

台灣地區颱風所誘發焚風之初步研究

楊之遠
中央氣象局

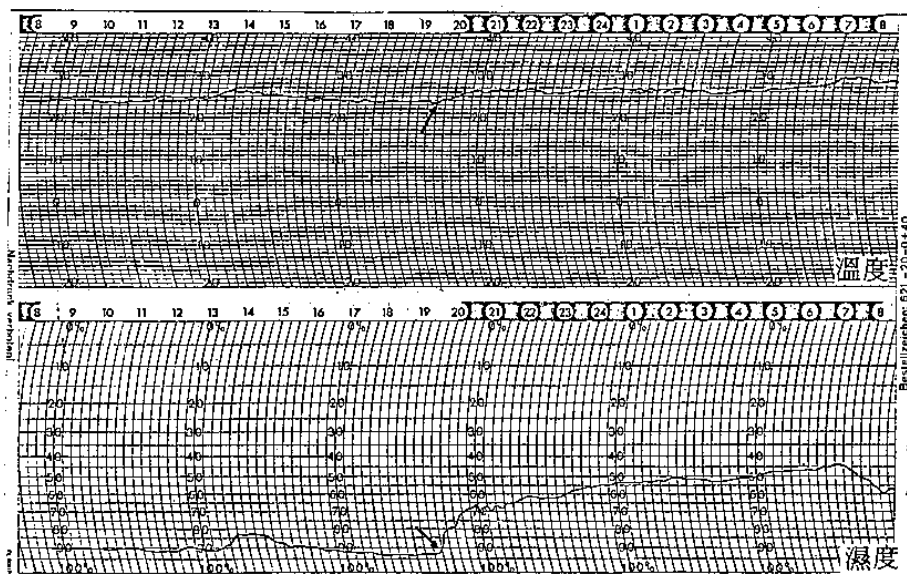
摘 要

本研究根據 1959~1979 年間 66 個侵台颱風資料，發現其環流在台灣地區誘發焚風效應者有 46 個颱風，發生頻率約 69.6%；以中央氣象局之颱風路徑分類法，誘發焚風之颱風以第三類路徑最多，佔總數 38.3%，該路徑颱風常在中央山脈西側、新竹、台中等地誘發焚風，其次為第一類路徑佔 28.2%，誘發焚風地點多為東部之新港、大武等地；57 年 9 月 5 日范迪颱風所誘發之焚風曾使台中測站之氣溫升至 39.5°C，60 年 9 月 22 日之貝絲颱風所誘發之焚風使新港測站之相對濕度低至 27%，均為焚風誘致之最高溫度及最低相對濕度記錄。本研究利用二種焚風指數 (Index of foehn wind) I_{r_1} 、 I_{r_2} 來表示焚風強度，以瞭解各個焚風效應之強度分布，根據一般正常天氣情況下白晝之 $I_{r_1} \leq 0.1$ ，故可以 $I_{r_1} \geq 0.1$ 為界限做定義颱風所誘發焚風效應之參考。

一、前 言

台灣地處亞熱帶，每年夏季均有機會罹受颱風之肆虐，其狹帶之豪雨及強風，往往對本省農作物造成極大之損失，國內氣象學者對於颱風之研究多

偏重於強風之本值及降水預報，但是颱風經過台灣時，受中央山脈山嶺地形之影響，環流常在背風面發生焚風 (foehn)，尤以台東、大武、新港、台中、新竹等地發生頻率較多，此種由於颱風環流誘致之焚風，其增溫及濕度減少程度，對農作物所造



圖一 1981年6月13日艾克颱風在宜蘭誘發焚風，宜蘭氣象測站溫度、濕度自記曲線變化。

成之影響，並未受到重視，同時國內氣象學者對於有關颱風誘發局地焚風現象之研究較為鮮少，僅廖學銓教授（1979）根據6~7個案研究，認為焚風侵入颱風中心後，可誘致颱風強度突然減弱，或改進颱風推進方向。

民國七十年六月十三日艾克颱風經過台灣東北方海面，在宜蘭地區誘發焚風，時值一期水稻孕穗~抽穗期，自十三日下午八點起至十四日清晨五點氣溫由25.6°C上升至27.9°C，相對濕度由93%減至62%（見圖一），僅數小時之乾熱風，導致五結、壯圍等地區水稻發生白穗，受害面積高達7,258公頃，受害程度亦達46%，損失頗鉅。由此可知颱風對於本省之為害不僅為其暴風及豪雨，同時其誘發之局部焚風，亦有可能成為致害原因，作者為進一步瞭解颱風侵台時之焚風現象，乃蒐集歷年（1959~1979）之颱風資料，期冀能找出(1)侵襲路徑及位置與焚風誘發之關係。(2)颱風期間發生焚風時之天氣變化及特徵。(3)焚風之強度比較，以提供做為颱風預報時，有關焚風災害預警之參考，期或能減少農作物之受害損失。

二、使用資料及研究方法

本研究使用中央氣象局1959~1979年各測站之颱風報告，其研究方法如下：

(1) 根據各測站之颱風報告，調查逐時之溫度及濕度變化，以相對濕度低於70%，溫度高於25°C做為界限，凡白天濕度遽降10%（一小時內），溫度遽昇1°C以上，及夜晚濕度降低、溫度升高者，均視為焚風現象。據此本研究發現有46個颱風在各測站誘發96個焚風例案。

(2) 將發生焚風現象之測站資料，記錄其焚風發生時之溫度差、濕度差、風向變化、焚風持續時間。

(3) 將誘發焚風之颱風，標訂誘發焚風時之颱風中心點，所在位置及路徑。

(4) 焚風強度分類以二種焚風指數（Index of foehn） I_r 表示。

$$I_{r1} = \frac{\Delta t}{T_c} + \frac{\Delta h}{H_c}$$

$$I_{r2} = \frac{\Delta T}{T_c} + \frac{\Delta H}{H_c}$$

T_c ：焚風發生時之初始溫度

H_c ：焚風發生時之初始相對濕度

Δt ：焚風開始一小時之溫度變化

Δh ：焚風開始一小時之濕度變化

$\Delta T = T_{max} - T_c$ ，即焚風最大增溫效果

$\Delta H = H_c - H_{min}$ ，即焚風之濕度減少最大程度

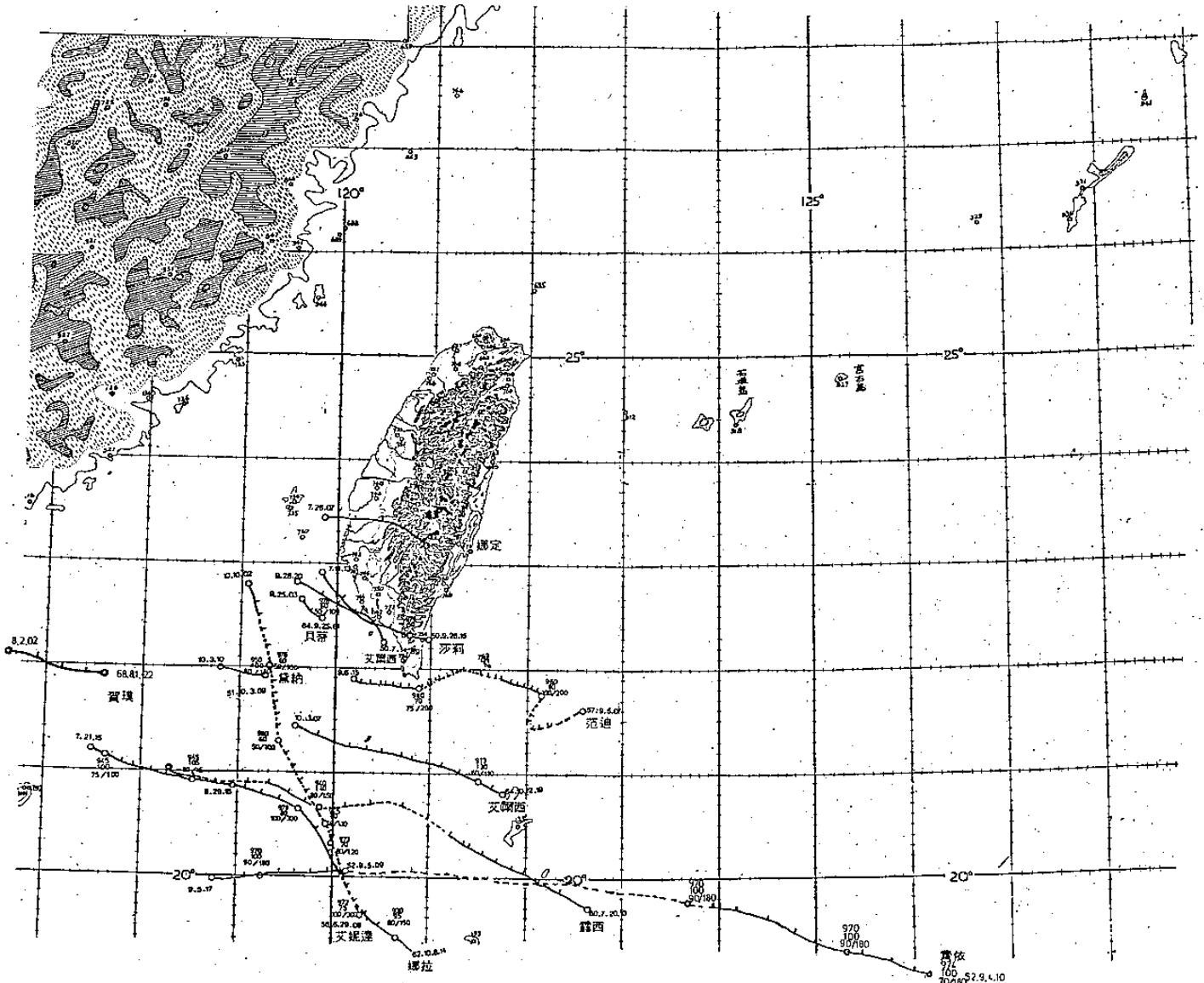
三、結 果

一、颱風侵襲路徑與誘發焚風之關係

在1959~1979年間計有66個侵台颱風，本研究根據各測站之颱風資料，發現有46個侵台颱風曾至少在某一測站誘發焚風，其發生頻率約為69.6%，可見颱風侵襲本省時，在各地誘發焚風之機會相當大，如根據中央氣象局颱風路徑分類方法，則上述誘發焚風之46個颱風路徑，以第三類路徑最多（通過本省南部或附近海面），有14個，佔總數之30.4%，第一類路徑（通過本省北部及附近海面），有13個，佔總數之28.3%，居第二位。第三位則為第二類路徑（通過本省中部）有8個，佔總數之17.4%，第四類路徑（沿東岸或東部海面北上）有5個，佔總數10.9%，居第四位。其次為第六類路徑（經過中南部，再向東北方出海），僅有3次，佔總數6.5%，第七類及第五類路徑最少，分別僅有2次及1次（見表一）。

如將颱風所誘發之焚風地點，以中央山脈東西兩側分類，將其逐時路徑分別予以標訂，則可看出誘發中央山脈西側之台中、新竹、台南等地之焚風，其颱風路徑均為通過本省南部及南方海面，其所在位置甚少超過北緯24°，例如52.9.4日費依颱風當中心眼在北緯20°以南，東經125°以東，其外圍環流即在新竹造成焚風（圖二）。

在中央山脈東側台東、大武、新港、花蓮等地誘發焚風之颱風路徑則分布較廣，一般而言，颱風



圖二 1957~1979年間侵台颱風在台灣西誘發焚風之路徑分布

表一 1959~1979年間誘發焚風之侵台颱風路徑分類

路 徑	發生頻度 (次數)	頻 率 (佔總數%)	焚 風 發 生 地 點
第一類	13	28.2%	台東、大武、新港、花蓮
第二類	8	17.4%	台東、大武、新港、花蓮、新竹
第三類	14	30.4%	新竹、台中、日月潭、淡水
第四類	5	10.9%	台東、大武、宜蘭
第五類	1	2.2%	台南、永康、日月潭
第六類	3	6.5%	大武
第七類	2	4.4%	大武
合 計	46	100%	

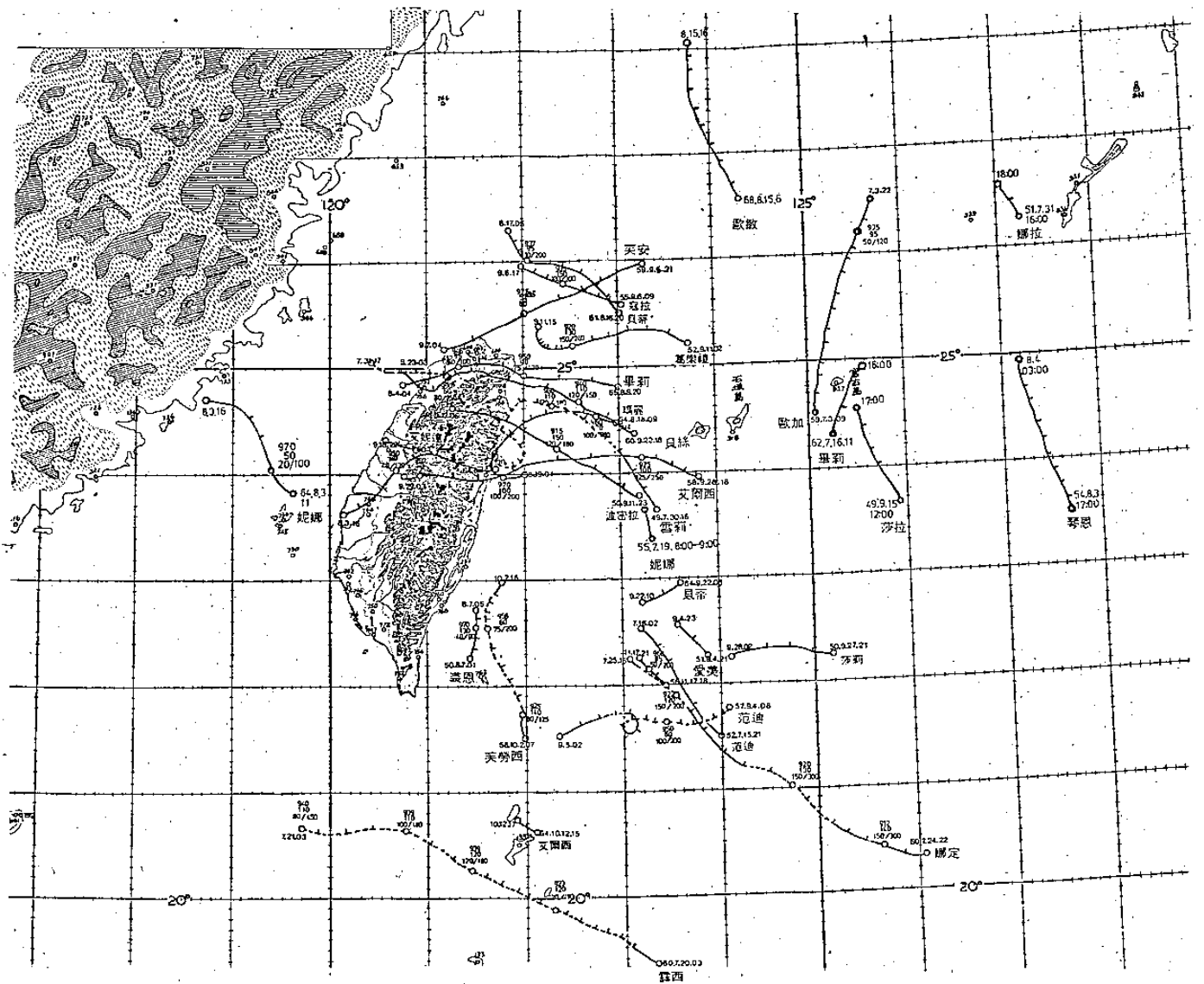
通過本省中部以北之山區或北方、東北方之海面均有可能在東部海岸地區誘發焚風，且其位置甚少超過東經 120° 以西，僅妮娜颱風（64 年 8 月 3 日）例外，同時颱風在臺灣南方如在東經 122° 以東即轉向北方者，亦能在東部造成焚風，否則如繼續通過臺灣南方，可能在中央山脈西部造成焚風（見圖三）。

二、颱風誘致各地發生焚風之特徵：

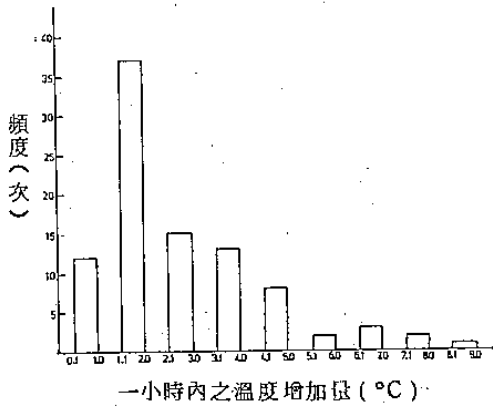
根據（1959～1979）年間各地測站之颱風資料，在焚風發生時，最明顯之特徵為：(1)溫度遽昇，(2)濕度下降，(3)風向轉變，(4)降雨停止，(5)雲量在 6 以上，並以層雲及層積雲較多，(6)風速較為增強。茲分別就(1)~(3)予以說明。

(1) 溫度變化：

焚風發生時，由於壓縮增溫，氣溫會遽然上升，其上升之幅度視焚風之強度而異，通常在夜晚表現的最明顯，（圖四）係本省各地 1959～1979 年間受颱風影響誘發之 96 個焚風個案，最初一小時內溫度差值頻度分布，由圖可知颱風所誘發之焚風，其溫度在一小時內增加 1～2°C 者最多，計發生 37 次，其次為增加 2～3°C，發生約 15 次，3～4°C 約有 13 次，其後隨溫度增加而次數減少，增溫程度最強者在一小時內可達 8.6°C（60 年 9 月 22 日貝絲颱風，新港）其溫度變化曲線見（圖五）。

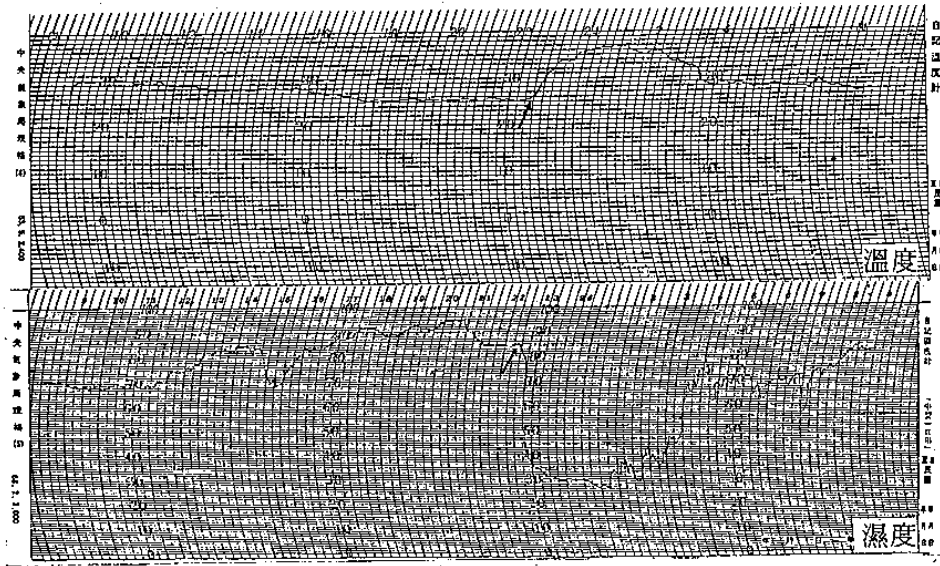


圖三 1959～1979年間侵台颱風在臺灣東部海岸誘發焚風之路徑分布

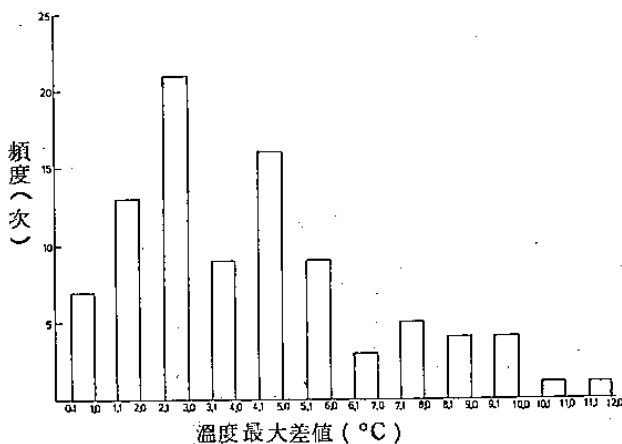


圖四 1959~1979年間侵台颱風誘發之焚風在一小時之增溫效果 ($\Delta t = T_c - T_{c+1}$) 頻度分布

如果焚風持續時間較長，則一小時內之溫度變化，並不能真正表示焚風之增溫效果，如果不考慮時間因素，而以焚風誘發之最高溫度 (T_{max}) 與開始溫度 (T_c) 差值做比較，則各種溫差頻度變化較大，以增溫 $2 \sim 3^\circ\text{C}$ 發生最多，計有 22 次，其次為 $4 \sim 5^\circ\text{C}$ ，有 17 次， $1 \sim 2^\circ\text{C}$ 者有 16 次，溫度增加最多者可達 11.7°C (57 年 9 月 5 日，范迪颱風、台中最高溫度為 39.5°C ，焚風持續時間達 8 小時)，圖六係焚風發生時最高溫度與開始溫度差值頻度分布。



圖五 1971 年 9 月 22 日貝絲颱風在新港誘發焚風，新港氣象測站溫度、濕度自記曲線變化

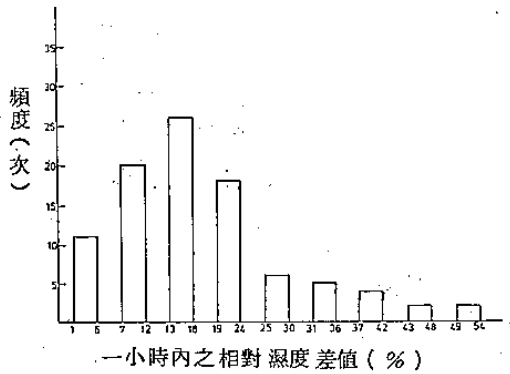


圖六 1959~1979年間侵台颱風誘發之焚風最大增溫效果 ($\Delta T = T_{max} - T_c$) 頻度分布

(2) 濕度變化：

颱風誘發焚風時另一重要特徵，即為濕度迅速下降，其下降之幅度通常要比溫度更為明顯而快速，(圖七)係歷年颱風誘發之焚風最初一小時內之相對濕度差值頻度分布，由圖可知在焚風開始發生一小時內濕度減少 $13 \sim 18\%$ 者最多，有 26 次，其次為減少 $7 \sim 12\%$ ，有 20 次，減少 $19 \sim 24\%$ 者有 18 次；在一小時內相對濕度減少最多者可達 49% (有一次記錄，68 年 8 月 15 日歐敏颱風，台東測站相對濕度由 88% 減至 39%)。

如以焚風發生時之最低相對濕度與開始相對濕度之差值做比較，則其頻度分布以減少 $19 \sim 24\%$



圖七 1959~1979年間侵台颱風誘發之焚風在一小時內相對濕度差值 ($\Delta h = H_c - H_{c+1}$) 頻度分布

最多有 24 次，其次為減少 13~18%，有 17 次，減少 31~36%，有 14 次，減少 49~54% 者亦高達 6 次，見 (圖八)。60 年 9 月 22 日，貝絲颱風在新港誘發之焚風，曾使其相對濕度由 78% 降低至 27%，減少幅度達 51%，為近 20 年台灣各地相對濕度之最低記錄。見 (圖五)。

如比較颱風誘發焚風時之溫度及濕度自記曲線 (圖一)、(圖五)，可看出溫度之變化曲線一般要比濕度變化平緩，而濕度之變化則非常迅速；因此焚風對農作物之影響，濕度之迅速變化，才是導致作物發生傷害之最主要原因，由於相對濕度遽減，植物蒸散作用遽增，加上溫度升高，造成植物快速脫水而枯萎，如持續時間長，則受害程度更嚴重。

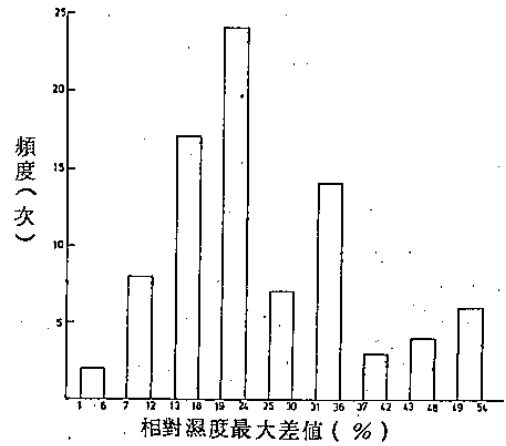
(3) 風向之變化

焚風發生時，另一有趣的現象是風向的變化，表二係中央氣象局主要測站颱風誘發焚風時風向變化。

由表二可知各測站於焚風發生時之風向變化，以台中、大武二地有明顯之特徵，即為由北風系統轉為南風，尤其以大武表現最明顯，在焚風發生時，一定為南風系統，此可能與颱風環流越山後造成副低壓所致，其餘其新竹、花蓮等地風向變化並不明顯。

三、颱風誘發之焚風強度比較

本研究根據 (1959~1979) 年各測站之颱風資料，發現歷次颱風 (46 個) 在各地造成 96



圖八 1959~1979年間侵台颱風誘發之焚風其相對濕度最大差值 ($\Delta H = H_c - H_{min}$) 頻度分布

表二 中央氣象局主要測站颱風誘發焚風時之風向變化

測站名稱	主要風向變化	
	焚風發生前之主要風向	焚風發生時之主要風向
台中	ENE . NW . N	SE . E . SSE . ESE
大武	NNE . W . NE NNW . WNW	SSE . S . SSW
台東	NNE : NE	NNE . NNW . NW SSW . W
花蓮		NE . NNE
新港		NNE : S . SW
新竹		NE . W . SSW

個 (次) 之焚風案例，其增溫及乾燥程度不一，本研究為了將該等焚風做一強度分析，乃同時考慮其增溫及乾燥的程度，利用二種指數 I_{r1} 、 I_{r2} 來表示焚風強度。

$$I_{r1} = \frac{\Delta t}{T_c} + \frac{\Delta h}{H_c}$$

$$I_{r2} = \frac{\Delta T}{T_c} + \frac{\Delta H}{H_c}$$

T_c 、 H_c ：焚風開始時之溫度、濕度

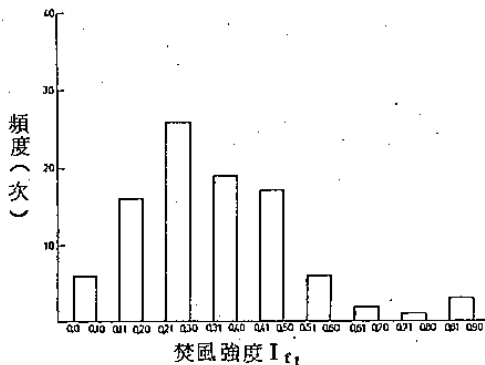
Δt 、 Δh ：為焚風開始一小時內之溫度、濕度變化

ΔT 、 ΔH ：焚風之最大增溫及濕度變化

I_{r1} 表示在焚風發生一小時內之強度變化，在

做焚風強度比較時，由於時間間隔相同，故有相當的意義，但是該指數未能考慮到焚風之持續效果，故 I_{r2} 則不論其持續時間如何，而以其最大之增溫效果及乾燥程度做比較。

圖九為於 1959~1979 年間中央氣象局主要測站受颱風誘發焚風指數 I_{r1} 頻度分布，由圖可知焚風發生一小時內之強度 I_{r1} 以 0.21~0.30 者最多，有 26 次，其次為 0.31~0.40，有 19 次



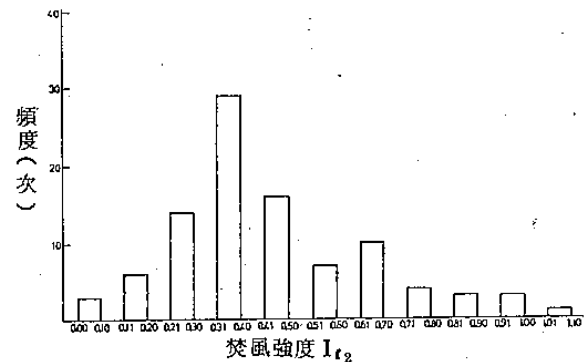
圖九 1959~1979年間侵台颱風誘發焚風開始一小時內強度 ($I_{r1} = \frac{\Delta t}{T_c} + \frac{\Delta h}{H_c}$) 頻度分布

本研究為比較在正常天氣(陰天或晴)情況與焚風發生時，白晝增溫及濕度之變化強度，特在新港、大武、台東、台中、新竹、台南、花蓮等測站各逢機取樣 20~60 個，計算其 I_{r1} ，以瞭解在正常天氣下，各測站在白晝一小時內溫度、濕度變化強度，其結果見表三。

表三 各測站正常天氣時白晝溫度、濕度之變化強度 I_{r1}

測站名稱	正常天氣下 I_{r1} 值(平均)	取樣數	標準偏差
新港	0.075	16	0.0434
大武	0.078	20	0.0579
台東	0.085	43	0.0557
台中	0.091	51	0.0587
新竹	0.11	25	0.0624
台南	0.10	30	0.0480
花蓮	0.09	57	0.0582

，0.41~0.50 發生 17 次，0.11~0.20 發生 16 次，在一小時內變化強度最大可達 0.82 (52 年 9 月 11 日、葛樂禮颱風、新港)。圖十為焚風指數 I_{r2} 頻度分布，各個焚風之最大強度分布以 0.31~0.40 最多有 29 個，0.41~0.50 有 16 個，0.21~0.30 有 14 個，其強度最強者可達 1.03 (60 年 9 月 22 日貝絲颱風，新港)。



圖十 1959~1979年間侵台颱風誘發焚風最大強度 ($I_{r2} = \frac{\Delta T}{T_c} + \frac{\Delta H}{H_c}$) 頻度分布

由表三可知在正常天氣情況下，白晝之 I_{r1} 均小於 0.1 (新竹例外為 0.11)，故如以 $I_{r1} \geq 0.1$ 亦可做為判定是否為焚風發生之依據。

四、討論及結論

焚風係一種局部熱風，發生在暖濕風吹向山嶺，迎風面上升膨脹冷卻，下降時壓縮增熱，最著名者為瑞士阿爾卑斯山之焚風。台灣的中央山脈很高，理論上在背風面有機會發生焚風，台灣之山脈呈南北走向，當台灣東方、或北方海上有低壓或颱風時，南部地方西風由西海岸越過中央山脈，而在東部海岸地區造成焚風，同時颱風通過南方海面時，外圍環流將濕暖空氣由中央山脈東側越過，而在西部地區造成焚風；本研究根據過去近二十年之颱風資料，發現其侵台颱風有 70% 之機會在中央山脈之兩側造成局地焚風，可見颱風侵襲台灣時，焚風發生之機會特高，如果其強度及持續時間較長，對栽培農作物之為害程度亦嚴重，因此吾人對颱風誘

發焚風之現象亦不能輕忽，有許多現象例如各種焚風之類型及焚風強度與高層大氣環流之關係，均值得更進一步研究，茲將本研究簡單結論如后：

(1) 1959~1979年間侵台颱風有66個，誘發焚風者有46個，發生率為69.6%。

(2) 颱風通過台灣南部或南方海面及西部海面，能在中央山脈西側，新竹、台中等地誘發焚風。颱風通過台灣中部、北部、東北部及東方及東北方海面能在東部海岸如台東、大武、新港、花蓮、宜蘭等地誘發焚風。

(3) 同時考慮溫度及濕度之變化，做為焚風強度之指標，則一小時內之變化強度 I_{r_1} ，以0.21~0.30最多，如果考慮溫度及濕度變化最大差值，則 I_{r_2} 以0.31~0.40最多。

(4) 根據各測站正常天氣下白晝之 $I_{r_1} \leq 0.1$ ，故可以 $I_{r_1} \geq 0.1$ 做為焚風發生定義之參考。

五、致 謝

本研究於進行期間承中央氣象局吳局長宗堯，預報測站王時鼎技正，應用氣象組郭文鑠組長，台大陳泰然教授提供寶貴意見，並承農業氣象科潘芝技士，楊綺霞小姐，台大趙忠倫同學協助整理有關資料，始得順利完成，謹此申最高之謝意。

參考文獻

1. J. Grace, E.D. Ford & P.G. Jarvis 1981, plants and their Atmospheric Environment. P. 31~56. Blackwell Scientific publications. Oxford London.
2. J. Grace 1977 : Plant Response to wind Academic press-London New York San Francisco.
3. Shyue-Yih Liao 1979 : Analysis of Typhoon modification in Relation to the Foehn wind over Taiwan. The Bulletin of the institute of Geophysics. National central university, No. 18.
4. 中央氣象局颱風報告，民國四十八年~六十八年。
5. 蔣丙然，1954：台灣氣候誌，P. 147~150. 台灣銀行經濟研究室編印。
6. 戚啓勳，1980：颱風，P. 25，季風出版社，
7. 王時鼎，1980：台灣近海颱風運動及強度預報法。

The Preliminary Study on the Foehn Wind Induced by Typhoon in Taiwan

Chea-Yuan Young
Central Weather Bureau, R.O.C.

Abstract

There are 66 typhoons invaded Taiwan during 1959~1979, the circulation of 46 typhoons had induced foehn wind effect in Taiwan. According to the typhoon tracks classification of C.W.B., the typhoons of third kind track had induced 14 foehn wind in the western district of Taiwan, such as Taichun and Hsinchu, and the typhoons of first kind track induced 13 foehn wind in the east coast districts of Taiwan, such as Tawu and Hsinkang. On Sept. 5, 1968, the typhoon "wendy" increasing the temperature of Taichun to 39.5°C , and on Sept. 22, 1971, the typhoon "Bess" decreasing the relative humidity of Hsinkang to 27%, which are the maximum temperature and minimum relative humidity record in Taiwan, respectively.

The author used two kinds of index to express the intensity of foehn wind effect. ie, I_{t_1} and I_{t_2} . The $I_{t_1} \geq 0.1$ could be used to define the foehn wind effect induced by typhoon.

