

近15年台灣冬季低溫累積狀況 及暖冬對桃產業可能之影響

農試所種原組 黃群哲

一、前言

落葉果樹的需冷量或稱低溫需求(chilling requirement)是定義某一落葉果樹於冬季休眠期間需要累積一段時間的低溫(通常為0-7.2℃)後，才能打破休眠於隔年春季開花。果樹需累積的低溫量會因不同種甚至是同種但不同品種者存有差異。隨著全球暖化日益嚴重，除夏季氣溫屢創新高外，近年冬季亦出現溫度逐年升高之趨勢，氣候變遷下冬季低溫不足，漸漸影響溫帶落葉果樹的生產。需冷量不足無法使溫帶果樹打破休眠，會導致果樹翌年無法開花、花量少或開花不整齊，新梢與葉片無法正常生長或抽長，最終影響收成。若需冷量每年皆不足，樹體會因為葉片生長不足，無法蓄積養分而漸漸死亡。

相較地處中高緯度的溫帶國家，低緯度的台灣冬季氣候溫暖，低溫累積量較少，但農民利用栽培方法克服氣候條件，使台灣仍有溫帶果樹之生產。如知名的高接梨技術和葡萄的催芽技術能在低海拔地區生產溫帶果樹；另一方法是利用地形將需冷量高的甜柿與蘋果移至高海拔山區生產。桃品種間需冷量差異極大，由日本引進之品種如白鳳、大久保等需冷量高，需種植於台灣高海拔山地才能順利生產；另有農業試驗所研發能於台灣平地或低海拔生產的低需冷量新品種，如桃台農1號至11號。台灣目前桃生產面積約2,000公頃，梨山地區種植需冷量高之品種佔約450公頃；台中新社及東勢各約300公頃，是低需冷量品種的主要產區。近年農試所陸續育成低需冷量的桃品種，這些新品種可在低海拔地區生產，除能減少高山地區土地過度開發外，也為未來台灣面對全球暖化對桃產業造成衝擊前未雨綢繆。

目前台灣桃的生產並無高接技術或是穩定的催芽技術，判斷品種需冷量與栽植地區氣候的條件是否相符，為成功生產桃的關鍵因素，也因此暖化或氣候變遷對台

作者：黃群哲助理研究員
連絡電話：04-23317808

灣桃產業的衝擊會相當明顯。國外已有因全球暖化冬季低溫累積不足造成桃產業傷害的報告，例如2017年美國東南部出現暖冬，使喬治亞州與南卡羅萊納州80%以上的桃造成嚴重減產(Parker and Abatzoglou 2019)。近年台灣也經常出現暖冬的報導，溫暖的冬天如何定義，或是近年來台灣冬季低溫累積狀況如何，尚未有較完整的彙整與報告。筆者整理近15年中央氣象局測站資料，分析台灣各地區冬季(11月至隔年2月)每小時平均溫度分布並計算低溫(溫度小於7.2°C和小於15°C)累積狀況，望能釐清一些資訊對未來桃產業如何面對氣候變遷有所幫助。

二、桃的需冷量

Chilling Unit (CU)是估算需冷量最普遍使用的單位，例如：台灣高山桃主要產地為台中市和平區的梨山地區，這些品種需冷量約800-1,000 CU；由農試所雜交育成的低需冷品種需冷量約在100-180 CU，產區以中、北部淺山地區為主。

Weinberger (1950)指出氣溫接近7.2°C對於溫帶地區桃打破休眠之效率最佳。因此傳統的方法就是計算果樹冬季休眠期間每小時均溫，若某小時均溫小於7.2°C，就能累積1個低溫單位(Chilling Unit, CU)，逐小時累加後計算桃樹在某年度某地區冬天的低溫累積量。例如某品種的桃低溫單位為500 CU，表示此品種桃需於氣溫7.2°C以下累積至少500小時才能打破休眠。

亞熱帶地區冬季氣候溫暖，罕見7.2°C以下的低溫出現，種植於此區的桃樹卻能順利開花，無法套用溫帶地區的評估方式。後續的研究顯示，15°C的溫度亦能對低需冷性桃產生低溫累積的效果(Chavarria *et al.* 2009)。氣溫介於7.2°C-15°C之間仍有累積低溫之效果但效率比7.2°C差，因此就會以0.5 CU計算。舉例來說，若某低溫需求100 CU的桃品種，需於7.2°C以下累積100小時($1 \text{ CU} \times 100 \text{ hr} = 100 \text{ CU}$)或於7.2°C-15°C的溫度區間累積200小時($0.5 \text{ CU} \times 200 \text{ hr} = 100 \text{ CU}$)才能打破休眠，順利開花結果。

Lu等人(2012)計算台灣桃低溫需求模式時亦認為，本地桃能於15°C之溫度累積低溫需求，因此台灣需冷模式中定義某小時均溫小於7.2°C能累積1 CU；某小時均溫介於7.3°C-15°C能累積0.5 CU；但當休眠期間某小時均溫大於26.7°C時對CU的累計為負值，溫度介於26.7°C-27.8°C時計為-0.5 CU，大於27.8°C時，此小時的低溫單位計為-1 CU。

然而需冷量的估算方法複雜且計算模式百家爭鳴，很多估算方法在台灣常常不準確或是每年變化差異很大。因此本次收集氣象資料後，僅先統計7.2°C以下或15°C以下的低溫累積時數不再套用模式計算。

三、台灣冬季低溫累積狀況

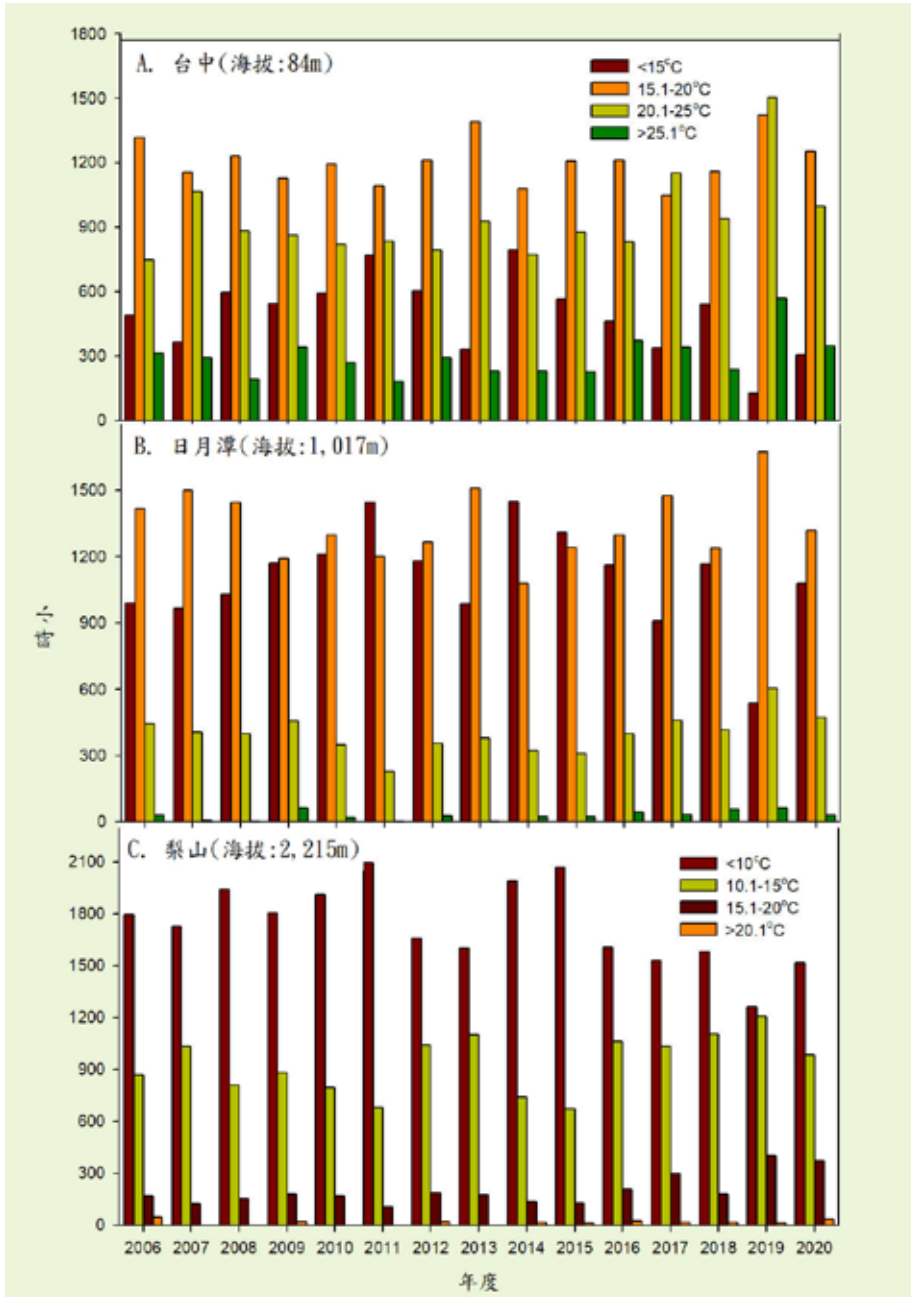
台灣平地及低海拔區域冬季罕有7.2°C以下低溫出現，因此筆者以15°C以下的溫度累積量為低溫需求標準，再將15°C以上每5°C為區間分類，粗估台灣中

部平地、中海拔及高海拔3區近15年來冬季(11月至翌年2月，共約2,880小時)溫度的分布狀況，及3處低海拔(近9年統計數據)桃產區的冬季溫度分布。

(一) 中部地區冬季低溫累積狀況

以台中測站為平地案例(圖一A)，台中冬季主要溫度分布於15.1°C-25°C，近15年來大於25.1°C之溫度(除2019年外)

變化幅度不大，約在200-300小時。溫度15.1-20°C的累積時數約在1,200小時，但可觀察到介於20.1°C-25°C的溫度有逐年增加且比例變多的趨勢。溫度小於15°C的累積量介於400-700小時，近15年平均約493小時，可觀察到2019年與2020年冬季出現低於15°C以下之氣溫分別為105小時與308小時，較往年明顯減少，溫度



圖一、近15年台中、日月潭及梨山冬季(11月-2月)溫度分布比例。

分布顯示近年來台中冬季溫度有升高的現象。

以日月潭測站為中海拔地區案例(圖一B)，冬季主要溫度分布於20℃以下，介於20.1℃-25℃間之溫度約在400-500小時，歷年變化不大，大於25.1℃之溫度分佈比例相對較少。氣溫15℃以下累積時數介於900-1,400小時，依不同年度各有變化，但於2019年冬季明顯減少至536小時。除2019年暖冬狀況明顯外，其餘年度變化不大。

以梨山測站為高海拔地區案例(圖一C)，梨山冬季溫度主要分布於10℃以下，溫度15.1℃-20℃的區間較少，出現20.1℃以上的機率極低。氣溫10℃以下至少累積1,500小時以上，但可觀察到近5年(2016-2020)氣溫小於10℃的累積時

數有減少；15.1℃-20℃出現的比率有上升，但整體變化較平地地區小。

(二) 台灣桃產區冬季低溫累積狀況

以2處低海拔產區為例，新社地區(圖二A)冬季主要溫度分布以小於20℃為主，近9年氣溫小於15℃的累積時數平均為1,015小時，可觀測到出現低於15℃之溫度有逐年減少之趨勢，相對的15.1℃-20℃這區間的溫度比例增高，而20.1℃-25℃及大於25.1℃這兩區間的溫度變化相對較少。且2019及2020年冬季出現小於15℃之溫度累積僅567小時及785小時，皆少於以往平均值(表一)。

另一產區桃園市復興區(圖二B)，2012-2016年溫度小於15℃的累積時數皆大於1,200小時，約佔整個冬季50% (2013年度較少為42%)，然而2017-2020年冬季

表一、台灣3處桃產區於2012-2020年冬季氣溫小於7.2℃、小於15℃累積時數及當年每公頃產量之關係。

年度	東勢 (海拔：379m)			新社 (海拔：525m)			梨山 (海拔：2,215m)		
	<7.2℃ 累積時數 ^z	<15℃ 累積時數	單位產量 (公噸/公頃)	<7.2℃ 累積時數	<15℃ 累積時數	單位產量 (公噸/公頃)	<7.2℃ 累積時數	<15℃ 累積時數	單位產量 (公噸/公頃)
2011-2012	-	-	15.0	20	1,250	15.6	880	2,700	16.0
2012-2013	18	812	15.2	30	970	15.8	773	2,703	12.0
2013-2014	89	1,345	15.6	119	1,408	16.1	1,317	2,730	14.4
2014-2015	24	1,105	13.2	90	1,175	16.1	1,233	2,744	12.4
2015-2016	81	912	10.8	80	1,004	14.0	713	2,672	11.2
2016-2017	0	726	14.0	16	872	14.7	701	2,563	11.6
2017-2018	78	874	14.4	129	1,106	13.8	881	2,687	11.7
2018-2019	0	382	9.2	0	567	12.3	380	2,469	6.4
2019-2020	29	840	-	35	785	-	841	2,503	-
平均值	40	875	13.4	58	1,015	14.8	858	2,641	12.0

資料來源：中央氣象局及農委會農糧署。

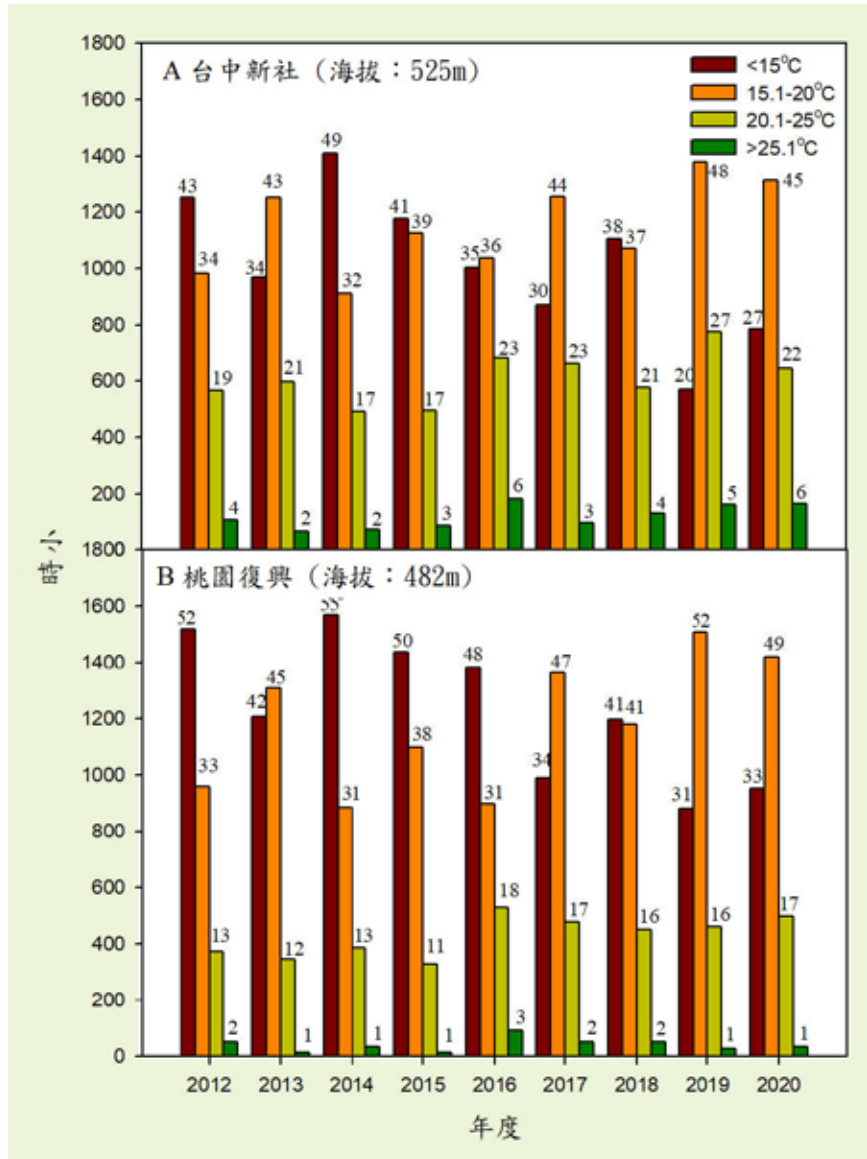
^z 低溫計算時間：自11月1日至隔年2月28日。

- 無資料。

出現小於15°C之氣溫比例分別為34%、41%、31%及33%，明顯低於2012-2016年，同樣的也有冬季低溫逐漸減少之趨勢。

表一為台中東勢、新社及梨山近9年低溫累積時數與桃每公頃產量的統計數據。低海拔地區(東勢和新社)冬季出現7.2°C以下的低溫時數少且每年變化極大，若以氣溫低於15°C累積時數計算，東勢與新社平均值各為875及1,015小時，歷年來變化較為穩定。然而2地近9年氣溫小於15°C的累積時數有逐年減少之趨勢。低溫累積量少的產季相對會使當年產量明顯降低。以2018-2019年產季為例，東勢當年氣溫15°C以下只有累積382小時，比2017-2018年度減少了58%，當年低溫累積量以台灣低需冷模式(Lu *et al.* 2012)換算

為129 CU。我國100-180 CU的桃品種在此環境下，多數品種已無法滿足低溫需求，當年每公頃產量僅9.2公噸，相較於2017-2018年度減產36%。新社地區2018-2019年氣溫小於15°C累積時數為567小時(約266 CU)，低溫累積比平均值少44%，產量減少17%，因為新社海拔較東勢



圖二、近9年台中新社與桃園復興冬季(11月-2月)溫度分布比例(數字為百分比)。

高，低溫累積量較多使整體產量影響較東勢小。

梨山地區為我國主要高山溫帶水蜜桃產區，以溫帶地區累積低溫需求的方式統計(7.2℃以下)，梨山冬季7.2℃以下累積的低溫時數近9年平均為858小時(表一)，但於2018-2019年冬季低溫累積時數明顯低於平均值，僅累積380小時。梨山地區桃品種需冷量約在800小時左右，因此2018-2019年冬季高山地區的桃開花狀況或產量應會大受影響，數據顯示近9年每公頃收穫量平均為12.0公噸，但2018-2019年度僅只有6.4公噸。

四、結語

近年來台灣冬季低溫累積量確實有逐年減少之趨勢，亦觀測到平地與低海拔地區面臨冬季低溫不足的現象較中、高海拔反應更為明顯。筆者認為台灣高海拔產區當年冬季(11月至翌年2月)7.2℃以下低溫累積不足800小時，低海拔產區冬季15℃以下低溫累積不足400小時，會使桃無法滿足低溫需求，增加果品減產的風險。

農業試驗所育成的桃品種需冷量介於100-200 CU (世界上主要桃品種需冷量平均為600-900 CU)，例如桃台農4號-紅玉，需冷量約為100 CU (換算後於15℃以下累積約200小時)即可打破休眠，台中及南投地區近年已有成功生產之案例。這些低需冷量的桃品種是未來面對全球暖化威脅下重要的資產，後續也應再選

育需冷量少於100 CU的品種，以面對未來的氣候環境。

目前國內對暖化造成本地桃產業的影響了解仍有限，為避免災害發生後亡羊補牢。筆者認為首先我們應該加強氣候基礎數據的收集並配合果樹的物候反應進行更詳盡的調查，精確判斷暖冬，做到防災減災或解決未來需面臨的問題。再來桃各品種的需冷量差異極大，宣導農民選擇正確的品種，加強適地適種的觀念刻不容緩。最終我們還需以種原蒐集與品種改良的方法精進，持續推出能適應未來氣候條件、對環境反應較具韌性的新品種。

五、引用文獻

- Chavarria, G., Herter, F.G., Raseira, M., do, C.B., Rodrigues, A.C., Reisser, C., da Silva, J.B., 2009. Mild temperatures on bud breaking dormancy in peaches. *Cienc. Rur.* 39:2016–2021.
- Lu, M., C. Song, S. Ou, and C. Chen. 2012. A Model for Estimating Chilling Requirement of Very Low-Chill Peaches in Taiwan. *Acta Hort.* 962:245-252.
- Parker, L. E. and J. T. Abatzoglou. 2019. Warming winters reduce chill accumulation for peach production in the southeastern United States. *Climate* 7:94.
- Weinberger, J. H. 1950. Chilling requirements of peach varieties. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 56:122-128.