

蓮霧裂果原因及可能對策

(92 年度農村青年中短期農業專業訓練講義/賴榮茂)

近年來蓮霧裂果現象有逐年嚴重的趨勢，果實一旦發生開裂的現象，商品售價大幅下降，在開裂的傷口處容易吸水，滋生病害，不利於長途貯運，樹架壽命驟減，直接影響外銷的開拓，對蓮霧產業的競爭力影響甚鉅。裂果問題已成爲蓮霧產業繼續發展的障礙，解決對策的提出刻不容緩。果實在發育的過程，由於細胞不斷地生長的結果，從內部對果皮造成壓力，如果再加上外在的環境因素急遽變化，很容易造成裂果的現象。果實發生裂口時，易遭受病蟲害及微生物的感染，嚴重地影響果實之品質，同時亦造成經濟上很大的損失。

常發生裂果的水果種類很多，因果實的形狀有近似圓形、橢圓形、鈴形等不同形狀，果皮的特性有要剝皮的、有和果肉幾乎密不可分，在構造上差異大，因此造成裂果的原因也有不同。近年來蓮霧果實品質提昇的重點，除了原來的色澤、甜度、大小之外，裂果率的降低變得越來越重要，果實一旦有了裂痕，外觀價值降低之外，果品售價剩不到原來的一半，嚴重者完全沒有商品價值，裂果問題已成爲蓮霧產業發展的障礙。回顧台灣蓮霧的發展過程，在品質上不斷地追求大果，而造成裂果率不斷提高，爲減少裂果現象，各種草根的方式及資材商，不斷地嘗試各種不同種類及劑量的營養劑及生長素，至目前爲止裂果率並沒有明顯的改善。站在試驗改良及產業輔導的立場，對裂果率的降低責無旁貸，本文僅就蓮霧發生裂果現象加以整理，並將裂果的原因及可能對策提出來供大家集思廣益，期盼能將裂果有效地降低，以做爲栽培上的應用。

一、裂果的類型

1. 常見在文獻上有關果皮或果肉發生開裂的名詞，主要有兩個，一個是 Cracking(裂紋)，一個是 Splitting (龜裂)。裂紋是指果實表皮或角質層呈現裂紋之特定物理障礙的通稱，蓮霧果實在接近採收時，由於成熟度過高，或是溫度的急遽變化，在蒂頭附近常發生放射狀的小裂紋，長度再 5 厘米以下，從外觀來看，這種現象常被深紅果皮及碩大果型的光芒所掩蓋，對於品質的影響不大。龜裂則是一種嚴重的 Cracking，其深度深入果肉內部，長度最長可達 5 公分以上。發生的情形在果蒂縱向開裂，約佔發生情形的 80%，裂口 1~3 道；在果腰處橫裂，此現象約佔裂果發生的 10%；在果底處發生縱向、橫向或斜向裂口的情形約佔 10%，發生的時間在中果期開始即有可能發生，依開裂程度不同對果實的售價造成不同程度的影響，嚴重者完全沒有商品價值。除以上 3 種情形之外，在寒流過後因低溫傷害亦會對果實造成不規則得龜裂。

二、學理上裂果的可能機制

裂果現象的差異乃由於果實的形狀及果皮的特性的不同，然而發生開裂的原因，可歸納兩個，一爲水分的逆境，一爲果實內外生長速率不一致。

1、水分逆境因素所引起的裂果

主要發生在長時間乾旱後，又遇到水分的供應突然增加，如長期下雨或驟雨，尤其在採收之前。水分的吸收主要跟經由根系，然而 Vittrup 從 1972 年到 1994 年的報告均指出甜櫻桃裂果現象是由果皮吸水所造成的，其吸水的動力爲果汁的滲透勢低於果皮表面的水分。因此果皮及果肉的構

造及水分對該構造的影響需要進一步探究，果皮分為角質層及皮部組織。

角質層的功能從某些角度來看類似細胞膜，其構造由數層組成，最外面一層角質為高度疏水性構造，上面還包被著蠟膜，底下的一層角質為包含 polyuronides 和 β -1,glucans 的親水性構造，最接近皮部組織的一層由小纖維所組成。

角質層和裂果有關的重要功能有阻止非氣態性物質的擴散，防止下層細胞水溶性物質的滲漏及因雨水而造成浸水的現象(Smalley et al.,1993)。因此角質層的存在，阻止了果實表面水分的擴散，至少發揮延遲水分吸收作用，而降低裂果的發生。然而角質層上有孔道(pores)的存在，它能允許水分及溶質的擴散通過，因此其構造與功能在裂果的機制扮演重要的角色。在 1974 年 McFarlane 證實角質層孔道是帶正電價的位置，會影響陽離子的通透，但不會影響水的通透，蠟層才會影響表皮水分擴散通透。滲透水的通透性則取決於兩側的 pH 值及陽離子濃度。在許多用於減少裂果的不同化學藥劑，其作用為改變孔道內的物理或化學的環境如 pH、陽離子量、孔壁的電價及孔的大小。

另外在角質層上亦會產生裂縫，此裂縫的產生，起因於不規則的水分供應，引發果實的不規則生長(Sekse,1995)。這些角質層的裂縫使更多的水分透入(Glenn and Poovaiah,1989)。

皮部組織，以甜櫻桃為例，由 3~8 層細胞所組成，最外面一層為長方形的細胞呈規則的排列較做表皮層(epidermis layer)，第二層細胞起為較大且不規則形狀的細胞較下表皮(subepidermis layers)(Glenn and Poovaiah,1989)。皮部組織結合角質層圍著底下的薄壁細胞組織。

皮部組織水分進入的動力，在積貯細胞的同化吸收被研究之後，認為是質體外溶質(appolastic solutes)逐漸累積的結果。Sekse 在 1995 年便提出水分進經由甜櫻桃角質層孔道，其進入的動力可能由鄰近角質層的組織細胞間隙內低滲透潛勢的溶質所驅動。

當表面的水分經由角質層孔道滲透穿過或是直接由角質層裂縫透入，在細胞間隙及皮層細胞壁相遇，會造成細胞壁成分的退化和細胞壁的崩解，由於細胞壁失去圍繞功能，導致液泡及細胞的爆破。

在表皮層及果心之間充滿薄壁細胞，薄壁細胞液泡的內容物構成果肉的主要部分。在甜櫻桃果實生長及成熟的過程，可以觀察到作用在果皮的膨壓增加(Yamamoto et al.,1990)，裂果乃膨壓作用的結果。由表皮進入的水分所造成的張力所造成的裂口僅侷限在下表皮，深達果肉甚至到果心的裂縫乃由內部的力量所引起(Sekse,1995)。此內部的力量也就是果實生長過程所產生的膨壓。

在上面的敘述中提到滲透勢及膨壓，在其它研究裂果的研究中亦提到膨壓及滲透勢的觀念，其關係為 $\Psi = \Psi_s + \Psi_p$ (Ψ 、 Ψ_s 、 Ψ_p 分別代表水勢、滲透勢、膨壓)(Milad, 1992)，在成熟的果實其液泡內可溶性物質高，因此其滲透勢明顯地與水不同，此時果實細胞的水勢下降，膨壓增加，是容易發生裂果的時後。在不同葡萄品種中，易裂果品種膨壓在 1.4-2.0 Mpa，中度敏感品種 3.1 Mpa 左右，抗性品種 4.9 Mpa(Considine and Kriedemann,1972)。同一個果實會內灌溉的前後或成熟過程亦會引起不同部位滲透勢的改變。生長在乾旱環境的法國李(Prune domestica L. cv. French)在開花後 115 天才供應水分結果在隔天測得整個果實的滲透勢增加 4.4%，果實體積增加 4.3%，但果蒂端滲透勢增加 14.4%，而花柱端滲透勢減少 5.5%，顯示在灌水之後果實內之溶質濃度經過再分配，而裂果的發生部位就在低滲透勢的花柱端(Milad and Shackel, 1992)，在這同一試驗中不管生長在乾旱土壤或是潮濕土壤或是先經乾旱再灌溉充分水分的法國李果實的滲透勢隨成熟度增加而降低，且同一土壤環境的果實花柱端的滲透勢皆低於果蒂端的滲透勢。在成熟的葡萄果實亦

發現外部果肉的葡萄糖及果糖濃度從果蒂部向花柱端增加(Coombe,1987)。

由以上敘述可描繪出果實在成長的過程，累葡萄糖及果糖等溶質逐漸累積，使果實滲透勢下降，作用到果皮的膨壓增加，然後從果皮細胞壁因吸水而崩解的部分產生裂口，形成裂果現象。

2、果實內外生長速率不一致所引起的裂果

屬於這種原因的裂果現象大致又可區分為果實特性及氣象因子所引起。就果實特性而言，以荔枝的幼果期裂果為例，由荔枝的果實發育曲線可看出，開花後的4~7週是種子急速發育的階段，第7週以後種子幾乎不再生長，果皮的生長恰好相反，至開花後7週起才快速生長(Stern et al., 1995)，由於種子發育太快，所以經常可果實縱裂、種子裸露的小果。就氣象因子而言，主要由於高溫、低溫(寒流)、低濕度、焚風、強日照等不適合的天氣條件造成果皮變硬缺乏彈性，細胞失去分裂及長大的能力，當內部細胞快速長大時便從果實硬化的組織產生裂縫(Ranvir, 1993)。以荔枝為例，中果期以後所發生的裂果屬之，在中果期以後由於高溫及強日照使果皮發生日燒的現象，當果肉繼續生長時就從日燒處產生淺而長的裂縫。其它的果實如柑桔、梨等亦常因果皮受不良天氣或病蟲害影響不再生長，而產生裂果。

三、蓮霧裂果發生時在田間的現象

(1) 不同月份裂果率的變化

蓮霧裂果率，從產季開始至結束有很大的差異，以每月抽樣調查3至4個果園的平均裂果率，11月至2月所採收的冬果，平均裂果率維持在20%以下，而且有逐月下降的趨勢，但從3月份起，顯著增加，至6月份已達63%以上，嚴重發生的果園裂果率甚至超過90%，所以在這段期間果農常自嘲「沒有裂的，不是蓮霧」。

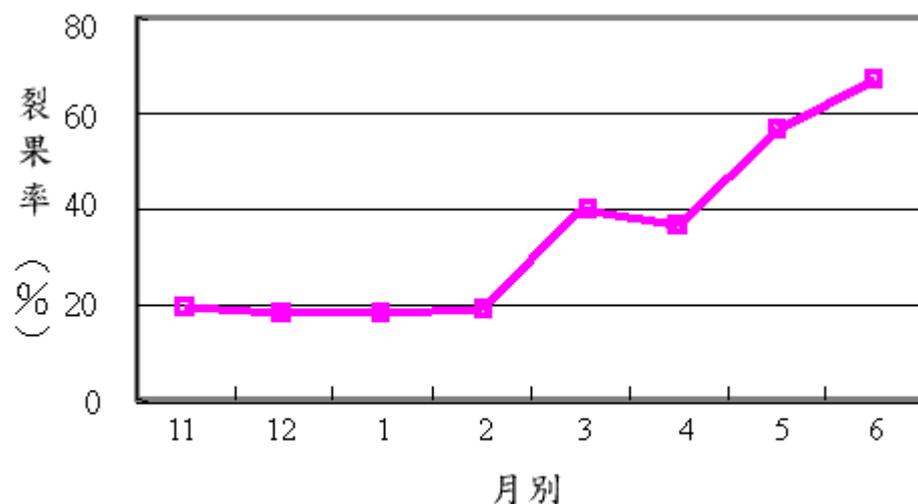


圖.不同月份裂果發生情形

(2) 不同的結果部位裂果率的差異

蓮霧催花成功後，花穗數甚多，最後選留下的果串數，依樹型的大小，一般在200串至400串之間，然而著果位置不同，至採收時裂果發生的比例亦有差別，以15年生，長在沙質地的植株，

樹冠直徑約 5.5 公尺，高度達 3.7 公尺的植株，以樹冠半徑分成三等份，高度從結果母枝以上亦分成三等份，各個位置的裂果率不一樣。越靠樹冠外側裂果率越高。

（3）果肉密度影響裂果率

將成熟的果實以排水法求得體積再與重量換算果肉密度，蓮霧的果肉密度在 0.78 至 0.84 之間，當果肉密度在 0.82 以上，其裂果發生的情形明顯減少，當果肉密度低於 0.80 以下，裂果的情形就大幅提昇。

（4）果實大小與裂果的關係

果型越大者，裂果率有較高的趨勢，在蓮霧品質的追求的過程中，越來越注重大果，裂果的發生與追求大果不無關係。在沿海的果園所產的蓮霧，因為地下水位高或是因為鹽分含量高，根系較不發達，植株生長勢較弱，果型稍小，裂果率較低，相對地在內陸的果園，根系發達，生長勢較強，所產的蓮霧果型較大，裂果情形較多。

（5）成熟度與裂果的關係

果實的成熟度越高者，裂果率越高。依田間的經驗，超過 9 分熟的果實，易發生裂果。為避免發裂果經常提早採收，尤其在高溫期，成熟度常在達 7 分熟時就採收，然而此時甜度及果皮顏色都還不甚理想。需長途運輸或是在考慮不裂果的情況下，降低採收成熟度是目前常用的方式。

四、蓮霧裂果的可能原因

1. **果肉、果皮細胞生長不協調**：果肉細胞的生長速度超過果皮的生長速度，造成此現象的原因，可能是果皮遭受病蟲害，或是藥害，致使果皮生長速度緩。
2. **彈性**：當果實的發育過程，因低溫寒害，致使果皮失去彈性，當果肉細胞持續長大時，就產生裂痕，此裂痕的位置在果腰處，裂痕呈不規則狀居多。
3. **膨壓**：果實含水量約 90%，要有足夠的水分去維持膨壓，果實才能正常長大。土壤乾濕失衡，或下雨太久，是膨壓變化過大造成裂果。清晨因溼度高，從果皮蒸散的水分少，造成細胞膨壓增加而發生裂果。同樣的透氣性不佳的紙袋，阻礙蒸散，膨壓過大，同樣易造成裂果。新梢過多時，因水分蒸散稍多，即發生失水的現象，而關閉氣孔，老葉則較能維持正常的蒸散功能，穩定膨壓。因此新梢過多，易造成裂果，亦由於膨壓過大之故。
4. **鈣硼的含量**：細胞壁的完整性，與鈣硼的含量有關。然而由於養分韻抗的因素或是因為蒸散不足，無法送達果皮，或是因為紙袋隔絕，無法及時補充，造成果皮細胞鈣、硼的缺乏。
5. **品種**：品種間發生裂果的程度有差別，主要由於果皮的厚度及果實的形狀，在諸多蓮霧品系(種)中，有些可以明顯看出果皮較厚，裂果發生較少。蓮霧果實因類似鐘型，果實各部位承受的膨壓不一樣，果蒂端因承受的膨壓大，易發生龜裂。
6. **果實的生長速度及肥培**：果實在低溫時，生長緩慢，農民見狀，往往大量追加含氮的肥料，但低溫同時造成養分的吸收量減少，一旦氣溫回升，肥料的吸收量大增，果實生長太快，或是果型過大，致使裂果大增。

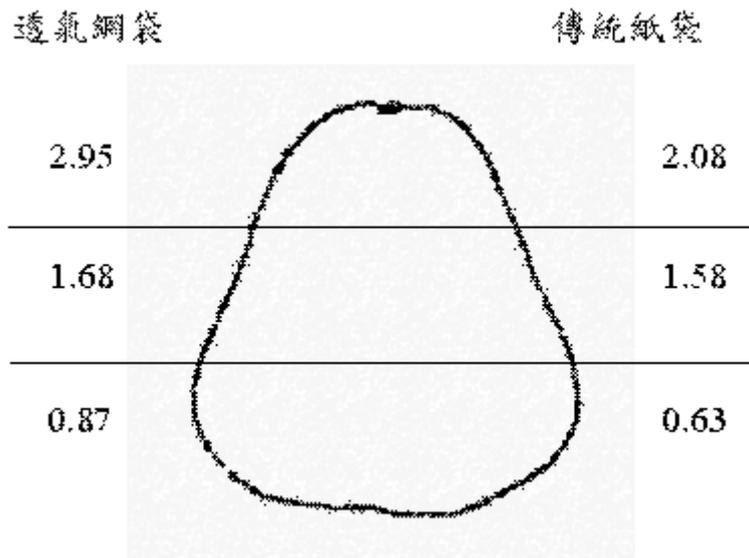


圖.不同套袋之果實鈣含量比較(ppm)

五、蓮霧裂果的可能對策

在了解裂果的問題結構之後，解決裂果問題的方法大致可區分為治標及治本兩種方式。

(1) 治標的方法

- 1.增加果皮彈性：**在幼果期處理勃激素時，以含有 GA4+7 的製劑進行噴施，增加果皮細胞的彈性，以配合果肉細胞的增長。
- 2.水分均衡供應及降低膨壓：**在中果期田間做一次充分灌水，然後一直到採收期維持水分均衡供應，或是畦溝保持湛水狀態，避免驟乾驟濕。
- 3.鈣硼有效的補充：**提早在施用基肥的期間，將含鈣、硼的肥料施入土中，供應整個生長期之所需，在套袋前在將氯化鈣、鎔酸鈣、碳酸鈣或氫氧化鈣及硼點噴在幼果上。套袋的選擇需注意透氣性，以維持果皮持續蒸散水分。
- 4.控制氮肥的施用：**生長速度與氮肥的管理有關，在 12 月及 1 月的低溫期，氮肥吸收量少，幼果的生長速度也較慢，但往往為了快速增大果型，而超施氮肥，造成氣溫稍稍回升時，果實就快速增大等現象，不利裂果的控制。同時造成再抽新梢，果肉海綿質增加、裂果就普遍發生。
- 5.降低採收的成熟度或縮短採收期：**在高溫期，尤其是在每年三月份起，適度的降低成採收成熟度，能減少發生裂果。在管理上先前的疏花及疏果，就需調整花苞及幼果的整齊度，生長太快的或是跟不上的部分盡量疏掉，只留生長較一致的花或果。同時將留果量降低 10~20% ，有助於將每批果實的採收期縮短在 15~20 天內採收完畢，減少後期樹勢失控而裂果。
- 6.穩定果園微氣候：**行株距較大的果園，在果實生長後期果園盡量留草，或是全期維持草生，使表土的溫度及水分維持穩定。新植的果園則需考慮樹型的大小，縮短株距，每分地種植 25-30 株。
- 7.結果部位調控：**在做疏花疏果時，盡量選留有葉片遮蔽或是遠離樹冠外圍的掛果位置，讓果時在較涼爽的位置成長。

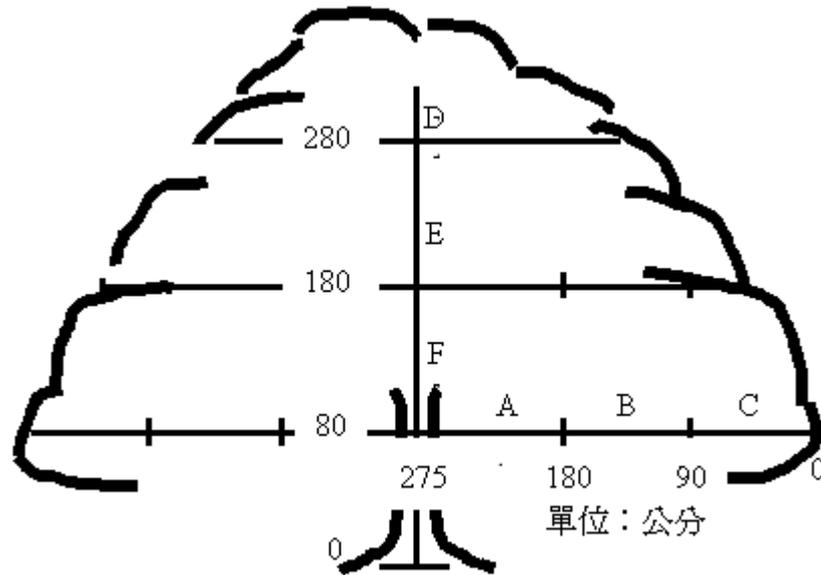


圖.不同結果部位示意圖

(2) 治本的方法

1.減輕催花前對樹體的傷害程度：雖然遮光處理能有效促使開早花，但遮光期間超過 50 天，或是將樹冠完全覆蓋，容易造成樹勢過度被抑制而轉弱，遮光的方式以黑網遮蓋或包圍局部樹冠即可，如果不一定講究要催早花，則以傳統不遮光方式來管理，待 10 月份以後，氣溫轉涼再催花，可讓樹勢正常發展；亦可在管理的方法上，每隔 1~2 年，停止遮光改採自然樹勢來催花。

2.適當使用生長素：在撤除遮光網催花之後，從葉片補充養分，使老葉儘快恢復活力，避免與花芽競爭養分。在盛花後的細胞分裂旺盛期，補充 1-2 次細胞分裂素促進細胞分裂，可提高果實內單位體積的細胞數，間接提高果肉密度。對於幼果噴施是量的 2-IBA，對於肉質密度的提昇有幫助，此皆有助於降低裂果發生。

3.水分控制：水分的控制除了果園水分的控制之外，樹體內的水分可透過主幹或支幹的刻傷製造傷口，在清晨或蒸散不旺盛時，協助排除過多的水分及壓力，對裂果的減輕有幫助，尤其在果實生長後期。

4.控制樹勢，活力均勻分配：透過修剪及肥培的控制減少樹冠上層的徒長枝，使健康有活力的葉片均勻分布到結果位置，對果實直接形成遮蔽保護，拉近葉片及果實的距離，讓葉片的蒸散及光合產物的製造累積，有助於果實的生長。

5.選育適當的品種：在以上眾多方法都做之後，裂果問題如還繼續嚴重發生，只有考慮更換品種，讓粉紅種果果實供應國內對此口味有偏好的消費群。針對外銷或是需長途運輸需求，則需另選不易發生裂果的品種來生產。

表 1、第一及第二收不同結果部位果實裂果率比較

期別	樹冠部位	平均裂果率(%)	A (%)	B (%)	C (%)	D (%)	E (%)	F (%)
第一收		30.0	18.0	30.0	42.0	14.1	30.2	31.0
第二收		67.5	45.6	69.1	80.1	70.4	69.7	70.2

表 2 果實不同保護方式之裂果率及受害情形比較

處理	裂果率(%)	鳥害率(%)	病果率(%)
網袋	54.5	0.3	13.0
網室	67.9	0	13.1
紙袋	92.8	0	16.8

(92 年度農村青年中短期農業專業訓練講義/賴榮茂)