

颱風侵襲下台灣暴風及地面氣溫之研究

俞家忠

國立台灣大學大氣科學系

(中華民國七十四年二月十五日收件，三月二日修正)

摘 要

本文係利用過去三十五(1949—1983)年侵襲台灣之颱風及有關氣象資料，來研究台灣的暴風及颱風侵襲下各地之氣溫。統計顯示，台灣各地暴風強度、暴風頻率及暴風風向分佈，頗受地形影響，台北松山是一個最受暴風影響的地方。經對台灣在強烈颱風侵襲下氣溫隨空間之分佈、各地氣溫隨時間之變化、颱風期間各地所出現之最低溫度、及各地暴風持續時間之統計分析後發現，伴隨颱風環流之較低溫度，為強烈颱風的明顯現象，且各地暴風持續時間之久暫有與該地暴風期間平均溫度成反比之趨勢。此種現象之存在，除強烈颱風位於地面至高空適當有利的配合下來維持其烟肉效應，使低層空氣因摩擦加大內流而不致迅速填塞外，台灣四周環海及強烈降水達於地面造成汪洋一片積水所提供空氣之熱能，深信對內流空氣膨脹冷卻所形成之冷心環境下，颱風仍能維持相當強度，必有某種程度之貢獻。

一、前 言

台灣係處於颱風進行路徑之要衝，每年夏秋季節，常受颱風侵襲。例如民國五十年熱季，台灣曾遭七個颱風侵襲，其中且有六次(內四次是強烈)係在東部登陸，狂風暴雨，造成嚴重災害。一般而論，風災可藉適時適切之嚴密防範而減少，而水災亦可由事先對各儲水庫作計劃性之調節水量而減低。關於颱風暴風預報之研究，不論氣象作業界或學術界均極為重視，大家都努力以赴，並獲有相當成效，如林則銘等(1972, 1973)，俞家忠等(1973)、王時鼎(1980)、蔡清彥(1981)、曲克恭(1975, 1976, 1977)、俞家忠等(1984)。這些研究成果，對颱風的風力預報都頗具參考價值。但根據實際經驗，在台灣地形複雜的情況下，一地風速之大小，除與颱風強度、暴風半徑、進行軌道、進行速度及氣流受地形影響等有密切關係外，尚受一些其他不甚明瞭的因素所影響，致在颱風

範圍強度相同而路徑亦頗一致的兩個颱風侵襲下，同一測站每可發生相差頗大之風速，預報很難絕對準確。

本研究係針對這些不甚清楚的因素加以分析，特別以颱風侵台期間所發生之地面氣溫為重點。因為颱風為溫暖海洋上之產物，屬於暖心之直接環流，將熱能轉變為位能，將位能轉換為動能，造成颱風環流之主要能源，乃是空氣凝結所釋放之潛熱，此種潛熱釋放作用，多發生於環繞颱風眼四周之雲牆(Wall cloud)中及螺旋狀雲雨帶(Spiral rainbands)裡。所以近地邊界層之溫度及水汽來源之改變，即可影響颱風強度。根據數十年之實際工作經驗獲知，所有登陸中國大陸之颱風，均因水汽來源斷絕及地面摩擦影響使空氣內流，迅速導致颱風強度減弱並消失。但因地面圖上一般不繪等溫線，故對地面溫度場甚少注意。

本研究係利用過去三十五(1949—1983)年侵襲台灣之颱風資料及空軍各測站之地面資料，

來從事此項工作。首先統計台灣各地所出現各級暴風之次數，並加以扼要分析。進而對引起各測站三次最大風速（一個颱風計一次）之颱風及其相伴發生之有關氣象因子加以調查分析。然後再詳細分析各颱風侵襲時之地面氣溫情形，因為颱風侵襲期間，風雨限制了探空之施放，故缺乏颱風情況（特別是強烈颱風登陸及過境期）之屬性曲線分析。

二、台灣地區因颱風或其他因素引起的暴風

(一) 1952 ~ 1981 年台灣各測站之暴風情況

台北、桃園、新竹、清泉崗、台中、嘉義、台南、岡山、屏東、恒春、宜蘭、花蓮、台東等測站各級暴風之次數分佈，詳如表一所示。由表可知，各種暴風之次數，以新竹為最多，清泉崗次多，恒春為再次多，而以嘉義為最少。關於每小時 34 哩及以上之颱風級暴風，以台北松山為最多，新竹為次多，恒春為再次多，而以嘉義、屏東為最小，風速 ≥ 50 KTS 之暴風，以台北松山 145 次為最多，宜蘭 110 次為次多，而以岡山 6 次為最少，及嘉義之 9 次為次少，在在均顯示，各測站之暴風分佈，頗受地形影響。

(二) 台灣暴風之成因分析

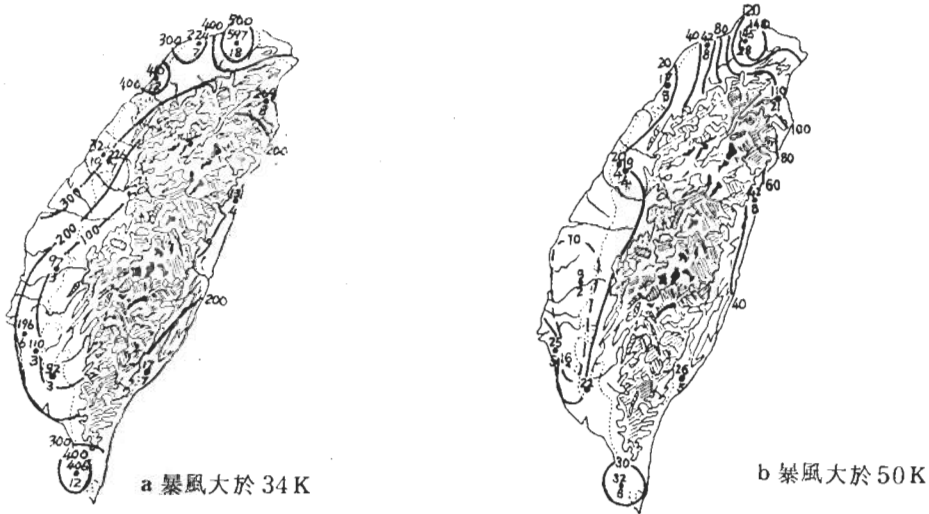
台灣地區之暴風，統計後均將成因加以分析，獲知：冷季暴風以冷鋒過境及其後隨之強烈氣壓梯度、迅速發展之台灣低壓、颱風雷雨過境等所引起，其一般暴風強度多在每小時 34 哩以下。熱季暴風係由颱風、強烈西南氣流及颱風與北來氣流之共伴環流所造成，其中以颱風之侵襲及簡接影響（包括共伴環流及誘導低壓）為最最重要，特別是那些 34 KTS（含）以上之暴風，幾乎均因颱風而起。

(三) 1952 ~ 1981 年台灣各地颱風暴風之分析

由於台灣各地風速大於（含）34 KTS 之暴風，均因颱風所造成，為明瞭各地颱風暴風之分佈情形，乃繪成圖詳如圖一 a 及 b 所示。由圖更可見暴風之分佈特性。在台灣北部為最高分佈區，南部為次多，而以台灣西南部為最少，更可顯出地形對支配暴風之重要性，值得一提的是，台北松山 34 KTS（含）以上暴風特多之原因，除靠近松山附近及其南方通過之颱風直接侵襲外，其他好多類颱風路徑均可引起台北暴風，民國七十一年七月二十九日在台東附近登陸之 ANDY 颱風，曾引起台北松山 090 / 92 KTS 之強風。而且台灣區之暴風風向各

表一 民國 41 ~ 70 年台灣各地出現各種暴風之次數及頻率

次風速 KTS	測站	台北松山	桃園	新竹	清泉崗	台中	嘉義	台南	岡山	屏東	恒春	宜蘭	花蓮	台東	台灣本島	各站總計
25 - 33		1574	1393	6034	3436	714	318	605	391	253	3303	481	949	627	20977	
34 - 40		318	138	310	252	156	63	128	87	48	285	102	54	134	2075	
41 - 49		134	64	83	52	51	25	43	17	22	89	57	35	57	729	
50 - 59		89	28	14	10	11	9	22	1	17	26	44	21	23	315	
60 - 69		38	12	2	5	7		3	5	2	5	34	9	2	124	
70 - 79		11	2	1	4	1		3		1		13	7	1	44	
80 - 89		5			1					2		17	4		29	
90 - 99		2									1	2	1		6	
100 及以上																
≥ 34 風速之 總數及頻率		597 / 18	244 / 7	410 / 12	324 / 10	226 / 7	97 / 3	199 / 6	110 / 3	92 / 3	406 / 12	269 / 8	131 / 4	217 / 7	3322	
≥ 50 風速之 總數及頻率		145 / 28	42 / 8	17 / 3	20 / 4	19 / 4	9 / 2	28 / 5	6 / 1	22 / 4	32 / 6	110 / 21	42 / 8	26 / 5	518	



圖一：1951～1981年台灣各地颱風暴風次數分佈圖

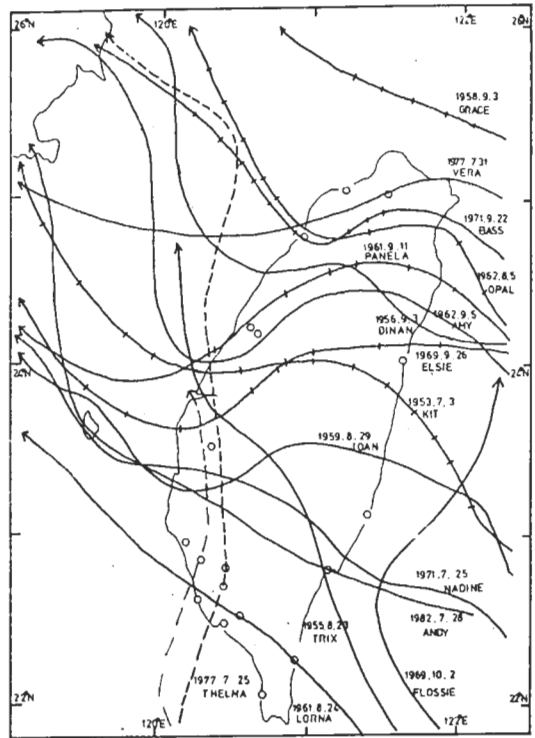
測站均有集中於某些象限之趨勢，例如台北松山，以東來風為最多，在西部各測站之暴風風向，沿海岸線南下，有隨緯度減低而逆轉之趨勢，例如台中

以北來風為最多，西南部測站則以西北至西南風為最多。此項統計資料，對防颱及工程運用方面，均有相當參考價值。

三、台灣各測站引起最大風速之颱風及其相伴發生氣象要素

民國38～72年來，因颱風侵襲而引起各測站三次最大風速之颱風名稱、登陸日期及時間、登陸前最大風速及最低氣壓，各測站在各該颱風下所測得之最大風速及最大陣風、最低氣壓、一小時最大氣壓趨勢以及最低氣溫等，均經調查統計，詳如表二所示。

由表二獲知，造成台灣各站三次最大風速之颱風共計十七個，其路徑分佈詳如圖二所示。由圖可知，十七個颱風中，除通過台灣東部近海之 Flossie 及通過台灣北部近海之 Grace 颱風外，其他十五個颱風均係在台灣登陸者，其中除民國四十一年十一月十三日之 Bess 及六十六年七月二十五之 Thelma 於高屏地區及七月三十一日 Vera 在基隆登陸外，其他均在台灣東部登陸。這些颱風均在台灣東方及東南方海上形成及發展，故應特別注意。至於生成南海向東北行之颱風，因本身強度較弱，故難創最大風速紀錄。當強烈颱風在台灣東方登陸時，因受地形影響，最大暴風多發生於登陸地點北方之雲牆所在區。



圖二：引起台灣各地三次最大風速之颱風路徑圖

表二：民國 38~72 年引起台灣各地三次最大風速之颱風及有關資料

	最大風速 KTS	颱風名稱	最低氣壓 (MB)	氣壓趨勢 ($\Delta P/HR$)	最低氣溫 ($^{\circ}C$)	颱風登陸前		颱風登陸日期及時間		路徑
						P _{MIN}	V _{MAX}	DATE	TIME	
台北	060/68 G102	AMY	973.9	-4.4	23.6	955	120	51.9.5	0130	22A
	360/66 G98	ELSIE	976.6	-4.1	24.6	940	110	58.9.26	1630	31A
	100/64 G94	VERA	947.9	-26.5*	24.1	935	100	65.7.31	0930	21A
桃園	300/68 G93	GRACE	982.9	-3.1	24.4	920	120	48.9.3	未登陸	110
	020/67 G85	DINAH	974.9	-16.0	23.9	930	100	45.9.3	0000	22A
	020/67 G83	OPAL	966.4	-10.0	26.0	900	100	51.8.5	1505	21A
新竹	350/70 G102	ELSIE	969.7	-5.4	24.0	940	110	58.9.26	1630	31A
	350/52 G86	BESS	963.8	-3.3	24.0	940	110	60.9.22	1400	21A
	360/63 G72	DINAH	976.3	-3.2	23.3	930	100	45.9.3	0000	22A
清泉崗	340/80 G105	ELSIE	964.2	-6.0	24.2	940	110	58.9.26	1630	31A
	020/47 G70	FLOSSIE	996.1	-1.7	18.2	950	60	58.10.2	未登陸	610
	090/40 G55	NINA	972.9	-3.0	24.0	920	110	64.8.3	0300	22A
台中	360/66 G84	ELSIE	960.4	-8.7	20.4	940	110	56.9.26	1630	31A
	360/50 G70	KIT	963.4	-13.0	23.1	950	110	48.9.29	1320	31A
	360/42 G64	WENDY	965.1	-1.6	23.0	940	110	52.7.16	1540	31A
嘉義	330/46 G68	ELSIE	964.8	-6.0	23.0	940	110	58.9.20	1630	31A
	240/45 G66	AMY	972.1	-1.6	24.0	955	120	51.9.5	0130	22A
	240/40 G67	SHIRLEY	993.1	-0.6	25.0	970	100	49.7.31	1300	22B
台南	090/67 G75	BESS	978.6	-12.5	23.9	960	100	41.11.17	1700	71X
	270/62 G70	AMY	976.4	-4.1	23.1	955	120	51.9.5	0130	22A
	270/56 G70	ELSIE	975.6	-3.7	24.4	940	110	58.9.26	1630	31A
岡山	180/48 G70	JOAN	967.8	-2.8	24.4	920	120	48.8.29	1320	32A
	360/43 G70	THELMA	969.8	-17.6	23.1	960	80	66.7.25	0100	71A
	280/44 G65	ELSIE	977.0	-3.0	22.6	940	110	58.9.26	1630	31A
屏東	130/80 G100	THELMA	970.5	-17.1	23.4	965	80	66.7.25	0100	71A
	340/56 G85	LORNA	976.1	-5.5	24.8	955	105	50.8.24	2220	41A
	270/50 G80	ELSIE	979.3	-1.4	24.0	940	110	58.9.26	1630	31A
宜蘭	300/85 G100	OPAL	941.4	-31.0*	25.2	900	100	51.8.5	1505	21A
	140/92 G100	JOAN	978.4	-2.2	24.0	920	120	48.8.29	1320	32A
	120/85 G92	AMY	974.1	-7.7	25.6	955	120	51.9.5	0130	22A
花蓮	360/88 G115	NINA	921.4	-50.0*	24.0	920	110	64.8.3	0300	22A
	360/46 G109	KIT	954.3	-13.8	24.0	950	110	47.7.2	1519	31A
	320/81 G90	LOUISE	982.9	-10.3	23.9	920	120	48.9.3	1320	22C
台東	010/85 G115	DINAH	1001.0	-4.5	23.0	960	110	54.6.18	1400	61B
	220/85 G98	ANDY	950.0	-6.5	24.0	915	130	71.7.28	2100	41B
	180/51 G78	JOAN	962.8	-4.1	24.4	920	120	48.8.29	1320	32A

經分析表二可知，上述十七個颱風中，以民國五十八年九月二十六日登陸花蓮附近之 Elsie 颱風引起各地之強烈暴風最為顯著，新竹、清泉崗、台中及嘉義等四測站之絕對最大風速紀錄均為其所保持，同時亦造成台北松山、台南、岡山等地之次大及再次大之強風。其次是 Amy 及 Joan 颱風，亦均普遍引起各測站強風。經詳細分析表二可獲得下列要點：

1 各測站所曾測得之最大一小時氣壓下降率，以花蓮於民國六十四年八月二日 Nina 期間之 50 mb 為最多，宜蘭 Opal 期間之 31 mb 為次多，台北松山 Vera 期間之 26.5 mb 為再次多。一般而論，當颱風登陸時，如氣壓下降率大，則風速大。蓋在氣壓迅速下降情況下，顯示該測站接近氣壓梯度極大之颱風中心，或颱風移動迅速使該測站接近颱風中心，故風速極大。例如上述三測站發生極大之氣壓下降率時，依次出現 115 KTS、140 KTS 及 94 KTS 之最大瞬時陣風。但是，氣壓下降率不大情況下，亦都發生強烈大風，尤其以西部地區為然。蓋氣壓下降率小，可能表示颱風移動緩慢，也可能表示颱風趨近於海岸時中心氣壓正在填塞但強度仍大。當然氣流受地形影響而使風速增強也是主要因素，當颱風趨近一地時，除地形外，風速大小主要取決於當時之氣壓梯度，致於等變壓風對實際風之增強與否尚須考量當時等變壓風向與實際風向之異同性。

2 各測站所實測之最低氣壓，以花蓮於 Nina 期間之 921.4 mb 為最低，宜蘭於 Opal 期間所測得之 941.4 mb 為次低，而以台北松山 Vera 過境之 947.9 mb 為再次低。綜觀各地風速與該地最低氣壓兩者間，亦非都有正相關存在，主要看當時氣壓梯度及氣流受地形影響（含弱風區等）而定。

3 颱風期間各地之最低溫度，一般均較平常最低溫度為低，其中以台中於民五十八年九月二十六日 Elsie 颱風期間所測得之 20.4°C 為最低，台南 21.4°C 為次低，岡山之 22.6°C 為再次低。其他大部份測站均介於 23~24°C 之間。所以在颱風期出現較低的溫度是一個相當普遍的現象，下節將進

一步分析研究。

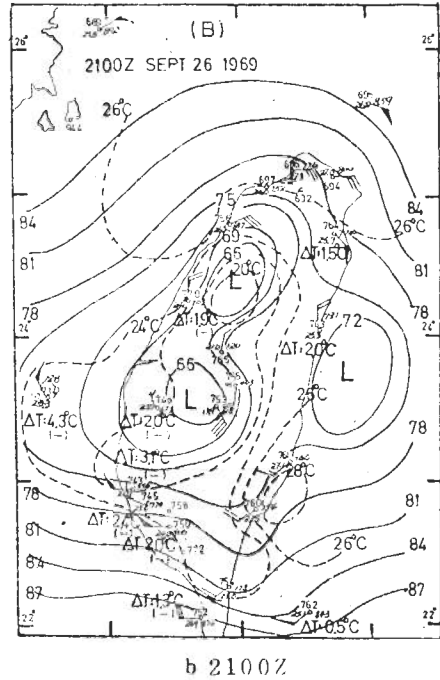
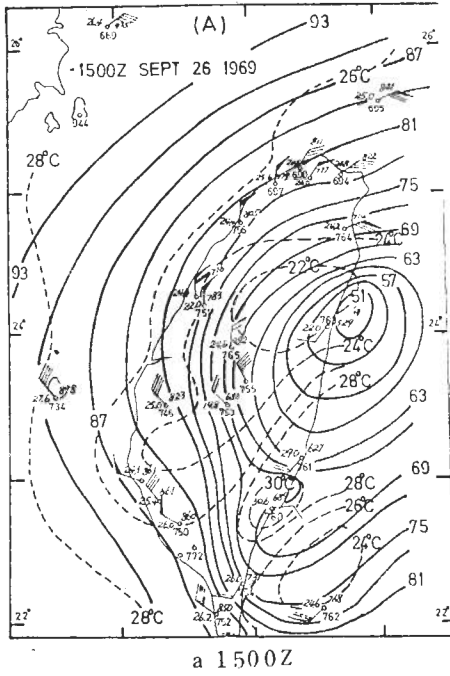
4 當颱風登陸進入西部後，因雷達死角及強度已受影響，很難由雷達測得正確位置，從逐時地面圖分析中，亦很容易與副中心混淆，此時可運用颱風以南各測站之風向改變為依據，以預測最大風速之出現。凡當颱風中心位於測站所在經線以東地區時，西南部地區多吹西北風，當其通過測站所在經線時吹偏西風，當颱風進入測站所在經線以西地區時，風向迅速逆轉為西南風。同時，當颱風進入海峽後，因地形影響，常有向南偏之趨勢。因此，增強了西南部地區的氣壓梯度，颱風環流加上西南氣流受地形影響，乃加強了風速，而出現暴風。

四、颱風侵襲下地面氣溫分析

經對所有颱風侵襲下之溫度加以分析，發現颱風經過一地時，特別是強烈颱風過境，溫度有明顯變化。當颱風接近前，溫度有一短暫之升高現象，然後下降，待颱風中心接近時，一般溫度達最低。待颱風中心移去後，溫度再度回升，此種颱風期間之溫度變化趨勢，晝夜均可發生，白天亦並非由日射影響之日變化所引起。此種溫度升降變化量之大小，每個颱風均不盡相同，其中以民國五十八年九月二十六日在花蓮附近登陸之艾爾西颱風為最顯著，而此颱風為造成台灣各地普遍強風且暴風持續時間很久者。茲分兩方面來探討地面溫度場：

(一) 颱風環流內之氣溫分佈：

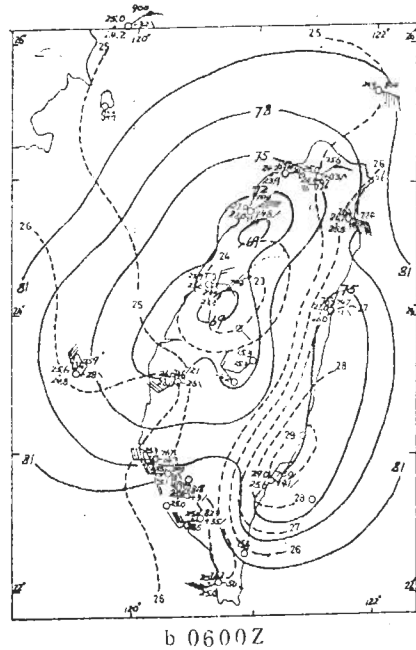
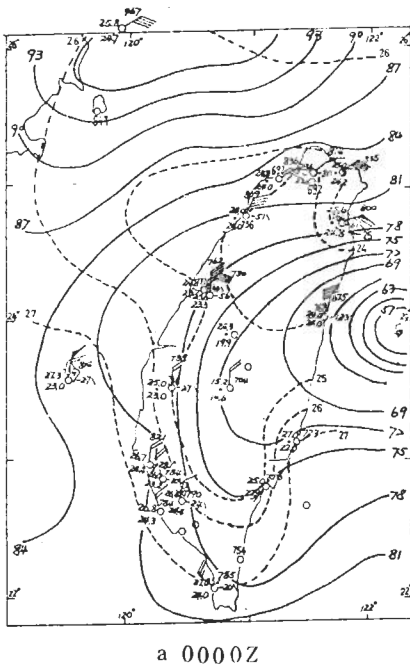
每次颱風侵襲台灣，實作單位均須繪製颱風詳圖，颱風較遠時 3 小時一次，颱風接近台灣及侵襲台灣時，每小時繪一次，圖中均附有地面氣溫，發現所有強烈颱風侵台期間，颱風環流內均伴有較低的溫度場。茲以前面述及的艾爾西及民國五十一年九月五日之愛美颱風為例，即可明顯看出颱風環流之較低溫度分佈現象，詳如圖三 a、b 及圖四 a、b。圖中實線為等壓線，斷線為等溫線。由圖三 a 中之等溫線分佈，發現近颱風中心之低溫區，自花蓮附近向西南延伸至西南部。台東至新港一帶，為一明顯之高溫中心，此係由颱風環流所吹高空西來風，通過山脈後下沉所造成之焚風現象。圖三 b 中



圖三：民國五十八年九月二十六日 Elsie 颱風地面圖

颱風中心位於台中及嘉義以東，低溫分佈與低壓環流頗為一致，在圖中有關測站並附有六小時之溫度變化趨勢。颱風進行方向之前區，即台中（含）以

南之西南部地區，為溫度下降區，而颱風後區，包括花蓮、宜蘭、及北部地區，則為溫度上升區。由圖四 a 及 b 所示之愛美颱風地面圖中，伴隨颱風環



圖四：民國五十一年九月五日 Amy 颱風地面圖

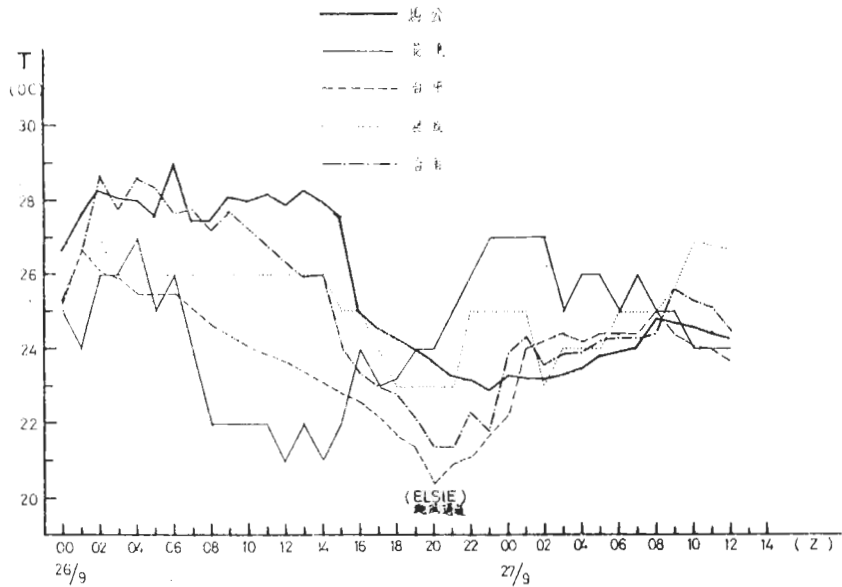
流之低溫現象，亦極為明顯。由此等地面圖資料顯示，自外圍進入中心之暖濕空氣平流極為顯著，颱風環流中由外向內的溫度梯度亦相當明顯。

(二) 颱風過境測站氣溫隨時間之變化：

為進一步明瞭颱風期間各地溫度之隨時間變化，詳細分析了強烈颱風侵襲下之逐時溫度，明顯發現一地氣溫隨颱風趨近與離去所相伴發生之下降與上升變化。圖五為艾爾西颱風期間花蓮、台中、嘉義、台南及馬公五測站之逐時地面氣溫變化。顯而易見，五測站之溫度均有先微升後降而升之變化趨勢，其中以台中之變化趨勢最為顯著。當艾爾西颱風中心離台中最近時，台中出現 20.4°C 之最低溫度。此颱風侵襲台中時，最大恒常風為 66 KTS，

而最大瞬時陣風為 84 KTS，為台中數十年來所僅見。靠近台中的清泉崗，最大瞬時陣風更強達 105 KTS，值得重視。由圖中可知，馬公的最低溫度亦低至 22.9°C，出現於颱風中心接近測站東北方時。值得特別一提的是，當颱風還在花蓮東方海上時，花蓮已出現 22°C 之低溫，馬公與花蓮間有 6°C 之溫度差。還有一個明顯現象是當颱風在台灣東方登陸前，台灣西部的溫度高於東部，颱風在台灣西部時，離颱風愈近溫度愈低，颱風進入海峽後，台灣的溫度高於海峽（馬公）。

分析颱風侵襲下之逐時溫度時，偶而亦可發現降水量不多颱風過境時，颱風眼內溫度突然升高而再迅速下降的現象。



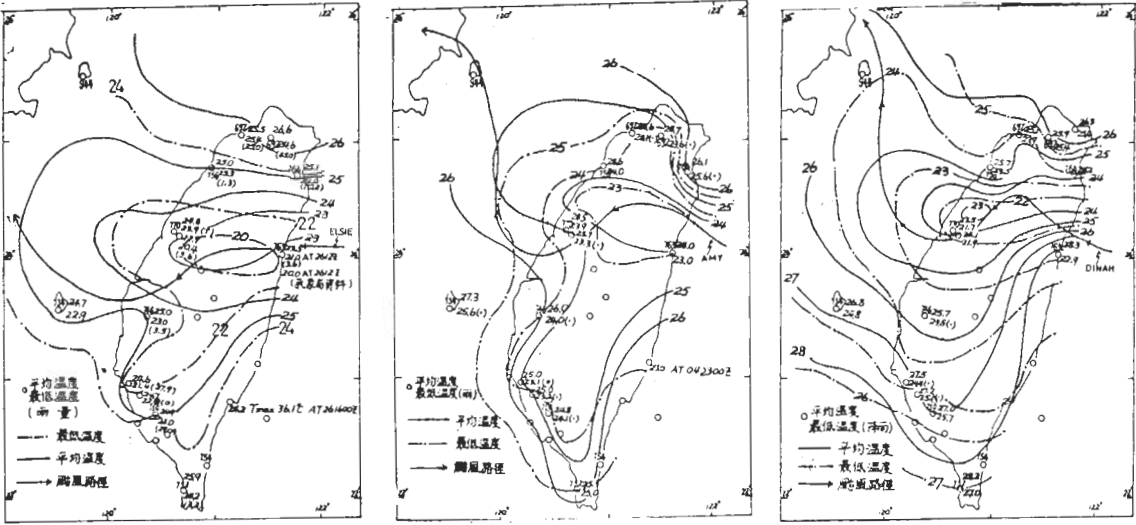
圖五：民國五十八年九月二十六日 Elsie 颱風期間各地之逐時氣溫分佈

五、強烈颱風侵襲下各地暴風與氣溫關係之研討

(一) 暴風與氣溫關係之統計

為了要進一步明瞭颱風侵襲下各地暴風與該地氣溫間之相互關係，乃進行此項統計。統計時將颱風情況下所出現之絕對最大風速，風速等於或大於 34 KTS 及 50 KTS 持續期間，風速等於或大於 34 KTS 之平均溫度，及該次颱風侵襲下之最低溫度

，均經求出。發現颱風期間各地風速大於（含）50 KTS 及 34 KTS 之持續時間，有與該地暴風時內平均溫度成反比之趨勢。同時亦發現，颱風侵襲期間台灣之最低等溫線與平均等溫線分佈頗為一致，而較低的平均等溫線分佈，與颱風路徑極為吻合，圖六 a、b、c 為艾爾西、愛美、及黛納颱風過境時有關最低溫度，風速大於（含）34 KTS 期之平均溫度分佈情形。較低等溫線與颱風路徑一致情形



a : 民國五十八年九月二十六日

Elsie 颱風

b : 民國五十一年九月五日 Amy 颱風

c : 民國四十五年九月三至四日

Dinah 颱風

圖六 颱風期間各地最低溫度及風速 ≥ 34 KTS 之平均溫度 (°C)

頗為明顯。

(二) 強烈颱風侵襲下地面冷心環流之探討

當強烈颱風位於海上時，邊界層內空氣因摩擦而內流，一般內流層可自地表至 3 公里 (Atkinson, 1971)，但大部份內流係發生於近地表 1 公里以內。此種自較高氣壓內流至較低氣壓因膨脹所損耗之可感熱，係由海洋上可感熱之輸送而加以補償。根據 Gray (1974) 所用 Priestly 空氣得自海洋熱量之公式為：

$$H = \rho C_p K_r U (T_o - T_a)$$

式中 ρ 為密度， C_p 為空氣比熱， K_r 為渦動熱交換係數約 2×10^{-3} ， U 為地面風， $T_o - T_a$ 為海面溫度減空氣溫度所得之差。由此式可知，風速愈大及海溫與氣溫差愈大，則空氣所得之熱通量 (heat flux) 愈多。

當颱風登陸後，由於地表摩擦加大及水汽來源大減，致使內流空氣因膨脹損耗熱能無法獲得補償，於是環流內部變冷，溫度遞減率趨於穩定，對流乃被壓制，颱風開始減弱並趨於消失。Gray (1974) 曾利用 1948 ~ 1972 年在美國登陸的 83 個颱風加以分析，其中有 25% 隨後發生龍捲風，由這些颱風的合成平均溫度場顯示，颱風環流內有極明顯的冷心結構，近中心的平均溫度為 20°C。

這些颱風於形成龍捲風之前，強度多已減弱地面風多已減弱至 15 ~ 20 KTS，自地面至 5000 呎却有強烈的垂直風切 (≥ 40 KTS)。那些登陸美國未發生龍捲風的 (75%) 颱風，由其合成平均溫度場顯示，地面仍具有暖心結構。同時，Gray (1984) 根據探空資料，以距颱風中心東、西各 9 ~ 15 個緯度中之平均溫度為標準，求出颱風區之溫度距平分佈，發現太平洋颱風近中心 2 個緯度內，均為負距平。

綜合上面兩節對台灣地區颱風的各項分析，台灣在強烈颱風侵襲下，伴隨環流所出現的低溫現象，極為顯著。由外向內的溫度梯度相當大，並仍能維持颱風相當強度，這是一個極為有趣的問題。此種現象之發生，以筆者之淺見，其原因是：

1 台灣地區小且四面環海，大部份所需水汽可以獲得補充：強烈颱風半徑多在 150 ~ 200 哩間，當颱風登陸台灣後，涵蓋整個台灣及其外圍海洋，可以獲得大部份所需水汽。

2 自地面至高空有優良的綜觀條件：在有明顯冷心環流的颱風侵襲下，各地均伴有強烈而持續性之豪雨現象，顯示雲牆 (wall clouds) 及內旋雲雨帶 (Spiral rainbands) 極端活躍，對流強烈

，高空強烈輻散所構成之烟囪效應極為顯著，使低層空氣因地形摩擦加大內流而不致迅速填塞，強度得以維持。

3 台灣特殊的地理環境：台灣山地多於平地，防洪設施不足，故當強烈颱風侵襲下，豪雨持續發生時，山區雨水下流及加上平地本身之豪雨量，地面大多汪洋一片，碰到海水倒灌時，災情更為嚴重。在強烈颱風氣溫較低情況下，水溫有機會比氣溫高，故亦有可能對颱風環流內（特別是雲層附近）提供些許熱通量，有助於颱風所需能量之維持。

總之，台灣強烈颱風環流內所伴隨之冷心現象，是一個複雜有趣的問題，可能是台灣特殊地理環境下之特有現象，值得進一步多方研究。

六、結 論

一台灣暴風分佈頗受地形影響，不論風速大於34 KTS 或大於50 KTS之暴風，均以台北為最多，而以台灣西南部為最少。

二在過去三十五（1949～1983）年中，造成台灣各測站三次最大暴風之颱風共計十七個，內有十五個均在台灣登陸。當強烈颱風在台灣東部登陸時，因受地形影響，最強風速多發生於中心登陸地點北方雲層所在（距中心約10哩）處。

三當颱風登陸前或趨近一地時，如氣壓在顯著下降，每可引起強烈暴風。但氣壓下降並不顯著情況下，亦可發生強烈暴風。暴風大小主要由氣壓梯度及氣流受地形影響所支配。

四當颱風登陸進入西部後，因雷達死角及強度多受影響，很難由雷達測得中心位置。從逐時地面圖分析中，且很容易與副中心混淆，此時可運用颱風以南各測站之風向改變來判斷。當颱風中心位於測站所在經線以東地區時，西南部地區多吹西北風，當其通過測站所在經線時吹偏西風，當颱風進入測站所在經度以西地區時，風向迅速逆轉為西南風。同時，當颱風進入海峽後，因地形影響，常有向南偏之趨勢。因此，增強了西南部地區的氣壓梯度，颱風環流加上西南氣流受地形影響，乃加強了風速而發生暴風。

五強烈颱風侵襲台灣期間，颱風環流內每伴有較低的地面氣溫、溫度梯度由外向內。此種低溫現象之形成，主要係邊界層空氣因地面摩擦內流進入氣壓很低颱風環流內膨脹冷卻所致。在地面冷心環流下，仍能維持颱風相當強度，可能之原因是：

1 台灣地區範圍小而四周環海，強烈颱風侵台期間，一般其範圍均廣及台灣全區及其四周海域，且颱風中之螺旋狀雲雨帶（Spiral Rainbands），均自颱風外圍旋入，故颱風仍可獲得大部分水汽供應。

2 自地面至上對流層有優良的綜觀環境，即邊界層內流空氣獲得高空適當的外流，維持所謂烟囪效應，使颱風不致迅速填塞。在強烈颱風侵襲下，每有持續性豪雨，特別繞環颱風中心附近外圍為然，顯示雲層中有極強烈對流，高層有強烈輻散，烟囪作用顯著。

3 在台灣山多平地少之特殊地理環境下，兼之防洪設施不足，致颱風豪雨期間，常汪洋一片。此種遍地洪水，頗似淺海，當氣溫不高而風力極強情況下，有可能對雲層附近空氣提供些許熱通量，有助於颱風所需能量之維繫。

4 氣流受台灣地形強迫作用，有助於對流及潛熱之釋放。

六在強烈颱風侵襲下，狂風暴雨，探空作業無法實施，缺乏三度空間資料，致當時颱風垂直熱力結構不詳。伴隨強烈颱風環流之低溫現象，是一個複雜而有興趣的問題，有待進一步之分析研究。

誌 謝

伴隨強烈颱風環流之低溫現象，係在執行行政院國科會「台灣地區暴風之研究」時發現，引起研究此問題之興趣。研究期間常蒙蔡清彥博士、陳泰然博士鼓勵，以及王時鼎學長提供寶貴意見。本文有關插圖，係請俞川心先生繪製，對上述單位及人員，在此一併表示誠懇的謝意。最後，對審查委員之熱心審查更深表感謝。

參考文獻

- 林則銘、曲克恭、俞家忠、王時鼎，1972及1973年：侵襲台灣颱風之風力研究。國科會研究報告。
- 俞家忠、林則銘、曲克恭、王時鼎，1974：台灣破壞性風力之研究。國科會研究報告 NSC-63 M-0202-0501。
- 王時鼎，1980：台灣近海颱風運動及強度預報法。空軍氣象聯隊氣象中心研究報告 018號。
- 蔡清彥，1981：台灣地區之颱風風速分佈。台大天氣科學系研究報告 LO-CIR-03。
- 曲克恭、莊思禮，1975：颱風部份特性之分析研究，氣象預報與分析，64期。
- 曲克恭，1976：台灣地形與颱風環流之分析研究，氣象預報與分析，68期。
- 曲克恭，1977：中央山脈對颱風影響之分析研究。氣象預報與分析，72期。
- YU, C.C., Liu, K.Y., YU, S.S., SHYU, T.Y., 1984: On the strong Wind over Taiwan Area, proceedings of the CCNAA - AIT Joint Seminar on research for multiple hazards mitigation, National Cheng-Kung University.
- Atkinson, G. D., 1971: Forecasters' Guide to Tropical Meteorology, AWS, TR 240.
- Gary, W. M., 1970: A Climatology of Tropical Cyclones and Disturbance of The Western Pacific With A Suggested Theory For Their Genesis / Maintenance. NAVWEARSCHFAC Technical Paper No. 19-17.
- Gray, W. M., 1982: Tropical Cyclone Structure-Outer Region, Recent Advances in Tropical Cyclone Research From Rawinsonde Composite Analysis. Dept. Of Atmospheric Science, Colorado State University.
- Novlan, D.J., Gray, W. M., 1974: Hurricane-spawned Tornadoes, Mon. Wea. Rev., 96.

A Study On The Strong Wind And The Surface Temperature Associated With Typhoon Hitting Over Taiwan

Chia-Chung Yu

Department of Atmospheric Sciences

National Taiwan University

ABSTRACT

Due to the terrain effect, the occurrence of strong wind caused by Typhoon over Taiwan is quite different from station to station. However, sometimes a large variations in wind intensity could be observed at the same stations under the hittings of two typhoons which almost have the same intensity and identical track. In this study, a detailed analysis of the surface temperature associated with Typhoon hitting over Taiwan has been made. It is found that the relatively lower temperature in the surface typhoon circulation is quite evident. The reasons why strong intensity of the typhoons still remain in such a lower surface temperature situation over Taiwan area is also discussed.