

颱風誘發焚風現象及其對農作物之影響

The Foehn Phenomena Induced by Typhoons and The Effects on the Agricultural Crops

郭文鑠 楊之遠

Wen-Shuo Kuo, Chea-Yuan Young

ABSTRACT

In the period from 1959 to 1979, of sixty six typhoons that invaded Taiwan, forty seven induced foehn by accompanying circulation. The frequency of occurrence reached as high as 71%.

According to the typhoon tracks classified by the Central Weather Bureau, the most typhoons, about 31.9%, belong to the third category inducing foehn in the northwest district of Taiwan, such as Taichung and Hsinchu. The rest, about 25.5%, belong to the second category inducing foehn in south-east district, such as Tawu and Hsinkong. In addition to an increase in temperature and a decrease in relative humidity, it is also found that an abrupt increase of wind velocity, change of wind direction and slight drop in pressure are associated with the occurrence of typhoon-induced foehn.

Two indices of foehn, If_1 and If_2 , are introduced and come to a conclusion as follows:

- (1) The Value of If_1 , which is greater than 0.1 may be regarded as the threshold of foehn in about 96% probability, if the diurnal variation is omitted
- (2) The foehn intensity may be divided into three grades during day and night time respectively as shown in the Table 8 and Table 9.

一、前言

臺灣位於颱風路徑之要衝，在颱風季節，每年均有遭受颱風侵襲的機會，其挾帶之豪雨及強風，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的研究多偏重於降水與風力的分析與預報，關於颱風經過臺灣時，受中央山脈山嶺地形的影響，常在背風面誘發之焚風 (foehn) 現象，除廖學鎰教授 (1979)⁽³⁾ 曾發表對臺灣地區焚風因素足以導致颱風強度突然減弱，或改變颱風推進方向的個案研究之外，鮮有論著，尤其是對於農作物的影響。

民國七十年六月十三日艾克颱風經過臺灣北方海面，在宜蘭地區誘發焚風，時值一期水稻孕穗至抽穗期，自十三日下午八點起至十四日清晨六點左右氣溫由 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 7258 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。

為了解臺灣地區颱風誘發之焚風現象，本文應用中央氣象局 1959~1979 年各測站之颱風報告資料，所採方法與步驟如下：

- (1) 根據各測站之颱風報告，調查逐時之溫度及濕度變化，凡在白天一小時內濕度遽降 10 %，溫度遽昇 1°C 以上，及夜晚濕度降低，溫度昇高者，均視為焚風現象*(1)。

*(1)此為作者之主觀決定，因在氣象名詞中，對焚風尚缺確切的定義。

*(2)指颱風中心在臺灣登陸，或經過臺灣近海而導致陸上發生災害者。

表一 民國 48—68 年間在臺灣誘發焚風之侵台颱風

Table 1. The foehn induced by the typhoon which invaded Taiwan during 1959-1969

颱風名稱 Name of typhoon	時間 Time	焚風地點 Location of foehn	路徑 Track	颱風名稱 Name of typhoon	時間 Time	焚風地點 Location of foehn	路徑 Track
艾倫 Ellen	48. 8. 8	新港 ^b	6	艾妮達 Anita	56. 6. 29	淡水 ^b	3
艾瑞絲 Iris	48. 8. 24	臺中 ^b	3	吉達 Gilda	56. 11. 17	臺東 ^b	2
瓊安 Joan	48. 8. 28	新港 ^c	3	范廸 Wendy	57. 9. 4	新港 ^b 臺東 ^b 日月潭 ^b 大武 ^b 臺中 ^b 新竹 ^b	3
莎拉 Sara	48. 9. 15	大武 ^b	4	衛歐拉 Viola	58. 7. 26	花蓮 ^b 臺東 ^b 大武 ^b 恒春 ^b 臺中 ^c	3
雪莉 Shirley	49. 7. 30	花蓮 ^b 新港 ^b 基隆 ^b	1	艾爾西 Elsie	58. 9. 26	臺東 ^a 大武 ^b	2
艾爾西 Elsie	50. 7. 14	臺中 ^b	3	芙勞西 Flossie	58. 10. 2	大武 ^b	6
裘恩 June	50. 8. 7	大武 ^b	2	歐加 Olga	59. 7. 3	宜蘭 ^b 大武 ^b	4
波密拉 Pamela	50. 9. 12	臺東 ^b 大武 ^b	1	芙安 Fran	59. 9. 6	大武 ^b	7
沙莉 Sally	50. 9. 28	新竹 ^c 臺中 ^b 花蓮 ^b 新港 ^b	3	露西 Lucy	60. 7. 21	大武 ^b 臺南 ^b 臺北 ^b 臺中 ^b 新竹 ^b	3
艾瑞絲 Iris	51. 5. 28	大武 ^b	7	娜定 Nadine	60. 7. 25	花蓮 ^b 臺東 ^b 新港 ^b 新竹 ^b 大武 ^b	2
娜拉 Nora	51. 7. 31	大武 ^c	4	娜妮絲 Agnes	60. 9. 18	大武 ^b	2
愛美 Amy	51. 9. 4	新港 ^b	1	貝絲 Bess	60. 9. 22	新港 ^a 檳東 ^b 大武 ^b	1
黛納 Dinah	51. 10. 3	臺中 ^b	3	貝蒂 Betty	61. 8. 16	新港 ^b 臺東 ^b	1
范廸 Wendy	52. 7. 15	新港 ^b 臺東 ^b	1	畢莉 Billie	62. 7. 16	大武 ^b	4
費依 Faye	52. 9. 4	新竹 ^c 臺中 ^b 恒春 ^c	3	娜拉 Nora	62. 10. 8	日月潭 ^b 永康 ^b 臺南 ^b	5
葛樂禮 Gloria	52. 9. 11	臺東 ^b 新北 ^a	1	葛樂禮 Gloria	63. 11. 7	新港 ^b 新竹 ^b	3
裘恩 June	53. 8. 12	恒春 ^b	3	妮娜 Nina	64. 8. 3	臺東 ^b	2
解拉 Carla	54. 6. 4	大武 ^b	4	奧拉 Ora	64. 8. 12	臺東 ^c	2
黛納 Dinah	54. 6. 18	大武 ^b 基隆 ^b	6	貝蒂 Betty	64. 9. 22	饒中 ^b 新港 ^b	3
琴恩 Jean	54. 8. 3	大武 ^c	4	艾爾西 Elsie	64. 10. 12	日月潭 ^b 高雄 ^b 新港 ^b	3
瑪麗 Mary	54. 8. 18	新港 ^b 大武 ^c	1	畢莉 Billie	65. 8. 9	臺東 ^a 新港 ^b 花蓮 ^b	1
妮娜 Nina	55. 7. 19	宜蘭 ^b	1	賀璞 Hope	66. 8. 1	臺中 ^b	3
蒂絲 Tess	55. 8. 16	大武 ^b	1	歐敏 Irving	66. 8. 15	臺東 ^a	4
寇拉 Cora	55. 9. 6	大武 ^b	1				

* 焚風地點右上角之英文字母根據 Ifi 分報之焚風強度 a. b. c 分別表示輕度中度強烈焚風（見表七、八）

(2)表列各測站發生焚風現象時之溫度較差，濕度較差，風向變化及焚風持續時間。

(3)標訂誘發焚風時之颱風中心點所在位置及路徑。

(4)探討誘發焚風時之颱風路徑，及氣象要素變化特徵，進而研討焚風指數 If (Index of Foehn) 探討焚風之開端及其強度分級。

二、颱風侵襲路徑與誘發焚風之關係

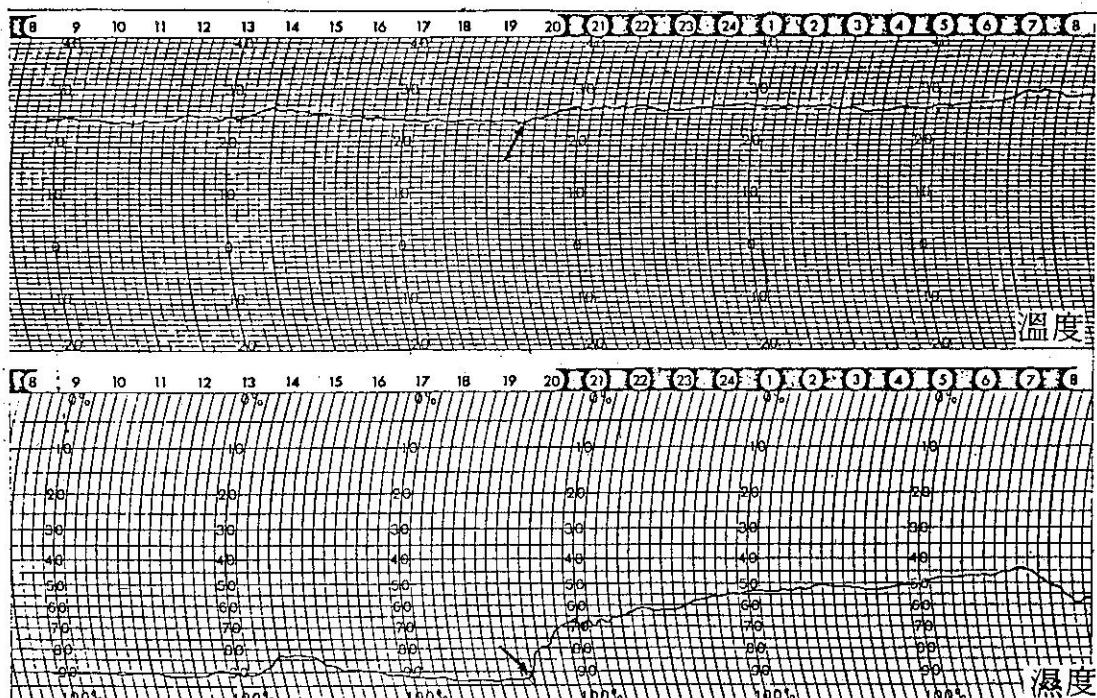
在 1959~1979 年間計有 66 個侵臺颱風*(2)根據各測站之颱風資料，發現有 47 個颱風曾經至少在某一測站誘發焚風，其發生頻率約佔總數 66 個的 71 % (見表一)，從各測站的記錄，可發現這 47 個颱風在各地誘發之焚風，計 96 個案例 (case)，可見颱風侵襲臺灣時，其環流造成焚風之機會是相當高的。如根據中央氣象局颱風路徑分類方法，則上述誘發焚風之 47 個颱風之路徑，以第三類路徑最多 (通過本省南部或附近海面)，有 15 個，佔總數 31.9%。第一類路徑 (通過本省北部及附近海面)，有 12 個，佔總數 25.5%，居第二位。第三位則為第二類路徑 (通過本省中部) 及第四類路徑 (沿東岸或東部海面北上) 各有 7 個，分別佔總

數 14.9%。第四位為第六類路徑 (通過中南部，再向東北方出海)，僅有 3 次，佔總數 6.4%。第七類路徑 (怪異路徑) 及第五類路徑 (沿西岸或臺灣海峽北上) 最少，分別僅有 2 次及 1 次。(見表二)

表二、1959~1979 年間誘發焚風之侵臺颱風路徑分類

Table 2. The tracks classification of the typhoons-induced foehn in Taiwan during 1959~1979

路徑 tracks	發生頻次 frequency	佔總數 百分比 %	焚風發生地點 location of foehn
第一類 1st Category	12	25.5%	臺東、大武、新港、花蓮
第二類 2nd Category	7	14.9%	臺東、大武、新港、花蓮、新竹
第三類 3rd Category	15	31.9%	新竹、臺中、日月潭、淡水
第四類 4th Category	7	14.9%	臺東、大武、宜蘭
第五類 5th Category	1	2.1%	臺南、永康、日月潭
第六類 6th Category	3	6.4%	大武
第七類 7th Category	2	4.3%	大武
合計 Total	47	100%	



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。

Fig. 1 The circulations of typhoon "Ike" induced foehn in Ilan, figure shows the variation of temperature and relative humidity at Ilan station in June 13, 1981. Arrow indicates the foehn began at 17:45.

如將颱風所誘發之焚風地點，以中央山脈東西兩側來區分，將其逐時路徑分別予以標訂，則可看出在中央山脈西側之臺中、新竹、臺南等地，誘發焚風之颱風路徑，均為通過臺灣南部及南方海面，颱風中心所在位置甚少超過北緯24度（見圖二）。

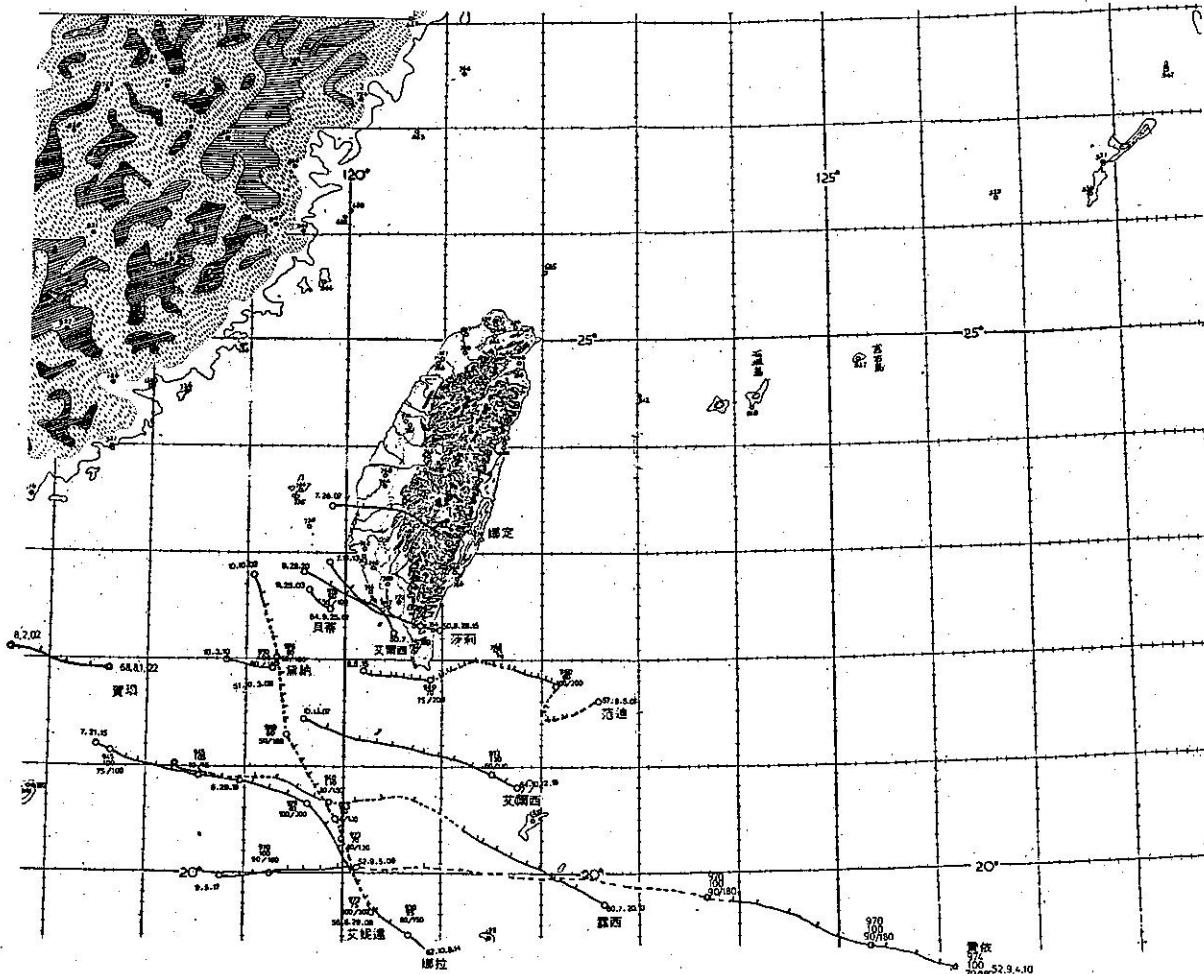
在中央山脈東側臺東、大武、新港、花蓮或宜蘭等地，誘發焚風之颱風路徑，則分布較廣，一般而言，颱風中心通過臺灣中部以北地區，或其鄰近海面，以及颱風中心經過臺灣東部海面，甚少超過東經 120 度以西，僅妮娜颱風（64 年 8 月 3 日）例外，同時颱風在臺灣南方如在東經 122 度以東，即轉向東北方者，亦能在東部造成焚風，否則如繼續通過臺灣南方，可能在中央山脈西部造成焚風（見圖三）。

三、颱風誘發焚風時之氣象要素 變化特徵

根據 1959~1979 年間各地測站之颶風資料，在焚風發生時，最明顯的氣象要素變化特徵計有(1)溫度劇昇(2)相對濕度遽降(3)風向轉變(4)風速增加(5)氣壓降低，茲分別予以說明：

(1) 溫度變化：

焚風發生時，由於壓縮增溫，氣溫會驟然上升，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。圖四係臺灣各地 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異值之頻次分布，由圖可見颱風所誘發之焚風，其溫度在一小時內增加 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ 者最多，發生



圖二 1959~1979 年間侵臺颱風在臺灣西部誘發焚風之路經分析
 Fig. 2 The trucks distribution of typhoons which induced foehn in the west of Taiwan during 1959-79

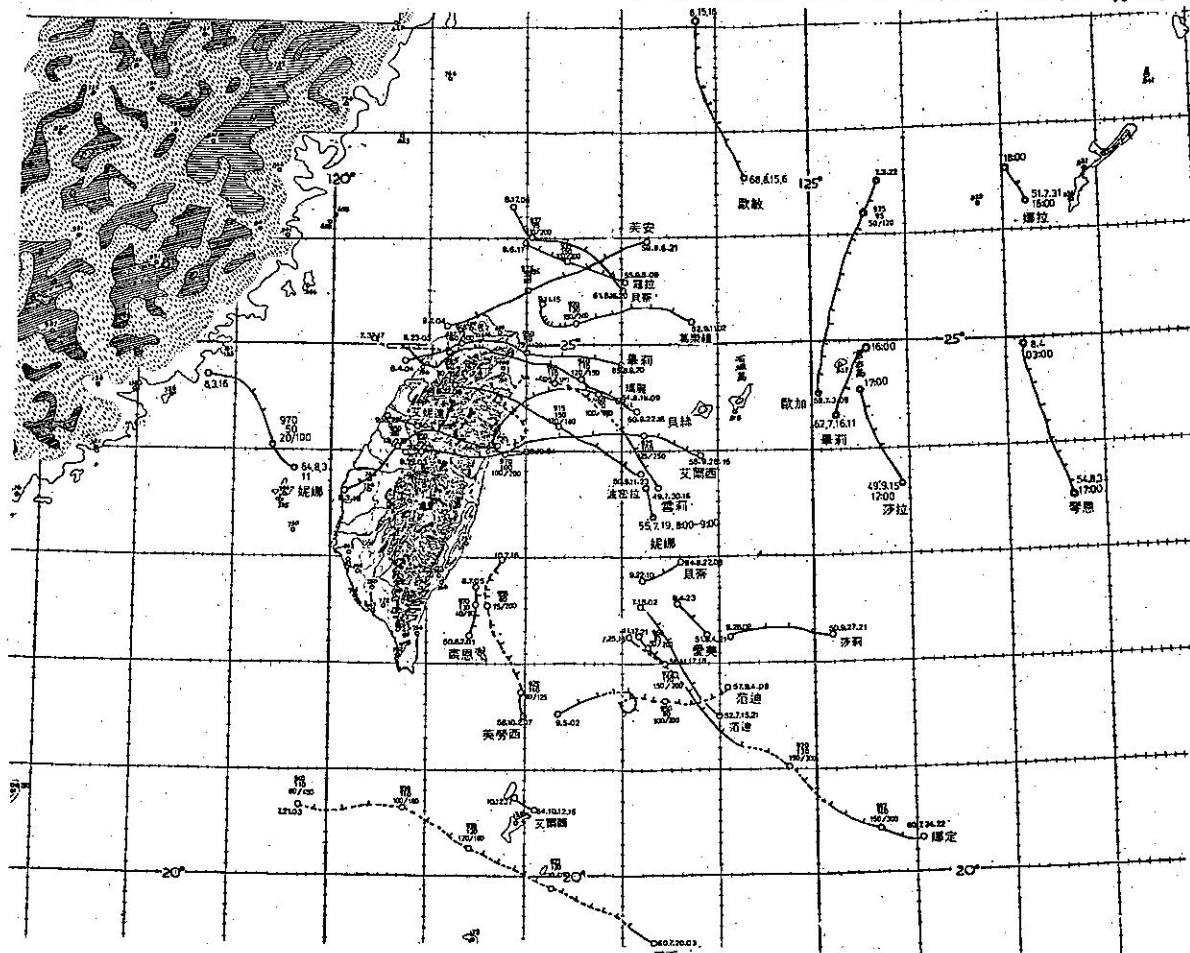
37次，其次為增加 $2\sim3^{\circ}\text{C}$ ，發生約15次， $3\sim4^{\circ}\text{C}$ 者約有13次，其後隨溫度增加而次數減少，增溫程度最強者在一小時內可達 8.6°C （60年9月22日貝絲颱風，新港），其溫度變化曲線如圖五。

圖六係1959~1979年間侵臺颱風誘發之焚風期間，最高溫度與開始溫度差異值之頻次分布。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最大增強程度，如果不考慮時間因素，而以焚風期間之最高溫度（T_{max}）與開始溫度（T_c）差異值做比較，則各種溫度頻次變化較大，以增溫 $2\sim3^{\circ}\text{C}$ 發生最多，計有22次，其次為 $4\sim5^{\circ}\text{C}$ 有17次， $1\sim2^{\circ}\text{C}$ 者有16次，溫度增加最多者可達 11.7°C （57年9月5日范廸颱風，臺中，最高溫度為 39.5°C ，焚風持續時間達8小時）。

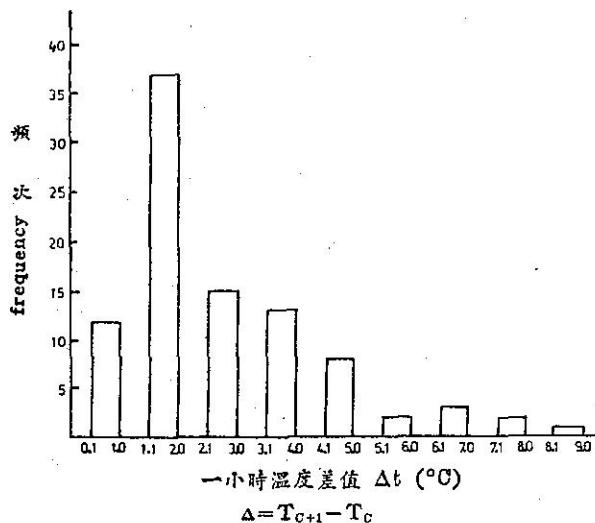
(2) 濕度變化：

颱風誘發焚風時，另一重要特徵，即為降雨停止，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1959~1979年間颱風誘發焚風最初一小時內之相對濕度差異值之頻次分布，由圖七可知在焚風開始發生一小時內溫度減少13~18%者最多，有26次，其次為減少7~12%有20次，減少19~24%者有18次，在一小時內相對濕度減少最多者可達49%（68年8月15日歐敏颱風，臺東測站相對濕度由88%減至39%，見圖八）。

由圖九可見，如以焚風發生以後之最低相對濕度與開始時之相對濕度之差異值做比較，則其頻次分布以減少19~24%最多，有24次，其次為減少13~18%，有17次，減少31~36%，有14



圖三 1959~1979年間侵臺颱風在臺灣東部海岸誘發焚風之路經分析
Fig. 3. The tracks distribution of typhoons which induced foehn in the east coast of Taiwan during 1959-79



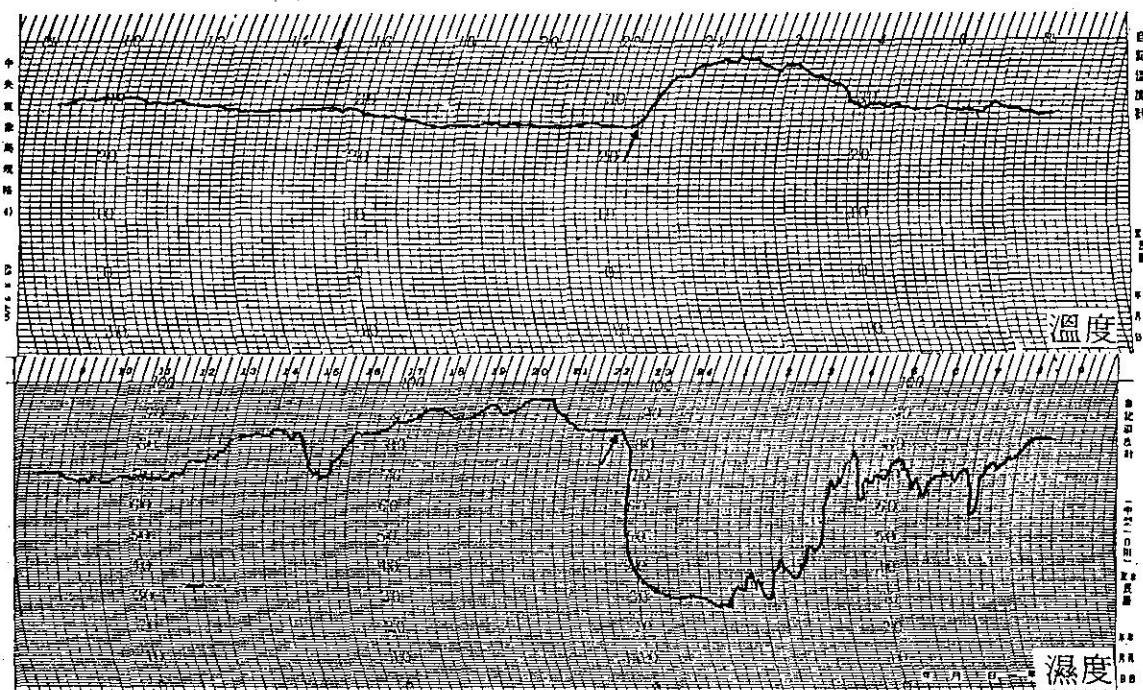
圖四 1959-1979 年間侵臺颱風誘發發之焚風在一小時內之增溫效果 ($\Delta t = T_{c+1} - T_c$) 頻度分布

Fig. 4 The frequency distribution of Δt , the 1st hour temperature increment caused the typhoon-induced foehn during 1959-79. Δt is defined as the difference between the commerce temperature T_c and the temperature at the following hour T_{c+1} . $\Delta t = T_{c+1} - T_c$.

次，減少 49~54 %者亦達 6 次。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% 降至 27%，減少幅度達 51%，為近 20 年臺灣地區相對濕度最低記錄（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），可見溫度之變化，一般要比濕度變化平緩，惟後者變化非常迅速，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，風速增強，造成植物快速脫水而枯萎，如持續時間延長，則受害程度更嚴重。

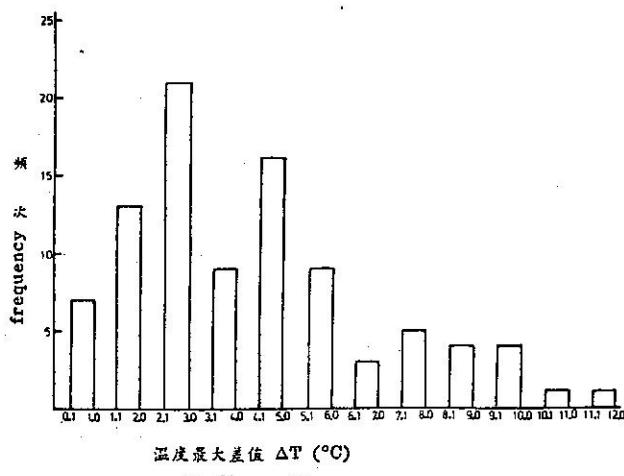
(3) 風向與風速之變化

焚風發生時，另一有趣的現象是風的變化，風速增加，同時風向變化。圖十係 68 年 8 月 15 日歐敏颱風在臺東測站誘發焚風時風向風速自記曲線記錄。由圖八可知該焚風之增溫於 15 日清晨 5 時開始。由圖十亦可看出在清晨 1~3 時為東北風，在焚風發生前有一陣風向不定，係變化時刻，但在 5 時焚風發生時，風向驟變為西北風，同時由於在山岳背風面形成下沉氣流（downdraft），風速由 2~3 公尺／秒增加到 15~17 公尺／秒。



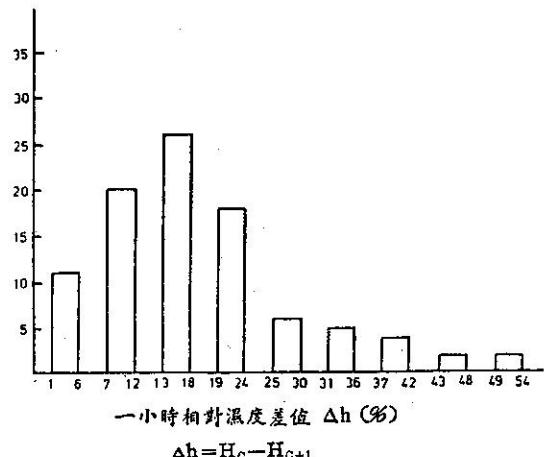
圖五 1971 年 9 月 22 日貝絲颱風在新港誘發焚風，新港氣象測站溫度、濕度自記曲線變化。

Fig. 5 The circulation of typhoon "Bess" induced foehn at Hsinkang Station, figure shows the curve variation of temperature and relative humidity of Hsinkang Station on Sept. 22, 1971. Arrow indicates the foehn beginning at 22:45L.



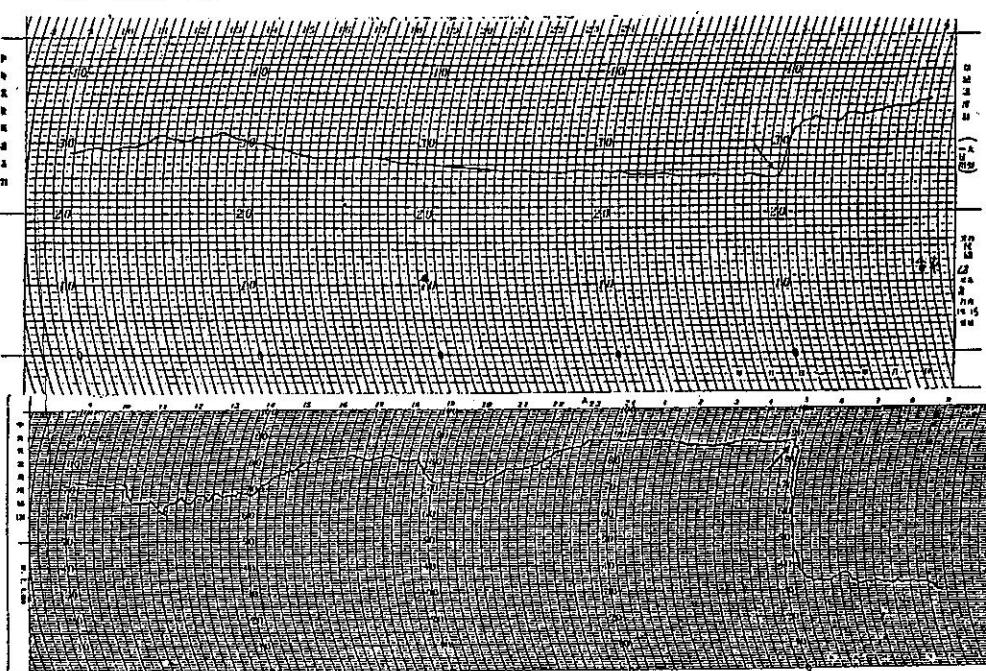
圖六 1959-79 年間侵臺颱風誘發之焚風最大增溫效果
 $\Delta T = T_{\max} - T_c$ 頻次分布

Fig. 6 The frequency distribution of the maximum temperature increment caused by the typhoon-induced foehn, the maximum temperature increment ΔT is shown as the difference between the maximum temperature T_{\max} and the commence temperature T_c .
 $\Delta T = T_{\max} - T_c$.



圖七 1959-79 年間侵臺焚風誘發之焚風在一小時內相對濕度差與值 ($\Delta h = H_c - H_{c+1}$) 頻次分布

Fig. 7 the frequency distribution of the relative humidity drop Δh caused by typhoon-induced foehn in the 1st. hour during 1959-79, the relative humidity drop Δh is shown as the difference between commence relative humidity H_c and the next hour H_{c+1} . $\Delta h = H_c - H_{c+1}$.



圖八 民國 68 年 8 月 15 日歐敏颱風在臺東誘發焚風，臺東測站溫度、相對濕度自設曲線變化。
Fig. 8 Typhoon "Irving" induced foehn in Taitung on Aug. 15, 1979, figure shows the curve variation of temperature and relative humidity of Taitung Station. Arrow indicates the foehn began at 17:00L.

一般而言，各測站於焚風發生時之風向變化，以臺中、大武二地有明顯之特徵，即為由北風系統轉為南風系統，尤其以大武表現最明顯，在焚風發生時，一定變成南風系統，此可能由於颱風環流越山後，在大武東南方造成副低壓所致，其餘如新竹、花蓮等地之風向變化由於測站之地形位置影響並不明顯（見表三）。

表三 中央氣象局主要測站颱風誘發焚風時之主要風向變化

Table 3. The change of the prevailing wind direction of the C. W. B. main stations associated with the foehn occurrence induced by typhoon

測站名稱 stations	主要風向變化 (the prevailing wind direction change)	焚風發生前之主要風向 before foehn occurrence	焚風發生時之主要風向 after foehn occurrence
臺中 Taichung	ENE, NW, N	SE, E, SSE, ESE	
大武 Tawu	NNE, W, NE, NNW WNW	SSE, S, SSW	
臺東 Taitung	NNE, NE	NNE, NNW, NN, SSW, W	

(4) 氣壓變化

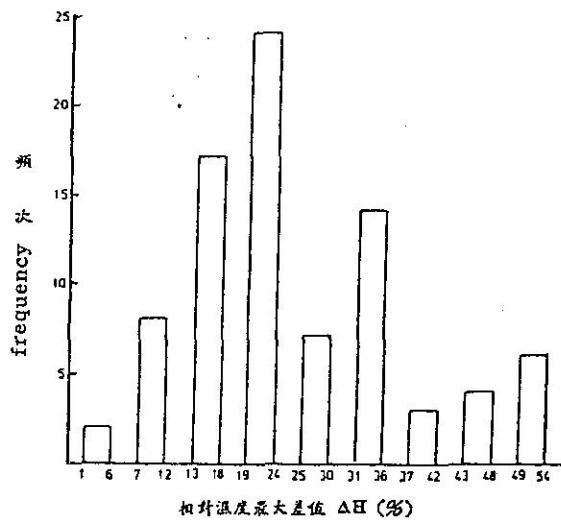
在颱風誘發焚風之地區，當地的氣壓亦會下降，同時其氣壓通常亦較周圍附近測站為低。表四係57年9月5日范廸颱風在臺中誘發焚風時各測站之溫度、濕度、氣壓之分布。可見當時臺中的氣壓較之花蓮、嘉義要低 10 mb。表五係68年8月15日歐敏颱風在臺東誘發焚風時各測站之溫度、濕度、氣壓之分布。亦可發現當時臺東測站之氣壓要比高雄、臺南等地要低 8mb。此種因焚風導致氣壓降低之現象，可能係由於溫度上升；抑或係由於氣流越山之機械作用 (mechanical effect) 所產生背風槽效應或副中心之結果，尚待進一步之研究。

四、颱風誘發焚風之開端及其強度探討

歷次颱風誘發焚風時，氣象要素變化不同。為便於探討這些焚風現象的開端及其強度，茲就增溫與乾燥程序二項，擬訂焚風指數 If (Index of Foehn) 如下：

$$If_1 = \frac{\Delta t}{T_c} + \frac{\Delta h}{H_c}$$

$$If_2 = \frac{\Delta T}{T_c} + \frac{\Delta H}{H_c}$$



圖九 1959~79 年間侵臺颱風誘發之焚風其相對濕度最大差異值 ($\Delta H = H_c - H_{min}$) 頻次分布

Fig. 9 The frequency distribution of the maximum relative humidity drop caused by the typhoon-induced foehn, the maximum drop of relative humidity ΔH is defined as the difference between commence relative humidity ΔH and the minimum relative humidity H_{min} . $\Delta H = H_c - H_{min}$.

T_c ：焚風開始時之溫度

H_c ：焚風開始時之濕度

$\Delta t = T_{c+1} - T_c$ ：焚風開始一小時內之溫度差

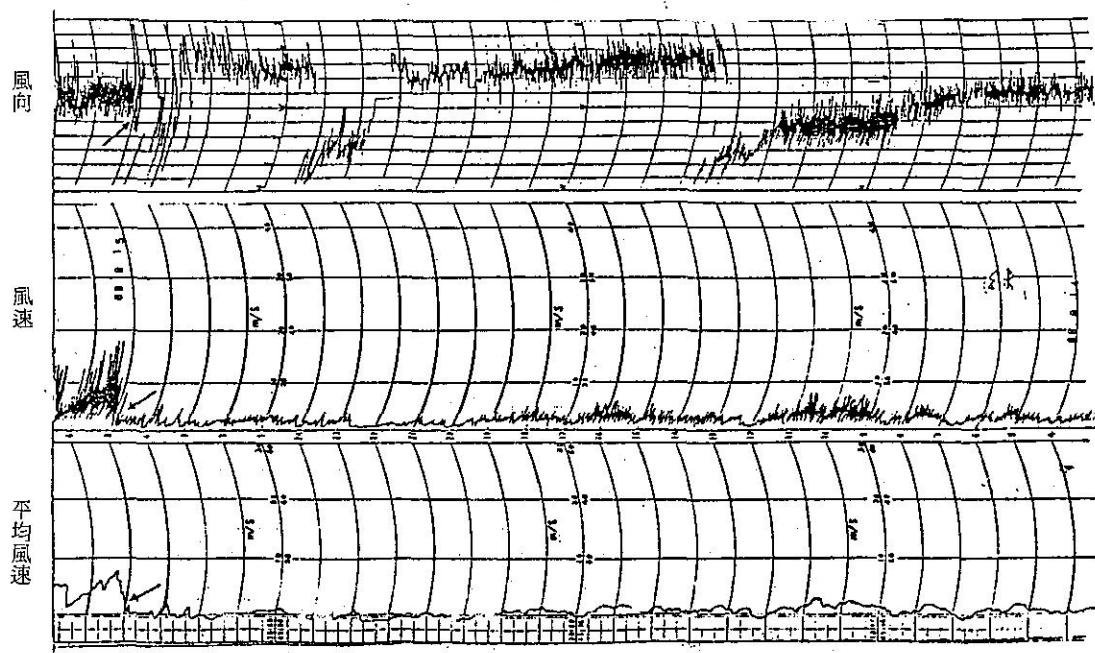
$\Delta h = H_c - H_{c+1}$ ：焚風開始一小時內之濕度差

$\Delta T = T_{max} - T_c$ ：焚風期間之最大溫度差

$\Delta H = H_c - H_{min}$ ：焚風期間之最大濕度差

顯然可知 If 值是與焚風強度成正比的。

根據 1959~1979 年，47 個颱風在臺灣各地誘發 96 個（次）之焚風案例記錄，分別計算 If₁ 值。圖十一係 1959~1979 年二十一年間侵臺颱風在臺灣各地誘發焚風第一小時內 If₁ 之頻次分布，由圖可見 If₁ 介於 0.21~0.30 之頻次最高，達 26 次，佔 27 %。至於 If₁ 最小值，除有少數 4 % 小於 0.1 (48 年 8 月瓊安，If₁ 為 0.0034，54 年 8 月琴恩 If₁ 為 0.0729，57 年 9 月范廸，If₁ 為 0.0766) 之外，96 % 案例中，If₁ 均大於 0.1。假如不考慮溫度之日變化 (diurnal variation)，吾人可以指出，If₁>0.1 時，接近焚風之開端 (threshold) 或臨界值，其機率約為 96 %，亦可用以判斷焚風是否發生之參考。



圖十 民國 68 年 8 月 15 日 17:00 時，歐敏颱風在臺東誘發焚風時，臺東測站風向。
Fig. 10 Typhoon "Irving" induced foehn in Taitung on Aug. 15, 1979, figure shows the variation of wind speed and wind direction of Taitung Station. Arrow indicates wind direction changing from NE to NW, and the wind speed increasing abruptly as the foehn began at 17:00L.

表五 68年8月15日11:00時，歐敏颱風因在臺東誘發焚風，各地測站之溫度，濕度，氣壓比較

表四 79年5月5日13:00時，范迪颱風在臺中誘發焚風，各地測站之測站之溫度，濕度，氣壓比較

Table 4. Typhoon "Wendy" induced foehn in Taichung Sept. 5, 1968, the comparision of temperature, humidity and pressure among stations at 13:00.

測 站 Stations	溫 度 Temperature (°C)	相 對 濕 度 Relatwe humidity(%)	氣 壓 Pressive (mb)
臺 中 Taichung	36.9	45	992.4
花 蓮 Hualien	25.8	92	1002.1
嘉 義 Chiayi	29.6	84	1002.0
新 竹 Hsinchun	32.3	59	997.2
臺 南 Tainan	28.6	86	993.8
臺 北 Taipei	31.6	03	1001.4
宜 蘭 Ilan	29.4	86	1003.1

Table 5. The distribution of temperature humidity and pressure among main stations at 11:00, August 15, 1979, when Typhoon "Irving" induced foehn in Taitung

測 站 Stations	溫 度 Temperature (°C)	相 對 濕 度 relotive humid (%)	氣 壓 Pressure (mb)
臺 東 Taitung	37.1	34	987
大 武 Tawu	32.0	60	990.8
新 港 Hsinkang	28.6	89	987.8
恒 春 Heng-chun	28.3	94	995.0
臺 中 Taichung	26.4	97	994.5
高 雄 Kaohsiung	30.2	89	995.0
臺 南 Tainan	31.2	82	995.5
花 蓮 Hua-lien	27.8	79	988.0

由於夜間無日射因素，增溫及降濕現象易於確定，故探討焚風強度實按晝夜* 分別討論。在各測站 96 個焚風案例中，45 個發生在白晝，51 個發生在夜晚。表六係颱風分別在夜間與晝間誘發焚風時，不同 If_1 之頻次統計。

* 0600~2000 為白晝，2000~0600 為夜晚。

表六 颱風於夜間及晝間誘發焚風時不同 If_1 之頻次

Table 6. The frequency of typhoon-inducing foehn index If_1 in daytime and nighttime

發生時間 time	夜間 nightime	晝間 daytime
If_1 值		
0.0~0.09	4	2
0.1~0.19	8	8
0.2~0.29	14	12
0.3~0.39	10	9
0.4~0.49	9	8
0.5~0.59	2	4
0.6~0.69	2	0
0.7~0.79	1	0
0.8~0.89	1	2
合計 Total	51	45

根據 If_1 值之綜合比較，將發生於夜晚及發生於白晝的焚風的強度分為三段，見表七與表八。實際上，焚風之強度尚需考慮多種因素，諸如增溫之最大程度，焚風之持續時間，風力變化等，牽涉甚多，尚有待進一步作深入研究。

表七 夜間焚風之強度分級

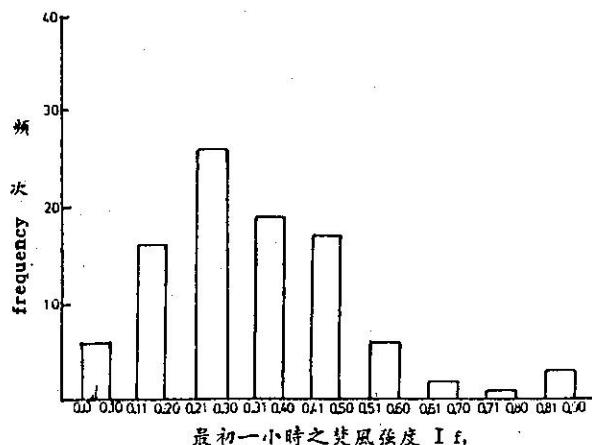
Table 7. The classification of foehn intensity induced by typhoon in nighttime

焚風強度分級 classification of foehn intensity	輕度 Light	中度 Moderate	強烈 Strong
If_1 之範圍 range of If_1	<0.09	$0.10\sim0.49$	>0.50

表八 晝間焚風之強度分級

Table 8. The classification of foehn intensity induced by typhoon in daytime

焚風強度分級 classification of foehn intensity	輕度 Light	中度 Moderate	強烈 Strong
If_1 之範圍 range of If_1	$0.1\sim0.19$	$0.2\sim0.59$	>0.60

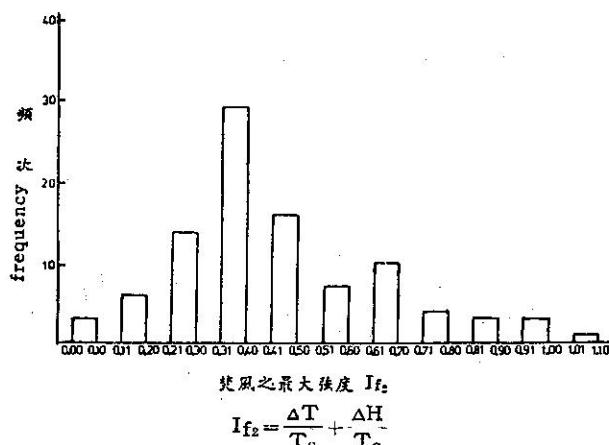


圖十一 1957-79 年間侵臺颱風誘發焚風開始一小時內

強度 ($If_1 = \frac{\Delta t}{T_c} + \frac{\Delta h}{H_c}$) 頻次分布

Fig. 11 The frequency distribution of typhoon-induced Index If_1 in Taiwan during 1957-79. If shows the commence foehn intensity during the 1st. hour.

$If_1 = \frac{\Delta t}{T_c} + \frac{\Delta h}{H_c}$ where $\Delta t, \Delta h, T_c, H_c$ were defined as in figs. 4,7.



圖十二 1959-79 年間侵臺颱風誘發焚風最大強度

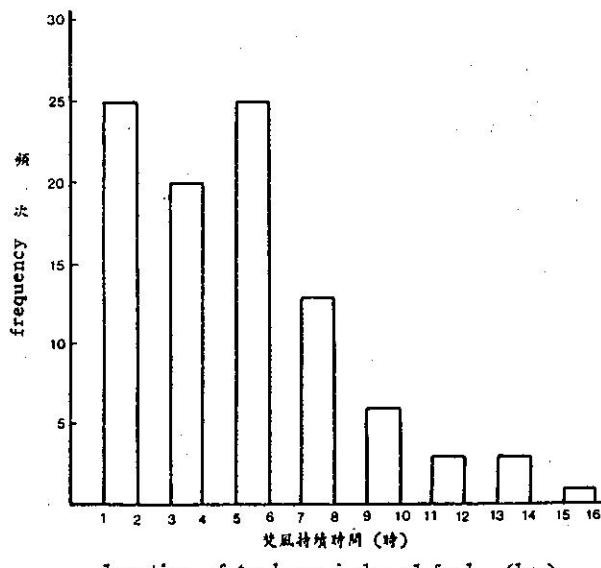
($If_2 = \frac{\Delta T}{T_c} + \frac{\Delta H}{H_c}$) 頻次分布

Fig. 12 The frequency distribution of typhoon-induced foehn index If_2 in Taiwan during 1959-79. $If_2 = \frac{\Delta T}{T_c} + \frac{\Delta H}{H_c}$, which shows the maximum foehn intensity.

$\Delta T, \Delta H, T_c, H_c$ were defined as figs. 6,8.

圖十二係 If_2 之頻次分布，以 If_2 介於 0.31~0.40 之頻次最多，達 29 次，佔 30 %。最大值達 1.03 (60年9月22日貝絲颱風)。

有關焚風之持續時間視颱風路徑及其環流範圍而異，一般言之，焚風持續時間愈長，強度愈大。在 1959~1979 年間侵臺颱風誘發焚風之持續時間，以 1~2 小時及 5~6 小時之頻次最多，各達 25 次，3~4 小時者達 20 次。持續時間最長者達 15~16 小時(60年7月20日露西颱風，新竹) 見圖十三。



圖十三 1959~79 年間侵臺颱風誘發焚風持續時間之頻次分布

Fig. 13 The frequency distribution of duration of typhoon-induced foehn during 1959~79.

五、討 論

侵臺颱風在臺灣地區誘發焚風之頻率高達 71%，最重要之原因係由於臺灣山系為南北走向，中央山脈之山脊均高達 3000 公尺以上，當颱風環流挾帶豐富之水汽，沿山脈迎風坡上升時，溫度按直減率 (lapse rate) 約為 $0.6^{\circ}\text{C}/100$ 公尺，逐漸降低，實際水汽壓因溫度下降而漸趨飽和，到達舉升凝結高度 (L. C. L)，水汽凝結降雨，釋出潛熱，減溫率變小，按飽和絕熱直減率 (saturation-

adiabatic lapse rate) 約為 $0.5^{\circ}\text{C}/100$ 公尺遞減。當環流越過中央山脈以後下沉時，由於空氣水汽已釋，氣溫按乾絕熱直減率 (約為 $1^{\circ}\text{C}/100$ 公尺) 絶熱增溫，溫度驟增而相對濕度隨之劇減形成焚風。臺灣東部地區山勢較為陡峭，高度皆超過 500 公尺，因此東海岸地區如大武、臺東等之焚風較為明顯，發生頻次亦較多，同時發生區域範圍亦較廣。

70 年 6 月 13 日艾克颱風通過臺灣東北部海面，在宜蘭誘發焚風，時逢該地區之水稻 (晚稻) 臺南六號抽穗期，僅 5~6 小時之乾熱風，使得數千公頃之稻田發生白穗而無法收穫，損失近億元，為近年來最嚴重之焚風災害，以往在南投、新竹、臺東地區之農作物雖偶有焚風災害，但其受害面積不大，亦未引起人們重視。吾人深信如果正在生殖生長 (開花) 之農作物，一旦遭遇此種突然發生之乾熱風，由於濕度及溫度之劇烈變化，同時伴以風速增強，開花或授粉均會受到嚴重影響，如程度嚴重者，亦可能造成脫水枯萎。因此，農業氣象預報人員今後對於颱風動態，不但要對於風速及降雨加以注意，亦同時須對其誘發焚風之機會及地點加以考慮，及時提供農業有關單位參考，俾對此種乾熱風之來臨採取預防措施，以減少焚風災害之損失。

六、結 論

- 1959~1979 年間侵臺颱風有 66 個，在臺灣地區誘發焚風者，有 47 個，發生頻率達 71 %。
- 颱風中心通過臺灣南部或南方及西部海面時，能在中央山脈西側，新竹、臺中等地誘發焚風。颱風中心通過臺灣中部、北部、東北部及東方、東北方海面時，能在東部海岸如臺東、大武、新港、花蓮、宜蘭等地誘發焚風。
- 利用溫度與相對濕度兩項參考數，厘訂焚風指數 If_1 與 If_2 ，據以研討焚風之開端及其強度。
 - 如不考慮日變化， $If_1 > 0.1$ 時，極近焚風之開端，其機率約為 96 %。
 - 焚風強度按白晝與夜晚時間分別分為三級，見表八與表九。

參 考 文 獻

1. Grace, J., E. D. Ford & P. G. Jarvis 1981. Plants and their Atmospheric Environment P 31~56. Blackwell Scientific publication oxford London.
2. Grace, J. 1977. Plant Response to wind Academic press. London New Yock San francisco
3. Shyue-Yih Lias 1979. Analysis of typhoon modification in Relation to the Foehn wind over Taiwan the Bulletin of the institute of Geophysico National Central university No. 18.
4. 中央氣象局颱風報告，民國48年～68年。
5. 蔣丙然 1954. 臺灣氣候誌 P 147~150. 臺灣銀行經濟研究室編印。
6. 戚啓勳 1980. 颱風 P25 季風出版社
7. 王時鼎 1980. 臺灣近海颱風運動及強度預報法。

誌 謝

本研究進行期間承中央氣象局吳局長宗堯多方鼓勵，預報測站王技正時鼎提供有關颱風資料，臺大陳泰然教授提供寶貴意見，農業氣象科潘芝、楊綺霞小姐協助整理資料始得順利完成，謹申最高之謝意。

保 密 防 諜 ·

人 人 有 責 ·

匪 諜 自 首 ·

既 往 不 究 ·