

2018年0823熱帶低壓豪雨事件回顧與分析

謝佩芸 李茂正 呂國臣 陳登環 葉世瑄 黃椿喜
中央氣象局氣象預報中心

摘要

2018年為無颱風登陸臺灣的一年，但卻有2個熱帶性低氣壓登陸，並帶來顯著降雨。其中一熱帶性低氣壓(後簡稱0823熱帶低壓)8月23日自屏東東港登陸，於臺灣西南部緩慢移行近22小時後，24日4時左右自彰化、臺中一帶出海，影響期間帶來顯著的短時強降雨，雲林以南多個縣市觀測到100毫米以上的時雨量，總累積雨量亦達八、九百毫米，造成嚴重水患。此降雨過程受熱帶性低氣壓、季風低壓環流及西南氣流等不同尺度天氣系統的交互作用，加上地形效應的影響，導致了自1949年八七水災以降，熱帶性低氣壓所造成對中南部沿海平原區影響最劇烈的豪雨事件。

0823熱帶低壓生成發展於廣大的季風低壓環流內，所在的環境水氣偏多且大氣頗不穩定。23日清晨熱帶低壓自屏東登陸後逐漸北移，其中心附近伴隨的強對流隨之於當日中午前後為高屏地區帶來第一波時雨量超過100毫米的短時強降雨。23日下午至24日清晨這段期間，氣旋中心北移速度減緩，在中部沿海平原區停留時間拉長，一方面使低壓南側的大片水氣持續影響嘉義以南縣市，另一方面其中心附近的強對流亦分別在23日傍晚前後及24日凌晨造成兩波時雨量超過或接近100毫米的強降雨。本文將對0823熱帶低壓影響期間的降雨情形進行回顧及初步分析，並簡單校驗作業期間使用之預報指引對本事件的可掌握度。

一、前言與事件概述

2018年並無颱風登陸臺灣，但卻有2個熱帶性低氣壓登陸，並帶來顯著降雨。8月23日至30日，臺灣地區接連受到熱帶性低氣壓與西南氣流影響，中南部縣市發生嚴重淹水事件，共有7人死亡、2人失蹤，農業損失高達7.6億元以上(王等，2018)。這是繼民國48年八七水災以來，同樣罕見由熱帶性低氣壓所引發的嚴重豪雨事件。雖然此次熱帶性低氣壓(後簡稱0823熱帶低壓)事件總累積最大雨量與最大時雨量較八七水災時稍低，整體影響範圍亦較小，但對於雲林、嘉義、臺南、高雄沿海地區的降雨影響尤甚於八七水災。

從綜觀環境來看，2018年7月底開始，隨西北太平洋至南海的季風低壓環流逐漸建立，臺灣附近(南海至菲律賓東方、日本東南方海面)的低壓帶自7月底至8月中上旬也漸趨逐漸活躍，期間低壓帶內陸續有8個颱風及多個熱帶擾動生成與發展。

8月22日至23日，季風低壓環流籠罩的範圍由日本南方海面至東亞沿岸，低壓區之東北側有蘇力(Soulík，位於日本西南方海面)及西馬隆(Cimaron，位於日本南方外海)2個颱風，臺灣此時位於大低壓內南側的區域。0823熱帶低壓22日在東沙島海面形成，受到大低壓帶導引氣流影響，23日即快速向東朝向臺灣接近(圖1)，其低層環流中心於23日6時30分由屏東東港登陸，在臺灣西南部移行近22小時後，24日4時左右自彰化、臺中一帶正式出海，並繼續在臺灣海峽

緩慢移動，總計此低壓在臺灣陸地及臺灣海峽附近滯留約2日(圖2)。

此期間臺灣受熱帶性低氣壓及西南風引進之旺盛水氣影響，出現劇烈降雨，除豪大雨持續時間長外，降雨強度亦相當驚人，雲林以南縣市多處時雨量達100毫米以上(為氣象局發布致災性大雷雨即時訊息暨防災告警細胞廣播的條件之一)。其中雲林縣測得的最大時雨量達121毫米，其他各縣市最大時雨量依序為高雄市111.5毫米、嘉義縣106.5毫米及屏東縣105毫米。統計23日0時至25日8時間，嘉南地區累積雨量達900毫米以上，高屏地區亦達800毫米以上(圖3)。

25日低壓遠離後降雨稍趨緩和，但26日晚起至29日間受西南氣流影響，再次引發另一波強降雨事件，使部分淹水災區災情更是雪上加霜。惟本研究分析重點將放在23日至24日0823熱帶低壓影響期間之降雨，後續西南氣流的部分本文暫不贅述。

本研究使用氣象局高解析度TWRP-3km模式進行分析，此模式為0823事件期間對降雨分布及量值掌握皆不錯之作業模式。

二、降雨分析

0823熱帶低壓之雨帶分布極不對稱，強對流多集中於低壓南側。由降雨時序圖(圖4)可看出，此低壓影響期間，除中心南側數個中南部縣市有持續性的短時大雨(時雨量 $\geq 40\text{mm}$)或豪雨(三小時雨量 \geq

100mm)發生外，隨著中尺度對流的消長，更有三波時雨量接近或超過100毫米的劇烈強降雨發生，以下遂將本次降雨事件分為三個階段。

(一) 繞山氣流輻合階段(2212Z至2306Z)

0823熱帶低壓8月22日8時在臺灣西南方約180公里遠之海面成形，但22日白天期間對流發展並不強。22日晚間，隨著低壓逐漸接近西南部近海，低層氣流深夜起受臺灣地形影響產生繞山的作用，使臺灣海峽北部的北風分量增加，並與低壓南側及環境場的西南西風產生輻合，對流開始顯著發展(圖5)。

隨著熱帶低壓於23日凌晨6時30分登陸並逐漸北移，其南側爆發的對流雨帶直接衝擊高屏地區，在當日6時至14時間帶來第一波時雨量100毫米以上的強降雨。

(二) 低層輻合增強階段(2306Z至2312Z)

0823熱帶低壓於臺灣西南部登陸之後，中層的環流自東南向西北過山後沉降增溫，在新竹至臺中近海產生一副低壓中心，加強了臺灣海峽北部的氣壓梯度力，使北風更明顯增強，持續提供顯著的輻合機制(圖6)；另推測此時期可能因中心附近的強對流釋放潛熱加熱大氣，使低層局部氣壓下降，增加氣壓梯度力而形成低層噴流(925hPa風速達55kts，見圖6)(Chen et al., 2006)，加強低層輻合，提供對流再度增強的條件。

上述因素為雲林、嘉義地區帶來本次熱帶性低氣壓影響期間的第二波強降水，亦造成雲林時雨量121mm的紀錄。

(三) 中心滯留打轉階段(2312Z~2400Z)

0823低壓通過臺灣期間，結構上呈現高低層中心分離的型態。由TWRf-3km模式資料進行分析，高層(500hPa)渦旋中心登陸後沿中央山脈往北移動，行至南投後逐漸往西轉向，24日上午由苗栗臺中交界處出海；而低層渦旋中心登陸後大致沿高屏及嘉南平原與山麓接壤處向北移行，在23日晚間曾出現中心自彰化出海、並向西北移行至海峽中線後逐漸消散的現象。但在此同時，由於強對流在雲嘉一帶持續影響，釋放潛熱使該地氣壓下降產生旋生，於23日深夜在雲林沿海再度建立新的氣旋式環流，並再次往彰化沿海移動，使0823熱帶低壓在23日晚間至24日清晨呈現中心一度往南、類似滯留打轉的過程(圖7-a)。另由圖7-b高低層渦旋中心的連線可以看到，在0823熱帶低壓影響臺灣期間，高低層渦旋中心可分析出互繞的現象(Jones, 1995)，亦可能為導致低層中心於中部近海繞行之因素。

23日午夜至24日上午，由於渦旋中心在北緯24度附近緩慢繞行，未出現明顯北移的分量，低壓南

側的潮濕空氣持續往中南部地區輸送，使嘉義以南地區受降雨影響的時間再度拉長。23日午夜，嘉義陸地及近海一帶925hPa至850hPa持續有顯著的強風(50kts)及輻合條件，加上低層西南風持續輸送高對流不穩度的空氣，使嘉義以南對流再度活躍，帶來0823熱帶低壓影響期間第三波強降雨。嘉義地區凌晨1時時雨量接近100毫米，稍後凌晨3時左右，部分對流雨帶通過屏東地區時同時受地形舉升，亦於屏東山區產生時雨量超過100毫米的強降雨。

三、預報指引校驗

校驗本局預報作業常用的數值模式指引於0823事件當時的表現，氣象局3公里高解析度模式約在事件發生前36小時即對強降雨的分布極量值有較穩定的掌握(圖未示)。校驗預報時間前可取得的最新單一數值模式，氣象局高解析度TWRf-3km模式的預兆得分(TS, Threat Score; Olson et al., 1995)在12小時100mm以上雨量預報具有接近0.6、非常高的預報技術，其表現優於全球模式(EC、NECP)，顯示高解析度區域預報系統對豪大雨的量值的確有較佳的掌握能力(圖8)。

透過進階的系集統計後處理方法，如PM及NPM(葉等, 2016)等預報指引，可再增進對100mm以上豪大雨的技術至0.7以上；而12小時200mm的降雨，TWRf、NPM之TS分別可至0.25及0.3以上。12小時300mm以上的極端雨量預報技術雖僅約0.05，但由於其範圍小，TS有技術，表示降雨預報大致已命中極端降雨的位置，分析降雨分布亦顯示12小時350mm於雲嘉南一帶的降雨分布大致可掌握，惟其空間分布略有誤差(圖未示)。整體而言，高解析模式及系集預報指引對0823事件降水的掌握大致良好，但對極值的空間分布仍有改進空間。

除數值模式系集統計輸出的預報資訊外，在事件發生前12小時內，預報員可參考透過iTEEN方法——以大數據及雷達資料探勘處理方法產生的即時預報指引iTEEN(Huang et al., 2018)進一步提升短延時強降雨的預報技術。比較兩者在0823熱帶低壓影響期間的表現(圖9)，可以看到iTEEN整體降雨的TS都較只用系集統計方法產出之指引WEPS-NPM有顯著提升，尤其是80mm/3hr以上降雨的掌握度，WEPS-NPM之TS幾乎低於0.2，但iTEEN之TS則大多提升至0.2~0.5之間，甚至接近0.6，改善程度相當顯著。而在最極端的降雨期間，對於150mm/3h之短時強降雨仍有部分的預測能力，顯示在強降雨事件時，現行的定量降水即時預報指引確實可提供預報員在極短期預報時段內更有信心的預報參考。

四、結論

0823熱帶低壓雖未達颱風強度，但在不同尺度交互作用的影響下，為臺灣中南部地區帶來了不亞於颱風的豪雨，造成1949年八七水災以降，除颱風、梅雨外所引發對中南部影響最嚴重的水患。

此熱帶低壓生成於大尺度的季風低壓環流中，提供水氣豐沛且較不穩定的大氣環境。在低壓接近臺灣並登陸的過程中，低層環流遇到臺灣地形產生繞山氣流，與環境的西南風輻合使對流開始明顯發展。低壓登陸後，中層環流過山沉降增溫，於臺灣西北部近海產生副低壓中心加強氣壓梯度力，使北風更為增強，輻合更顯著；同時可能因中心附近強對流釋放潛熱後使局部氣壓下降，增加低層氣壓梯度力產生低層噴流，激發劇烈對流發展。本事件時雨量最大之121毫米強降水即發生在此階段。

23日晚間至24日清晨，低層渦旋中心在中部近海附近打轉滯留，使0823熱帶低壓南側的嘉義以南地區強降雨影響的時間拉長。低層渦旋中心產生滯留現象的因素可能為：原熱帶低壓中心南側的強對流釋放潛熱，使局部正渦度增加且氣壓下降，於雲林沿海重建新的渦旋中心，取代原北移遠離之中心；另0823熱帶低壓登陸後，高低層渦旋中心分離並出現互繞的現象，亦可能為導致低層中心在23日晚間至24日清晨於中部近海滯留繞行之因素。惟本文以觀測資料及預報表現尚佳的TWRP-3km模式進行分析推論，其中之物理過程仍待模擬實驗進一步驗證。

氣象局高解析度模式大約在事件發生前36小時即可較穩定地反應出0823熱帶低壓帶來的強降雨事件，而即時預報指引對極短期內的強降雨預報則有相當程度的改善。

總結0823熱帶低壓之特性為：一、環境有利劇烈對流發展，降雨強度強；二、移動緩慢，強降雨影響時間長。其影響期間強對流多集中於中心南側，並與環境氣流及臺灣地形交互作用，一方面產生輻合機制使對流再度增強、另一方面造成低壓移動速度減緩的現象。回顧0823事件，強降雨位置多配合著低層渦旋中心移動，導致顯著的累積降水出現在平地而非集中於山區，亦是本事件的特點之一。

五、參考文獻

王安翔、于宜強、李宗融，2018：2018年0823熱帶性低氣壓水災事件分析。國家災害防救科技中心災害防救電子報，第158期。

Chen, G. T. J., C. C. Wang, and L. F. Lin, 2006: A diagnostic study of a retreating Mei-Yu front and the accompanying low-level

jet formation and intensification. *Mon. Wea. Rev.*, 134, 874 – 896.

Jones S. C., 1995: The evolution of vortices in vertical shear. I: Initially barotropic vortices. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, 121, 821 – 851.

David A. Olson, Norman W. Junker, and Brian Korty, 1995: Evaluation of 33 years of Quantitative Precipitation Forecasting at the NMC. *Weather Forecasting*, 10, 498-511

葉世瑄、林沛練、洪景山、黃椿喜，2016：機率擬合之系集定量降水預報後處理方法。大氣科學，第44期，第1號。

Treng-Shi Huang, Shin-Husan Yeh, Shin-Gan Chen, Kuo-Chen Lu, Jing-Shan Hong (2018, Nov). Big Ensemble Data and Radar Data Mining on the Shortduration Heavy Rainfall Quantitative Precipitation Nowcasting . 2018 ACTS Workshop

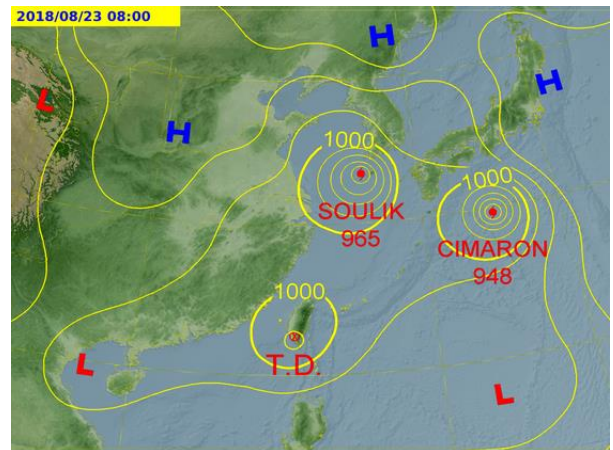


圖1. 2018年8月23日00Z地面天氣圖



圖2. 0823熱帶低壓路徑圖

23日0時累積至25日8時雨量圖與各縣市最大值

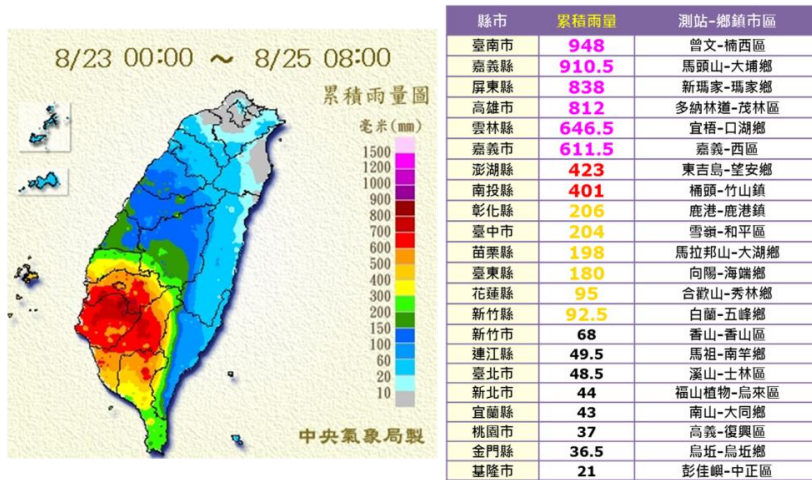


圖 3. 0823 熱帶低壓影響期間(23 日 0 時至 25 日 0 時)累積雨量圖及各縣市雨量最大值

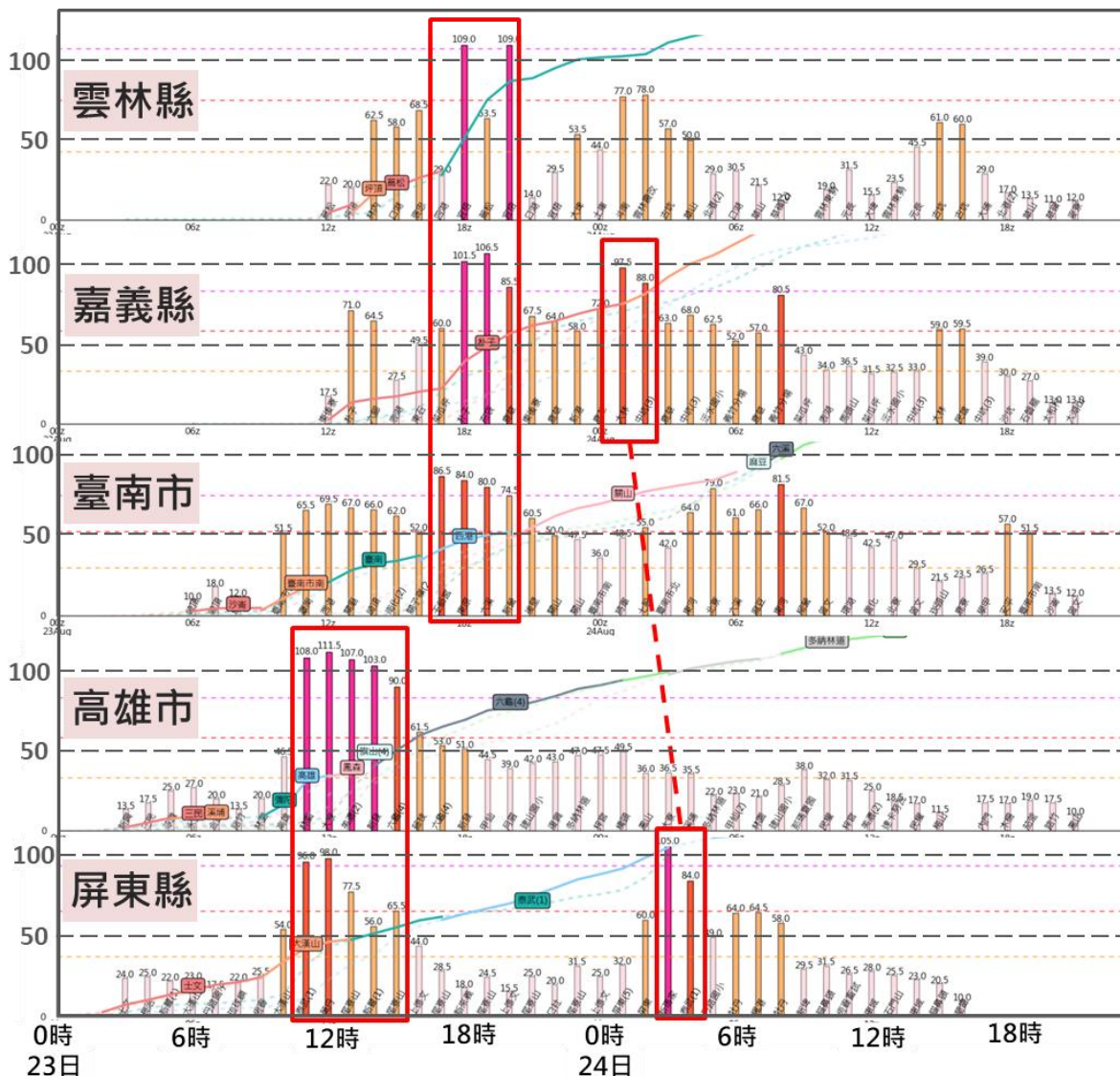


圖 4. 0823 熱帶低壓影響期間中南部各縣市降雨時序圖，橫軸為日期時間、縱軸為每小時內該縣市觀測到最大 60 分鐘雨量測站之雨量值(mm)。時雨量接近或超過 100 毫米的劇烈降雨大致可分為三個階段(紅框所示)。

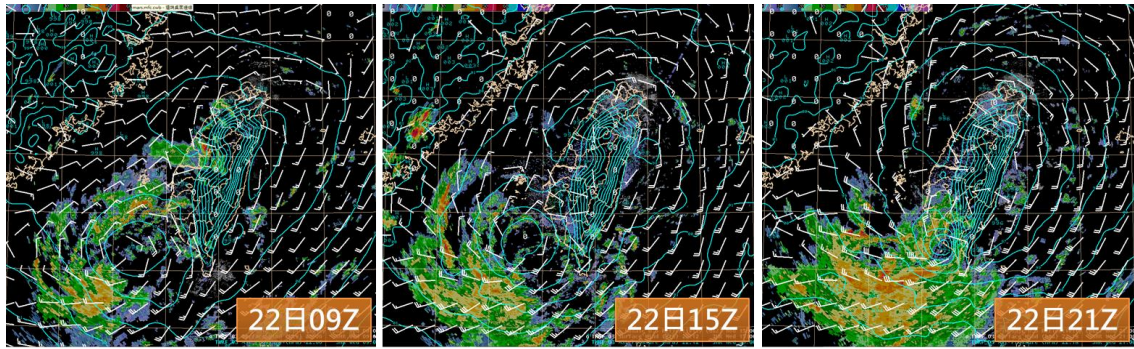


圖 5. 0823 熱帶低壓接近臺灣期間，因臺灣地形產生繞山氣流的過程。分析場資料來自 TWRf-3km 模式，等值線為地面氣壓場、風標為地面風場；底圖為整合雷達回波。

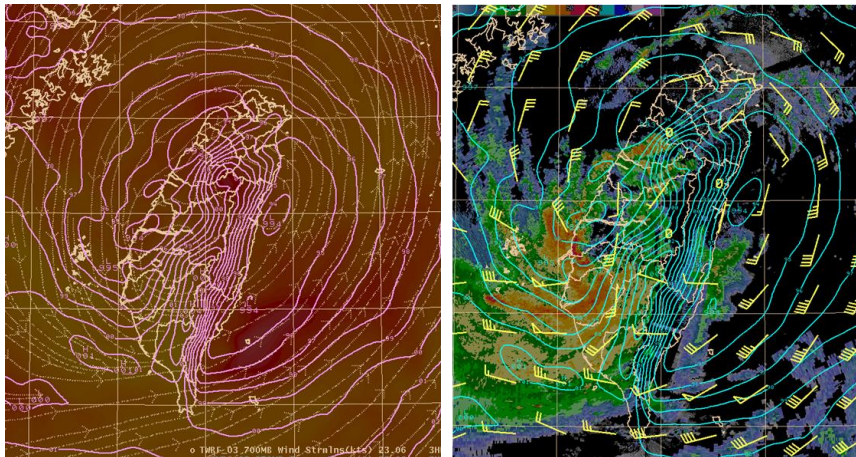


圖 6. TWRf-3km 模式分析場，時間為 8 月 23 日 09Z。左圖為 700hPa 流線場、850hPa 溫度場(底色)、地面氣壓場(等值線)；右圖為 925hPa 風場(風標)、地面氣壓場(等值線)及臺灣整合雷達回波。

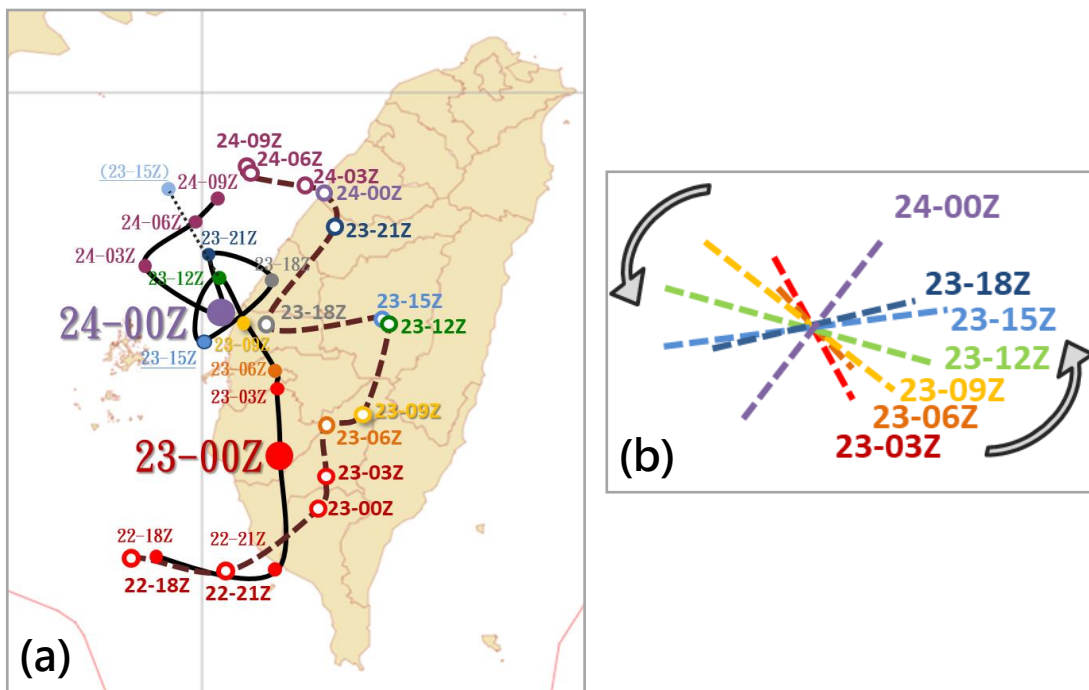


圖 7. (a) TWRf-3km 模式之低層(MSL)渦旋中心移動路徑(實線)及高層(500hPa)渦旋中心移動路徑(虛線)。其中高層中心於 23-18Z 有一明顯的跳躍，推測可能是受當時位於雲林的強對流干擾。
(b) 將 23 日 03Z 至 24 日 00Z 各時間點的高低層中心作連線(忽略 23 日 18Z)，可看出兩者有逆時針互繞的趨勢。

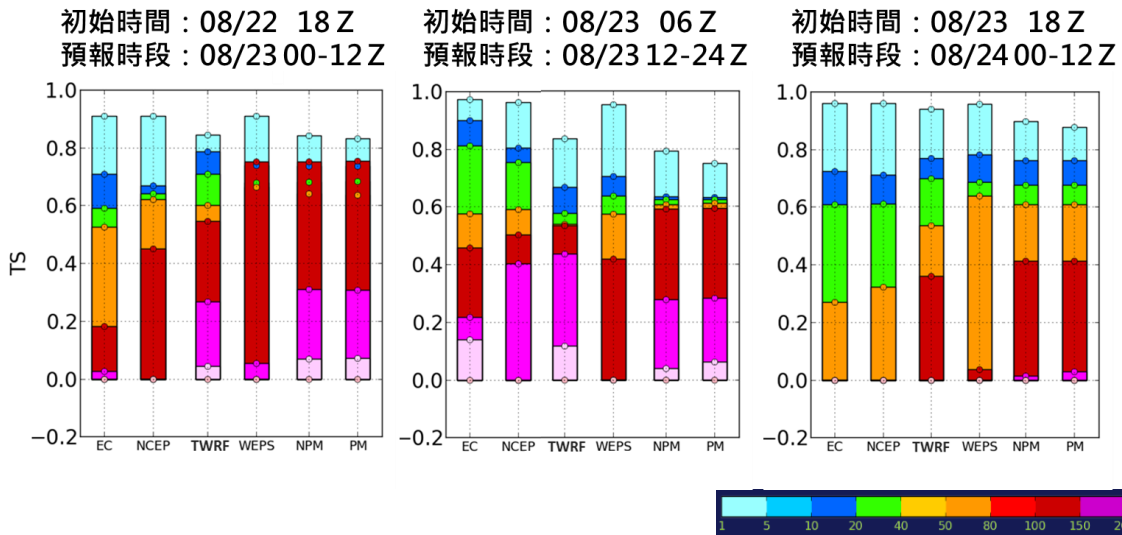


圖 8. 校驗預報作業時間前可取得的最新數值模式，對 23 日 00Z 至 24 日 12Z 之間三段 12 小時累積降雨預報之預兆得分(TS)。自左至右分別為：EC(全球模式， 0.125°)、NCEP(全球模式， 0.25°)、TWRF(氣象局高解析模式，3km)、WEPS(WRF 系集模式之系集平均)、NPM 及 PM(WRF 系集模式經機率擬合之預報)

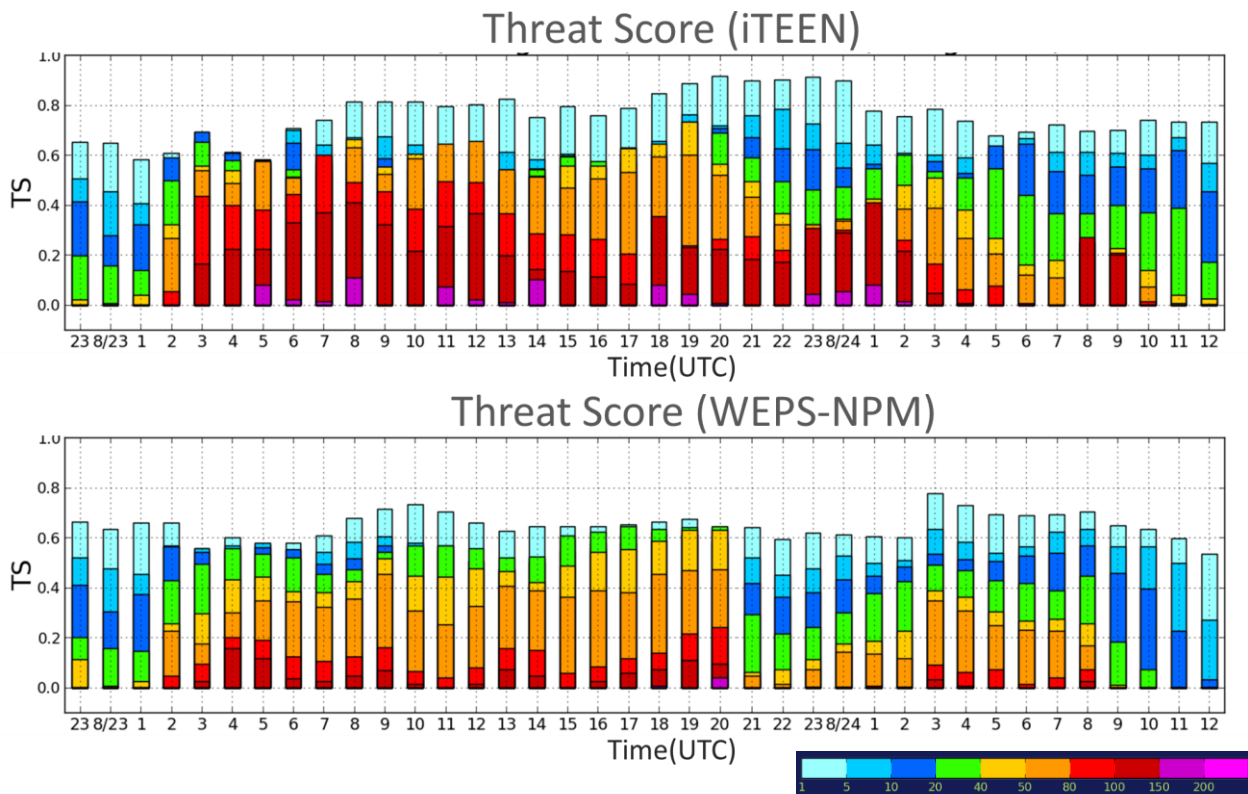


圖 9. 校驗即時預報指引在 0823 熱帶低壓影響期間，每小時滾動之三小時累積降雨預兆得分(TS)。