

台灣寒潮定義 — 全島型寒潮判斷與分析

李思瑩 盧孟明

中央氣象局氣象科技研究中心

摘要

寒潮是台灣冬季最重要的天氣現象。儘管過去的台灣寒潮研究多以台北測站資料為代表，至今尚無文獻說明以單站資料作代表的適當性。本文分析 1951 至 2007 年的台北寒潮事件和其它 24 個氣象站的寒潮發生時間與溫度特性的統計關係，指出以台北寒潮事件作為其他測站的代表約有 50% 的情況是適當的。寒潮辨識方法乃是根據每一個測站冬季(十一月至次年三月)氣溫與其變化的百分序位所決定的驟降與寒冷的程度決定，驟降的門檻值為 48 小時日低溫變化幅度達到該測站百分序位 90 的變化水準，而寒冷程度的門檻值為日低溫低於該測站百分序位 10 的溫度水準。每一測站的寒潮事件都可用「開始日期」、「結束日期」、「長度」、「冷度」、「強度」五個要素描述，台北寒潮與其它測站的關係便可據此統計。結果顯示有 80% 的台北寒潮事件在發生期間有 9 個以上其它測站也出現了寒潮，而有約 50% 的比例有 17 個測站同時出現寒潮。本文提出的多測站定義優於單站，因可按同時達到寒潮標準的測站數量將寒潮分為「全島型」與「非全島型」，測站數量低於 9 站為「非全島型」，達到 17 站者為「全島型」。「全島型」寒潮合成的大尺環流特徵可作為寒潮事件的標準模型，依此一方面可分析寒潮暴發前兆，另一方面可藉以分析台灣寒潮特徵的長期變化。

一、前言

寒潮是台灣冬季最重要的天氣現象，因為溫度低而且變化劇烈，往往造成農漁業重大損失，是為台灣的四大災變天氣之一。台灣養殖漁業以養殖虱目魚、鱸魚、文蛤…等熱帶、高水溫的魚、貝類為主，魚群對 10°C 以下低溫的忍受力較低，寒潮來襲無疑大大提高了魚、貝類大量凍傷或死亡的風險。除了對養殖漁業的影響以外，農作物也會因溫度超出生育界線而受害(顏 1961)，寒潮研究對於了解進而減輕台灣天然災害損失非常重要。

以往的台灣寒潮或低溫事件研究多以台北測站溫度變化為辨識依據(表 1)。王(1978)認為寒潮有急變與緩變兩種類型，由前一日之台北測站最高溫度算起，24 小時內因冷鋒過境使氣溫下降 8°C 或以上屬急變寒潮；如氣溫下降不足 8°C，但台北市最低氣溫低於 10°C 則屬緩變寒潮。俞(1978)所著之「近年來國內寒潮研究之評介」提到唐榮澤先生在唐氏「冬半球東亞噴射氣流之位移對台灣寒潮爆發影響」係以台北當日最高溫度較前一日最高溫度下降幅度達攝氏 8°C 者定為寒潮。任與蔡(1981)認為寒潮的定義除了要考慮氣溫下降幅度之外，還要兼顧最低溫度的冷度。故將寒潮定義為：「冷鋒通過後，因大陸冷氣團南下，帶來冷空氣，使台北的最低氣溫連續下降兩天達 4°C 或以上者稱之為寒潮，而下降度數在 4°C 與 5.9°C 之間者，稱為中寒潮；在 6°C 與 7.9°C 之間者稱為強寒潮；在 8°C 或以上者稱為極強寒潮。」目前中央氣

象局預報中心也以台北測站的日最低溫降至 10°C 或以下的機會作為判定是否發布低溫特報的依據。

過去的研究多以台北測站溫度定義寒潮，本文將提出一套完全客觀且適用於任何測站的寒潮定義，並且根據這個定義出的寒潮事件分為非全島型寒潮與全島型寒潮。第二章將說明本研究使用的資料，寒潮定義在第三章說明，第四章說明全島型寒潮的分析，第五章為結論與建議。

二、資料

本研究在氣象局 25 個人工站中挑選了 1951—2007 年 11 月至 3 月期間有完整資料的 21 個測站進行分析，分別為淡水、鞍部、台北、竹子湖、基隆、彭佳嶼、花蓮、宜蘭、澎湖、台南、高雄、台中、阿里山、大武、玉山、新竹、恆春、成功、蘭嶼、日月潭、台東。使用的資料有測站的逐日平均溫度(Tmp)、日最低溫(Tmin)與日最高溫(Tmax)。在全球格點資料方面，本文使用了 NCEP/NCAR 重分析資料(Kalnay et al. 1996)的 850hPa 風場(UV850)、1000hPa 溫度場(T1000)、500hPa 高度場(Z500)、海平面氣壓(MSLP)等變數以及 NOAA 的外逸長波輻射(OLR)資料，驗證寒潮定義反映的大尺度環流特徵。在資料解析度方面，OLR 為逐日資料，NCEP/NCAR 重分析資料為根據 6 小時資料平均產生的逐日資料，兩種資料的經緯解析度皆為 2.5°×2.5°。

本文以 1951-2007 年平均值為氣候平均場，日距平的計算方法為將每個變數場量的逐日原始資料減

去 1951-2007 年逐日氣候平均值。距平的合成或平均值都是以日距平為基礎。

三、寒潮定義

寒潮是冬季氣溫發生劇烈變化並出現低溫的極端天氣現象。據作者所知，目前國內尚無文獻以氣溫的統計特性作為定義寒潮的基礎，本文因此將特別針對這個重點加以闡述，以具統計極端意義的氣溫驟降與寒冷的程度為準則定義寒潮。

分析步驟為先統計每個測站 56 個冬季的 Tmin 頻率分布(直方圖)以了解測站冬季氣溫的變動範圍，再將 Tmin 從小至大排序然後求取 Tmin 的百分位(PR)溫度，以 PR10 的 Tmin 溫度(PR1 為歷史最低溫，PR100 為歷史最高溫)作為極端低溫門檻值，以 PR20 溫度作為非低溫的門檻值，亦即若溫度的 PR 值低於 PR10 就判定為低溫，若高於 PR20 就視為不符低溫條件。在各測站的溫度變化幅度統計方面，本文計算了 Tmin 在 48 小時內的降溫幅度和 24 小時內的升溫幅度，並分別算出溫度變化的 PR90 溫度，作為辨識寒潮開始時溫度「驟降」和寒潮結束時溫度「回升」幅度的門檻值。檢查了 Tmin 的 48 小時「驟降」(降幅達 PR90)時間，發現這些日期和 Tmin 達到 PR10 水準的「低溫」日期幾乎完全相同，只有少數個案出現 1-2 天差異，顯示大多數的情況在達到「低溫」標準時也具備了「驟降」的特性；為了維持定義的完整性，決定以兩個條件並存作為寒潮事件開始日期的定義。致於寒潮事件結束日期的定義，分別檢查 Tmin 的 24 小時「回升」(升幅達 PR90)日期和 Tmin 達「非低溫」(溫度高於 Tmin 的 PR20 標準)的日期，發現二者之間的差異約占單一條件的 5-24%，各個測站不等，主要是因為導致寒潮事件結束的綜觀天氣條件有較多的變化，氣溫回升有快有慢，回升後達到的溫度也有高有低。同樣為了維持定義的完整性，決定用「回升」和「非低溫」兩個條件並存作為寒潮事件結束日期的定義。最後，將低溫事件與寒潮事件的辨識方法及 5 個特徵要素整理說明如下。

- 低溫事件：若 Tmin 小於低溫門檻值(PR10)則判定該日有「低溫」事件發生。
- 寒潮事件：若一個測站的 Tmin 在第 1 日(Day+1)達到「低溫」標準或 48 小時降溫幅度(Tmin(Day-1)-Tmin(Day+1))達到「驟降」標準，則判定為有寒潮事件發生，並將 Day0 定為寒潮開始日。若 24 小時升溫幅度(Tmin(DayN)-Tmin(DayN-1))達「回升」標準或在第 N 日(DayN)的 Tmin 高於 PR20 的溫度，則將 DayN 定為寒潮結束日。

- 寒潮事件要素：每一個寒潮事件可按寒潮的「開始日期」、「結束日期」、「長度」、「冷度」、「強度」五個要素描述。「長度」為前述的 N 值，以日為單位。「冷度」為寒潮期間出現的最低 Tmin，「強度」則為寒潮開始前後的 48 小時降溫幅度。

表 1 為全島 21 個測站逐日平均溫度 (T_{mp})、日最低溫 (T_{min}) 與日最高溫 (T_{max}) 的 PR10 溫度，48 小時降溫幅度的 PR90 幅度以及 24 小時升溫的 PR90 幅度。以台北為例，T_{min} 的 PR10 溫度為 10.4°C，48 小時 Tmin 降溫幅度的 PR90 水準為 3.7°C，24 小時升溫的 PR90 水準為 2.3°C。一個有趣的發現是這些極端事件的臨界值恰與在第一章回顧的前人定義選用的溫度與降溫幅度相當接近，也與易發生寒害的低溫標準相當接近，或許前人選擇的臨界值確實反映了事件的極端性，只是在文獻中沒有說明，這個臨界值也可作為寒害預警的參考值。

接下來以台北測站的一次歷史事件為例說明寒潮特徵要素的判定。圖 1 顯示 1958 年 2 月台北測站日最低溫的 48 小時變化從 7 日的 11.2 度降至 9 日的 10 度，下降幅度為 1.2 度，並下降後的溫度達到低溫標準；2 月 14 日氣溫開始回升，24 小時升幅達 8.7 度。按前述的定義條件，這個寒潮事件的「開始日期」為 1958 年 2 月 8 日，「結束日期」為 2 月 15 日，「長度」為 8 日，「冷度」也就是整個事件當中出現的最低溫度為 3.7°C，而事件的「強度」即寒潮「開始日期」前後 48 小時內的降溫幅度為 1.2°C。

四、全島型寒潮的判斷與分析

根據前述定義決定台灣 21 個測站的 1951-2007 年 56 個冬季寒潮事件，各個測站的寒潮總數如圖 2。澎湖站測量到的寒潮次數最少，竹子湖次數最多，鞍部和淡水的次數與竹子湖幾近相同。

為了解各測站之間寒潮事件的關係，統計了台北測站發生寒潮時各測站同時出現寒潮事件的比例，從台北測站寒潮開始至結束日期之間若其他測站也出現了寒潮就視為與台北寒潮「同時出現」。

統計在台北的寒潮事件期間其他測站也有寒潮發生，也就是如前段定義的「同時出現」，則可得到圖 7 的累積比例曲線。圖 3 顯示至少有 9 個站和台北同時出現寒潮的比例占寒潮事件總數的 80% 以上，至少有 17 個測站和台北同時出現寒潮的比例則占台北寒潮事件總數 50% 以上，再度顯示台北寒潮對全島而言約略有 50% 的代表性，即約有 50% 的台北寒潮發生時其他 21 站當中有 17 個測站溫度變化達寒潮標準。

若用本文以測站溫度統計為基礎之寒潮定義，可將台灣寒潮依同時發生寒潮測站數分為「全島型」和

「非全島型」兩類。簡要地說，「非全島型」寒潮多屬於弱寒潮，在研究寒潮大尺度氣候條件相關問題時以不列入考慮濾除為宜。「全島型」寒潮反應台灣全島出現明顯溫度變化，其大尺度環境場也較能凸顯台灣和大尺度氣候的關係。同時達到寒潮標準的測站數量將列為台灣冬季氣候即時監測的重要項目之一。

接著自上述挑選出的寒潮事件中找出超過 17 個測站的事件，即為「全島型寒潮」，總計 158 個全島型寒潮，而 5 個特徵要素的確立必須去除被挑選測站中的山區測站，以被選取測站中最早發生的日期為事件「開始日期」，以各測站中的最低溫度為「冷度」，「結束日期」為被選取測站中事件最晚結束的日期，事件的「長度」即是開始至結束的天數，而事件的「強度」則為各測站中 48 小時降幅最多的。

圖 4 為全島型寒潮發生頻率，平均每年發生 2.77 個，發生次數逐年下降，下降趨勢通過 95%顯著檢定，其中 1967、1968 年發生 8 次最多，1988、1990、1991、2001 年則沒有全島型寒潮，顯示 50 多年來，東亞冬季風有減弱的趨勢。

根據 158 個寒潮事件「開始日期」、決定「冷度」的日期和「結束日期」合成的海平面氣壓和 1000 hPa 溫度距平、500hPa 重力位高度與 850hPa 風場距平分別顯示在圖 5、圖 6。圖 5a 代表「開始日期」的大尺度海平面氣壓與低層溫度距平特徵，顯示寒潮開始日在中國大陸上從北到南的海平面氣壓都是正距平，氣溫為負距平，日本 40°N 以南、台灣、中南半島上方的海平面氣壓距平則是負號，氣溫為正距平，台灣北側的 500hPa 高度場有強負距平，低層為北風分量(圖 6a)。在寒潮冷度達到最強的極冷日(圖 5b、6b)，大陸冷高壓和 1000hPa 低溫距平中心幾近完美重疊並呈現由西南至東北走向的型式，冷高壓籠罩台灣，籠罩日本的低壓距平則向北與向東擴展，在低壓的東南側因為有伴隨南風距平的暖平流出現高溫距平，菲律賓、台灣至日本上空為 500hPa 負距平最大值，低層風場全為北風距平。及至寒潮結束日，圖 5c、6c 顯示大陸冷高壓已東移出海並迅速減弱，華南以及台灣東方和日本南方的海面上轉為大範圍的溫度正距平，500hPa 負距平也轉為正，低層風場為南風距平。這些大尺度氣壓和溫度變化與一般寒潮概念一致(Chang et al. 2006)，顯示本文選定的 5 項描述寒潮的要素相當合理，可作為後續台灣寒潮研究的時序規範。

五、結論與建議

本研究仔細分析台灣寒潮定義並指出台灣寒潮

可分為「全島型」和「非全島型」兩類，新定義有助於台灣冬季氣候的監測與分析。本文以氣溫驟降與寒冷的程度作為定義寒潮的標準，驟降與寒冷的門檻值都是按照各測站冬季(十一月至次年三月)氣溫與其變化的百分序位決定，驟降的門檻值為 48 小時溫度變化的程度達到 PR90 水準，而寒冷程度的門檻值為日低溫低於 PR10 水準。每一個寒潮事件可用「開始日期」、「結束日期」、「長度」、「冷度」、「強度」五個要素描述其特性。

研究結果發現台北出現寒潮事件期間至少有 9 站也發生寒潮的比例占 80%以上，而至少有 17 個測站也發生了寒潮的比例高於 50%。用本研究提出的 5 個要素描述寒潮，將有助於量化台灣寒潮的區域性差異。本文中以各測站的氣溫統計作為測站寒潮的定義標準，可輕易將寒潮分為全島型與非全島型兩種。不同類型的寒潮有不同的大尺度條件，新寒潮定義有助於未來研究大尺度環流場與台灣局地(local)氣候的關係，也有助於即時監測分析台灣寒潮事件。另外，本研究以 1951-2007 年資料為統計基礎，若因都市化或全球暖化等環境或氣候改變使得台灣測站溫度的特性發生了緩慢的變化，當變化幅度夠大時會在寒潮頻率的長期變化上表現出來。因此，本文的寒潮定義可作為後續氣候變遷相關研究的參考。

六、參考文獻

- 王崇岳，1978：台灣寒潮之分析與預報。氣象學報，第 24 卷，2 期，1-18。
- 任立渝與蔡清彥，1981：台灣地區寒潮合成天氣形式之研究，大氣科學，8，67-79。
- 俞家忠，1978：近年來國內寒潮研究之評介。大氣科學，5，54-56。
- 顏俊士，1961：台灣之寒害。氣象學報，第 7 卷，2 期，23-34。
- Chang, C.-P., Z. Wang, and H. Hendon, 2006: The Asian winter monsoon. The Asian Monsoon, B. Wang, Ed., Praxis, Berlin, 89-127.
- Kalnay E., M. Kanamitsu, R. Kistler, W. Collins, D. Deaven, L. Gandin, M. Iredell, S. Saha, G. White, J. Woollen, Y. Zhu, M. Chelliah, W. Ebisuzaki, W. Higgins, J. Janowiak, K. C. Mo, C. Ropelewski, J. Wang, A. Leetmaa, R. Reynolds, Roy Jenne, and Dennis Joseph, 1996: The NCEP/NCAR 40-Year Reanalysis Project. Bull. Amer. Meteor. Soc., 77, 437-471.

表 1 21 個測站日均溫、最低溫與最高溫在逐日溫度、48 小時降溫以及 24 小時升溫統計中左端 10% 的數值 (單位: °C)。

編號	站名	Day(1)			Day(-1)-Day(1)			Day(n)-Day(n-1)		
		日均溫	最低溫	最高溫	日均溫	最低溫	最高溫	日均溫	最低溫	最高溫
1	淡水	12.1	9.4	14.6	4.6	4.2	6.2	2.9	2.6	4.7
2	鞍部	6.2	4.1	8.3	5.7	5.1	7.4	3.4	3	5.2
3	台北	12.9	10.4	15	4.3	3.7	6.7	2.6	2.3	4.6
4	竹子湖	8.2	6	10.5	5.4	4.8	7.2	3.1	2.8	4.9
5	基隆	13.4	11.4	14.8	3.7	3.6	5.3	2.3	2.2	3.9
6	彭佳嶼	12.4	10.6	14.1	4.5	4.2	5.2	2.7	2.5	3.5
7	花蓮	15.4	12.7	17.7	3.4	2.9	5.1	1.9	2	3.6
8	宜蘭	13.2	10.9	15.3	4.4	3.6	6.4	2.5	2.2	4.5
9	澎湖	15.2	13	16.3	3.4	2.6	4.1	2	1.5	2.7
10	台南	16.9	11.2	20.2	3	3.4	4.6	1.8	2.3	2.9
11	高雄	14	13.2	20.8	2.7	3.2	3.5	1.7	2.1	2.6
12	台中	13.8	9.8	18.2	3.6	3.5	5.5	2	2.4	3.5
13	阿里山	3.6	-1.1	8.2	2.8	3.7	4.3	1.8	2.6	3
14	大武	18.4	15.6	21	2.7	2.5	4.4	1.7	1.9	3.2
15	玉山	-3.8	-7.4	-0.9	3.2	3.3	5.6	2.2	2.3	4
16	新竹	12.5	9.8	14.8	3.9	3.6	6	2.3	2.4	4.3
17	恆春	18.9	16	22	2.6	2.6	4	1.6	2	2.7
18	成功	16.4	14.3	18.6	3.4	2.8	4.7	1.9	1.7	3.2
19	蘭嶼	16.3	14.7	18	3	2.9	3.8	1.8	1.7	2.8
20	日月潭	11.8	8.7	15.7	3.2	2.9	5.2	1.9	1.8	3.5
21	台東	17	14.2	20.2	3.2	2.9	4.4	1.9	1.8	3

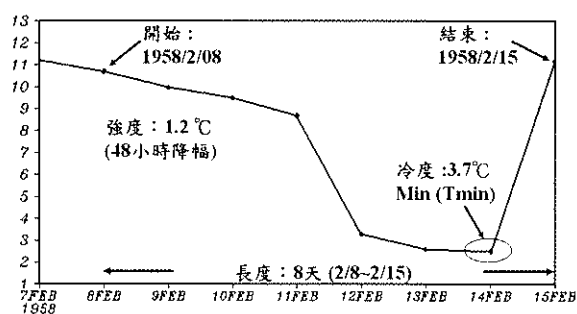


圖 1 1958/2/08~1958/2/15 期間的台北完整寒潮事件變化。

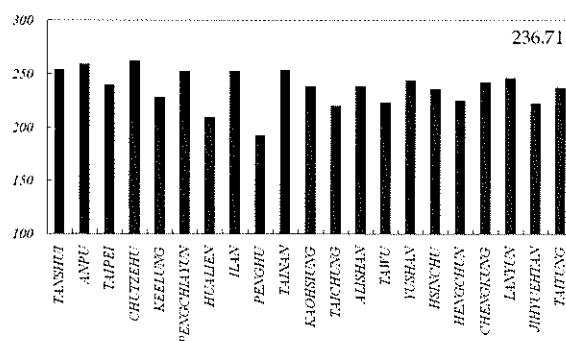


圖 2 21 個測站所挑選之寒潮事件數。(21 個測站的平均寒潮事件數為 236.71 個。)

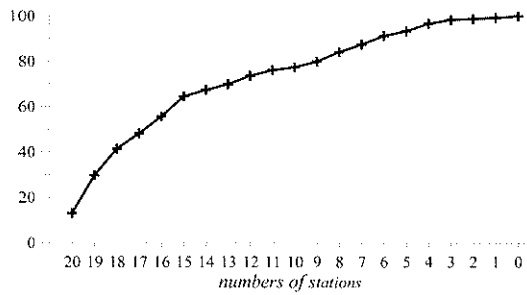


圖 3 台北測站發生寒潮時，其他測站也發生寒潮的測站數累積百分比。(橫軸為測站數，縱軸為累積百分比(%))

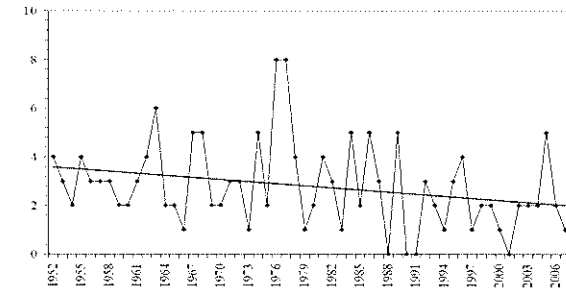


圖 4 全島型寒潮之逐年發生頻率。(橫軸為 1952 年-2007 年，縱軸為寒潮事件發生次數。)

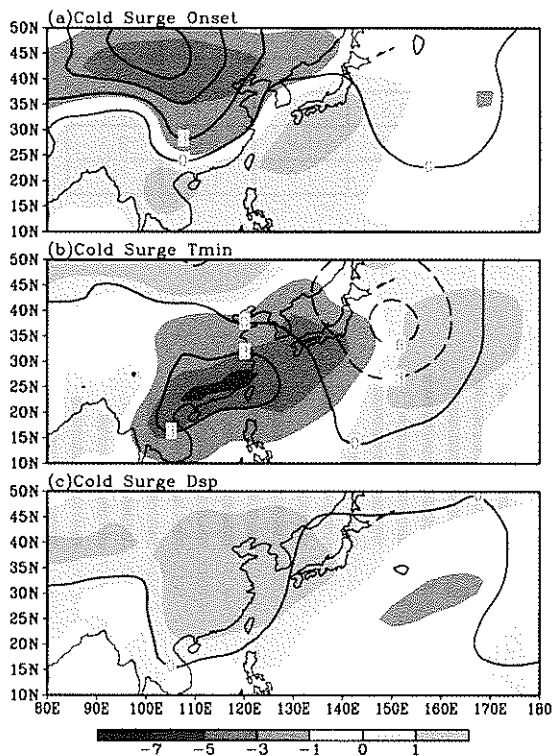


圖 5 (a)~(c) 分別為全島型寒潮事件開始、最低溫與

結束三個時期的 1000hPa 溫度距平(陰影)與海平面氣壓距平(線條)的合成。

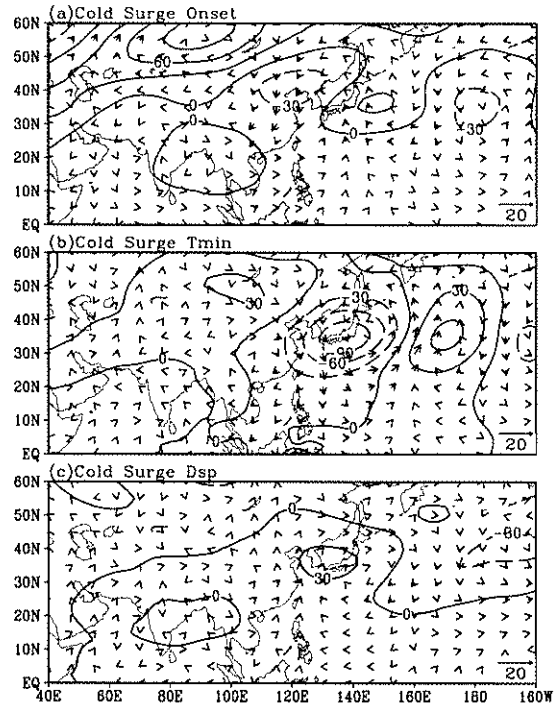


圖 6 (a)~(c) 分別為全島型寒潮事件開始、最低溫與結束三個時期的 500hPa 重力位高度距平(線條)與 850hPa 風場距平(箭頭)的合成。