

莫拉克颱風災難與教訓

許銘熙

台灣大學生物環境系統工程學系教授

國家災害防救科技中心副主任

簡報大綱

- 前言—旱澇雙重打擊
- 颱風侵襲歷程
- 降雨及水情分析
- 災情統計分析與紀實
- 事件之教訓及省思
- 結語

一、前言——旱澇雙重打擊

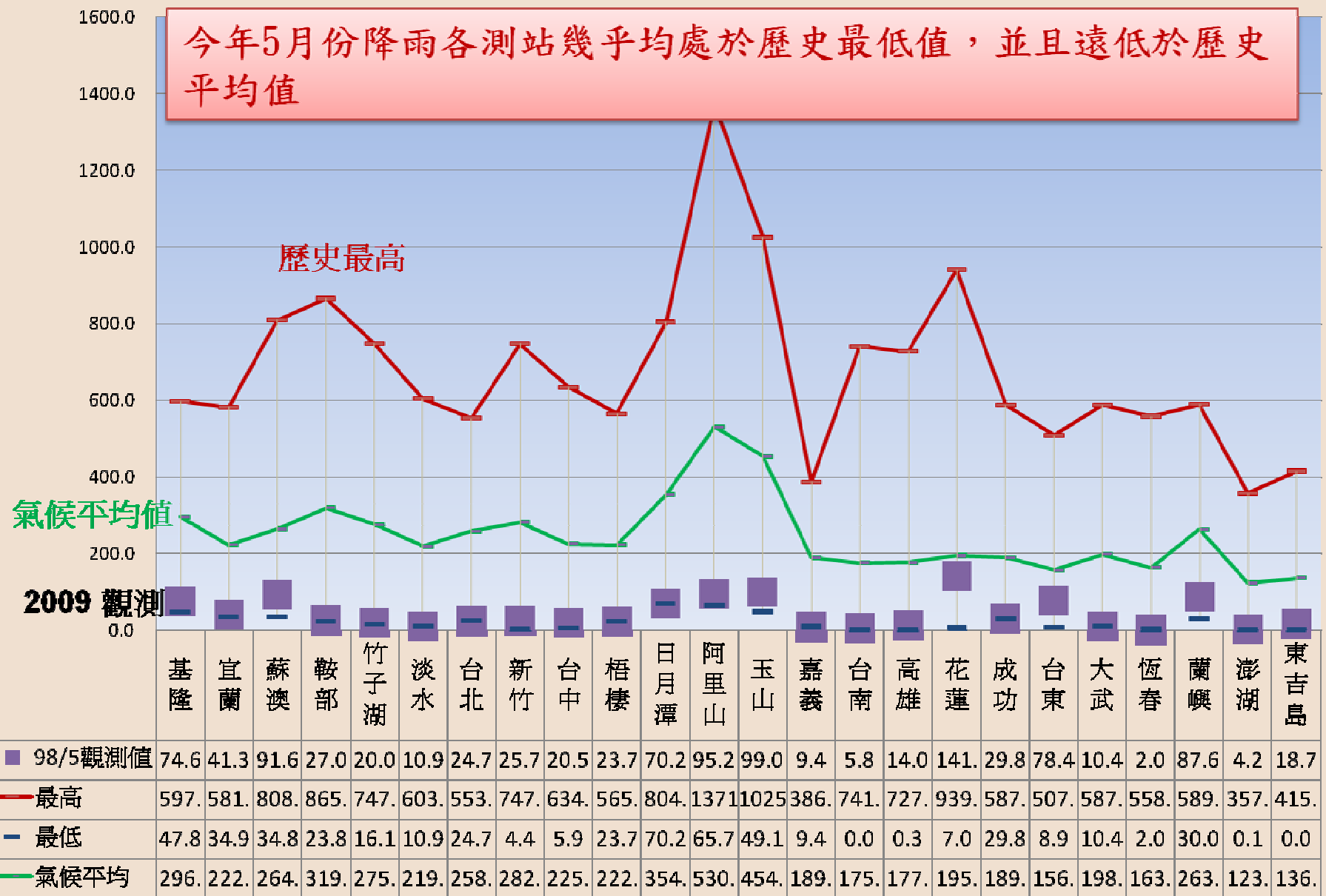
- 七月底前台灣面臨乾旱問題。

石門水庫集水區五月份降雨量僅歷年平均值之13%。

南部連續60天不下雨

- 八月二日召開旱災中央災害應變協商會議，協商如何解決石門水庫及南部等地區農業及民生用水問題，會中中央氣象局提出未來天氣預報，指出關島附近有低氣壓形成，未來有可能演變成颱風之機會。
- 各單位對此低氣壓均抱有深切之期待，希望能解決旱象缺水問題。
- 事實上，此低氣壓真的解決台灣旱象缺水問題。

98年5月份累積雨量及歷史極端值



北部

中部

南部

東部

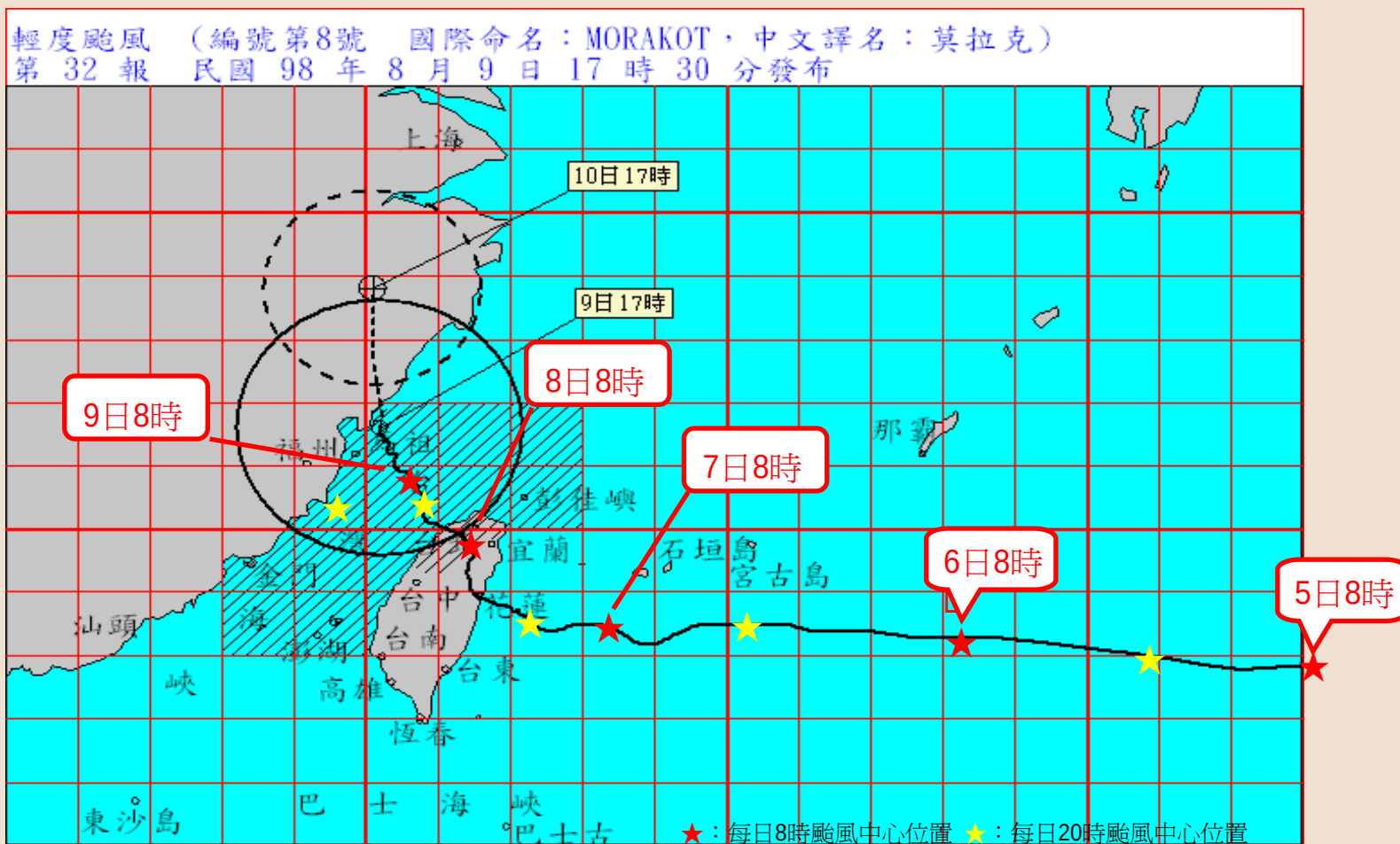
離島

台灣地區主要水庫蓄水量報告表(980602)

水庫名稱	有效容量	集水區	蓄水情形				蓄水量	水位	說 明	
		降雨量	水 位 標 高	有效蓄水量	進 水 量	放 水 量	百分率		營運較高水位 (或蓄水	營運較低水位 (或蓄水
	(萬立方公尺)	(mm)	(公 尺)	(萬立方公尺)	(萬立方公尺)	(萬立方公尺)	(%)	變化	公尺(萬立方公尺)	
翡翠	33,614	2.9	151.20	18340.1	54.95	234.75	54.6	-0.26	164.00	130.00
新 山	828	0.0	78.81	643.2	0.00	11.99	77.7	-0.29		
石 門	20,899	0.5	223.38	6901.3	70.85	270.17	33.0	-0.51	235.00	215.00
寶 山	535	0.0	139.85	428.1	6.26	8.46	80.0	-0.05		
寶山第二	3,134	0.0	145.96	2616.4	0.00	13.39	83.5	-0.10		
永 和 山	2,853	0.0	79.88	2117.9	4.70	18.30	74.2	-0.09		
明 德	1,245	0.0	59.20	989.5	1.14	16.40	79.5	-0.11		
鯉 魚 潭	11,979	0.0	298.59	11362.5	85.97	137.29	94.9	-0.13	267.50	261.60
德 基	16,461	0.0	1388.44	8959.0	78.66	133.12	54.4	-0.16		
霧 社	6,623	0.5	980.39	705.8	34.56	207.36	10.7	-1.43		
日 月 潭	7,717	0.3	747.22	6673.9	262.05	254.45	86.5	-0.12		
蘭 潭	926	0.0	62.97	153.8	4.45	5.59	16.6	-0.03		
仁 義 潭	2,581	0.0	96.43	821.6	0.32	13.90	31.8	-0.08		
曾 文	58,314	0.0	193.07	12631.0	9.40	502.40	21.7	-0.55	22,000	4,000
烏 山 頭	8,375	0.0	55.22	5906.0	346.50	100.00	70.5	0.31		
南 化	11,397	0.0	158.10	2801.2	1.10	57.80	24.6	-0.20	158.50	150.06
牡 丹	2,908	4.0	126.81	1195.4	1.61	8.29	41.1	-0.08		

資料來源：經濟部水利署

二、颱風侵襲歷程



4日：颱風形成

5-6日：快速向西接近台灣

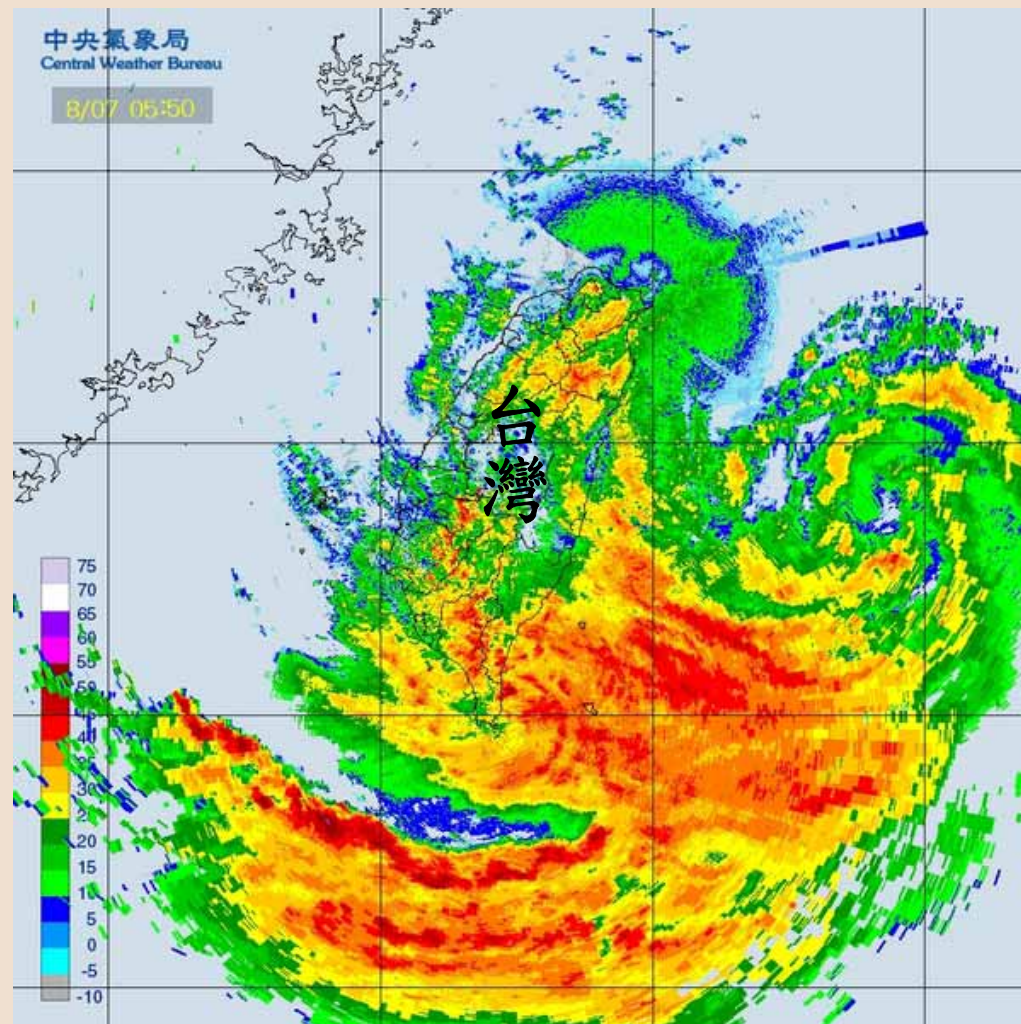
7日：移動速度減慢，暴風圈開始接觸台灣陸地

8日：0時登陸，14時中心離開台灣陸地，但移速緩慢，暴風圈持續籠罩全台

9日：暴風圈逐漸離開台灣

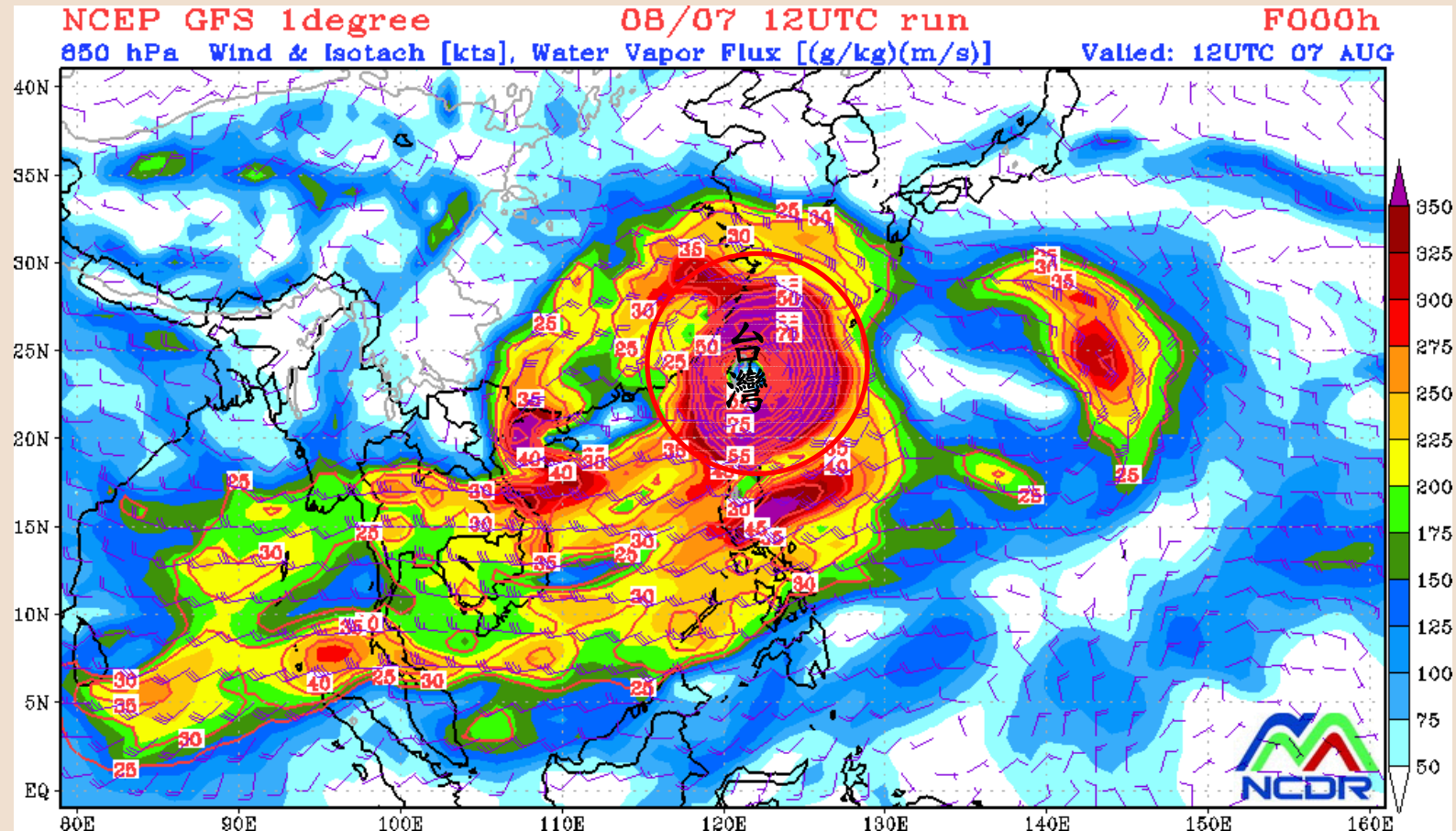
颱風結構不對稱

因受西南氣流影響，莫拉克颱風的結構不對稱，雷達回波圖顯示強降雨區多集中在颱風南側，台灣中南部地區出現持續性劇烈降雨。



7日5:50

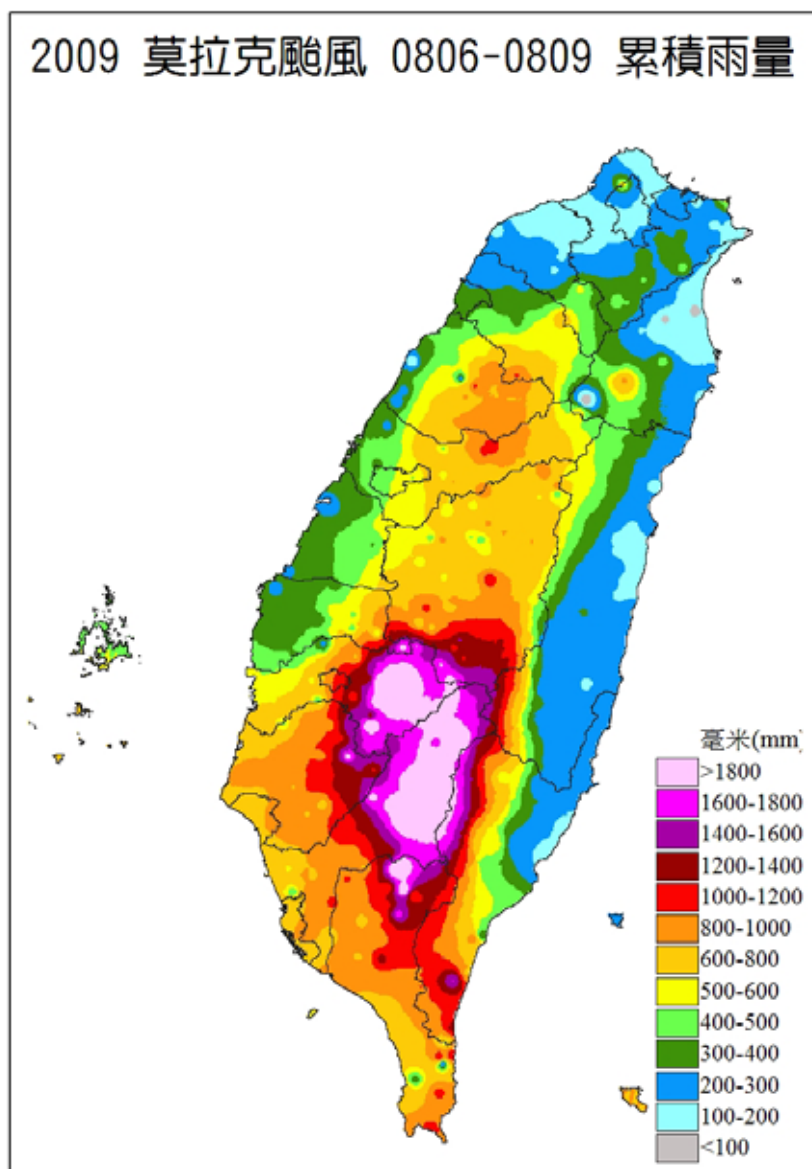
降雨主要水氣來源



莫拉克颱風與西南氣流季風槽輻合影響
水汽主要來自南海及大環境的西南氣流

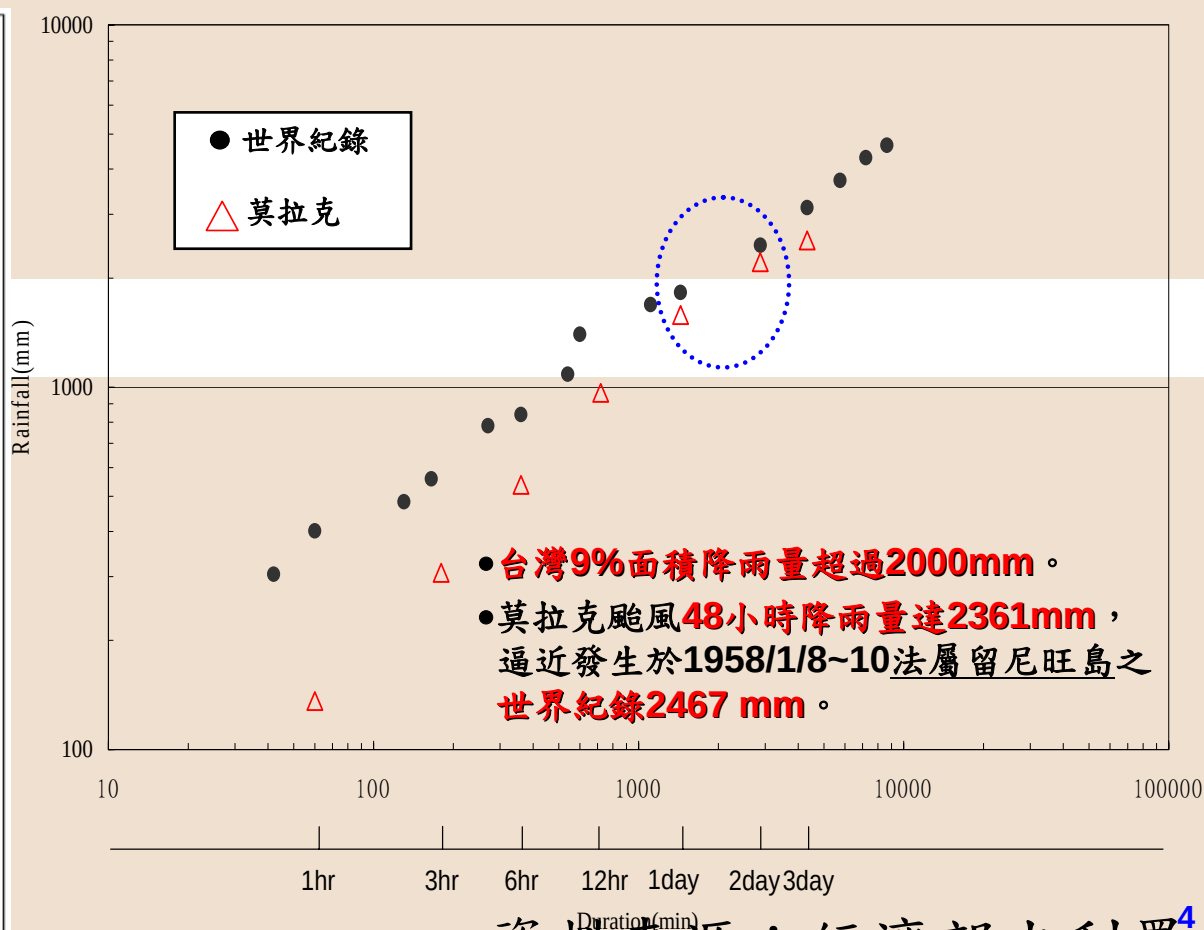
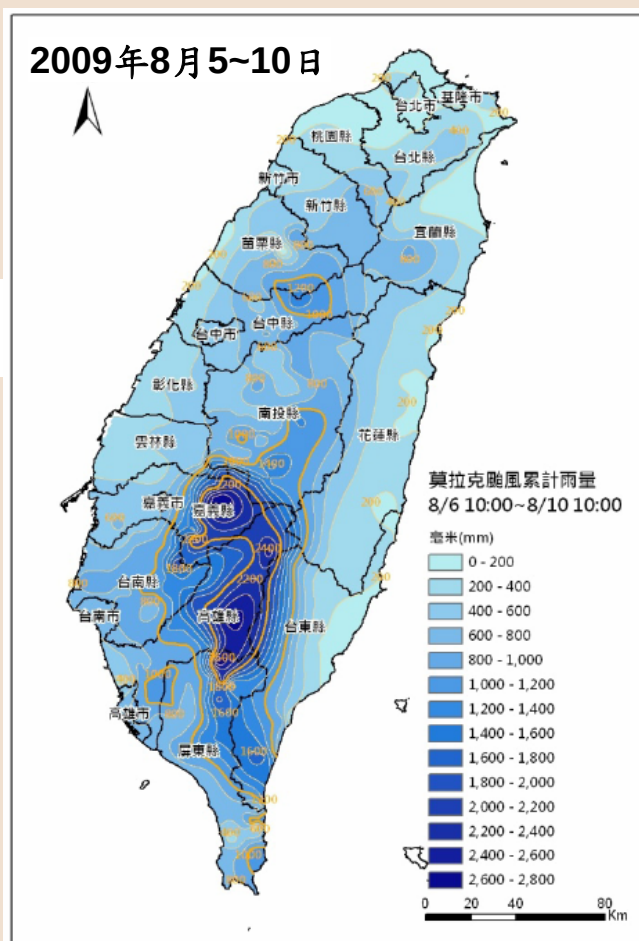
三、降雨及水文分析

自 2009/8/6 0:0 起至 2009/8/9 24:00 累積96小時降雨量



站名	累積雨量	流域	行政區
奮起湖	2,686.00	八掌溪流域	嘉義縣竹崎鄉
石磐龍	2,547.00	八掌溪流域	嘉義縣竹崎鄉
御油山	2,392.00	高屏溪流域	高雄縣桃源鄉
溪南	2,375.00	高屏溪流域	高雄縣桃源鄉
尾寮山	2,346.50	高屏溪流域	屏東縣三地門鄉
南天池	2,269.50	高屏溪流域	高雄縣桃源鄉
馬頭山	2,268.50	曾文溪流域	嘉義縣大埔鄉
瀨頭	2,237.00	曾文溪流域	嘉義縣番路鄉
大湖	2,211.50	八掌溪流域	嘉義縣番路鄉
上德文	2,197.00	高屏溪流域	屏東縣三地門鄉
小關山	2,116.50	高屏溪流域	高雄縣桃源鄉

莫拉克颱風各延時最大降雨量：24小時(1583mm)，48小時(2361mm)，72小時(2542mm)。31站1000mm，23站破1500mm，12站破2000mm。其中24及48小時降雨量逼近世界極端值。



資料來源：經濟部水利署⁴

四、災情統計分析與紀實

1. 災情統計與分析

主要災情類別有：

坡地土石流

淹水

橋樑斷裂毀損

河海堤損壞潰堤

道路損毀

人員傷亡

農林漁牧災情

維生系統

淹水：經濟部水利署提供。

堤防受損資料：水利署提供。

坡地災害：水保局、林務局及地調所提供

道路及橋樑：公路總局

學校災情：教育部

農田水利災情：農田水利處

人員傷亡：消防署

水電通訊維生設施：經濟部

莫拉克颱風 受災村里淹水

圖例

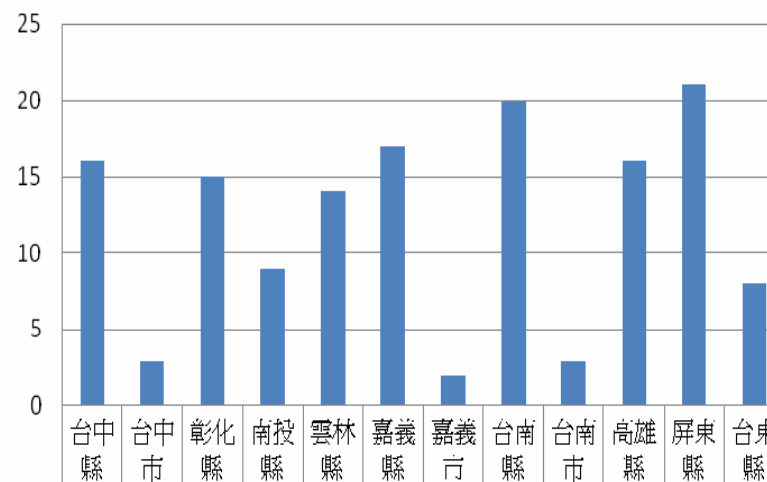
村里淹水



30 15 0 30 Kilometers



水災受災共144鄉鎮



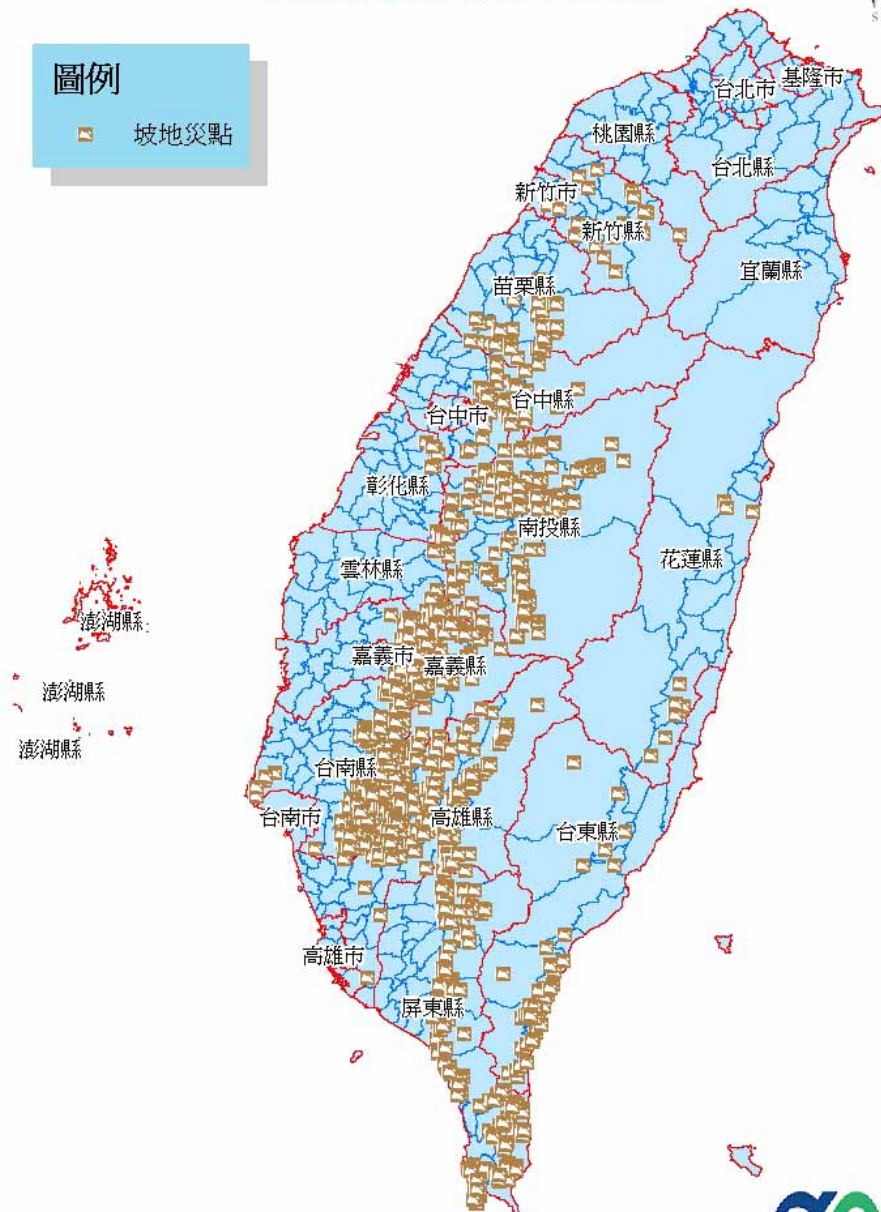
■ 受災鄉鎮數

台中縣	16	台中市	3	彰化縣	15	南投縣	9	雲林縣	14	嘉義縣	17	嘉義市	2	台南縣	20	台南市	3	高雄縣	16	屏東縣	21	台東縣	8
-----	----	-----	---	-----	----	-----	---	-----	----	-----	----	-----	---	-----	----	-----	---	-----	----	-----	----	-----	---

莫拉克颱風 坡地災害

圖例

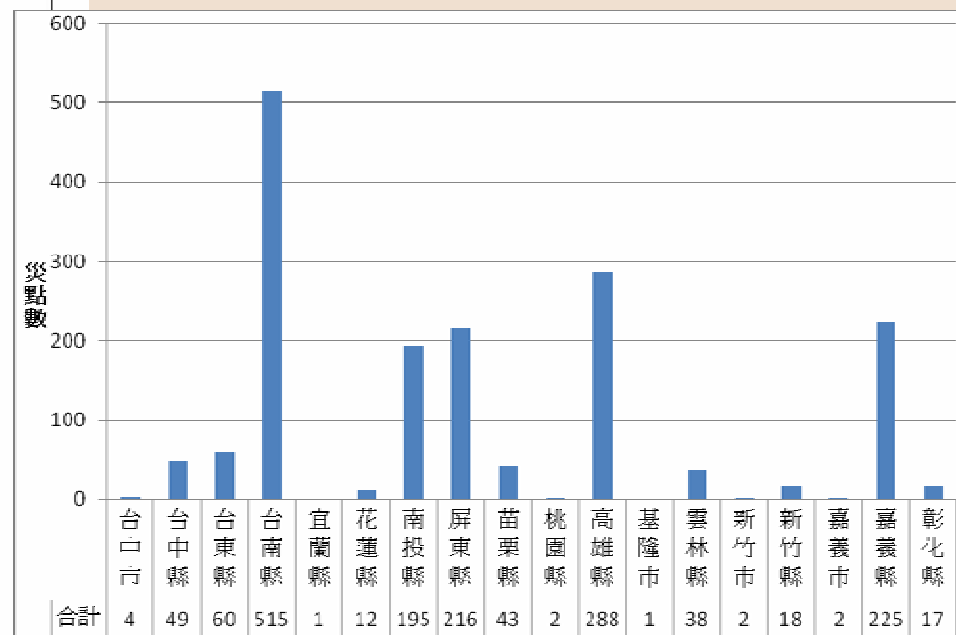
坡地災點



36,000 18,000 0 36,000 Meters



坡地災情



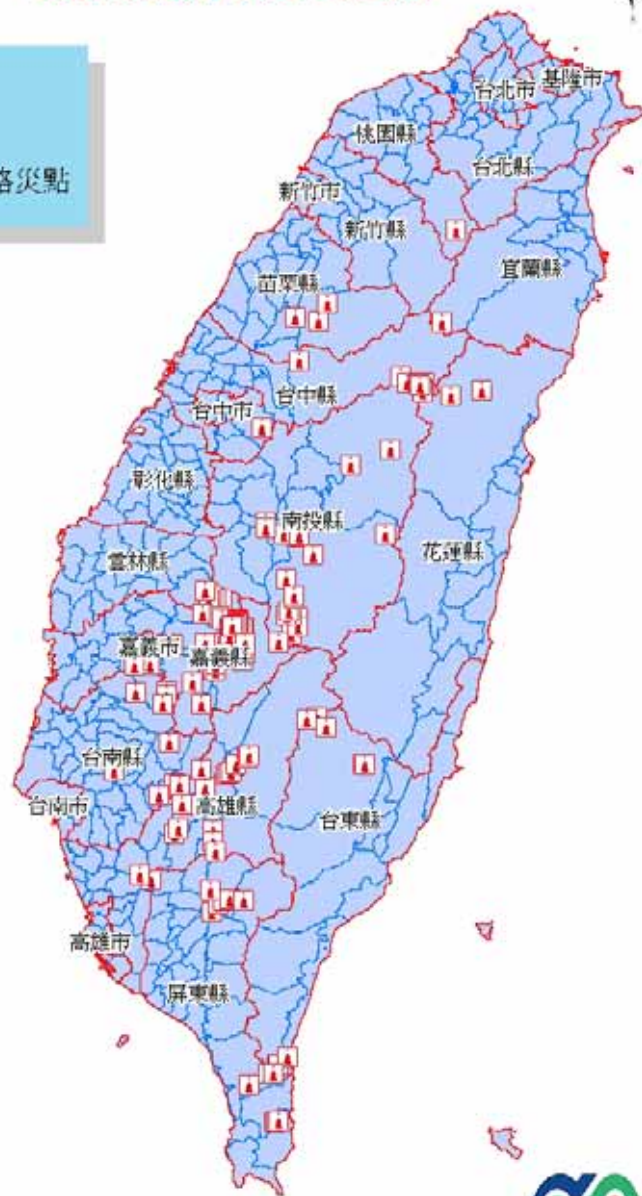
共計1688災點

莫拉克颱風 受災道路

圖例

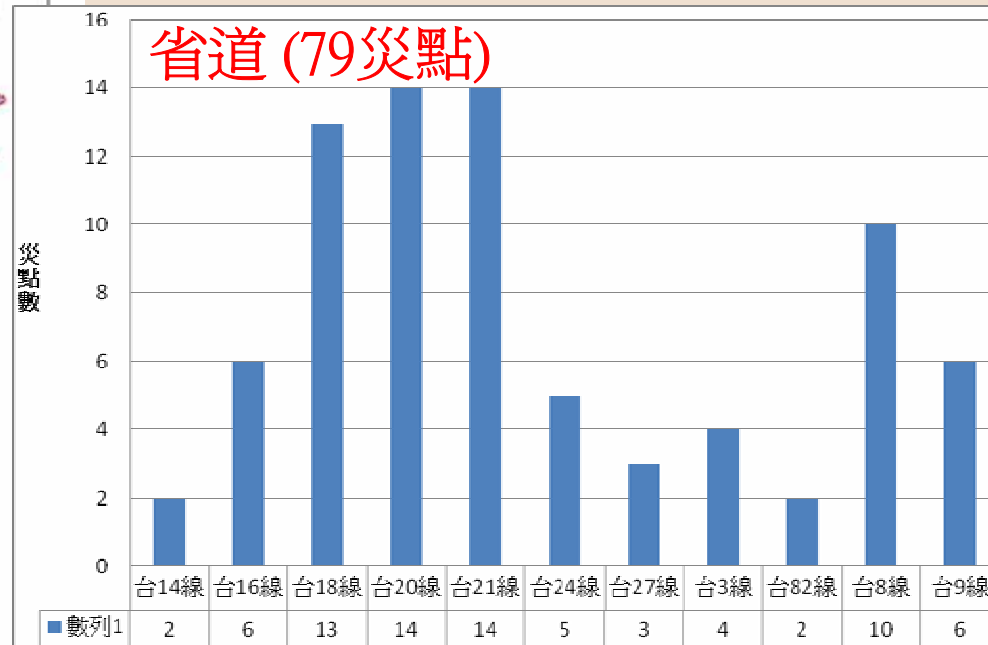


道路災點

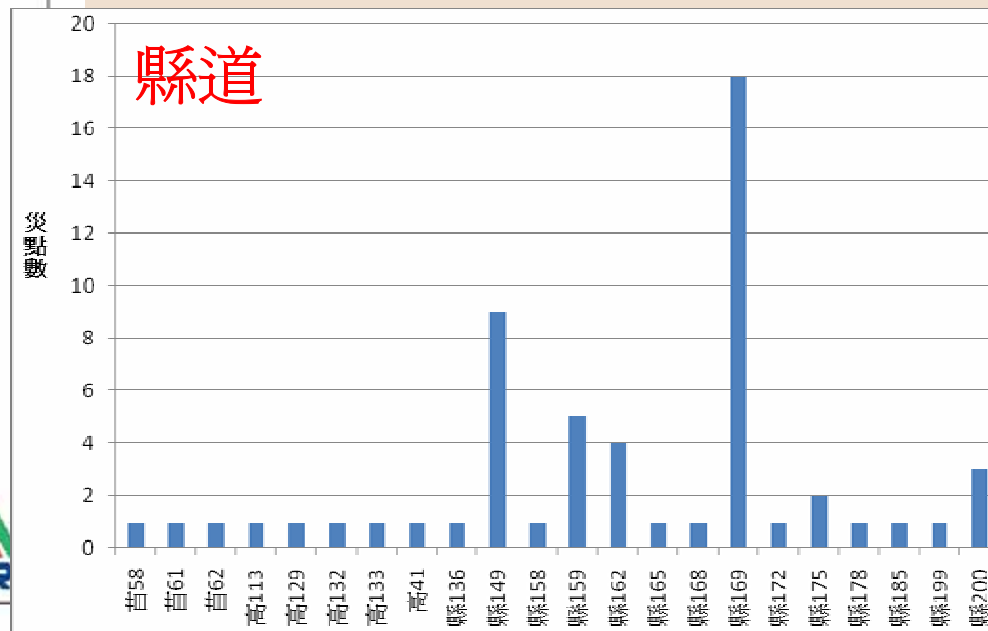


道路災情

省道 (79災點)



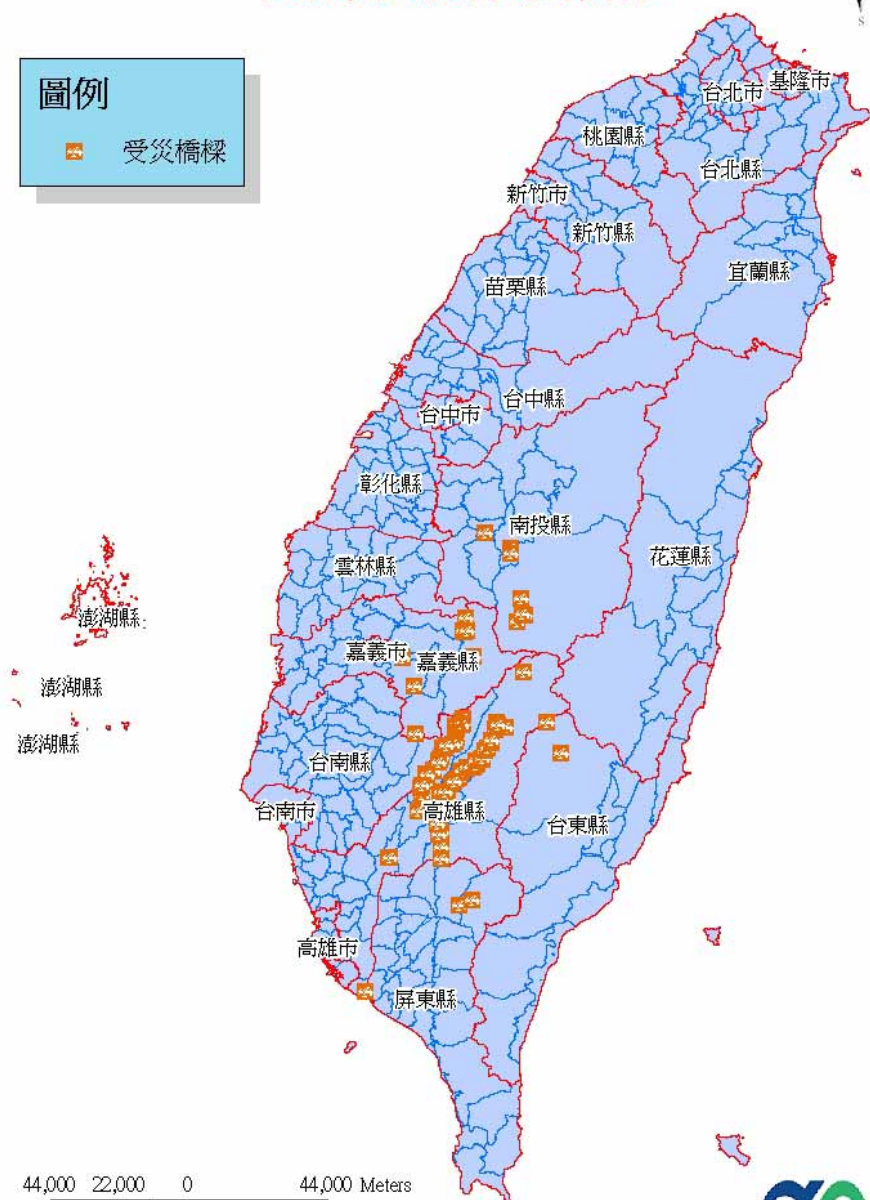
縣道



莫拉克颱風 受災橋樑

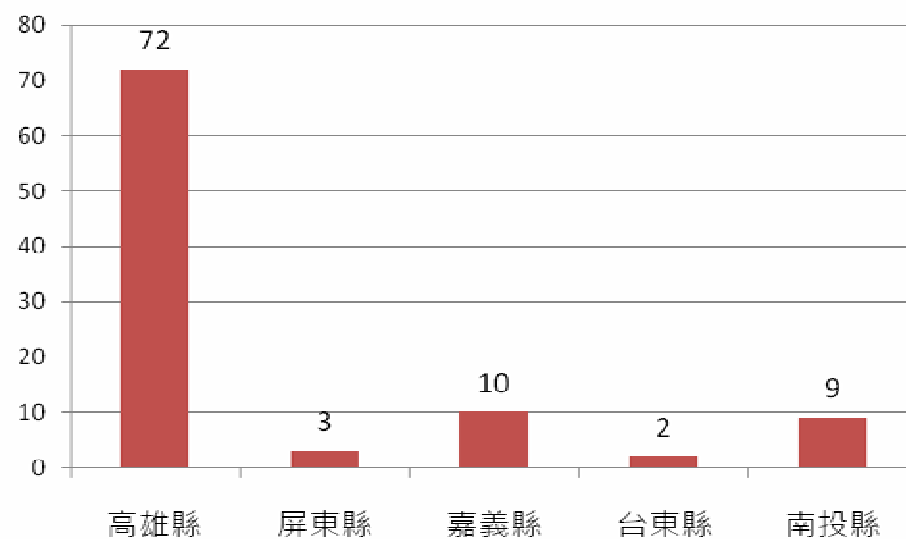
圖例

受災橋樑



橋梁災情

橋樑損毀座數



共計 96 座損毀

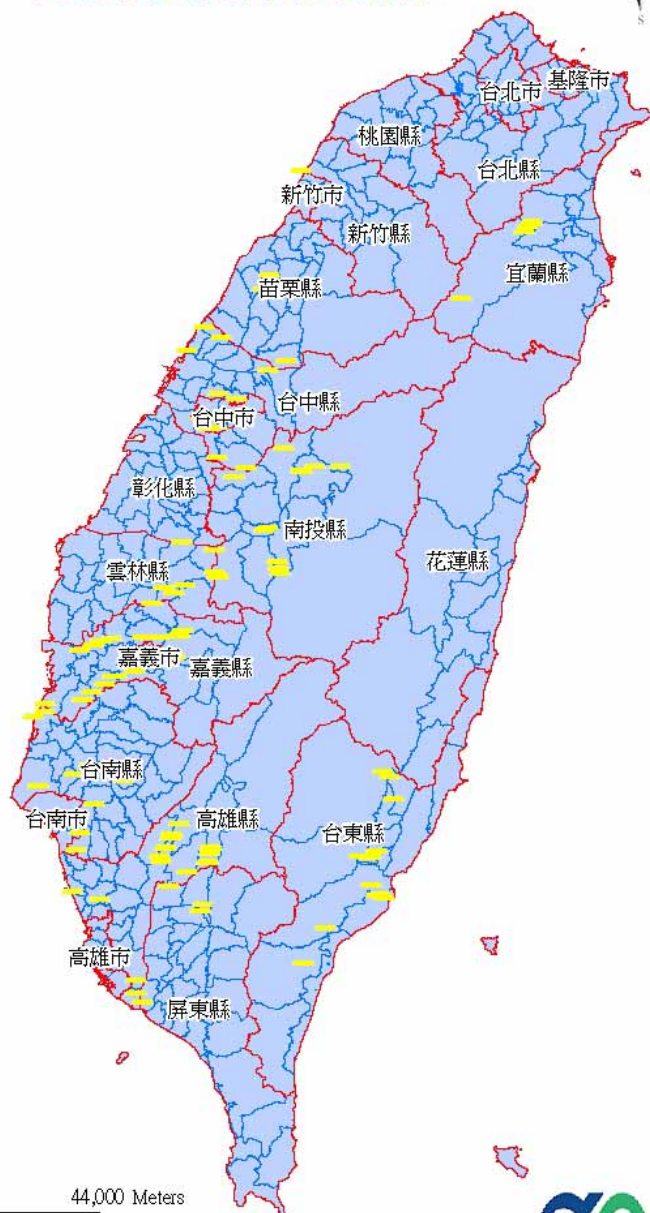
莫拉克颱風 受災堤防



圖例

堤防

澎湖縣
澎湖縣
澎湖縣

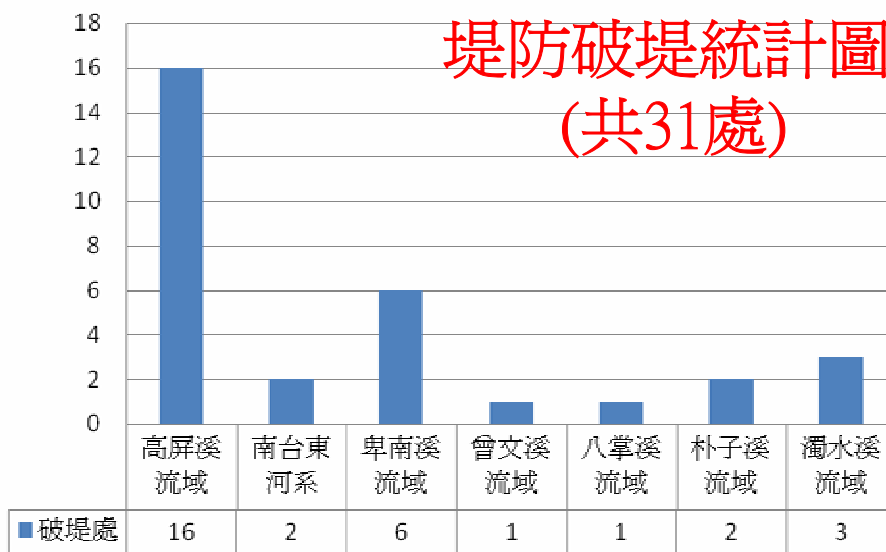


44,000 22,000 0 44,000 Meters

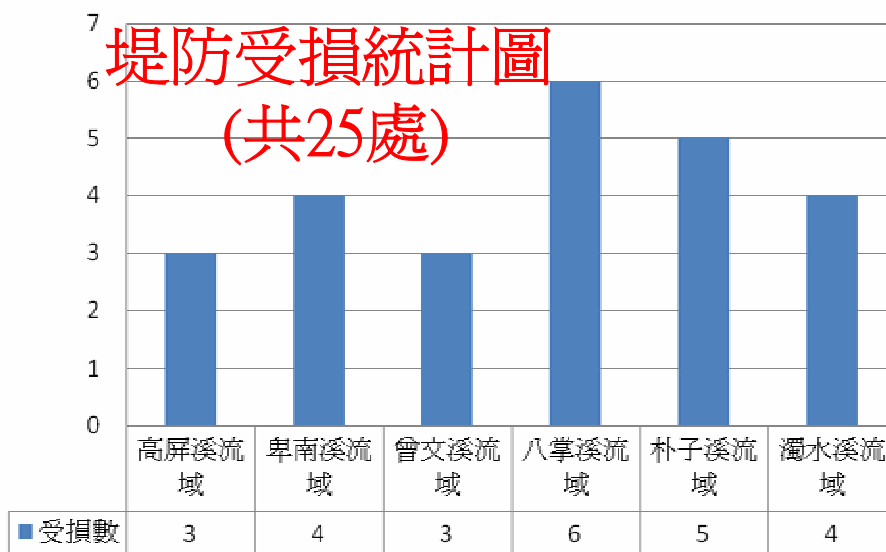


河海堤災情

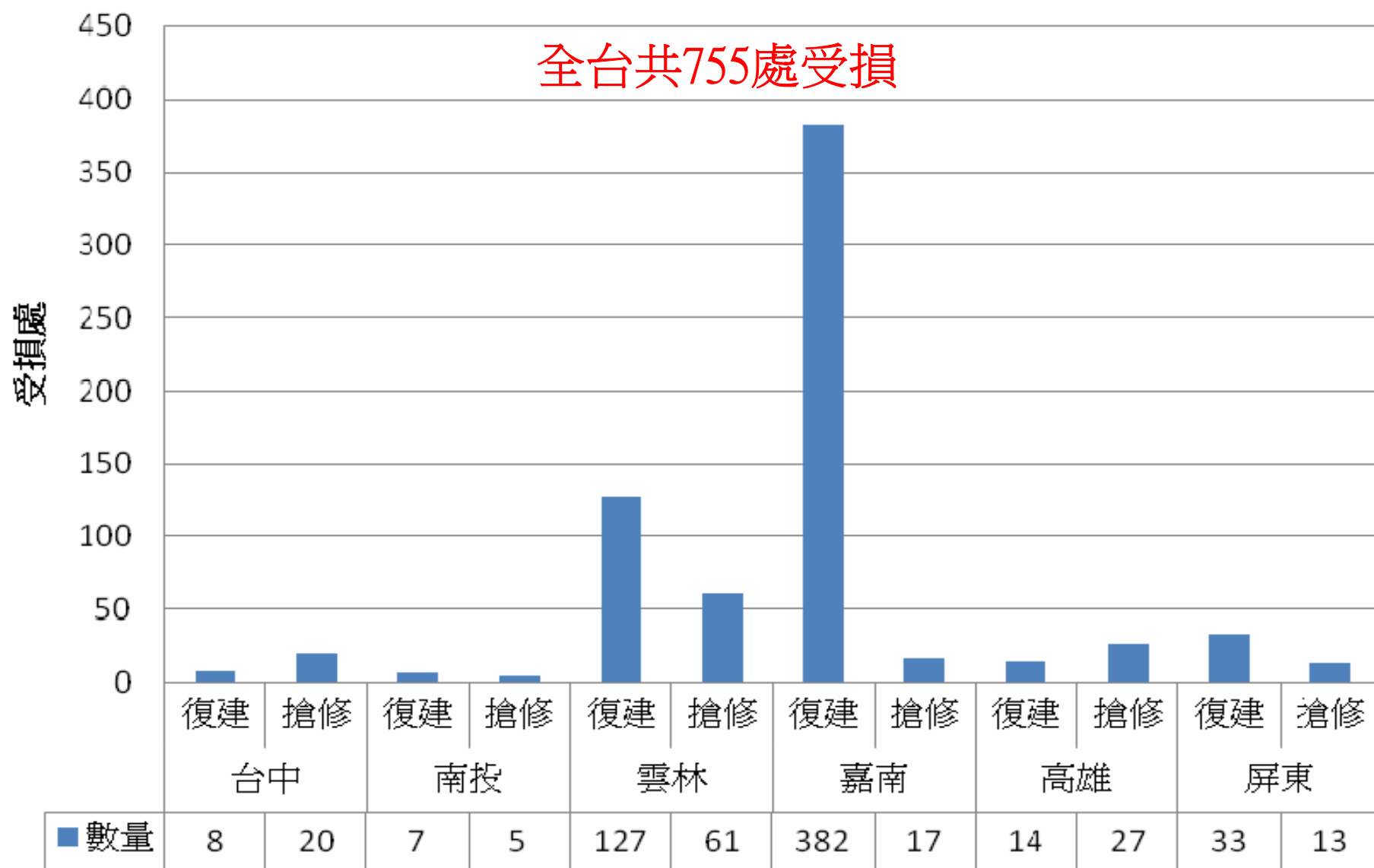
堤防破堤統計圖
(共31處)



堤防受損統計圖
(共25處)



農田水利設施



維生管線

停水戶數

全台停水戶數共 **769,159** 戶

自來水

自來水設施損需修復金額約要 **7243** 萬元

停電戶數

全台停電戶數共 **1,595,419** 戶

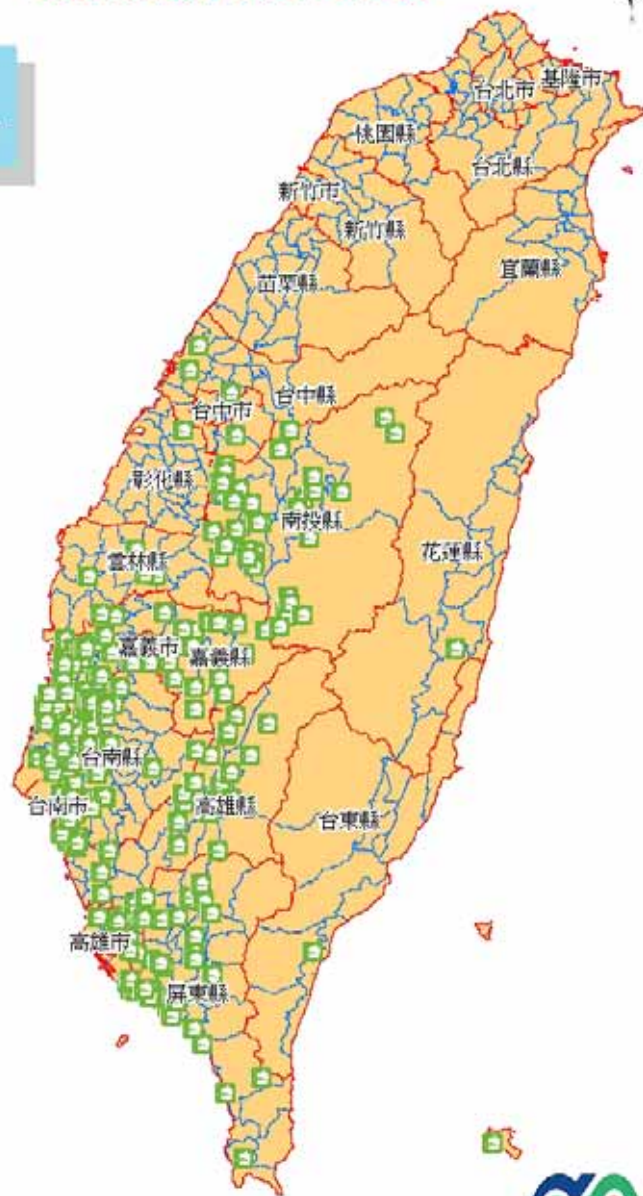
電信停用

全台電信中斷共 **22,221** 戶

莫拉克颱風 受災學校

圖例

■ 受災學校



36,000 18,000 0 36,000 Meters



受災學校 (共315所)

縣市	國小	國中	高中	大專
台中縣	5			
台東縣	2			
台南市	3	3	5	
台南縣	36	10	15	3
花蓮縣	3			
南投縣	3			
屏東縣	33	5	1	1
苗栗縣	11	4		
高雄市			1	
高雄縣	47	15	6	1
雲林縣	24	3	1	
嘉義市	3			
嘉義縣	60	7	1	1
彰化縣	1	1		
合計	231	48	30	6

莫拉克颱風 重災學校

圖例

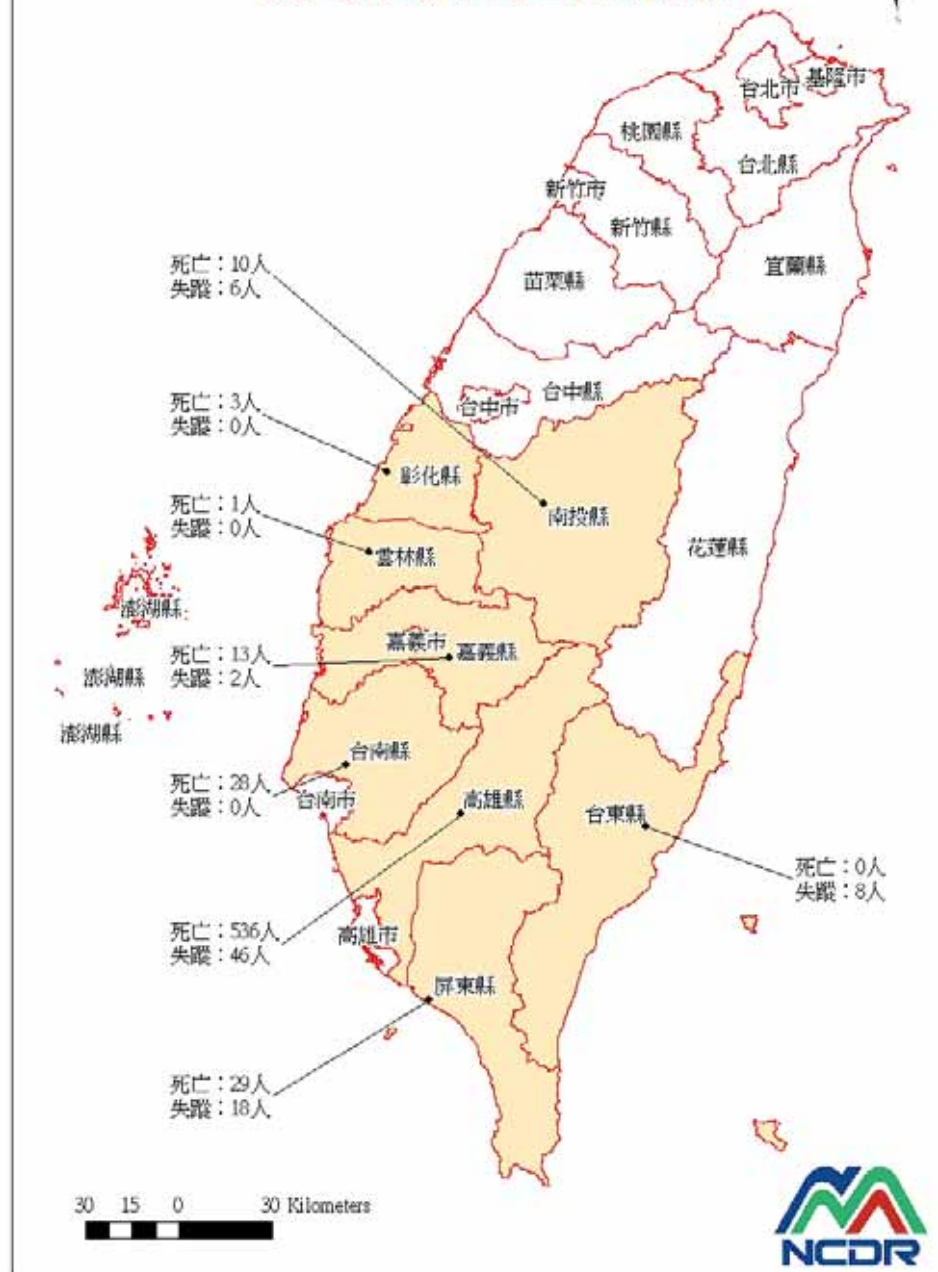
重災學校



重建之學校 (共13所)

縣市	鄉鎮	學校名稱
南投縣	信義鄉	隆華國小
嘉義縣	阿里山鄉	達邦國小
	阿里山鄉	來吉國小
高雄縣	那瑪夏鄉	三民國中
	那瑪夏鄉	民族國小
	那瑪夏鄉	民權國小
	甲仙鄉	小林國小
屏東縣	泰武鄉	泰武國小
	來義鄉	來義國小內社分校
	三地門鄉	三地國小達來分班
	三地門鄉	三地國小大社分校
	三地門鄉	三地國小
台東縣	金峰鄉	嘉蘭國小

莫拉克颱風 死亡失蹤統計



人命死亡
中央 災害應變中心
截止98.09.08

619 人死亡
76 人失蹤



194 億元

莫拉克颱風災前後崩塌統計表

集水區	調查面積 (公頃)	颱風災前			颱風災後		
		崩塌 數	面積 (公頃)	崩塌率 (%)	崩塌數	面積 (公頃)	崩塌率 (%)
曾文溪流域(部分)	125,367.66	607	820.35	-	2,576	3,868.26	-
八掌溪流域(部分)	46,341.69	26	65.32	-	71	123.00	-
高屏溪流域							
荖濃溪	140,873.29	1,853	2,463.78	1.75	7,864	11,075.20	7.86
旗山溪	75,077.54	641	637.82	0.85	3,406	6,020.61	8.02
隘寮溪	62,330.32	841	891.44	1.43	3,495	5,570.94	8.94
台東沿海河系 (部分)	130,671.94	853	1,063.78	-	5,480	9,136.34	-
林邊溪流域	31,469.51	167	217.62	0.69	415	1,852.88	5.89
濁水溪流域							
陳有蘭溪	316,750.92	3,717	5,652.07	1.78	10,579	13,657.07	4.31
總 計	928,882.87	8,705	11,812.18	1.27	33,886	51,304.30	5.52

資料來源：農委會水保局

莫拉克颱風災前後崩塌調查

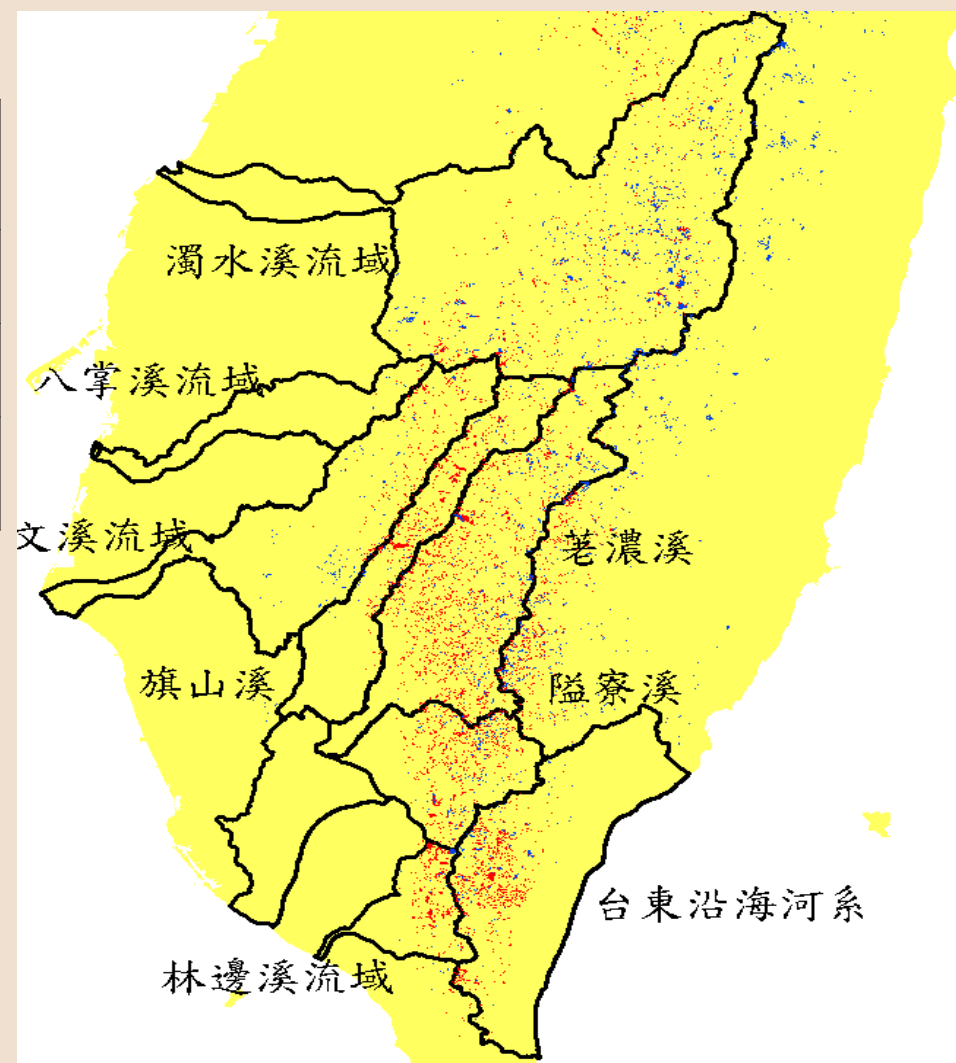
莫拉克颱風	崩塌 (處)	崩塌面積 (公頃)	崩塌率 (%)
颱風後崩塌 (a)	33,886	51,304	5.52
颱風前崩塌 (b)	8,705	11,812	1.27
颱風前後崩塌 變異分析(a)-(b)	25,181	39,492	4.25

※利用衛星影像變異分析：

調查曾文溪流域(部分)、八掌溪流域(部分)、高屏溪流域(荖濃溪、旗山溪、隘寮溪)、台東沿海河系(部分)、林邊溪流域、濁水溪流域(陳有蘭溪)等六大流域，集水區總面積共928,882公頃。

※衛星影像判釋流程：

- 1.自動判釋：遙測植生指數NDVI進行裸露地分類。
- 2.人工檢核：刪除誤判資料如開墾地、建物及河道等
- 3.判釋精度：0.1公頃

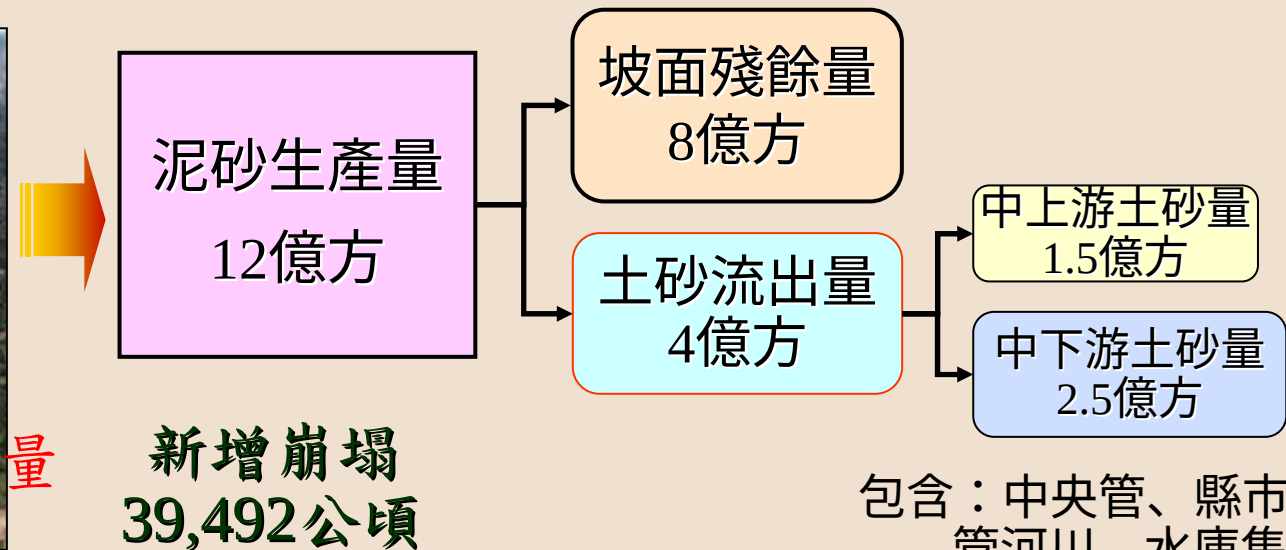


■ 97年度災前崩塌

■ 98年度災後崩塌

經濟部地調所委託成大防災中心辦理成果

莫拉克颱風後泥砂生產量推估



包含：中央管、縣市管河川、水庫集水區等淤積量及
出海量

資料來源：農委會水保局

河道淤積

六龜鄉寶來二橋

災後



災前



資料來源:高雄縣政府

河道淤積

六龜鄉寶來一橋

災後



災前

資料來源:高雄縣政府



莫拉克風災（荖濃溪）



2009/08/03



2009/08/07

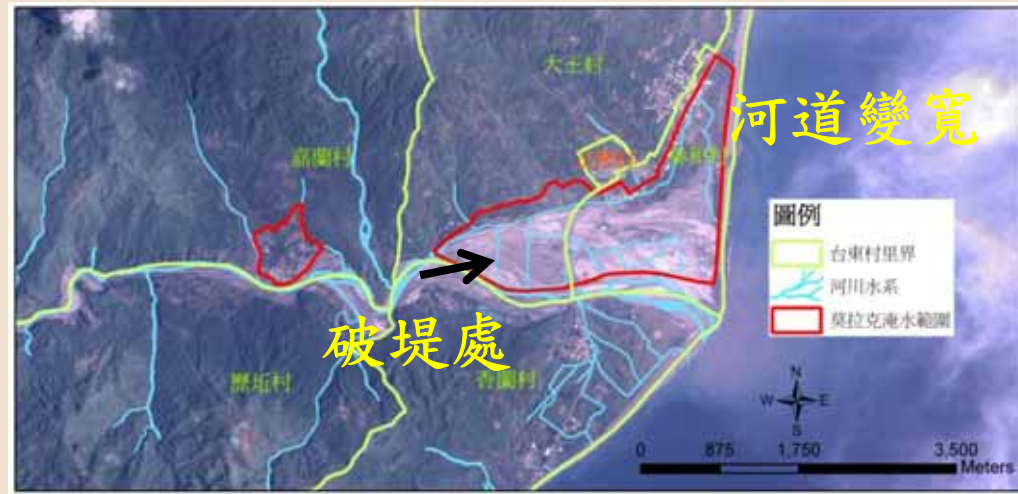


2009/08/17

2. 災情紀實

- (1) 太麻里溪流域、知本溪流域
- (2) 林邊溪流域
- (3) 高屏溪流域
- (4) 曾文溪流域
- (5) 八掌溪流域
- (6) 濁水溪流域

(1)太麻里溪

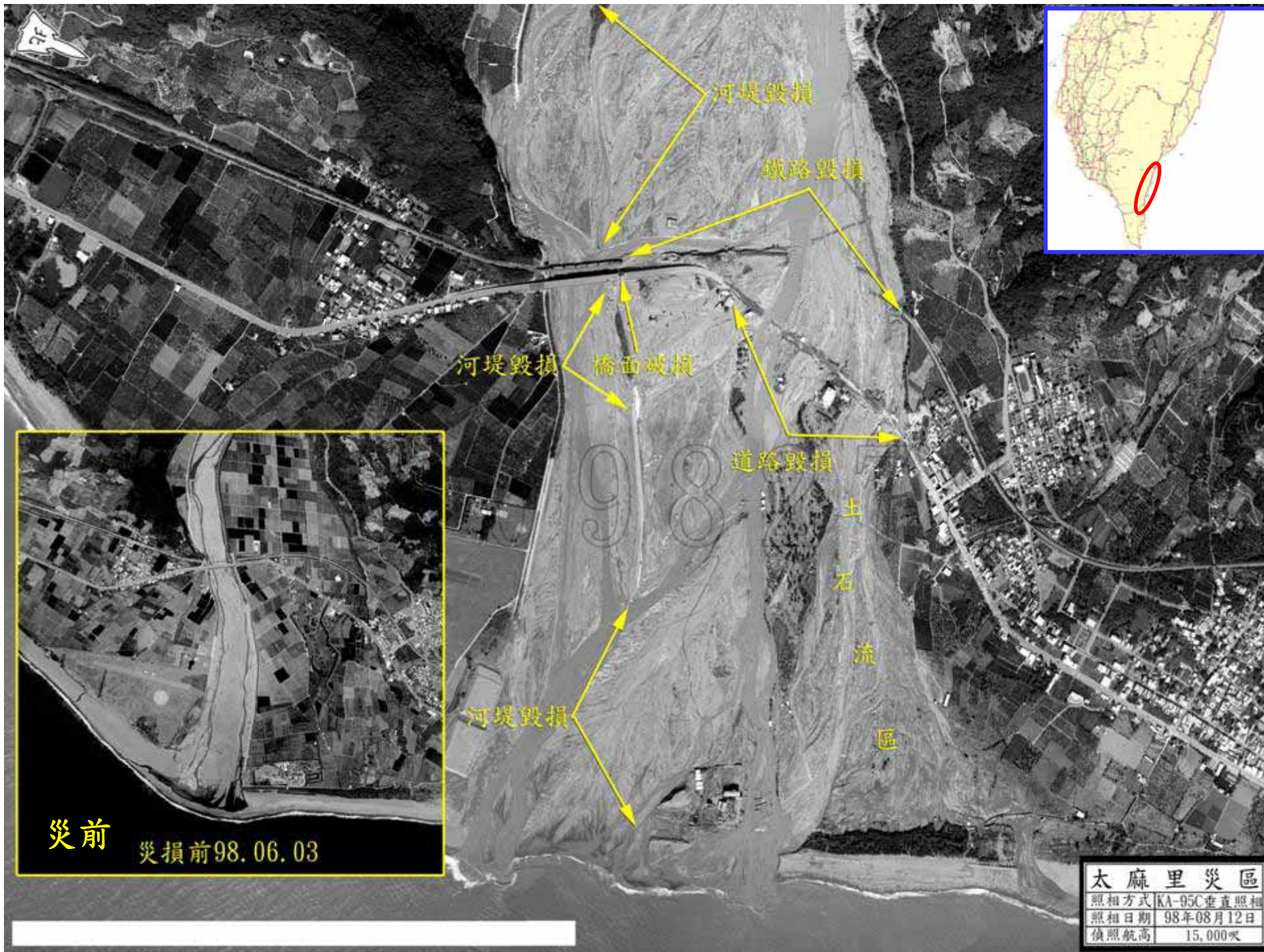


太麻里溪災後衛星照片



太麻里溪災前衛星照片

資料來源：屏東科技大學災害防救中心



台東太麻里



資料來源：屏東科技大學災害防救中心



資料來源：屏東科技大學災害防救中心

知本溪溫泉橋與倒榻的金帥飯店

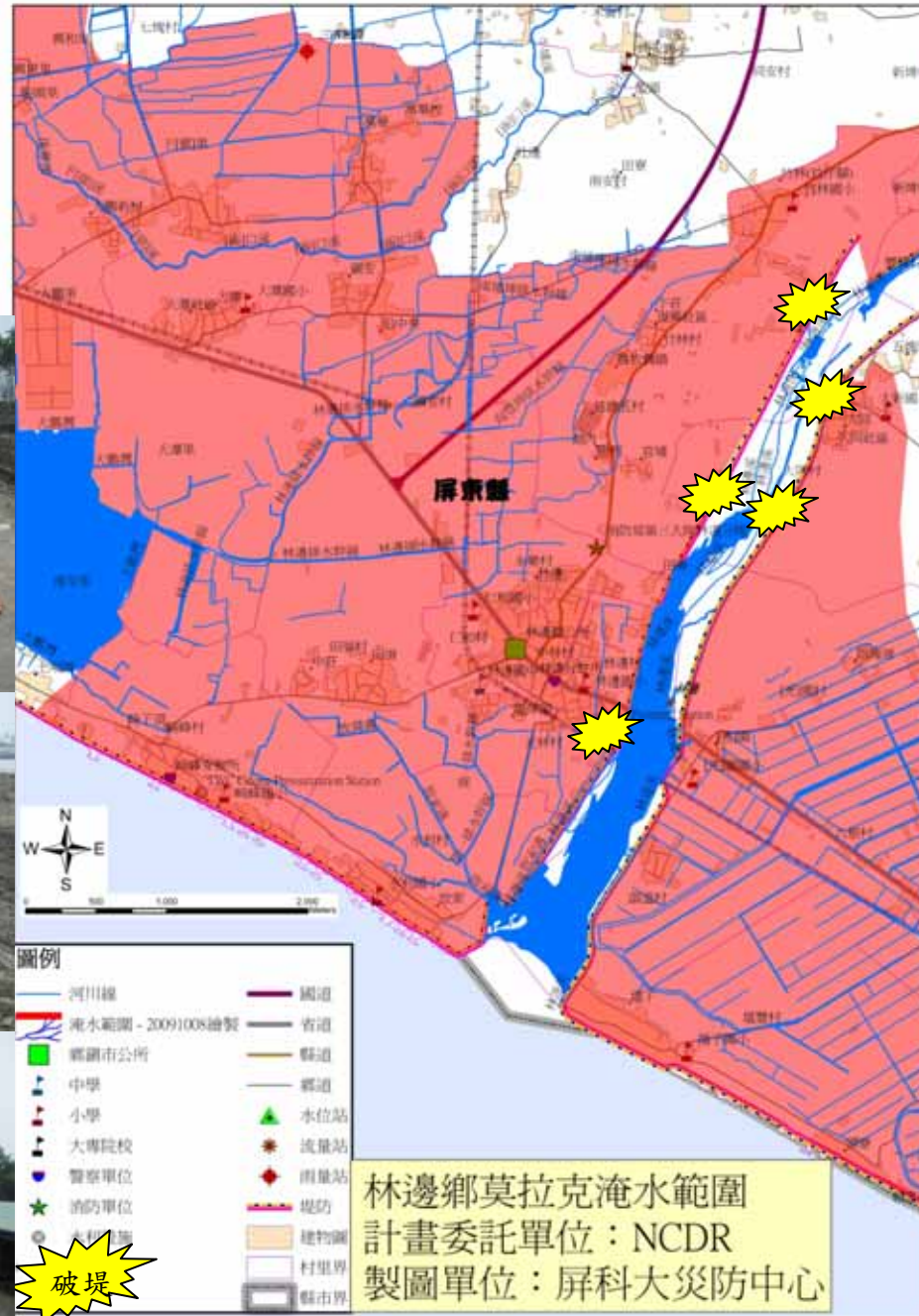


資料來源：屏東科技大學災害防救中心

(2) 林邊溪



資料來源：
屏東科技大學
災害防救中心



莫拉克颱風林邊溪破堤處





竹仔腳堤防潰堤



鐵路橋堤防潰堤



大同堤防潰堤



佳冬堤防潰堤

資料來源：屏東縣政府



林邊鄉全鄉十村均淹水，最深達3.5米深，另鐵路旁堤防潰堤，灌入大量的泥砂，有的高達2~3米，大量漁塭淹沒。

佳冬鄉大同、羌園、燄塭、塭豐等四村淹水，塭豐位屬低窪地區又地層下陷，水深達4米多。養殖魚塭淹沒、流失，損失嚴重。



資料來源：屏東縣政府

霧台鄉好茶村土砂災害

資料來源：屏東科技大學災害防救中心



好茶村全景，照片左側出現明顯岩屑沖蝕及土石崩塌破壞（照片為由南向北拍攝，2007）



好茶村災前景象，本村位於溪流高灘地



2002年好茶村社區分佈



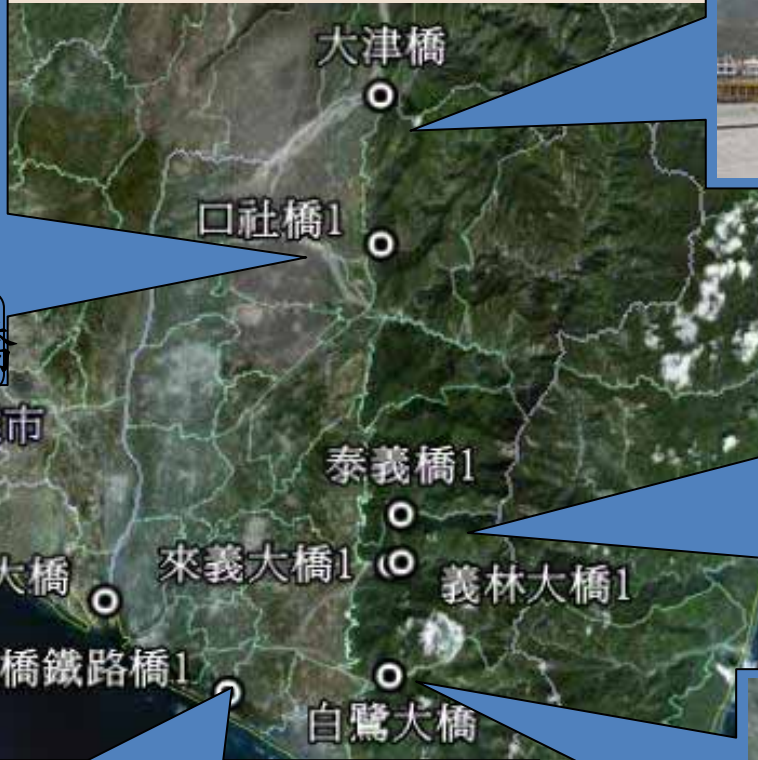
颱風後村落遭土石淤埋

屏東縣受災橋梁

資料來源：屏東科技大學災害防救中心



三地門鄉口社橋



高樹鄉大津橋



來義鄉泰義橋



來義鄉白鷺大橋



新園鄉雙園大橋



林邊鄉林邊溪橋

(3)高屏溪流域

甲仙鄉小林村

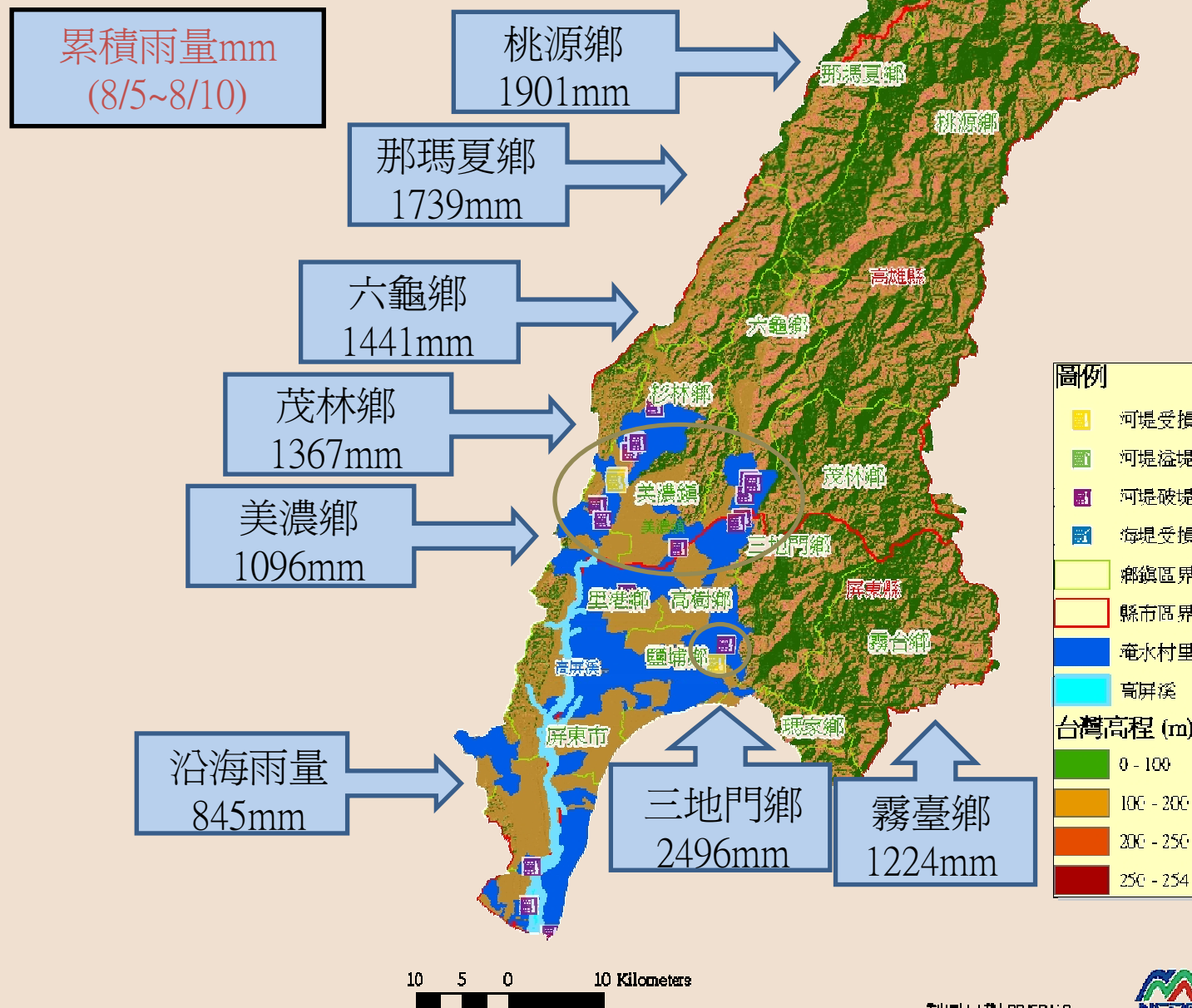


(災害前)



(災害後)

高屏溪堤防受損及淹水



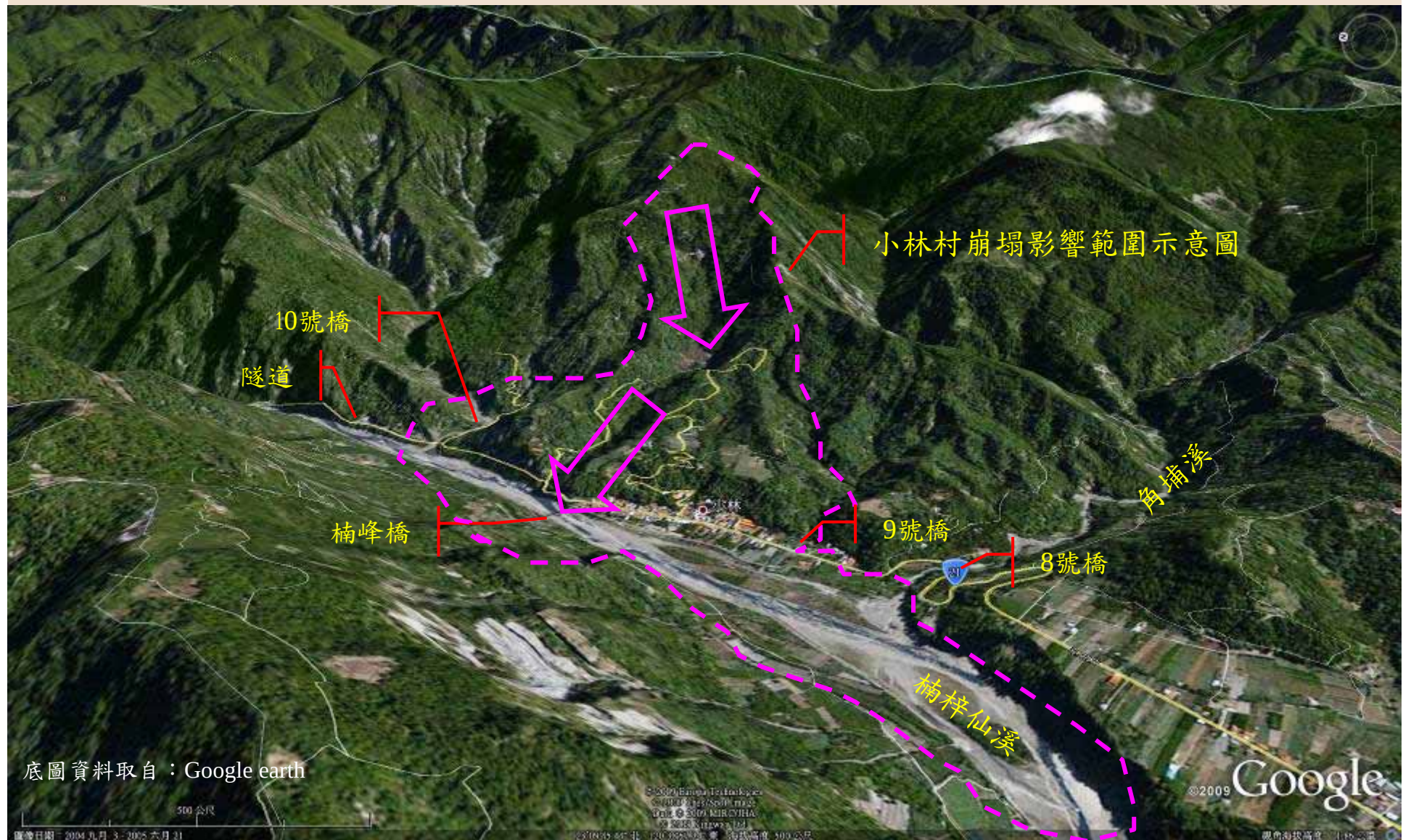


高雄縣甲仙鄉小林村地理位置

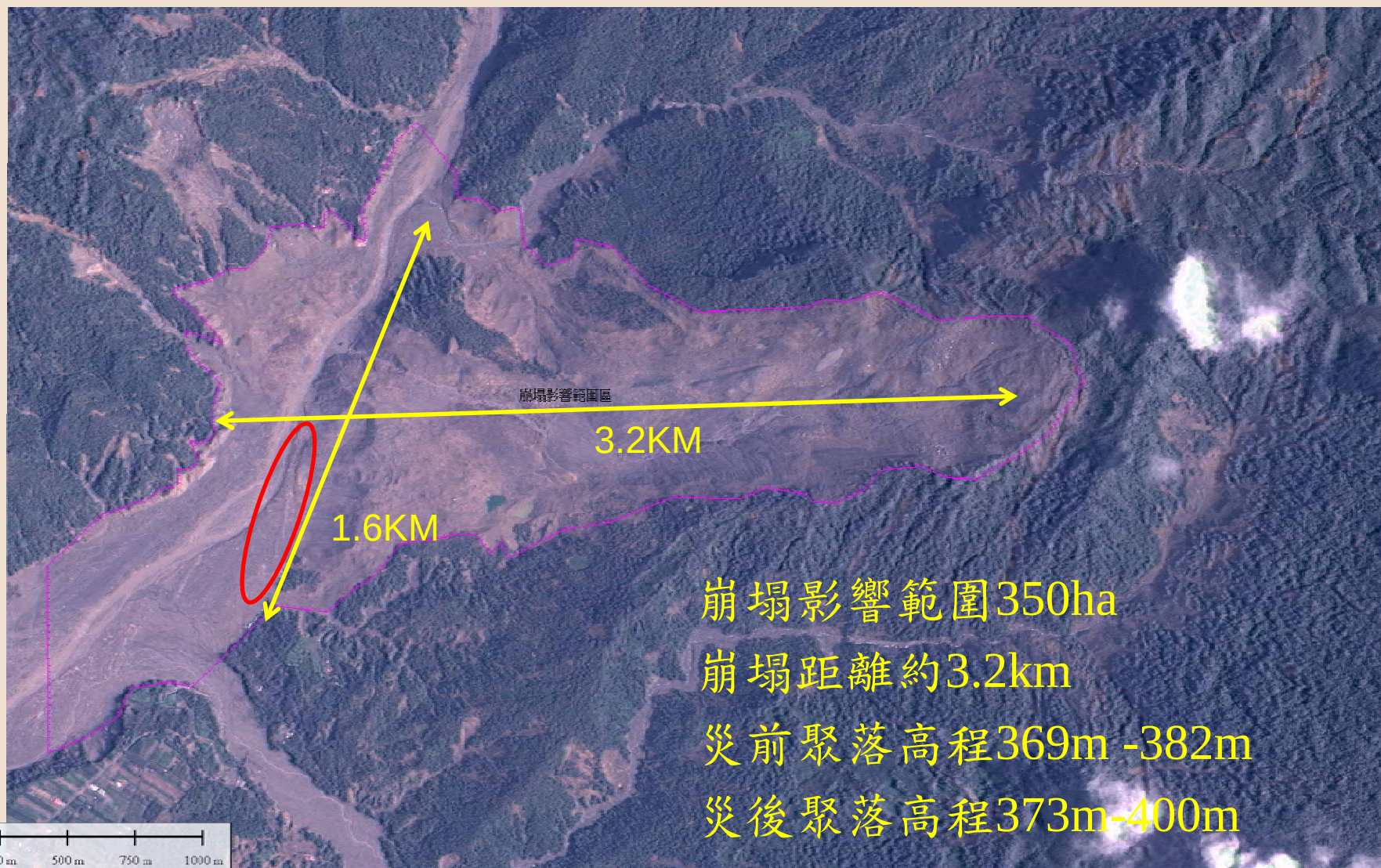


底圖資料取自：Google earth

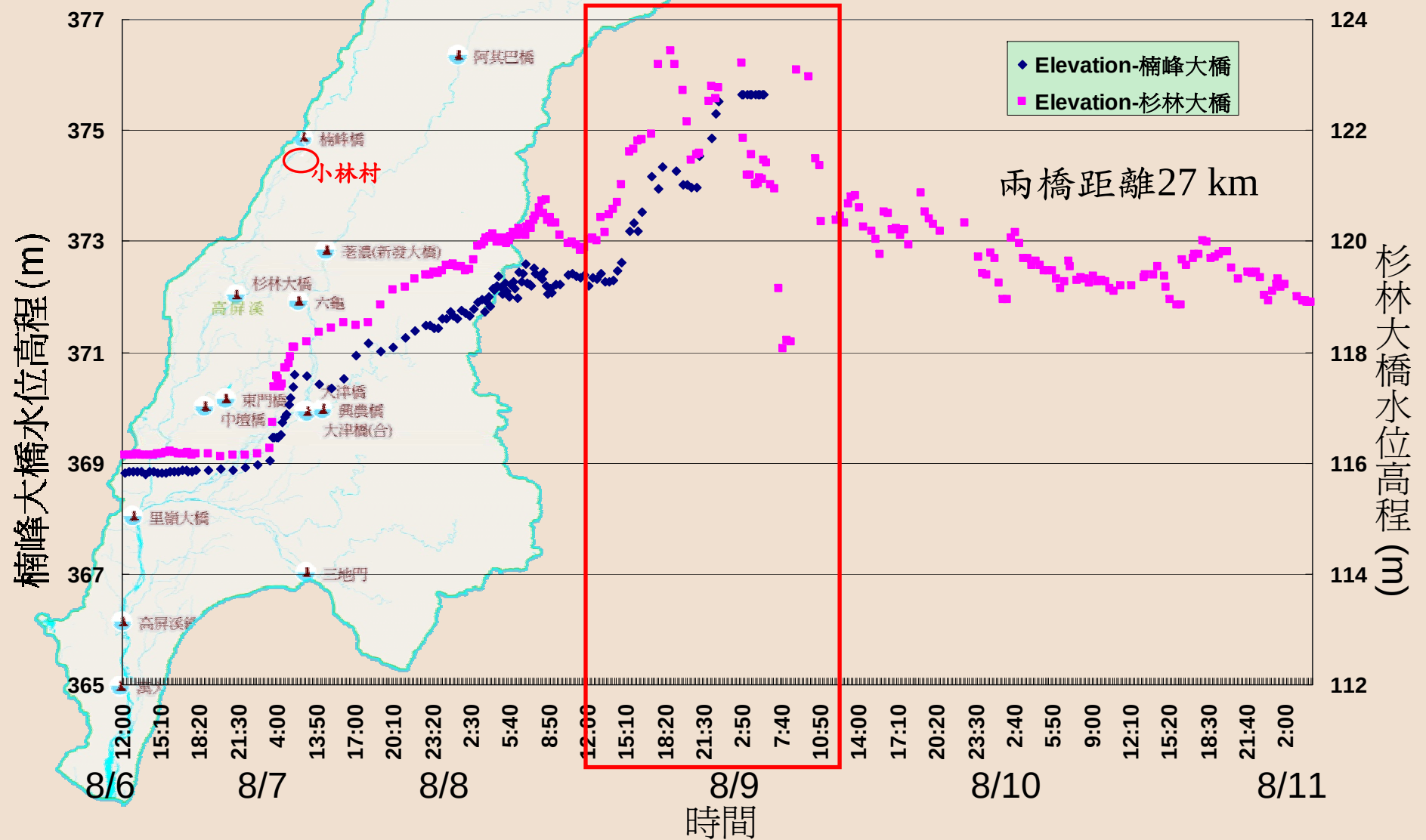
甲仙鄉小林村崩塌影響範圍



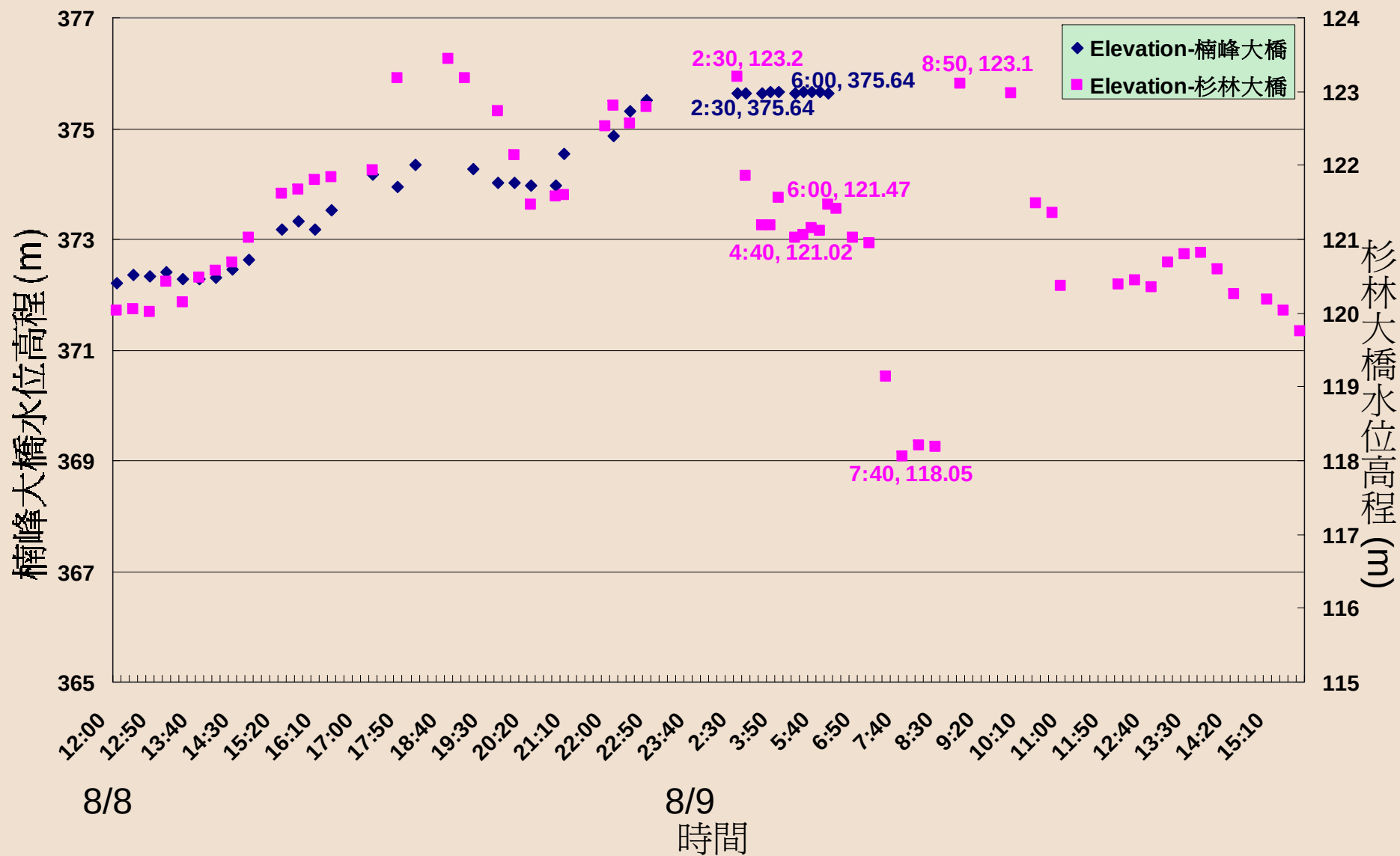
甲仙鄉小林村崩塌影響範圍



旗山溪水位變化1-1



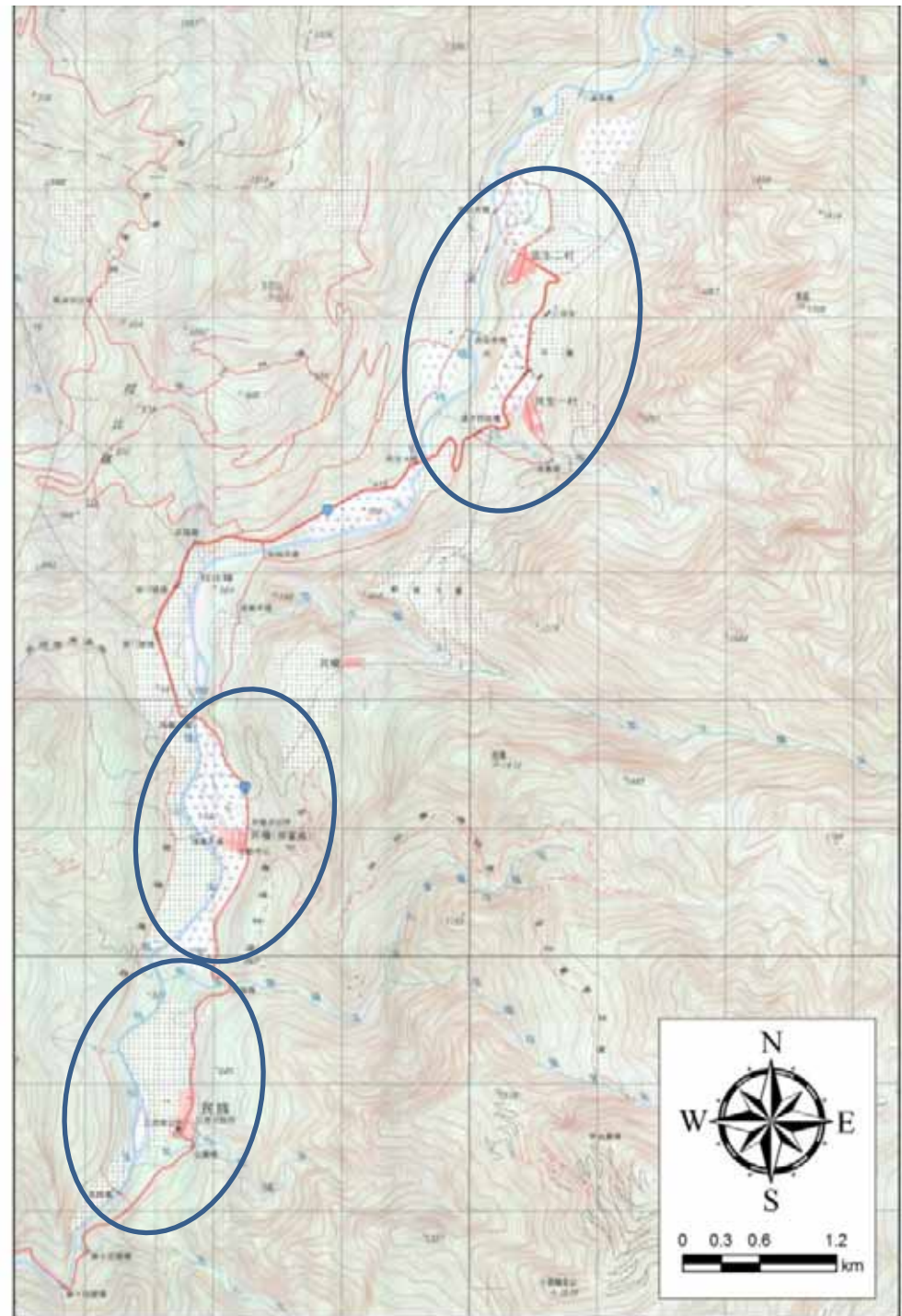
旗山溪水位變化1-2



那瑪夏鄉

民族、民權、民生村

資料來源：
台灣大學、中興大學



那瑪夏鄉民族村

- 高雄縣那瑪夏鄉南沙魯村發生治山防災災害案，計造成7人死亡，3人失蹤，3戶房屋受損，橋樑受損1座，道路損壞700公尺，初估土石流出量約8000立方公尺，農會前道路遭土石掩埋無法通行。

(資料來源：水保局)



資料來源：台灣大學、中興大學

王國隆攝

那瑪夏鄉民權村

- 高雄縣那瑪夏鄉瑪雅村發生治山防災災害案，計造成拉比尼亞地方野溪、民權護岸野溪土石沖刷道路損壞無法通行
- 高雄縣那瑪夏鄉瑪雅村發生治山防災災害案，計造成文物館週邊及道路土石掩埋需搶通
- 資料來源：水保局



資料來源：台灣大學、中興大學

王國隆攝

高雄縣六龜鄉新發村（災後）

資料來源：屏東科技大學災害防救中心



新發社區崩塌災害

資料來源：屏東科技大學災害防救中心



新發社區東側山坡發生多處崩塌



大型崩塌沖毀谷口處房舍



被崩塌土石掩埋房屋



數位居民遭洪水沖失



崩塌上方土石仍破碎



聯外道路路基滑落溪谷



往大津



茂管處不見了



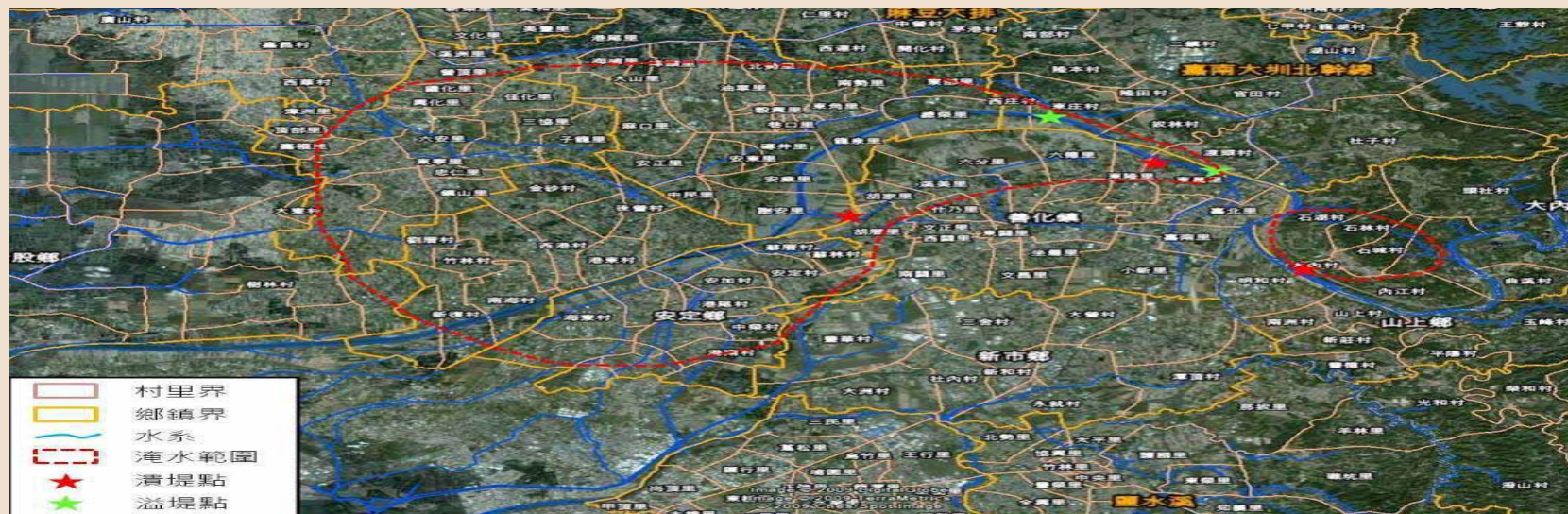
十八羅漢山遊客中心



六龜大橋

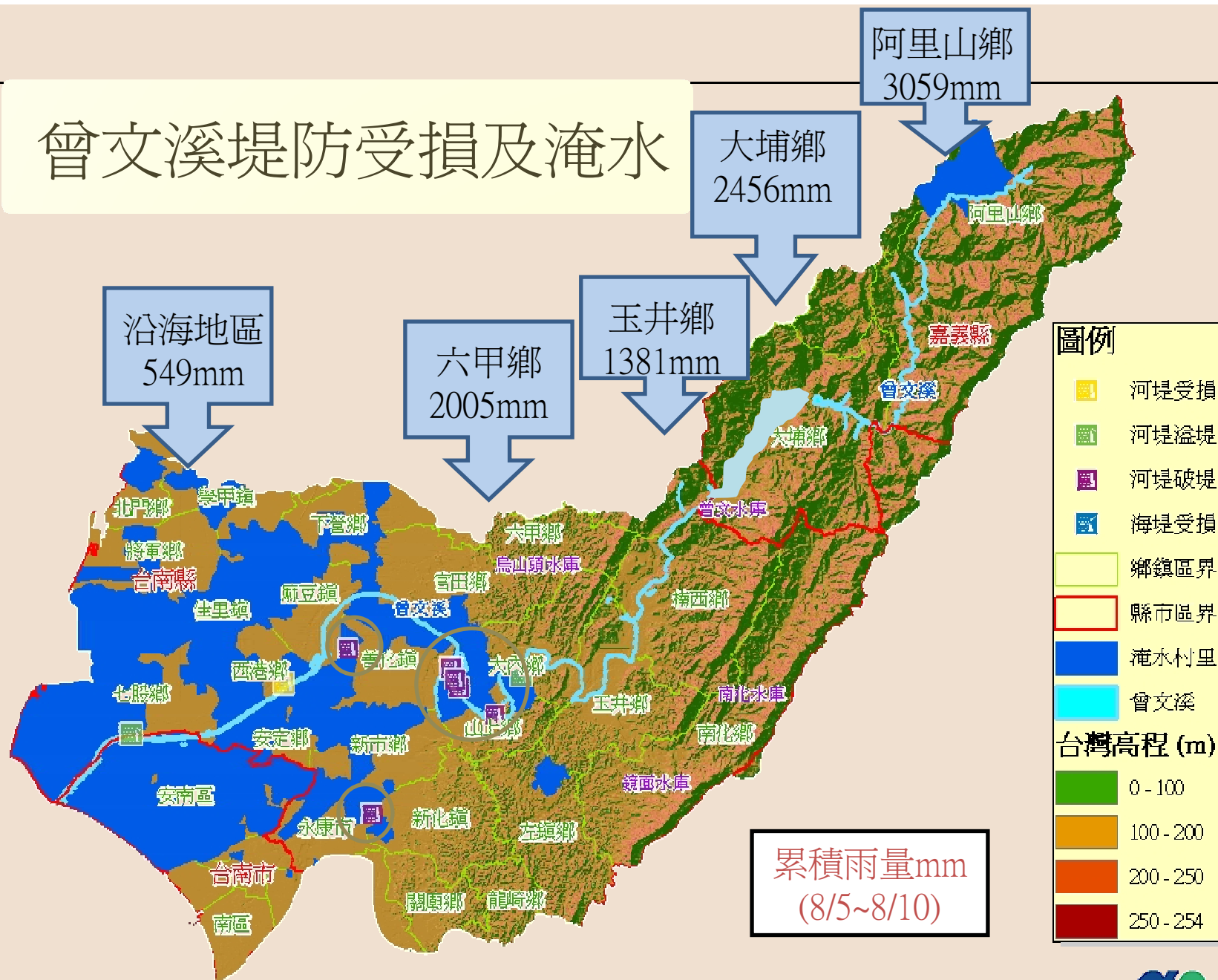
(4)曾文溪流域

1. 由於降雨量多且強度大，超過河川設計保護標準。
2. 曾文水庫進水量達到每秒11,729立方公尺，為保護水庫安全，進行洩洪。
3. 下游台南縣麻豆鎮、左鎮鄉、仁德鄉、七股鄉、大內鄉、山上鄉、官田鄉、台南市淹水。





曾文溪堤防受損及淹水



10 5 0 10 Kilometers

製圖日期:98/09/10



台南縣市淹水

資料來源：成功大學防災中心

安南區



仁德交流道



文賢路



官田鄉



資料來源：成功大學防災中心



下營鄉



永康市



麻豆鎮



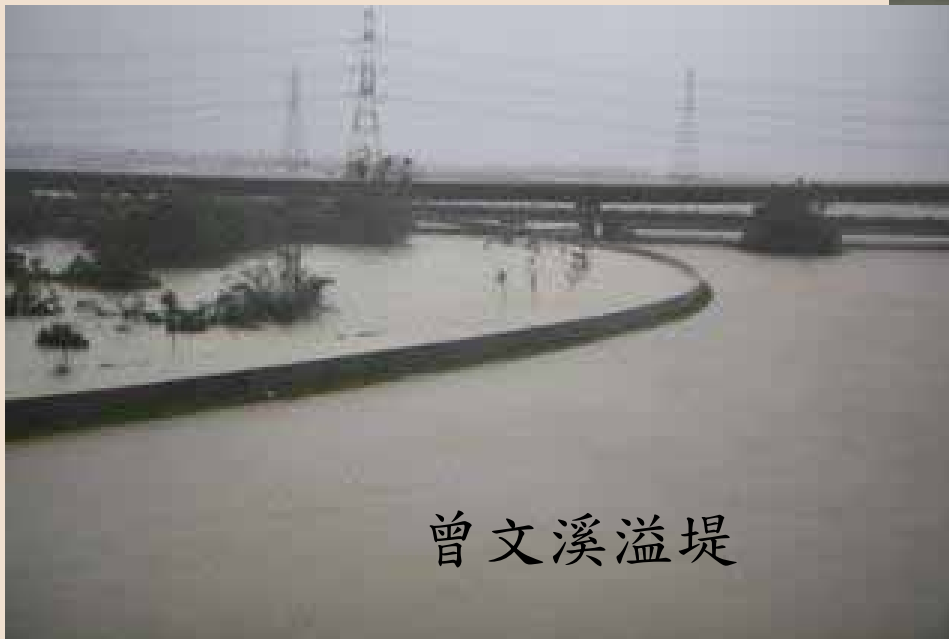
仁德保安工業區

資料來源：成功大學防災中心

善化鄉



曾文溪溢堤



水庫淤積速率增加水庫庫容逐年降低

年度	完工時	現況	淤積量	淤積率(%)
石門水庫	2.52	2.15	0.38	15.02
曾文水庫	6.31	5.83	0.48	7.61
南化水庫	1.49	1.33	0.16	10.93
台灣地區 40座合計	23.2	20.1	3.02	13.02

單位：億立方公尺

年淤積量達900萬M³，換算年損失
供水量約2,000萬M³，相當於三分
之一寶二水庫年供水量。

- 2004年艾利颱風石門水庫淤積2,788萬立方公尺
- 2004年艾利颱風曾文水庫淤積1,794萬立方公尺
- 2009年莫拉克颱風曾文、南化水庫大量淤積



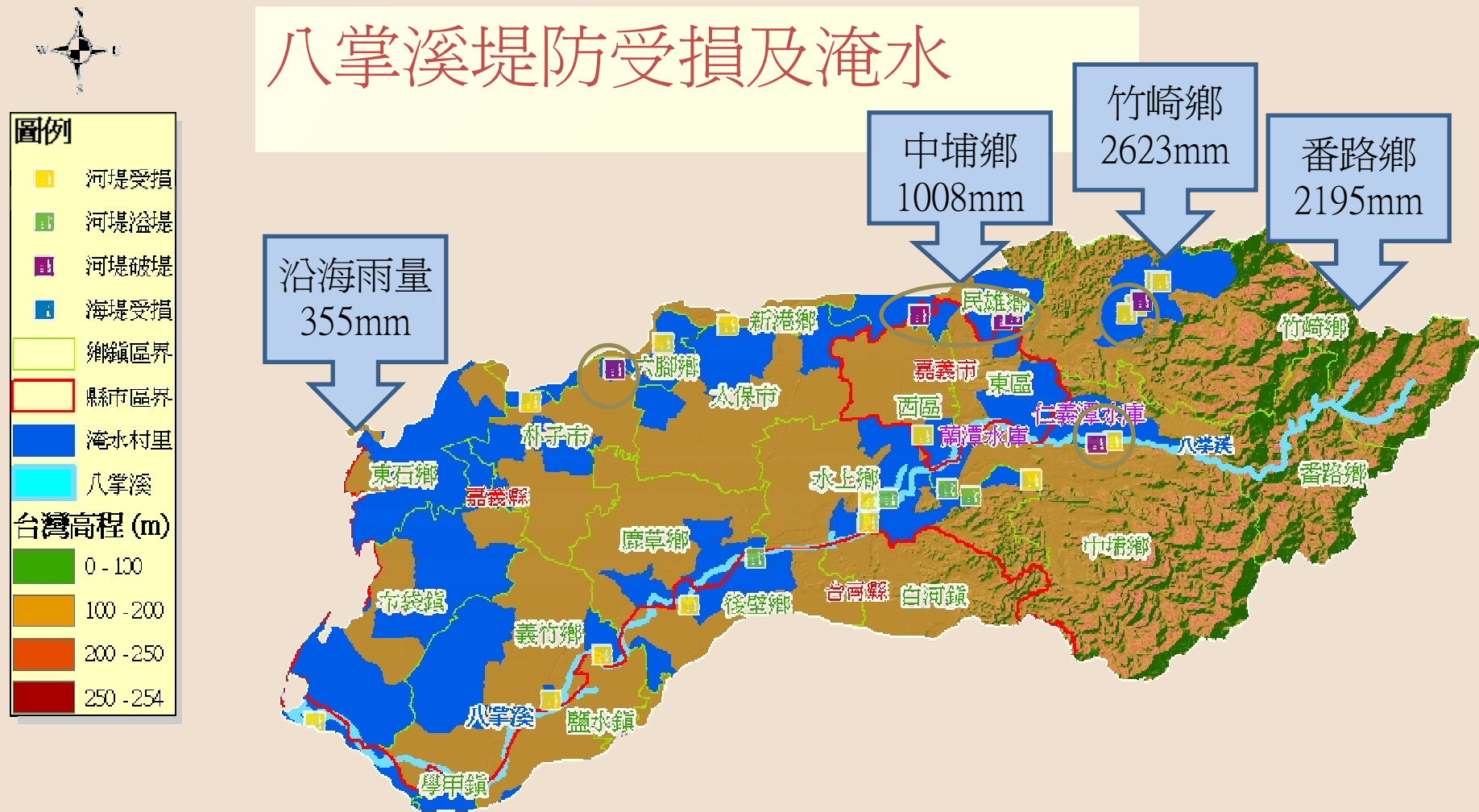
(5)八掌溪流域



經濟部水利署與雲林科技大學合設
水土資源防災科技研究中心

累積雨量mm (8/5~8/10)

八掌溪堤防受損及淹水



10 5 0 10 Kilometers

製圖日期:98/09/10



阿里山鄉來吉村 土石災害區位-內來吉



岩層破碎、溪岸大型崩場



內來吉



溪床大量土石堆積，聯外道路崩塌、橋樑淤埋



阿里山鄉來吉村 土石災害區位-外來吉



資料來源：中興大學



南投縣信義鄉

資料來源：中興大學



台21線100K於颱風期間溪水暴漲導致約150M路基流失



台21線108K上邊坡土石崩塌，下邊坡路基流失



8月16日



投60鄉道往東埔發生崩塌，下邊坡崩塌長約45M，寬約40M

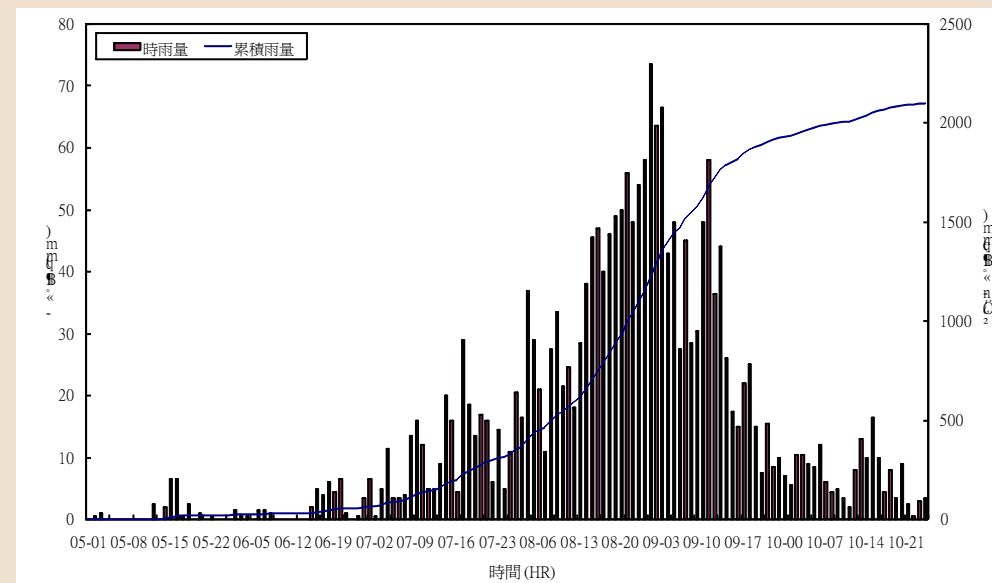


和社溪暴漲，暴漲溪水溢堤

神木村 - 出水溪土石流災害



王國隆攝



降雨組體圖

資料來源：台灣大學、中興大學

桐子林土石流災害

- 災害類型
 - － 土石流
- 間接災害
 - － 隆華國小



資料來源：台灣大學與中興大學
王國隆攝

五、事件之教訓及省思 (1/2)

- 國土過度利用，沒有預留足夠蓄洪與疏洪空間，不及排泄洪水。
- 未來面對氣候及環境變遷，水利業務將面臨更大的威脅與挑戰。
- 治水工作涵蓋水、土、林、人，是跨部會以及跨中央與地方之業務，不只是水利署可獨立完成的工作。
- 集水區嚴重的崩坍，大量的土砂淤積於水庫及河道，嚴重影響水庫的蓄洪功能及河道的排洪能力。

五、事件之教訓及省思 (2/2)

- 曾文水庫之最大放水量幾達最大設計洩洪量，水庫放水加劇淹水災情。
- 橋樑斷橋造成人員傷亡，估約130座以上橋樑被洪水或土石沖斷，橋樑安全未來益顯重要。
- 面對百年以上重現期之極端降雨經常發生以及河道淤砂的問題，現有防洪設施保護標準不足以因應未來氣候的變化。

六、結語

- 治水工作應朝向以兼顧災害管理與國土利用之流域綜合治理為目標，經由有效的土地管理，抑制流域的出流量，並限制災害高潛勢地區之土地使用。
- 政府對防災工作的強化與重視，以及民眾防災意識的提升，將可大量減少災害造成的損失。
- 防洪工程設計都有一定的保護程度，加強非工程防洪保護措施可彌補防洪工程設計之不足，減少人命之傷亡。