

綠島都卜勒雷達颱風個案分析

沈畦
空軍氣象聯隊

摘 要

綠島都卜勒雷達於民國 86 年進行換裝，87 年架裝完成，同年 5 月起執行觀測。這一年颱風季當中颱風直接侵襲台灣出現時間較往年晚，在 5 至 8 月之觀測期間，綠島都卜勒雷達蒐集到妮蔻兒及奧托二颱風資料。本文即利用蒐集到雷達觀測資料進行個案分析，個案中妮蔻兒颱風雖然自衛星雲圖觀測資料顯示颱風結構並不完整，但雷達強度回波觀測則有明顯之颱風眼牆，與實際地面出現高達 90 KTS 之強風事實相吻合。另外地形對颱風眼牆伴隨破壞性強風有增強之作用，因之雖然雲圖顯示颱風是一個雲系結構不完整之輕度颱風，在地形的增強作用下，亦可在地面層造成 90 KTS 之強陣風。

壹、前言

近年來因為氣象雷達軟硬體設計有著快速發展，綠島都卜勒雷達乃於民國 86 年進行換裝，87 年架裝完成，同年 5 月起開始執行觀測。由於綠島地理位置特殊，位居台灣東南方，山脈阻擋較不嚴重，確實為颱風觀測之良好地點。雷達換裝完成後，更能提供良好觀測資料，增加我們研析由台灣東南方進犯颱風及各類天氣系統的機會。

民國 87 年為聖嬰現象旺盛年，在這一年颱風季當中，颱風直接侵襲台灣出現月份時間均較往年晚，5 到 8 月綠島都卜勒氣象雷達實施觀測期間，曾蒐集到妮蔻兒 (Nichole) 及奧托 (Otto) 二颱風資料。談到妮蔻兒颱風，其結構在雲圖所示並不完整，美軍發布資料她是為一個輕度颱風，但當她於台南與岡山間登陸時，卻在地面風速紀錄中出現了超過 90 KTS 之強陣風，為何有此結果是本文研析目的之一。另一奧托颱風在美軍發布資料是為一個中度颱風，預報最大陣風風速為 80 KTS，但

當其侵襲綠島時，綠島機場風速觀測紀錄亦出現 99 KTS 之強陣風，此強風速變化是否因地形作用影響，此又是本文欲研析目的之一。另外當妮蔻兒颱風登陸後在岡山地區造成非常嚴重之風災，但在不到百公里之台南地區其災損反而較岡山地區輕；另於岡山東邊燕巢地區卻無任何大災損，甚至路樹均輕損，此顯示受風災地區係成一狹長之帶狀，此情形是否又是地形影響而造成？這又為本文欲研析之另一目的。

用雷達資料來研究颱風在過去已有許多學者發表了成果，尤其是地形對颱風之影響方面，如 Lin 等 (1977) 即研析了地形對行進中熱帶氣旋之影響；Wu 等 (1997) 即以數值分析法研析地形對颱風 Gladys (1994) 之影響；Yeh 等 (1997) 也用數值分析法研析地形對颱風 Herb 之影響；另外王等 (1977) 則運用都卜勒雷達觀測資料研析颱風 Yancy 和 Gladys 在登陸台灣時結構上的變化情形。本文亦採用綠島都卜勒氣象雷達觀測資料進行研析，運用雷達觀測 CV 處理資料進行分析，進行

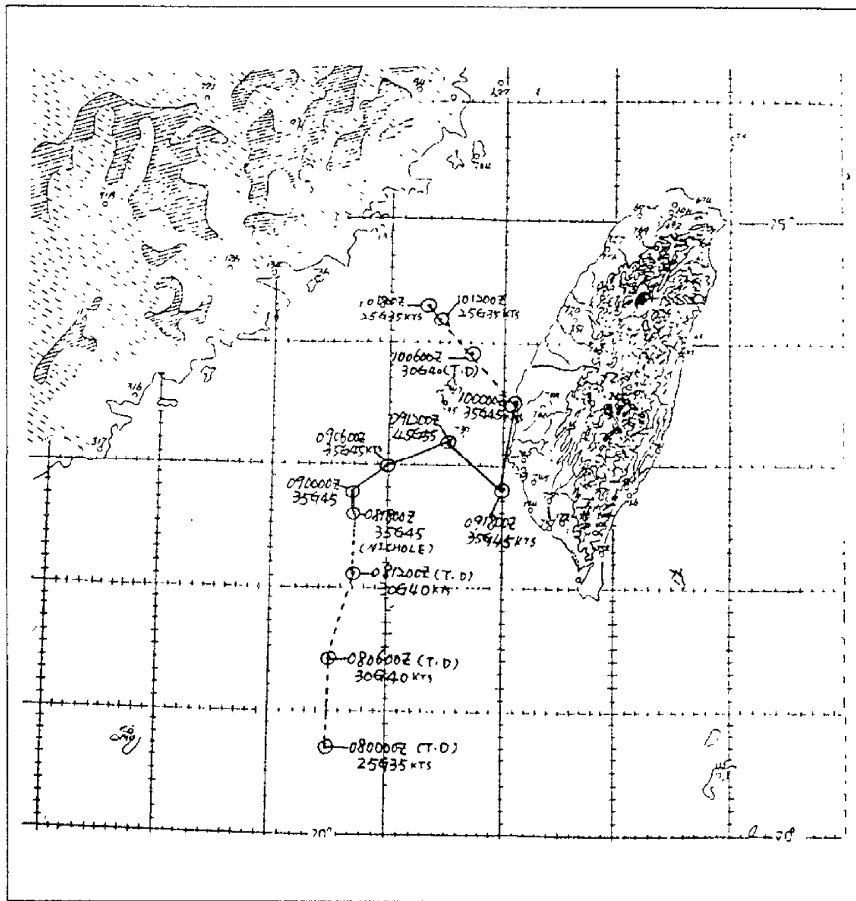
地形對颱風影響之探討。

貳、綜觀天氣討論

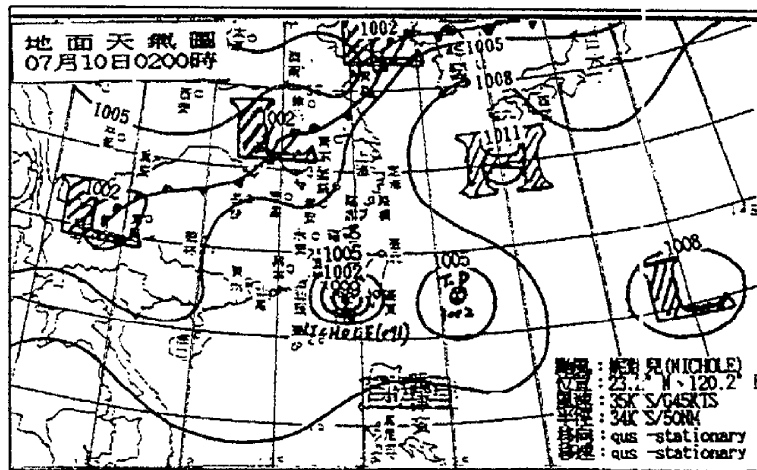
一、妮蔻兒颱風個案

附圖一為妮蔻兒颱風近台灣地區之路徑圖，該颱風於7月8日1800 UTC時在台灣海峽中生成，7月9日1200 UTC起行進路徑由原

先之東北東方向轉向東南方移動，逐漸接近台灣，於7月9日1800 UTC至7月10日0300 UTC間，妮蔻兒颱風行進路徑在台灣台南與岡山地區間出現一迴路狀軌跡，之後復朝西北方移動，此一路徑甚為特殊。附圖二為7月9日1800 UTC地面圖，圖中顯示此刻在台灣左方海峽中為妮蔻兒颱風，右方又有一熱帶低壓



附圖一 尼蔻兒颱風之路徑圖



附圖二 民國87年7月9日18 UTC地面圖

存在，此二氣旋彼此牽引之效應，實為妮蔻兒颱風向東偏之誘因，惟其勢力強度不強，又遇到中央山脈之阻擋，無法穿越通過中央山脈，被迫再度折向西北方移動，乃形成它迴路狀的特殊路徑。而妮蔻兒颱風於7月10日0600 UTC時在澎湖馬公北方台灣海峽中，因海水幅地小，水汽補充受限，加上陸地摩擦的抑制作用，最後使得颱風強度減弱而變為熱帶低壓。

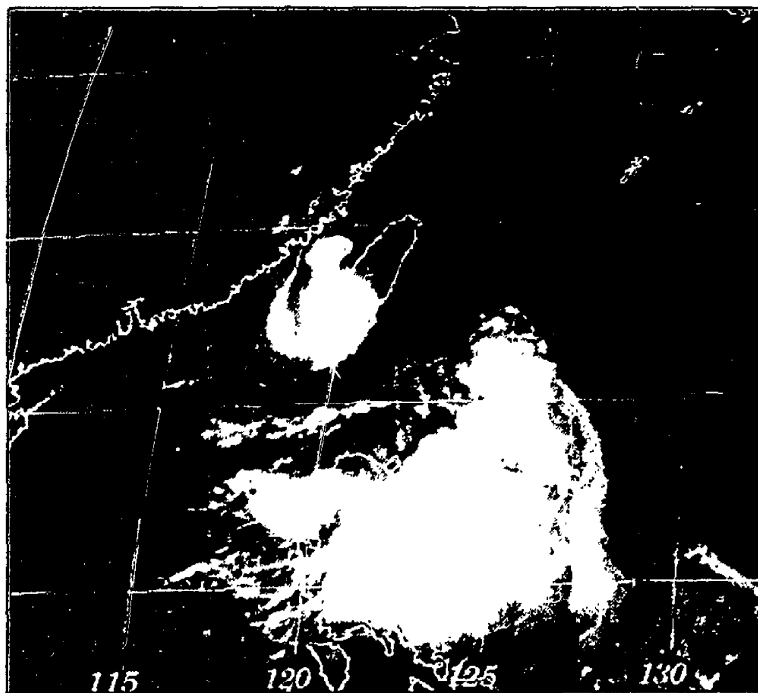
表一為美軍關島聯合颱風警報中心（以下簡稱JTWC）發布妮蔻兒颱風資料。根據表中資料所示JTWC僅於7月9日1200 UTC報告中預報風力最強為45G 55 KTS，其餘妮蔻兒颱風生命期間預報風力強度均為35G 45 KTS，可知美軍在妮蔻兒颱風整個生命期當中，始終視妮蔻兒為一輕度颱風。若單從她的生成環境與行進路徑而看是乎沒有問題，附圖三為7月9日1800 UTC紅外線分析之衛星雲圖，圖中妮蔻兒颱風所在位置，雲系集中在台灣海峽南部，函蓋範圍不廣，並無明確之颱風眼出現，雲圖所示結構並不算完整。但是當它於台南與岡山間登陸時，地面卻出現了超過90 KTS之強陣風，在清晨瞬間即造成非常嚴重的強風

災害。

附表二為台南與岡山機場於民國87年7月9日20 LST（12 UTC）至10日05 LST（21 UTC）之地面風觀測紀錄表，根據表中資料顯示岡山7月9日24 LST（0709 16 UTC）前為偏南風，風速在22G 32 KTS。但是在接下來三個小時（01至03 LST）時段內，風速卻是猛然增強，出現恆常風即達44到48 KTS，而最大陣風竟達80 KTS，尤其是在7月10日0007 LST（0709 1607 UTC）瞬間，岡山特別天氣更觀測到高達96 KTS之強陣風。此一強風持續時間並不長，但風災卻甚為可觀。到了05地方時（0709 21 UTC）風速就已急速減弱成26G 36 KTS，風向也轉變為西南風，再過一小時後恆常風更急劇減為10 KTS，已絲毫無颱風威力可言。另外再就附表二中右欄台南機場風速資料來看，從7月9日20 LST（12 UTC）到10日05 LST（0709 21 UTC）之間，台南當地最大陣風只有45 KTS，風速威力遠小於岡山地區（90與45 KTS）之別，風災也小。究竟是何原因產生如此大之差異性？就留待雷達資料分析時，再做進一步討論。

附表一 妮蔻兒颱風生命期間最大陣風一覽表資料由美軍JTWC提供

日期	時間 UTC	颱風眼位置		最大陣風 KTS
		N	E	
0708	0000	22.6	118.7	25G35
	0600	22.3	118.7	30G40
	1200	22.5	118.7	30G40
0709	1800	22.8	118.7	35G45
	0000	22.9	119.2	35G45
	0600	23.1	119.4	35G45
	1200	23.2	119.4	45G55
0710	1800	23.0	119.6	35G45
	0000	22.8	120.0	35G45
	0600	23.2	120.2	30G40
	1200	23.3	118.1	25G35
	1800	24.3	119.3	25G35



附圖三 民國87年7月9日18 UTC 紅外線雲圖

附表二 台南與岡山機場於民國87年7月9日20 LST至10日05 LST之地面風觀測紀錄

日期 Jul.	時間 LST	岡山 風向風速KTS	時間 LST	台南 風向風速KTS
9	2000	100 / 22G32	2000	120 / 22G32
	2100	150 / 22G32	2100	110 / 22G32
	2200	170 / 22G32	2200	090 / 21G31
	2300	180 / 22G32	2300	110 / 19G29
	2400	140 / 22G32	2400	080 / 20G30
10	0007	150 / 45G96		
	0100	180 / 44G70	0100	060 / 23G33
	0200	180 / 48G80	0200	060 / 32G45
	0300	160 / 44G70	0300	030 / 31G41
	0400	180 / 38G56	0400	300 / 32G43
	0500	240 / 26G36	0500	300 / 22G34
	0600	250 / 10	0600	280 / 08

附表三 奧托颱風生命期間最大陣風一覽表資料由美軍JTWC提供

Date	Time UTC	Eye Position		Max Wind KTS
		N	E	
0802	0000	14.8	126.7	30G40
	0600	14.7	125.5	30G40
	1200	14.8	124.7	35G45
0803	1800	15.7	124.4	35G45
	0000	16.9	124.2	35G45
	0600	18.7	124.0	45G55
0804	1200	20.3	123.1	65G80
	1800	21.4	122.5	65G80
	0000	22.2	121.8	65G80
0805	0600	23.6	121.1	65G80
	1200	24.6	120.3	60G75
	1800	25.1	119.8	65G80
0000	25.9	118.8	50G65	

二、奧托颱風個案

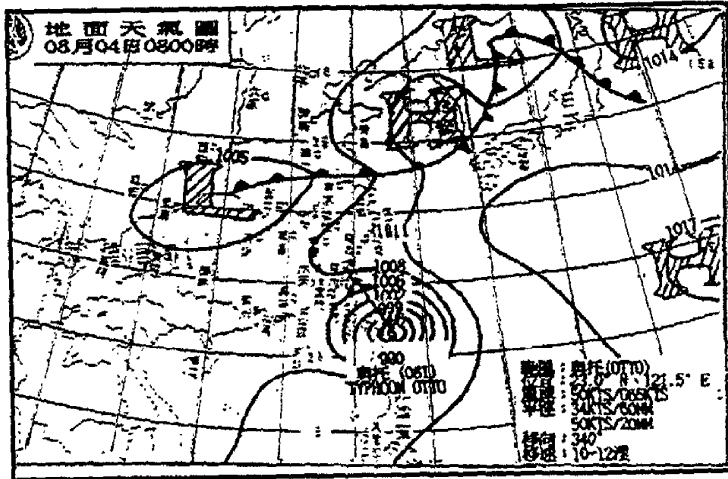
奧托颱風最初於87年8月2日00 UTC獲得JTWC正式命名，由附表三所示奧托颱風在短短24小時之內，中心最大風速即由35G

45 KTS迅速增強為65G 80 KTS。在3日12 UTC時，JTWC發布資料中也將奧托颱風強度修正為中度颱風。此後JTWC將該強度一直維持在中度等級，直到5日00 UTC時才將奧托

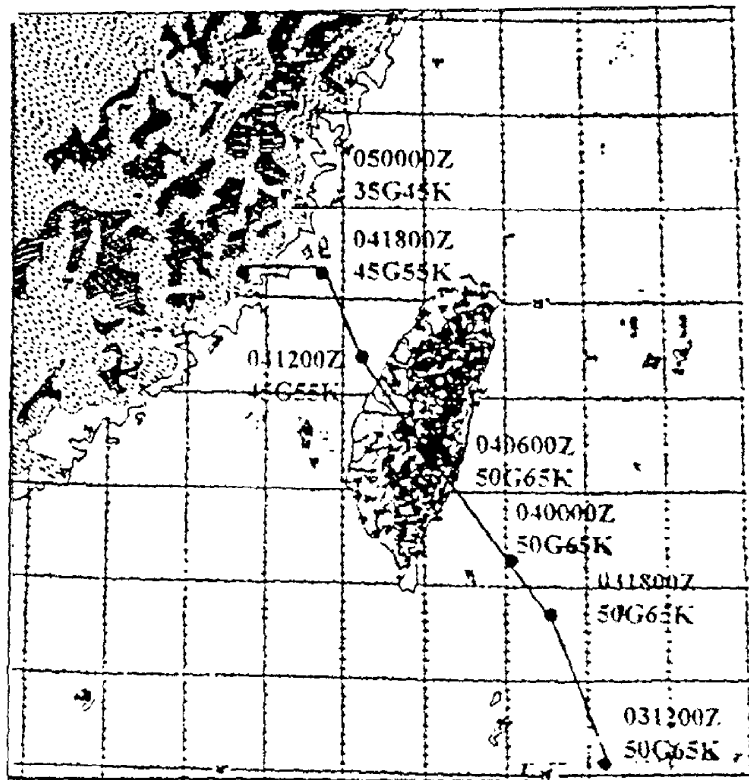
強度減為 50G 65 KTS。

附圖四為 8 月 4 日 00 UTC 地面天氣圖，由於太平洋高壓勢力範圍不退讓，奧托颱風幾乎是穩定的朝北北西方向移動。附圖五為奧托颱風接近與侵襲台灣前後之路徑圖，該颱風在

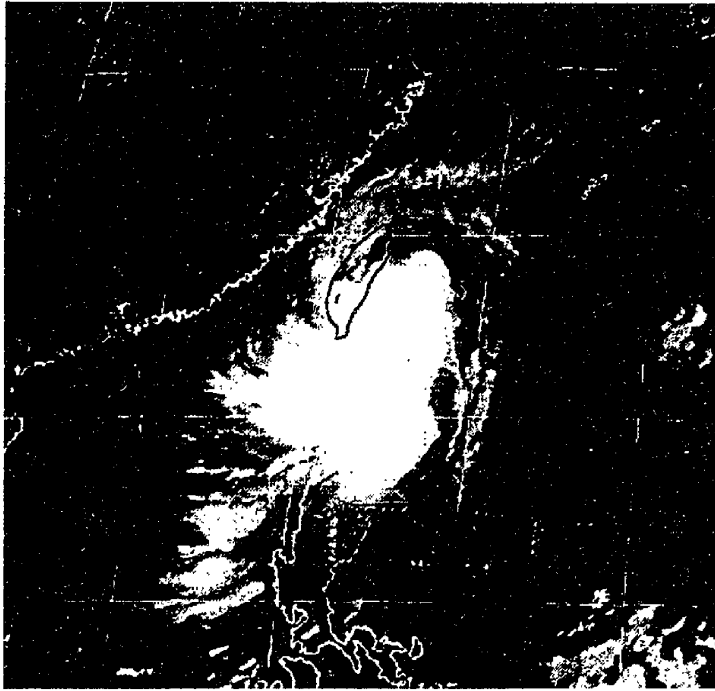
侵襲台灣前後並無明顯的路徑變化，以近似一直線之穩定路徑通過。於 8 月 4 日 12 UTC 時，JTWC 認為奧托颱風登陸台灣陸地後，會受到陸地對颱風結構破壞作用，乃將其強度一度減弱為 60G 75 KTS，復又於奧托颱風中心進



附圖四 民國 87 年 8 月 4 日 00 UTC 地面圖



附圖五 奧托颱風之路徑圖



附圖六 民國87年7月9日18 UTC紅外線雲圖

入台灣海峽之際，將其強度提升為中度（65G 80 KTS）。附圖六為民國87年8月4日0133 UTC紅外線雲圖，圖中奧托颱風結構較妮蔻兒颱風來得完整，雲團主體較為偏西，在南方西南氣流引進伴隨之對流雲系旺盛，在中心西北側因陸地抑制作用雲系顯得不完整。

奧托颱風是在87年8月4日0800地方時（0000 UTC）中心接近綠島，綠島機場地面觀測紀錄如附表四所示，且看0800 LST時綠島當地機場出現風速僅為34G 54 KTS，0900 LST（0100 UTC）起風速持續增強，到了1128 LST（03289 UTC）颱風中心經過綠島之刻，地面風向立即由330之來向轉為220之來向，最大陣風竟高達99 KTS，此現象的發生在雷達資料中可找到原由。

參、綠島都卜勒氣象雷達分析

由於綠島都卜勒氣象雷達每一次觀測係執行多個仰角觀測，所得資料成一立體角錐狀，在資料處理運用時，先在此角錐體資料中進行水平定點垂直向資料定位，並就水平面中同一

附表四 綠島機場自民國87年8月4日0800至1424LST地面風一覽表

時間 LST	風向／風速 KTS	時間 LST	風向／風速 KTS
0800	020 / 34G54	1100	330 / 54G93
0819	020 / 30G48	1128	220 / 71G99
0900	020 / 38G63	1200	210 / 59G79
0902	020 / 45G68	1225	200 / 52G75
0926	010 / 50G73	1244	210 / 46G61
0939	360 / 57G79	1300	210 / 46G63
0952	360 / 61G85	1400	210 / 40G53
1000	360 / 61G85	1424	210 / 37G51
1023	350 / 61G93		

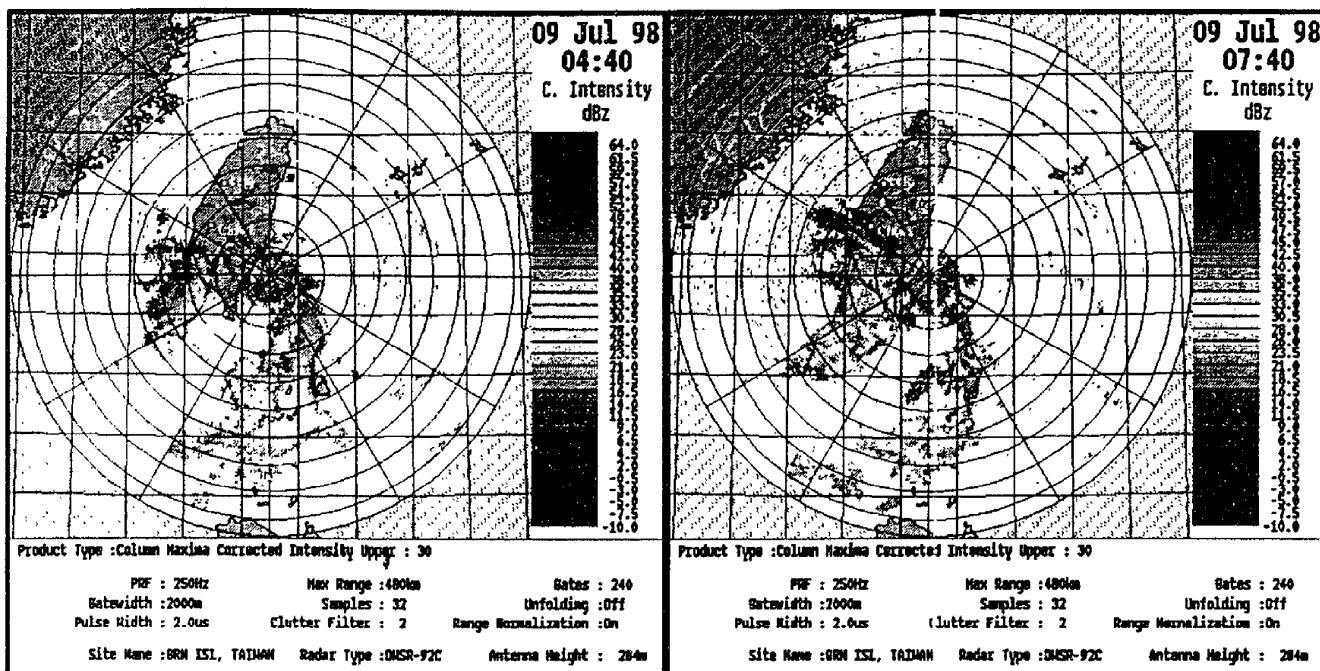
位置位居各不同高度上的回波強度值進行垂直向比對，選取垂直向最大值代表此一定點位置之回波值，最後再以單一水平面顯示各定點之最大回波強度值，此即為都卜勒雷達觀測 CV 處理資料。此產品在研析颱風結構時，可得較佳之特性顯示，本文將選用此資料進行分析。

一、妮蔻兒颱風個案

妮蔻兒颱風侵襲期間綠島都卜勒雷達觀測 CV 處理資料顯示於附圖七，最大觀測半徑為480 KM。於民國87年7月9日0440 UTC雷達資料已可辨識出颱風眼，但在颱風眼之週圍對流雲牆（以下簡稱颱風眼牆）尚未成一封閉圓環（見圖七A）。至0740 UTC在台灣西南部近海位處中央山脈迎風面地域，實已籠罩在伴隨颱風西南氣流之寬廣降水回波中，此刻該回波區勢力較強盛，另檢視颱風眼牆回波，已有逐漸發展成一封閉圓環之跡象（見圖七B）。1140 UTC時，颱風伴隨西南氣流對流性降水回波移進陸地之後，受到地形摩擦抑制性作用影響，回波函蓋範圍減小，颱風主體降水回波也未成圓形對稱狀，但是颱風眼牆確在近

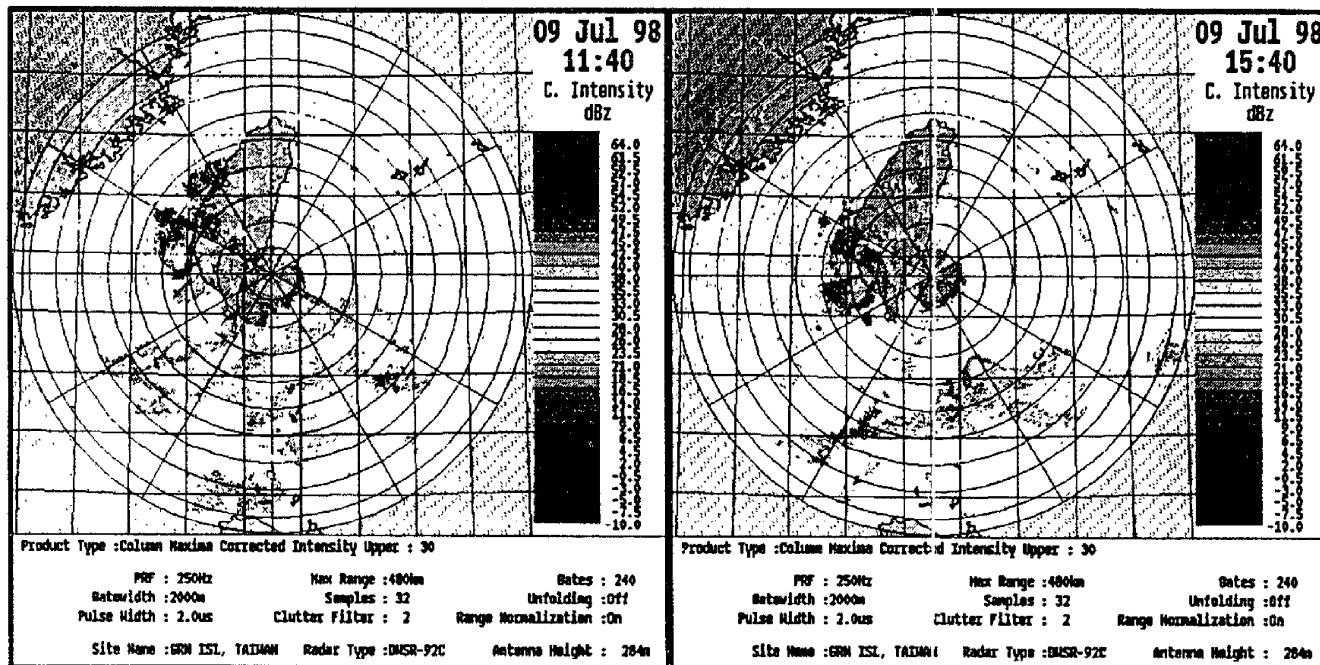
岸海面上發展成一清晰完整的圓環狀，該颱風眼牆邊緣亦非常接近台南沿海海岸線（見圖七 C）。到了 1540 UTC 時，尼蔻兒颱風中心改

變原先向東北東方動向，轉向東南方移動，此際相伴西南氣流回波已不明顯（見圖七 D）。至 1840 UTC 時中心在岡山與台南間登陸，



(A) 0440 UTC

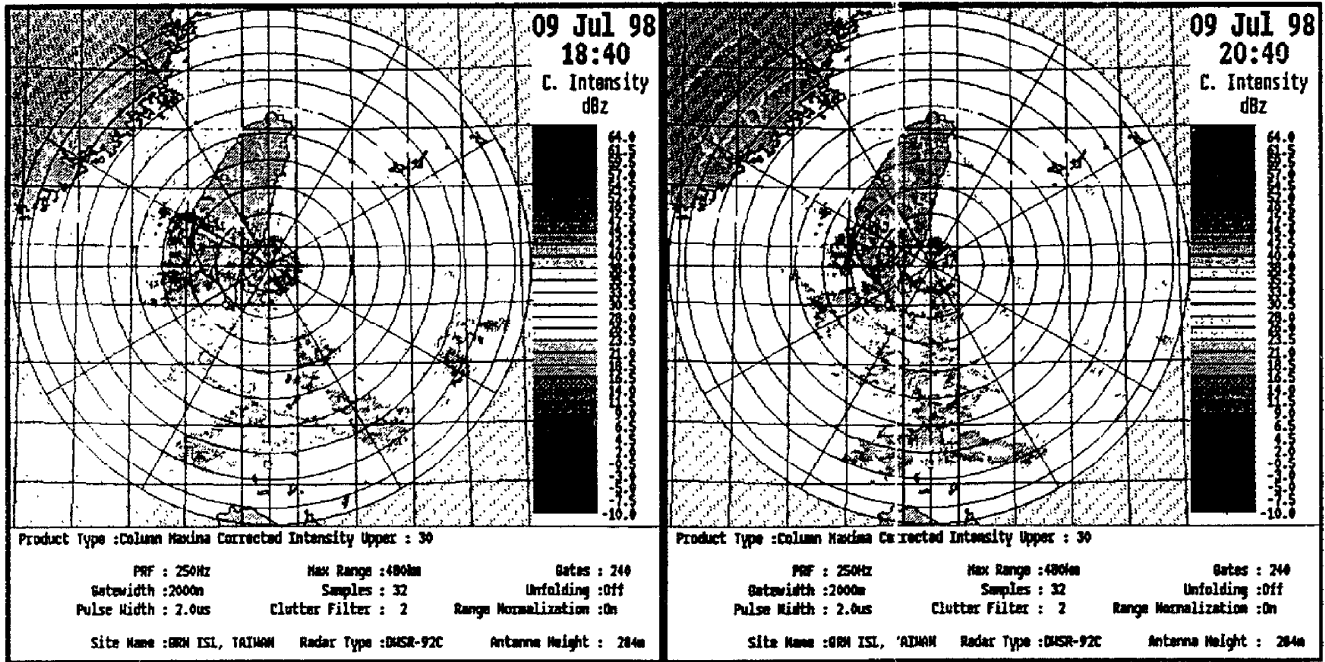
(B) 0740 UTC



(C) 1140 UTC

(D) 1540 UTC

附圖七 妮蔻兒颱風侵襲期間綠島都卜勒雷達觀測 CV 處理資料顯示圖觀測時間分別為(A) 0440 (B) 0740 (C) 1140 (D) 1540 UTC



(E) 1840 UTC

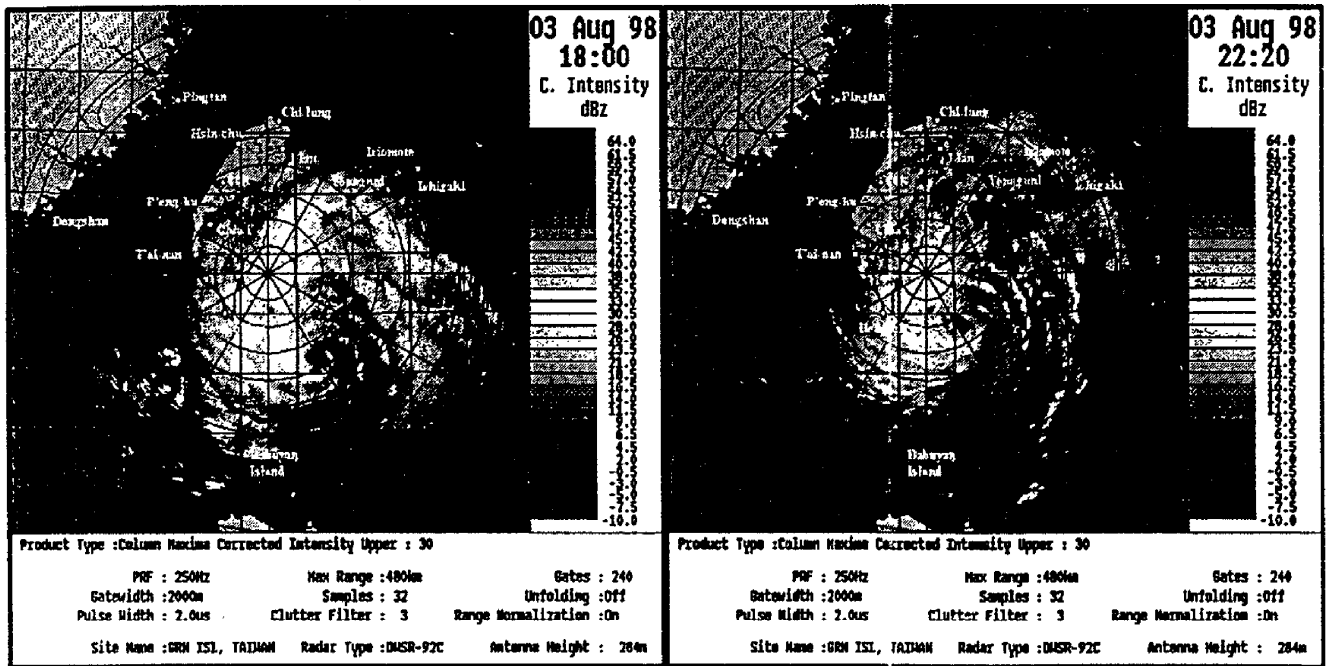
(F) 2040 UTC

續附圖七 妮蔻兒颱風侵襲期間綠島都卜勒雷達觀測 CV 處理資料顯示圖觀測時間分別為 (E) 1840 (F) 2040 UTC

之後中心移動方向一度往東北方移，但受到中央山脈阻擋，由於本身結構不完整且威力又不強，迫使中心未能繼續向內陸移動，反而又轉向海岸區移動，向台南附近折返，它的移動路徑可由雷達觀測證實是為一迴路狀，此一路徑至為特殊；另再看颱風眼牆回波部分，其環狀特徵登陸後亦見消散中（見圖七 E）；但在此一迴路動態時段內，因為颱風眼牆的強風侵襲，加上中央山脈的阻擋，使得岡山地區出現了 70-96 KTS 的強陣風。但也因為特殊路徑之故，颱風中心行徑折返且颱風眼牆結構於登陸後見消散，使得位於岡山鄰近東側之燕巢地區風災不明顯，而台南則在颱風眼少回波範圍內，強風亦不若岡山嚴重，此一特殊路徑與地形之共同作用，即在強風分布上有著極大且非常局部性之變化影響。到了 2040 UTC 妮蔻兒颱風眼牆回波消散已不再明顯（見圖七 F）。

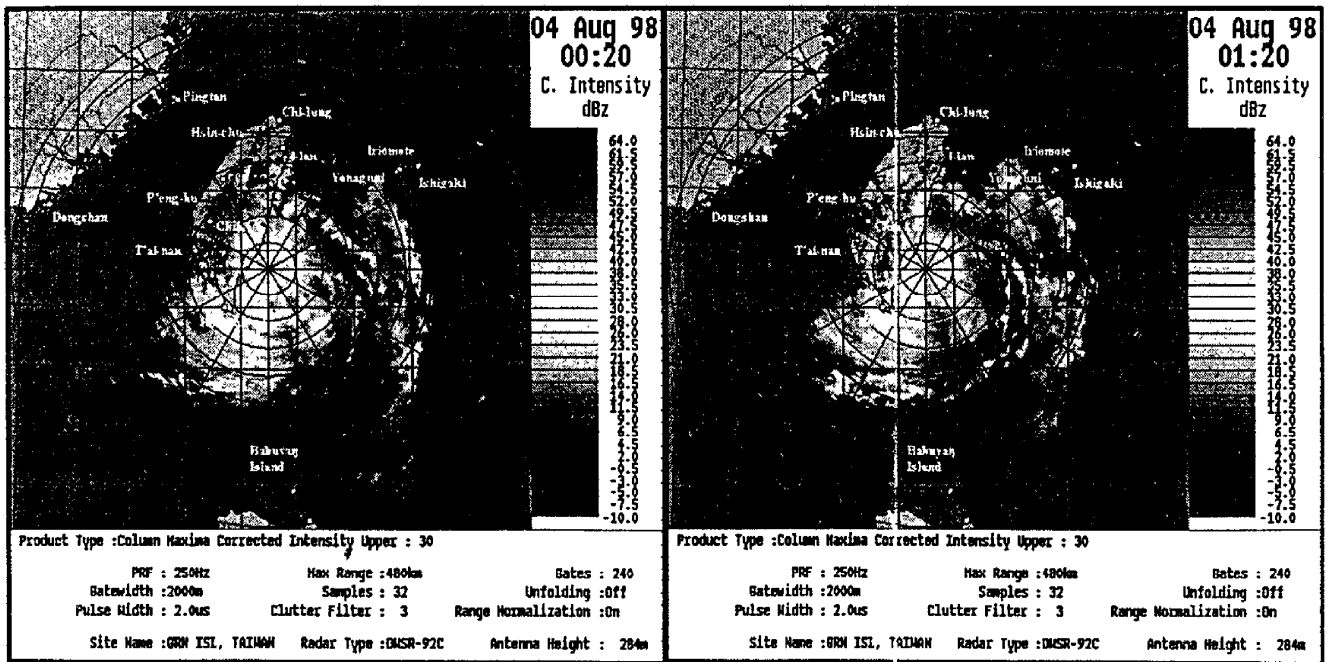
二、奧托颱風個案

奧托颱風侵襲期間綠島都卜勒氣象雷達觀測 CV 處理資料顯示於附圖八，最大觀測半徑為 480 KM。於民國 87 年 8 月 3 日 1840 UTC 奧托颱風中心已接近綠島南南東方 130 KM 處，颱風眼牆為一封閉圓環狀，較強對流回波位於眼的西側（見圖八 A）。經過四小時於 2200 UTC 颱風中心持續向北北西方移動，颱風眼牆結構仍完整，對流性較強回波函蓋範圍與妮蔻兒颱風之範圍比較，本個案者較來得寬廣，颱風眼東北及西南方回波中呈現螺旋狀細長條形回波眾多（見圖八 B）。0020 UTC 時，颱風中心移至綠島南南東方 75 KM 處，颱風眼牆已非常貼近綠島，眼牆結構尚未遭破壞（見圖八 C），綠島機場於 0000 UTC 風速出現 34 G54 KTS，0100 UTC（0900 LST）起，風速持續增強（見附表四）。至 0120 UTC 颱風眼牆開始侵襲綠島，中心在綠島東南方 50 KM 處（見圖八 D）。0140 UTC 時起綠島雷達停止觀測。由附圖八研析所示奧托颱風眼是由綠



(A) 1800 UTC

(B) 2020 UTC



(C) 0020 UTC

(D) 0120 UTC

附圖八 奧托颱風侵襲期間綠島都卜勒雷達觀測 CV 處理資料顯示圖觀測時間分別為(A) 1800 (B) 2020 (C) 0020 (D) 0120 UTC

島通過，因之當颱風中心在 1128 LST (0328 9 UTC) 經過綠島機場時，地面風向立即由 30 度來向轉變為 220 度之來向，此風向轉變與雷達 CV 資料顯示路徑相符。由於綠島與中央山脈間尚有近 40 KM 之距離是海面，因之當奧托颱風行進路線穩定通過綠島之刻，台灣中央山脈並未完全破壞其結構與強度，相反的台灣中央山脈及東岸山脈的地形對颱風行進前緣台東與綠島間區海面域產生氣流擠壓作用，該區域為海面區其摩擦抑制作用遠小於陸地，使得颱風中心眼牆所伴最大風速出現增強現象，綠島機場地面實際出現最大陣風紀錄就高達 99 KTS。但是在綠島西側 38 KM 貼近山邊之台東地區，中央山脈及東岸山脈的陸地摩擦作用卻對颱風眼牆風力形成抑制作用，加上颱風勢力逐漸調整移轉至西岸區，所以台東機場反而只出現 50 KTS 之最大陣風，如此相鄰近二地點間風力之巨大變化，實突顯地形對颱風眼牆造成地面大風影響甚鉅。

肆、結論

綠島都卜勒氣象雷達換裝完成後，它的優異功能不僅提升颱風的守視預警功能，且提供了我們更好的工具與觀測資料，讓我們可以進一步的研析由本省東南側進襲之各類天氣系統。本文中已明確的顯示出該雷達具有充分的功能幫助我們分析颱風。根據文中分析結果：當雷達觀測 CV 資料已顯示颱風眼牆成一封閉圓環狀時，該颱風之強度應在中度等級以上。颱風眼牆侵襲地區地面風之強度會受地形影響而發生增強作用，此一現象發生時間不會太長，多在鄰近海岸線外海面上發生，於颱風中心通過後迅速地減弱，每逢颱風警報作業時，此一現象應特別加以考量。另外颱風眼牆伴隨強風風速一般是持續性增強，但加上風向大於 60 度之突然變化，風切現象極嚴重，其所造成風之破壞力遠大於前者，強風切災害是防颱作業

應嚴加防範的。

致謝

本文實感謝綠島雷達站同仁辛苦蒐集與資料處理方得以完成，另有高恆勝與王儀宇協助資料整理排版等事宜，作者一併致謝。

參考資料

- Lin, Y. L., D. W. Hamilto and C. Y. Huang, 1977: Orographic influence on propagating tropical cyclones. Preprints, 22nd Conference on Hurricanes and Tropical Meteorology. Amer. Meteo. Soc. Fort Collins, Co, 244 - 245.
- Wang, T. C., C. Li, G. Y. Leu and H. M. Chen, 1977: Structural changes during the landfall of Yancy and Gladys through Doppler radar analysis. Preprints, 22nd Conference on Hurricanes and Tropical Meteorology. Amer. Meteo Soc., Fort Collins, Co, 88 - 89.
- Wu, C. C., and Y. T. Cho, 1977: A numerical study of the effect of Taiwan terrain on typhoon Gladys (1994). Preprints, 22nd Conference on Hurricanes and Tropical Meteorology. Amer. Meteo Soc., Fort Collins, Co, 240 - 241.
- Yeh, T. C., K. N. Huang and D. S. Chen 1977: A numerical study of orography effect on typhoon Herb. Preprints, 22nd Conference on Hurricanes and Tropical Meteorology. Amer. Meteo Soc., Fort Collins, Co, 242 - 243.