

105年尼伯特颱風風災探討

曾俊傑¹ 王文清¹ 劉清煌²

臺東大學防災科技資訊中心¹ 文化大學大氣科學系²

摘要

2016年西北太平洋第一個生成的尼伯特颱風(編號201601)，形成時間雖晚，但一路發展，於接近台灣過程中迅速發展成強颱，由於環流結構紮實，侵襲期間部份地區的風力達17級甚至以上，因此造成台東地區近四十億元的嚴重災損，未來重建時間預估將達2至3年之久。此次災害只要來自強風的破壞力，在11級強陣風所涵蓋的範圍內，若無良好遮蔽與屏障，大抵上或多或少都有些受損情形，房屋受損達一萬戶以上、人員1死303傷、財物損失近40億元。本文依據此次尼伯特強颱來襲的預警、整備、應變及復原等過程之完善紀錄，配合現地勘查，就颱風特徵和各階段的因應及處置作為進行相關的分析與探討，並提出建議，以便作為爾後面對颱風災害相關因應之參考。

關鍵字：17級陣風、災害應變、GIS

一、前言

依據1911年至2013年侵襲台灣地區的颱風統計，每年4月至12月間臺灣地區易有颱風登陸，或從近海經過，而造成災情，其中以7月至9月的次數最多。今年(2016)第一個颱風生成的時間甚晚，雖未打破1998年(7/8日)最晚的紀錄，卻打破間隔最久才有颱風生成的紀錄。就在大家關心今年會不會出現歷年最晚形成颱風之際，尼伯特颱風7月2日形成於關島南方海面上，在短暫往北移動後，轉以西北西方向移動，勢力並不斷增強著。8日05時50分左右尼伯特颱風的中心於臺東太麻里登陸，由於強力強勁，為台東地區帶來1死303傷、超過一萬戶房屋受損，近40億元損失的重大災情。

台東位處台灣東南一隅，南北狹長達173公里，使得超過60%的颱風會登陸或行經台東鄰近海域，由此可知台東地區著實是個易受颱風影響的地方。回顧過去，1965年黛納、1973年娜拉、1982年安迪、2000碧利斯、2005年海棠、2009年莫拉克、及2012年天秤等颱風皆曾帶給台東不小的災害，因此台東地區對颱風防災的需求實不能忽視。

莫拉克災後，有關單位紛紛針對防災應變作業，及致災原因進行研究與建議(吳俊傑等，2009、葉天降等，2010、許晃雄等2010、陳亮全，2011)。尤其莫拉克颱風科學報告(2010)對於颱風前瞻研究與基礎建設更是多所建議；陳亮全(2011)針對颱風洪災害的災前整備及應變亦有詳盡地探討及建議。但在實務上應用，各縣市政府防災單位，受限於經費、專業人力、與颱風路徑及定量降雨預報掌握的困難之下，以現有的資訊進行防災應變決策確實存著相當的風險。曾俊傑等(2014、2015)便針對台東地區颱風的劇烈降雨及所引發的淹水事件進行分析及探討，嘗試提出建議，以便降低颱風預測不確定性所帶來的風險。

此次面對尼伯特颱風的來襲，在颱風動態、可能致災因素(風災)、人員疏散避難雖能有所掌握。但在對尼伯特颱風的風場特徵了解有限的情況下，面臨風災造成大範圍災害時，於搶險與緊急救護，及之後的復原作業，實無法進行災損評估及適時提供合宜的建議。基此，本文將就尼伯特的風場資料進行分析，以便了解尼伯特颱風環流風場的特徵，希於未來能應用在颱風災害減災、災損評估與緊急應變作業上，以降低颱風所可能帶來的風險和災損，及爭取緊急應變決策的時效。

二、資料來源及處理

本研究以中央氣象局台東地區局屬測站和自動雨量站資料、颱風資料庫資料、以及台東縣災害應變中心的工作日誌和災損資料為分析對象。

在資料處理上，係依據中央氣象局(以下簡稱氣象局)所發布之颱風中心移動時序，利用GIS(地理資訊系統)的套疊功能就颱風中心、7級風半徑、10級風半徑的影響範圍，配合測站風場資料以了解風場時空特徵，再輔以縣府災損和現勘資料以探討風場與災損間之關聯性。

透過尼伯特颱風風場時空特徵及災害區位掌握，最後探討在現行作業上如何應用此分析結果，以建立颱風風災的緊急應變決策準據。

三、分析結果

(一)颱風動態

尼伯特颱風發展自一個位於關島南方海域的熱帶低壓，在導引氣流影響下持續朝西北方前進，且在一路行進當中，移速及強度同時不斷地加速與增強，於5日早上08時轉為中度颱風，此時颱風的7級風半徑為150公里，以每小時28轉33公里速度向西北西轉西北

移動。再於6日凌晨02時增強為強烈颱風，但移速卻變慢，由每小時33公里轉為29公里，移向已有朝台灣本島的趨勢，從宜花地區登陸的機會大增。因此氣象局於6日下午14時30分發布海上颱風警報，此時移動速度再降為每小時32轉為22公里，但登陸地點已下修朝花東地區而來。20時30分發布海上陸上警報，此時颱風中心氣壓905百帕、七級暴風半徑200公里、十級暴風半徑80公里，此時移速再降為每小時28轉20公里。尼伯特颱風在增強為強烈颱風後，移速明顯減慢，這對登陸時間與地點的判斷著實造成相當的困擾。

尼伯特颱風的暴風圈終在6日18時15分觸及陸地，並逐漸籠罩全台，此時之前，颱風環流所帶來的降雨主要集中在台灣北部地區，台東地區僅有零星降雨，真正為台東地區帶來較大雨勢是在23時之後，且降雨情況持續到10日。

尼伯特的暴風圈在觸及陸地前，速度趨緩，移向自7日早上09時後有轉朝台灣本島南端的趨勢(移向更往南偏)，在23時後，才又略為北偏，轉朝台東市接近。而氣象局(及各國)的預測路徑也從早先的台東長濱、成功、東河一路逐步南移轉朝台東市而來。尼伯特颱風的中心於05時後突轉往西南移動，於05時50分登陸太麻里鄉(氣象局官方路徑)，台東地區也就在這段時間遭受強風襲擊，7時之後尼伯特颱風逐漸越過中央山脈進入屏東縣境。

但由雷達迴波圖分析颱風中心的轉向，可發現，颱風中心是在7日清晨04時後，移向由西北轉西南朝太麻里地區行進，此階段的台東測站氣壓變化(略)，在05時前達最低。利用GIS套疊雷達回波圖，再配合現勘，可發現尼伯特颱風應沿著太麻里溪河谷西行過山進入屏東地區(圖一)。此路徑與氣象局所定位之金崙溪路徑有所差異，應與所使用之定位工具不同所致。尼伯特颱風的中心進入陸地後，勢力受地形影響開始減弱，在8日的8時30分轉為中度颱風，14時30分由臺南市將軍區進入臺灣海峽，9日清晨05時再減弱為輕度颱風，氣象局分別於8時30分、14時30分解除台灣本島陸上警報及海上警報，尼伯特颱風路徑如圖二所示。

(二)風場

由於部分測站於8日清晨期間無資料，應是受強風吹襲的影響，因此探討雨量有相當限制。基本上，降雨所造成之積淹水情形並不嚴重，造成台東地區重大災損的主因來自強風侵襲，因此以下將著重在風場的分析。此處，以氣象局雷達整合回波圖資料，搭配其他氣象資料以了解整個風場演變過程。

依據氣象局的颱風定位及研判資料，尼伯特颱風的7級暴風半徑約於7日13時到達蘭嶼，15時到達綠島，18時接近台東市。而10級暴風半徑約在7日21時接近蘭嶼，23時接近綠島，8日凌晨02時觸及台東市陸地。從風場資料分析發現，在海上警報發布前，離島蘭嶼自7月6日晚間11時起的平均風便有7級風出現，且

持續到颱風警報解除仍有7級風，綠島測站的7級風是發生在7月7日早上05時，離島地區似乎有提早的情形。至於本島的測站，成功測站7月8日凌晨01時的平均風才達7級風，台東測站到04時才出現7級風，大武則要到06時才出現，其他自動觀測站的風速資料顯示，除綠島外，7級風也要到7月8日02時後才出現。在出現7級風的時序上，本島測站有落後的情形，蘭嶼及綠島均在7級暴風圈未到達前即出現7級風，綠島提早近10小時，而蘭嶼則有14小時，離島風場為何會提早，目前實不易解釋。而成功、台東市及大武地區的風速均落後7級風暴風半徑涵蓋的時間，成功是落後7小時，台東市10小時，大武12小時，這樣的現象除了颱風風場推估的問題外，若要說地形效應，一時間亦不易找到解釋的原因(圖三)。

蘭嶼受10級暴風半徑影響的時間約是7月7日21時後，但實際出現時間在8日01時以後，綠島在03時點達到10級風(預估是8日的零時)，而本島的台東測站則是早上05時(預估為8日02時)。10級風出現的時間，在離島及本島皆有3至4小時的落後現象，但落後時間不多。

在陣風方面，蘭嶼在7月6日晚上09時即出現7級陣風，綠島則要到7日凌晨02時，跟平均風一樣，也都較預估的時間提早。而本島測站，成功測站於7日早上08時有7級陣風，台東是7日晚上08時，至於大武則是8日早上05時才有7級以上陣風，且即刻出現32.7m/s達12級的陣風。**成功7級陣風的出現較預估的提早近10小時，但台東及大武測站還是有落後情形。**10級陣風方面，蘭嶼是7日凌晨01時，綠島是7日晚上08時，成功在7日晚上11點，台東是8日凌晨03時，大武則在05時。**10級陣風除蘭嶼提早甚多外，其餘各站出現時間或前或後於預估時間。**從平均風及陣風的分析來看，實際10級陣風的出現除蘭嶼外，**各測站大抵與10級平均風預估出現時間一致。另外，除蘭嶼外，各測站平均風10級以上的出現時間並不久，綠島約3小時，台東僅1小時，成功及大武並無10級平均風出現。**

配合風向的分析發現，蘭嶼早先平均風出現7級風的風向以北北東及東北風為主，隨著颱風中心逐漸接近，平均風在7月8日02時增強且出現10級風時，風向轉為北北西，與10級暴風半徑接近相符。但2小時後，風向隨即逆時針變化，轉為西南西風、南南西風，甚至為南南東風、東南風，這應與颱風中心逐漸經過蘭嶼有關。蘭嶼最大陣風出現在8日凌晨02時，陣風高達71.3m/s，大於預估的68m/s，此時風向為西風。綠島的風向以北北東風及北風居多，在到達10級風時略為北北西風，再轉為西南風，最大陣風是8日04時的60.7m/s為北風。而台東及大武的風向變化較一致，在颱風中心轉向太麻里之前，也以北北東風及北風為主，之後為東風、東南風。台東於8日05時出現57.2m/s的北風強陣風，成功最大的陣風出現在8日04時為36.4m/s。大武測站因位於颱風行進方向的左象限，似

乎受地形遮蔽影響，風速偏弱，較強的風速出現在8日05時之後，與颱風中心南移後一致，應是颱風環流明顯影響所致，此時的風向轉西南風。

從各測站的平均風、陣風的分析發現，位於海上的蘭嶼及綠島兩離島，7級風及10級風出現時間甚早，且有較長延續時間，某種程度上可推估受暴風圈接近、籠罩及遠離的影響情況。但本島的測站卻有不同情況的呈現，如台東測站在10級以上的風速出現時間偏晚、維持時間不久。從預估的10級風半徑來看，影響時間可自8日02時到11時，但10級平均風僅於8日05時出現一小時，而陣風實際出現僅自8日03時至08時，從雷達回波的中心定位來看，似乎在中心未過山之前，10級風的風場還維持著，過山後可能受地形遮蔽而有所減弱。至於7級風，預估自7日18時到9日04時，實際僅為7日的20時至8日的11時。成功測站的7級平均風比預估落後近7小時，但已比台東測站早出現，但結束時間卻也甚早，8日早上06時後就未再出現7級風。7級陣風開始出現在7日早上08時，但也同台東測站一樣僅持續到8日11時。成功測站並無10級平均風，10級陣風卻比預估提早，但在8日早上06時風速就減弱。大武測站並無10級平均風，僅在8日06時吹南風時才出現7級平均風。大武並無7級陣風，卻有10級陣風，但出現時間是在8日05時，顯見在受颱風南移後，才有較強風速出現。

另從各測站出現最強陣風的時間點來分析颱風環流的狀況，蘭嶼最強陣風是在8日02時，這時間點往前至7日晚上08時，及往後至8日早上06時，有12級的強陣風出現，這時預估的10級風環流，從7日晚上08時在蘭嶼東南側附近，逐漸從蘭嶼與綠島間通過，在影響蘭嶼的風場。綠島的情形有點類似蘭嶼，只是風速沒有那麼強，這樣的風速差異除測站高度外，另一原因可能與眼牆的強回波區經過蘭嶼有關。成功的強陣風出現在8日04時前後，此間段所預估的10級風環流已籠罩成功地區。台東的強陣風出現在8日04時至06時，其中04時37分出現最強陣風57.2m/s，次強風速是04時25分的54.9m/s。此時預估的10級風已籠罩，且眼牆就在台東市上空。此階段尼伯特颱風的近中心風速推估為55~53 m/s、瞬間陣風68~65m/s，似乎高於台東(測站)實際風場10m/s。

由上可知，在颱風環流接近蘭嶼前，蘭嶼及綠島的風場即有反應，但本島的反應卻較慢，而隨著環流籠罩與經過，風速逐漸增強，尤其是眼牆經過各測站時，大抵上皆出現最強陣風，但在颱風中心過山後，除蘭嶼受角偶效應(corner effect)影響外，縱有颱風7級與10級風環流籠罩，因地形遮蔽的影響，風速明顯減弱。

從EMIC系統所匯集的通報資料顯示，台東市最早在7日下午15時20分出現路樹傾倒傷人的通報，此時台東測站所測風速雖不強，但從雷達回波圖上可發現此時有一外移的雨帶經災點。另台東市於19時58分再

通報路樹傾倒，此時風速已達7級風(16.2m/s)，且亦有雨帶經過，顯見也應注意螺旋雨帶所帶來的強風影響。而晚間21綠島全島停電，此時綠島風速已達10級風，蘭嶼於23時30分全島停電，此時風速甚至達15級風。8日零時後，台東各地陸續出現較嚴重的建物、招牌受損、需要人員安置等通報，由各測站的風速資料推測，應與10級甚至更強的強陣風出現有關。

(三)應變作業過程

對於尼伯特颱風的動態掌握，基本上自7月1日開始，這在於媒體報導今年是否將是歷年最晚形成颱風的一年。7月1日的預測圖顯示(圖四)，關島附近的低壓持續發展，且於168小時(7天)後到達台灣附近。但之後數日，對於低壓的路徑預測卻逐漸北抬，甚至到達台灣北部海面上。後續各國的路徑顯有不同的預測，有的朝台灣北部陸地，有的則朝宮古島北方海面，初時甚至多朝宮古島北方修正。直到7月4日後，各國路徑預測則轉向台灣北部海面或陸地修正，且一路往台灣宜花東修正，直至7日的預測，幾乎都一致預測朝台東縣境而來，這時尼伯特颱風的強度已達強烈颱風，朝向台東的路徑預測各國間已甚少分歧。

7月6日14:30分尼伯特海上警報發布，縣消防局20:00分由消防局副局長召開尼伯特颱風情資研判會議，會中台東大學防災中心提供類似路徑颱風為蕃蜜、海棠及碧利斯(圖五)。20:30分陸上颱風警報發布，縣應變中心同時進行一級開設，各鄉鎮市公所也陸續一級開設。21:00分縣長主持第一次防颱工作會議，會議中提供颱風可能登陸地區以成功鎮一帶的機率較高，提醒尼伯特颱風路徑類似民國89年的碧利斯颱風，該颱風的強風造成綠島及東海岸相當的災害。

7月7日11:00分縣長主持第二次工作會議，確認疏散、撤離、收容、搶救等人力、機具是否皆已到位，並提示持續做好災前預防性撤離等工作。此時颱風路徑下修偏南，登陸地點有可能朝成功鎮及東河鄉而來。16:00分應變中心召開疏散撤離建議會議，此時雨量並未達到水災或土石流警戒值，但因應7級暴風圈即將登陸與中心可能登陸台東地區，因此希望在入夜前將可能受影響地區的居民先行勸離及收容。20:00分警報單顯示，登陸地點已往南修正，加上由QPESUMS之研判，颱風路徑確實明顯往南偏移，20:24分提醒南迴線地區的夥伴要小心。21:00分警報單所顯示的颱風路徑已朝台東市而來。

隨著暴風圈逐漸籠罩縣境，降雨加劇，7月8日03:59分傳報卑南、池上、台東市、關山鎮等地淹水潛勢警戒。05:50分颱風中心登陸太麻里，綠島、蘭嶼、台東市、太麻里為重災區。09時縣長主持第三次工作會議，以了解各項災損及需求，並要求編組單位協助民眾收容安置事宜，同時請求國軍派遣兵力支援。

(四)災損及現勘

在尼伯特颱風強風侵襲下，計1死303傷、屋損12480戶，其中不堪居住2215戶。維生管線方面，停電受影響戶數有71647戶、停水戶數22119戶、電信通訊故障數24638戶及基地台594站。財物損失方面，農漁牧損失約9.2億，建物損失約為30億元。而縣道阻斷計34條。

受山脈影響，台東的地理空間區隔主要區分為：東海岸地區-含括長濱鄉、成功鎮及東河鄉；縱谷地區-海端鄉、池上鄉、關山鎮、鹿野鄉、延平鄉及卑南鄉的明峰、初鹿、美農及賓朗村；台東市地區-台東市及卑南鄉的泰安、利嘉、太平、東興等村落。南迴地區-卑南鄉的溫泉村及太麻里鄉、金峰鄉、大武鄉及達仁鄉等；離島地區有綠島及蘭嶼鄉。此處在災損分類上，簡略區分為房損與農損，以及林木受損。此次尼伯特颱風所造成的災損似乎亦有空間上的區分(圖六)，以下就目前所調查的情形，略為說明：

1.東海岸地區:有兩部分說明，一是海岸山脈以東地區，此地區的農損(含括未達補助標準者)及輕微屋損可達東河鄉東河村，較大屋損在東河鄉都蘭村以南，林木受損方面可達成功鎮和平里。而海岸山脈的泰源盆地內，北源村及泰源村主要是農損，尚德村則有較多的屋損農損與道路受損，林木受損方面，北源及泰源村較輕微，主要在尚德村，尚德村不但在盆地兩側山坡，甚至由谷地往台地皆有明顯的災情。

2.花東縱谷地區:屋損以鹿野鄉鹿野村為北界，農損部分，在谷地地區，以鹿野鄉瑞和村為界，在海岸山脈一側地區可達關山鎮電光里。林木受損上，有兩部分，靠中央山脈西側的海端鄉廣原村、南橫部分地區、及中央山脈東側以南皆是；縱谷東側的海岸山脈可達池上鄉大坡村，但主要在池上鄉振興村以南。

3.台東市地區:由於所在為平原地區，因此是主要重災區所在，屋損、農損及林木受損嚴重。

4.南迴地區:屋損及農損以太麻里鄉金崙村及金峰鄉歷坵村為南界，因受颱風中心自太麻里鄉過山影響，颱風環流風場有沿金崙溪吹襲情形，而林木受損範圍可達達仁鄉。

5.蘭嶼及綠島兩離島:皆因受颱風主環流經過影響，屋損、農漁損及林木受損都相當嚴重。

由以上的屋損、農損及林木災情分布可知，此次主要屋損是位在颱風眼牆所籠罩的暴風區域範圍內，林木受損則大都在10級暴風圈影響內。

四、討論與結語

此次尼伯特颱風打破台東測站建站百年以來的陣風紀錄後，可說繼蘭嶼、綠島、成功及大武測站後，全台東地區的測站都有17級強陣風的紀錄。尼伯特強颱風來襲，由氣象因子分析、現勘等的資訊彙整後，對尼伯特颱風特徵及與災害之關聯性有進一步的瞭解，

也對災害管理各階段的颱風動態守視、災害應變有一些想法及建言陳述如下：

1.雨量:

降雨量是災害應變的重要參考指標，尼伯特颱風總累積雨量初期估計於平地150~300mm、山區300~500mm，後續逐步修訂為平地雨量300~500mm、山區500~900mm(7月8日後)。預估值與實際雨量雖大抵相符，但初期的預估雨量未達淹水及土石流黃紅色警戒，但隨著路徑不斷南修，縣應變中心意識到須預做最壞打算，因此在7日16時緊急召開疏散撤離地區及人員建議會議，最後依過去歷史災例進行人員疏散撤離。深夜隨著颱風路徑朝台東市而來，在主要螺旋雨帶影響下，雨勢加大風力增強，水利署依短時強降雨，開始有淹水警戒發布。緊接著另各地需緊急撤離的請求不斷傳進應變中心，但風強雨驟，這樣的時機要進行撤離已存相當風險。因此，有關疏散撤離的參考依據及預警著實存有討論的空間。

2.風場:

從民眾的訪談中可知，感受颱風的強風來襲是在凌晨2時，而明顯感到房屋震動，甚至出現屋損的情形是在3時至6時之間，這樣的時間點與屋損分布，可推估主要源自11級以上強陣風的破壞力，亦即台東地區在11級強陣風及眼牆所籠罩的地區，在沒有良好的結構及地形遮蔽下，易有屋損情況發生。而這眼牆及11級強陣風的半徑範圍約為30~35公里左右(未含颱風眼，若含括颱風眼則有50公里左右的半徑)。

但災損的發生有時仍視地形的影響，如局部地區在受地形遮蔽與屏障作用下，所受風力衝擊影響明顯減弱，但也有因地形輻和，及處於迎風面而有較嚴重的破壞。

3.災損:

招牌掉落、瓦片飛散、水塔掉落、加裝鐵皮四散、玻璃破碎、樹木傾倒，不管自家或受鄰居牽連，這些屋損的成因，除建物結構與施工問題外，也與民眾長期以來對於地區風災的輕忽，以及對9級風、14級風，甚至17級風的風災災害認知不足似乎脫不了關係。

4.緊急救護:

8日04~06時是尼伯特颱風影響台東最猛烈的時期，人口最密集的的台東市及其鄰近地區猛然遭受劇風侵襲，這期間的颱風路徑先指向台東市，後轉至太麻里登陸，這樣的路徑變化確實是不易掌握，縱能掌握，災害同樣無法避免，只是災損發生區域而已。然在災損無法避免下，如何在強風豪雨、碎物紛飛之際，確保出勤安全?如何安全將傷患送醫療單位，成了災害應變上一個須審慎思考的問題，因此即時天氣狀況的掌握顯得異常重要及專業。

再者，在強風的破壞力下，大型醫院除地下室機電系統浸水受損影響供電外，頂樓處的冷卻水塔亦受

損，在在影響醫療運作。顯見強風豪雨下要進行緊急救護、搶險與緊急醫療所面臨的困難度。

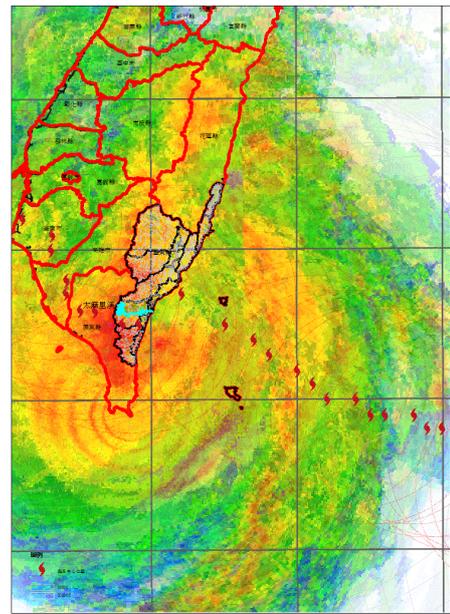
5. 颱風動態掌握:

隨著颱風路徑不斷變化，推估颱風中心登陸地點必隨之修正，防災重點亦配合更動。中央氣象局對於颱風路徑的修正深受國人質疑，但綜觀各國的路徑預報，何嘗不是逐步修正。因此，在目前氣象觀測資訊獲取、科技技術能力極限，與對颱風的了解侷限下，颱風路徑預測的誤差本無法避免，因此如何以風險概念來面對颱風動態的變化，是災害應變工作人員一個重要課題。

在整個應變過程中，颱風動態的守視是件重要工作，目前已有溫度、風速、雨量、衛星雲圖、雷達回波及數值模擬等氣象資料之提供，這些資料可每10分鐘、半小時、一小時、或六小時更新一次。目前提供最即時的氣象資料首推中央氣象局的劇烈天氣監測系統(QPESUMS)，幾乎每10分鐘就更新雷達回波、雨量、1公里以上高層風場，尤其在颱風環流接近台灣本島時，颱風中心位置往往清晰可辨，這是守視颱風動態及防災應變的利器。但若要在風災上有更好的預警應用，應將局屬測站的風場資料以每10分鐘的速度配合更新陣風資料，甚至更短時的陣風資料。另外，測站的氣壓變化趨勢也是評估及預測颱風動態變化的重要參考，也應一起呈現，以便綜整氣壓、雷達回波、風場(陣風)、降雨資訊掌握颱風環流的特徵及變化，尤其是10級以上陣風的分布，因這也牽涉到災害救護派遣與搶險時機的掌握。

五、參考文獻

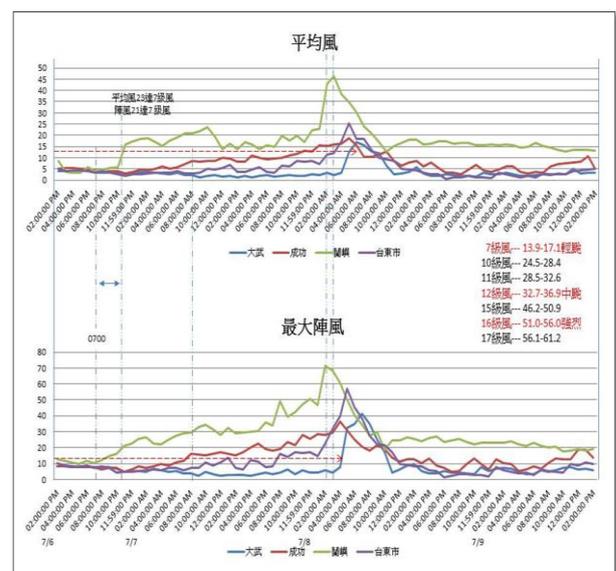
- 吳俊傑、黃清勇、楊明仁、簡芳菁、洪景山、顏自雄，2010。颱風數值模擬之現況與挑戰—2009年莫拉克颱風，臺北：大氣科學，第38卷第2期，99-134。
- 許晃雄、郭鴻基、周仲島、陳台琦、林博雄、吳俊傑、葉天降、翁春雄、高嘉璘，2010。莫拉克颱風科學報告，臺北，行政院國家科學委員會。
- 陳亮全，2011。颱風災害之災前整備及應變重點，高雄：城市發展，第十一期，008-038。
- 曾俊傑、王文清、周仲島、王芳男、曾詩雅，2014：台東颱風劇烈降雨分析及其防災應用，臺北，103年天氣分析與預報研討會論文彙編，A4-9。
- 曾俊傑、王文清、周仲島、張志新、張保亮，2015：2013年天兔颱風影響期間台東溫泉社區淹水災害應變探討，臺北，104年天氣分析與預報研討會論文彙編，A4-17。
- 葉天降、郭鴻基、呂國臣、王世堅、陳怡良，2010。莫拉克颱風路徑與降雨作業預報校驗，臺北：大氣科學，第38卷第2期，85-98。



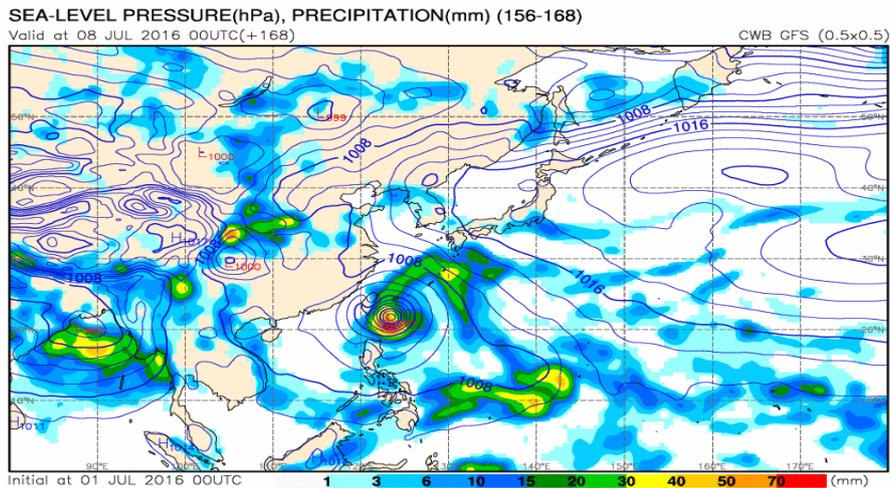
圖一 尼伯特颱風雷達回波圖套疊，一系列較弱回波明顯出現在太麻里溪河谷內。



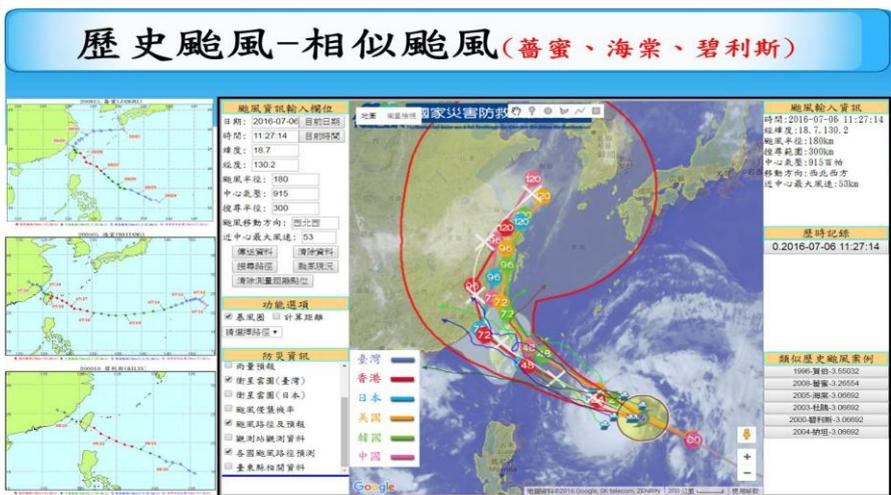
圖二 尼伯特颱風路徑圖，資料引自中央氣象局



圖三 台東地區蘭嶼、成功、台東、大武等測站風速圖(m/s)



圖四 7月1日168小時預測圖，資料引自中央氣象局



圖五類似路徑歷史颱風篩選



圖六 尼伯特颱風風災災損示意圖，主要針對台東縣所進行之調查，主其中綠色色調表林木受損範圍，黃受色調表屋損及農損範圍。底圖引用 google earth。