

降雨誘發區域型山崩之潛勢與警戒模式



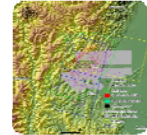
財團法人中興工程顧問社-防災科技研究中心
李璿芳 正研究員
2016. 11. 22

簡報大綱

1. 廣域山崩潛勢降雨警戒模式

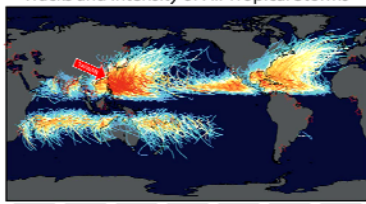


2. 地震誘發區域型山崩特性



台灣-自然災害熱區

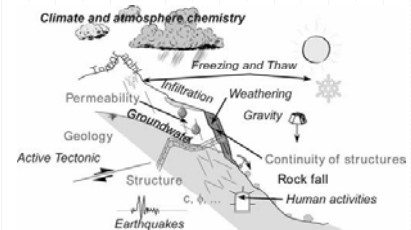
Tracks and Intensity of All Tropical Storms



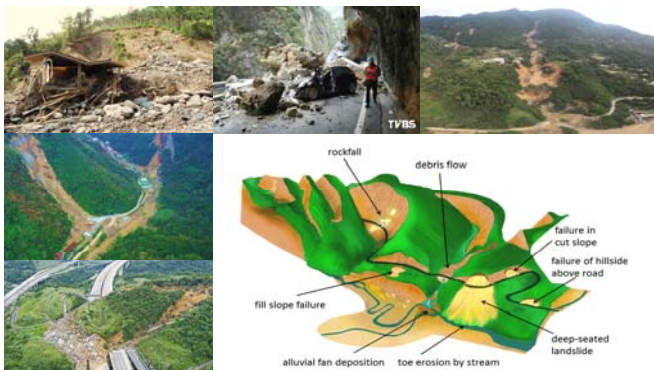
(Source: NASA) Saffir-Simpson Hurricane Intensity Scale



山崩-外部營力



M. Jaboyeaud (2016), Hazard assessment within an Integrated Risk Assessment Process for Landslides (IRAPL)



Type of Movement			Type of Material		
			Bedrock	Engineering Soils	
				Predominantly Coarse	Predominantly Fine
Falls			Rock Fall	Debris Fall	Earth Fall
Topples			落石 Rock Topple	Debris Topple	Earth Topple
Slides	Rotational	Few Units	Rock Slump	Debris Slump	Earth Slump
		Many Units	Rock Block Slide	Debris Block Slide	Earth Block Slide
	岩體滑動 Rock Slide		Debris Slide	Earth Slide	
	岩屑崩滑				
	Translational				
Lateral Spreads			Rock Spread	Debris Spread	Earth Spread
Flows			Rock Flow (Deep Creep)	Debris Flow 土石流 (Soil Creep)	Earth Flow
Complex			Combination of two or more principal types of movement		

地滑與淺層岩屑崩滑之比較(黃正亮, 1971)

項目	地滑(slowly landslide)	淺層岩屑崩滑(shallow landslide)
地質	多發生於特殊地質	與地質關係較少
土質	主要以黏性土為滑動面移動	主要發生在山坡地地表下之不連續面(多半是表土與下層之交界面)
地形	多發生於 5°~20° 的緩坡	多發生於坡度 20° 以上之坡地
活動狀況	連續性、再發性	突發性
移動速度	多 0.01~10 mm/day 之間, 速度較緩	10 mm/day 以上, 速度快
崩滑體狀態	土塊擾動少, 大多保持原地形移動	崩落後土體受擾動, 呈分崩離析的狀態
誘因	地下水、降雨	降雨、地震
厚度規模	平均厚度10公尺	平均厚度2公尺
徵候	發生前有龜裂、陷落、隆起及地下水變動	無特徵, 為突發性



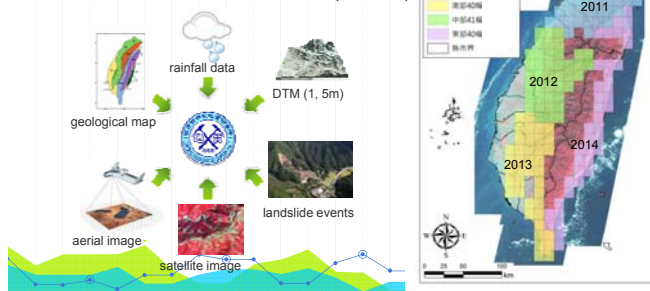
廣域山崩潛勢降雨警戒模式 “淺層山崩”

1

C.F. Lee, C.M. Huang, T.C. Tsao, L.W. Wei, W.K. Huang, C.T. Cheng, C.C. Chi (2016), Combining rainfall parameter and landslide susceptibility to forecast shallow landslide in Taiwan, Geotechnical Engineering Journal of the SEAGS & AGSSEA 47-2, pp.72-82

1. 廣域山崩潛勢降雨警戒模式

強化暴雨引發山崩之即時動態潛勢評估與警戒模式發展(2011-2014)



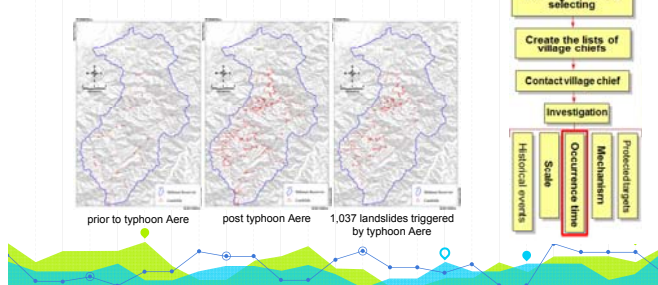
1. 廣域山崩潛勢降雨警戒模式

山崩目錄建置與現場調查



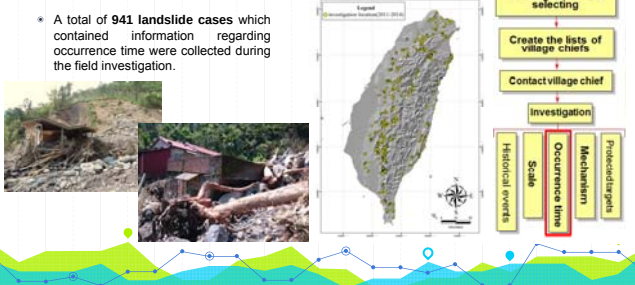
1. 廣域山崩潛勢降雨警戒模式

山崩目錄建置與現場調查



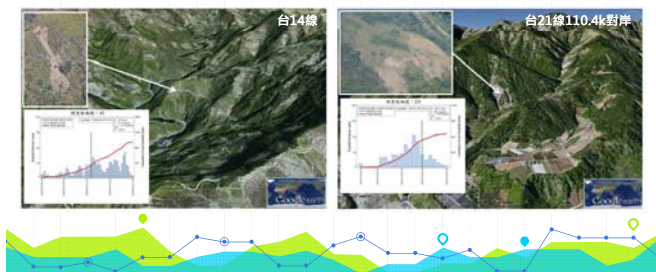
1. 廣域山崩潛勢降雨警戒模式

山崩目錄建置與現場調查



1. 廣域山崩潛勢降雨警戒模式

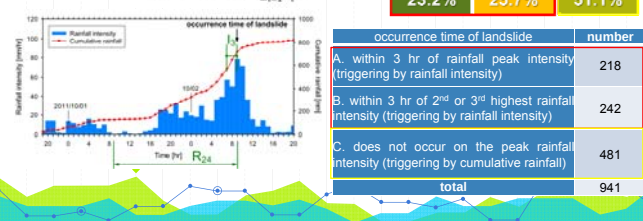
□ 降雨資料蒐集與特性分析



1. 廣域山崩潛勢降雨警戒模式

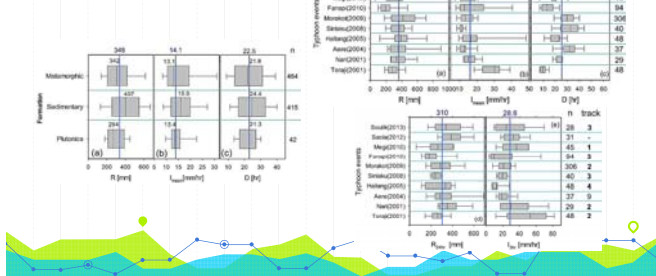
□ 降雨資料蒐集與特性分析

$$\text{距離平方反比法: } \bar{P} = \sum_{i=1}^n w_i P_i, \quad w_i = \frac{h_i^{-2}}{\sum_{i=1}^n h_i^{-2}}$$



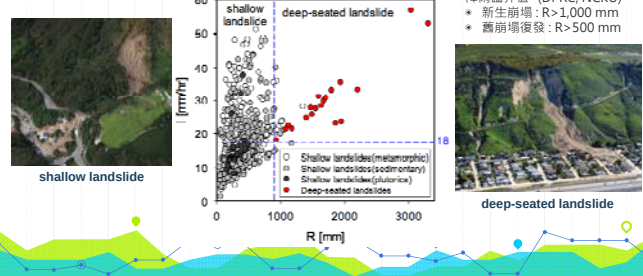
1. 廣域山崩潛勢降雨警戒模式

□ 降雨資料蒐集與特性分析



1. 廣域山崩潛勢降雨警戒模式

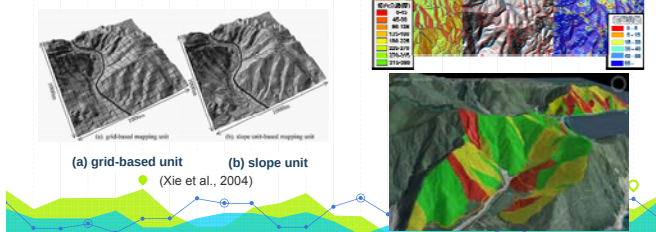
□ 降雨資料蒐集與特性分析



1. 廣域山崩潛勢降雨警戒模式

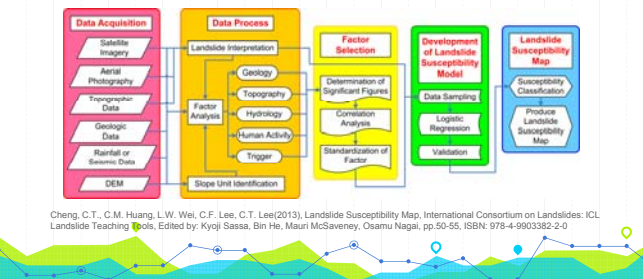
□ 地形分析單元-斜坡單元(slope unit)

- * A total of **180,000 slope units** which covered study area were mapped and generated.



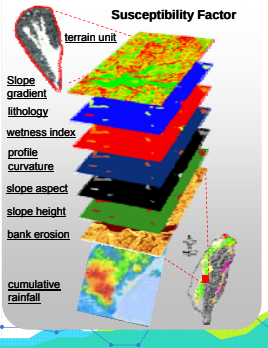
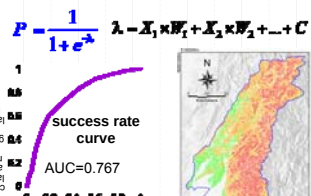
1. 廣域山崩潛勢降雨警戒模式

□ 山崩潛勢模式建置



1. 廣域山崩潛勢降雨警戒模式

□ 山崩潛勢模式建置

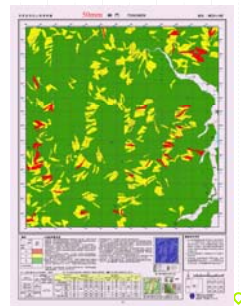


1. 廣域山崩潛勢降雨警戒模式

□ 山崩潛勢模式建置

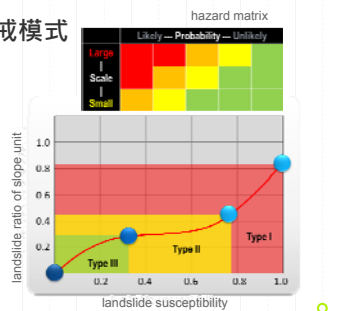
Factor	N	C	S	E
Classification of rock strength (I, II, III, IV, V)	○	○	○	○
dip slope	○	○	○	○
gradient	○	○	○	○
slope roughness	○	○	○	○
ratio of steep slope	○	○	○	○
height of slope	○	○	○	○
elevation	○	○	○	○
terrain curvatures	○	○	○	○
terrain roughness	○	○	○	○
fault density	○	○	○	○
fold density	○	○	○	○
moisture index	○	○	○	○
8-hour mean intensity	○	○	○	○
24-hr cumulative rainfall	○	○	○	○

N, C, S, and E indicate the analysis area in northern, central, southern, and eastern region in Taiwan.



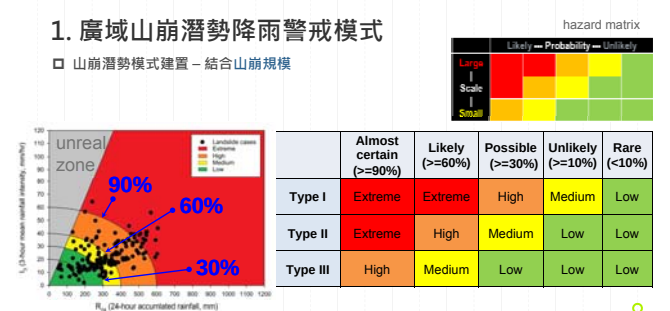
1. 廣域山崩潛勢降雨警戒模式

□ 山崩潛勢模式建置 – 結合山崩規模

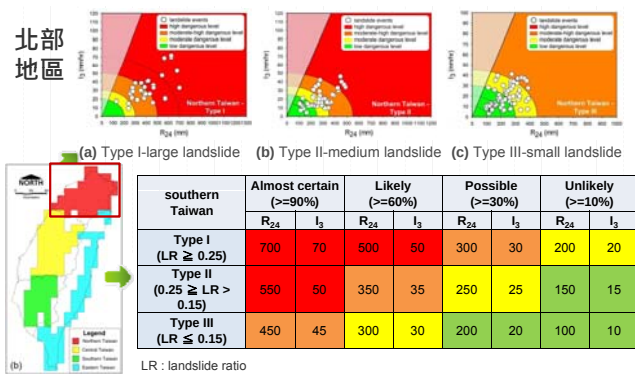


1. 廣域山崩潛勢降雨警戒模式

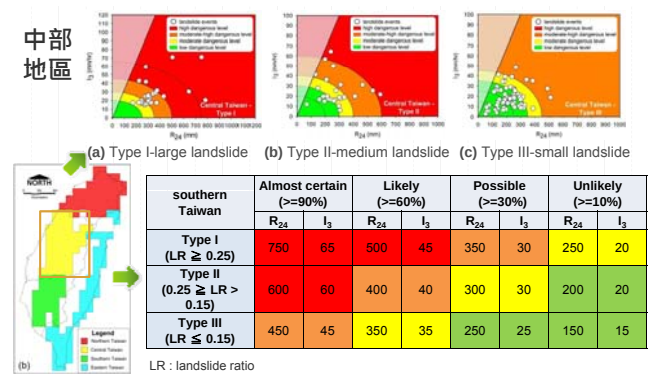
□ 山崩潛勢模式建置 – 結合山崩規模



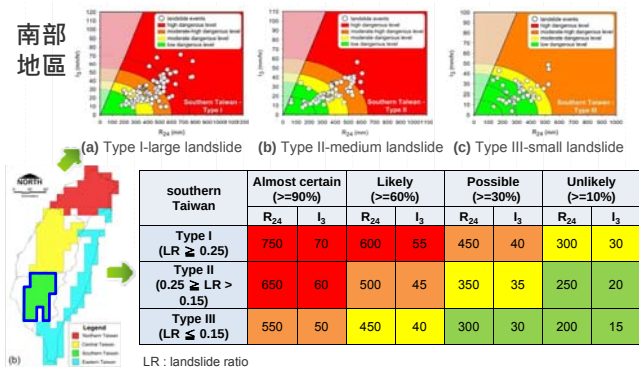
北部地區



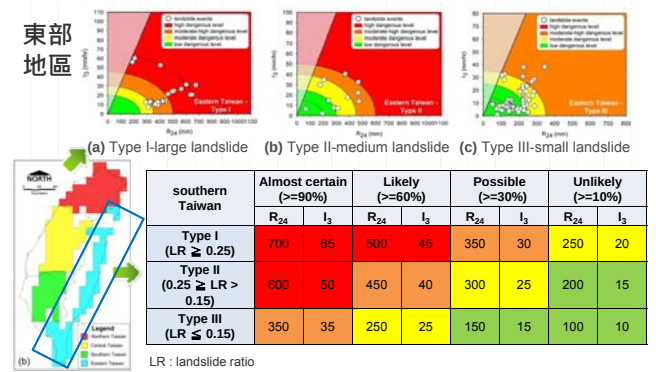
中部地區



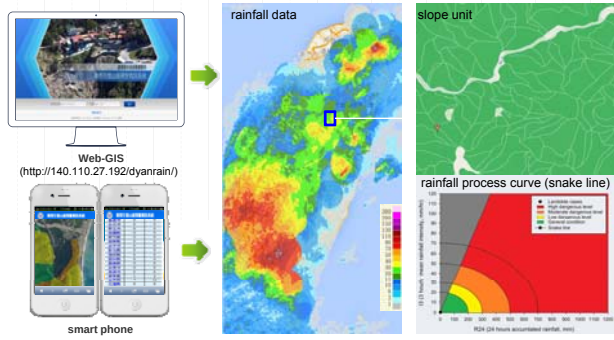
南部地區



東部地區



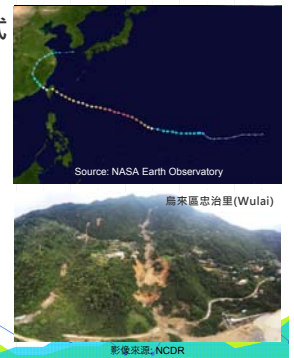
□ Rainfall-induced landslide early warning information system (Central Geological Survey)



1. 廣域山崩潛勢降雨警戒模式

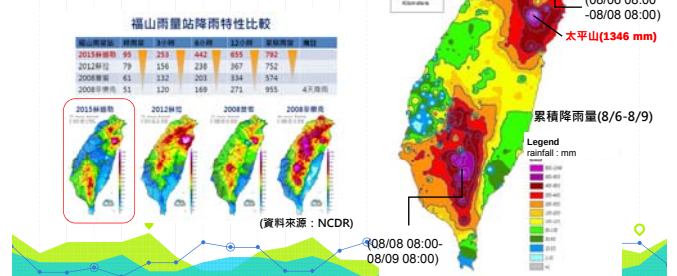
□ 2015蘇迪勒颱風山崩事件驗證

- 蘇迪勒(Soudelor)中度颱風於8/8在臺灣北部降下近800 mm強降雨(時雨量達95 mm/hr)，並誘發區域型岩崩滑與土石流災害，造成烏來山區道路阻斷形成孤島效應。
- 重點土砂災害區：新北市烏來區、新店區、三峽區及桃園市復興區。
- 其他災情：全臺逾400萬戶停電(寶伯颱風：279萬戶，造成台灣8死437傷(5人失蹤)、大台北地區原水濁度飆高至40,000 NTU、300萬人供水受影響(內政部消防署)。



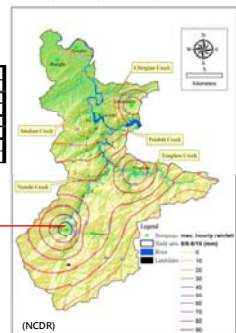
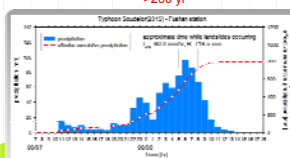
1. 廣域山崩潛勢降雨警戒模式

□ 2015蘇迪勒颱風山崩事件驗證



1. 廣域山崩潛勢降雨警戒模式

福州雨量站-降雨频率分析						
Frequency analysis (mm/d): 系: 7.769E+1; 122.769E+0						
Return period	5yr	10yr	25yr	50yr	100yr	200yr
5-day rainfall (mm)	136.5	154.9	200.8	233.2	283.5	308.4
5-day rainfall (mm)	208.1	229.6	327.2	353.5	398.9	427.9
24-hr rainfall (mm)	108.5	126.0	161.9	188.2	238.2	263.2
24-hr rainfall (mm)	181.2	199.7	282.8	309.2	364.6	397.9
Number of days of Exceedance	5 day	6 day	12 day			
Estimated days	200.0	400.0	600.0			

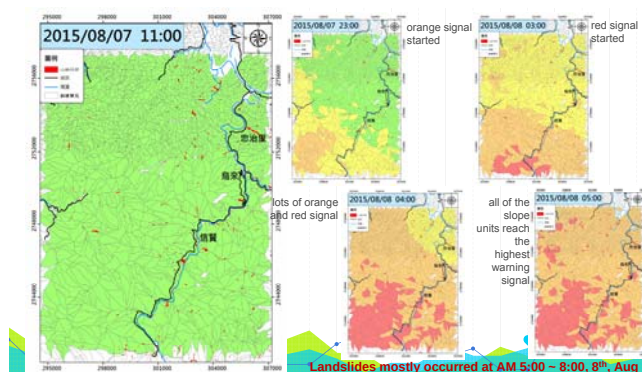
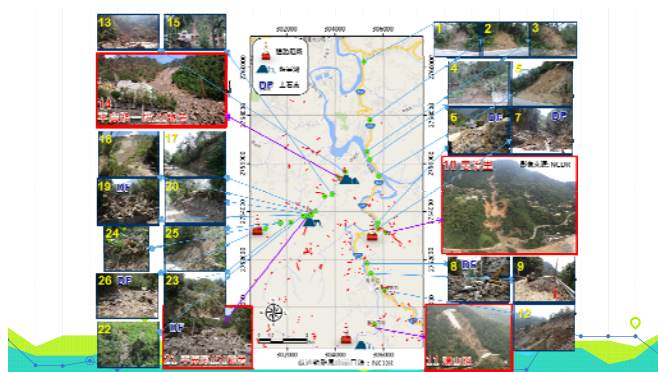
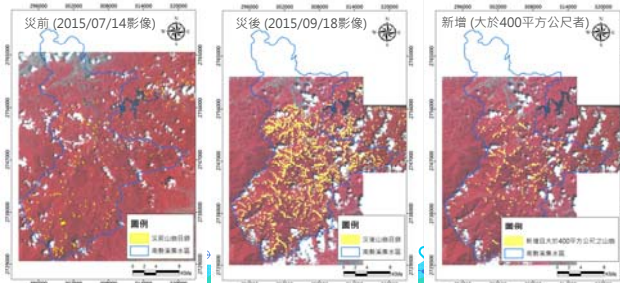


福山雨量站-蘇迪勒颱風降雨組體圖

南勢溪集水區累積降雨量與時雨量(8/6-8/10)

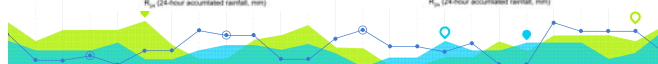
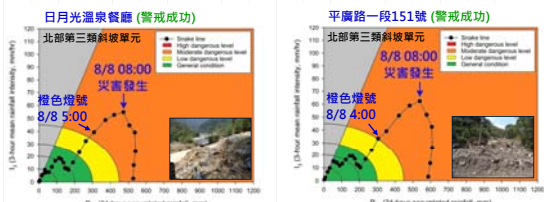
1. 廣域山崩潛勢降雨警戒模式

□ 2015蘇迪勒颱風山崩事件驗證



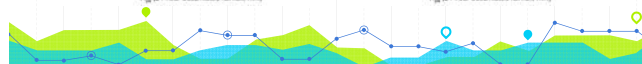
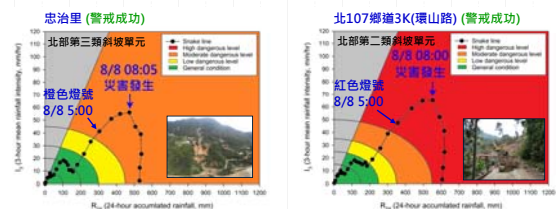
1. 廣域山崩潛勢降雨警戒模式

□ 2015蘇迪勒颱風山崩事件驗證



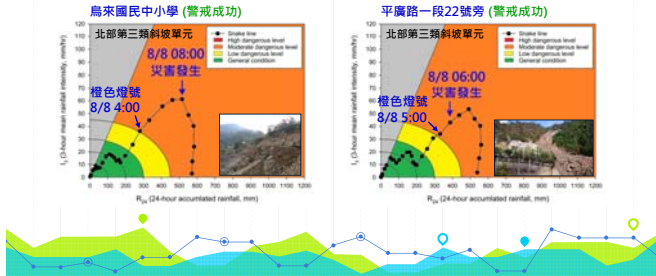
1. 廣域山崩潛勢降雨警戒模式

□ 2015蘇迪勒颱風山崩事件驗證



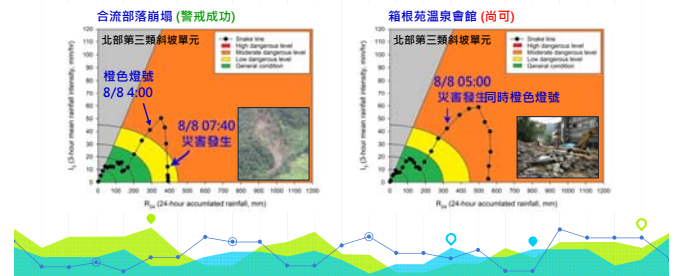
1. 廣域山崩潛勢降雨警戒模式

□ 2015蘇迪勒颱風山崩事件驗證



1. 廣域山崩潛勢降雨警戒模式

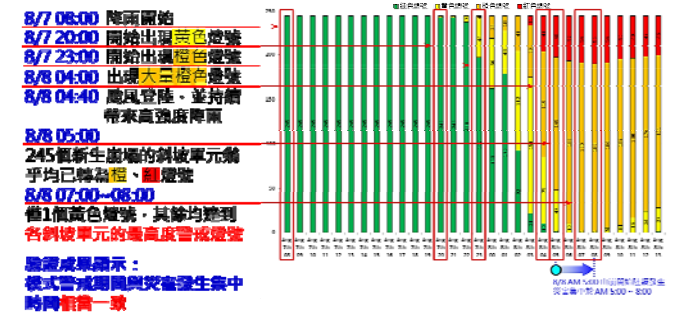
□ 2015蘇迪勒颱風山崩事件驗證



1. 廣域山崩潛勢降雨警戒模式

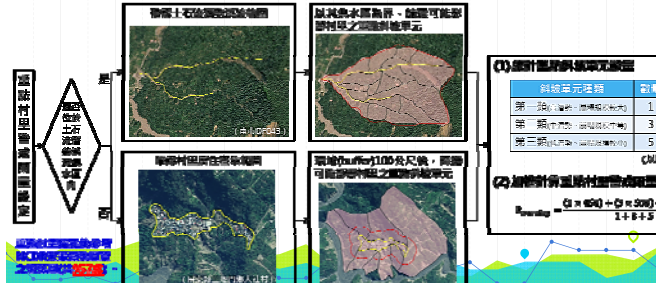
路段或附近地標	地質條件簡述	斜坡單元分類	警戒燈號及時間	災害發生時間	時間差距	結果
郭治里	相宜層、乾溝層風化材料沿順向坡面滑動	第三類	8/8 05:00 橙色燈號	8/8 08:05	災前3小時發出警戒	○
北107鄉道3K(環山路)	乾溝層風化材料沿順向坡面滑動	第二類	8/8 05:00 紅色燈號	8/8 08:00	災前3小時發出警戒	○
日月光溫泉餐廳 台9甲線009K+500~010K+000	相宜層、乾溝層風化材料	第三類	8/8 05:00 橙色燈號	8/8 08:00	災前3小時發出警戒	○
烏來國民中小學 台9甲線014K+500	乾溝層風化材料	第三類	8/8 04:00 橙色燈號	8/8 08:00	災前4小時發出警戒	○
平廣路一段22號旁	大桶山層風化材料沿順向坡面滑動	第三類	8/8 05:00 橙色燈號	8/8 06:00	災前1小時發出警戒	○
平廣路一段151號	大桶山層風化材料	第三類	8/8 04:00 橙色燈號	8/8 08:00	災前4小時發出警戒	○
箱根苑溫泉會館 台9甲線012K+900	乾溝層風化材料	第三類	8/8 05:00 橙色燈號	8/8 05:00	災害發生時發出警戒	●
桃園市復興區合流部落	木山層風化材料	第三類	8/8 04:00 橙色燈號	8/8 07:40	災前3小時發出警戒	○

1. 廣域山崩潛勢降雨警戒模式



1. 廣域山崩潛勢降雨警戒模式

□ 土石流潛勢溪流與危險懸落預警評估



1. 廣域山崩潛勢降雨警戒模式

