

NCDR 115-A02

114年樺加沙颱風災害調查彙整報告



行政法人

國家災害防救科技中心

National Science and Technology Center
for Disaster Reduction

國家災害防救科技中心

中華民國 115 年 03 月

NCDR 115-A02

114年樺加沙颱風災害調查彙整報告

坡地與洪旱組 彙編



行政法人

國家災害防救科技中心

National Science and Technology Center
for Disaster Reduction

國家災害防救科技中心

中華民國 115 年 03 月

中文摘要

2025 年 9 月樺加沙(RAGASA)颱風路徑雖僅穩定通過巴士海峽，中心未直接登陸，但其寬廣外圍環流受地形舉升作用影響，對東半部及高屏山區造成極端降雨衝擊。本次事件最大累積總雨量達 878.5 毫米(花蓮天祥站)，多處觀測站紀錄均逾越一級淹水警戒值。全臺計有 53 處淹水點、110 處新生崩塌地，且農業損失高達 6.03 億元，其中以花蓮縣最為嚴重。

本次事件之最嚴重的災害為馬太鞍溪堰塞湖溢流，該堰塞湖於 2025 年 7 月薇帕颱風期間形成，受樺加沙颱風降雨影響，於 9 月 23 日發生自然溢流。下洩之洪水推估洪峰流量達 8,800~8,860 立方公尺/秒，遠超該河川 100 年重現期之防洪設計標準。此極端洪水波導致馬太鞍溪橋沖毀、堤防多處受損，並造成光復鄉市區嚴重淹水及土砂淤積。本報告結合衛星影像監測、無人機測繪及地形差異分析，詳實記錄堰塞湖形成至潰決過程，及分析後續土砂淤積的情形，提供未來應對極端複合式災害之參考依據。

關鍵字：馬太鞍溪堰塞湖、土砂淤積、地形差異分析。

目錄

第一章 樺加沙颱風天氣概述與應變歷程	1
1.1 事件概述	1
1.2 風雨分析	2
1.3 應變歷程	5
第二章 樺加沙颱風災情分布與衝擊	7
2.1 災情敘述	7
2.1.1 淹水災害	7
2.1.2 坡地災害	12
2.2 衝擊基礎設施情況	14
2.3 農業災害	14
2.4 交通設施災害	17
第三章 樺加沙颱風災害調查及致災原因分析	19
3.1 花蓮縣馬太鞍溪災害探討	19
第四章 結語	34
參考文獻	35

圖目錄

圖 1.1.1、樺加沙颱風路徑與警報發布時間	2
圖 1.2.1、樺加沙颱風降雨歷程	3
圖 1.2.2、樺加沙颱風影響期間(9月21日至23日)之總累積雨量與 降雨時序分析.....	4
圖 1.2.3、樺加沙颱風影響期間，中央氣象署氣象站最大風速	5
圖 1.3.1、總統與行政院長共同視導樺加沙颱風中央災害應變中心..	6
圖 2.1.1、淹水災點分布	7
圖 2.1.2、淹水感測器紀錄分布圖	11
圖 2.1.3、樺加沙颱風坡地災害點位分布圖	12
圖 2.1.4、樺加沙颱風之衛星影像新生崩塌地判釋成果	13
圖 2.3.1、全臺產業及民間設施災損分布	16
圖 3.1.1、馬太鞍溪集水區位置圖	20
圖 3.1.2、發生於2017年10月28日至2018年1月16日之間的小 規模山崩事件.....	21
圖 3.1.3、馬太鞍溪崩塌區衛星影像與堰塞湖空拍影像.....	22
圖 3.1.4、光學衛星影像追蹤馬太鞍溪堰塞湖之演變歷程	23
圖 3.1.5、馬太鞍溪溢流至光復市區災情影像	24

圖 3.1.6、馬太鞍溪上游堰塞湖雨量與水位記錄資料以及下游馬太鞍溪橋、箭瑛大橋、以及花蓮大橋水位監測資料	25
圖 3.1.7、馬太鞍溪下游災害前後之正射影像與側拍資料	27
圖 3.1.8、土石沖淤變化分析	28
圖 3.1.9、左右岸堤岸高之災前災後變化	29
圖 3.1.10、災前災後數值高程差異分析	30
圖 3.1.11、多期數值高程橫斷面變化	31
圖 3.1.12、馬太鞍溪下游災後追蹤側拍影像	32

表目錄

表 2.1.1、樺加沙颱風全臺前 10 大之最大時雨量資料	9
表 2.1.2、樺加沙颱風全臺前 10 大之最大累積 3 小時雨量資料	9
表 2.1.3、樺加沙颱風全臺前 10 大之最大累積 6 小時雨量資料	10
表 2.1.4、樺加沙颱風之河川水位記錄(按發生時間排序)	10
表 2.3.1、農林漁牧業產物及民間設施損失統計表	15
表 2.3.2、受損農作物排序	15

第一章 樺加沙颱風天氣概述與應變歷程

1.1 事件概述

2025 年 9 月中旬，西北太平洋的季風低壓再度活躍，環流自南海向東延伸至菲律賓東方海面，使該區域同時存在三個低氣壓系統。其中，位於菲律賓東方海面的兩個系統，因海面溫度超過 30°C 且垂直風切微弱，分別於 9 月 16 日與 17 日發展成熱帶性低氣壓。18 日 14 時，呂宋島東南方的熱帶性低氣壓增強為米塔颱風(MITAG)，對臺灣未造成直接影響。另一個位於菲律賓東方海面的熱帶性低氣壓，則於同日 20 時形成樺加沙颱風(RAGASA)。

樺加沙颱風生成後，其北側的太平洋副熱帶高壓持續偏強，引導颱風沿高壓邊緣向西北西移動，逐漸接近臺灣東南部海域。21 日，由於樺加沙的七級風暴風半徑達 300 公里，且颱風中心逐漸接近巴士海峽，中央氣象署於 8 時 30 分發布海上颱風警報。隨後颱風持續增強，並於 11 時發展為強烈颱風，成為 2025 年首個強烈颱風。17 時 30 分，中央氣象署進一步發布陸上颱風警報。陸上警報發布後，樺加沙仍受副熱帶高壓駛流影響，穩定向西通過巴士海峽，其寬廣的外圍環流為臺灣帶來顯著降雨。

23 日起，颱風加速西移並逐漸遠離臺灣，中央氣象署於 23 日 20

時 30 分解除海上及陸上颱風警報，本次警報歷時 60 小時。離開臺灣後，樺加沙持續向西移動，最終在 24 日 17 時由廣東省陽江市海陵島登陸後減弱、消散。樺加沙颱風路徑如圖 1.1.1 所示。



圖 1.1.1、樺加沙颱風路徑與警報發布時間(製圖：災防科技中心)

1.2 風雨分析

在降雨方面，樺加沙颱風影響臺灣的時間為 9 月 21 日至 23 日。雖然僅七級風暴風圈影響臺灣南部地區，但其外圍環流仍為東半部地區與高屏山區帶來強降雨(圖 1.2.1)。21 日，隨著颱風外圍水氣移入臺灣，西南部地區首先出現零星午後對流；入夜後，外圍環流開始影響陸地，東半部雨勢隨之增強。22 日，颱風及其外圍環流持續

影響，東半部與西南部轉為持續性強降雨，當日最大日雨量為宜蘭縣大同鄉翠峰湖站的 252 毫米。23 日，東半部地區及高屏山區的雨勢進一步加劇，導致花蓮縣馬太鞍溪堰塞湖發生溢流，夾帶泥砂的洪水不僅沖毀馬太鞍溪橋，更漫流進入光復鄉市區，造成農田與街道嚴重淤積。當日最大雨量為花蓮縣秀林鄉天祥站的 664.5 毫米，高雄、屏東及臺東山區亦超過 500 毫米，皆達超大豪雨等級。

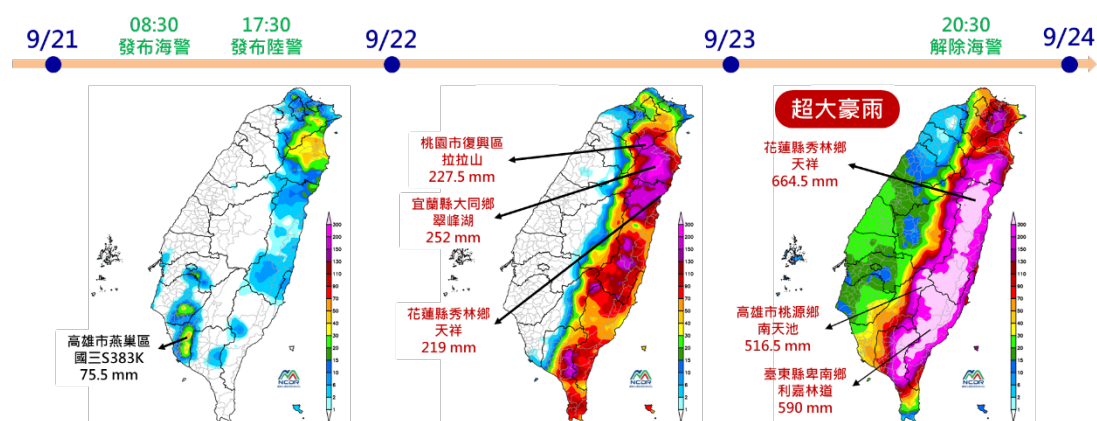


圖 1.2.1、樺加沙颱風降雨歷程(製圖：災防科技中心)

颱風影響期間，強降雨集中於大臺北地區、東半部及高屏山區(圖 1.2.2)。本起事件主要受颱風寬廣外圍環流影響，雨勢在迎風面地形舉升作用下得以維持並增強，使降雨以長延時型態為主，但仍偶有強對流系統移入而造成短延時強降雨。其中，花蓮縣和臺東縣降雨最劇烈，全臺最大總雨量前 10 名皆位於此兩縣市，多個鄉鎮的總雨量超過 600 毫米，最大總雨量為花蓮縣秀林鄉天祥站的 878.5 毫米，花蓮縣秀林

鄉洛韶站 752 毫米居次。

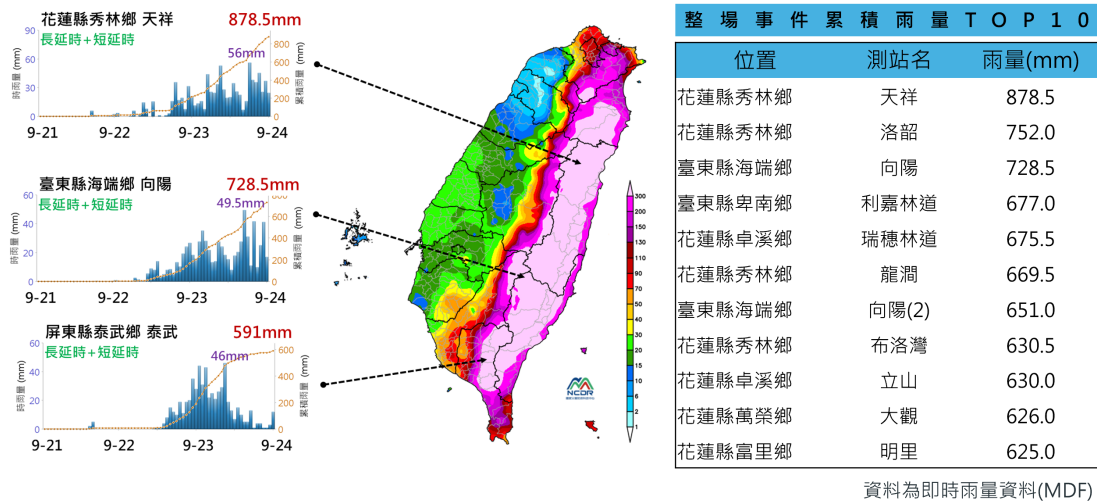


圖 1.2.2、樺加沙颱風影響期間(9 月 21 日至 23 日)之總累積雨量與降

雨時序分析，累積雨量值如色標尺所示，單位為毫米

(製圖：災防科技中心)

在風力方面，由於樺加沙颱風中心未直接登陸臺灣本島，僅七級風暴風圈掠過臺灣南部地區，強風影響程度相對有限。根據風速分析資料(圖 1.2.3)，臺灣本島因距離颱風中心較遠，風力明顯減弱，各地陣風多介於 5 至 7 級之間。僅西半部沿海地區、東半部及恆春半島受外圍環流影響，仍測得 8 級陣風。相較之下，強陣風主要出現在地形起伏較小且遮蔽物較少的離島地區，其中，蘭嶼和彭佳嶼皆曾測得 10 級以上強陣風。

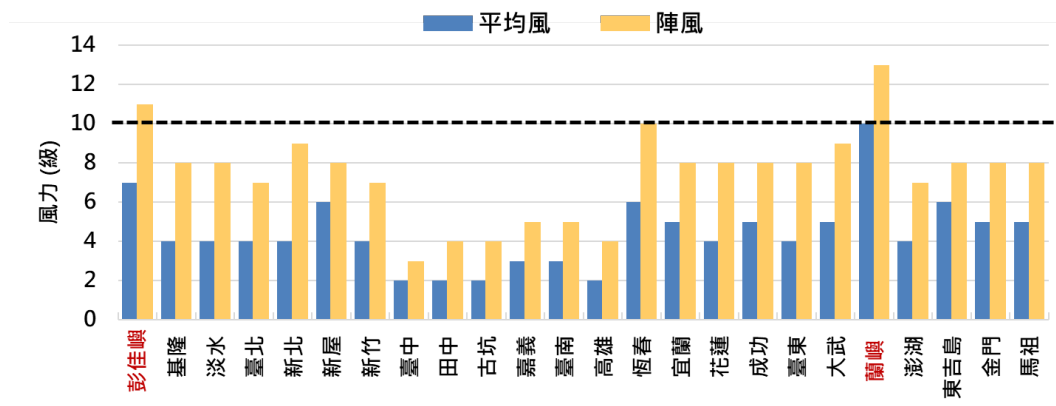


圖 1.2.3、樺加沙颱風影響期間，中央氣象署氣象站最大風速

(資料來源：中央氣象署；繪製：災防科技中心)

1.3 應變歷程

自樺加沙颱風海上颱風警報發布起(2025/9/21 08:30)，中央災害應變中心同步成立二級開設，並於 9 時召開第一次工作會報與情資研判會議。考量花蓮馬太鞍溪堰塞湖可能衍生之高度災害風險，指揮官內政部長劉世芳於 15 時另行召開「花蓮馬太鞍溪堰塞湖因應處置會議」，指示相關單位預先整備各項應變處置作為。隨後，因風雨影響範圍持續擴大，中央災害應變中心提升為一級開設。隨著降雨持續加劇，總統與行政院長於 22 日下午親臨中央災害應變中心視導第五次工作會報暨情資研判會議(圖 1.3.1)，除聽取各部會署整備與應變情形，亦瞭解地方政府在第一線物資調度、收容安置及搶修人力之相關需求，並指示中央相關部會全力支援，確保地方防救災量能無虞。

23 日 14 時 50 分，受持續性強降雨影響，馬太鞍溪堰塞湖水位超過警戒引發溢流；45 分鐘後，洪水夾帶大量土砂沖毀馬太鞍溪橋並漫流至花蓮縣光復鄉市區，造成嚴重土砂淤積與洪水溢淹災情，馬太鞍溪堰塞湖的應變工作遂由風險監測緊急轉為災區救援。

24 日，全臺風雨因颱風遠離而明顯趨緩，中央災害應變中心於 20 時決議維持一級開設，致力於災區搶救與復原重建工作。同時，為彈性調節應變人力並專注於災區復原，與堰塞湖災害關聯性較低之單位則陸續解除任務並歸建。在本次應變作業期間，災防科技中心共支援 84 小時、146 人次，參與 11 次工作會報暨情資研判會議，包含 1 次總統與行政院長共同視導。



圖 1.3.1、總統與行政院長共同視導樺加沙颱風中央災害應變中心

(資料來源：災防科技中心)

第二章樺加沙颱風災情分布與衝擊

2.1 災情敘述

2.1.1 淹水災害

根據內政部 EMIC 與經濟部水利署(以下簡稱水利署)淹水感測器之統計結果，樺加沙颱風事件共記錄 53 處淹水災點，其中馬太鞍堰塞湖溢流造成通報災點(紀錄)主要集中在花蓮光復。災點空間分佈主要集中在於東臺灣地區，涵蓋花蓮縣和臺東縣，具體分佈情形詳見圖 2.1.1。



圖 2.1.1、淹水災點分布(製圖：災防科技中心)

在樺加沙颱風事件期間，全臺多處氣象觀測站所監測之各延時雨

量均突破淹水警戒值，致災降雨主要集中於花蓮、臺東及屏東地區。根據統計數據顯示(詳見表 2.1.1、表 2.1.2、表 2.1.3)，本次事件最強瞬間降雨發生在花蓮縣卓溪鄉，其最大小時雨量達 80 毫米。在累積雨量方面，最大 3 小時累積雨量由花蓮縣秀林鄉龍澗測站(C1T980)錄得，數值高達 165.5 毫米，已超越該地區 140 毫米之三小時一級淹水警戒標準。此外，最大 6 小時累積雨量則出現在臺東縣卑南鄉利嘉林道測站(C1SA50)，監測值達 257 毫米，大幅逾越該地區 180 毫米之 6 小時一級淹水警戒值。

榉加沙颱風期間，根據觀測資料分析(表 2.1.4)，位於花蓮流域的箭瑛大橋(16:00 測得 86.26 公尺)與花蓮大橋(17:10 測得 9.7 公尺)水位急遽上升並分別突破一級與二級警戒線，經查並非單純受降雨影響，而是因上游馬太鞍溪堰塞湖發生堤頂溢流，瞬間洪水湧入主流所致。卑南流域的瑞源水位站(19:20 測得 163.71 公尺，一級警戒)以及秀姑巒河流域的立山水位站(21:40 測得 172.22 公尺，二級警戒)係因降雨逕流造成水位高漲。

表 2.1.1、樺加沙颱風全臺前 10 大之最大時雨量資料

(彙整：災防科技中心)

雨量站	測站代碼	測站位置	時雨量 (毫米)	淹水警戒值 (毫米)	
			觀測降雨	二級	一級
立山	C1Z040	花蓮縣卓溪鄉	80	50	60
國三 S383K	C1V830	高雄市燕巢區	75	70	80
豐南	C1S850	花蓮縣富里鄉	74.5	60	70
赤柯山	C0Z290	花蓮縣玉里鎮	71.5	60	70
瑞穗林道	C0Z250	花蓮縣卓溪鄉	67.5	50	60
龍澗	C1T980	花蓮縣秀林鄉	67.5	60	70
高寮	C1T990	花蓮縣玉里鎮	67.5	60	70
新瑪家	01Q920	屏東縣瑪家鄉	66	70	80
南鵝	01S560	臺東縣卑南鄉	65	60	70
金峰嘉蘭	C0S920	臺東縣金峰鄉	65	65	75

資料來源：中央氣象署與水利署

表 2.1.2、樺加沙颱風全臺前 10 大之最大累積 3 小時雨量資料

(彙整：災防科技中心)

雨量站	測站代碼	測站位置	最大 3 小時 累積雨量 (毫米)	累積 3 小時 淹水警戒值 (毫米)	
			觀測降雨	二級	一級
龍澗	C1T980	花蓮縣秀林鄉	165.5	130	140
赤柯山	C0Z290	花蓮縣玉里鎮	160	130	140
立山	C1Z040	花蓮縣卓溪鄉	155	120	130
南鵝	01S560	臺東縣卑南鄉	151	160	180
利嘉林道	C1SA50	臺東縣卑南鄉	148.5	160	180
高寮	C1T990	花蓮縣玉里鎮	144.5	130	140
下馬	C0S660	臺東縣海端鄉	144	135	145

霧鹿	01S430	臺東縣海端鄉	143	135	145
大漢山	01R030	屏東縣春日鄉	135	150	150
苗圃	01T240	花蓮縣卓溪鄉	134	120	130

資料來源：中央氣象署與水利署

表 2.1.3、樺加沙颱風全臺前 10 大之最大累積 6 小時雨量資料

(彙整：災防科技中心)

雨量站	測站代碼	測站位置	最大 6 小時 累積雨量 (毫米)	累積 6 小時 淹水警戒值 (毫米)	
			觀測降雨	二級	一級
利嘉林道	C1SA50	臺東縣卑南鄉	257	160	180
龍澗	C1T980	花蓮縣秀林鄉	242	200	220
天祥	C0T820	花蓮縣秀林鄉	237.5	200	220
霧鹿	01S430	臺東縣海端鄉	209	190	210
洛韶	C1T800	花蓮縣秀林鄉	208	200	220
池上	C0S740	臺東縣池上鄉	207	160	180
加拿國小	81S900	臺東縣鹿野鄉	207	180	200
下馬	C0S660	臺東縣海端鄉	204	190	210
上里	01S570	臺東縣延平鄉	204	200	220
南鵝	01S560	臺東縣卑南鄉	203	160	180

資料來源：交通部中央氣象署與經濟部水利署

表 2.1.4、樺加沙颱風之河川水位記錄(按發生時間排序)

(資料來源：水利署；彙整：災防科技中心)

河川 水位測站	河川 流域	最高水位 發生時間	最高水位 (公尺)	警戒值 (公尺)
箭瑛大橋	花蓮溪	2025/09/23 16:00	86.3	一級(86.0)
瑞源	卑南溪	2025/09/23 19:20	163.7	一級(163.5)
花蓮大橋	花蓮溪	2025/09/23 17:10	9.7	二級(8.7)

立山	秀姑巒溪	2025/09/23 21:40	172.2	二級(171.6)
----	------	------------------	-------	-----------

註：紅色底色為超過河川水位之一級淹水警戒值；橘色底色為超過河川水位之二級淹水警戒值。

在樺加沙颱風事件期間，全臺共有四處淹水感測器記錄到顯著積淹水。根據監測數據顯示，最大淹水深度發生於花蓮縣富里鄉明德村福德祠，測得淹水深度達 0.61 公尺。其餘感測點位包含：花蓮縣光復鄉大華村白鷺橋(0.28 公尺)、屏東縣佳冬鄉羌園國小(0.13 公尺)，以及花蓮市中原路地下道(0.12 公尺)。其感測器分布如圖 2.1.2。



圖 2.1.2、淹水感測器紀錄分布圖(單位：公尺)

(製圖：災防科技中心)

2.1.2 坡地災害

彙整農業部農村發展及水土保持署(以下簡稱農村水保署)、交通部公路局(以下簡稱公路局)及現勘資料,受到樺加沙颱風帶來的影響,造成高雄市、花蓮縣及臺東縣等山區發生坡地災害,合計有 34 處,主要以台 20 道路沿線較多崩塌,災點分布如圖 2.1.3 所示。

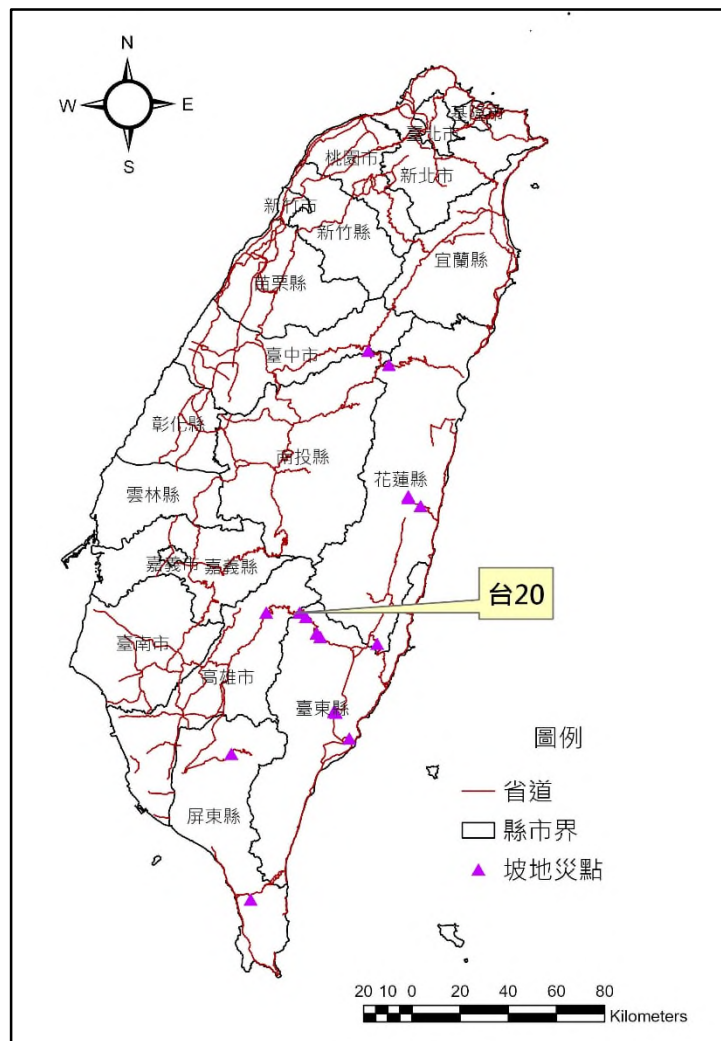


圖 2.1.3、樺加沙颱風坡地災害點位分布圖(繪製：災防科技中心)

農村水保署利用衛星影像進行新生崩塌判釋,其中新生崩塌係指

在災害前後，挑選兩期無雲覆影像進行比對判釋，並根據可用影像的解析度，藉由多光譜資訊判釋地表顯著崩塌變化範圍(面積達 0.1 公頃以上)，再以人工數化方式圈繪出判釋後的新生崩塌區，判釋結果如圖 2.1.4 所示。截至 10 月 1 日完成 75%警戒區判釋，共判釋 110 處新生崩塌地，總面積為 56.86 公頃。其中山坡地 9 處，共 1.61 公頃；林班地及保安林 101 處，共 55.25 公頃。(資料來源：農村水保署樺加沙颱風衛星影像新生崩塌判釋報告)

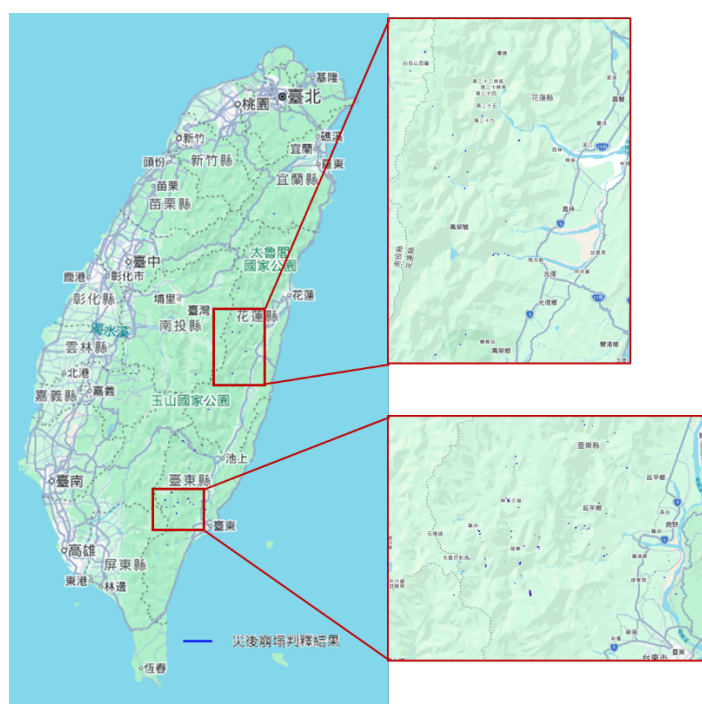


圖 2.1.4、樺加沙颱風之衛星影像新生崩塌地判釋成果

(資料來源：農村水保署)

2.2 衝擊基礎設施情況

根據樺加沙颱風之馬太鞍溪堰塞湖災害應變處置報告統計[1]，颱風期間全國曾停水戶數為 4,378 戶；在電力系統方面，全國曾停電用戶數為 1 萬 7,009 戶；在電信系統方面，總計 42 座基地台故障，市話服務中斷總計 1,431 戶。另外，因馬太鞍溪上游堰塞湖溢流，大量高含砂水流往下游流動，造成馬太鞍溪沿岸 3 處堤防受損。

2.3 農業災害

依據農業部樺加沙颱風農業災情報告[2]，受樺加沙颱風影響，造成全臺農業產物及民間設施估計損失高達 6 億 382 萬元(截至 10 月 22 日 17 時止)，各縣市的農林漁牧業產物及民間設施損失，受損金額與分布情形如表 2.3.1 及圖 2.3.1 所示。以花蓮縣受災最鉅，損失金額高達 5 億 9,589 萬元(占 99%)；其中民間設施損失最為慘重，金額約 5 億 6,482 萬元，主要係因農田埋沒(約 706 公頃)及流失(0.4 公頃)所致。

本次前五大受損農作物的損失統計詳見表 2.3.2，估計損失金額約 3,559 萬元，農作物損失面積約 554 公頃，主要受損作物是二期水稻，損失面積約 156 公頃，損失金額約 1,439 萬元，其次為西瓜、大豆、冬瓜及高粱(蜀黍)等。另外，畜產損失約 124 萬元以及漁產損失約 74 萬元。

表 2.3.1、農林漁牧業產物及民間設施損失統計表

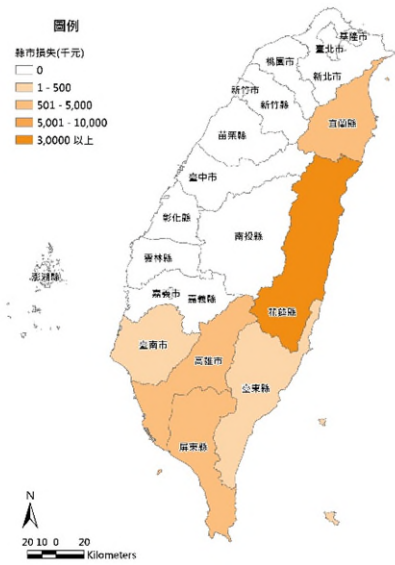
(資料來源：農業部)[2]

單位：千元

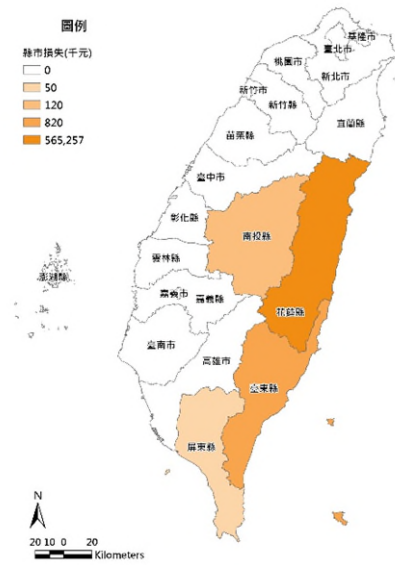
縣市別	合計	農林漁牧業產物損失					民間設施 損失
		小計	農產	畜產	漁產	林產	
總計	603,821	37,574	35,591	1,240	743	-	566,247
花蓮縣	595,888	30,631	28,648	1,240	743	-	565,257
高雄市	2,296	2,296	2,296	-	-	-	-
宜蘭縣	2,220	2,220	2,220	-	-	-	-
屏東縣	2,139	2,089	2,089	-	-	-	50
臺東縣	931	111	111	-	-	-	820
臺南市	227	227	227	-	-	-	-
南投縣	120	-	-	-	-	-	120

表 2.3.2、受損農作物排序(資料來源：農業部)[2]

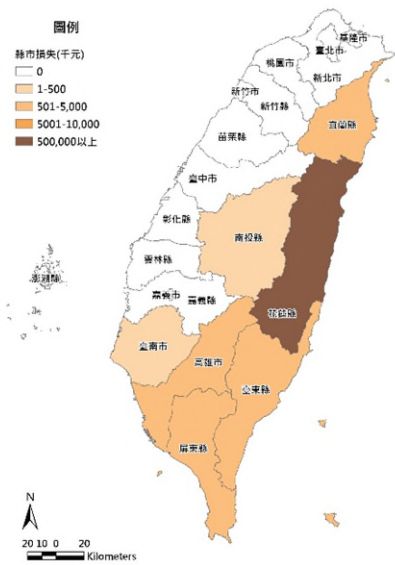
排序	受損項目	受損面積 (公頃)	受損程度 (%)	換算無收穫面積 (公頃)	損失金額 (千元)
1	二期水稻	156	83	130	14,390
2	西瓜	65	32	21	5,249
3	大豆	131	28	36	2,752
4	冬瓜	21	66	14	2,295
5	高粱(蜀黍)	25	100	25	1,925



(a) 產業損失



(b) 民間設施損失



(c) 合計

圖 2.3.1、全臺產業及民間設施災損分布

(資料來源：農業部[2]；製圖：災防科技中心)

2.4 交通設施災害

因應樺加沙颱風來襲，交通部公路局截至 9 月 24 日 19 時統計，道路災情路段共計 5 處，主要集中於花東及高雄山區。花蓮縣光復鄉台 9 線 231K+650~232K+810(馬太鞍溪橋)因溪水暴漲遭洪流沖毀，橋梁中斷，公路局隨即發布替代路線方案；高雄市桃源區台 20 臨 93 線便道 0K~5K(勤和至復興路段)受荖濃溪水位暴漲影響，夾帶大量土石流沖刷，造成 4K+100~5K 路段約 900 公尺遭淹沒，全面封閉通行；同區台 20 線 99K+500(復興路段)亦因溪水溢淹路面約 200 公尺，導致道路中斷。另在臺東縣海端鄉與高雄市交界之台 20 臨 105 線(梅山口至向陽)，30K+500(昌仕橋)發生土石流，41K+700 處邊坡坍方，造成雙向交通阻斷；而台 20 線 149K+110~199K+000(向陽至初來路段)則於 150K+100 出現路基坍塌，並在多處里程(含彩霞隧道附近)發生邊坡坍方與土石泥流，導致道路全面中斷[3]。

其中，災情最為嚴重者為花蓮縣光復鄉台 9 線馬太鞍溪橋，因上游堰塞湖溢流引發巨量洪流沖刷，橋梁結構不堪負荷而斷裂。鐵路運輸方面，臺鐵採取預防性停駛措施，北迴線、東部幹線及南迴線於風災期間全面停駛，部分路段並因土石覆蓋軌道，致使通車時程大幅延後。海運部分，東琉線、金門小三通，以及往返蘭嶼、綠島等共 12 條

航線、逾百航次全面停航，離島交通一度中斷。航空運輸亦受強風影響顯著，國內線往返花東及離島航班全數取消，影響旅客人數達數千人[4]。

第三章 樺加沙颱風災害調查及致災原因分析

3.1 花蓮縣馬太鞍溪災害探討

馬太鞍溪位於臺灣花蓮縣，為花蓮溪支流之一，源自中央山脈丹大山，上游流經地形陡峻之山區河谷，至馬太鞍溪橋附近進入平原後，最終匯入花蓮溪(圖 3.1.1)。本流域地形高程介於約 109 - 3,317 公尺，主流長度約 38.58 公里，集水區面積約 136.46 平方公里，平均河川坡降約 1/80[5]。馬太鞍溪河道坡度普遍陡峭、流速快，於谷口處河床比降由陡轉緩，約降至 1/100，使砂礫物質於下游段較易堆積，河相呈現由上游山區型河川逐漸過渡至下游瓣狀河川型態之特徵[5]。

地質方面，馬太鞍溪流域位處歐亞板塊與菲律賓海板塊交界之碰撞帶邊緣，鄰近活動性極高之縱谷斷層(Longitudinal Valley Fault)，屬臺灣東部地震高潛勢區，頻繁的地震活動使得山坡岩體穩定性極低。岩性主要由變質岩組成，包括大南澳片岩(Tananao Schist)、變質砂岩及綠色片岩。上游地質以虎頭山片岩為主[6]，風化後形成富含黏土的細粒沖積土，這些岩層節理發達、岩體破碎程度高。而破碎的岩層在強降雨(颱風)或地震下，極易誘發大規模崩塌，配合當地地形，進而阻塞河道形成堰塞湖。

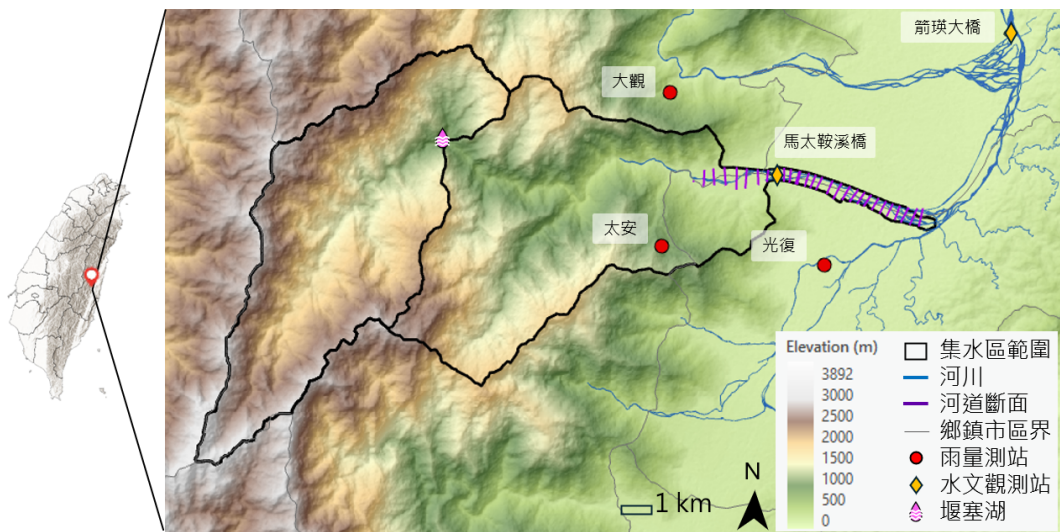


圖 3.1.1、馬太鞍溪集水區位置圖(繪製：災防科技中心)

根據衛星影像顯示，此次馬太鞍溪堰塞湖發生大規模崩塌的位置，在 2017 年 10 月至 2018 年 1 月期間曾發生的多次小規模山崩事件(如圖 3.1.2 所示)，圖中可以清楚觀察到，在原有的侵蝕溝與分水嶺周圍出現了新露出的基岩。由於早期這些山崩的規模較小，當時並未形成堰塞湖。加上 2022 年 0918 池上地震與 2024 年 0403 花蓮地震可能持續造成馬太鞍溪上游邊坡裂隙擴展與岩屑鬆動，降低坡體抗剪強度，加上 2025 年 7 月薇帕颱風外圍環流帶來的豪雨影響，馬太鞍溪上游於 7 月 21 日約 17 時 54 分發生大規模崩塌(依據地動偵測訊號解算判釋)，大量土砂崩落並橫向阻斷河道，形成天然壩體及堰塞湖。7 月 25 日，農村水保署透過 Planet 衛星影像於花蓮縣萬榮鄉國有林林山田事業區第 118、122 林班(座標 E:121.295767; N:23.699450)辨識出崩塌區

規模約 500 公頃，並確認已形成堰塞湖(圖 3.1.3 左)。初步判釋堰塞湖面積約 18 公頃，天然壩體高約 200 公尺，距下游馬太鞍部落(萬榮鄉明利村)直線距離約 11.5 公里[7]。26 日，政府成立應變小組，並由空勤總隊以直升機進行空拍取得影像資料(圖 3.1.3 右)，作為後續監測與風險研判之依據。由於地形險惡，專業團隊冒險登壩安裝衛星傳輸水位計，並於光復林道架設監視器，同時設置微地動站進行 24 小時監測。

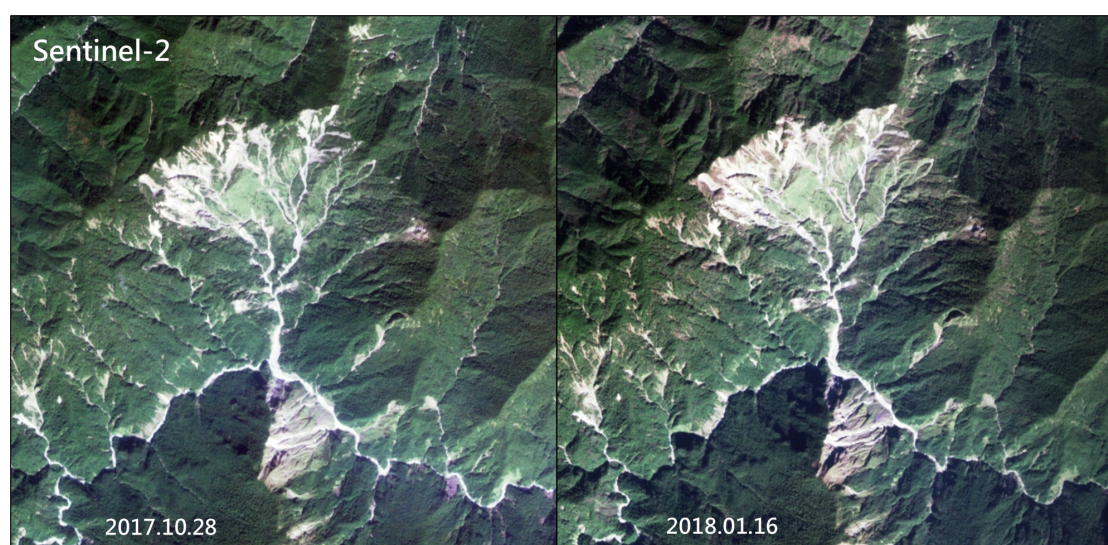


圖 3.1.2、發生於 2017 年 10 月 28 日至 2018 年 1 月 16 日之間的小規模山崩事件(資料來源：Sentinel-2 衛星拍攝)

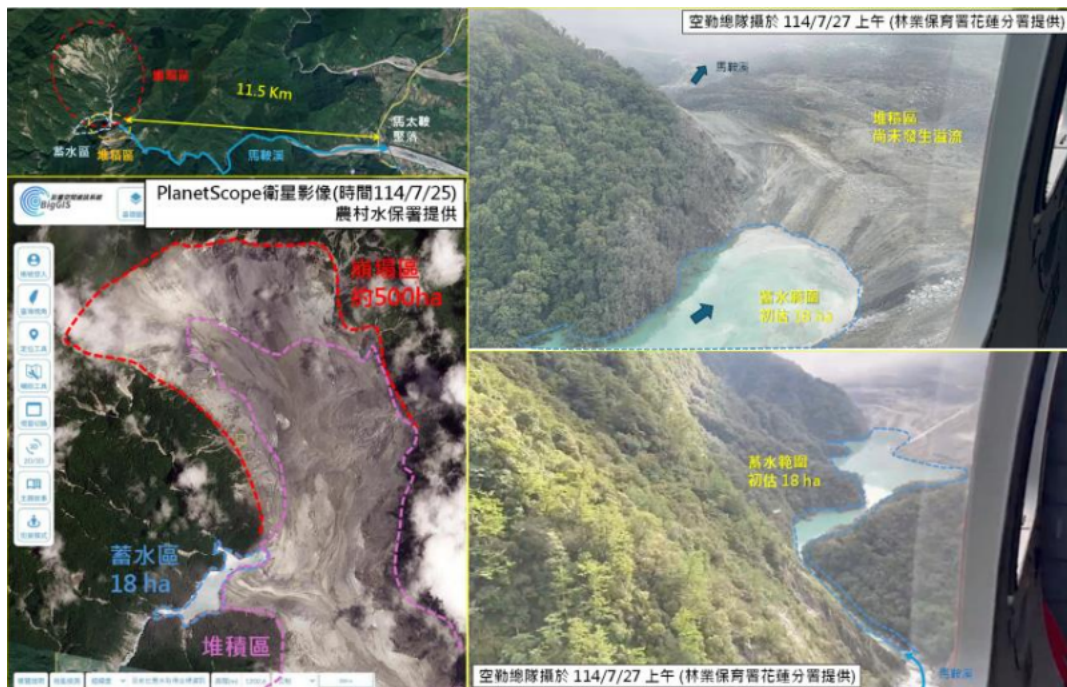


圖 3.1.3、馬太鞍溪崩塌區衛星影像與堰塞湖空拍影像

(資料來源：農村水保署[5]、林保署、空勤總隊)

8月初專家初步判定壩體暫時處於「相對穩定」狀態。8月12日受中度颱風楊柳的影響，蓄水量從2,200萬立方增至3,960萬立方公尺，水位距離溢流口僅剩50公尺，花蓮縣政府預防性撤離697人。14日研判無立即溢流風險，發布警戒解除。

根據9月11日Sentinel-2影像判釋，堰塞湖水域面積已擴大至約86公頃(圖3.1.4)。因應強颱樺加沙逼近，內政部召集跨校專家團隊再次評估堰塞湖的威脅。9月21日，研判潰壩影響範圍將比預期更嚴重，中央災害應變中心決策明天22日將發布紅色警戒，花蓮縣光復、

鳳林、萬榮三鄉鎮共 1,800 戶(8,000 多人)執行預防性撤離，確定避難方式有 3 種，分別是前往收容所，到親友處依親，以及現地建築「垂直避難」，並註明鋼筋混擬土 2 樓以上堅固建築，才可考慮垂直避難。

3 種避難方式：收容、依親、垂直避難。

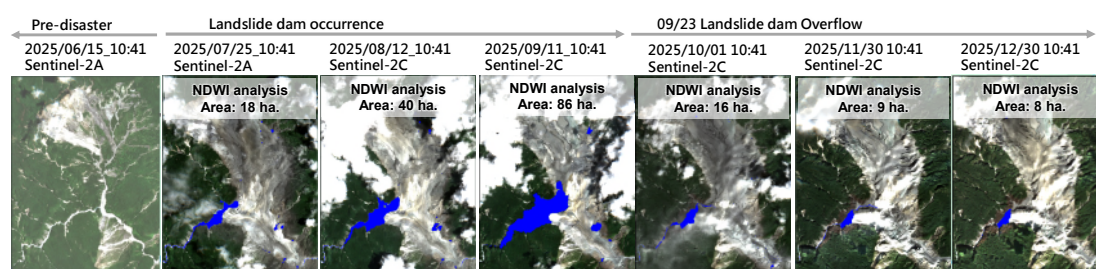


圖 3.1.4、光學衛星影像追蹤馬太鞍溪堰塞湖之演變歷程

(資料來源：災防科技中心)

9 月 23 日監測資料顯示堰塞湖進入溢流關鍵階段。4 時，中央氣象署觀測到流域降雨量顯著增加，水位曲線呈現加速上升趨勢。5 時 30 分中央災害應變中心即通報地方政府，研判上午可能發生溢堤風險；6 時啟動多元警報機制，包括細胞廣播、電視插播、廣播系統及警消巡邏車沿街示警，強化民眾即時避難行動。

14 時 30 分，湖水位升至 1140.77 公尺，發生自然溢流，湖水快速外泄，水位快速下降，顯示溢流對壩體造成自然沖刷與快速切蝕。15 時 8 分，首波洪峰抵達馬太鞍溪橋，15 時 30 分，全長 1,084 公尺的台 9 線馬太鞍溪橋遭高含砂洪水完全沖毀並中斷觀測。16 時，大

量土石泥流湧入光復市區，5 分鐘內水位淹至半身，最終淹水高度達一樓高，災情影像如圖 3.1.5 所示。16 時 10 分，洪峰抵達箭瑛大橋(距離馬太鞍溪橋約 13 公里)，17 時 30 分，洪峰抵達花蓮大橋(距離箭瑛大橋約 25 公里)，呈現洪水波逐段傳遞之歷程，如圖 3.1.6 所示。

依既有河川治理計畫，馬太鞍溪以 100 年重現期洪峰流量作為計畫洪水量，馬太鞍溪橋以上計畫洪水量約 2,040 立方公尺/秒，匯流至花蓮溪處約 2,211 立方公尺/秒；然於 2025 年 9 月堰塞湖溢流事件中，推估最大洪峰流量可能達 8,800 - 8,860 立方公尺/秒，約為既有設計洪水量之 4 倍，屬超出防洪設計標準之極端事件。



圖 3.1.5、馬太鞍溪溢流至光復市區災情影像(資料來源：底圖 OpenStreetMap；影像公民回報、災防科技中心)

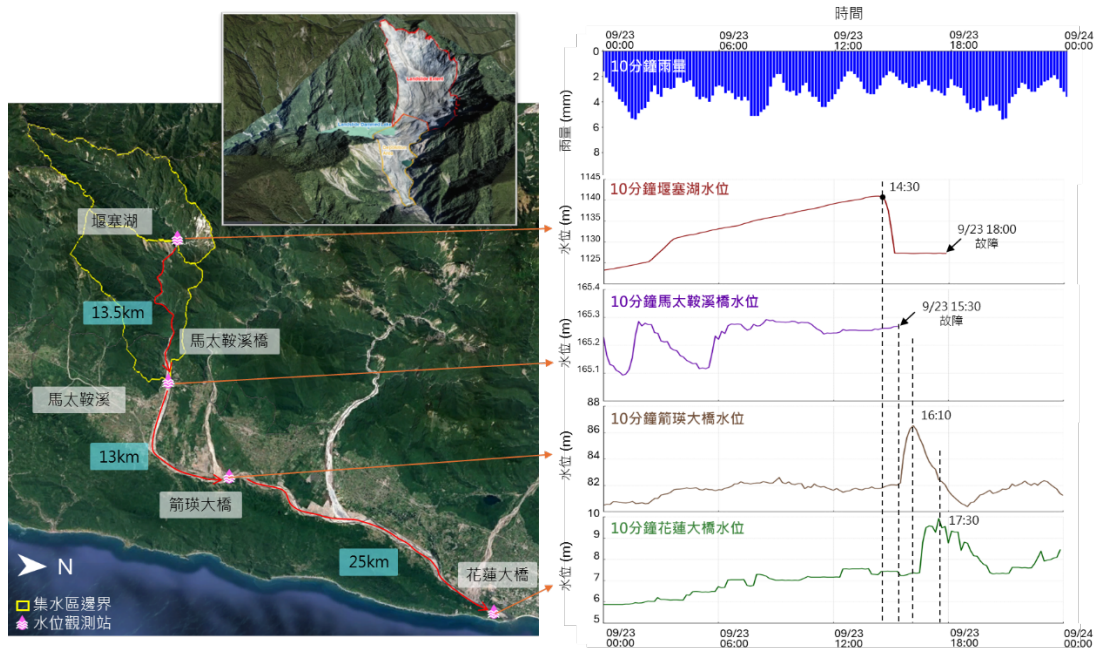


圖 3.1.6、馬太鞍溪上游堰塞湖雨量與水位記錄資料以及下游馬太鞍溪橋、箭瑛大橋、以及花蓮大橋水位監測資料

10月16日影像顯示水域面積縮小至約12公頃(圖3.1.4)，顯示堰塞湖已逐步趨於穩定，河道逐漸恢復為自然溪溝型態。10月22日解除馬太鞍溪堰塞湖紅色警戒。截至10月23日，依據中央災害應變中心統計資料顯示，馬太鞍溪堰塞湖總計造成死亡19人，失蹤5人，受傷157人。

在中央災害應變中心任務分工架構下，災防科技中心負責「空間情報任務小組」，統籌整合各類具空間屬性之災害圖資，包括衛星影像、航空攝影、無人機影像及社群媒體影像等，作為災情判釋與決策支援之依據。災防科技中心在馬太鞍溪堰塞湖災前與災後向民用航空

局提出無人機「緊急飛航活動申請」，確保在合法且安全的前提下執行無人機災害調查任務。

現地確認氣象條件符合飛航安全標準後，團隊展開航拍與地面控制點量測作業，當日(25日)完成約9公里河段影像蒐集及街區攝影測量。次日完成影像後處理與鑲嵌，產製高解析度正射影像與數值表面模型，迅速提供各單位作為災情研判、搶災部署與復原重建規劃之依據。

研究團隊比對災前(2025/9/17)與災後(2025/9/25)之無人機正射影像與側拍照片(圖 3.1.7)，顯示事件前後河道型態與周邊環境產生顯著變化。災前河道流路大致維持於堤防範圍內，河岸及鄰近農地與聚落利用型態穩定；災後則可明顯觀察到高含砂洪水溢出堤防，進入低窪農田與聚落，造成台9線馬太鞍溪橋沖毀、堤防破損與光復鄉淹水(北(左)岸也是有局部溢淹)等災情。

依中央災害應變中心統計，災中曾造成光復鄉停水4,378戶、停電2,648戶、市話中斷1,431戶、基地台受損39座；並評估約1,606戶遭淤泥侵入。堤防損壞方面，光復一號堤防受損約500公尺，光復二、三號堤防多處遭沖毀，堤防受損總長約2,860公尺。



圖 3.1.7、馬太鞍溪下游災害前後之正射影像與側拍資料

(資料來源：災防科技中心)

本次上游崩塌區總面積約 500 公頃，平均崩塌深度推估約 106.5 公尺。依農業部林業及自然保育署航測及遙測分署於 2025 年 9 月 25 日空拍量測成果，最大崩塌深度可達 403 公尺(圖 3.1.8)，推估自 2025 年 7 月起整體崩塌量約 2.9 億立方公尺，土砂總堆積量約 3.0 億立方公尺，屬臺灣歷史罕見之大規模崩塌事件。

堰塞湖溢流後，溢流口下切約 113 公尺、上溯約 700 公尺，天然壩體體積由約 2.0 億立方公尺減少至約 8,500 萬立方公尺；9 月 26 日後溢流口仍持續下切但速度趨緩。截至 10 月 4 日，水位高程下降約 118.6 公尺，湖區面積由約 140 公頃降至約 12.6 公頃；蓄水量由約

9,100 萬立方公尺降至約 590 萬立方公尺，約為原蓄水量之 6.4%。

另依農村水保署資料顯示，約 3.0 億立方公尺土石堆積量中，約 25,342 萬立方公尺(約 83.0%)仍留存於崩塌區範圍，平均堆積深度約 62.4 公尺；崩塌區至馬太鞍溪橋間中游河道堆積約 3,808.6 萬立方公尺(約 12.5%)，平均堆積深度約 17.9 公尺；馬太鞍溪橋下游河道堆積約 1,386.7 萬立方公尺(約 4.5%)，平均淤高約 2.2 公尺。

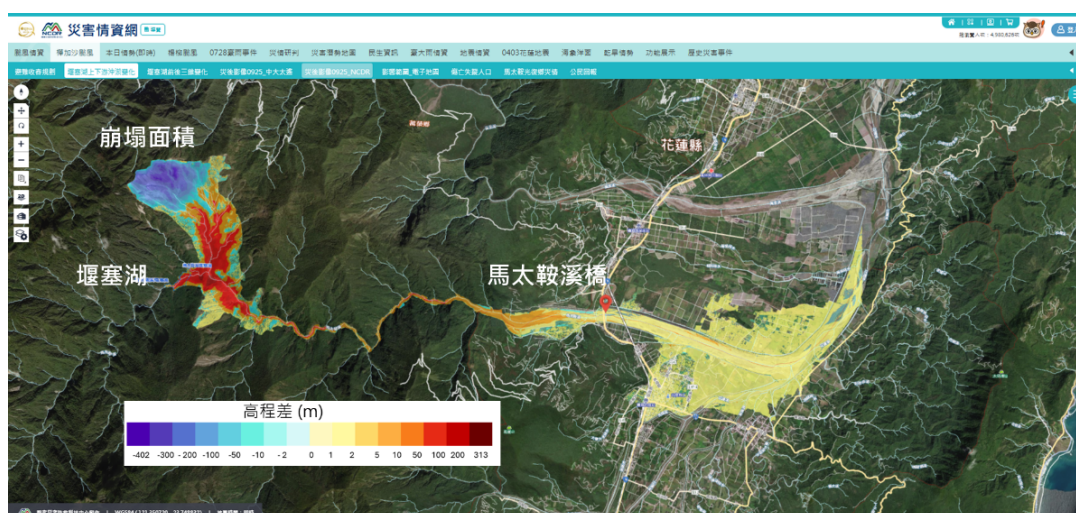


圖 3.1.8、土石沖淤變化分析

本研究進一步將災前與災後之堤岸控制樁位置之堤岸高程進行比較(圖 3.1.9)，結果顯示馬太鞍溪右岸變化顯著，編號 01 至 07 號斷面位置出現最深 3.4 公尺之沖刷，以及編號 18 至 15 號斷面位置出現最深約 1.5 公尺之沖刷；編號 18 至 19 斷面位置則呈現淤積 2.1 公尺，表示堰塞湖溢流後，大量高含砂水流造成右岸堤防的毀損與淤積超過

原有堤防高度形成溢流，是以造成南方光復鄉聚落與農田毀損嚴重。而馬太鞍溪左岸災前與災後高程變化幅度不大，僅在災後 05 號斷面有土石淤積 0.1 公尺，造成大量高含砂水流超過原有堤防高度形成溢流，衝入北方的農田。

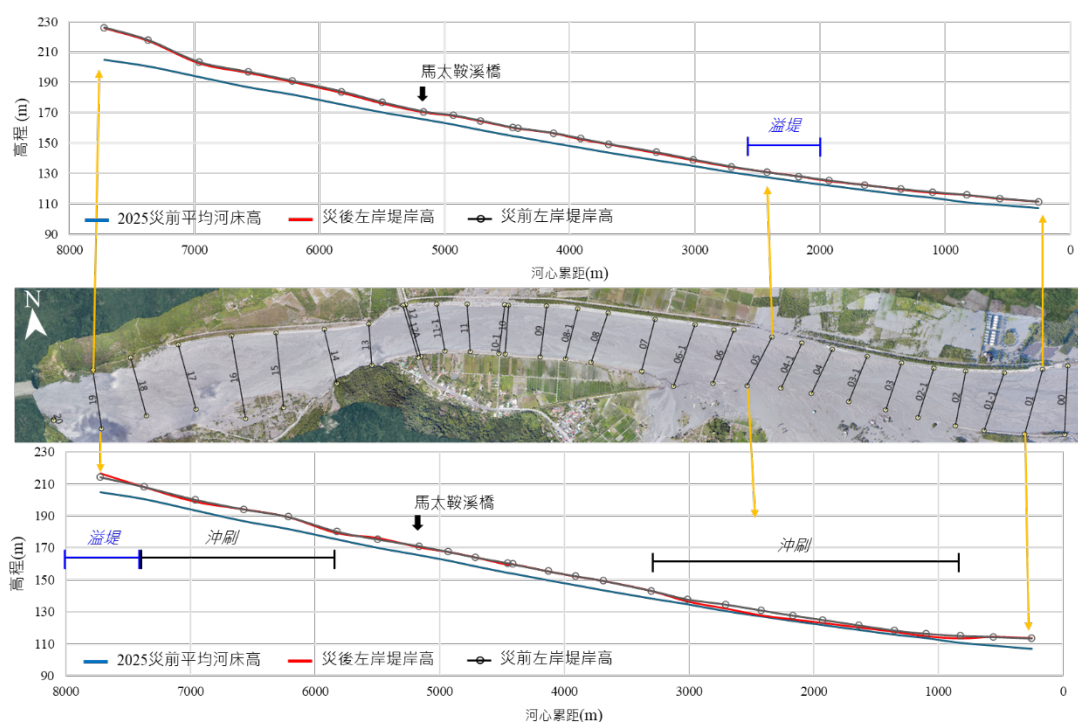


圖 3.1.9、左右岸堤岸高之災前災後變化(資料來源：災防科技中心)

此外，根據災後 DEM 扣除災前 DEM 進行地形差異分析(圖 3.1.10)，結果顯示馬太鞍溪橋上游河段呈現大範圍淤積，估算總堆積土方量約 1,078 萬立方公尺。橫斷面分析結果，上游斷面土石淤積最為嚴重，最大淤積厚度超過 11 公尺，幾近堤防高度；下游之 5 號斷面，河床呈現明顯抬升，左岸最大淤積厚度約 5.8 公尺，已高於原堤

防高度，且右岸堤防結構幾乎完全受損；至接近匯入花蓮溪之 1-1 號斷面，河床亦顯示整體淤積，最大厚度約 3.9 公尺。

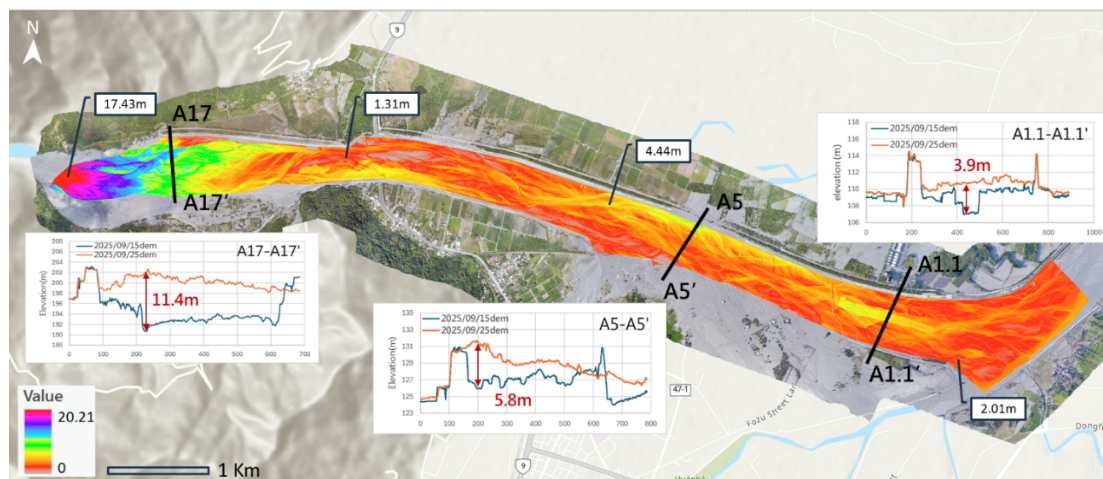


圖 3.1.10、災前災後數值高程差異分析(資料來源：災防科技中心)

研究團隊於 2026 年 1 月上旬再次進入災區進行追蹤調查與無人機攝影測量，將災前(2025/9/15)、災後第 1 期(2025/9/25)及災後第 2 期(2026/1/8)之多期數值高程橫斷面變化(圖 3.1.11)進行分析，結果顯示河床高程於災後產生顯著變動，上游斷面土石淤積尤為嚴重。

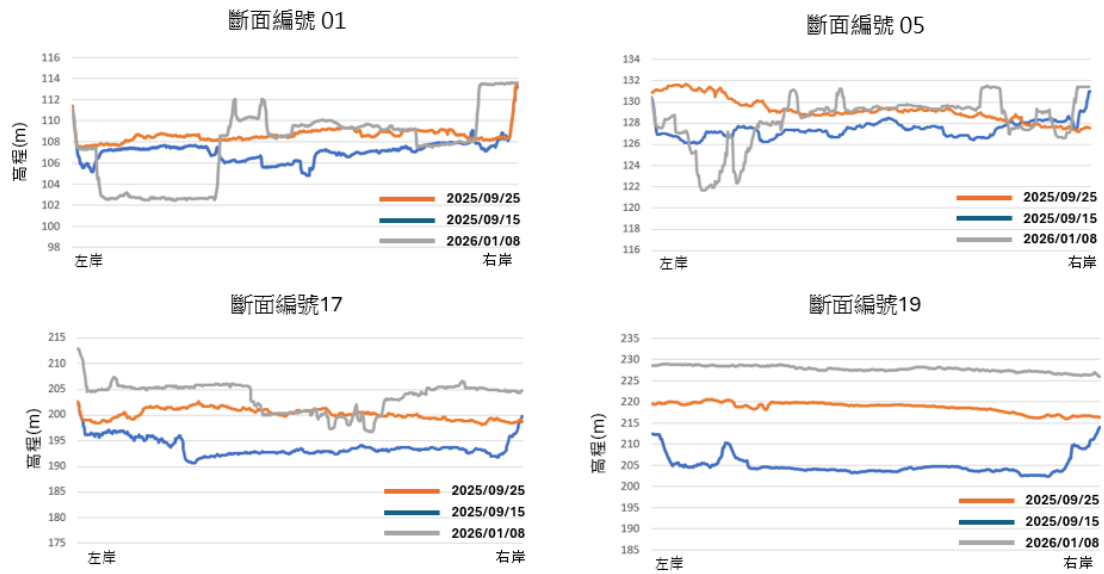


圖 3.1.11、多期數值高程橫斷面變化(資料來源：災防科技中心)

以 19 號斷面為例，2025 年 9 月 25 日平均淤積厚度約達 15 公尺；至 2026 年 1 月 8 日，相較於第 1 期成果仍增加約 10 公尺之平均淤積厚度；17 號斷面於 9 月 25 日最大淤積厚度超過 11 公尺，接近堤頂高度；至 2026 年 1 月 8 日可見已進行河道疏通與降挖作業，部分地區降挖深度大致回復至災後第 1 期之高程水準。

下游 5 號斷面方面，2025 年 9 月 25 日左岸最大淤積厚度約 5.8 公尺；至 2026 年 1 月 8 日已完成河道疏通，最大降挖深度約 9.5 公尺。右岸部分於 9 月 25 日時堤防結構幾近全面受損，而至 2026 年 1 月 8 日已完成缺口封堵與堤身培厚工程。接近匯入花蓮溪之 1 號斷面於 2025 年 9 月 25 日亦呈現整體性淤積；至 2026 年 1 月 8 日已實施河道降挖，最大降挖深度約 6.2 公尺，並於右岸進行培厚作業，以強

化堤防構造物穩定性。

此外，團隊亦持續進入災區進行調查，如圖 3.1.12。馬太鞍溪便橋已於 1 月 1 日開放通行，光復車站附近設置行政院災後重建工作站，災後中繼組合屋陸續已完成，顯示災後復原工作持續推進中。



圖 3.1.12、馬太鞍溪下游災後追蹤側拍影像

(資料來源：災防科技中心)

本次花蓮縣馬太鞍溪上游大規模崩塌事件，於河谷狹窄且坡陡流急之地形條件下，造成崩塌物質橫向阻斷河道並形成堰塞湖。堰塞湖形成後受後續颱風豪雨事件影響，蓄水範圍快速擴張，最終於強降雨條件下發生自然溢流並伴隨壩體下切侵蝕，導致高含砂水流向下游快速流動，造成橋梁、堤防及沿岸聚落與農地嚴重受災。事件顯示，堰

塞湖災害具有高度突發性與放大效應，其致災規模可能遠超過既有防洪設計標準，對下游防災韌性形成重大挑戰。

第四章 結語

綜觀本次樺加沙颱風之調查結果，雖然颱風中心未直接登陸臺灣本島，但其寬廣的環流與地形交互作用，引發了極具破壞力的複合式災害。本次事件最關鍵的致災機制在於「馬太鞍溪堰塞湖」的連鎖反應。該堰塞湖係受前期薇帕颱風影響而形成，在樺加沙颱風長延時強降雨的觸發下，發生大規模溢流下洩。經推估，其瞬時洪峰流量高達 8,860 立方公尺/秒，遠遠超越該河段現有防洪工程之設計基準(約為 100 年重現期流量之 4 倍)，證實了堰塞湖災害具有極強的能量放大效應，對下游基礎設施構成嚴峻挑戰。

在災害調查與技術應用方面，本研究整合了多源遙測資訊，包含 Sentinel-2、Planet 衛星影像及無人機(UAV)正射測繪，成功重建了堰塞湖從形成、蓄水擴張(由 18 公頃至 86 公頃)到溢流潰決的完整時序歷程。透過地形差異分析(DoD)技術，精確估算河床淤積深度。這些量化數據不僅揭示了極端事件對河道排洪斷面的劇烈改變，也證實了空間資訊技術在處理突發性、高風險坡地災害調查時，具備高度的實用性與精準度，能為後續復原工程提供科學依據。

參考文獻

- [1]歷年災害專區，全民防災 e 點通網站，檢自：<https://reurl.cc/LQEyX3>
- [2]農業部網站(2025/10/22)，114 年樺加沙颱風農業災情報告，檢自：
<https://reurl.cc/8bmz3o>
- [3]交通部公路局(2025/09/24)，因應樺加沙颱風，公路局省道路況資訊彙報，檢自：<https://reurl.cc/qK7App>
- [4]遠見(2025/09/23)，颱風動態》樺加沙引暴雨，氣象署將啟動「大規模劇烈豪雨作業」！停班課縣市、交通航班異動一次看，檢自：
<https://reurl.cc/bNQ8Ky>
- [5]經濟部水利署(2016)，花蓮溪水系治理規劃檢討
- [6]環境部新聞(2025/9/30)，環境部澄清馬太鞍溪溢流淤泥含微量重金屬為地質天然背景 請民眾勿擔心，檢自：<https://reurl.cc/QVMrlq>
- [7]土石流及大規模崩塌防災資訊網，災例調查報告：薇帕颱風，檢自：
<https://reurl.cc/aM3Ojl>

114 年樺加沙颱風災害調查彙整報告

發行人：陳宏宇

出版機關：國家災害防救科技中心

地址：新北市新店區北新路三段 200 號 9 樓

電話：02-8195-8600

報告完成日期：中華民國 115 年 03 月

出版年月：中華民國 115 年 03 月

版 次：第一版

非賣品

地址： 231007 新北市新店區北新路三段 200 號 9 樓

電話： ++886-2-8195-8600

傳真： ++886-2-8912-7766

網址： <https://www.ncdr.nat.gov.tw>