

難以捉摸的颱風行徑和強風豪雨

文／黃釗俊

摘要

颱風是發生於北太平洋西部及南中國海的熱帶氣旋專用名詞，多在熱帶海洋面上形成，臺灣所處的北太平洋西部地區颱風活動較活躍，全年皆可能有颱風發生。颱風形成後，行進方向一般受大範圍氣流所控制，在北太平洋西部生成的颱風，主要受太平洋副熱帶高氣壓環流所導引。颱風通常位於高氣壓南側的熱帶海域，因此在太平洋上的路徑移動多偏西，但到達臺灣或菲律賓附近時，因在太平洋副熱帶高氣壓邊緣，路徑就變化多端，有繼續向西進行者，有轉向東北方向進行者，更有在原地停留或打轉者。臺灣的地形複雜，平均每年受到 3 至 4 個颱風侵襲，颱風來襲期間之強風、豪雨等災害性天氣與颱風侵臺的行進路徑息息相關，根據統計，可以把颱風侵襲臺灣的路徑分為 10 大類。

關鍵詞：颱風(Typhoon)、熱帶氣旋(Tropic Cyclone)、太平洋副熱帶高氣壓、強風、豪雨

颱風的發現

濃密的滾滾煙塵籠罩著發射塔臺，尾端烈焰熊熊的火箭直衝天際，消失在眾目睽睽之中，負載的人造衛星按照科學家計算的飛行軌道，最後停留在離地面約 36,000 公里的赤道上空，隨著地球自轉，全年 365 天監看著地球的大氣層，按時提供地面上氣象單位所需要的氣象資料（大氣中水氣、陸地及海面溫度、推算風場和大氣垂直溫溼度剖面資料等），這種固定在地球赤道上空、隨著地球自轉、不移動視野的氣象衛星，稱為地球同步（氣象）衛星。

我們每天在電視上看到的氣象衛星雲圖，就是透過這種定位在太空中的衛星偵測地球大氣層所取得的資料產品，省略掉複雜的偵測原理，我們看到的是地球藍色的海洋、綠色的大地和白色的雲層。把逐時得到的氣象雲圖連結成動態畫面，可以看到地球上白色的雲層不斷地在變動，而牽動它們的則是地球大氣的運動。盯著雲圖看，近赤道的熱帶海洋上經常會有白色雲簇聚集，然後慢慢發展為旋轉的螺旋狀雲團，當螺旋狀雲團由模糊轉為清晰，有時在中心部分還會露出明顯的空洞。這種在熱帶溫暖海洋面上所形成、發展成結構紮實的螺旋狀雲團，稱為颱風、颶風或熱帶氣旋（圖 1）。

颱風的生成

颱風(Typhoon)是發生於北太平洋西部及南中國海的熱帶氣旋(Tropic Cyclone)專用名詞，其他地區的熱帶海洋上也同樣有颱風，只是稱呼上有所不同而已。在大西洋西部、加勒比海、墨西哥灣和北太平洋東部稱為颶風(Hurricane)，在印度洋上稱為氣旋(Cyclone)，菲律賓人則稱為碧瑤(Baguio)，澳大利亞原住民稱為威烈威烈(Willy-Willy)，而統一的名稱則為熱帶氣旋（圖 2、3）。

颱風多在熱帶海洋面上形成，有些地區颱風較活躍，例如臺灣所處之西北太平洋地區，全年皆可能有颱風發生（每年大約有 26.4 個）；有些海域如東南太平洋和南大西洋，則因海溫太低或水域太窄，鮮少有颱風發生。對流旺盛的熱帶積雲簇，可能發展成颱風，但必須在海水溫度高於 26℃、中低層大氣要夠潮濕、環境垂直風切不能太大、對流不穩定的大氣、所在緯度不能太低等有利的環境條件下。如果大氣底層旋轉度增大，將更有利於颱風形成。

颱風的移動

颱風形成後，它的進行方向一般都受大範圍氣流所控制。在北太平洋西部生成的颱風，主要受到廣達數千公里的太平洋副熱帶高氣壓環流（高氣壓周圍氣流順時針旋轉）所導引。颱風通常位於高氣壓南側的熱帶海域，因此在太平洋上的路徑移動多偏西，但到達臺灣或菲律賓附近時，常在太平洋副熱帶高氣壓邊緣，其路徑就變化多端，有繼續向西進行者，有轉向東北方向進行者，更有在原地停留或打轉者。當太平洋副熱帶高氣壓夠強時，高氣壓範圍向西伸展，臺灣附近盛行偏東風，颱風會直接西行通過臺灣附近；反之，當太平洋副熱帶高氣壓強度較弱時，臺灣附近將盛行偏南風，颱風路徑會轉向偏北，朝日本方向移動。一般而

言，當導引氣流明顯時，颱風的行徑較規則，預測準確率也愈高，否則颱風的行徑變化莫測（圖 4、5）。當然也有些颱風行進的路徑相當特殊，這和當時氣壓分布情形有關，高低氣壓變化急遽會影響颱風的行進。例如民國 75 年 8 月的韋恩颱風、民國 80 年 9 月的耐特颱風、民國 90 年 9 月的納莉颱風及民國 101 年 8 月的天秤颱風皆為最佳的實例（圖 6、7、8、9）。除了受太平洋副熱帶高氣壓環流導引之外，水平向的地球科氏力效應、垂直向的高層低壓槽、海陸分布的地形效應、雙颱風的藤原效應等等也都影響颱風的行進。

臺灣的地形高聳、陡峭，對一個侵襲臺灣的颱風而言，臺灣地形就像個大石頭擋在前面。就算垂直高度超過 12 公里的成熟颱風，臺灣地形的最高高度（接近 4 公里）仍約可達颱風高度的三分之一，因此對颱風的運動路徑與結構有很大影響。臺灣地形導致颱風路徑變化的過程極為複雜，影響的物理因素也很多。

考慮一個結構對稱的颱風，自東向西接近臺灣，位在颱風西側象限的外圍環流，將先遭遇臺灣地形的阻擋與摩擦作用，風速因而減弱，使得原本結構對稱的颱風風場變成不對稱。亦即，颱風東側象限之南風風速將強於颱風西側象限之北風風速。這樣的風場結構改變，會令颱風感受到一股向北的外力，造成原本向西行進的颱風路徑逐漸向北偏向；此現象不僅在觀測上很常見，在颱風路徑預報上（尤其是對颱風登陸位置的預測）也相當重要。針對颱風路徑偏向的問題，過去曾有多位國內、外大氣科學家進行統計分析及電腦模擬實驗；研究結果顯示，移速較快或強度較強的颱風，其路徑因臺灣地形效應所產生之偏向程度較小；反之，若颱風較弱或移速較慢，颱風的路徑偏向將較為顯著。

颱風登陸臺灣後，要如何通過臺灣的地形取決於颱風的大小、強度。就範圍大且強度強的成熟颱風而言，颱風將有能力順利翻越臺灣的中央山脈，繼續朝向臺灣海峽及大陸前進，此種路徑一般多出現在強烈颱風，稱之為「連續過山路徑」。假若颱風的強度不夠強時，原本像個圓柱狀的颱風旋轉體，在垂直結構上會被臺灣地形分為兩部分：一部分是受影響較小的颱風高層環流（圖 10），它將大致循著原來向西的路徑通過臺灣上空；另一部分是受影響較大的颱風低層環流（圖 11），它將被中央山脈阻擋在地形東側，逐漸減弱或消失。同時，在背風面的中央山脈西側，將產生另一個或數個新的低層環流中心，稱之為「颱風的副中心」。當颱風登陸臺灣地區後，原來的低層颱風中心，通常會和颱風的副中心同時存在一小段時間，等到原來的颱風中心減弱或消失在中央山脈東側後，中央山脈西側的副中心才正式取代成為新颱風中心。整個過程中，低層颱風中心就像跳躍般的越過臺灣地形，然後在臺灣海峽上與颱風高層環流重新偶合，繼續朝大陸移動。這種複雜的路徑一般多出現於中度及輕度颱風，大氣科學家稱此過程為「不連續過山路徑」。

颱風的路徑

臺灣的地形複雜，平均每年受到 3 至 4 個颱風侵襲，颱風來襲期間之強風、豪雨等災害性天氣與颱風侵臺的行進路徑息息相關。依侵襲臺灣的十大路徑，過

去百年來颱風（1911～2010）的歷史資料統計如下：（圖 12）

- 第 1 類：通過臺灣北部海面向西或西北進行的颱風，占 12.7%。
- 第 2 類：通過臺灣北部向西或西北進行的颱風，占 12.7%。
- 第 3 類：通過中部向西或西北進行的颱風，占 12.7%。
- 第 4 類：通過臺灣南部向西或西北進行的颱風，占 9.5%。
- 第 5 類：通過臺灣南部海面向西或西北進行的颱風，占 19%。
- 第 6 類：沿東岸或東部海面北上的颱風，占 13.3%。
- 第 7 類：沿西岸或臺灣海峽北上的颱風，占 6.6%。
- 第 8 類：通過臺灣南部海面向東或東北進行的颱風，占 3.7%。
- 第 9 類：通過臺灣南部向東或東北進行的颱風，占 6.9%。
- 其他類：無法歸於以上的特殊路徑颱風，占 2.9%。

當颱風中心從海上移動到陸地時稱為颱風登陸。颱風暴風範圍甚大，半徑雖可達數百公里，但風雨最強部分則在颱風中心四周，故當颱風中心移至陸地時，經常導致登陸地點附近發生嚴重的災害。根據颱風中心登陸點資料統計，1911—2010 百年期間共有 174 個颱風登陸臺灣地區；其中，以登陸宜蘭至花蓮之間為最多，計 37 次約占總數之 21.3%，其次是花蓮至成功之間 36 次、成功至臺東之間 28 次、臺東至恆春之間 27 次、彭佳嶼至宜蘭之間 22 次、恆春至高雄之間 15 次、高雄至東石之間 5 次。相對而言，颱風直撲臺灣西岸的個數較少，東石至臺中之間只有 3 次、臺灣西北沿岸則無颱風登陸記錄（圖 13）。

颱風的強風

颱風周圍氣流循著逆時針方向旋轉，越靠近颱風中心風力越強。颱風來襲時，臺灣各地出現的風力強弱，除了與颱風的強度、路徑有關外，與當地的局部地形、高度亦密切相關。就統計特徵而言，颱風侵臺時的強風分布可歸納如下：

1. 臺灣東半部地區為颱風的主要要衝，強風出現的頻率最高，尤其以第 2 類、第 3 類及第 6 類路徑颱風，所導致的強風最為猛烈；第 4 類及第 8 類颱風所引發的風力也很強烈。
2. 臺灣北部地區在颱風侵襲時，常出現強風，尤其以第 1 類、第 2 類、第 3 類及第 6 類颱風所導致的風力最為猛烈。
3. 臺灣中部地區由於中央山脈的屏障，較少出現颱風強風；因此，除了第 3 類及第 9 類路徑颱風外，其他路徑之颱風在中部地區所造成的風力都不太強。
4. 臺灣南部地區在第 4 類、第 7 類及第 9 類颱風侵襲時，常出現強風，其他路徑颱風由於受到中央山脈阻擋，在南部地區所引發的風力不強。

颱風的豪雨

颱風在臺灣地區所造成的豪雨類型與成因，大致可區分如下：

1. 環流雨：由颱風環流的主體雲系所帶來之降雨，尤其以颱風眼牆附近的降雨

2. 地形雨：由於臺灣多山且地形高聳，颱風環流所蘊含之豐沛水氣，受到地形抬升作用後，常常在地形迎風面造成劇烈且持續性豪雨。其中，有兩類颱風所引發的地形豪雨最為猛烈，分別是颱風與東北季風共伴型（豪雨多出現在東半部迎風面地區）、颱風引進強烈西南氣流型（豪雨多出現在中南部迎風面山區）。
3. 中、小尺度降雨：颱風結構中常有許多中、小尺度對流系統，其生命期短、範圍不大、劇烈降雨。由於此型僅發生於局部區域，因此，預報上相當困難。這類降雨易出現在強颱風的螺旋雨帶，及弱颱風的中尺度對流系統內。

2013 年的颱風

截至 10 月 10 日為止，2013 年西北太平洋已有 26 個颱風形成，預估應該會超過平均值（26.4 個）。已經發布警報的颱風有蘇力（第 2 類）、西馬隆（未歸類）、潭美（第 1 類）、康芮（第 6 類）、天兔（第 5 類）、菲特（第 1 類）等 6 個（圖 14、15、16、17、18、19、20），也已經超過平均值的 3 至 4 個。其中，西馬隆颱風路徑偏南並未傳出災情，蘇力颱風則造成各地淹水、積水、溪水暴漲、道路坍方、鐵路及航空交通中斷、電力及電信系統受損等災情，共計有 2 人死亡，1 人失蹤，123 人受傷，農業損失約 2.5 億元。潭美颱風造成西半部地區淹水，北部及中部山區多處道路坍方，山區鐵路及航空交通中斷；新竹縣及南投縣電力系統受損，大約 6 萬戶停電；新竹、苗栗及嘉義地區輸水管線遭土石流沖斷，造成約 2 萬戶停水等災情，共計有 10 人受傷，農業損失約 9 百萬元。康芮颱風造成西半部地區嚴重淹水，中南部地區電信電力系統受損，以及多處道路坍方、阿里山鐵路中斷，共計有 3 人死亡，農業損失約 1.1 億元。天兔颱風造成屏東及臺東地區低窪地區淹水、停水、電力及電信中斷，花蓮、桃園、新竹及高雄市亦有部分地區電信電力系統受損，以及多處道路坍方、鐵路中斷，共計有 12 人受傷，農損約 4 百萬元。菲特颱風造成臺灣北部及東北部地區有零星道路坍方、電信及電力受損。

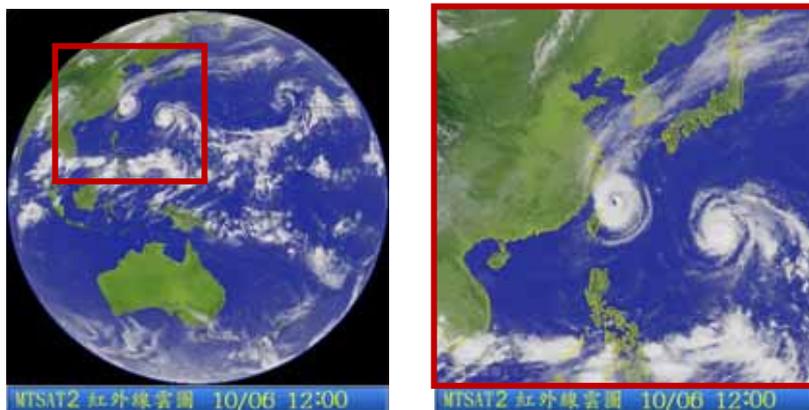


圖 1. 2013 年第 23 號颱風天兔（USAGI）及第 24 號颱風丹娜絲（DANAS）的氣象

衛星雲圖 (取材自中央氣象局)

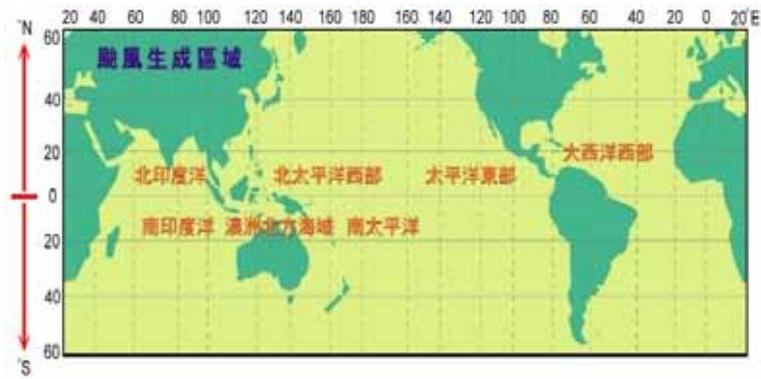


圖 2. 全球熱帶氣旋生成區域圖 (取材自中央氣象局)

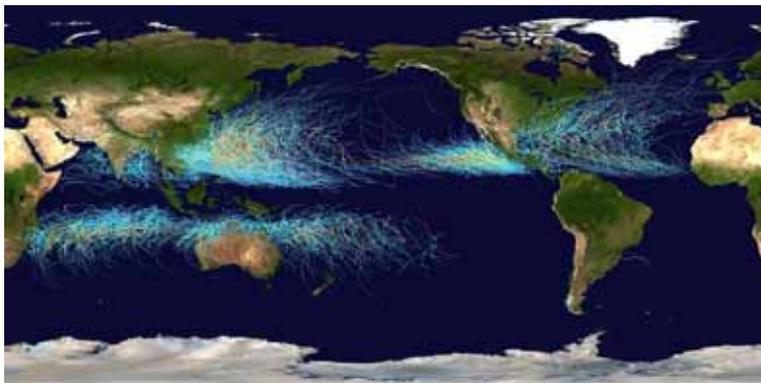


圖 3. 熱帶氣旋 1985~2005 年間移動路徑圖 (取材自 NASA)

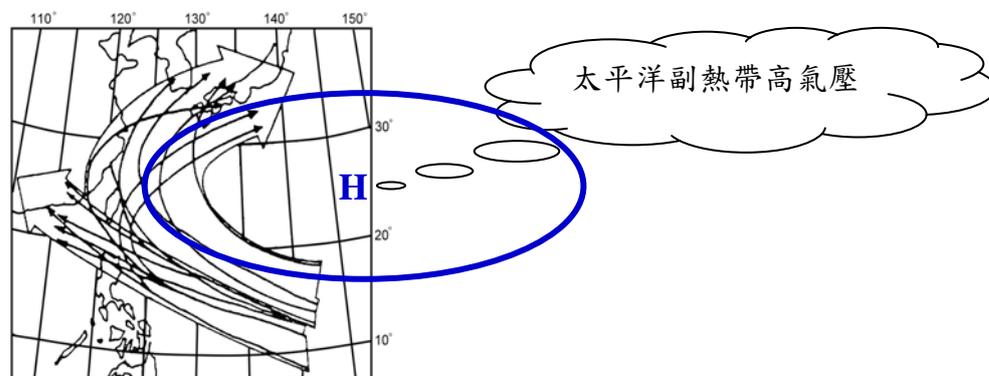


圖 4. 北太平洋西部颱風移動路徑圖 (取材自中央氣象局)



圖 5. 北太平洋西部 1985~2005 年間颱風移動路徑圖 (取材自 NASA)



圖 6. 民國 75 年 8 月韋恩颱風移動路徑圖 (取材自中央氣象局)



圖 7. 民國 80 年 9 月耐特颱風移動路徑圖 (取材自中央氣象局)



圖 8. 民國 90 年 9 月納莉颱風移動路徑圖 (取材自中央氣象局)



圖 9. 民國 101 年 8 月天秤颱風移動路徑圖 (取材自中央氣象局)

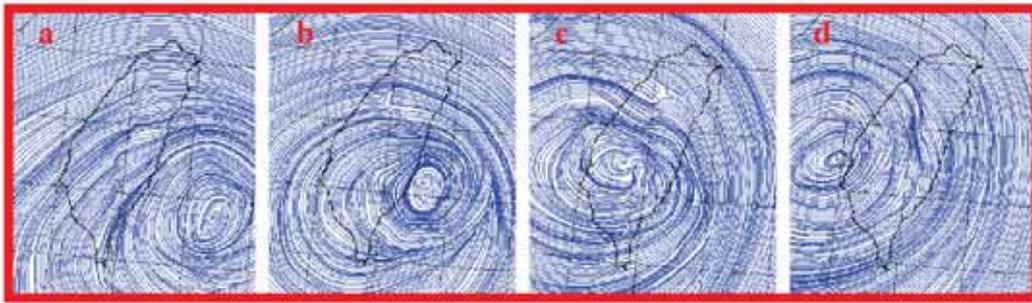


圖 10. 電腦所模擬之侵臺颱風實例，高層環流以連續過山路徑通過臺灣地形（取材自 Jian et al. 2006*）

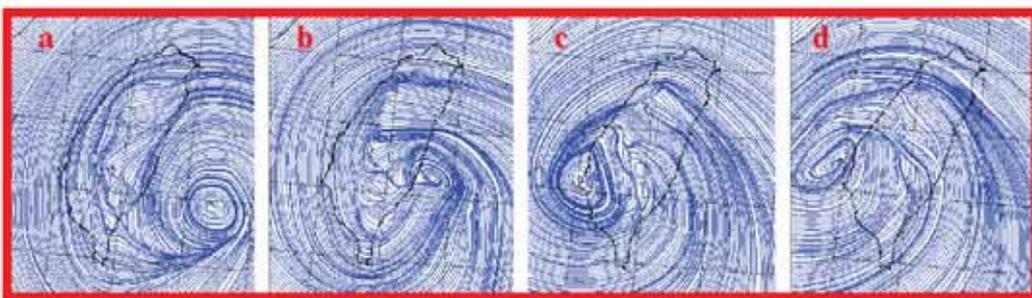


圖 11. 電腦所模擬之侵臺颱風實例，低層環流以不連續過山路徑通過臺灣地形（取材自 Jian et al. 2006*）

* Jian, G. -J., C. -S. Lee, and G. T. -J. Chen, 2006. Numerical simulation of Typhoon Dot (1990) during TCM-90: Typhoon Dot's discontinuous track across Taiwan. Terr. Atmos. Oceanic Sci., 17, 23-52.

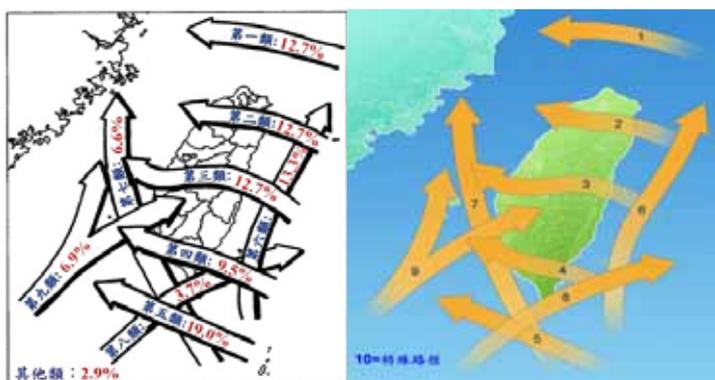


圖 12. 影響臺灣地區颱風路徑分類圖（1911-2010 年）（取材自中央氣象局）

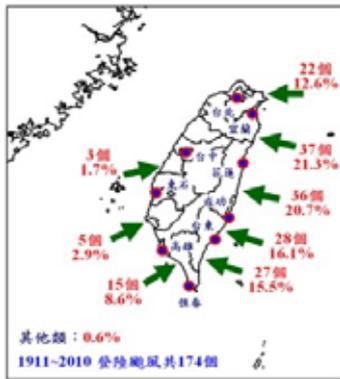


圖 13. 颱風登陸地點分段統計圖 (1911-2010 年) (取材自中央氣象局)

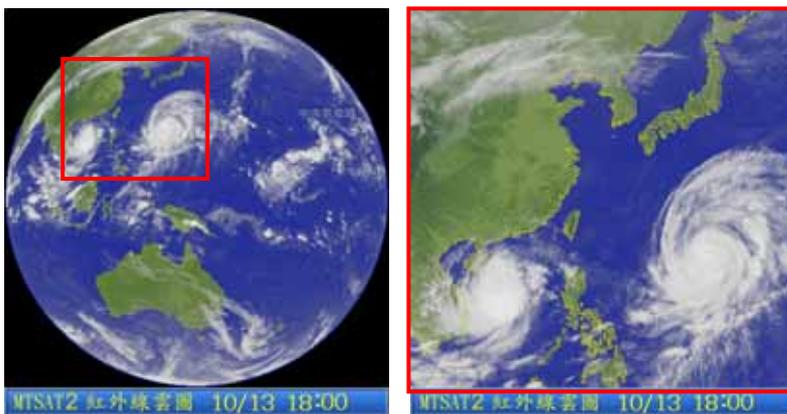


圖 14. 2013 年第 25 號颱風百合(NARI) 及第 26 號颱風丹薇帕(WIPHA) 的氣象衛星雲圖 (取材自中央氣象局)



圖 15. 第 7 號颱風蘇力(SOULIK) - 第 2 類 (取材自中央氣象局)



圖 16. 第 8 號颱風西馬隆(CIMARON) — 未歸類 (取材自中央氣象局)



圖 17. 第 12 號颱風潭美(TRAMI) — 第 1 類 (取材自中央氣象局)

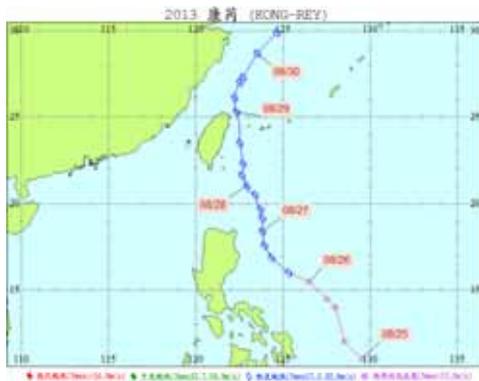


圖 18. 第 15 號颱風康芮(KONG-REY) — 第 6 類 (取材自中央氣象局)



圖 19. 第 19 號颱風天兔(USAGI) — 第 5 類 (取材自中央氣象局)

