

簡介波爾多液 之使用與注意事項(下)

農試所植病組 林筑蘋 蔡志濃 黃順源

農試所退休人員 安寶貞

(續上篇)

七、操作波爾多液時的安全考量

根據加州大學農業與自然資源部 (UC Division of Agriculture and Natural Resources) 所執行之加州整合性害物管理計畫 (UC Statewide IPM Program) 農藥資料庫之資料顯示，波爾多液除對水生生物具高度潛在風險性外，對自然天敵、蜜蜂毒性低，哺乳類口服毒性中等，尚未發現致癌或影響生育的可能 (表二)。

波爾多液施用時，除應避開水源區避免毒害水中生物外，對人體健康以及環境的影響性仍不容忽視。

1. 波爾多液與健康疑慮

無論是何種藥劑，操作過程須謹慎做好防護措施，波爾多液操作時亦是如此。在20世紀初便曾爆發過因為施用過量波爾多液，加上缺乏保護措施、操作不當，引起大規模人體健康危害之事件。

作　　者：林筑蘋助理研究員
連絡電話：04-23317536

事件為聯合水果公司 (United Fruit Company) 為防治香蕉葉斑病 (Banana Sigatoka disease)，自1938年開始大規模在拉丁美洲地區噴佈波爾多液，根據文獻記載提及：

「為了運送大量的波爾多液—每英畝250加侖，每兩周一次，終年使用。」

「每公頃一年可累積施用100–150公斤的銅離子量。」

「在整個計畫的高峰時期，有近6萬公頃土地都施用波爾多液」

更甚者，當地香蕉樹逾12米高 (圖八)，公司為確保波爾多液能完整覆蓋各面香蕉葉片，尤其是最上層葉片，缺乏防護措施的工人必須仰望地噴灑波爾多液至香蕉樹上，因而會使波爾多液進到眼、口與鼻，並沾附滿衣服與全身，也因此被暱稱為「鸚哥 (pericos, parakeets)」 (圖九)。因為長期接觸龐大的量，即便已使用肥皂清洗，工人口鼻黏膜甚至皮膚上仍無法完全清除部分的波爾多液，長期呈現淡藍色。據當時報導指稱，部分工人即便已離開該公司，數月後仍可流出淡藍綠色的汗。

最終，工人嗅覺、視力、聽覺與肺部健康出現惡化，甚至死亡。該項驚人的波爾多液施用計畫最終被其他防治技

術取代，於1962年正式宣告終止 (全文詳見Marquardt, 2002)。

上述事例非單純使用波爾多液造成的事故，而是跨國公司超量使用波爾多液，並在不人道、缺乏勞動安全規劃下造成的結果，在現代來看是相當不合理的制度。然而，波爾多液對於呼吸系統的危害問題仍是值得重視，因此施用時應與噴灑一般農藥相同，應當配戴防護設備，如長袖、長褲、帽子、手套、口罩、護目鏡等，操作完畢盡速清洗，務必謹慎小心。

2. 波爾多液與環境風險

波爾多液原料「硫酸銅」與「石灰」都是屬於自然界存在之無機鹽類，近年來仍是許多國家，包括美國、加拿大、歐洲、日本、中國與澳洲核准的有機農業防治資材。

但是，目前普遍認為過量的銅離子會造成土壤汙染與水汙染，可能會毒殺魚類與蚯蚓，過量使用確實有環境上的風險。各國雖核准波爾多液的施用，但多提出使用時，必須盡量減少銅在土壤中的累積。

在管制標準較為嚴格的歐洲，已在連年施用波爾多液的葡萄酒主要產區監測到土壤中銅離子有逐漸累積的情形。為維持環境的永續，在2009年歐盟將波爾多液列入觀察名單，在部分地區「限制」波爾多液的使用或零售，但並沒有「完

全禁用」波爾多液以及其他銅劑，例如在法國限制了波爾多液的使用，但仍核准另一種銅劑三鹽基硫酸銅 (Tribasic copper sulfate)；另外，部分地區，例如義大利則沒有限制波爾多液使用。

我國根據「有機農產品及有機農產加工品驗證基準修正規定」，波爾多液屬於有機農業規範中的病蟲害防治技術及資材之一，有機農業亦可使用。

環保署現行對於食用作物農地之銅離子管制標準為200毫克/公斤。根據筆者



圖八、種植於拉丁美洲的香蕉樹示意圖 (墨西哥城市 1904) (圖片來源：Ficker)。



圖九、1940-1960年代，負責施用波爾多液的工人，在無佩戴防護設備之下，皮膚跟衣物長期呈現無法洗去的藍綠色，因此被暱稱為「鸚哥 (pericos, parakeets)」。(圖片來源：Pixabay)

表二、波爾多液潛在風險評量表

具潛在風險 ¹ 之對象				
水質 ² (水生生物)	自然天敵 (有益生物)	蜜蜂 ³	人與其他哺乳類	
			口服急毒性 ⁴	致癌與生育
極高	低	低	中度	未列入危險名單

說明:

1. 危險等級分為：極低、低、低到中度間、中度、中度到高、高、極高、無、無已知風險、無資料。
2. 以主成分之一硫酸銅所作之評比結果，詳見Pesticide Choice: Best Management Practice for Protecting Surface Water Quality in Agriculture, UC ANR Publication 8161。
3. 由低到高分為I—IV共5級，加州洲際整合性害物管理計畫 (UC Statewide IPM Program) 農藥資料庫之資料以及美國環保署皆列為IV：於安全範圍施用下可4. 於任何時期使用。
4. 按加州整合性害物管理計畫提供之資料標準，口服急毒性LD50介於 50-500 mg/kg間為中度毒性。

資料參考:加州大學農業與自然資源部-加州整合性害物管理計畫 (UC Statewide IPM Program)網站<http://ipm.ucanr.edu/>)

的監測，若未施用的對照組土壤含銅離子量為0.9至2.7毫克/公斤，以4-4式波爾多液連續施用3次，每次施用後隔天的土壤含銅離子微幅上升至2.3至11.0毫克/公斤，1個月後土壤銅離子含量已降至低與使用前無異(0.4至2.4毫克/公斤)；連續施用3年，每年使用5-6次，期間曾施用8-8式1-2次，其餘為4-4式，距最後一次施用(時為8-8式波爾多液)隔1星期後再次調查，銅離子含量為4.4毫克/公斤。顯示在此施作模式下銅離子未大量殘留在土壤中，尚屬合理安全範圍內。

八、結語

波爾多液雖為廣效性且效果好之植物病害防治資材，亦為有機農業規範中可合法使用之防治資材之一，但是操作不當以及過量累積仍會產生不良影響。

為確保環境永續與人體安全，建議在使用時應配戴好防護設備，降低眼耳口鼻以及皮膚碰觸的機會，並且不要任意增加施用濃度與次數，且應配合剪枝清園做好綜合防治，一年的施用次數不

要超過5至6次，降低銅離子汙染的可能性。

九、參考文獻

王清玲。2010。有機農業植物保護資材規定。p157-178。作物害蟲非農藥防治資材(農試所特刊第142號)。王清玲主編。191 pp。農試所。台中。

加州大學農業與自然資源部-加州整合性害物管理計畫 (UC Statewide IPM Program)網站<http://ipm.ucanr.edu/>

台灣環保署網站<https://sgw.epa.gov.tw/Public/>

歐盟食品安全部-農藥資料庫<http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides>

Koepoppel, D. 2007. Banana: The Fate of the Fruit That Changed the World. New York. Hudson Street Press. 305 pp.

Marquardt S. 2002. Pesticides, parakeets, and unions in the Costa Rican banana industry, 1938-1962. Latin American Research Review 37(2):3-36.