

簡介波爾多液 之使用與注意事項(上)

農試所植病組 林筑蘋 蔡志濃

農試所退休人員 安寶貞

一、波爾多液的由來

18至19世紀歐洲主要的葡萄酒產區爆發了數次嚴重的葡萄露菌病疫情，法國知名葡萄酒產地波爾多地區也深受其害(圖一)。一日，波爾多大學的教授米勒戴特 (Pierre-Marie-Alexis Millardet) 在波爾多地區調查葡萄病害時，發現農民為了制止路人任意採摘果實，會將靠路邊的葡萄噴灑一種嚥起來帶有苦味的淡藍色硫酸銅混合石灰染料，米勒戴特進一步發現如此處理後的葡萄露菌病發病率竟特別地低。米勒戴特與試驗田技術主管大衛 (Ernest David) 合作，於1885年發表文獻證實了此硫酸銅石灰混合物確實具有防治葡萄露菌病的效果，因此被命名為「米勒戴特-大衛處理 (Millardet-David treatment)」，或因發現的地點俗稱「波爾多液」，台灣亦有農民稱為「青銅石灰」。

二、波爾多液為長效型的保護劑

波爾多液的主要殺菌成分為二價銅離子 (Cu^{2+})，銅離子可能與蛋白的硫醇基反應 (-SH)，影響其酵素活性進而抑制真菌孢子的發芽或造成病原菌細胞的代謝異常。波爾多液不宜密集施用，由於植物同樣也會吸收銅離子，過量施用容易造成藥害。因此藉由混和石灰水，銅離子與強鹼性的石灰形成錯離子，此機制提供兩大優點：1. 銅離子與石灰形成細微懸浮粒子施用在植物表面後黏附形成保護膜，不易被雨水沖刷清除；2. 銅離子經植物生長過程所分泌的有機酸而緩慢釋放，延長藥效。

因此，一旦施用在植物表面後，能形成長效型的保護膜，提供良好的預防效果。然而，由於藥劑呈藍色，不建議直接噴灑在花或果實表面。若要在產期中使用，建議改施用低濃度波爾多液，如2-2式，或於沒有花或果實套袋後再施用(圖二)。

三、波爾多液的配製方法

波爾多液依據硫酸銅與生石灰含量有不同濃度的配方，一般採硫酸銅與生

作 者：林筑蘋助理研究員
連絡電話：04-23317536

石灰等量式配置使用。例如「4-4」式波爾多液即是1公升含有4公克硫酸銅與4公克生石灰，其他常見的波爾多液濃度與配製比例請見表一。配置波爾多液時的混合順序相當重要，應以石灰水(白)當底，硫酸銅(藍)再緩慢加入，充分攪拌至溶解，配置出的顆粒細才具有良好的懸浮性；反之則容易產生沉澱的大顆粒(圖三)。

本文提供2種配製方法供選擇，最佳的配製方法是配法一，調配出的顆粒較細密，效果較佳。但若施用量大，無法慢慢混勻時，可使用配法二，調配出的顆粒雖然較大，但是不失為缺乏機器輔助時的折衷方法。

配法一、【直接使用】

調配出的顆粒較細密，適合小量或有機器輔助時使用。

1. 前一日，將所需的水量分為2桶，分別溶解石灰及硫酸銅。
2. 當日，將硫酸銅溶液(藍色)，緩緩倒入石灰水(白色)中，邊倒邊攪拌，另可暫停一下，待確定倒入之部



圖一、葡萄露菌病，造成葉片黃斑，影響葡萄產量與品質。



圖二、波爾多液提供一層「保護膜」，因為此藍色表層不容易擦拭，不建議直接噴灑於花或果實表面(圖為紅龍果幼果)。

分硫酸銅與石灰水充分混合後再繼續加。

3. 成功調配之波爾多液呈水藍色，若出現過多結晶物，過濾後直接使用。

配法二、【濃縮液配製】

調配出的顆粒可能較大，但適合大量或沒有機器輔助時使用。

1. 將石灰及硫酸銅個別溶於寶特瓶或小水桶內，成為濃縮液，可分開長期保存。
2. 使用當天，先將石灰濃縮液按比例倒入所需的水量。
3. 再將硫酸銅緩緩倒入，邊倒邊攪拌，確定倒入之部分液體充分混合後，再繼續緩慢倒入一部分，直至完全混合。

一般波爾多液最常被施用的是「4-4式波爾多液」配方，對一般果樹真菌病害即有良好效果。用於樹幹的傷口塗布與滅菌也可以增加濃度或添加黏著劑，調製成濃稠狀。亦可添加1%的糖，增加懸浮粒子的懸浮性，避免沉澱。

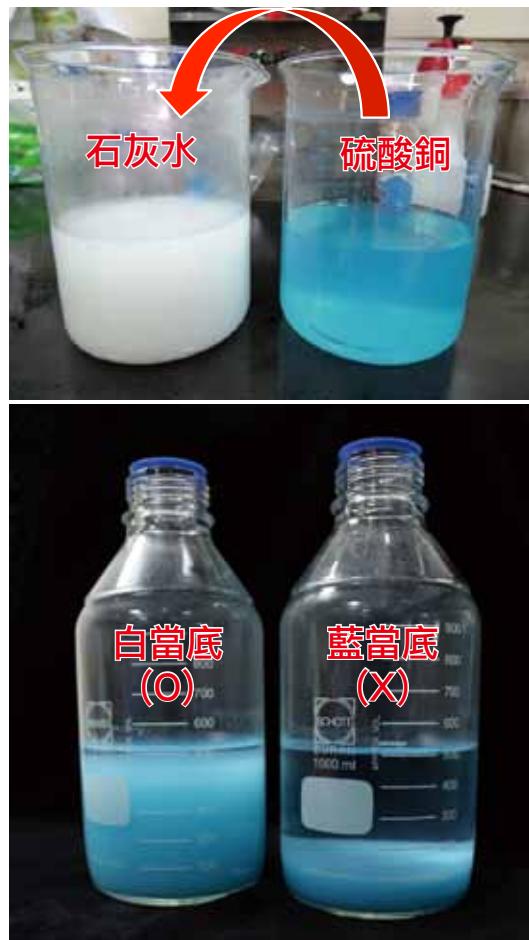
四、波爾多液使用時之注意事項

1. 應選用純度高、品質優良的白色生或熟石灰(圖四)和淡藍色硫酸銅(不挾帶黃色或綠色雜質)。
2. 勿使用鐵桶或其他金屬容器配置或保存，倒入之順序不可顛倒，否則效果大幅降低。
3. 波爾多液呈鹼性，勿與其他易遇鹼反應的藥劑、肥料混合，建議單獨使用。
4. 至少7天後再使用其他藥劑，避免產生藥害。例如噴灑過波爾多液後需經過20-30天才能使用石灰硫礦合劑；噴過石灰硫礦合劑後10天才能噴波爾多液。
5. 每7-10天使用一次，連續使用2-3次。
6. 混勻後當天使用，建議10小時內使用。

表一、各式波爾多液之硫酸銅與生石灰使用量。

名稱	酸銅 (公斤)	生石灰 (公斤)	水 (公噸)
8-8式波爾多液	8	8	1
7-7式波爾多液	7	7	1
6-6式波爾多液	6	6	1
5-5式波爾多液	5	5	1
4-4式波爾多液	4	4	1
3-3式波爾多液	3	3	1
2-2式波爾多液	2	2	1
4-8式過石灰波爾多液	4	8	1
3-6式波爾多液	3	6	1

※註：亦可配合黏稠劑調製成濃稠狀，用於樹幹的傷口塗布與滅菌。



圖三、白(石灰水)當底，藍(硫酸銅)緩慢加入。產生的混合液顆粒細、具良好懸浮性(左)，若弄反者，產生的顆粒大，很快就沉澱(右)。

完畢，否則藥效亦會降低(圖五)。

7. 使用波爾多液應避開高溫、高濕天氣(如在炎熱的中午、陰雨天、霧天或有露水的早晨)，否則易產生藥害。一般在午後、晴天而微風藥液易乾的天氣較為安全。



圖四、純度高生石灰以及熟石灰呈現純白乾淨狀態。



圖五、配製混勻後當天使用，建議10小時內使用完畢，否則藥劑容易變質，效果降低。

8. 與施用一般農藥相同，應配戴防護設備，如長袖、長褲、帽子、手套、口罩、護目鏡等，避免接觸皮膚；施用後宜清洗噴藥桶與噴頭。

五、生石灰與熟石灰之差異

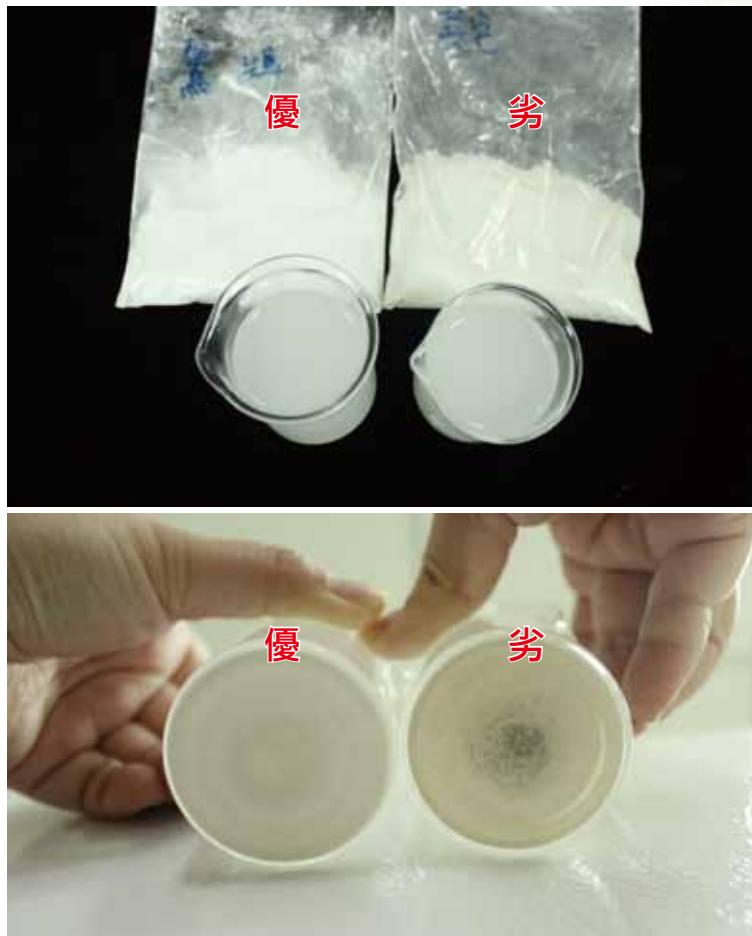
生石灰為碳酸鈣(化學式： CaO ，分子量：56.1)，加水後為產生熟石灰(化學式： $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ，分子量：74.1)。因此若以熟石灰為原料，原本生石灰用量為4克的話，熟石灰則需使用5.3克才有相同的當量，依此類推。

市售的生石灰時常呈塊狀，不易溶解，可以先將生石灰搗碎後再加水。

生石灰加水後會有放熱反應，因此要小心被熱水噴濺燙傷；也必須等待石灰水溫度降至室溫後，再與硫酸銅混合，配製出的顆粒較細膩，效果較佳。

市售熟石灰則多為粉狀，且可視為已含水之石灰，與水混合時放熱現象較不顯著，使用上較為安全。

部分農民曾經反映熟石灰配置出來的效果防治效果不佳或溶解度差。由於市售熟石灰的品質參差不齊，品質不佳的產品時常含有許多雜質而不易溶解，而很難與硫酸銅混合均勻(圖六)。筆者實際施用或試驗



圖六、熟石灰品質優(左)劣(右)差異大，應選擇純度高呈現純白乾淨狀態之熟石灰。



圖七、4-4式波爾多液防治紅龍果莖潰瘍效果不亞於一般化學藥劑。(展：展著劑；賽：賽普護汰寧；2-2：2-2式波爾多液；4-4：4-4式波爾多液)

中都是使用品質優良的熟石灰，呈現的防治效果也十分良好。若對熟石灰的品質有疑慮，建議改採用生石灰調配，但需要注意上段所描述的現象。

六、波爾多液對真菌性與細菌性病害防治效果佳

波爾多液為廣效性殺菌劑，對絕大多數的真菌與細菌病害均有極佳的防治功效，經常用於果樹露菌病、疫病、白粉病、銹病、柑橘潰瘍病、檸果黑斑病及楊桃細菌性斑點病的防治。

舉例來說，於溫室中測試波爾多液防治紅龍果莖潰瘍病效果，結果顯示罹病度大幅下降，且效果不亞於一般慣行農業用的農藥(圖七)；田間實際輔導紅龍果罹染莖潰瘍病的農戶，以4-4式波爾多液配合剪枝與正確施藥時機，可有效降低園區潰瘍病發生率，防治率可達6-9成。(待續)