

枇杷寒害與霜害之預防措施

林嘉興 張林仁

臺灣省臺中區農業改良場

摘 要

枇杷在夏季高溫期形成花芽，秋季至冬季開花，此期間之氣溫自高溫逐漸下降，著果後正逢台灣地區寒流頻繁的低溫期，枇杷樹體為適應此自然環境的變化，其生理機能比其他果樹更具耐寒性。但於民國74年及75年冬季連續長期的寒雨或下霜，致使許多枇杷園遭受嚴重損失。寒害發生後，在相同海拔或同一地區受害程度不同，一般在樹冠內部受土壤輻射熱及葉片散熱之影響，氣溫變化較均勻受害較輕；樹冠頂部或外緣之氣溫變化較大，果穗上面無葉片保護之果粒受害較嚴重。

茂木品種著果後果粒朝上或側向，越冬期間無法像田中品種之穗梗會自然向基部葉內彎曲以防止寒害，致使茂木品種寒害發生率高。寒害發生時自果皮表面開始凍傷，經過果肉到達種子，果實愈小時間愈短，受害程度愈嚴重。一般氣溫在 $-0.6\sim 4.5^{\circ}\text{C}$ ，果實溫度 -18°C 即發生凍傷，受害程度因果粒大小與樹體營養狀態而異，對耐寒力有很大的差異；寒害發生一星期後，可在同一樹體內或果穗上觀察到受害果與正常果。

寒害發生頻度高的地區，應栽培耐寒力高的田中品種以減少寒害，或選擇在通風良好、不易滯霜地區栽培。並加強肥培管理，增強樹體的耐寒力；利用修剪方法調節形成結果枝之不同生長勢，以上層結果枝的葉片來遮蔽下層的果實；或將開花期提早，使植株在寒流之前即已進入果實生長期等，上述果園管理方法均可達到減少寒害發生率之目的。遇到密集的強勁寒流時，可在果園內佈置燃燒器加溫防寒，或設置大型風扇吹風，或以噴灌設備噴水等方法預防滯霜，以減少寒害的發生。

前 言

枇杷在夏季高溫期形成花芽，秋季至冬季開花，此期間之氣溫自高溫逐漸下降，著果後正逢台灣地區寒流頻繁的低溫期，枇杷為適應此自然環境其生理

機能比其他果樹更具耐寒性^(3,4)，使本省枇杷栽培在過去未因寒流而造成嚴重災害。但於民國74年2~3月間在中部地連續下了長期的寒雨；民國75年12月至76年1月連續下霜及2月的寒雨；民國81年2月間霜害，致使靠山地區許多枇杷園遭受到嚴重的損失，使過去被認為耐寒性最強的枇杷發生嚴重的寒害問題⁽²⁾。寒害發生後在相同海拔高度或同一地區枇杷受害程度均不同，在一棵樹冠內各枝條的受害程度亦有很大差異。因此，在高海拔或容易滯霜之枇杷園，應依氣象預報分析資料，在強勁寒流來臨之前準備防寒措施，以避免或減輕遭受寒害之損失。由於本省目前尚無完整可供應用在枇杷上之資料，僅就以往所收集之文獻資料整理提供栽培上之參考。

內 容

一、氣候環境對枇杷寒害之影響

(一)開花期的溫度

枇杷花粉發芽之適溫為20℃左右，其發芽率可達到80%，結果後種子數最多，果粒最大。花粉發芽率隨溫度上昇而降低，當溫度達到35℃時開花，花粉之發芽率只有28%，在此條件下結果後之果粒較小。本省枇杷早花之花蕾開花期間之氣溫大部分都超過30℃以上，故其果粒比中、晚花小，可能與花期之溫度有關。

開花期遇到溫度下降，其花粉之發芽率也隨著降低，日本靜岡縣柑桔試驗場曾調查枇杷開花期之日夜溫差對花穗形成之效果，以白天20℃、夜間10℃及25℃二種處理最佳，尤其20~10℃處理之花房形成最早，花穗也最大。溫度降至10℃時，花粉發芽率只有4%；當溫度達到5℃以下，花粉不發芽⁽⁵⁾，枇杷以靠昆蟲媒介授粉為主，在低溫期媒介昆蟲活動減少，故枇杷在開花期若恰遇低溫時，會延長開花期，若為長期持續低溫，則往往不結果。本省枇杷正常的開花期除少數晚花之外，平均氣溫都在15℃以上，對花粉的發芽、花粉管之伸長及受精，皆無問題，故開花期受到寒害的影響較少。

(二)寒害與低溫程度

1.低溫與寒害現象：

遇到較強的寒流，樹冠頂部的果穗溫度變化大，在幼果時期較易受到寒害，樹冠內部受土壤中幅射熱及葉片散熱的影響，溫度比較均勻，受害較輕。1979年日本千葉暖地園藝試驗場，將植株移入冷凍室中做低

溫處理，試驗時果實縱徑1.0~2.0cm、橫徑0.8~1.5cm，觀察結果，果實在冷凍室中長期低溫時，可以耐寒至-2℃。但園地實際調查地上部1.5公尺之溫度在-2℃時，果粒開始凍死⁽⁵⁾。

寒流期間，樹冠頂部之果穗，以上方有2~3枚葉片之果粒與無葉片之果粒比較，無葉片遮覆者果皮溫度低（圖1）。因無葉片遮覆之果粒其果皮在低溫冷卻時放射散熱大，而使果皮溫度降低；有葉片遮覆時可抑制果實之溫度放射故溫度高（圖2），此種耐寒現象為各品種共通的特性。但枇杷花穗形態不同，果實承受低溫的程度也不同⁽⁵⁾。

疏果時，留果梗向上之果粒或向下果粒因品種而異。茂木、楠等品種留向上果粒，與田中品種留向下果粒之溫度比較，向上果粒溫差較大，受害較嚴重；田中之果粒遇到寒流期間果梗自然向下彎曲，果粒受害程度較輕。尤其在晴天無風的條件下，日夜溫差大，入夜後溫度急速下降，果粒對溫度的忍受力更低，受害程度更嚴重。

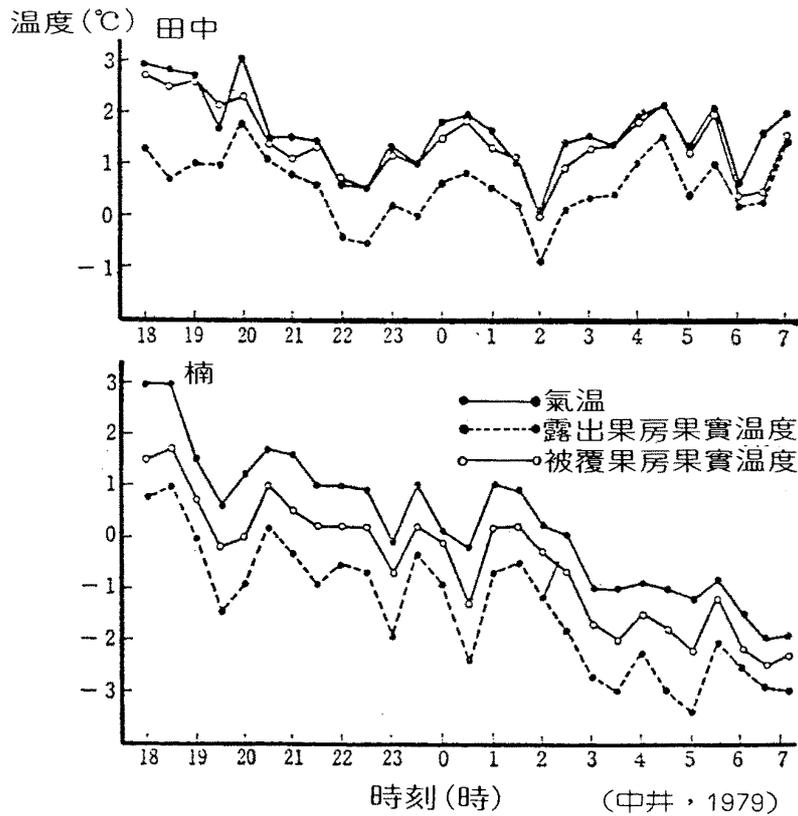


圖1. 樹冠頂部露出果房與被覆果房之果實溫度

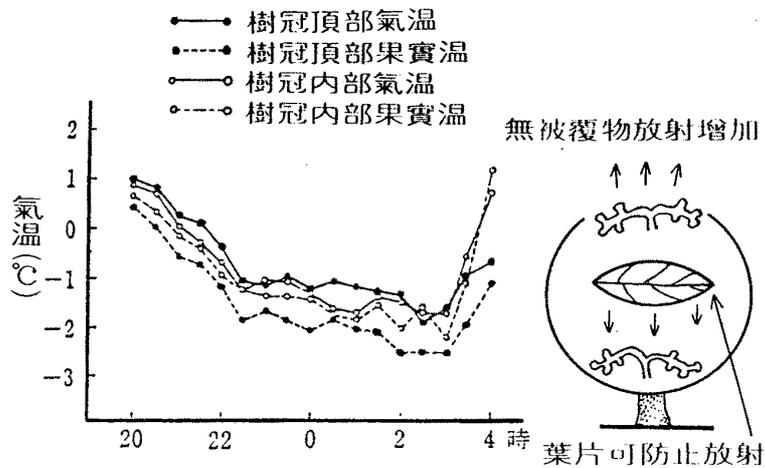


圖2. 樹冠位置與氣溫及果實溫度

本省目前栽培品種以茂木為主，結果後果粒均露出葉片以上，雖可便於除芽、疏果、套袋及採收等作，但在田間管理作業時都將副梢摘除，疏果時均留果梗向上之果粒，低溫期無葉片保護，果粒放射熱大，遇到寒流來襲時易引起嚴重的霜害（興86）。今後在靠山霜害發生地區，應適度調整留結果枝與疏果留果方式，以減少霜害的發生。

2. 果實寒害經過與溫度之變化：

幼果期遇低溫時，初期從果皮表面開始凍傷，經過果肉而到達種子，果實愈小時間愈短，受害愈嚴重。1976年日本千葉暖地試驗場以冷凍室進行幼果低溫處理，開始處理時保持一定的溫度下降速度，經過2.5小時後，加速溫度下降速度。開始凍傷前之果實溫度最低為 -1.8°C ，凍傷發生後又回昇到 -0.5°C ，此時果實之溫度與冷凍室之差異愈來愈大。又在不同月份測定果實耐寒性，果實在2月開始凍傷之溫度為 -2.1°C ，此後果實溫度上昇至 $-0.6\sim 2.5^{\circ}\text{C}$ 之間。4月之果實開始凍傷溫度為 $-0.6\sim 4.5^{\circ}\text{C}$ ，此後果實溫度回復到 $-0.1\sim 1.5^{\circ}\text{C}$ 的範圍內，由此可以看出不同時期所結果實對低溫的抵抗力不同⁽³⁾。樹體本身營養狀態對耐寒力，也有很大關係，可惜枇杷尚無此類資料。

(三) 寒害果之症狀

果實寒害初期在果皮表面不易判別，凍傷後期才能分辨出來，凍害果的胚呈褐色，經過1~2天後種子全部變色。同一果穗上受害果無法發育，果實顏色缺生氣，收穫期變黃，落果多。凍害輕時種子與正常果不同，果皮上殘留凍傷痕跡，在果實中間部殘留環狀疤痕，收穫時凍傷部分果肉硬

且果汁少，無商品價值。

枇杷受寒害後，除果粒受到凍傷之外，果穗在露出樹冠部分之果梗也會受到凍傷，尤其在果粒向下的田中種，果梗的組織凍傷後發生龜裂或腐爛，也有部分果粒因果梗受到凍傷，阻礙水分及養分的輸送而使果粒枯萎。植株生育較弱，葉片數不足，雖可提高開花率，但霜害較嚴重時，不僅果實容易受害，老葉黃化及落葉情形尤其嚴重。應及早將果穗剪除，以免影響植株的生育及翌年的生產。

(四)果實發育過程與耐寒性

枇杷開花結果期遇到強大的寒流過後，同一果穗上的花蕾或果實不會全部受到寒害，經過數日後可以觀察到受害果與正常果均有。同一樹體內之果穗受害程度也不同，寒害結束後還殘留部分完全果，此種情形被部分農友們稱之為延續後代之自然求生現象。實際上，殘留之果粒在果穗上著果的位置，或有果穗之結果枝在樹冠之分佈位置，所感受之溫度及器官發育條件各異，遂形成不同的耐寒性。

枇杷各花穗的開花時間不同，在同一花穗內的每個花朵開花時間前後不整齊，使枇杷開花期感受不同溫度，才不致整個果穗受寒害。在枇杷生育器官之發育過程中，各時期之耐寒性有很大的差異，1978年中井氏等調查枇杷在 -3°C 以下經過10小時（氣溫最低時為 -5°C ）之低溫過後的被害狀態，結果如表1。枇杷在花蕾期到開花期之耐寒力最強，隨果粒的肥大而降低耐寒性。尤其在花蕾到幼果時間，樹冠外周部分之凍死率較樹冠內有更顯著的差異。以果實發育對低溫耐寒性的觀點而言，果粒愈大，自表皮冷卻到中心部的時間愈長，較冷卻時間短的小果粒受害程度較輕。

表1 枇杷生殖器官之著生位置與凍死率 (中井，1978)

樹冠內 位 置	花 蕾			縱徑未滿 1cm 幼果			縱徑 1cm 以上幼果			全 花 果		
	調查 個數	凍死 個數	凍死率 (%)	調查 個數	凍死 個數	凍死率 (%)	調查 個數	凍死 個數	凍死率 (%)	調查 個數	凍死 個數	凍死率 (%)
外周部	18	4	22.2	372	262	70.4	232	226	97.4	622	492	79.1
內 部	1	0	2	191	57	29.8	190	156	82.1	382	213	55.8
合 計	19	4	21.1	563	319	56.7	422	382	90.5	1004	705	70.2

(五)果實凍死溫度

低溫期枇杷園內氣溫變化相當複雜，氣溫與果實溫度不一致，測定相當困難，故尚無適當的資料可當做基準。據1981年千葉暖地園藝試驗場在室內實驗，長期觀察幼果在 $-2.0\sim-2.5^{\circ}\text{C}$ ，並未發現凍死果，故在冷凍室設定 -3°C 、 -4°C 及 -5°C 測定果實凍死所需時間（圖3）。在 -3°C 時經過2小時之凍死率約10%，3小時約50%，5小時80%。 -4°C 時果實凍死率經過1小時約15%，2小時70%，4小時約90%。在 -5°C 經過1小時約50%，2小時為100%之果實凍死率⁽³⁾。故室外低溫期之時間愈長，果實之凍死率愈高。

花蕾之耐寒性比幼果大，該試驗場測定開花期之溫度在 -3°C 及 -4°C 即有部分凍死花，溫度調至 -5°C 時凍死花的比例增加，溫度再降低到 -6°C 及 -7°C 時花凍死率與 -5°C 時相同。以上在冷凍室恆溫實驗之資料實際在田間應用時，受到園地氣溫變化大，果實溫差大等之影響，凍死率更高，故必須提高至 $1\sim 1.5^{\circ}\text{C}$ 以上，才能避免果實受到凍害。

本省寒流過境引起之霜害，有許多園地之實際氣溫並未下降到上列凍死果實之溫度，但仍受到嚴重的霜害。可能因本省寒流吹襲期間氣溫急速下降或整枝方式與日本不同，植株較弱、葉果的比例不足，及留果的方式不同等因素，而引起耐寒性較弱，尚待往後繼續探討。

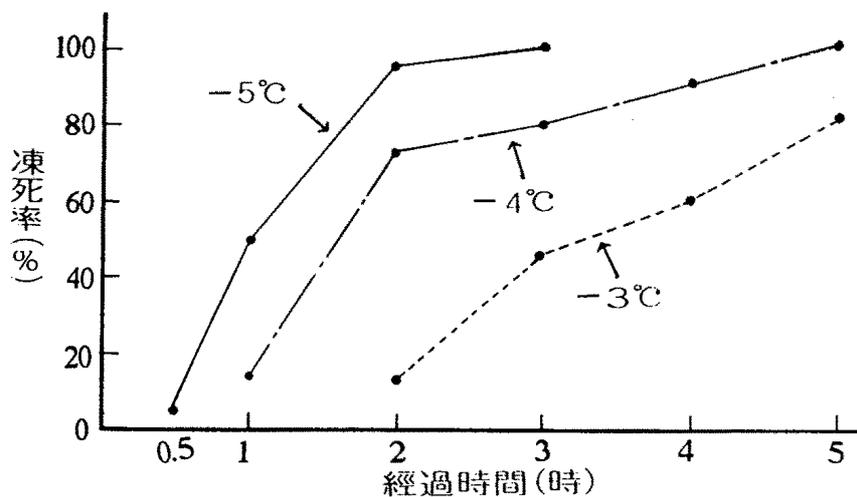


圖3 不同冷卻溫度及時間下之果實凍死率

二、預防寒害之對策

(一)選擇適地栽培

枇杷性喜溫暖的氣候，只要年平均在 15°C 以上的地區均可正常生長，但靠山地區降霜頻度高，生產不安定（圖4）。且栽植後每年必需準備防寒材料、勞力及其他費用，帶來更大的困擾及成本的支出，故新植園必先了解氣候狀況是否適合栽培。以目前中部之枇杷產區要選擇完全的枇杷適栽條件之園地非常少，實際上種植時選擇霜害發生頻度較少的地方即可。

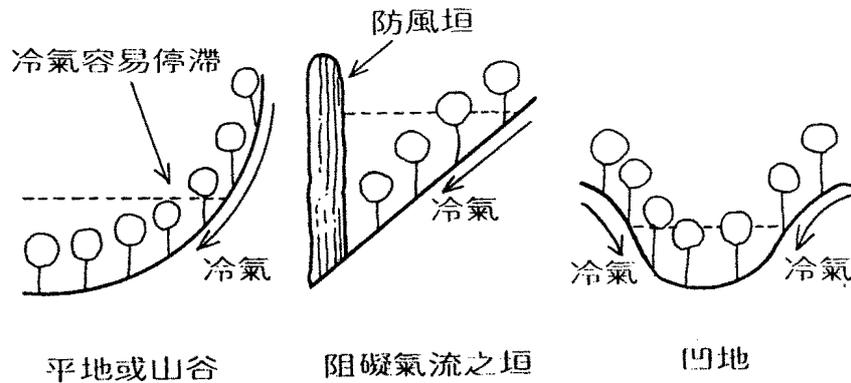


圖4 寒害發生頻度較高之地形

(二)強化樹勢

樹勢弱結果後葉片數少、葉片小、結果率、高花穗小，果穗上的花粒數較少的弱花，對寒害的抵抗性弱。尤其在結果率較高之園，大部分靠果痕枝形成的花穗，全樹冠之葉片教比例少，低溫期無法達到保溫的效果。目前的整枝方式果穗均露出樹體的頂部，果實在低溫時無葉片覆蓋，放射熱大，容易受到寒害。應強化樹勢生育管理，增加葉片數，並促進形成健壯之大花穗及多數的花粒等，可減少遭受寒害的損失。

(三)修剪與留副梢

本枇杷園為使田間管理作業比較方便，大多數採用平面結果層的修剪方式，將副梢剪除，到開花結果期可看到樹冠上部全部果穗，但遇到降霜時由於沒有葉片保護，受到霜害最為嚴重。為減少單層結果的整枝法易受寒害之弊，應留副梢，利用副梢的葉片來保護果實，並在每年修剪時調節枝條不同高度，將單層的結果面變成多層，利用各層的葉片互相保護，可以減少寒害的發生（圖5）

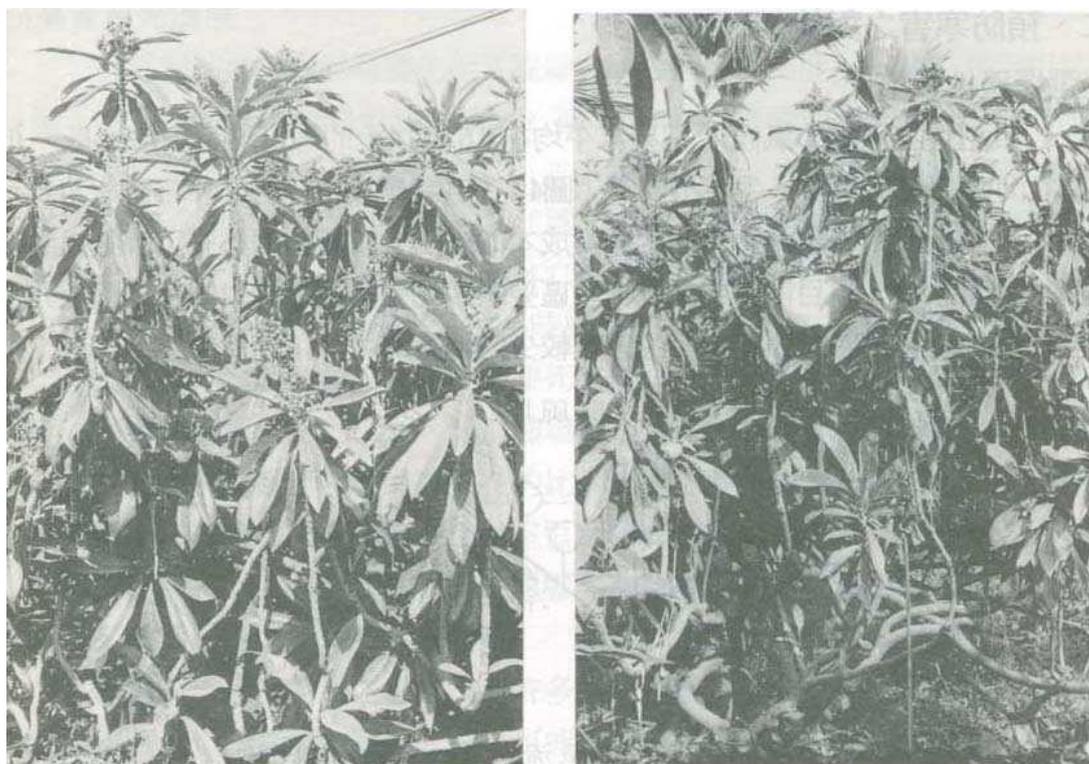


圖5 調節枝條不同高度以減少霜害

(四)覆蓋樹體或花穗

為抑制花蕾或果實本身輻射熱散失，日本有許多栽培者在寒流時將枝條向樹中心紮捆在一起（圖6），以樹體多數的葉片來保護果實，具有防止霜害的效果。水平整枝植株不易紮束樹枝，亦有使用全部樹直接或間接覆蓋（圖7），但需浪費大量的人力，在本省無使用此法。在寒流期間將每一花穗上放置20公克之木絲，上面再以一枚紙固定（圖8）。此法利用木絲抑制果實散熱，減輕寒害，對寒害低溫界限附近之溫度能發揮顯著的效果，但遇到氣溫較低之寒流只能減輕受害，無法完全防止寒害的發生。

(五)調節結果期

枇杷自花蕾到果實成熟期均會受到寒害，但在果實發育及各階段之耐寒性害不同，一般在開花以前之耐寒力最強，謝花後之幼果耐寒性最差，以後則隨著果粒的肥大而增強。由於枇杷抽穗期的早晚可以利用施肥技術調節之，且同一花穗上之花朵開花時期不同，葉片數多的粗大結果枝開花時間長（花穗不修剪時），在日本利用此種開花結果的生理特性，配合田

間管理作業延長開花結果時間，逃避當地寒流期以減少霜害。本省中部靠山地區霜害發生較頻繁的枇杷園，應將結果期提早或延後，調節謝花後的幼果在降霜前或寒流發生後期，以減少果實受到寒害。

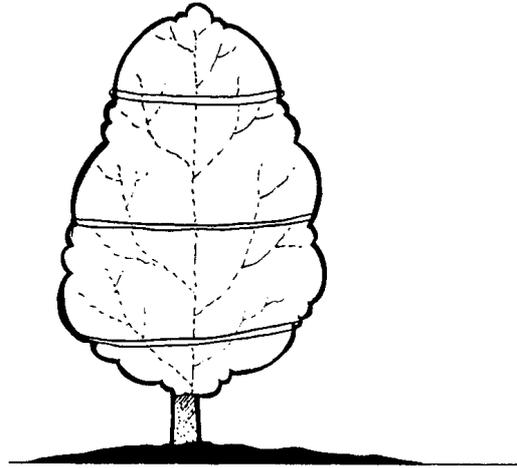


圖6 枝條結束

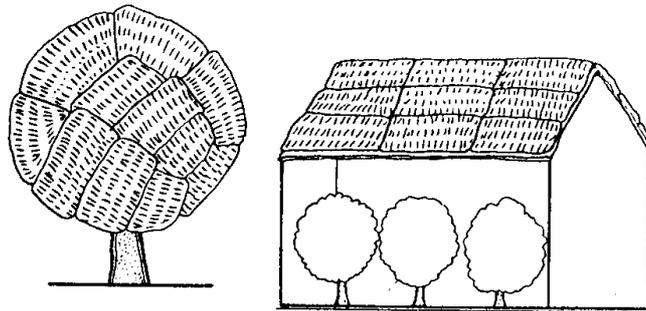


圖7 全樹直接偶間接覆蓋法

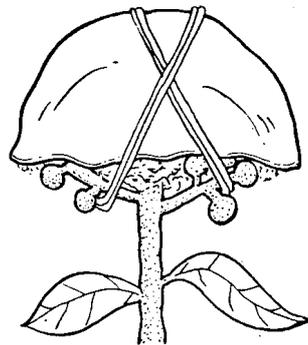


圖8 木絲覆蓋果穗

(六)加溫防寒

寒流來襲時在園內燃火加溫，防止果實冷卻減少寒害，為目前最具實用性的方法，但必需事先準備燃燒器及燃料，在點火期間並需細心的照顧，以免造成意外。

1.燃料與燃燒器：

目前以燃燒重油加熱法最具防寒效果（表2）。所選用的燃燒器，以構造簡單、燃燒效率及安全性高者。台灣栽培枇杷過去受到霜害較少，沒有農戶事先備有燃燒器，故在市面上還沒有適合於枇杷園的防寒加熱器。目前日本枇杷園以小型圍管裝置熱壺型（return-stack）重油燃燒器最多，由於其構造簡單，燃燒時引起空氣對流，不會產生高溫穴，園內溫度較其他燃燒器均勻，加溫之效率高（圖9）。每個燃燒器裝置容量為10公升，可連續點火時間約4~5小時。

寒流來臨時如事先未準備燃燒器，可用石油空罐等裝設石棉紙蕊取代燃燒器，但此種自製燃燒器燃燒不完全，容易產生油煙，長期間燃燒時會污染葉片及果實，進而影響果實外觀。以重油當燃料之外，可用薪材或舊輪胎，裝在切半之鐵桶或地上挖穴點火，燃燒薪材火勢較不易控制，且須經常補充，浪費人力。燃燒舊輪胎時會發生惡臭，造成環境的污染，最好避免使用。

表2 枇杷加溫園與無加溫園之寒害比較

處理別	樹冠位置	調查果數	健全果數	凍死果數	凍死率%
加 溫	樹冠外側	689	542	147	21.3
	樹冠內側	418	375	43	10.3
	合 計	1107	917	190	17.2
無加溫	樹冠外側	604	116	488	80.8
	樹冠內側	381	168	213	55.9
	合 計	985	284	701	71.2

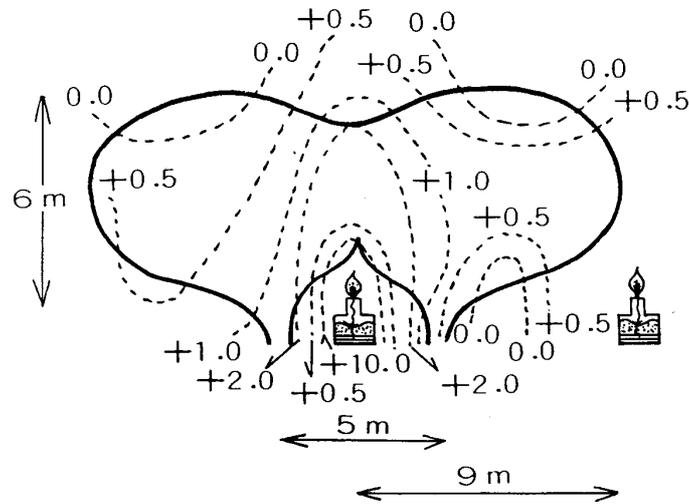


圖13 重油燃燒器在樹冠內溫度的上昇情形

2.加熱點的配置：

枇杷園每10公畝要提昇溫度 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ 時，所需要的加熱點約20~25點，如以加大火勢來減少加熱點，會形成高溫穴將熱氣向上空散發，使橫向擴散的輻射熱減少，而影響加溫的效果。故使用大型的燃燒器也必須與小型器有相同的點數，但是浪費燃料費不合經濟原則。燃燒點的間隔如不考慮冷氣流入的問題，全面等距平均放置後在園中央部分溫度較高，周圍的溫度低。故於冷氣流入方位增加放置密度，才能使園內溫度平均。

3.加熱時間：

枇杷受到寒害的氣溫在日本為 -3°C ，而本省受到霜害的枇杷園溫度大部分在 0°C 左右，如參考日本 -3°C 的加溫點在本省枇杷仍會受到霜害，故一般依當地的氣候判斷入夜之後會下霜時，應於溫度尚未下降到降霜以前即開始點火加熱。使用重油燃燒器等方法加溫，只能使溫度提昇 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ ，點火時間過晚時則影響加溫的效果。遇到強勁的寒流且氣溫下降較快的天氣，點火之前在重油表面加少量的汽油，可加速點火速度。入夜之後應巡視燃燒器，避免熄火引起溫度下降，加熱時間必需到清晨結霜解凍後才停止，否則失去加熱的效果。台灣枇杷受害的寒流期在1~2月間最多，但曾有早在12月中旬即受到嚴重的霜害的記錄，在3月間也經常遇到晚霜，故於寒流期間應經常收看天氣預報，決定是否需要加熱防寒，以免遭受寒害的損失。

(七)風扇防霜

寒流期間之冷氣大部分聚集在接近地面的樹冠下，夜間無風狀態時在一定高度的空中溫度較高，利用此溫度差裝設在距地面10公尺之大型風扇，將上空的暖氣送到樹冠附近，與低層之空氣產生對流，可以減少霜害的發生。但馬力過小的風扇所產生對流效率低，無法達到防寒的效果^(3,4)。使用加熱防霜法在夜間無風的天氣，加溫所產生的輻射熱會逐漸上昇，如果再配合設置風扇，將上昇的暖氣流送回樹冠附近，將更具防霜的效果。

(八)其他防霜方法

使用加熱或風扇防霜需要投資加熱及風扇設備，加溫時並需付出大量的燃料費與人力，除非在開花率較高，管理較佳的專業枇杷園可以應用之外，一般枇杷無法應用。其他較經濟的防霜方法有：利用噴灌設備噴水除霜，寒流前清除雜草，增加土壤散熱。利用古老方法在園地周圍或寒流入口處，燃燒雜草土堆，鋸木屑土堆等方法均可減少霜害的發生。

結 語

枇杷自花蕾發育到果實成熟期均會受到寒害，但在果實發育及各階段之耐寒性不同。由於枇杷抽穗期的早晚可以利用施肥技術調節之，且同一花穗上之花朵開花時期不同，而結果枝不同其開花時間長短不一，利用此種不同枝條生育程度及開花結果的生理特性，配合田間管理作業延長開花結果時間，逃避當地寒流期以減少霜害。此外，其他如覆蓋樹體或花穗、調節結果期、加溫防寒、扇防霜均可參考使用。

參考文獻

1. 申雍 1983 東勢地區葡萄園霜害發生機制及預防措施之研擬 中日農業氣象應用研討會論文專集 p.209-220.
2. 林嘉興 1986 枇杷預防寒害措施 農藥世界雜誌 40:65-72。
3. 中井滋郎 1983 () 幼果 發育 低溫 影響 農業技術大系果樹編4：基本技術編 p.19-22. 農山漁村文化協會·日本。
4. 中井滋郎 1983 () 寒害防止對策 農業技術大系果樹編4：基本技術編 p.23-28. 農山漁村文化協會·日本。
5. 森岡節夫 1983 () 開花時期 影響、摘房、摘蕾 農業技術大系果樹編4：基本技術編 P.13-18. 農山漁村文化協會·日本。

Protection Method of Loquat from Cold and Frost Injury

Jia-Hsing Lin and Lin-Ren Chang

Taichung District Agricultural Improvement Station

ABSTRACT

The fruit chilling injury will occur when the air temperature is under 0.6~4.5 °C. The damage degree is depended on fruit size and tree nutrition status. Smaller fruit is more easily damaged by low temperature than larger fruit.

The area have high rate of cold injury occurrence should grow cold resistant variety as “Tanaka”, or grow at better aeration site, improve fertilization technique to increase cold resistance of tree. Adjustment of fruit shoot with different growth vigor by pruning; the leaves of top layer shoots will provide shading effect on low layer fruit, advance the flower period to escape frost damage, the fruit will setting before cold front is arriving. During cold current period, the following method could reduce the fruit damage: set up the heater in the orchard, using powerful fan or sprinkle irrigation to avoid the accumulation of frost.