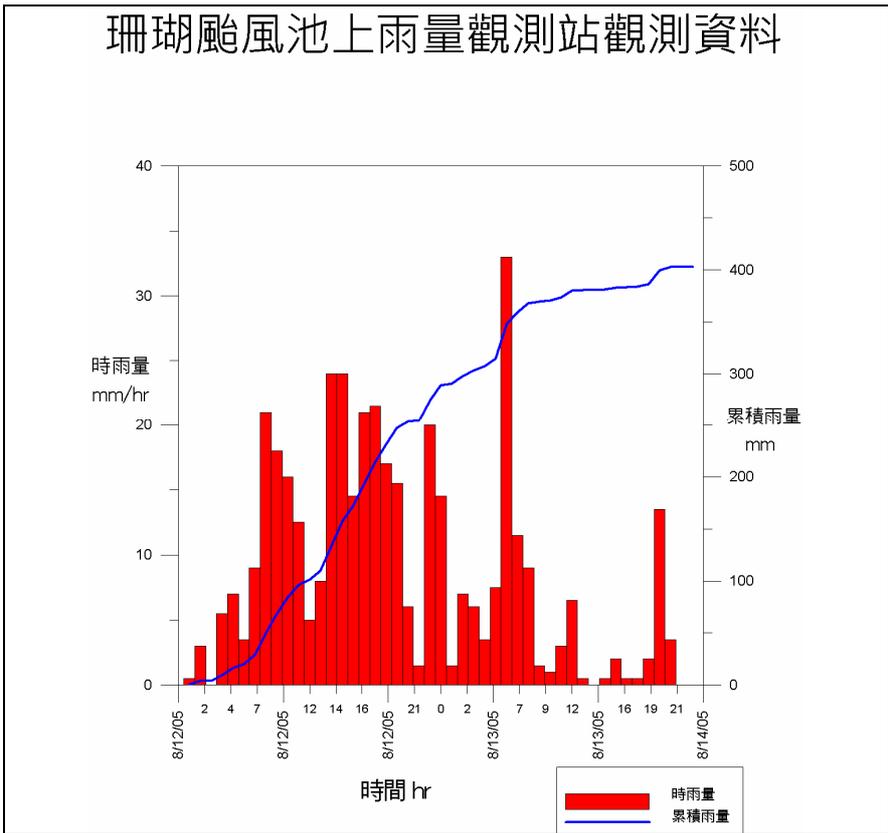


圖 2-1-13 珊瑚颱風池上雨量觀測站觀測資料

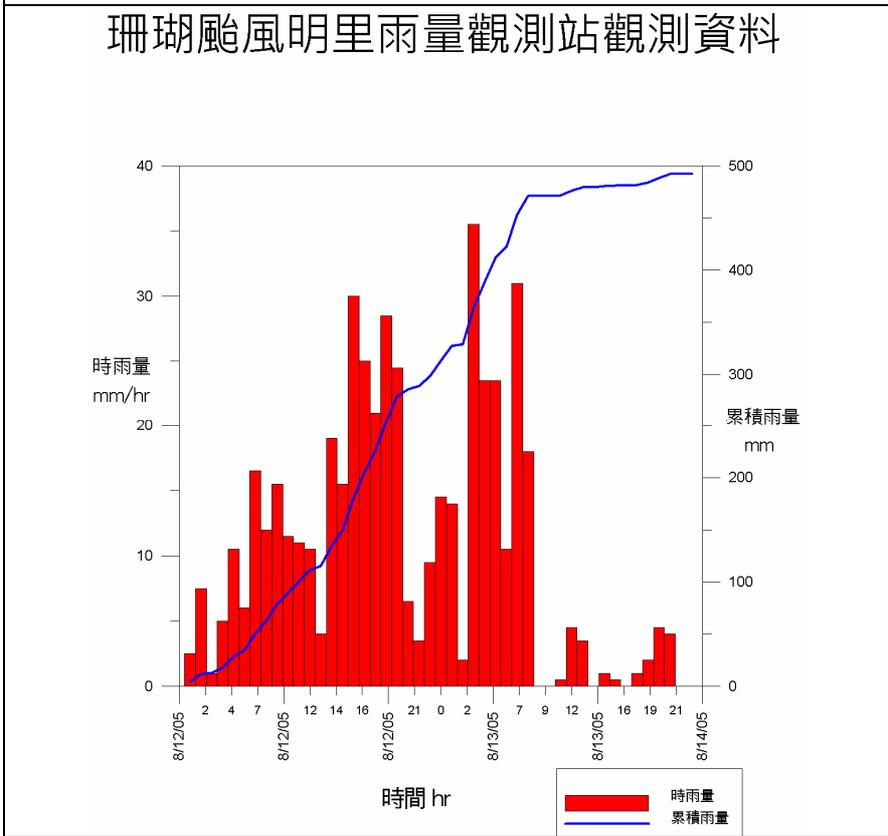
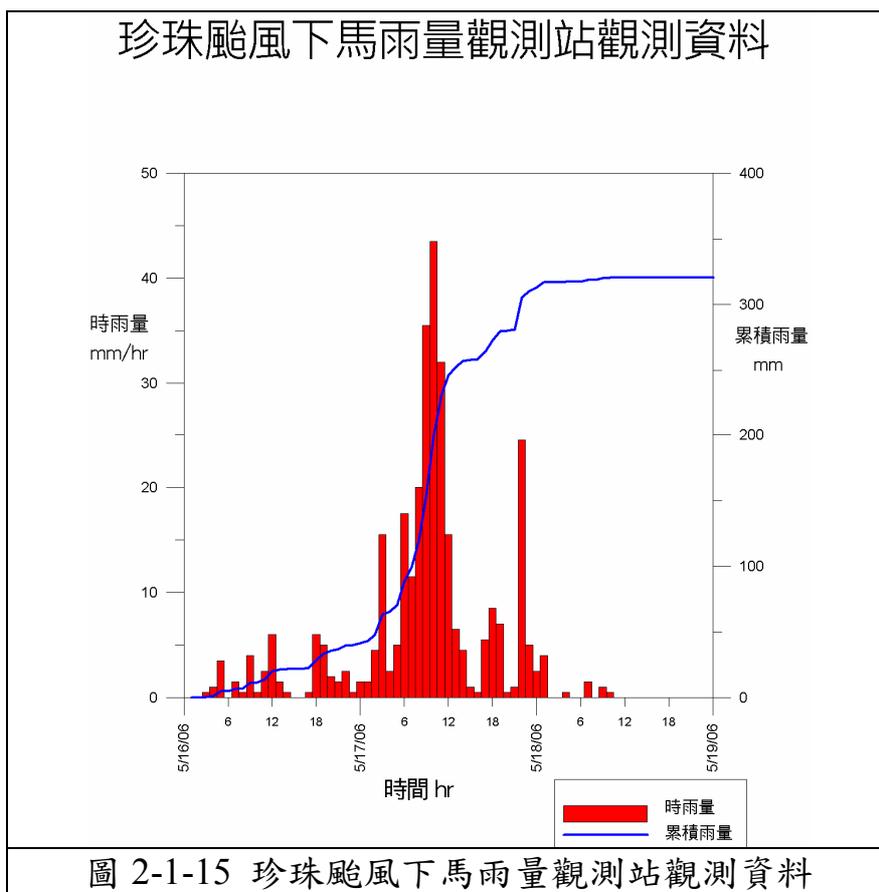


圖 2-1-14 珊瑚颱風下馬雨量觀測站觀測資料

(5)珍珠颱風

珍珠颱風於 2006/05/16~2005/05/18 期間影響台灣，颱風事件發生期間下馬雨量觀測站所測得之最大時雨量為 43.5mm/hr，累積總雨量為 320.5mm。池上雨量觀測站所測得之最大時雨量為 51.5mm/hr，累積總雨量為 296mm。明里雨量觀測站所測得之最大時雨量為 22mm/hr，累積總雨量為 307.5mm。



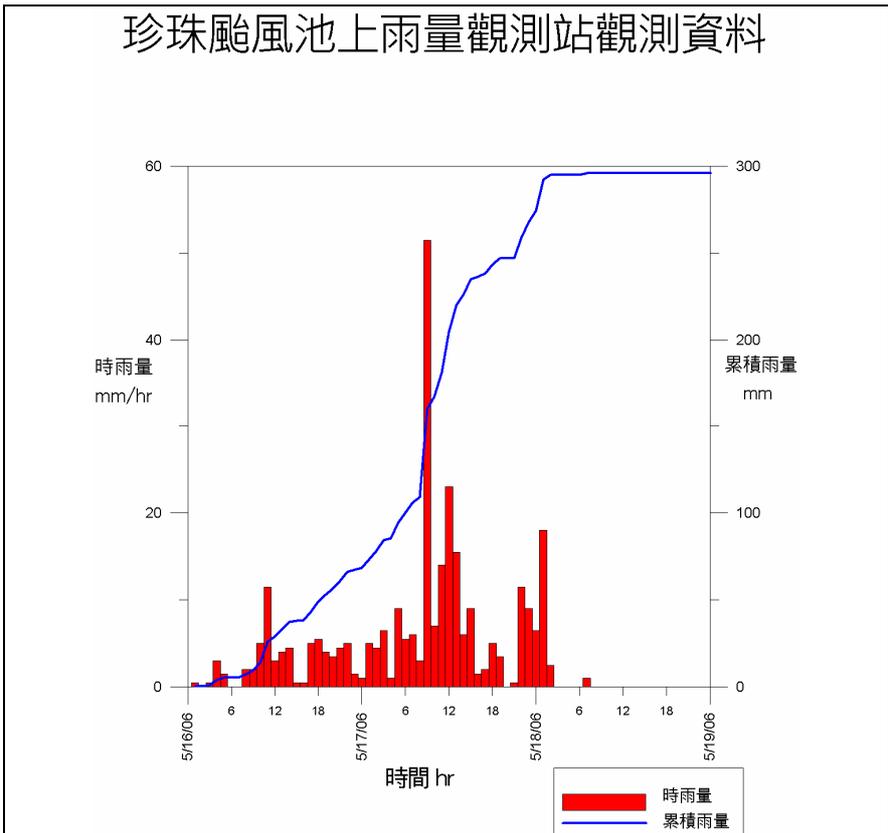


圖 2-1-16 珍珠颱風池上雨量觀測站觀測資料

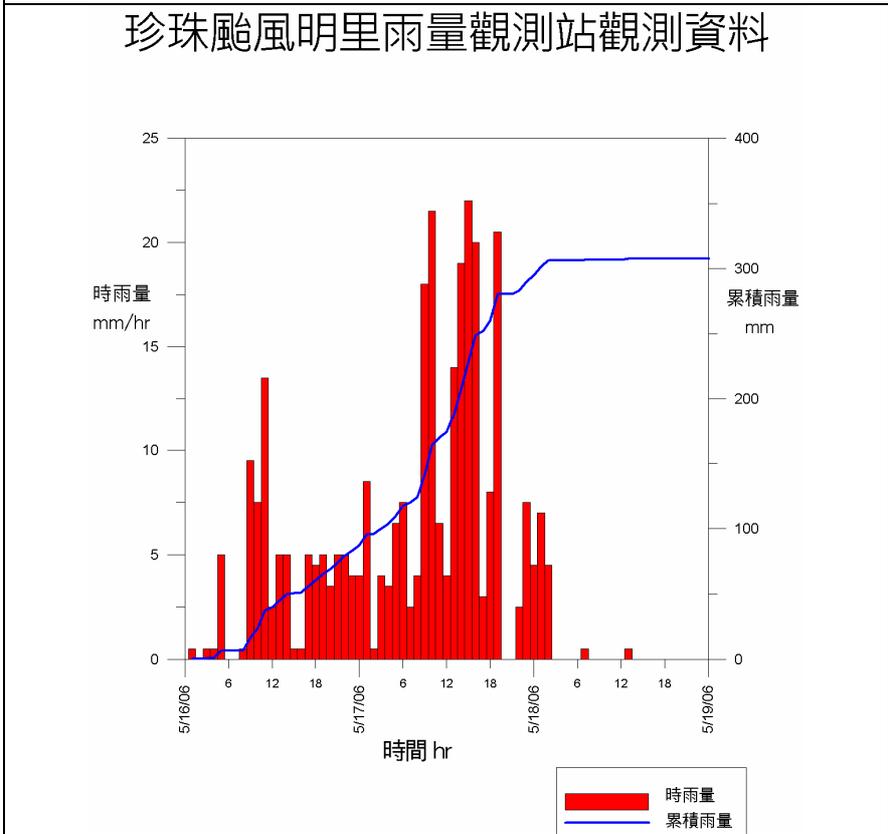


圖 2-1-17 珍珠颱風下馬雨量觀測站觀測資料

表 2-1-3 下馬雨量觀測站颱風豪雨事件時雨量及累積雨量

事件	日期	01時	02時	03時	04時	05時	06時	07時	08時	09時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時	19時	20時	21時	22時	23時	24時	累積雨量
杜鵬颱風	20030831	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	429
	20030901	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	4.5	2	0.5	0.5	5	0	10	20	10	15.5	12	14.5	29.5	
	20030902	24.5	11	15	16	6	48.5	14	7.5	23.5	34	9.5	9.5	2.5	7.5	4	5.5	8	7	4	14.5	11	4	10	1.5	
敏督利颱風	20040628	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	473
	20040629	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	1	0	0	0	0	0	0	0	
	20040630	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0	0.5	0	1	5.5	1	1	1.5	0.5	0.5	0.5	0	0	0	0.5	3.5	3.5	
	20040701	0.5	1.5	5	9	4	2.5	23	5.5	7.5	5.5	2	10	6	7	7.5	6	0	5	0	0.5	0.5	1	0.5	0.5	
	20040702	1.5	2.5	1	3.5	25.5	18.5	2	4.5	7	5.5	4.5	4	5.5	4	6	7	4.5	2	0.5	4	1.5	0	0	3	
	20040703	4.5	3.5	10.5	16	6.5	15	17	9	19	3.5	8	3	5	0.5	0	0	0	0.5	0	0	0.5	1	0.5	0	
南瑪都	20041203	1.5	1	1	1.5	1.5	4.5	8	9	11.5	13.5	21	9.5	23	16	14	28.5	29.5	23.5	28	49	53	35.5	36	51	544
	20041204	29.5	5	4.5	1.5	6	5	6	7.5	6.5	1.5	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
珊瑚颱風	20050811	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	518
	20050812	0	0	0	0	1.5	1.5	9.5	20	33	11.5	25	9	5	10.5	20.5	29.5	27	18.5	34.5	39	19.5	17	26	16.5	
	20050813	15	30.5	5.5	6.5	17	31.5	0.5	4.5	2	6	10	8.5	0.5	0	1.5	0.5	0	0.5	1.5	1	0.5	0	0	0	
珍珠颱風	20060516	0	0	0.5	1	3.5	0	1.5	0.5	4	0.5	2.5	6	1.5	0.5	0	0	0.5	6	5	2	1.5	2.5	0.5	1.5	320.5
	20060517	1.5	4.5	15.5	2.5	5	17.5	11.5	20	35.5	43.5	32	15.5	6.5	4.5	1	0.5	5.5	8.5	7	0.5	1	24.5	5	2.5	
	20060518	4	0	0	0.5	0	0	1.5	0	1	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

表 2-1-4 池上雨量觀測站颱風豪雨事件時雨量及累積雨量

事件	日期	01時	02時	03時	04時	05時	06時	07時	08時	09時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時	19時	20時	21時	22時	23時	24時	累積雨量
杜鵬颱風	20030831	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	297.5
	20030901	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4.5	2	0	0	0	0.5	0.5	3	3	8.5	5	1.5	2	7	
	20030902	12.5	17.5	23	8.5	3	45	1	0.5	5	34.5	9	2	1	9.5	14	5.5	7	3	3.5	24	5.5	11	10	3.5	
敏督利颱風	20040628	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	384
	20040629	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	20040630	0	0	0	0	0	1	1.5	0	1	0.5	0.5	5.5	3.5	1.5	1	0	0	3	0	0	0	1	6	4.5	
	20040701	1	5.5	6.5	3.5	14	27	57	3	26	18.5	6	11	6.5	2	4	17	0	9.5	0.5	0	0	0	0	0.5	
	20040702	1	0	0.5	0	2	1.5	0	5	7.5	10	13	13.5	3.5	9	19	3.5	0	0	0	0	0	0	0	0	
	20040703	2	1	0.5	3.5	2	0.5	16.5	9	6.5	1.5	2	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
南瑪都	20041203	0	0.5	0.5	0.5	0.5	4	7	3.5	11	10.5	14	8.5	15	14.5	12	15	12.5	39	26	22.5	8.5	10.5	22	11.5	375
	20041204	43	3.5	6.5	3.5	5.5	11	7.5	10	9	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0.5	0	1	
珊瑚颱風	20050811	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	403
	20050812	0.5	3	0	5.5	7	3.5	9	21	18	16	12.5	5	8	24	24	14.5	21	21.5	17	15.5	6	1.5	20	14.5	
	20050813	1.5	7	6	3.5	7.5	33	11.5	9	1.5	1	3	6.5	0.5	0	0.5	2	0.5	0.5	2	13.5	3.5	0	0	0	
珍珠颱風	20060516	0.5	0	0.5	3	1.5	0	0	2	2	5	11.5	3	4	4.5	0.5	0.5	5	5.5	4	3.5	4.5	5	1.5	1	296
	20060517	5	4.5	6.5	1	9	5.5	6	3	51.5	7	14	23	15.5	6	9	1.5	2	5	3.5	0	0.5	11.5	9	6.5	
	20060518	18	2.5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

表 2-1-5 明里雨量觀測站颱風豪雨事件時雨量及累積雨量

事件	日期	01時	02時	03時	04時	05時	06時	07時	08時	09時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時	19時	20時	21時	22時	23時	24時	累積雨量
杜鵬颱風	20030831	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	392.5
	20030901	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0.5	11	12	3	1	0.5	0	4.5	3	12.5	16	11.5	8	18	16.5	36	
	20030902	29	29	23.5	27.5	9	2.5	3	6	6	28	19.5	8	0.5	7.5	4.5	1	0	0.5	0.5	0	2.5	7.5	16	6	
敏督利颱風	20040628	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	498.5
	20040629	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.5	0	0	0	0	0	0	0	2.5	
	20040630	5	0	0.5	0.5	0.5	5	2.5	2	2	0	5.5	11	6.5	2	0.5	0	0.5	3.5	0.5	0	0.5	1	8.5	7.5	
	20040701	1	4	10.5	15	9.5	3.5	22	6.5	14	7	14.5	24	16	21	18	33	0	10.5	5.5	4	5	1.5	0.5	0.5	
	20040702	3	4	2.5	9.5	15	9	3	6	6	7	5	4.5	3	3.5	5	3.5	1.5	0.5	0.5	1.5	3	1.5	0.5	2	
	20040703	4	3.5	3	10	4.5	6	9.5	3.5	7.5	1.5	3	1	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
南瑪都	20041203	0.5	1	1.5	2.5	3	6	12	6.5	11.5	7.5	23.5	12.5	22	19.5	9.5	13.5	33	25.5	20	13	4	5.5	14	10.5	379
	20041204	37	7	7	4.5	5	9	9.5	8.5	8	5	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	
珊瑚颱風	20050811	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	492.5
	20050812	2.5	7.5	1	5	10.5	6	16.5	12	15.5	11.5	11	10.5	4	19	15.5	30	25	21	28.5	24.5	6.5	3.5	9.5	14.5	
	20050813	14	2	35.5	23.5	23.5	10.5	31	18	0	0	0.5	4.5	3.5	0	1	0.5	0	1	2	4.5	4	0	0	0	
珍珠颱風	20060516	0.5	0	0.5	0.5	5	0	0	0.5	9.5	7.5	13.5	2.5	5	5	0.5	0.5	5	4.5	5	3.5	5	5	4	4	307.5
	20060517	8.5	1	4	3.5	7	8	3	4	18	21.5	6.5	4	14	19	22	20	3	8	21	0	0	3	8	5	
	20060518	7	5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

2-2 歷史調查資料說明

依據「關山事業區第三林班龍泉溪上游堰塞湖緊急評估及緊急對策建議成果報告書」內容中利用正射後之衛星影像分別針對崩塌區範圍、堰塞湖天然壩體外緣範圍以及堰塞湖迴水淹沒區範圍進行判釋分析，並配合相片基本圖之等高線地形資料進行相關基本資料估算顯示，崩塌地面積約 16 公頃，平均崩塌深度約 3 公尺，崩塌土石阻斷河道所形成之天然壩體之壩高約 40 公尺，壩體體積約 60 萬立方公尺，所形成之堰塞湖水體體積於滿水位時約 100 萬立方公尺，圖 2-2-1 為利用福衛二號影像所判釋之崩塌地範圍示意圖，表 2-2-1~2-2-3 為龍泉堰塞湖崩塌地、水體與天然壩體之基本資料表。

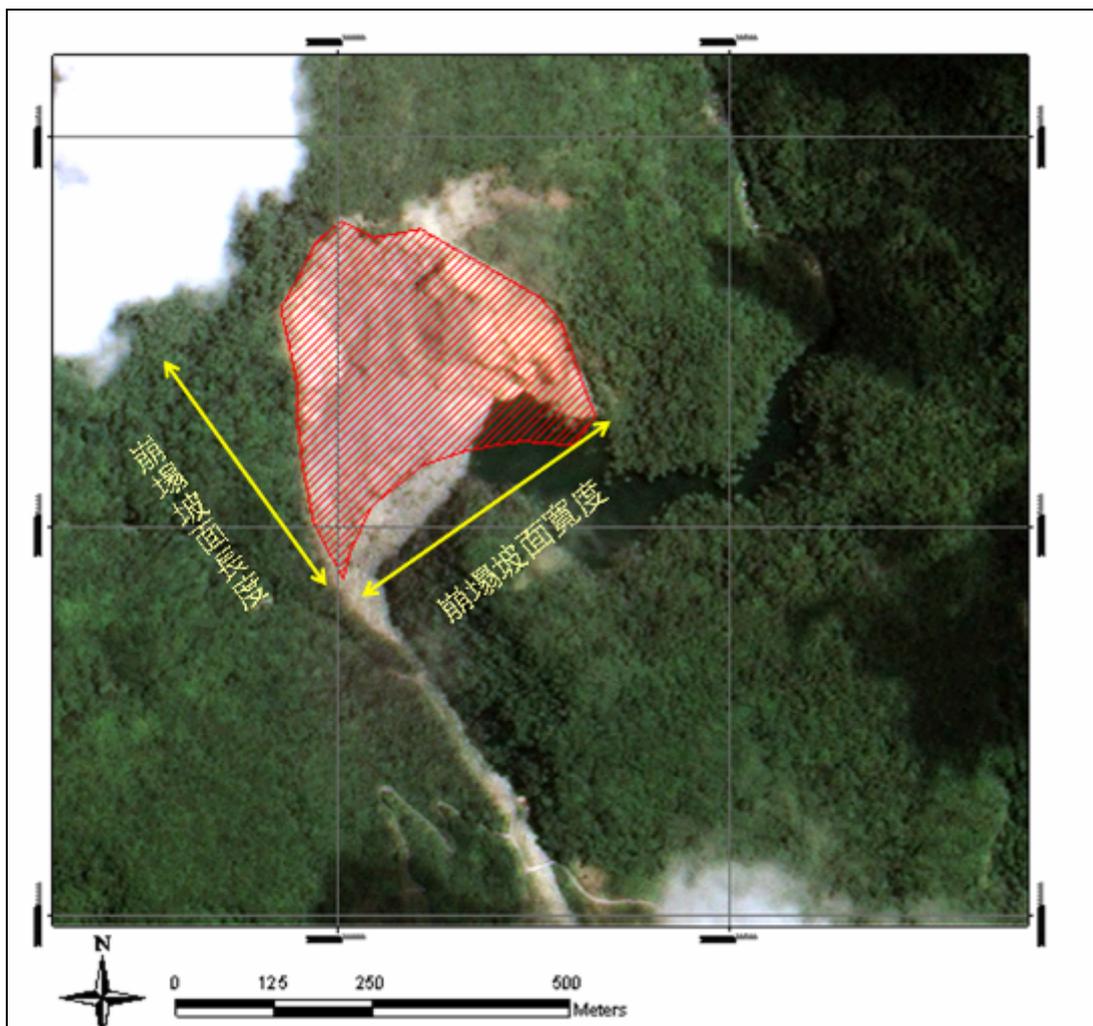


圖 2-2-1 崩塌地範圍示意圖

表 2-2-1 龍泉堰塞湖崩塌地基本資料表

崩塌地基本資料	
崩塌坡面長度(m)	520
崩塌坡面寬度(m)	400
平均崩塌深度(m)	3
崩塌面積(ha)	16
崩塌體積(壓密) (萬立方公尺)	48

表 2-2-2 龍泉堰塞湖水體基本資料表

堰塞湖水體基本資料表	
長度(m)	700
溢流口寬度(m)	約 15
水深(m)	30~40
湖面面積(ha)	5.4
體積 (萬立方公尺)	100

表 2-2-3 龍泉堰塞湖天然壩體基本資料表

天然壩體基本資料	
壩高(公尺)	40(平均值)
壩頂寬度(公尺)	100(平均值)
壩底寬度(公尺)	30(平均值)
壩頂長度(公尺)	85(平均值)
壩底長度(公尺)	320(平均值)
壩體體積(鬆散) (萬立方公尺)	60

下游鄰近共有三個社區，由近至遠分別為龍泉社區(2Km)、大埔社區(3.4Km)及萬朝社區(4.4Km)。而在秀姑巒溪治理規劃報告中之治理終點在水利會過河渠道附近，因此下游河道部份河段已有堤防及護岸保護。堤防高

度平均約 3m，下游河道寬度在 20~40m 之間，堤防間之寬度在 200~300m 之間，下游相關設施分佈詳圖 2-2-2。

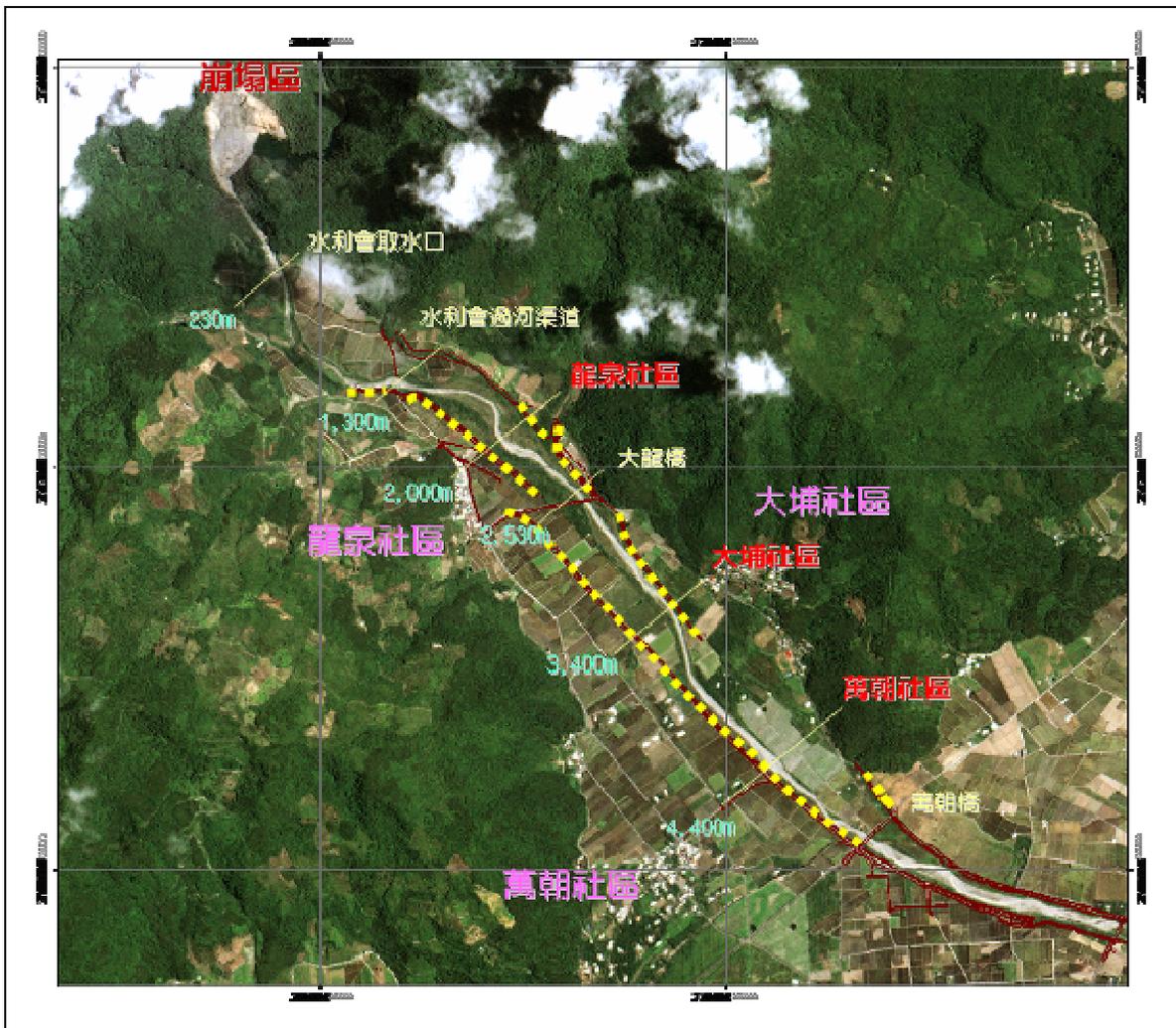


圖 2-2-2 龍泉溪堰塞湖相關設施位置示意圖

依據「關山事業區第三林班龍泉溪上游堰塞湖緊急評估及緊急對策建議成果報告書」內容中顯示，於 2006/07/04 之前現地已有小規模崩塌，其地面裸露之面積約為 1 公頃(詳圖 2-2-3)。而 95/07/16 上午 06 時 05 分成功地震站東北方 6.2 公里處發生芮氏規模 4.6 地震（花蓮富里最大震度 3 級）後，當地開始發生崩塌面積達 16 公頃之崩塌，崩落之土石並阻塞河道形成一高 40 米、蓄水量約為 100 萬立方公尺之堰塞湖(圖 2-2-4)。

堰塞湖發生後至 7 月 23 日，由於上游來水持續注入堰塞湖，使得堰塞湖水位高於堆積壩體而產生溢流(圖 2-2-5)。然現地雖發生溢流，但堆積壩

體並未因溢流的影響而發生潰壩並導致災害之情形，由圖 2-2-6 及圖 2-2-7 明顯可見堰塞湖溢流發生前後之變化。

由於崩塌之發生恰為雨季期間，因此於崩塌發生不久，堰塞湖即接連受到颱風侵襲影響，使堆積壩體下游坡面受到洪水沖刷而於下游坡面靠左岸處形成一溢流道，而其餘部份坡面可見有顆粒較細之土砂堆積(圖 2-2-8、圖 2-2-9)，研判來源為上游坡面及崩塌面之殘餘土砂。

圖 2-2-10 為 2007/03/08 之照片，歷經雨季之洪水沖刷，堰塞湖顯示堆積壩體雖受到洪水沖刷，但其壩體高度並未有明顯降低，但因現逢枯水期，因此堰塞湖湖面之水位高程相較於去年則有明顯之降低，粗估水位降低約 1~2 米。

由堰塞湖之發展來看，雖歷經去年雨季洪水沖刷後，堆積壩體高程雖無明顯之變動，然去年雨季之颱風數量及降雨量相較於其它年份則明顯較低，且其下游坡面則處處可見土砂沖淤及運移之變化。因此就防災預警之角度來說，若能就堰塞湖之變化即時觀測，掌握災害前兆而預防災害於未然，實有其必要性。

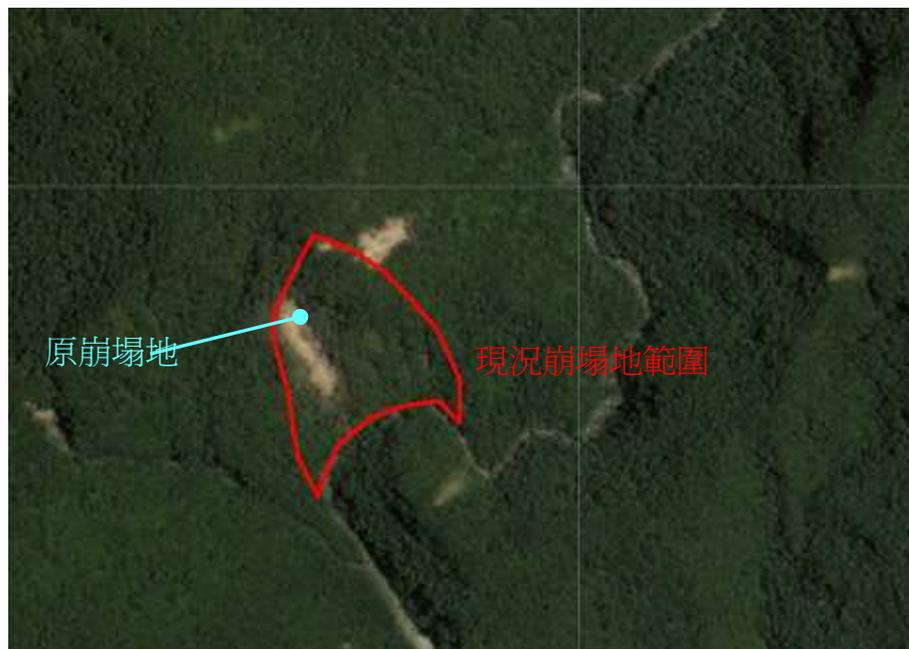


圖 2-2-3 地震發生前之影像(2006/07/04 福衛二號衛星影像, Copyright: NSPO)



圖 2-2-4 地震發生後之影像(2006/07/17、無人載具空拍照片)



圖 2-2-5 地震發生後之影像(2006/07/28、無人載具空拍照片)



圖 2-2-6 崩塌發生後之下游坡面照片(2006/07/17)



圖 2-2-7 雨季後溢流口下游坡面照片(2006/09/15)



圖 2-2-8 雨季前之湖面照片(2006/07/17)



圖 2-2-9 雨季後之湖面照片(2006/09/15)



圖 2-2-10 堰塞湖之湖面照片(2007/03/08)