

研究動機

莫拉克颱風降雨型態屬於長延時（長達64小時）的持續性降雨，莫拉克颱風影響期間（8/6-8/10）最主要降雨中心為嘉義、台南與高屏山區，五天累積總降雨量最高紀錄發生於嘉義縣阿里山站，高達 3059.5毫米。莫拉克颱風的紀錄遠遠超過歷史排名的第一名。颱風期間，莫拉克颱風重創台灣，造成多處防洪設施破壞、堤防受損與溢堤，導致南部地區 145個鄉鎮市淹水。山區因為起大豪雨導致大面積地地坍塌與土石流，共計1690個災害點位。全國死亡 620人，失蹤 80人，總累積雨量較其他颱風大且分佈範圍廣，為百年難見的暴雨。

降雨原因

發現莫拉克颱風侵台時受地形與颱風駛流減弱影響，移行速度減慢，滯留台灣時間拉長；而颱風內不斷形成的中尺度對流胞，以及受地形影響的線狀降雨系統，加上西南季風提供源源不絕的水氣，使得持續不斷的豪雨重創台灣。

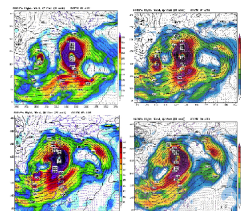
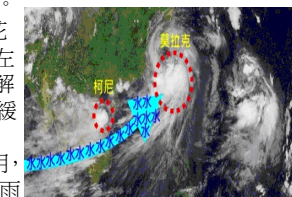
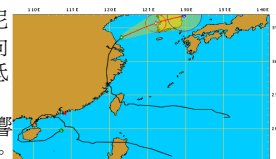
莫拉克侵襲台灣以前，台灣附近的西北太平洋上存在一個大低壓帶，低壓帶由二個颱風所形成，一個是位於南海海南島附近的柯尼颱風，另一個是正在接近台灣的莫拉克颱風。整體而言，整個低壓帶正緩慢向西移動，太平洋高壓位於低壓帶東方及北方亦緩慢向西延伸。位於低壓帶北方的高壓脊西伸至中國大陸華北的陸地，高壓南緣的東風成為莫拉克颱風的駛流場，導引颱風向西行進。低壓帶南緣的強西南風，從孟加拉灣帶進豐沛的水氣能量，提供低壓帶內部對流活動的發展。

莫拉克侵台期間；在南海接近海南島東側有颱風柯尼 (GOND)形成。柯尼颱風先是往西北方向登陸廣東，大家都以為這個颱風的影響應該很快會結束，沒想到柯尼登陸後往西南方向大轉彎，到了海南島西南側再轉成東行颱風，幾乎可以說是一個 180度的大轉彎。通常發生這種特異的路徑，不外乎駛流場弱、颱風呈非對稱、地形效應的影響等。

接近台灣後，環境駛流變弱，移動速度緩慢，影響時間長

莫拉克颱風於 2009 年 8 月 4 日凌晨 02 時在台灣恆春鵝鑾鼻東方 1500 公里海面生成後，以時速 20 公里的速度向西北西方向移動。7 日 03 時當七級暴風圈逐漸接觸台灣東部陸地時，環境駛流變弱，颱風移動速度降為 15 km/hr。颱風中心於 7 日 23 時 50 分在花蓮市附近登陸後速度更加緩慢（颱風近似滯留，移速小於每小時 10 公里）。8 日 11 時颱風受地形破壞減弱為輕度颱風，於 14 時左右在桃園附近出海，持續向北西移動，速度緩慢。台灣本島一直到 9 日 19 時才脫離暴風圈的影響，中央氣象局於 10 日 05 時解除海上陸上颱風警報。從暴風圈開始影響到脫離台灣本島陸地歷時 64 小時，陸上警報的發布至解除期間長達 93 小時。由於移速緩慢導致影響時間長，是造成長延時的持續降雨的主要原因之一。

建立由孟加拉灣至台灣鄰近地區的水氣傳送帶，對莫拉克颱風持續提供豐沛的水氣。南部陡峭地形對水氣豐沛的西南氣流的舉升作用，颱風渦旋附近的對流反而比南側弱，形成偏南的不對稱對流分佈，導致近颱風中心的台灣北部雨量不如預期的多，強對流與超大豪雨反而發生於台灣南部。

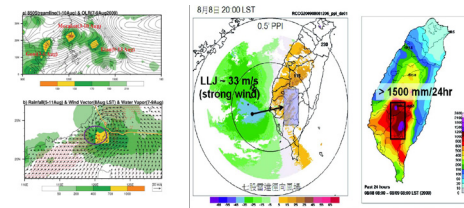


8 月 6 日莫拉克颱風受北方高壓東風駛流的導引穩定向西移動，柯尼颱風一度登陸中國大陸廣東地區在陸地破壞的影響下減弱為熱帶低壓。但與西行的莫拉克颱風產生藤原效應的影響，熱帶低壓未能直接登陸中國大陸，反而轉向南進入南海，二個熱帶氣旋系統同時加強了低壓帶南側的西南風與水氣的輸送。7 日莫拉克颱風西行接近台灣陸地的同時，在莫拉克颱風的東側發展出另一個熱帶擾動（後來的艾陶颱風），熱帶氣旋的發展使得太平洋高壓西伸速度減緩，莫拉克颱風受駛流場的導引作用減弱與台灣陸地阻擋影響颱風西行速度開始減慢。此時莫拉克颱風暴風圈正影響台灣陸地，就在高壓勢力減弱以及颱風的東風駛流減弱的情形下，延長了颱風影響台灣陸地的時間。8 日中國北方中緯度低壓槽線系統東移，使得颱風北方高壓強度逐漸減弱，颱風受槽前南風導引影響開始向北移動。莫拉克颱風順利於 9 日登陸中國東南沿海陸地，台灣地區才逐漸脫離颱風環流之影響。

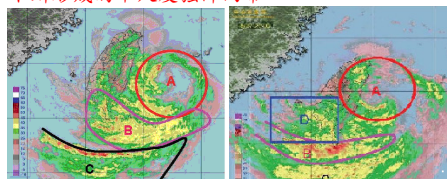
颱風中心此時位於宜蘭西方，最大雨區卻發生於台灣南部與鄰近海域。西南氣流旺盛區同時也是高水氣量的區域（斜方格與紅點區），顯示西南氣流傳送大量水氣至莫拉克颱風籠罩的地區。仔細觀察海面風場發現，莫拉克颱風侵襲台灣期間，在台灣西南部外海存在一個明顯的輻合帶，主要氣流的來源為屬於颱風渦旋的西北風與西南季風的西南氣流。

從七股雷達的徑向風場資料中發現，8 月 8 日 20 時當颱風受地形影響減弱為輕度颱風時（中心風速小於 33m/s），在台灣海峽的颱風外圍環流中出現 35m/s 以上的強西南風，在強西南風的迎風面山區（阿里山山區以南區域）出現超過 1500mm 的日雨量。針對阿里山以南山區平均時雨量時間序列分析，該區域 8 日 3 時開始至 9 日晚間 12 時為止長達 33 個小時平均時雨量超過 20mm 以上，當中有 10 個小時雨勢更大每小時平均雨量可達 40mm 左右。

分析七股附近垂直風場資料，發現 8 日凌晨開始從低層至高空風速明顯加強，時間亦長達 30 個小時以上，低層風速均可高達 50knots 以上，平均時雨量高達 40mm 的 10 個小時，風速更高達 60knots 左右。莫拉克颱風事件中，颱風外圍環流中強西南風是南部山區主要強降雨事件的主因。

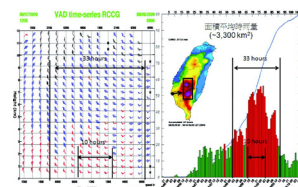


不斷形成的中尺度強降雨帶

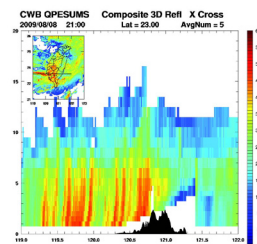


(8/6~8/10)期間，莫拉克颱風環流與西南氣流共伴，於台灣海峽南部產生額外輻合作用，激發強烈對流系統，以致於台灣中南部地區降下超大豪雨。此強輻合區內，二種強降雨回波不斷生成。一為東西走向的降雨回波，主要是因為颱風北風環流與西南氣流輻合作用所產生，對流系統不斷自海上移入台灣西南部陸地，當對流胞通過時即有較強的雨勢發生，造成台南以南地區從沿海至山區的強降雨事件的發生，也是南部沿海低窪地區淹水的原因之一。另一種是位於東西走向強降雨回波南側的南北走向且發生於地形斜坡上的強降雨回波。從北來的颱風環流與西南氣流勢力相當，輻合強烈，對流旺盛。

(A 區是眼牆區，B 區是次雨帶，C 區向東北延伸則為主要雨帶，D 區的多重雨帶走向多變，與各雨帶間的交互作用有關。)



颱風中心此時位於宜蘭西方，最大雨區卻發生於台灣南部與鄰近海域。西南氣流旺盛區同時也是高水氣量的區域（斜方格與紅點區），顯示西南氣流傳送大量水氣至莫拉克颱風籠罩的地區。仔細觀察海面風場發現，莫拉克颱風侵襲台灣期間，在台灣西南部外海存在一個明顯的輻合帶，主要氣流的來源為屬於颱風渦旋的西北風與西南季風的西南氣流。



台灣南部強降雨發生時，由雷達回波中發現東西走向的強降雨回波帶，由海面向陸地山區延伸，針對強對流系統發生的區域進行雷達回波垂直剖面分析，可以發現在強降雨的回波帶內一直有對流胞由海面向陸地移動，當對流胞通過時即有較強的雨勢發生。8 日凌晨起颱風外圍環流與台灣南部地區西南風產生輻合作用，在南部地區出現東西走向的強降雨回波訊號，此時颱風中心正通過台灣北部陸地，颱風北部雲系明顯減弱，造成當日主要降雨分布於台灣南部地區。8 日至 9 日的白天颱風緩慢的向西北移動，台灣南部出現了二種強降雨回波。一種為東西走向的降雨回波，主要是因為颱風環流與西南氣流輻合作用所產生，對流系統自海上不斷移入台灣西南部陸地，造成台灣以南地區從沿海至山區的強降雨事件的發生。另一種是在東西走向強降雨回波南側出現的南北走向的強降雨回波，自 8 日凌晨起持續存在南部高屏山區，此類回波直至 9 日颱風環流北移後才逐漸減弱。東西向的強降雨回波 8 日至 9 日在阿里山以南地區緩慢向北移動，造成該區豪雨成災。

地形

活躍的季風槽北抬，使得後續颱風外圍環流內的對流活動明顯；導引颱風的駛流不明確，使得颱風移速緩慢，增長降雨時間；中南部河谷型地形，適合暖濕水汽匯集並舉升，增強降雨強度。柯尼颱風所供應的水汽及中央山脈所造成的迎風面效應，都隨著西南氣流造成台灣中南部地區數日的超級豪雨。



