

風乍起 焦如焚

今夏臺灣高溫少颱風

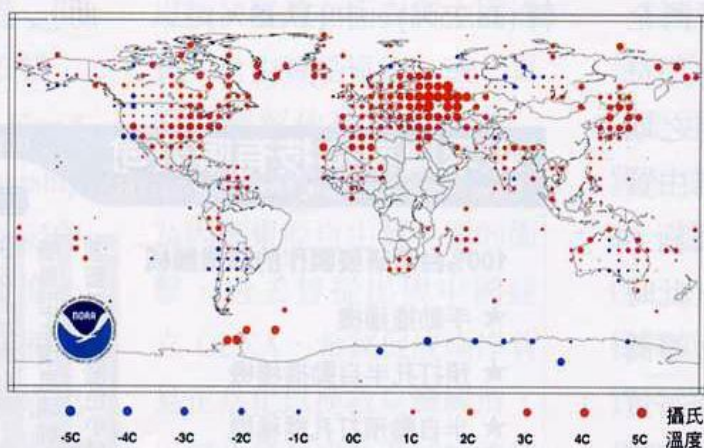
今年夏天臺灣颱風偏少，溫度偏高，九月已過一半仍沒有颱風登陸。氣候異常的現象不只發生在臺灣，西北太平洋颱風生成數量明顯偏少，整整八個月只誕生了8個颱風，遠低於氣候平均值13.67個。氣溫偏高更是普遍，根據美國海洋與大氣總署 (NOAA) 的統計，今年一至八月的全球陸表平均氣溫是近131年來的第一名，六至八月的平均也是131年來最高。在經過平滑的全球氣溫統計圖 (圖1) 仍然

可以辨認出臺灣的高溫現象，只不過和日本、東歐、美東等緯度比較高的區域相比，臺灣偏暖幅度較小。氣象局資料顯示，臺灣北部的臺北、基隆測站和東部的大武壠測站七月都出現37°C以上的高溫，25個局屬氣象站有20站的八

月平均氣溫達到設站以來的八月高溫前十名，其中新竹、嘉義、成功及東吉島都寫下八月平均氣溫的最高紀錄。

氣溫屢創新高表示我們有新的環境挑戰必須面對。七月四日臺東池上鄉一位八十七歲老婦在自己菜園中活動，發生心因性休克合併心肌梗塞死亡，引起學者與勞工團體的重視，紛紛挺身呼籲政府儘速研擬高溫假或工時調整辦法，以保障戶外作業勞動者的安全。然而若翻閱六至八月的媒體報導，不難發現早在六月十八日氣象局就提醒民眾「今天起全臺灣各

地都是高溫炎熱，臺東還易有焚風，民眾外出活動應注意防曬及補充水分」，類似的高溫與焚風警語持續至七月上旬不斷。顯然，如何善用氣象資訊和傳播工具發揮警語的效用，值得再思深思。

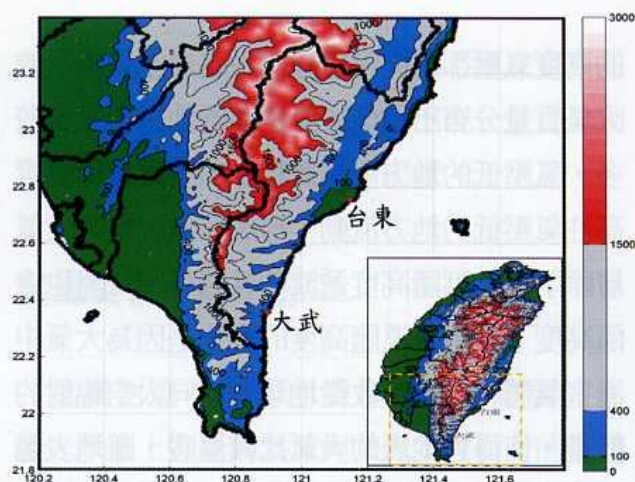


↑圖1. 二〇一〇年夏季 (六至八月) 陸地上的平均溫度相較於一九六一至一九九〇年夏季平均氣溫的差值，高於氣候平均值為紅色，低於氣候平均值為藍色，氣溫差值大小反映在圓點大小上 (資料來源：<http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/?report=global&year=2010&month=8>)

東南隅焚風偏多

「焚風」是臺灣最常見造成短時間內氣溫上升且濕度下降的天氣現象。焚風發生在山脈的背風面，發生原因與氣流在迎風面因受山脈阻擋升而成雲降雨有關。空氣在山前已消耗了大量的水氣，越過山後空氣直往下衝，形成又乾又熱的強風，往往在一兩小時內就使山下氣溫溫度劇升，濕度劇降。換言之，若有高度落差相當大的山脈地形，當氣象條件適合乾燥下衝氣流發生時，就容易出現焚風。

臺灣位於世界最大洋面和最大陸塊的交界處，氣候變化主要受東亞季風環流和鋒面與颱風等天氣系統的影響，高聳的地形則往往使中央山脈的東、西、南、北方位對同一種影響因子的反應各不相同。臺灣從南到北從東到西各處都有機會發生颱風帶來的焚風，這是因為颱風的風速大，對流強，在臺灣附近的路徑變千萬化，以致於幾乎任何山腳都有機會親炙焚風。然而實際資料顯示，臺東出現焚風的頻率明顯高於其他區域，何以如此呢？這是當地獨特的山脈地形加強季風影響產生的結果。圖2顯示高度在 1500 公尺以上的中央山脈往南延伸至臺東與屏東之後東西寬度變得相當狹窄，高山分布以南北走向為主，並且山脊的東側地形較西側複雜。經中南半島和南海往北傳送的夏季西南季風每年五月開始影響臺灣，濕熱的熱帶空氣遇到高聳的中央山脈往往為西南部帶來豐沛雨量。若遇北方有深槽或鋒面系統南下，向東吹送的西風氣流更加強勁，發生



↑圖2. 臺灣與臺灣南端之地形圖，地形高度以顏色表示，色階與高度(單位：公尺)對照量尺標示於圖右

焚風的機會也隨之升高。臺東在二〇〇四年五月九日 13 時 10 分出現 40.2°C 的高溫，是臺灣有儀器觀測以來第一次超過 40°C 的紀錄；一九八八年五月七日臺東出現 39.9°C 高溫，一九五四年五月九日大武出現 39.4°C 高溫，都是伴隨鋒面的強勁西風引發的。因此，固然颱風內部受臺灣山地影響經常導致焚風發生，颱風以外的天氣系統尤其是季風擾動帶來的影響與颱風相比有過之而無不及。從圖2的臺東和大武附近山脈走向來看，不難發現不僅是西來的氣流容易在這裏產生焚風，從南方或東北方向來的氣流都有機會在大武下沉。

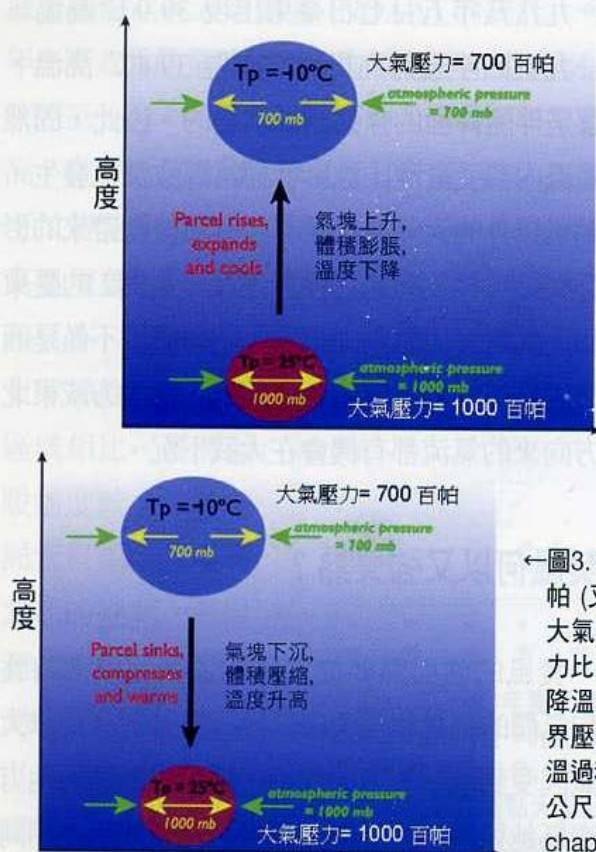
焚風何以又強又熱？

焚風的強與熱要從空氣的運動與熱力特性和氣體的絕熱增溫與降溫過程來了解。地球大氣因受到地球重力的作用，離地表越高的地方空氣越稀薄，大氣壓力越低。空氣如果在相同

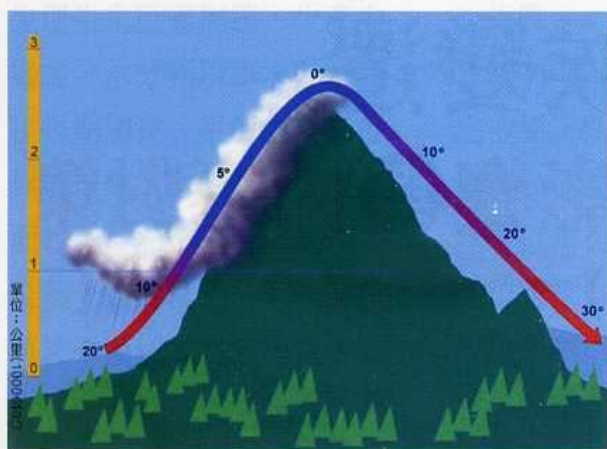
的高度氣壓卻不同，這表示在這層空氣以上的大氣質量分布不均勻，氣壓高的地方空氣比較多，氣壓低的地方空氣比較少，空氣會從氣壓高往氣壓低的地方流動，形成了風。地球大氣層除了有氣壓隨高度遞減的性質外，氣溫也會隨高度下降。氣溫隨高度的變化是因為大氣中溫室氣體和雲會吸收從地球表面向太空輻射的能量，使得近地表的大氣比較溫暖，離地表越遠的大氣越冷，大氣溫度隨高度變低的程度稱為氣溫遞減率。氣溫遞減率分為環境氣溫遞減率和絕熱遞減率，前者指實際測量到的大氣溫度隨高度的變化，除了受到大氣密度與輻射隨高度變化的基本性質影響之外，環境所在地的當地當時天候狀態更是重要的決定因素；後者

則指一塊空氣從地面上升，因壓力減小體積膨脹造成的氣溫變化（圖3）。絕熱過程是指一個封閉的系統在不與外界發生熱量交換的情境下系統內的能量轉換過程，而系統內的能量包括系統的內能和系統對環境作的功，內能與作功的總和必定滿足熱力學的能量守恆定律，因此是一個定值。若把一團空氣想像成一個封閉的系統，空氣絕熱上升後因承受的壓力減小，體積會膨脹並對周圍環境作功，內能便會降低，溫度於是下降。在絕熱下降的過程空氣承受的壓力隨著高度減低而增加，周圍環境對這團空氣作功使其體積壓縮，空氣的內能增加，氣溫隨之上升。若是乾空氣，絕熱上升可造成每1000公尺溫度下降 9.8°C 的氣溫改變。若是濕空氣，因空氣上升會造成水氣凝結並釋放潛熱，因此溫度的降幅會比乾空氣的降幅小，約為每上升1000公尺下降 6°C ，可見空氣中的水氣含量對於空氣上下運動時的溫度絕熱變化有非常大的影響。

發生焚風最重要的條件就是氣流在越過山脈前空氣中的水氣已經多半凝結成水，山脈的強迫抬升、鋒面帶的不穩定和颱風對流活動都可以加強水氣凝結（圖4）。風速夠強是越山氣



←圖3. 空氣垂直運動絕熱過程示意圖。上圖為假設一塊空氣在 1000 百帕 (又稱「毫巴」, 即 mb, 為氣壓的單位) 時溫度為 25°C , 上升到 大氣壓力為 700 百帕的高度時, 因高空氣壓低, 氣塊承受的外界壓力比上升前小, 體積膨脹, 內能減少, 溫度下降至 -10°C , 是為絕熱降溫過程。左圖為氣塊從 700 百帕下沉到 1000 百帕, 因承受的外界壓力加大, 體積收縮, 內能增加, 溫度上升至 25°C , 是為絕熱升溫過程。1000 百帕約在接近海平面的高度, 700 百帕的高度約 3500 公尺 (資料來源: http://apollo.lsc.vsc.edu/classes/met130/notes/chapter6/adiab_cool.html)



↑圖4. 空氣越山的溫度變化示意圖。圖左側為高度標尺，單位：公里 (1000 公尺)。氣流在山前有上升運動，氣溫因大氣壓力減小而下降，溫度變低使水氣凝結，釋出潛熱，溫度隨高度下降幅度隨之減小。氣流在上升過程中消耗了大部分的水氣，過山後空氣偏乾，少了水滴蒸發的吸熱過程，溫度隨高度每下降 1000 公尺增加 10°C 。因為濕度的差別，空氣在山前和山後接近平地的地方氣溫相差 10°C (資料來源：<http://www.summitpost.org/article/466432/foehn-effect.html>)

流必須具備的另一個重要條件，山脈對氣流阻擋效應的強弱隨風速強弱而不同，唯有在整層深厚的空氣特別是達山頂高度的高層風速夠強的情況下，氣流才有辦法越過山脈並且在山後快速下衝。焚風的熱來自於乾空氣下衝時的絕熱加溫，事實上不論在迎風面是否有旺盛的對流活動，只要空氣越過山脈後水含量不多，就會出現增溫的效應。以今年為例，雖然夏季颱風偏少，五月的梅雨鋒面也不活躍，高溫排行在前的事件卻都與焚風有關。七月十一日 13 時臺東大武氣溫為 38.4°C ，若以分鐘紀錄來看，最高溫則出現在七月十一日 13 時 25 分為 39.2°C ，是今年在臺灣測到的最高溫度紀錄。這次焚風是由伴隨太平洋副熱帶高壓的偏強南

風所引發的，偏強的副熱帶高壓不僅在臺東造成焚風，臺北和基隆也有焚風出現，並且分別創下設站以來的七月最高溫紀錄。

焚風災害不能不防

焚風對臺灣東部的農作有相當重要的影響，歷史上在臺灣為減輕焚風災害而有的集體祭拜只在臺東卑南高臺發生過。臺東卑南高臺在日據時代才開始移墾，因深受焚風之苦，發展出全庄集體向天公求保佑的祭祀活動。焚風既乾且強，發作時使農作物的水分急速蒸發，造成脫水現象。大風也會對作物造成落果、落花、變形、倒塌等影響。秋颱帶來的焚風對稻作影響尤其可觀，若值二期稻作抽穗期，高溫加上大風會影響授粉發生「白穗」，嚴重時會形成「空穗」。二〇〇七年十月強烈颱風柯羅莎颱風在頭城及三貂角間進入北部陸地後快速通過臺灣北端，重創花蓮農產，但是農作物受的「水傷」並不嚴重，反而是「燙傷」災情慘重。

焚風除了對農作物有影響之外，對身體與心理健康也有影響。除了中暑需要小心以外，老人家也要留心因脫水影響腦血流循環造成的梗塞性中風。頭痛和易怒也是焚風時容易出現的症狀。

在全球氣候變遷的大趨勢下，焚風對社會經濟的影響，尤其是對於臺東的農業與健康的影響以及焚風災害的預防與減輕的相關工作，必須更加重視。

