

寒害預警系統之研發

陳淡容、林欣弘、朱容練、于宜強

國家災害防救科技中心 氣象組

摘要

全球暖化的影響下，全球溫度不斷的在創新高。但是，各地於冬季出現極端低溫事件也時有所聞，例如 2016 年 1 月份臺灣遭受罕見的低溫寒害的影響，農業損失高達 42 億新臺幣(王等，2016)，因此需要針對低溫預警開發必要之工具。本研究透過歷史寒害事件的分析，研擬出基於防災需要的低溫預警門檻值，利用氣象局發展的鄉鎮預報資訊開發一套可以在冬季寒潮發生前提出預警的系統。同時也與農政單位合作，配合防災整備的操作流程，針對易受寒害的農業作物與魚種以燈號方式進行預警。於今(2017)年冬季強烈大陸冷氣團發生時，進行實驗性預警，配合農政單位的操作有效減少農作物之損失。

1. 前言

2016 年初的超級寒潮襲擊臺灣地區，臺灣北部低海拔的山區均出現降雪的情形，全臺低溫導致農漁業損失高達新臺幣 42 億元以上(如圖 1)。寒潮襲擊後除了讓臺灣民眾瞭解臺灣低海拔地區也有下雪之可能外，政府也開始正視如何強化面對低溫的防災預警能力。首先修訂災害應變的作業規定，要求政府部門在面對相近規模的寒潮時，必須進行具體防災作為。

檢討過去的寒潮低溫預警方式，每當氣象局天氣預報人員發覺寒潮將影響臺灣，即透過預報資訊發布規定發布低溫特報，提醒國人留意低溫的發生，農政單位也會透過農政組織對農民進行宣導提前防範。因此，國家災害防救科技中心(簡稱災防科技中心)與行政院農業委員會農業試驗所合作，針對過去寒害事件與農業損失進行分析與了解，協助災防科技中心建置實驗性的低溫寒害預警系統，期望在面對低溫寒害事件可以提供更具體的防災資訊，讓政府與農民可以合作及早因應災害，進行防災準備以減少損失的發生。

本研究為建置低溫預警系統，針對過去寒潮與寒害事件進行了解，並利用農業委員會農業試驗所所提供的農業寒害資料進行歸納建置預警標準，運用氣象局的預報資訊建置以鄉鎮區為單位的農業物種的預

警展示系統。

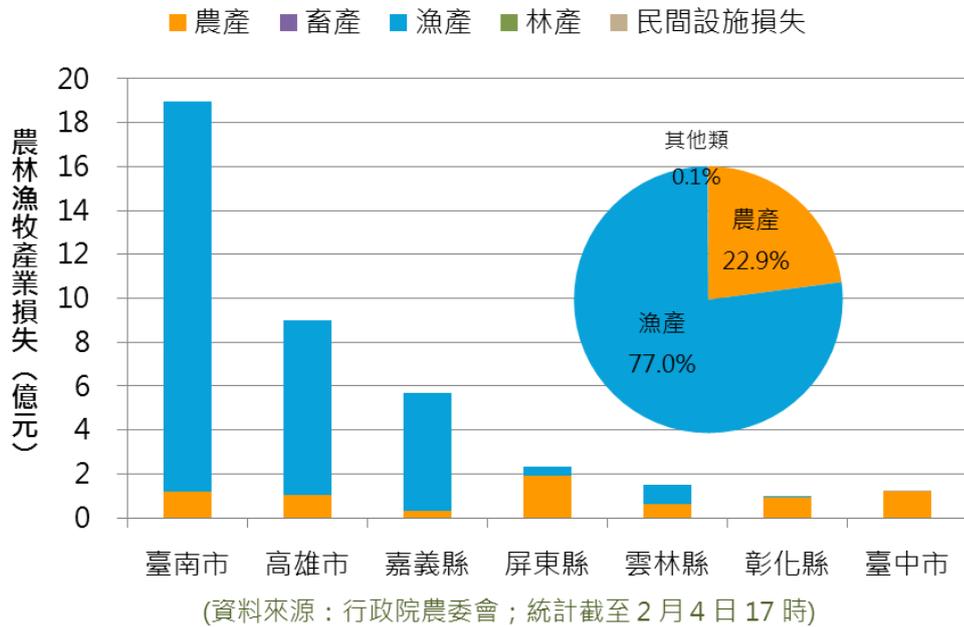


圖 1 2016 年 1 月份寒害事件農業損失災情統計表

2. 歷史寒害的分析

臺灣位於東亞地區，冬季經常受大陸冷高壓影響盛行東北風。每當大陸冷氣團增強時，大量北方冷空氣將往臺灣輸送，當大陸冷氣團勢力增強至一定規模時，臺灣的低溫則會達到寒潮的等級。雖然在全球暖化的衝擊下，全球的平均溫度不斷的在上升，寒潮事件發生的日數有減少的趨勢。但是許多的研究也都顯示，因為暖化作用北極海冰的減少，導致北極震盪發生的頻率增加，也增加中低緯度遭受極端的冷氣團影響的機會。2016 年 1 月份的超級寒潮就是在北極震盪的作用下，快速增強了冷氣團的強度，使得臺灣地區出現嚴重寒害的影響。

極端冷氣團事件造成的低溫衝擊較以往嚴重，一次超級低溫寒潮的影響，造成數億至數十億元的災害損失，面對此種極端事件的衝擊是我們必須要面對的問題。

全球暖化的影響下，臺灣地區冬季低溫是有明顯的變異。根據中央氣象局的作業標準，當北方大陸冷氣團南下，使臺北站日最低溫低於 10°C 時，稱之為「寒流」影響。根據中央災害應變中心作業要點規定，當氣象局預測溫度連續 24 小時低於 6°C 應啟動應變中心，以因應可能發生的災害。因此本文將以 10°C 和 6°C 做為分析門檻值。圖 2 為 1961 至 2016 年冬季臺北測站溫度分別低於 10°C 和 6°C 的日數統計。分析結果顯示，達兩種門檻的日數於過去 55 年皆呈現減少的趨勢。若以 1988 年為界線將分析時期分為前後期，則發現前期溫度達到門檻值以下的發生日數較後期多，達到 10°C 門檻的日數最多一年可達 35 天以上，而後期的日數最多一年只達 15 天左右，發生頻率較前期低。

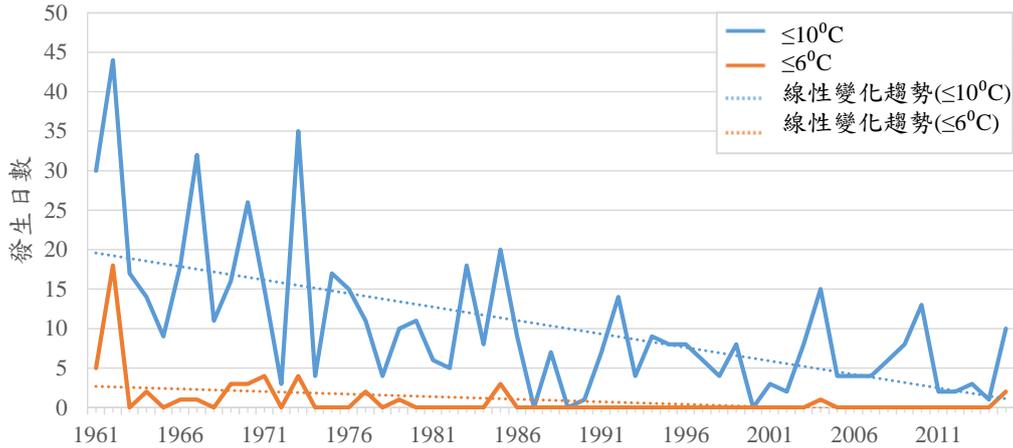


圖 2 臺北測站從 1961 年至 2016 年溫度分別達到 10°C (藍線)和 6°C (橘線)的日數，其中點線為變化趨勢

進一步分析臺北測站達到兩種低溫門檻(10°C 和 6°C)的延時(低溫持續時間)，發現 1961~2016 年間符合兩種門檻的寒潮事件，其發生的延時都以 1~6 小時占最多，6~12 小時次之。此外，研究亦顯示，延時越長的寒潮事件，發生次數越少(圖 3)。另一方面，溫度低於 10°C 的寒潮事件中，約有一半比例的事件發生之延時介於 6~24 小時，而大部分的連續低溫時間都在一天以內，其中連續低溫超過 24 小時的寒潮事件約占 8%。另外在最長延時的部分，溫度低於 6°C 的寒潮事件中，其延時最長為 13 小時，發生於 1963 年一月；溫度達 10°C 以下的事件，其最長延時則為 62 小時，發生在 2016 年一月。

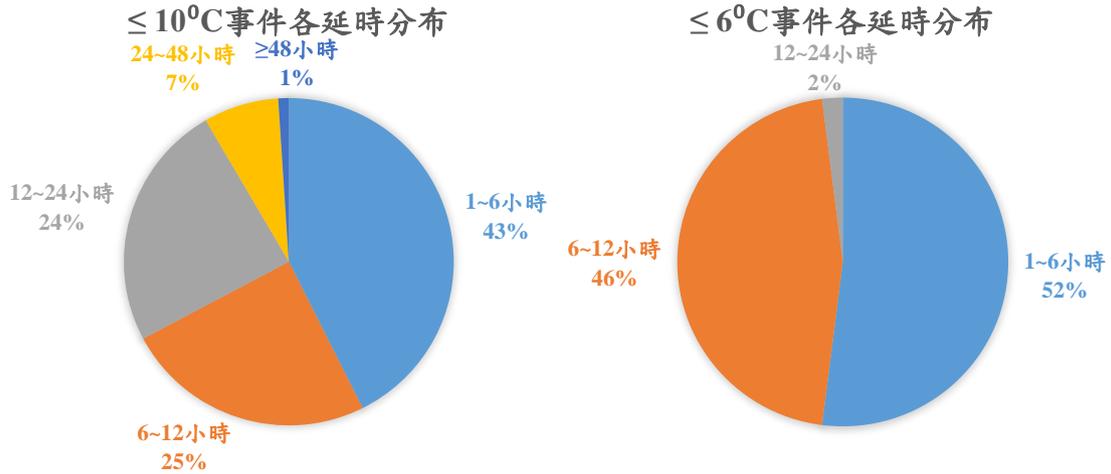


圖 3 臺北測站於 1961~2016 年冬天低於 10°C (左)和 6°C (右)各延時所占比例

為了解影響臺灣地區冷空氣南侵的程度，利用全臺人工站之日最低溫進行分析。在此僅選用高度在 500 m 以下的測站來分析全臺各地的溫度特性(表 1)，並嘗試與歷史寒害災損進行比對。結果顯示，臺灣過去 35 年冬季溫度低於 10°C 和 6°C 的日數，分別為 209 天和 3 天。發生日低溫達 10°C 以下天數較多的測站以臺北、淡水和新竹等北部測站為主；臺東和屏東則是從來沒有發生日低溫低於 10°C 的情況。而過去 35 年冬季日低溫達 6°C 以下的寒潮事件最南影響至臺南地區。以日低溫達 10°C 以下的事件，進行分析結果中發現(表 2)，絕大多數的寒潮事件(約占所有事件的 82%)，其影響範圍主要集中在北部地區，僅 18%的寒潮事件，其影響範圍有擴大至中南部地區(表 2)。

表 1 1982 至 2016 年冬天各測站達 10 °C 和 6 °C 的門檻的發生日數

測站代碼	測站名稱	≤ 10 °C (天)	≤ 06 °C (天)
466900	淡水	208	3
466920	臺北	209	3
466940	基隆	139	2
466950	彭佳嶼	158	2
466990	花蓮	22	0
467060	蘇澳	118	2
467080	宜蘭	155	3
467300	東吉島	5	0
467350	澎湖	13	0
467410	臺南	94	3
467420	永康	57	2
467440	高雄	25	0
467480	嘉義	171	3
467490	臺中	155	3
467540	大武	0	0
467571	新竹	193	2

467590	恆春	0	0
467610	成功	6	0
467620	蘭嶼	1	0
467660	臺東	3	0
467770	梧棲	151	3

為了解臺灣地區低溫事件的規模，本研究參考 Liu et al. (2015)所定義的測站日數指數(station-day Index；簡稱 SDI)指標作為評估低溫事件規模的依據。該指標是表示冷空氣影響時間的程度，SDI 的值越大表示事件規模越大；反之則越小。臺灣地區過去 35 年冬天的 SDI 如表 3 所示，以 10⁰C 和 6⁰C 為門檻的 SDI 結果皆以一月份的數值最大，顯示一月份臺灣受低溫影響較為顯著。此外，為了評估冷空氣影響的範圍，在 SDI 的計算過程中進行空間的標準化，並將此空間標準化後之 SDI 與過去寒害災損進行比對，結果顯示空間標準化後之 SDI 數值的變動與災損金額變化相似。計算二者之相關係數，標準化 SDI 與達 6⁰C 和 10⁰C 門檻的相關係數分別為 0.73 和 0.68，顯示該指標與災損金額存在高度相關性。

表 2 達門檻的測站數百分比

(%)	$\leq 10^{\circ}\text{C}$	$\leq 6^{\circ}\text{C}$
> 75	4	0
50~75	65	2
25~50	103	1
<25	37	0

初步研究結果顯示以 6°C 和 10°C 做為門檻值時，所計算的指標與災損有高的相關性。因此使用了這兩種溫度做為影響民眾的低溫門檻值，並另外加入 0°C 做為臺灣地區最嚴重的第三種門檻值，配合氣象局預報資訊建置寒害預警系統。

表 3 1982 至 2016 年冬天各月份發生 $\leq 10^{\circ}\text{C}$ 和 6°C 的所有測站累積日數

	12 月	1 月	2 月
$\leq 10^{\circ}\text{C}$	346	912	563
$\leq 6^{\circ}\text{C}$	7	24	0

3. 低溫預警系統的建置

本系統使用中央氣象局鄉鎮預報的溫度資訊配合低溫預警門檻值建置成鄉鎮區低溫預警資訊(圖 4)，並以顏色區分不同程度之影響(黃色為最低溫低於 10°C 、紅色為連續 12 小時低於 10°C 或最低溫低於 6°C 、紫色為連續 24 小時低於 6°C 或最低溫低於 0°C)。同時可將

不同警戒程度的各縣市、鄉鎮以列表方式呈現，列表上方有藍色橫條顯示影響鄉鎮數比例，可以方便讀者查詢與閱讀。當低溫寒潮發生時，系統將隨著低溫逐漸南下，自動判斷臺灣各鄉鎮區受寒潮影響的程度，並給予不同燈號。使用者僅可需透過系統的低溫示警燈號了解最新之寒潮動態。另一方面，也可於系統右側欄位，查詢到詳細的鄉鎮區低溫預警燈號。

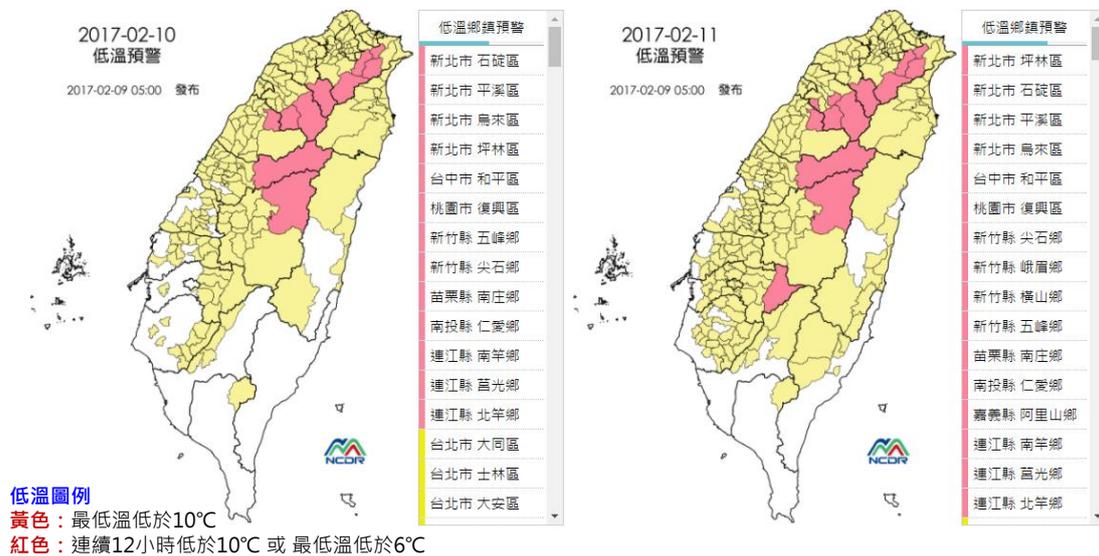


圖 4 利用中央氣象局 2017/02/09 早上 5 時發布之鄉鎮預報繪製未來兩天之低溫預警產品

此外，災防科技中心亦與農業委會農業試驗所合作，利用農業委會農業試驗所提供之主要高經濟作物和易受低溫影響之養殖魚類，依照各農作物及魚類的低溫耐受程度，結合中央氣象局城鄉預報的溫度，發展各物種之低溫預警分布圖(圖 5、圖 6)，並以不同顏色區分不同

程度之影響。以圖 5 的高接梨燈號示警圖為例，2017 年 2 月 8 日經由系統依照高接梨的低溫耐受性進行判斷，中部地區(紅色區域)的低溫情形將對當地高接梨作物產生影響，而臺灣高接梨的主要種植區(圖上綠色點位)，正位於該起事件之低溫預警高風險區，並彙整相關圖資，於此低溫事件發生前，提供農政單位參考。農政單位據此資訊擬定因應策略，成功降低災害的風險與衝擊。低溫預警系統所提供之預警農作物種類除了高接梨外，還有蓮霧、葡萄以及芒果；漁業部分則有虱目魚、鯛魚、石斑魚、鱸魚以及蝦類。該系統已完成初步作業化，相關訊息可由天氣與氣候監測網查詢¹。

本預警系統以視覺化方式呈現全臺各鄉鎮區低溫分布情形，並使用農業委會農業試驗所提供之示範警戒值，分別將主要農作物和養殖魚類的溫度耐受性與溫度預報資訊結合。透過系統的自動判斷，以燈號方式顯示未來低溫發生區域以及相對應可能受到低溫衝擊之農作物分布位置，並同時提出預警。系統已於今(2017)年 1 月建置完成，並於 2017 年初強烈大陸冷氣團影響臺灣前，首次將相關資訊提供農委會做為寒害應變決策輔助使用。

¹ 查詢網址為: https://watch.ncdr.nat.gov.tw/watch_warntemp.aspx

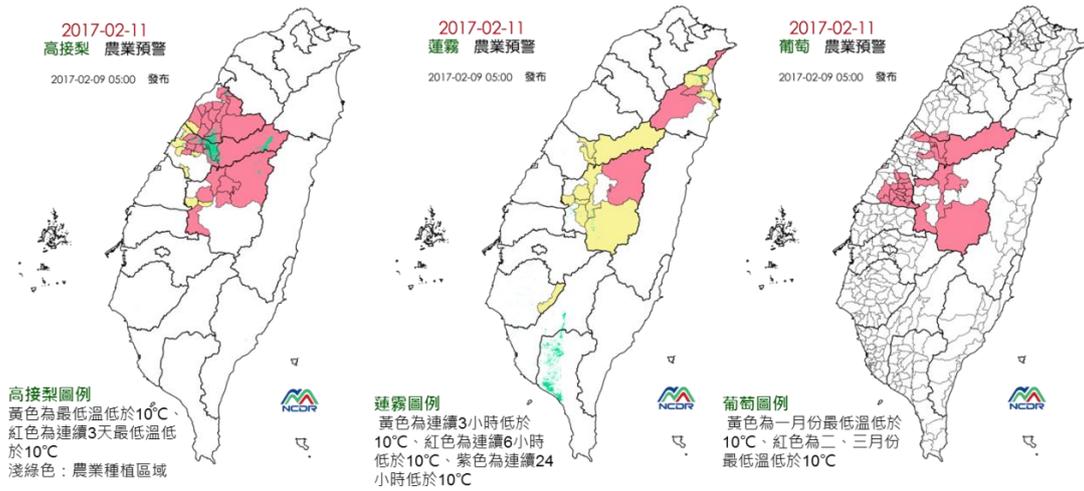


圖 5 利用中央氣象局 2017/02/09 早上 5 時發布之鄉鎮預報繪製不同農作物之低溫預警產品

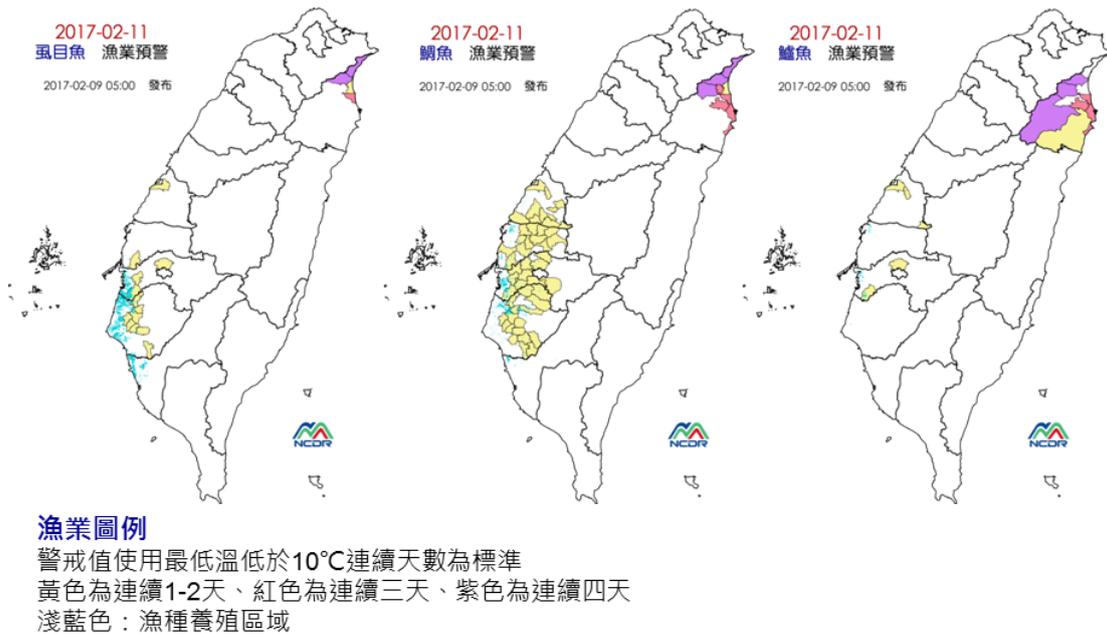


圖 6 同圖 5，為養殖魚類之低溫預警產品

4. 結論

在全球暖化的影響下，冬季寒潮所造成之冷日雖有減少的趨勢，但不代表未來的臺灣不會再有寒害的發生。許多研究的結果均顯示極端低溫的情形似乎有增加趨勢，低溫寒害的預警仍是臺灣面對寒害必須提升的防災能力。本研究透過災防科技中心與農業委會農業試驗所的合作，已經成功開發了一套實驗性的低溫寒害預警系統，今(2017)年的冬季針對低溫事件進行測試，已經可以針對民眾與農業易致災的農作物與魚種，進行低溫預警。

參考文獻

1. Wei Liu, S.-Y. Huang, D. Li, C.-Y. Wang, X. Zhou, S.-S. Chen (2015), Spatiotemporal computing of cold wave characteristic in recent 52 years: a case study in Guangdong Province, South China., Nat Hazards, Vol. 79, pp 1257-1274
2. 王安翔、龔楚嫻、吳宜昭、于宜強，2016：2016 年 1 月臺灣地區寒害事件彙整與分析。國家災害防救科技中心，災害防救電子報第 128 期，15 頁。