

1996.3.15 台東地區焚風現象初步探討

李紀恩 鄭哲聖 林得恩

空軍氣象中心

摘 要

焚風現象的產生，除了溫度、濕度在短時間內有驟變外，並經常伴有風速增強、氣壓驟降；對農作物的生長有程度上的影響，不容忽視。本文特選取 1996 年 3 月 15 日，發生在台東、豐年地區的焚風現象，針對所獲得的氣象資料發現：

1. 非絕熱效應加上地形效應及下沉氣流的熱力效應，都是造就東部地區焚風現象的重要機制。

2. 焚風現象產生時，一般在其背風坡處常有副低壓中心建立；而此副低壓中心也是一個新的高溫中心。

3. 東部地區要產生焚風現象，Froude 數要在 0.5 或以上，才有可能。

一、前言：

焚風 (Föhn) 一字源自阿爾卑斯山 (從德文 fohn 變化過來的)，因該處發生的機會特別多；1943 年 1 月 15 日北美洛磯山的東側，在短短的兩分鐘內溫度由原先的 -20°C 驟升至 7°C ；由於焚風既乾又熱，當它流經背風山坡時，融解大量的雪，造成山洪爆發，氾濫成災。

1970 年 Vergeiner 與 Lilly 就提出超臨界氣流理論來詮釋焚風形成的現象。Scorer 與 Killebrath (1959)、Barn (1967) 更藉由實際觀測印證：大振幅的背風坡會導致焚風產生。Beran 和 Gleen 更於 1968 年提出：背風下沉氣流的混合作用，導致減低夜間輻射冷卻率。Atkinson (1981) 也敘述：在乾燥空氣塊自山頂受重力作用下沉，由於壓縮作用，空

氣塊循乾絕熱率增溫，造成背風坡焚風現象。洪、胡 (1989) 剖析水汽的加入，更助益背山焚風發展，且持續性及範圍都變大。林、鄭 (1996) 也提出：迎風坡水汽凝結及大環境系統影響下，基本流的強度可視局部地形而改變。

本文特選取 1996 年 3 月 15 日發生在台東地區的焚風現象，針對所獲得的各項氣象要素來探討焚風發生的物理機制，期能對焚風現象有初步原則性的瞭解。

二、研究分析：

(一) 焚風現象發生時之氣象要素變化特徵：

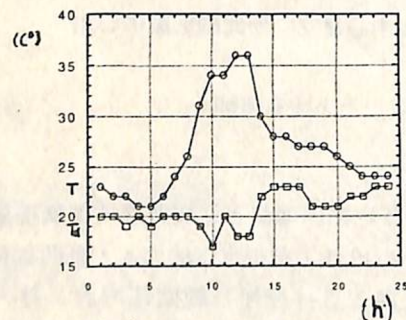
焚風秉性是一種乾熱的下坡風，由於濕度及溫度在短時間驟變，並經常性伴有風速增強現象，對農作物生長有絕對性的影響；嚴重甚至造成脫水枯萎。如果不幸，持續時間延長，

則受害程度將更嚴重。

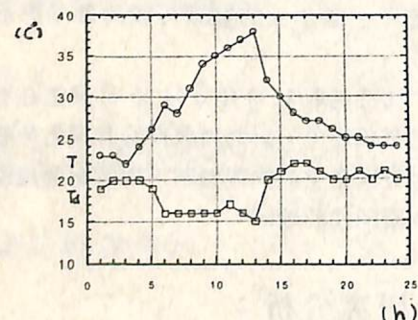
1996 年 3 月 15 日上午 9 時起，台東、豐年地區就出現這種乾熱的下坡風現象，雖然前後只維持五、六個小時；但對農作物的影響，卻有直接程度上的損失。在焚風發生時，最明顯的氣象要素變化特徵有溫度劇升、相對濕度遽降、風速增強，氣壓降低以及風向上的轉變等，以下分別敘述說明之：

1. 溫度劇升：

焚風發生時，由於壓縮增溫，氣溫會驟然上升，此乃焚風最明顯的特徵之一。由圖一、圖二知：台東在 3 月 15 日上午 9 時起，溫度由原先的 26°C 突升至 31°C，後甚至增至 36°C 的高溫；豐年由原先的 28°C，在短短五、六個小時，驟增至 38°C。



圖一、台東 1996.3.15. 溫度露點曲線圖



圖二、豐年 1996.3.15. 溫度露點曲線圖

2. 相對濕度遽降：

焚風現象產生時，濕度迅速下降；甚而下降之幅度比溫度變化更為明顯。也因為如此，再加上植物蒸散作用及溫度上升、風速增強，造成植物快速脫水而枯萎；所以，相對濕度遽

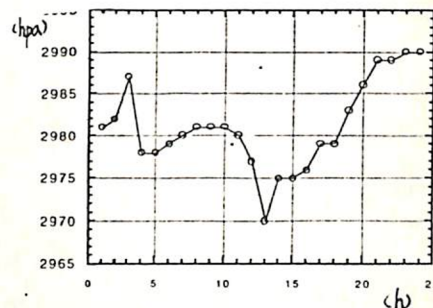
降，才是焚風導致農作物發生傷害的最主要因子。以 1996 年 3 月 15 日為例，吾人可以由圖一、圖二中，清楚看到：台東、豐年地區，自上午八、九時起，相對濕度遽降，在中午十一時前後達最高，以後逐漸恢復正常。

3. 風速增強：

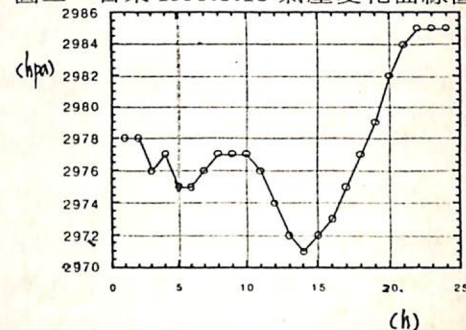
焚風發生時，風速上的變化是很微妙的。以台東為例，3 月 15 日風速由原先的 3 至 5 哩/時，增加到 15 至 20 哩/時；豐年地區也有類似變化。俟焚風現象消失，風速也漸趨原先初始風場。

4. 氣壓降低：

由圖三、圖四，吾人亦可發現，當焚風現象產生時，氣壓會在短時間內下降，且數值亦較附近測站來的低。以本次研究報告的時間來看：台東、豐年的氣壓值比同時段花蓮、恆春測站都要低 10hpa 或以上。



圖三、台東 1996.3.15 氣壓變化曲線圖



圖四、豐年 1996.3.15 氣壓變化曲線圖

5. 風向上的轉變：

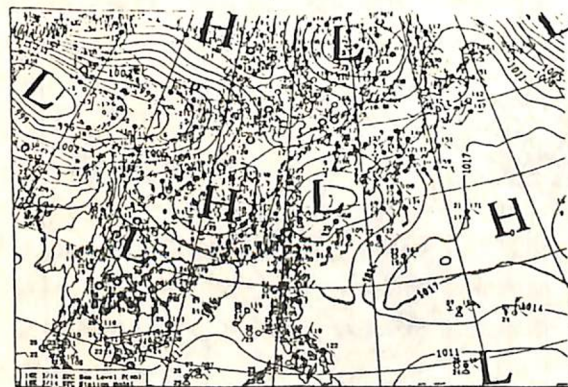
焚風發生之際，另一個有趣現象就是風向上的改變。1996 年 3 月 15 日，台東地區清晨 5

點前大都是微弱的東北風，到了六點以後，風向先是不定，然後驟轉為西風或西南風；等到焚風現象結束後，又轉為東北風。且在焚風發生這段期間，風速也有明顯增加的趨勢。

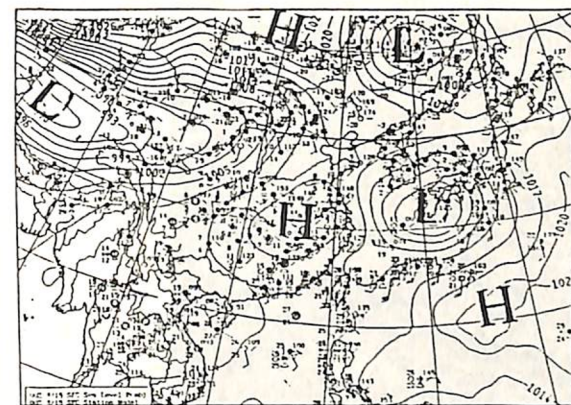
(二) 資料蒐集與討論：

由於本省中央山脈阻擋之故；就流場分析而言，地形是非常重要考量的因素。也因為如此，受山脈地形影響的阻擋流 (Blocked Flow) 以及因受熱之日中變化而轉為非阻擋流 (Unblocked Flow)，在氣流爬坡與下坡之熱力強迫效應 (Thermal Forcing Effects) 就扮演相當關鍵的角色。山脈背風坡所生成的副低壓中心，就和下沉氣流之熱力效應有非常大的關聯。由於此副低壓中心的建立，也使得原先系統在結構上發生完全不同的變化；一般而言，此副低壓中心也就是因焚風而造成之新熱力中心。

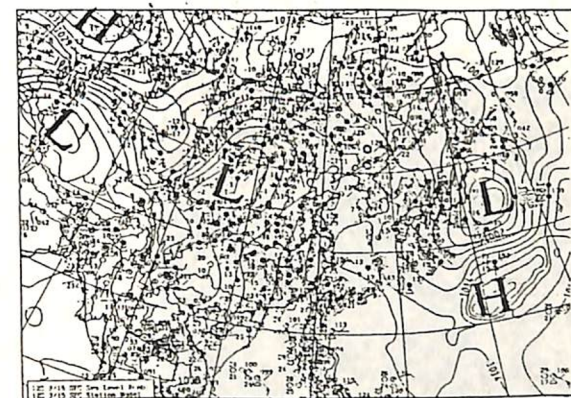
從圖五至圖七天氣地面圖中，我們只能粗略地觀察到：本省北部上空正有一低壓系統快速通過，北部及東北部屬裂間密雲；而由圖八至圖十衛星雲圖中，也只能研判北部外海上空的確存在不穩定雲系發展中，但結構並不是非常完整且移速相當快。



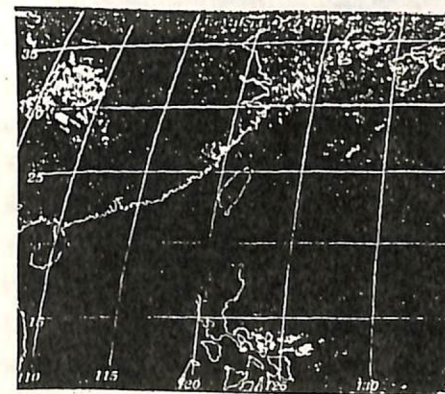
圖五、1996.3.14.18Z 地面圖。



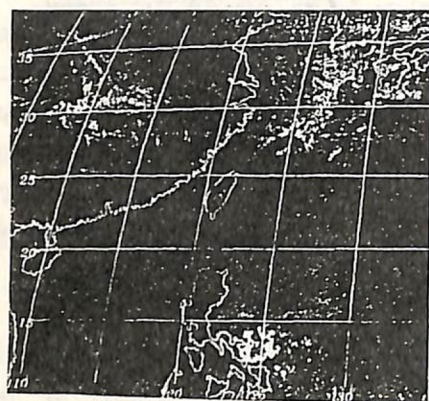
圖六 1996.3.15.00Z 地面圖



圖七、1996.3.15.06Z 地面圖



圖八、1996.3.14.18Z 衛星雲圖

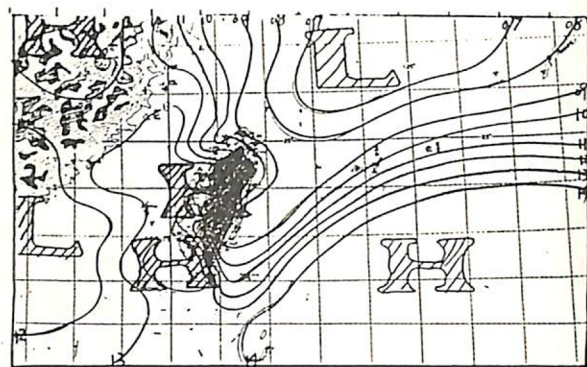


圖九 .1996.3.14.00E 衛星雲圖

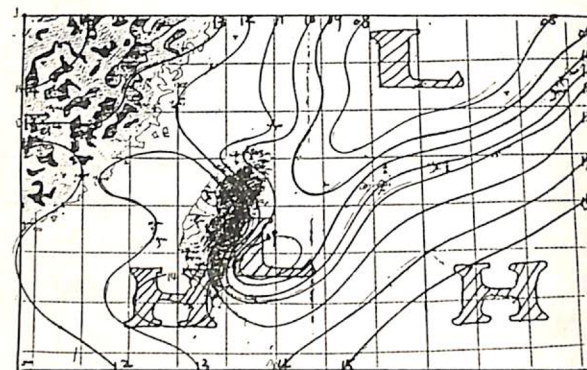


圖十 .1996.3.15.06Z 衛星雲圖

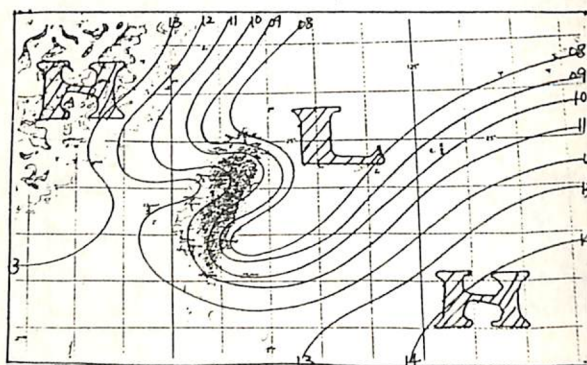
但是，如果我們透過 AAXX 資料，以 1hpa 為單位來加以分析，則可以清楚看到：在 1996.3.15. 當天上午自十時開始，氣旋式的環流在台灣北部、東北部及東部始終環繞著；在十一時，於東部產生一個副低壓中心，而相對地；在西南部則存在一個高壓中心，而彼此有著明顯的氣壓梯度。主要就是氣流過山下沉氣流之熱力效應所誘發的現象，它也是一個新的高溫中心所在；自十二時以後，環流逐漸消散，系統慢慢向東北移出。（見圖十一至圖十三所示）



圖十一 .1996.3.15.02Z 地面圖。



圖十二 .1996.3.15.03Z 地面圖。



圖十三 .1996.3.15.04Z 地面圖。

由於山脈的遮蔽效應（Sheltering Effects）所造成的尾流區（Wake Zone），又因白天短波輻射增溫之非絕熱效應，更加強了焚風現象與熱力性低壓生成，有時甚至導引出海、陸風環流效應出來；這是非常值得我們去深入探討的話題。

一般而言，氣流可越山，Froude 數最少都要在 0.5 或以上。由於各山區高度不一，經統計資料顯示：在東部地區發生焚風現象，也多在 0.5 以上。以本次報告來看，3 月 15 日中午 12 時，台東的風向為南南西風，風速為 20 哩/時，台東山脈高度估算為 2000 公尺，則計算 Froude 數：

$$\text{Froude Number } [Fr] = U/NH$$

其中 N 為 Brunt - Vaisalla 頻率，一般略為 $0.01S^{-9}$

$$\text{則，} Fr \approx 0.5$$

因此，氣流應可越山，也符合焚風產生之必要條件。同樣的情況，我們也可以用來估算 3 月 14 日（前一天）與 3 月 16 日（後一天）的 Froude 數。我們發現：3 月 14 日平均風速為 10 哩/時，3 月 16 日則為 12 哩/時；我們不難求出在 3 月 14 日，Froude 數約為 0.25；3 月 16 日，Froude 數約為 0.3。都在 0.5 以下，均不宜焚風現象生成；這也就是 Froude 數為推算焚風現象發生的重要指標的原因；豐年的情況，我們亦可利用 Froude 數加以求證，也可得到相同類似的結果。

三、結論：

1. 台灣東部由於山脈地形遮蔽作用，加上坡度陡峻，無顯著之平原；若此時再配合非絕熱效應等環境催化下，發生焚風效應的機率相當大。
2. 焚風發生時，最明顯的氣象要素變化特徵有溫度劇升、相對濕度劇降，風速增強、氣壓降低以及風向上的轉變等。

3. 焚風現象產生時，一般在其背風坡處常有副低壓中心建立；而此副低壓中心也是一個新高溫中心。

4. 東部地區要有焚風產生，根據統計：Froude 數要在 0.5 或以上，才有可能。

致謝

本文撰為感謝空軍氣象中心易安成課長於百忙中給予許多寶貴意見、孫莉欣小姐的打字，亦於此一併致謝。

參考文獻：

1. 郭文鏞、楊之遠。1982 年。颱風誘發焚風現象及其對農作物之影響。氣象學報，28 期。
2. 郭鴻基。1994 年。台灣地形對颱風影響之正壓模擬。國科會專題研究報告。
3. 洪秀雄、胡仲英。1989 年。颱風引發焚風之初步研究。大氣科學第 17 期第 1 號。
4. 林得恩、鄭榮男。1996 年。道格颱風引發焚風現象。氣象預報與分析第 146 期。
5. Atkinson, B.W. 1981 年。Meso - scale Atmospheric Circulations
6. Beran, D.W. 1967 年。Large amplitude Lee Waves and chinook winds。
7. Vergeine and Lilly, D.K. 1971 年。The dynamic structure of Lee waves as obtained from balloon and airplane observation.

The Case Study of The Foehn Phenomena in Eastern Taiwan Area 1996.3.15

Chi-En Lee Tse-Sann Jeng De-En Lin

Abstact

一. When a foehn phenomena happens ,not only the temperature 、 humidity suddenly changes, but also following the wind speed immediately increases, and the pressure decreases; and the influence on the growing of agricultural crops is great, which we must to never ignore!

二. The study of the foehn phenomena in eastern Taiwan area has the following conclusions:

1. The reasons of the foehn phenomena in eastern Taiwan area are non-adiabatic effects, terrain effects and the thermal effects of downdraft flow.

2. When a foehn happens, generally there is a center of sub-low pressure establish on its backward; and the center of sub-low pressure is also a new high temperature center.

3. When a foehn phenomena in eastern Taiwan area happens, the Froude number must be 0.5 or more!