

冬之刃 - 寒流與凍雨

今年入冬以來世界各地寒害頻傳，歐美尤其嚴重。美國佛羅里達州政府在十二月十三日宣布緊急狀態命令，將陸面交通優先權讓給可能遭受酷寒襲擊作物的搶收搶運行動。佛州是美國柳橙、葡萄、草莓、蔬菜與糖的主要產地，單是柳橙汁的年產值即約有九十億美元，占全球市場百分之四十的供應量，無怪乎州政府面對寒流如臨大敵。

臺灣不論是在緯度或氣候特性上與美國佛羅里達州有許多相似之處，幾天的酷寒就能造成農漁業嚴重損失。寒害概分為「冷」與「凍」兩種，冷害的氣溫未必低於冰點（攝氏 0 度），但足以危害到生物的正常健康或生存狀態；凍害則是指氣溫降到冰點以下，使生物體發生冰凍而受害。事實上，還有一類凍害的禍首為「凍雨」，雖然在臺灣不易發

生，但因「凍雨」對於現代經濟與社會正常運作的危害遠大於生物性的冷害與凍害，是地球村民不能不知的現象。

寒流的原鄉 - 蒙古

寒流在臺灣又稱為「寒潮」，與颱風、梅雨、乾旱並列為臺灣四大災變天氣。寒潮發生時臺灣會出現氣溫驟降，溫度極低，風速增強，氣壓上升等現象，發生的原因是北方大陸冷氣團大舉南侵。並不是每一次的冷空氣南下都可稱為寒潮，但是不同地區因氣候特性的差異對寒潮的定義有所不同，即使在臺灣不同的學者也有不同的觀點。從保護農作物和養殖漁業以及國民健康的角度來看，當一日最高溫度在 24 小時內下降攝氏 8 度以上或最低溫度達 10 度或以下，就有可能發生災害。目前氣象局在預測 24 小時最低溫降至攝氏 10 度或更低的同時即發布低溫特報，提醒民眾注意。

由於冬季的太陽直射位置偏在南半球，北半球緯度較高區域尤其是北極圈內的陽光甚弱，地面和大氣獲得的能量很少，氣溫持續偏低，天寒地凍。蒙古與西伯利亞處於日照偏少的內陸，空氣溫度低、密度大，不斷收縮下沉的大氣使氣壓增高，形成一片深厚寬廣的冷氣團，也就是著名的「蒙古高壓」。當蒙古高壓增強到一個程度，稍受擾動

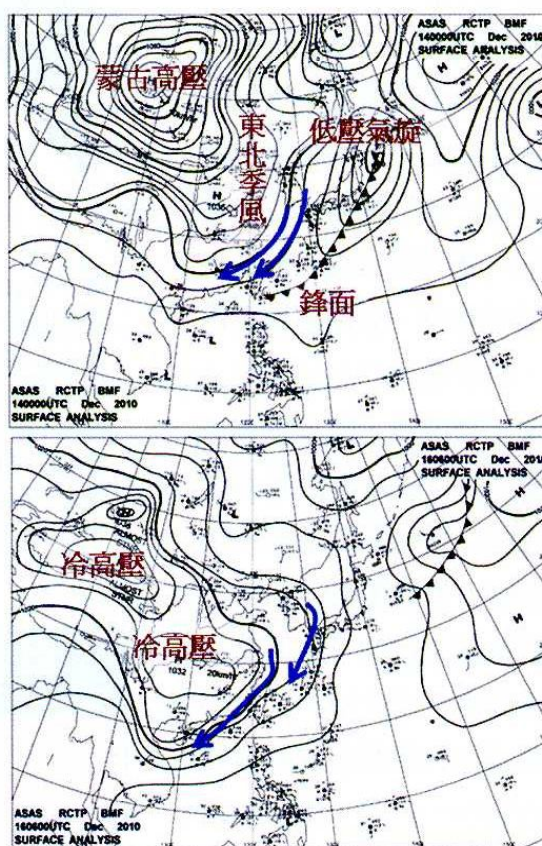
就有可能如同海潮般向氣壓較低的熱帶區域湧流，稱為寒流(圖1)。強大冷氣團的潰流會造下游區域溫度、風、氣壓發生急遽變化，「寒潮」或「寒流」事件的定義或判斷主要就是依據這些變化的速度和大小決定。每一次寒潮爆發過後，蒙古高壓會因冷空氣流失而氣壓降低，氣溫升高，但是經過一段時間冷空氣又會重新聚集堆積，醞釀下一次的爆發。據大陸氣象單位的統計，雖然蒙古高壓有3~8天的變動週期，強大的寒潮爆發事件平均一年僅有4~5次。臺灣位於蒙古高壓冷空氣潰流的下游，受到蒙古高壓主要波動的影響，一年也約有4次左右寒流侵入。

五十年最大寒害－二〇〇八年春節

二〇〇八年中國大陸發生了五十年來最嚴重的一次寒害，臺灣自然不能幸免。澎湖養殖漁業受災最重，大量漁群凍死，損失高達1億8仟餘萬元。以海鱸為例，如果水下10公尺的溫度降到14度以下，魚兒就難以承受，不能正常進食，無法補充抗寒能量。二〇〇八年二月春節前後，受到大陸強烈冷氣團南侵以及大陸大量融化的冰雪流入東海的影響，澎湖附近海表面溫度急速下降幾近20度，水下10公尺量測到攝氏11.7度的溫度，低溫持續長達兩週。春節期間又適逢大潮，冷空氣使潮間帶與淺坪區水溫在瞬間退潮後急速下降，魚群躲避不及，失溫凍死。

澎湖寒害是中國大陸的五十年來最大寒害

的餘波。寒流從1月10日開始侵襲大陸直到2月6日，維持將近有一個月之久，受災人口超過1億，分布在20省，以安徽、湖北、江西、湖南、貴州、廣西等地災情最嚴重。除了北方大風雪，「凍雨」是南方受創的主要原因

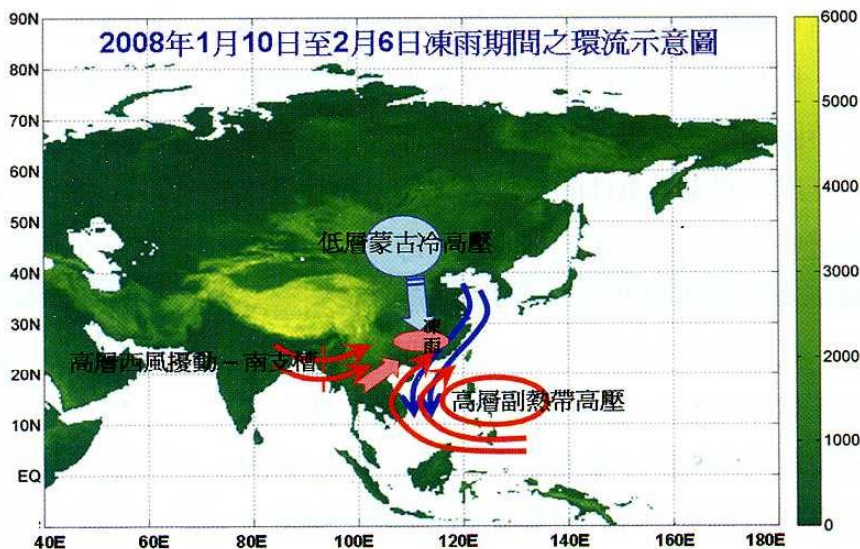


↑圖1. (上圖) 2010年12月14日世界標準時 (UTC) 00小時之地面天氣圖，圖中曲線為地面氣壓等值線。「蒙古高壓」和伴隨高壓的「東北季風」(以藍色箭頭標示)，以及冷暖氣團交會時出現的「鋒面」與「低壓氣旋」都標示在圖中，「蒙古高壓」的中心氣壓值為1072百帕，「低壓氣旋」的中心氣壓值則低於1000百帕。

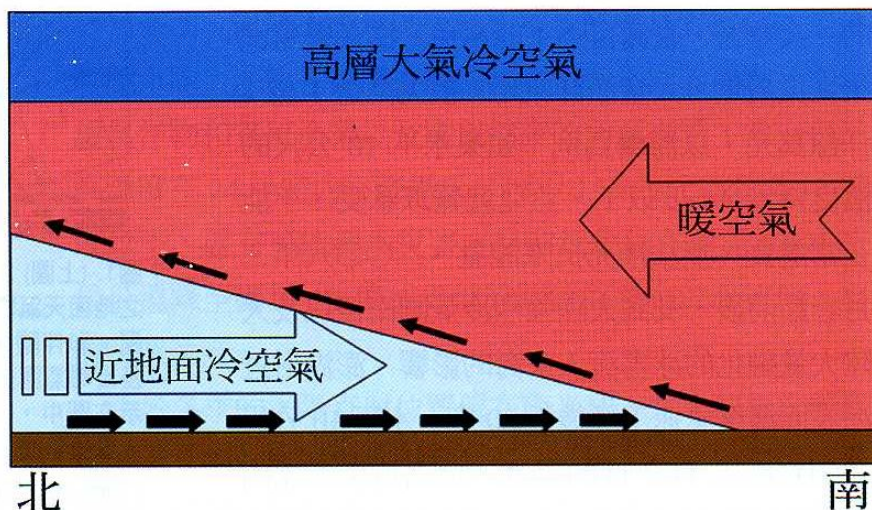
(下圖) 2010年12月16日世界標準時 (UTC) 06小時之地面天氣圖，與兩天前的天氣圖比較看到蒙古高壓的氣壓值降至1020百帕左右，高壓中心明顯南移，臺灣附近氣壓升高，東北季風增強，位在長江中上游的大陸冷高壓還在繼續往東移動，加強這個冬季臺灣的第一波寒流。(圖片來源：中央氣象局全球資訊網 <http://www.cwb.gov.tw/>)

(圖2)。凍雨癱瘓了鐵路、公路、航空等交通網，壓垮許多電力設施，煤碳運輸也受到阻礙，不少地區陷入電信、通訊、飲水、糧食完全中斷的困境。

凍雨的形成除了要有一般成雲降雨都需要的大氣不穩定條件之外，大氣環境還要具備一些特殊的垂直條件(圖3)，也就是近地表的底層大氣要夠冷，氣溫須低於冰點，而在底層以上的中層大氣要足夠濕暖，溫度須高於冰點。二〇〇八年一月青康藏高原以南的高層氣流特別不穩定，擾動頻繁，位於印度和緬甸上空的「南支槽」異常活躍，南支槽一方面不斷把暖濕的熱帶空氣往大陸南方廣西、貴州、湖南等省分輸送，另一方面也為槽前區域提供了適合成雲降雨的不穩定條件。在此同時，南海與菲律賓海上空有強盛的西太平洋高壓滯留，高壓西側的南風也把暖濕的熱帶空氣源源不斷地往大陸南方輸送，使大陸上空的水氣異常豐沛。愈往北方空氣溫度愈

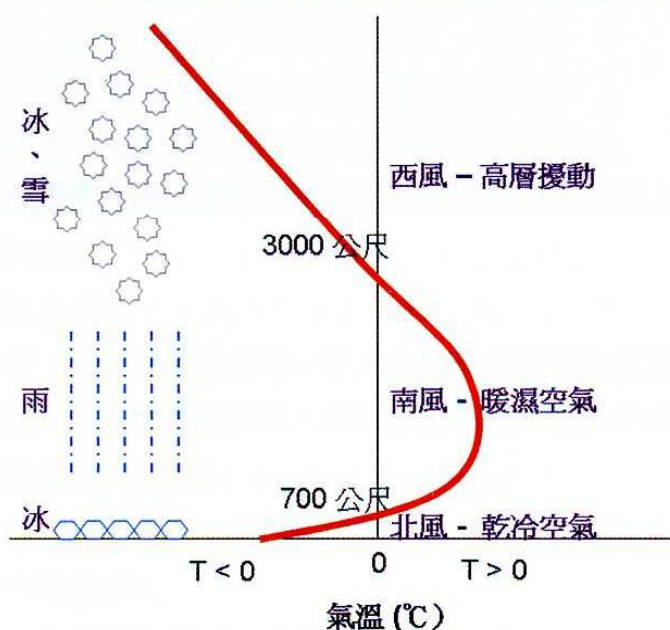


↑圖2. 2008年1月10日至2月6日中國大陸寒害環流示意圖。這次寒害有二十省受到影響，以西南部的七個省分發生連續凍雨災情最嚴重。凍雨的產生在高層大氣(以紅色系符號表示)有印度和緬甸高空南支槽活躍和南海與菲律賓海上空滯留性副熱帶高壓偏強兩個主要環流系統，南來氣流把濕熱的熱帶氣流源源不斷送進大陸；在低層大氣(以藍色系符號表示)蒙古高壓異常強盛，冷空氣從華北往貴州、廣西等南方省分長驅直入，臺灣附近有異常強盛的東北季風。雨水接觸到低於冰點的冷空氣急速冷凍形成凍雨。圖右的色階標示地形高度，單位為公尺。



↑圖3. 冷暖空氣交會示意圖，低層大氣有往南輸送冷空氣的冬季東北季風，中層有往北輸送暖濕空氣的南風，緯度愈往北極中層暖濕空氣愈薄，生成雨滴的機會減小，雪花和冰晶的生成機會增大。

適合凍雨形成之大氣環境垂直結構



↑圖4. 適合凍雨形成的大氣環境垂直結構示意圖。橫座標為氣溫，縱座標為高度，紅色曲線代表環境溫度，底層大氣溫度低於冰點，中層大氣溫度高於冰點，高層大氣的溫度隨高度升高後降至冰點以下。2008年寒害發生時華南大氣環境在底層的大氣主要吹東北季風，中層大氣以南來暖濕空氣為主，高層則以青康藏高原南方西風噴射氣流以及伴隨的南支槽的擾動為主。水氣受到冷暖空氣交會產生的鋒面不穩定影響，在高層形成冰雪，降到中層因氣溫高於冰點便融化成雨，接近地面時又因氣溫在冰點以下而結凍成冰，是為凍雨。

低，大雪不斷；愈往南方空氣愈暖和，水氣凝結成雨。然而南方因受強勁寒流的影響，近地面的低層大氣溫度降至冰點以下，雨水降下後迅速結凍成冰成為「凍雨」（圖4）。凍雨不像雨水能自由流動或被土壤吸收，如果下雨的時間不長災情還不致擴大，但若連下幾天，不斷累積的凍雨有如冰封大地，災害就不僅限於農漁業而已，整個經濟與社會運作都會陷入動彈不得的困境，難以運作。

二〇〇八年的年初拉尼娜 (La Niña) 現象明顯，赤道附近的海溫在東印度洋與西太平洋都偏高，東太平洋偏低，水氣往東南亞區域集中，彷彿成了前進大陸的熱帶暖濕空氣的溫床。

提高警覺 減輕災害

臺灣因為四面環海，與美國佛羅里達州和中國大陸南方省分相比，寒害的威脅要輕微許多。根據有五十一年以上觀測紀錄的氣象局平地測站資料顯示，歷史上只有臺北站出現過低於冰點的氣溫，時間在一九六三年一月二十八日。

知福後當應更加惜福，對於氣溫驟降可能造成的傷害或災害要積極防範。政府為確保人民生命、身體、財產之安全，災害防救法中已明列「寒害」為防救的業務之一，並以健全農業防災體系、強化寒害預防與減災相關措施、有效執行災害搶救及善後處理、提升災害防救基本應變能力、減輕災害損失等為寒害防救業務計畫的目的及範圍。在災害預防方面，須有寒害防救宣導與教育、加強天氣監測及預報並建立資訊管道、推動寒害防救措施研究及推廣、農漁業防寒措施整備等行動。氣象局在預測 24 小時最低溫降至攝氏 10 度或更低時就會發布低溫特報，大家要隨時注意天氣變化與善用氣象資料，加強防災準備才能減少災害。

