

劇烈降雨系統對高山陣地之風險評估

林得恩

國立臺灣大學氣候天氣災害研究中心

摘要

我國軍高山陣地，面對天氣系統所造成降雨時空分布的不均，以及每每打破紀錄的總累積降雨量，坡地災害將是未來倍加嚴峻的考驗與挑戰。從過往坡地災害事件統計發現，事件一旦肇生，其所造成的損失與災害均相當嚴重。

本研究的執行，主要目的為透過科學量化的研判步驟，對歷史坡地災害事件進行診斷分析，藉此增進對事件發生前兆之綜觀環境條件更多的認識與掌握，釐清當時環境的關鍵氣象參數特徵，進而延長坡地災害可能肇生的事先預警整備時間，有效支援強化防災應變指揮官進行災害警戒調度的決心下達。

關鍵詞：高山陣地、坡地災害、氣象參數特徵

1. 前言

近年來，氣候變遷加劇下，劇烈降雨天氣的肇生發展及強度變化，日趨嚴重與頻仍。我國軍高山陣地，面對天氣系統所造成降雨時空分布的不均，以及每每打破紀錄的總累積降雨量，坡地災害將是未來倍加嚴峻的考驗與挑戰。如何預先瞭解並掌握坡地災害潛勢的環境風險，有效釐清山區降雨特徵與強度，並事前完善預警整備，透過科學的作業與驗證，將天災可能造成的損失與傷害降到最低，俾利確保我國軍戰力發揚。

肇致坡地災害的 3 個重要條件，分別為一定的地形坡度、坡度上要有足夠的堆積物，以及充沛的降雨量（李等，2011）；尤其是降雨行為，更是整個事件肇生的驅動者。然而，降雨只是結果，環境條件以及氣象量場在整個發展過程的前兆時刻，行為特徵早

已起了變化。

本研究嘗試解決以下幾個問題：延長坡地災害可能肇生的事先預警整備時間、增進對坡地災害事件發生前兆之綜觀環境條件的認識與掌握，以及有效支援強化防災應變指揮官進行高山陣地之坡地災害警戒調度的決心下達。

研究目標，從坡地災害事件當中，診斷評估出事件發生前 6、12 及 24 小時之綜觀環境條件的特徵，以及氣象量場的特性，歸納釐清出異動變化的關鍵訊號。建置坡地災害事件可能肇生前兆的氣候概念模式，掌握氣象因子的變化趨勢與關鍵參數。

2. 研究方法與研究步驟

彙整統計過去 15 年（2006-2020 年）臺灣高山坡地災害案例的時間、地點、肇因及

災情等基礎背景資料，做為本研究的個案樣本（其中，坡地災害事件選取，以水保局官網公告標定之重大災害事件為準）。形成坡地災害的三個基本條件是豐富的鬆散土石、陡峭的坡度與大量的降雨（水）量。為能針對影響事件的因子進行研究，將先排除因地震所造成的坡地災害事件；單就肇因為大量降雨的坡地災害個案進行分析，概分颱風、鋒面豪雨及其他3大類，個別討論。

使用有經過 MB 色調強化及校正的紅外線衛星雲圖（因資料來源限制，2003 年 5 月 22 日以前用 GSM-5 地球同步衛星資料，5 月 22 日以後，則選用 GOES-9 紅外線衛星雲圖取代，2006 年後則使用 MTSAT 衛星資料，2015 年後改用向日葵氣象衛星資料），每張雲圖時間間隔為一小時（圖 1），選取範圍涵蓋大陸華南地區、海南島、南海、臺灣海峽及本省地區（即 $18-30^{\circ}\text{N}$ ， $108-122^{\circ}\text{E}$ ），透過雲圖中雲頂溫度及其所涵蓋的雲系面積來分析颱風及梅雨鋒面的時空分佈及發展演變過程。

NCEP/DOE (National Centers for Environmental Prediction/Department of Energy) Reanalysis-I 經緯度網格分析場資料，水平經緯度網格解析度為 $1.0^{\circ} \times 1.0^{\circ}$ ，每日計有四次（分別為 0000、0600、1200 及 1800 UTC）之 1000 hPa、975 hPa、950 hPa、925 hPa、900 hPa、850 hPa、800 hPa、750 hPa、700 hPa、650 hPa、600 hPa、550 hPa、500 hPa、450 hPa、400 hPa、350 hPa、300 hPa、250 hPa、200 hPa、150 hPa、100 hPa、70 hPa、50 hPa、30 hPa、20 hPa、10 hPa 等 26 層網格資料（圖 2），針對所選取崩塌個案，進行前 6、12 及 24 小時的不同氣象量場診斷分析；其中包含重力位高度、渦度、風向、風速、溫度、氣壓、降水、平均氣流、水氣通量、輻合、輻散以及相對位溫等氣象

參數。

也利用中央氣象局官方網頁、國家災害防救科技中心的 WATCH 網頁、中央氣象局劇烈天氣監測系統 (QPESUMS) 資料 (Quantitative Precipitation Estimation and Segregation Using Multiple Sensor, 圖 3) 等，進行氣象量場診斷分析以及各崩塌個案降雨雨型、特徵以及強度的評估參考資料（圖 4），並擇坡地災害個案重點災區進行環境條件特性探勘觀測，瞭解氣候特徵變化與結構強度；統計彙整在坡地災害事件肇生前，綜觀環境條件的特徵以及氣象量場分布的特性，完成預報檢查表項目的挑選釐定。

3. 初步研究成果

圖 5 為 2006-2020 年（共 15 年）臺灣高山坡地災害案例彙整資料（其中，坡地災害案例選取，以水保局官網公告標定之重大災害事件為準），坡地災害事件包含有土石流、崩塌、地滑、洪水、沖蝕。統計分析結果顯示，坡地災害肇生次數有減少趨勢，前 7 年的肇生事件數，佔總數 72.9%；坡地災害事件肇生數量以 2009 年最多（共 127 件），2020 年最少（共 3 件）；分布並無年際變化，也就是說，坡地災害事件的肇生是與當年影響的天氣系統現況與當時環境量場有關，年際分布並無規律變化的特徵。再由坡地災害事件的時空分布來看（圖 6），最容易肇生的地區分別有新北市、宜蘭縣、南投縣、嘉義縣、高雄市及屏東縣；其中，高屏兩地合佔總數的 26% 最多，對應我國軍的高山陣地風險相對提高。

另一方面，最常發生的時段落在 6-10 月，暖季合佔總數的 96% 最多，與原先預期相當吻合。然而，我們更關心當有坡地災

害事件發生之際，當時的天氣系統以及環境特徵。結果顯示（圖 7），主要可分為 5 大類型：

- (1) 第 1 種類型：颱風、熱帶擾動或颱風過後所引進的西南氣流，共計 373 件，佔總數的 75.4%。
- (2) 第 2 種類型：梅雨鋒面，共計 77 件，佔總數的 15.6%。
- (3) 第 3 種類型：非梅雨鋒面的鋒面，以及午後雷陣雨，共計 22 件。
- (4) 第 4 種類型：東北季風，以及東北季風與南方低壓系統所結合的共伴環流，共計 14 件。
- (5) 第 5 種類型：地震，共計 9 件。

其中，第 1 種類型加上第 2 種類型就佔總數的 91%，顯見颱風（以及熱帶擾動或颱風過後所引進的西南氣流）及梅雨鋒面對我坡地災害事件的肇生，扮演非常關鍵的角色；尤其是颱風（以及熱帶擾動或颱風過後所引進的西南氣流）。

劇烈降雨前，反應在環境量場以及系統本身的變化與趨勢，均存在有顯著的關鍵訊號。從氣流場、風場、溫度場、氣壓場及水氣場等時空差異分布，從底層、中層到高層也都有動力上以及熱力上的貢獻特徵（圖 8），再從系統本身強度變化與運動趨勢等，都是回饋後續可能坡地災害事件肇生的降雨型、時空特徵以及強度變化重要判斷評估的參考依據之一。

根據林（2010）、林等（2008）、Chen（2004）、張（2004）、陳（2007）、Qian et.al.（2004）、林（2007）等研究成果，完成臺灣地區梅雨鋒面劇烈降雨檢查表（圖 9），並透過本研究個案進行校驗分析，滾動式修正，嘗試找到關鍵的有效閾值。研究也發現，當滿足 8 項或以上的項數個案，肇致豪大雨現象機會相對提高，所對應的坡地災害肇生機率也相對增加。另一方面，也根據

周等（2010）、呂等（2009）、趙（2013）、蔡（2012）、周等（2014）、Chen et.al.（2017）、李等（2004）、朱等（2010）、李等（2018）等研究成果，完成颱風劇烈降雨檢查表（圖 10），並同步進行評估診斷，藉此掌握颱風或熱帶擾動接近前後的環境變化、系統強度以及運動發展等重要特徵。

參考 Wilks（2011）技術得分計算，為評估綜觀環境條件各檢查滿足項目對於預報災區強降雨的預兆得分（Threat Score, TS），設定觀測雨量門檻值，且設定目標災區中有任一測站達強降雨標準，即視為滿足強降雨發生。將各項目檢查預報結果與實際觀測資料分別進行比對，利用誤差矩陣判斷各次評估之準確率，誤差矩陣可分為 4 種情境，分別為滿足，有預測/有發生（hits）、滿足，有預測/無發生（misses），無滿足，無預測/有發生（false alarms），無滿足，無預測/無發生（no events）。故可利用其分類結果，進一步計算可偵測率（Probability of Detection, POD）、誤報率（False Alarm Ratio, FAR）以及預兆得分（Threat Score, TS）等三種評估指標，藉以掌握可靠性較高且滿足坡地災害事件肇生的綜觀環境條件關鍵因子，可適時回饋於災區強降雨發生與否的預報決策參考。

從整體分析結果來看（圖 11），在坡地災害案例發生前 6 小時、前 12 小時及前 24 小時的 TS 值，分別為 0.65、0.58 及 0.51，顯示就整體統計分析來看，TS 愈接近 1，累積降雨量門檻是具有預報技術能力。BS 值分別為 1.42、1.42 及 1.82，當 BS 大於 1，代表有過度預報情事，可以進行適度修正。顯示預報極端劇烈降雨事件時，預報人員對於天氣系統強度的掌握普遍都有高估的趨勢。POD 值在坡地災害事件發生前 6 小時、前 12 小時及前 24 小時均為 0.96，根據經驗，POD 愈高，代表預報技術愈好。FAR 值

分別為 0.33、0.33 及 0.48，當 FAR 得分愈低，表示錯誤預報愈少。顯示無論是颱風（或熱帶擾動）及梅雨鋒面，在整個運動及發展過程中，仍存在有相當程度的不確定性。

另一方面，從坡地災害事件發生前 6-12 小時，無論是在可偵測率、誤報率或是預兆得分上，綜合整體的預報表現成效最佳，適可提供防災應變前置預警整備的重要參考資訊；就防災應變的資料判讀、決策擬定與信心下達而言，此階段的檢查執行效益表現具有相當程度的參考價值。

圖 12 為分別就梅雨鋒面及颱風個別技術得分計算結果，TS 值分別為 0.68 及 0.64，BS 值分別為 1.39 及 1.43，FAR 值分別為 0.31 及 0.34，顯示梅雨鋒面個案的預兆得分比颱風來的高，偏差得分與錯誤預報率又比颱風來的少，這可能跟天氣系統的尺度大小、穩定度、環境條件、可預報度及天氣系統本身強弱可能相關。研究結果也適可做為在不同天氣系統所伴隨的降雨強度及數量時，診斷評估的權重調整與修正的關鍵參考。

劇烈降雨檢查表內單一量場滿足項數佔總事件的百分比，可以用來掌握對天氣系統變化以及發展運動的評估重要指標，由圖 13 結果顯示，梅雨鋒面個案中，主要是以環境場的水氣場及風場滿足項數最高，此一結果與林等（2008）及林（2010）的研究成果非常相近；而颱風個案，除了與當時的海水溫度以及環境的垂直風切項之外，則以颱風本身強度大小以及移動速度的滿足項數最高，與李等（2018）的研究成果相當吻合。另一方面，就整體滿足項數的趨勢來看，颱風個案又較梅雨鋒面個案來的偏低，顯見不同類型的天氣系統之發展強度、運動趨勢以及隨後可能伴隨的降雨影響，與環境量場強弱以及駛流場配置關係密切，研究診斷結果，可以有效回饋我高山陣地防災應變警戒發佈調整的決策參考。

4. 結論及建議

透過氣候統計分析結果，坡地災害案例最常發生的時段落在每年的 6-10 月，暖季合佔總數的 96% 最多，對應當時的天氣系統以及環境特徵，以颱風、熱帶擾動或颱風過後所引進的西南氣流，共計 373 件，佔總數的 75.4% 最多。梅雨鋒面，共計 77 件，佔總數的 15.6% 次之。

參考 Wilks（2011）技術得分進行診斷評估，發現在坡地災害案例發生前 6 小時、前 12 小時及前 24 小時的預兆得分數值，分別為 0.65、0.58 及 0.51，顯見累積降雨量門檻是具有預報技術能力。偏差值分別為 1.42、1.42 及 1.82，代表有過度預報，顯見預報人員對於天氣系統強度的掌握普遍都有高估的趨勢。而在坡地災害事件發生前 6-12 小時，無論是在可偵測率、誤報率或是預兆得分上，綜合整體的預報表現成效最佳，適可提供我高山陣地防災應變前置預警整備的重要參考資訊。

從梅雨鋒面個案中，主要是以環境場的水氣場及風場滿足項數最高，此一結果與林等（2008）及林（2010）的研究成果非常相近；而颱風個案，除了與當時的海水溫度以及環境的垂直風切項之外，則以颱風本身強度大小以及移動速度的滿足項數最高，與李等（2018）的研究成果相當吻合。另一方面，就整體滿足項數的趨勢來看，颱風個案又較梅雨鋒面個案來的偏低，顯見不同類型的天氣系統之發展強度、運動趨勢以及隨後可能伴隨的降雨影響，與環境量場強弱以及駛流場配置關係密切，研究診斷結果，可以有效回饋防災應變警戒發佈調整的決策參考。

透過氣候統計、診斷分析等不同研究方法，嘗試釐清坡地災害前兆之綜觀環境變化特徵，適可回饋高山陣地防災應變前置預警

整備的重要參考。後續工作推展，短期目標將朝綜觀環境氣象量場的運動過程，進行更高解析度的時空尺度診斷分析，瞭解變化的熱力及動力物理機制以及強度演變，建置劇烈降雨個案環境的基礎資料庫，精進對坡地災害前兆的關鍵訊號掌握，並在實際守視監測作業上，進行數據量化的校驗修正。

中、展期目標，藉以本研究診斷結論做為基礎，建置崩塌潛勢評估模式，分析研究區域中各網格之崩塌潛勢值，俾利進行後續防災之規劃。未來，將納入深度學習模式，精進崩塌潛勢評估模式模擬崩塌之準確率，並可再行搭配即時的 24 小時累積降雨資訊（如：QPESUMS 等），有效產製崩塌潛勢圖，提供高山陣地防災人員決策運用的參考資訊。

5. 參考資料

- 朱吟晨、吳宜昭、林李耀，2010：低層大氣水氣通量對颱風降雨的影響，氣象災害防治組/國家災害防救科技中心，共 5 頁。
- 李紀恩，呂木村，林裕豐，林得恩，2004：敏督利颱風過後對臺灣中南部地區造成豪大雨之個案探討。氣象預報與分析，181，25-34。
- 李清勝、饒心誠、謝宜桓，2018：康芮颱風（2013）侵臺期間臺灣西南部強降雨事件之研究，大氣科學，46-2，149-171。
- 李鎮洋、賴文基、陳振宇、黃效禹、郭力行，2011：莫拉克颱風複合型災害發生歷程的時空重建—以小林村深層崩塌為例，中華水土保持學報，42-4，313-324。
- 周仲島、于宜強、鳳雷、陳永明、李清勝、鄭明典，2010：莫拉克颱風綜觀環境以及降雨特徵分析，大氣科學，38-1，21-38。
- 周昆炫、遲正祥、葉峻銘、沈逸翎，2014：凡那比颱風（2010）侵臺期間降水與結構演變之數值模擬探討，大氣科學，42-3，181-205。
- 呂貴寶、林得恩、楊忠權、林裕豐，2009：卡玫基颱風（2008）侵臺期間臺灣中南部地區豪大雨事件初步分析，氣象預報與分析，198，1-7。
- 林裕豐、林得恩，2008：梅雨季超大豪雨事件之診斷分析，氣象預報與分析，194，1-10。
- 林得恩，2007：影響飛安甚巨之劇烈對流個案環境特徵分析——以 2006 年 6 月 9-10 日梅雨鋒面期間臺灣中南部豪大雨個案為例，飛航天氣，8，18-31。
- 林得恩，2010：梅雨季超大豪雨個案之模擬與診斷分析，國立臺灣大學理學院大氣科學研究所博士論文，1-190。
- 趙子瑩，2013：西南季風對莫拉克颱風降雨模擬之影響，中央大學大氣科學研究所碩士論文。
- 陳泰然，2007：最近之梅雨研究回顧。大氣科學，35，261-286。
- 張子琦，2004：梅雨季臺灣中南部地區豪雨事件之數值模擬研究，臺灣大學大氣科學研究所博士論文。
- 蔡宜君，2012：使用偏極化/多都卜勒雷達資料研究莫拉克颱風（2009）地形降雨特性，中央大學大氣科學研究所碩士論文。
- Chen, G. T.-J., 2004: Research on the phenomena of Mei-Yu during the past quarter century. World Scientific Series for Meteorology of East Asia. vol. 2, East Asian Monsoon, C. P. Chang, Ed., World Scientific Publishing Co., 357-403.
- Chen, Y. -H., H. -C. Kuo, C. -C. Wang, and Y. -T. Yang, 2017: Influence of southwest monsoon flow and typhoon track on Taiwan rainfall during the exit phase: modelling study of typhoon Morakot (2009). Q. J. R. Meteorol. Soc. 143, 3014-3024.

- Qian, J. H., W. K. Tao, and K. M. Lau,
2004: Mechanisms for torrential
rain associated with the Mei-Yu
development during SCSMEX 1998.
Mon. Wea. Rev., 132, 3-27.
- Wilks, Daniel S., 2011 : Statistical
methods in the atmospheric scienc-
es. Elsevier Inc., 8.

6. 圖表彙整

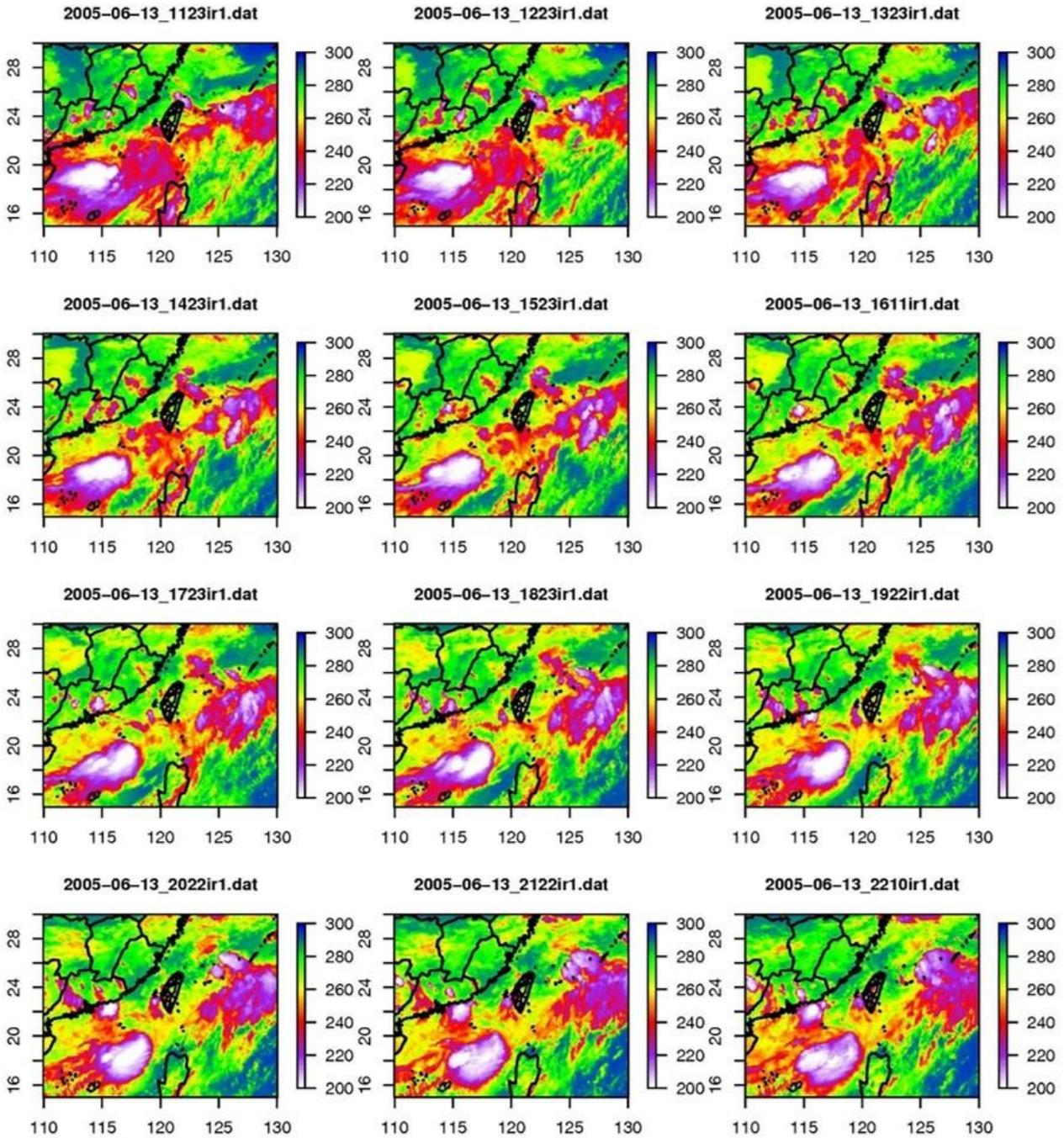


圖 1 透過衛星雲圖中雲頂溫度及其所涵蓋的雲系面積，進一步來分析劇烈降雨天氣系統的時空分佈及發展演變過程

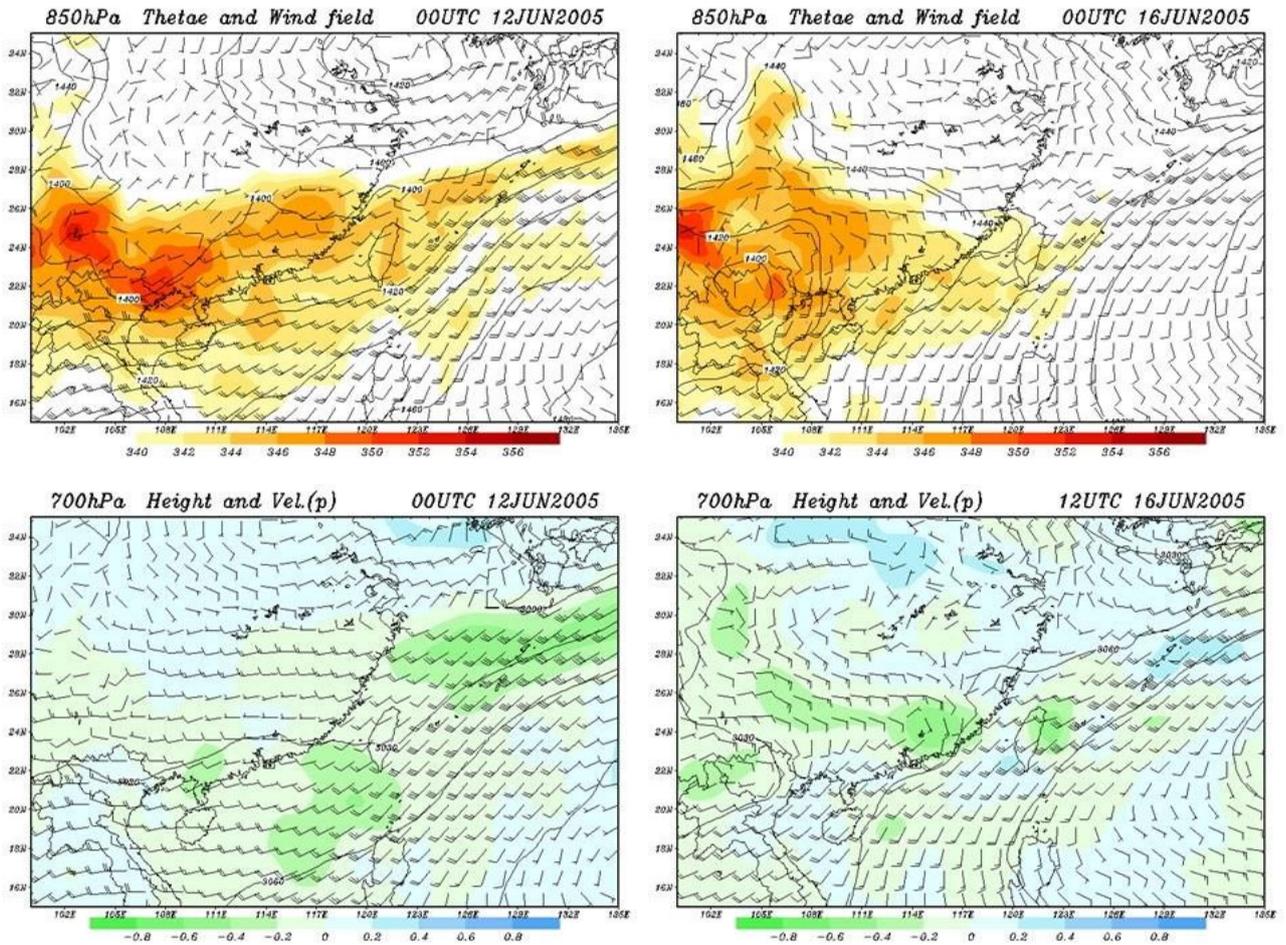


圖 2 NCEP/DOE Reanalysis-I 經緯度網格分析場資料 (例舉 850hPa 的位溫場及風場、700 hPa 的高度場及垂直速度場)

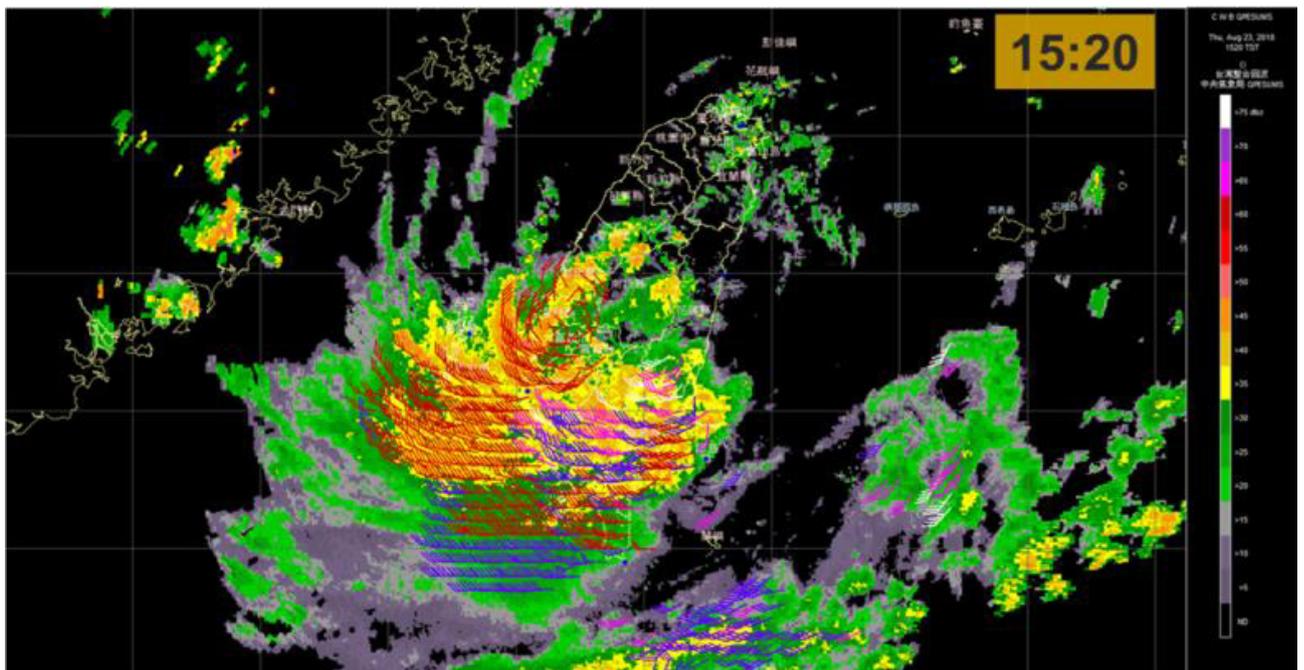


圖 3 中央氣象局劇烈天氣監測系統 (QPESUMS) 資料

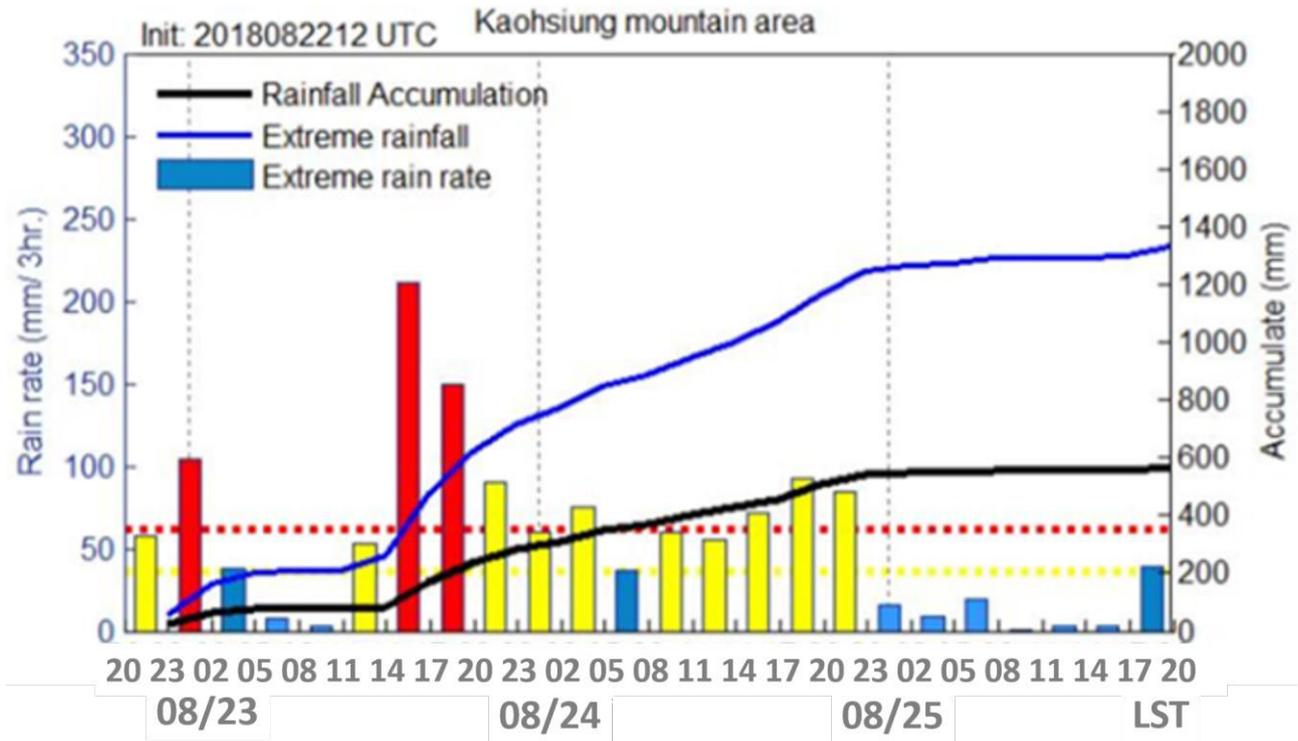


圖 4 呈現選取研究個案的降雨雨型、延時特徵以及強度變化（其中，黃色柱條為時雨量大於 40mm，紅色柱條為 3 小時雨量大於 100mm）

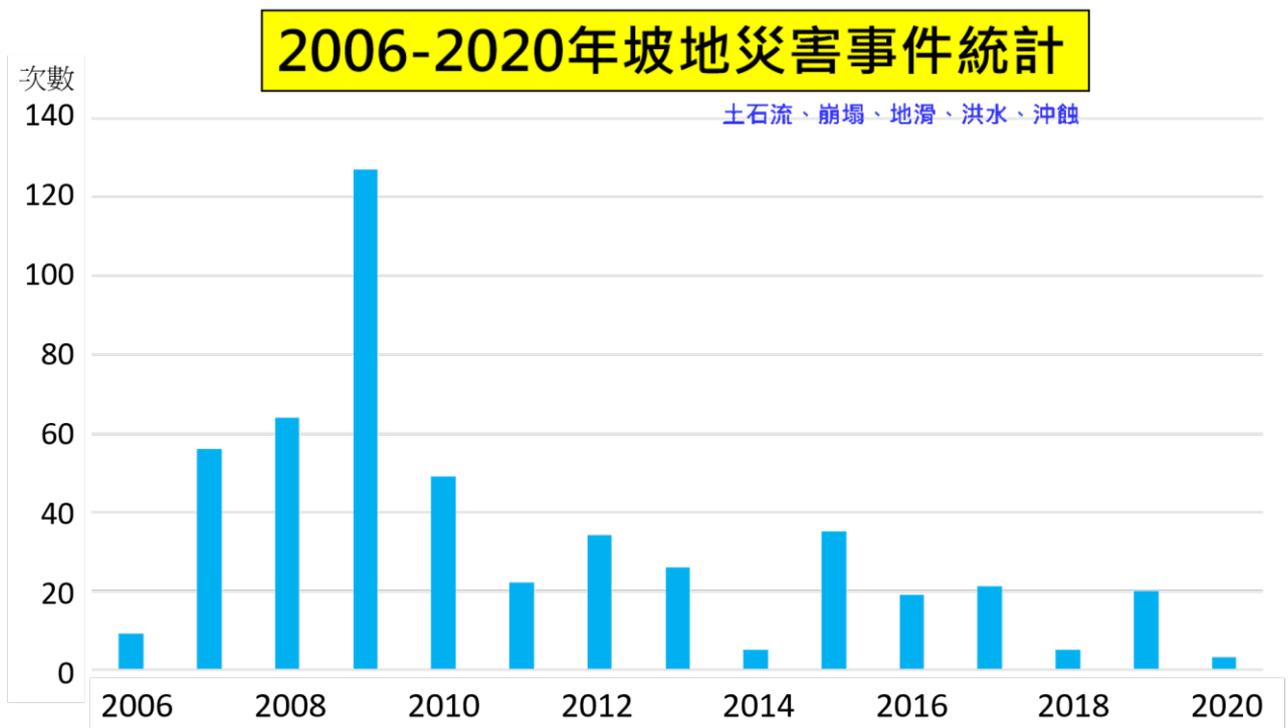


圖 5 2006-2020 年（共 15 年）臺灣坡地災害案例統計圖表

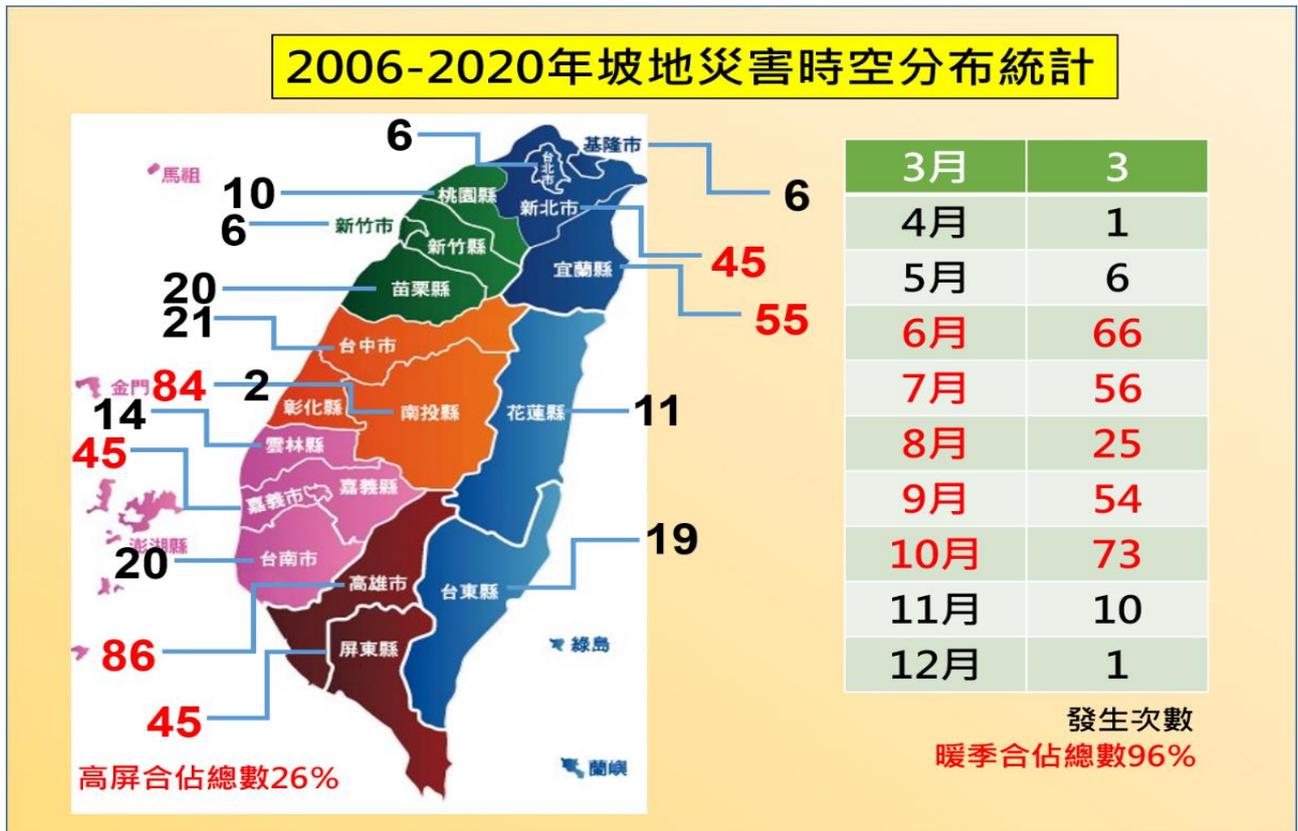


圖 6 2006-2020 年臺灣坡地災害案例的時空分布統計

2006-2020年坡地災害肇生時的環境天氣分析

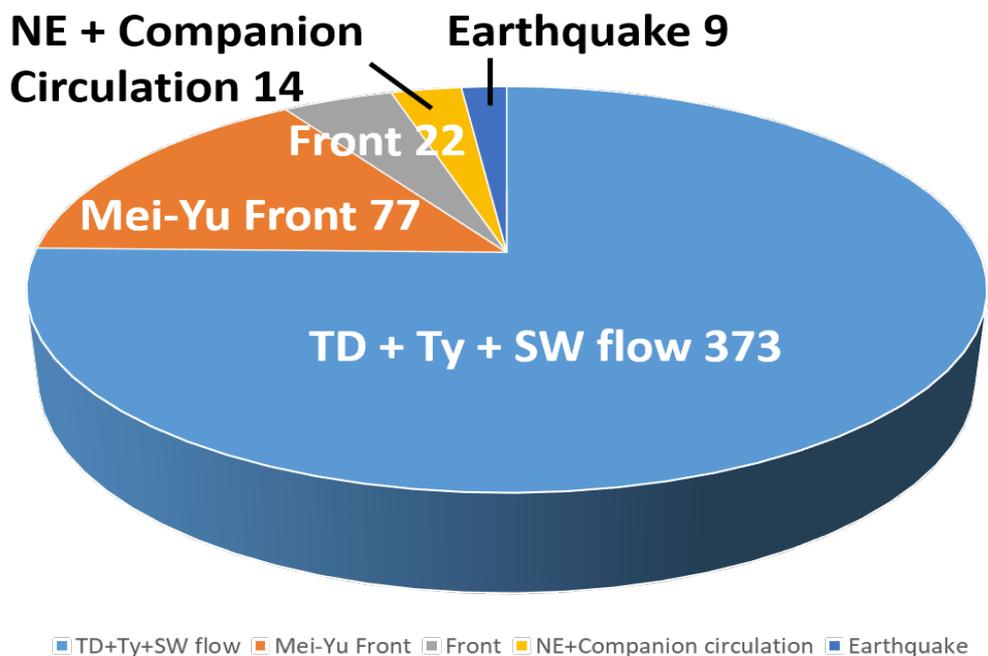


圖 7 2006-2020 年臺灣坡地災害肇生時的環境天氣分析

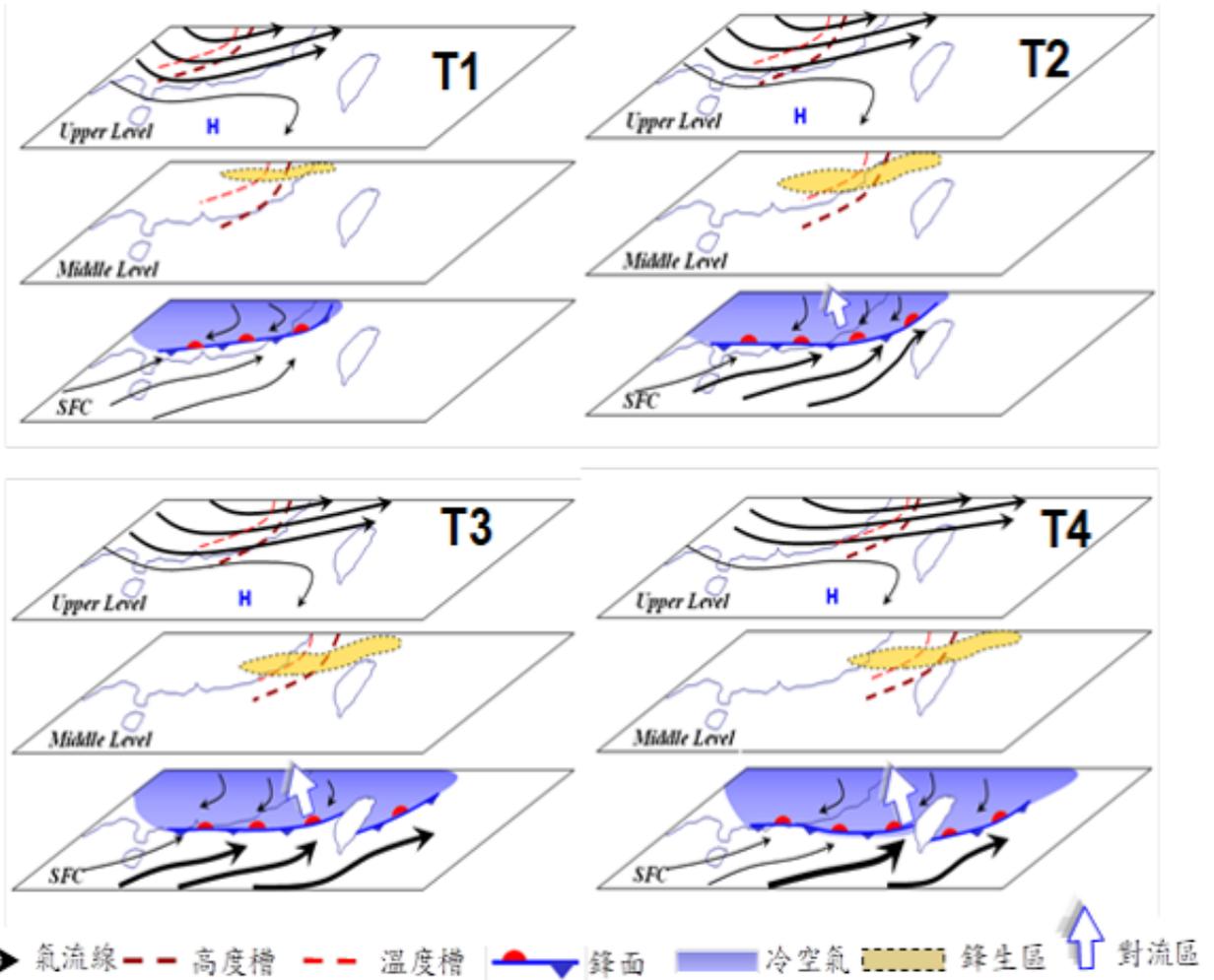


圖 8 劇烈降雨前，從氣流場、風場、溫度場、氣壓場及水氣場等時空差異分布，從底層、中層到高层也都有動力上以及熱力上的貢獻特徵 (T1 至 T4 代表前後不同時間)

項次	層別	檢查項目	0時	前6小時	前12小時	前24小時	參考文獻
1	低層	鋒面系統在 20-28N ⁰ 與118-124E ⁰ 間	●	●	●	●	林·2010
2	低層	22-28N ⁰ 與114-127E ⁰ 間· 850hPa有無風切線					林等·2008
3	低層	850hpa Θ_e 主軸指向台灣· 且高於340K以上					Chen, 2004
4	低層	850hpa 水氣通量大於 200gkg ⁻¹ s ⁻¹					張·2004
5	低層	850hpa 低層噴流 大於25kTs					陳·2007
6	中層	22-28N ⁰ 與114-127E ⁰ 間· 700hPa有短波槽					Chen, 2004
7	中層	700hPa相對濕度場 大於85%					Qian et. al., 2004
8	中層	500hPa渦度場有 大於 $5 \times 10^{-5} s^{-1}$ 正渦度					林·2007
9	高層	200hPa 高層噴流 大於45kTs					林·2010
10	高層	200hPa 輻散場 風場分流角度 > 45°					林·2010

圖 9 臺灣地區梅雨鋒面劇烈降雨檢查表

項次	層別	檢查項目	0時	前6小時	前12小時	前24小時	備考
1	低層	颱風移動速度 低於10kTs 海裡/時	●	●	●	●	周等·2010
2	低層	颱風近臺7級暴風半徑 大於200公里					呂等·2009
3	低層	850hPa 西南風 大於25kTs					趙·2013
4	低層	700hPa 西南風 大於30kTs					Chen et. al., 2017
5	低層	颱風路徑·中心以 距離台灣200公里範圍之內					蔡·2012
6	低層	SST大於28°C					周等·2014
7	垂直層	垂直風切 小於5ms ⁻¹					李等·2018
8	低層	850hPa 水氣通量大於 200gkg ⁻¹ s ⁻¹					朱等·2010
9	中層	500hPa渦度場有 大於 $5 \times 10^{-5} s^{-1}$ 正渦度					周等·2010
10	低層	颱風本身的強度為 中度以上					李等·2004

圖 10 臺灣地區颱風劇烈降雨檢查表

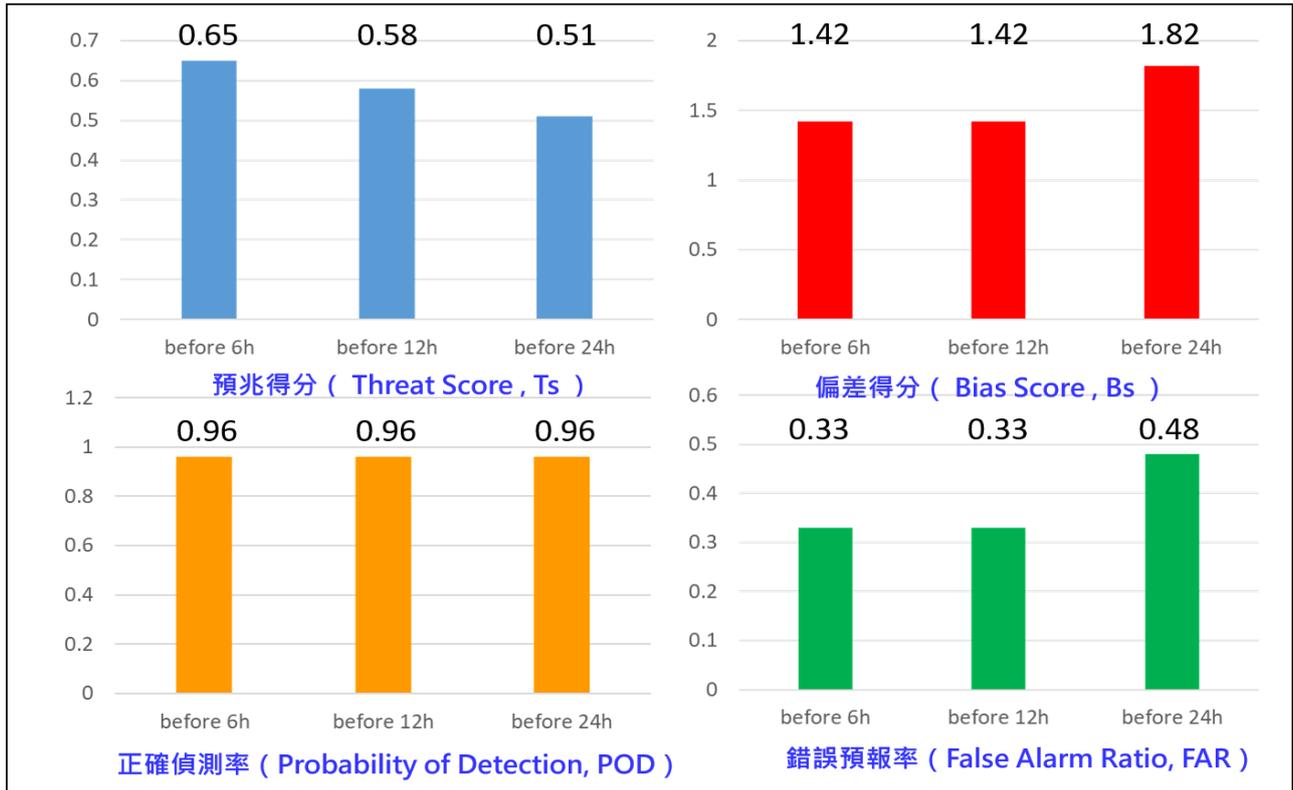
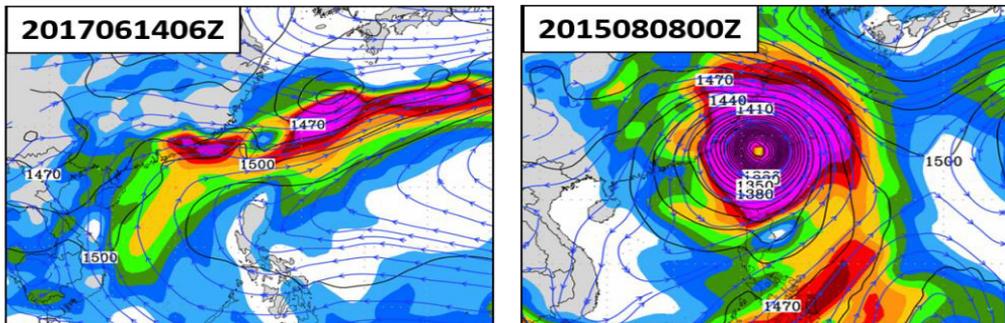


圖 11 整體技術得分計算結果 (分別就坡地災害事件發生前 6 小時、前 12 小時及前 24 小時)



	梅雨鋒面	颱風	總和
預兆得分, Ts	0.68	0.64	0.65
偏差得分, Bs	1.39	1.43	1.42
正確偵測率, POD	0.96	0.96	0.96
錯誤預報率, FAR	0.31	0.34	0.33

圖 12 分別就梅雨鋒面及颱風個別技術得分計算結果

檢 查 項 目	滿 足 項 數 佔 總 事 件 %	檢 查 項 目	滿 足 項 數 佔 總 事 件 %
鋒面系統在 20-28N ⁰ 與118-124E ⁰ 間	83	颱風移動速度 低於10kTs 海浬/時	84
22-28N ⁰ 與114-127E ⁰ 間， 850hPa有無風切線	85	颱風近臺7級暴風半徑 大於200公里	78
850hpa Θ_e 主軸指向台灣， 且高於340K以上	95	850hPa 西南風 大於25kTs	73
850hpa 水氣通量大於 200gkg ⁻¹ s ⁻¹	92	700hPa 西南風 大於30kTs	72
850hpa 低層噴流 大於25kTs	90	颱風路徑，中心以 距離台灣200公里範圍之內	79
22-28N ⁰ 與114-127E ⁰ 間， 700hPa有短波槽	86	SST大於28 ⁰ c	85
700hPa相對濕度場 大於85%	96	垂直風切 小於5ms ⁻¹	83
500hPa渦度場有 大於5×10 ⁻⁵ s ⁻¹ 正渦度	77	850hPa 水氣通量大於 200gkg ⁻¹ s ⁻¹	76
200hPa 高層噴流 大於45kTs	73	500hPa渦度場有 大於5×10 ⁻⁵ s ⁻¹ 正渦度	77
200hPa 輻散場 風場分流角度 > 45°	78	颱風本身的強度為 中度以上	81

圖 13 劇烈降雨檢查表內單一量場滿足項數佔總事件的百分比；其中，藍（紅）色表示梅雨鋒面（颱風）個案

Risk assessment of severe rainfall systems for alpine positions

De-En Lin

Center for Weather Climate and Disaster Research, National Taiwan University

Abstract

Facing the uneven distribution of rainfall in time and space caused by the weather system, and the total cumulative rainfall that often breaks records, the sloping land disaster will be a more severe test and challenge in the future for the Chinese military's alpine positions. From the statistics of past soil and sand disaster events, it is found that once the event occurs, the losses and disasters caused are quite serious.

The main purpose of the implementation of this research is to diagnose and analyze historical soil and sand disaster events through scientific and quantitative research and judgment steps, so as to enhance the understanding and grasp of the comprehensive environmental conditions of the precursors of the event, and to clarify the key meteorology of the environment at that time parameter characteristics, thereby extending the pre-warning preparation time for the possible occurrence of soil and sand disasters, and effectively supporting the determination of the strengthened disaster prevention and response commander to carry out disaster alert dispatch.

Keywords: alpine position, soil and sand disaster, meteorology parameter characteristics