

應用綠島氣象雷達對颱風侵台時東部機場風雨特徵分析

潘大綱¹ 鄭哲聖¹
空軍氣象聯隊¹

王信富² 張明仁²
空軍氣象中心²

摘 要

空軍綠島雷達位於台灣東南外海，對於掌握由東南面接近之熱帶氣旋各種特徵具有絕佳之戰略優勢，向東無論是掌握環流降雨特徵，強度、範圍、結構及變化有極佳之視野；向西則對守視上述特徵因中央山脈地形所造成之改變亦有良好的條件；本研究目的在於運用空軍綠島都卜勒雷達資料，分析比對莫拉克(2003)、米勒(2003)、敏督利(2004)與納坦(2004)等侵台颱風雨帶特徵及對東部機場風雨影響，期以逐步建立綠島測站對不同路徑颱風侵台時降雨強度、範圍、時間序列變化上的指紋，並針對台東、綠島、花蓮等地區颱風侵台時之降雨實測值與降水受地形影響下之關係進行雷達資料分析，充分發揮綠島雷達觀測資訊，作為東部地區機場於颱風臨台時之風雨預報參考依據。

關鍵詞：雨帶特徵、降雨強度、時間變化指紋。

一、前言

夏季對於位處西北太平洋西側的台灣，正是颱風活躍的季節，根據氣候資料統計盛夏時節，七、八月份平均每年皆有兩到三個颱風侵襲台灣，其中百分之八十都對東部地區大氣造成直接影響，而所伴隨強風豪雨均導致生命財產的嚴重損失。而近年來隨著台灣東部地區觀光事業的迅速發展，無論在交通、經濟，甚至文化休閒等活動，對於自然災害的容忍度均逐漸降低，未來在北宜高速公路即將開通之際，東部地區的都市化與各項投資勢必更加集中，固此位居夏季颱風移動要衝的花東地區，對於防避自然災害的需求必然更加迫切。

本研究目的是運用空軍綠島 C-band 都卜勒氣象雷達，藉其觀測颱風來襲優異的地理位置及制高點，守視由東南或南方行進的熱帶風暴系統，從 2003 年的莫拉克、米勒至去年(2004)敏都利與納坦颱風等，雖然每個颱風行進方向不盡相同，但都確實對台灣地區尤其是東部機場帶來嚴重的影響，因此期望運用雷達所觀測到上述颱風的風雨特徵，配合東部機場當時

的風雨強度變化，進一步瞭解颱風強度、環流範圍、移動路徑及中心位置對東部機場風雨的影響程度，以逐步建立綠島雷達測站對不同路徑颱風侵台時的時間變化指紋，提供東部機場即時預報的參考依據。

二、資料來源與分析方法

由於地球曲率為影響雷達電磁波可否觀測遠距離較低高度目標的主要因子之一，因此依據觀測目標的遠近，來設定適當的雷達掃描仰角策略，是為完整捕捉颱風回波結構的關鍵條件之一；因此研究小組預先規劃，當颱風中心距離雷達站 250 公里以上時設定遠距離掃描仰角組(如圖 1)，並以低仰角為主，集中掃描波束於遠距的颱風環流空域之內；當颱風中心移至距離雷達站 150~250 公里時則調整設定成中距離掃描仰角組(如圖 2)，並抬高起始仰角度數以得到較佳的掃描空域，此類中遠距離掃描模式，雷達皆以傳統模式長脈波(2.0 μ s)執行掃描策略，以增加脈波能量並減少電磁波往返遠距大氣而衰減，若當颱風中心移動

到距離雷達站 150 公里以內時則再調整為都卜勒短脈波($0.8 \mu s$)近距離掃描策略(如圖 3)，以獲得較高時空解析度的風場及回波場資料，由於組員於 2004 年六月赴雷達站設定颱風掃描策略，因此於 2004 年六月以後的颱風個案在兼顧本軍作業與研究及雷達性能得以承受之下，皆執行颱風掃描策略測試，以獲致較佳的雷達體積掃描原始資料。

根據 2003 年起綠島測站所蒐集到較完整的颱風資料，計有莫拉克(2003,8)、米勒(2003,11)、敏督利(2004,7)、納坦(2004,10)等颱風其中米勒及敏都利皆屬於第六類及第八類 謝、王等(1998)由南向北移行的颱風，而莫拉克、納坦則屬第四類及第三類 謝、王等(1998)由東南向西北移行的颱風(如圖 4)，當此四類移行的颱風接近台灣東南海域時(如圖 5)，均通過 $21\sim 24^\circ N$ 、 $121\sim 123^\circ E$ 臺灣東南部外海區域(如圖 6)，同時也位於綠島雷達 240KM 觀測範圍之內，由於行經此區域颱風的環流結構與風場強度均受台灣中央山脈及海岸山脈地形的影響而有所變化，可由 Hor.(2005)、楊(2003)、曾(2002)、周(2001)、鄭(1999)研究奧托、啓德、畢里斯等侵台颱風研究報告得到許多結果。此次續由綠島雷達回波分析出不同季節與不同路徑颱風前期皆有外圍雨帶影響東部地區天氣，而觀測資料顯示外圍雨帶呈現對流胞線狀排列回波，大致皆為東北-西南向排列，在接觸東岸山脈地形之前，均能維持其強度及移動方向；相對於颱風內核主環流中的主要、次要雨帶及眼牆等 Willoughby(1984)，則會受到山脈地形影響，在颱風行進方向為準的各象限產生不同的特徵；由南向北移動的敏督利颱風，當中心通過 $21.5^\circ N$ 後主環流開始影響東部天氣，此時雨帶集中在一、四象限，隨著中心接近 $22^\circ N$ 蘭嶼附近，主環流受恆春半島地形繞流結果及旺盛西南來氣流影響使得第二、三象限雨帶因輻合而增強(如圖 7)。米勒颱風由於為秋颱，自巴士海峽 $121^\circ E$ 沿副熱帶高壓邊緣北上接近恆春半島(如圖 8)，環流較完整，再受高層槽線導引，快速朝東北移出，因綜觀環境條件無南方暖溼氣流而迅速減弱；至於東西走向的颱風前緣仍有外圍雨帶先行影響東部迎風面的天氣，呈現南北向，較明顯風雨仍為眼牆及內部主要雨帶接觸區域，如莫拉克在台東大武登陸，因此台東、綠島地區風雨自然較花蓮明顯(如圖 9)，以台東機場為例，登陸之

後風速較大；納坦颱風為秋颱，並無旺盛南來氣流配合，因此雨帶集中在一、二象限，接近東部海岸時，因峽管效應(Channel effect)雨帶亦朝第三象限集中(如圖 10)，而後在宜蘭登陸，因此花蓮以北風雨較台東明顯。

三、 結果與討論

根據綠島、台東、花蓮等測站對上述颱風侵襲東部地區過程的風雨觀測所得(如圖 11~22)，夏季颱風如敏督利、莫拉克由於南來氣流旺盛，雨勢較大持續時間長，秋颱納坦及米勒綜觀環境無西南氣流伴隨，雨勢持續時間較短；另以移動路徑分類夏季颱風敏督利由南向北移行，又較由東向西移動的莫拉克引進旺盛西南氣流，因此所累積雨量更加可觀，受災區域及程度必然增大。敏督利由南向北接近綠島及台東測站前後所測風速得知，颱風中心通過綠島所在緯度之前有 6 小時，之後 8 小時陣風皆超過 45 哩/時以上，台東為之前有 4 小時，之後有 2 小時；花蓮則在颱風登陸前後 2 小時風速達 35 哩/時；米勒則在眼牆通過綠島附近前後 2 小時出現 30 哩/時以上陣風(台東為 25 哩/時)，莫拉克為登陸台東大武前後 4~5 小時出現 30~35 哩以上陣風；其中納坦與敏都督利為中度颱風，環流結構均較米勒及莫拉克完整，平均風速亦較強，由於納坦為東西走向，約在 10 月 25 日 8 時在宜蘭附近登陸，因此綠島測站在登陸前 12 小時有 8 小時風速達 35 哩/時以上，台東則有 4 小時風速達 30 哩/時，花蓮則有 4 小時風速達 40 哩/時。上述四個颱風由於行進方向、綜觀環境(季節)、環流結構及台灣東部特有地形與機場相關位置均影響東部機場風雨特徵。

四、 結論

花蓮及台東機場位居中央山脈東側位置，每年勢將承受 8 成以上侵台颱風影響，但機場降雨多寡主要取決於季節與綜觀環境條件，由上述討論颱風以敏督利路徑配合夏季旺盛西南氣流所累積雨量及雨勢最大；超過 35 哩/時陣風時間，則與颱風強度、環流大小及測站位置有關，其中以中度颱風敏督利及納坦陣風持續時間較長，風速較強；離島因地勢開闊風雨又較台東及花蓮受山脈屏障為大，颱風眼牆及核心主要

螺旋雨帶是為風雨最強區域，如今年七月強烈颱風海棠眼牆於花蓮登陸所造成災害，仍歷歷在目，期待此次颱風實驗計畫能為氣象界獲得更多寶貴資料與經驗，作為未來提昇颱風預報準確率的基礎依據。

五、參考文獻

- 王時鼎、謝信良、鄭明典、葉天降，1998：“百年侵台颱風路徑圖集及其應用”，天氣分析與預報研討會論文彙編(88)，157-164。論文彙編(88)，157-164。
- Hor, T.-H., Wei, C.-H., and Chang, M.-H., 2005: “Doppler Radar Analysis of Typhoon Otto(1998) Characteristics of Eyewall and Rainbands with and without the influence of Taiwan Orography”, J. Japan Meteor. Soc.
- 周晉民，2001：“登陸颱風之中尺度特徵分析”，國

立台灣大學大氣科學研究所碩士論文。

楊三吉，2003：“登陸颱風之中心定位與中尺度結構—啓德颱風個案研究”，國立台灣大學大氣科學研究所碩士論文。

曾俊傑，2002：“啓德(KAITAK, 2000)颱風侵台前都卜勒氣象雷達資料分析”中正理工學院應物所碩士論文。

鄭哲聖，1999：“奧托(OTTO, 1998)颱風侵台前都卜勒氣象雷達資料分析”中正理工學院應物所碩士論文。

顏健文，2003：“侵台颱風降雨結構之時空變化特徵”，國立台灣大學大氣科學研究所碩士論文。

Willoughby, H.E., Marks, F.D., and Feinberg, R. J., 1984: “Stationary and Moving Convective Bands in Hurricanes”, J. Atmos. Sci, Vol. 41, pp.3189-3211.

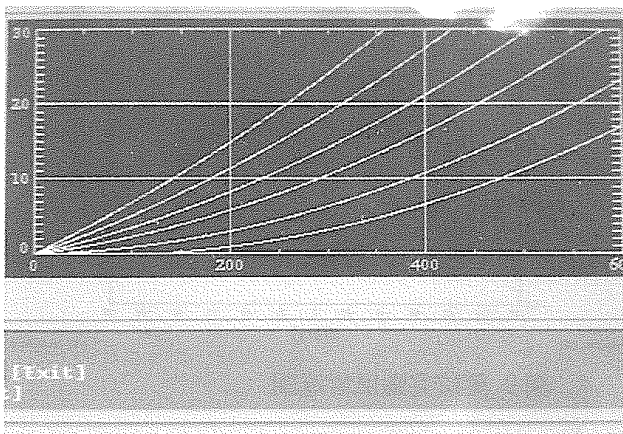


圖 1 480 公里遠距離掃描仰角(-0.4° ~3.6° 六層)

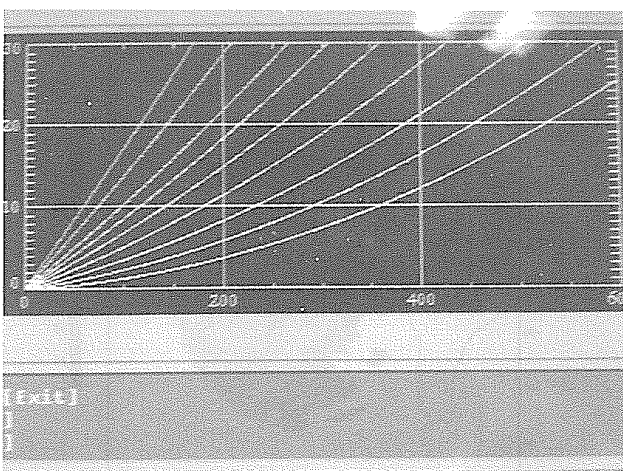


圖 2 240 公里中距離掃描仰角(0.4° ~9.6° 九層)

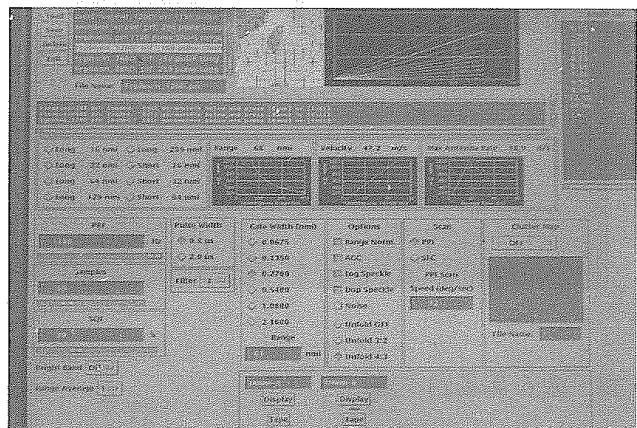


圖 3 120 公里近距離掃描仰角(0.6° ~12.5° 十層)

年	月	颱風	日期	強度	近中心最大風速
2003	8	莫拉克(MORAKOT)	2-4	輕度	23 m/s
2003	11	米勒(MELOR)	2-3	輕度	25 m/s
2004	6-7	敏督利(MINDULLE)	28-3	中度	45 m/s
2004	10	納坦(NOCK-TEN)	23-26	中度	43 m/s

※日期以中央氣象局發布陸上颱風警報開始及結束為準

表一 颱風個案資料

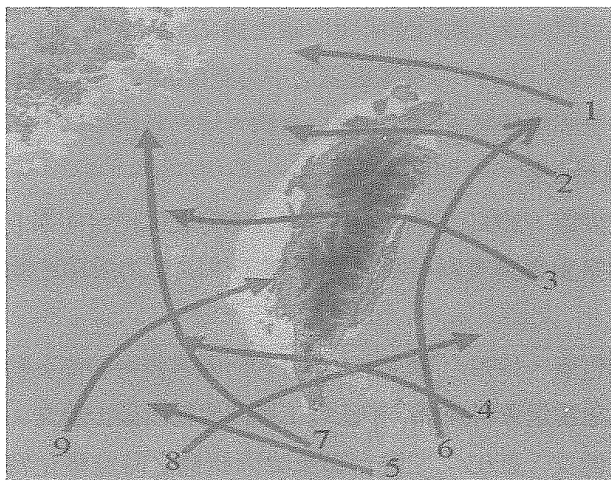


圖 4 颱風路徑分類(摘錄自：王等 1998)

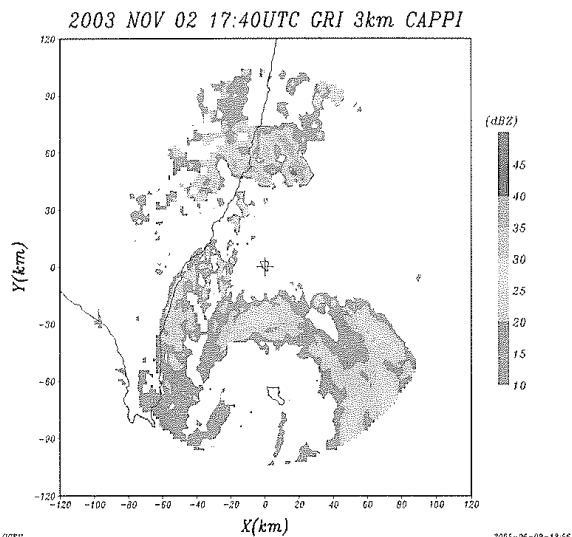


圖 8 米勒颱風雷達圖

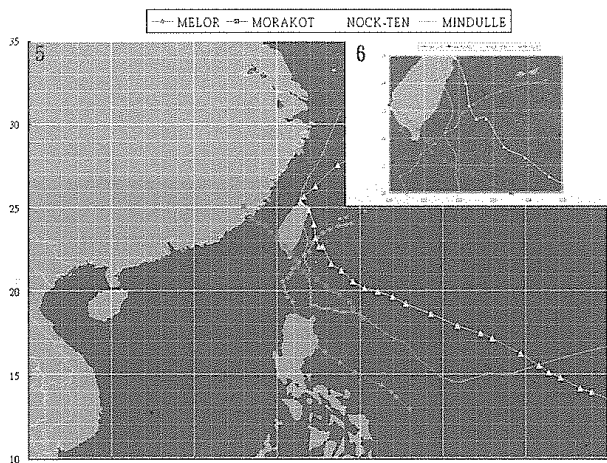


圖 5 圖 6 颱風路徑圖

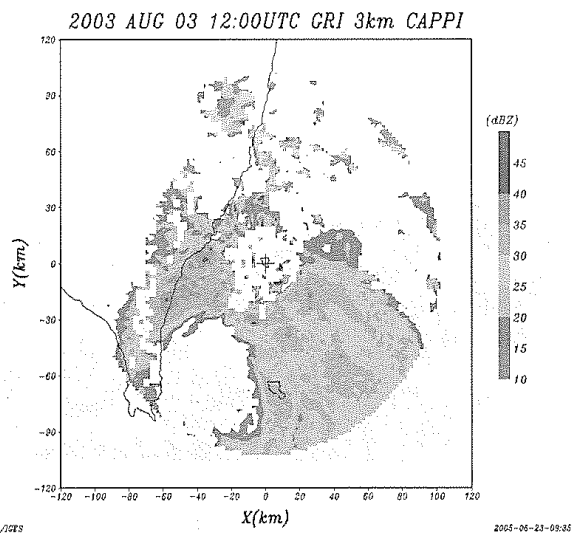


圖 9 莫拉克颱風雷達圖

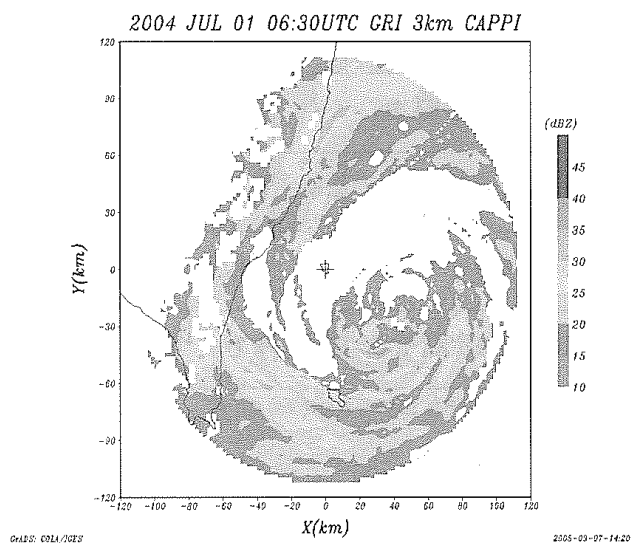


圖 7 敏督利颱風雷達圖

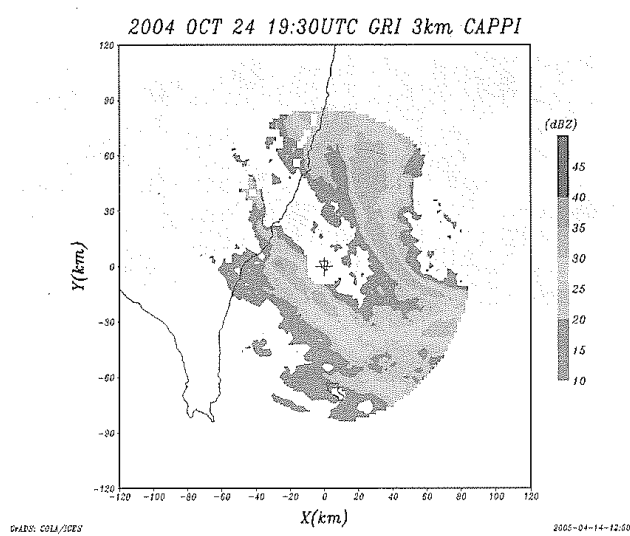


圖 10 納坦颱風雷達圖

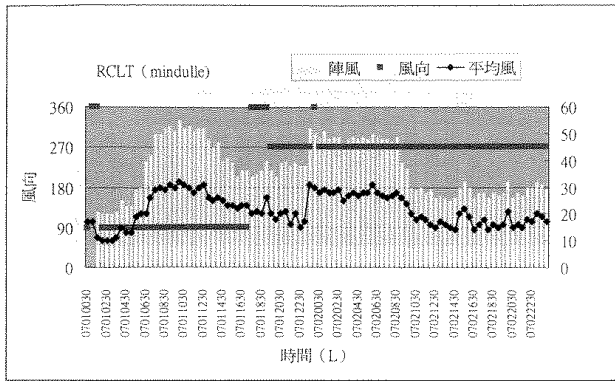


圖 11 綠島測站，敏督利颱風風向、平均風、陣風統計圖。

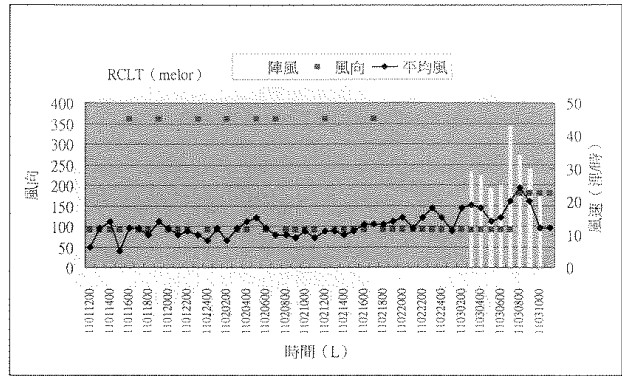


圖 14 綠島測站，米勒颱風風向、平均風、陣風統計圖。

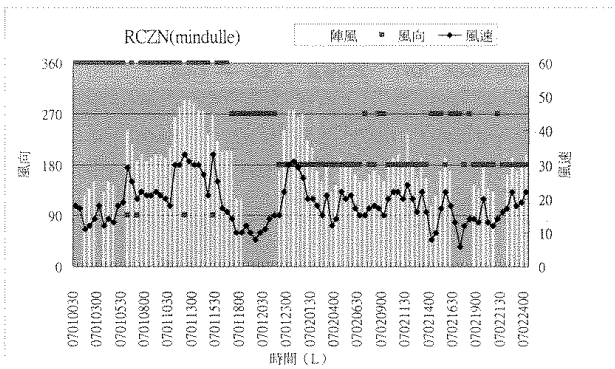


圖 12 台東測站，敏督利颱風風向、平均風、陣風統計圖。

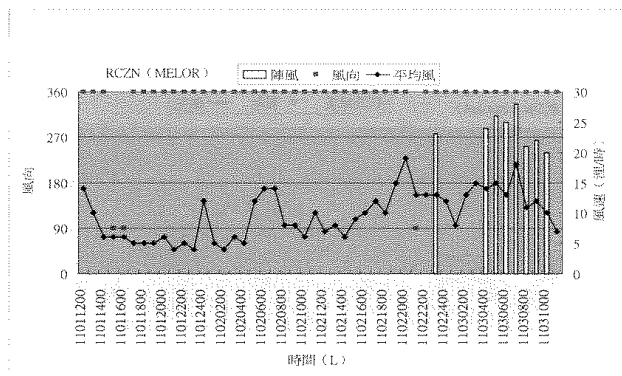


圖 15 台東測站，米勒颱風風向、平均風、陣風統計圖。

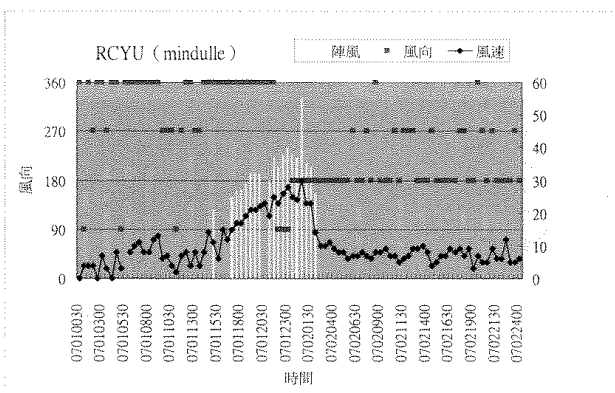


圖 13 花蓮測站，敏督利颱風風向、平均風、陣風統計圖。

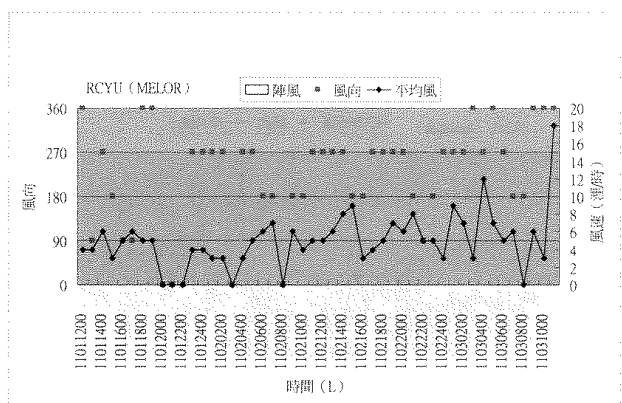


圖 16 花蓮測站，米勒颱風風向、平均風、陣風統計圖。

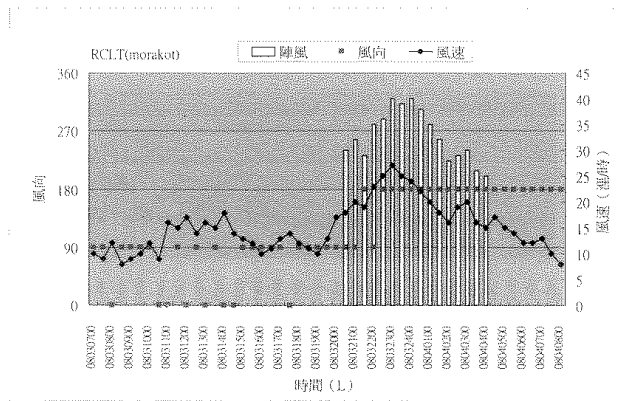


圖 17 綠島測站，莫拉克颱風風向、平均風、陣風統計圖。

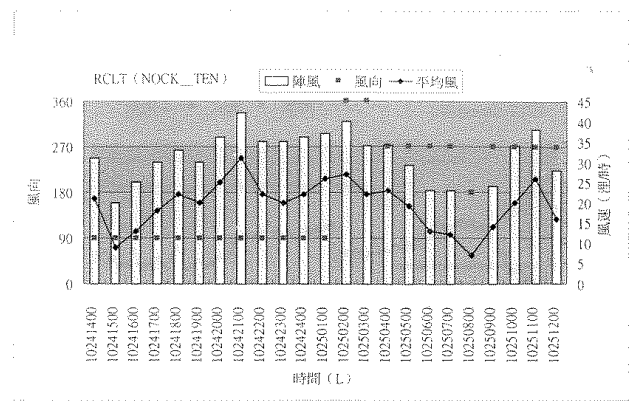


圖 20 綠島測站，納坦颱風風向、平均風、陣風統計圖。

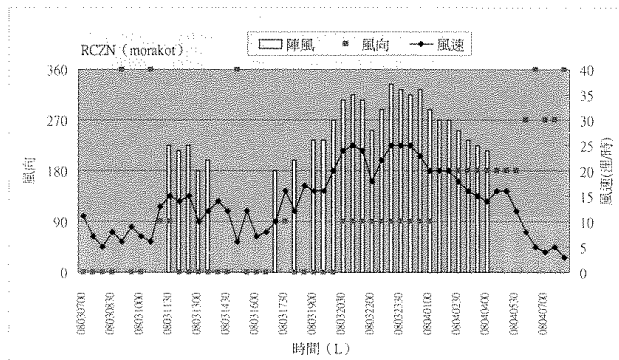


圖 18 台東測站，莫拉克颱風風向、平均風、陣風統計圖。

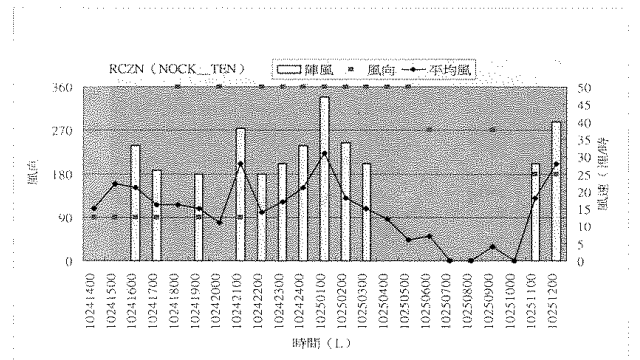


圖 21 台東測站，納坦颱風風向、平均風、陣風統計圖。

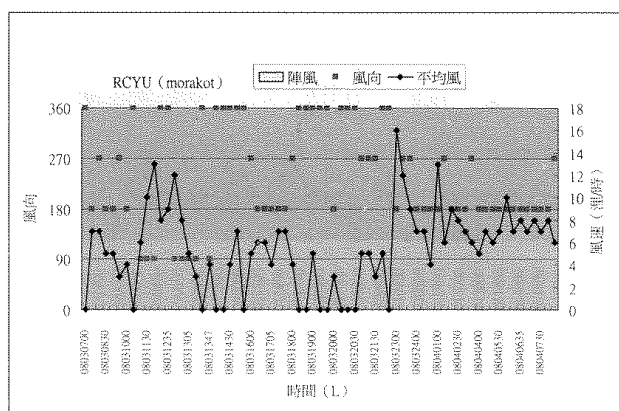


圖 19 花蓮測站，莫拉克颱風風向、平均風、陣風統計圖。

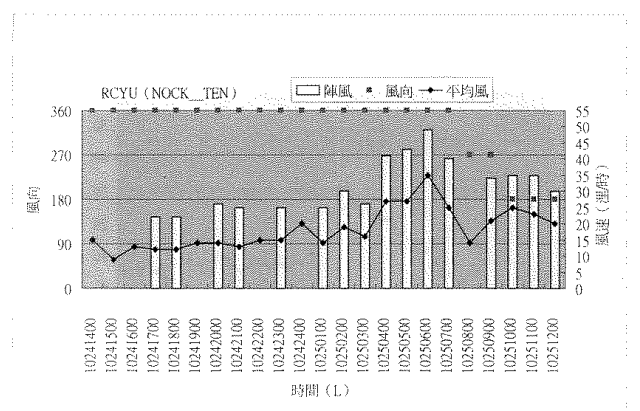


圖 22 花蓮測站，納坦颱風風向、平均風、陣風統計圖。