

農藥飄散對策 技術手冊

日本農林水產省 編著
臺灣行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所 發行
中華民國一〇六年九月



周邊作物飄散影響防治對策基準制定計畫報告書

農藥飄散對策技術手冊

(平成 21 年度 IPM 技術評價基準制定、資訊提供委託計畫)

本文件由行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所 (Taiwan Agricultural Chemicals and Toxic Substances Research Institute, TACTRI/COA) 經日本農林水產省 (Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, MAFF) 同意翻譯出版。翻譯內容品質與原文一致性由農業藥物毒物試驗所負責，其內容若與原文有所出入，應以原文為準。

消費・安全局植物防疫課
(計畫期間 2007 年 ~2009 年)

平成 22 年 3 月
農林水產省

在 IPM¹ (Integrated Pest Management, 病蟲防治整合管理技術) 中, 基本原則就是農藥的使用應維持在最小限度, 飄散就是一種損失, 它不但會造成施藥周邊環境的負擔, 同時帶來周邊作物的殘留風險。尤其隨著農藥殘留基準正面表列制度的實施, 周邊作物的飄散影響防治更成為重要的課題, 為了讓生產者安心且確實地做好防治工作, 必須制定相關策略。

然而, 目前農藥飄散相關的調查研究成果尚且不足, 為研究各式作物栽培形態及其適用農藥施用方法, 必須整理各方相關重要技術並予以重新檢視。這對於降低飄散對策的技術體系確認而言, 相當重要。

為此, 農林水產省執行了「IPM 技術評估製定、資訊提供委託計畫」, 由社團法人日本植物防疫協會於平成 22 年 3 月製成「農藥飄散對策技術手冊」, 為平成 19(2007)~21(2009) 年 3 年間的計畫成果,

對農藥飄散對策而言, 本手冊收錄相關技術資訊相當有參考價值。

平成 24 年 12 月消費・安全局植物防疫課

1 譯注：IPM，指不完全依靠化學農藥來撲滅病蟲害，而以輪作、抗病性品種、高溫消毒或機械方式等物理方式，或搭配用天敵、

費洛蒙來進行病蟲害防治的綜合技術。盡可能地不使用化學農藥，讓經濟尚可容許的農作物損害程度內，維持低密度的病蟲害。

平成 21 年度 IPM 技術評估基準制定、資訊提供委託計畫 /
周邊作物飄散影響防治對策基準制定計畫報告書

農藥飄散對策技術手冊



平成 22 年 3 月
社團法人 日本植物防疫協會

- 中文出版者序 -

臺灣地狹人稠，居住區域與農田、果園相互接壤，且因地處熱帶、亞熱帶地區，在氣候條件影響下，高溫多雨的環境讓病蟲害管理成為農業經營的首要關鍵。近年由於食品安全意識提升，農藥殘留的問題持續獲得關注，因農藥施用造成的飄散於周邊環境衝擊屢屢受到公民團體與新聞媒體高度重視。如有機農田因位於下風處，隔離帶未能有效攔阻飄散，以至於有機農產品檢出農藥殘留，甚而影響農民投入安全農業的經營意願；都市地區因公園綠地植栽管理也有農藥使用需求，如近年各地荔枝椿象族群擴張，為了避免公園使用人接觸荔枝椿象造成的過敏與傷害而使用農藥減低族群數量，然而施用藥劑對於非目標生物的影響，或藥劑施用時的氣味都讓社會大眾對於農藥使用的安全性有更深的期望。

社會與經濟面的關注讓有關單位投入大量的人力、物力以減緩農藥飄散對人與環境的影響。基於此理念，農業藥物毒物試驗所期盼將日本農林水產省的研究報告書《農藥飄散對策技術手冊》介紹予國人。

農藥飄散在臺灣及日本都是相當受到矚目的議題，日本社會大眾亦相當關注農藥飄散的影響。日本農林水產省於 2007 至 2009 年針對農藥飄散建立多項研究計畫，原著整合多項研究計畫並具體而微的建立農藥飄散發生時的因應對策，讓相關從業人員、行政管理單位對於農藥施用時，施藥人員與受飄散影響的利益關係人及周邊環境都能有深入的認知。針對本書引介的農藥飄散特性、減緩飄散應注意的農藥使用時機、使用人、使用器械等，系統性的介紹相關注意事項。且日本與台灣農業環境相仿，讓農藥飄散防治對策更具有參考價值。

感謝日本農林水產省同意農業藥物毒物試驗所翻譯農藥飄散對策手冊為中文，本書譯者與編輯皆為農業領域之從業人員及研究人員，力求譯文能完整表達原著的理念，本書能順利付梓，謹誌本所由衷謝忱。

臺灣行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所 所長

費雯綺 謹識

中華民國一〇六年九月

- 前 言 -

農藥為農業生產上不可欠缺的資材，但目前有人已從不同觀點提出了施藥所帶來的飄散影響提出質疑。其最主要的課題為施藥者的農藥暴露量，以及對包含鄰近居民在內的環境影響問題，加上平成 18 年導入殘留基準的確切化制度後，也開始注意到對鄰近作物可能的不當殘留影響，本協會於平成 17 年 12 月製成《地上防治飄散對策手冊》，這些都促成了現今飄散防治的推動。農林水產省計畫提供了許多噴灑機械裝置的解說及相關對應技術，平成 21 年 IPM 技術評估制定、資訊收集計畫 / 周邊作物飄散影響防治對策基準制定計畫便將這些資訊匯集整理成冊。

基於上述目的，將前述《地上防治飄散對策手冊》一書全面改版製成本書。主要目的希望地區指導機關能予以活用，並增加了總論，說明飄散防治的目的與思考方式，同時盡可能收錄許多目前已具明顯成效的技術對策，本書書名也改成農藥飄散對策技術手冊。

過去由於《地上防治飄散對策手冊》的出版引發全國對生產現場農藥飄散的關心，是以至今未發生過因飄散所導致的嚴重違反殘留量事件，不過鄰近居民及所處環境相關的飄散防治問題仍引起社會大眾的關心，有的地區甚至曾經發生急需加強防治的案例。

此外，本書僅討論噴灑式之農藥飄散問題，至於揮發性所導致的空氣農藥濃度影響及其對策並不在討論範圍內，這部分請參考專門研究說明。

最後，本書的完成和之前的《地上防治飄散對策手冊》一樣，都是邀請了對防除機具及農藥知之甚詳的專家擔任編集委員，獲得許多建言。在此致上感謝之意。

社團法人 日本植物防疫協會
理事長 岩本毅

- 編輯委員 -

(依五十音順排列，省略敬稱)

- 東 惠一 (YAMAHO 工業株式會社)
角田 泰 (農藥工業會)
川幡 寬 (JA¹全農 營農·技術中心)
富田 恭範 (茨城縣農業綜合中心園藝研究所)
中島 滿 (社團法人農林水產航空協會 農林航空技術中心)
中村 幸二 (社團法人日本植物防疫協會)
宮原 佳彥 (獨立行政法人農業·食品產業技術綜合研究機構生物
系特定產業技術研究支援中心)
湯淺 一康 (株式會社 丸山製作所)
事務所 (社團法人日本植物防疫協會)
藤田 俊一
高木 豐

本書使用注意

1. 與「飄散」意義相近詞彙尚有「漂流飄散」、「飄移」等，但本書為避免用詞繁瑣，統一使用「飄散」一詞。
2. 本書中主要使用的數值單位意思列示如下：
噴灑粒子大小單位： μm = 千分之一毫米
農藥散佈液的濃度： ppm = 1 公升的水中溶解的農藥有效成分量 (毫克)
殘留農藥的濃度： ppm 或 mg/kg = 1 公斤作物體的殘留農藥成分量 (毫克)
3. 本書使用的「液劑」²一詞，為可濕性粉劑、乳劑這類以水稀釋來使用的農藥製劑之總稱。
4. 本書引用的實驗資料，以實際實驗的年代順序列示，因此與記錄實驗資料的報告年代並不一定相符。書末同時收錄主要引用文獻。

¹ 譯注：JA，日本農業協同組合，簡稱「農協」。

² 譯注：手冊在此所言的液劑並非特定指劑型，應為加水稀釋後施用的劑型，意即田間

施用調配好的藥液。

目 錄

第一章 飄散對策的目的

1. 農藥噴灑機具.....	1
2. 農藥飄散相關問題.....	1
3. 農藥飄散相關指導與規則.....	2

第二章 飄散對策的基礎

1. 何種情況容易發生飄散問題.....	4
2. 確實執行基本噴灑操作.....	6
3. 洗淨噴灑器具的重要性.....	9
4. 對策的思考組成.....	10

第三章 個別對策技術說明

1. 飄散減低噴嘴之利用.....	13
2. 遮蔽物之利用.....	22
3. 行動式高壓噴霧機飄散減低對策.....	25
4. 粉劑對策.....	30
5. 少量多樣化栽培農場、混植園飄散對策.....	32
6. 無人直升機飄散對策.....	34
7. 施藥同伴間的合作.....	37
8. 農藥劑型及登記內容.....	38
9. 利用低飄散風險的噴灑機具.....	40
10. 其他對策.....	41
11. 利用感水紙判斷飄散量.....	41

引用文獻.....	51
-----------	----

第一章

飄散¹對策的目的

1. 農藥的飄散機具

農藥為農作物安定且經濟性栽培中不可或缺的一環。農藥施用方式有很多種，但最普遍的使用方式即為「噴灑」。農藥的噴灑就是利用機具，讓噴灑出微小粒子到達作物上的技術，而當這些粒子散逸到目標物以外的地方，這種情況就稱為「飄散」。

飄散的農藥粒子大小不同，比較大的會落在鄰近區域，至於容易在空氣中飄散的微粒則會隨風飄移。後者中一部分會在空氣中擴散，有的甚至會在還沒落下前就消失了。

農藥飄散的發生，與農藥、噴灑器具等內在因素，以及施藥時的風速等外在因素都有很大的關係。農藥方面，主要與劑型有關，飄散情況依序為粒劑 < 液劑 < 粉劑。噴灑器具方面，散佈粒子的大小、傳達力、散佈量都是原因之一，噴灑器各有特點，即使使用相同的器具，也會因操作方式的不同而產生完全不同的飄散情況。因此操作技術的好壞為重要影響因素。外在因素方面，施藥時的自然風影響最大，上昇氣流的有無、濕度等，都影響著飄散粒子的移動。

飄散到目標物以外的情況有二，其一為噴灑機具力道強，噴霧粒子越過目標物直接降落到外部的情況，其二為噴霧粒子一度於空中飄揚而起，而後乘風抵達下風處的情況。比如對樹木與立體作物噴灑時，鄰近作物就會遇到上述第一種飄散情況；如果是平面作

物噴灑，噴灑粒子就會依風勢或上昇氣流於空中飄散，落在下風處。不過若為行動式高壓噴霧器的廣角噴灑法，則是具備上述兩種情況的噴灑裝置。

飄散粒子可到達與落下的範圍

如上所述，飄散的情況與氣象條件等多項因素關係密切，飄散影響範圍無法一概而論，但若從數據來看，10m 左右的小規模噴灑，以及 50m 左右的大規模噴灑，這兩者都容易有飄散問題。不過只要多加留意接下來要討論的散佈操作問題，上述飄散情況都能獲得大幅改善。

2. 農藥飄散相關問題

飄散問題隨之而來的問題，是對鄰近居民的影響、鄰近農作物的污染，以及鄰近公共用水的滲入問題。

對鄰近居民的影響方面，除了一直以來的異味問題，以及農藥附著於衣物、器具上的申訴之外，近年也開始被要求要注意可能引發的化學物質過敏症問題，並不要波及周遭公路來往人車。對於國家發出的住宅區周邊農藥噴灑指導通知，必須遵循辦理。

在導入農藥殘留基準² 正面表列制度之後，農藥對於鄰近栽種作物的污染危害已被視為伴隨飄散而來的問題，但由於噴灑的農藥依不同作物而有不同的殘留基準值設定，因而讓上述污染問題有很大的差異性。此外，即使受到一定程度的飄散影響，污染情況也會因作物的種類而有很大的差異，尤其是作物收穫前一段

¹ 飄散一詞於日文使用「飛散」，係專指農藥飛散到其他區域的情況，日文的「漂い」(飄散) 只是指微粒在空中飄散的情況。而第一章第一段就解釋這個詞彙：農藥的噴灑就是利用機具，讓噴灑出來的微小粒子到達作

物上的技術，而當這些粒子散逸到目標物以外的地方，這種情況就稱為「飛散」。考量國內習慣用語使用「飄散」一詞，後續翻譯將調整為國內慣用語彙以利理解。此外，因為文中有特別解釋過「飄散」是指農藥飄散，

所以一直以「飄散」為主詞來論述。但有的地方如果照翻成「飄散……」就中文而言會覺得不太順，因為「飄散」常當動詞用，所以譯者會適時加入「農藥」來表示。

時期、氣象條件等都會有影響。鄰近作物的殘留問題顯得相當複雜，特別是附近若有接近採收期的輕量葉菜類情況會更加顯著，因此必須採取相關對策。混作多樣化作物的農場更須多留注意。

鄰近公共用水若有農藥大量流入，不只會造成水質污染，也會危害魚貝類，尤其是魚毒性高的農藥更須注意，且應注意是否訂有魚貝類的殘留基準。飲用水源附近，不論農藥種類，用藥皆須注意飄散問題，若周圍有養蜂場和桑園，具備蜜蜂、蠶危害防止的觀念十分重要。

由上可知，伴隨農藥飄散而來的問題繁多，不過這些問題也並非時常出現。飄散所及範圍中若無需要注意的對象，飄散的情況就會很少，就不會引發問題。

另一方面，飄散也可以說是噴灑的浪費，和施藥者本身也會曝露於農藥中。因此考慮到對農業人員自身的健康，更應當努力減少飄散情況的發生。

3. 農藥飄散相關的指導與規定

為了協調與鄰近居民之間的關係，農林水產省與環境省提出了「住宅區等地的農藥使用」通知。此外，為避免非食用農作物的農藥噴灑影響到周邊的食用作物，農林水產省也發出了相關通知。環境省並於平成 19 年製作管理手冊，主要以公園、街路樹等病蟲害、雜草管理人員為對象進行宣導，而地方自治團體也進行自我管理指導與教育訓練。



環境省が公表している「公園・街路樹等病虫・雑草管理暫定マニュアル」
(http://www.env.go.jp/water/noyaku/hisan_risk/manual1/00cover.pdf)

2 日文的基準比較偏向有明確的基準數值，表達須到達或不可超過某個數值時用，因此常說「基準點」，標準比較常用在「標準」沒有非常明確的數值，或者是一段範圍、某個類型。另考量農藥取締法中，未公告標準

值的農藥以「統一基準」0.01 ppm 來加以規範，故譯者以「基準」一詞行文，日文漢字以一律基準表示，即 uniform limit。

日本農藥取締法相當於我國農藥管理法，但我國容許量並未像一樣日本訂定統一基準，

我國農藥殘留容許量標準可至衛福部食藥署網站查詢：<https://consumer.fda.gov.tw/Law/PesticideList.aspx?nodeID=520>

關於住宅區的農藥使用

(平成 19 年 1 月 31 日農林水產省消費・安全局長 環境省水・大氣環境局長 通知) 節錄

- 住宅區進行病蟲害防治時，為避免農藥飄散影響附近住民、孩童健康，應遵守下列事項：
 - 農藥使用者應致力於早期病蟲害，並依其狀況採取適當防治措施，而非不管病蟲害是否發生就定期噴灑農藥。
 - 農藥使用者應選擇栽種較具抗病性或抗蟲之作物或品種，甚至是適切的土質與施肥，善用人力捕殺、防蟲網等物理性防治法，盡可能減少農藥使用次數及藥量。尤其是公園的病蟲害防治，應優先處理病蟲害發生區域，若防治困難而必須使用農藥(包含依森林病蟲害等防治法(昭和 25 年法律第 53 號)規定，由周遭病蟲害情況判斷，為防治松材線蟲而不得不使用農藥之狀況)，也應先活用誘殺、塗擦、樹幹注入等噴灑以外的施藥手段，若仍成效不彰，才進行最小範圍的農藥噴灑。
 - 農業使用者應使用：登記於農藥取締法且適用於該農作物之農藥，同時應遵守標籤所記載之使用說明(使用次數、使用量、使用濃度等)，以及使用注意事項。
 - 農藥使用者施藥時應盡可能避免農藥飄散。可選擇無風或風小等對周遭環境影響較低的天候及時間帶進行。噴灑時注意噴嘴方向，並選用如粒劑等不易造成飄散的劑型，或減低飄散的噴嘴。
- 農藥使用者或農藥使用的委託者應於施藥前事先告知周遭居民施藥目的、時間及種類。尤其是噴灑區域鄰近學校、上學路線時，皆應通知校方及孩童家長，留意噴灑的時間。
- 農藥使用者應記錄農藥使用年月日、場所、施藥植物，以及所用農藥的種類、名稱、單位面積、稀釋倍數，並且妥善保管。
- 進行農作物病蟲害防治工作時，過程中有時會混用幾種農藥，也就是現場混合後立即使用，藉此減輕工作量。這種情況所使用的農藥和原本就已登記為混合劑之農藥不同，因此使用者應注意下列幾點：
 - 農藥上如果註明與其他農藥混用之注意事項說明，應嚴格遵守。
 - 試驗研究機構在進行實驗把握各種有關資訊後，才能避免現場混合使用發生危險。混用時必須參考生產者團體所發行「農藥混用事例集」，盡量避免將未知的農藥在現場組合混用。尤其是有機磷農藥的混用，藥效可能會有加成作用，因此必須嚴加控制。

非食用農作物的農藥使用對於周邊食用農作物之影響防止對策

(平成 18 年 4 月 28 日農林水產省消費安全局長・生產局長・經營局長通知一節錄一)

- 施藥前，應先確認周邊是否有食用農作物，必須時可諮詢都道府縣、市町村、農協等單位，同時應事先通知周邊食用農作物的栽種者，施藥之目的、時程及農藥種類。
- 實際進行施藥作業時，應依據病蟲害、雜草的發生狀況，採取最小限度的噴灑。
- 使用登記於農藥取締法且適用於該農作物之農藥，同時應遵守標籤所記載之使用說明(使用次數、使用量、使用濃度等)，以及使用注意事項。
- 施藥時應盡可能避免農藥飄散。可選擇無風或風小等對周遭環境影響較低的天候及時間帶進行噴灑，並應注意噴嘴方向。
- 應與都道府縣、市町村、JA 等保持密切聯絡，尤其是若適逢周邊食用農作物收穫期，應依當時狀況變更所用農藥種類，選用較不易飄散的劑型，或者改用不同施藥手法或不易造成飄散的器具。
- 記錄下列事項，保管一段期間：
 - 農藥使用年月日、場所、對象農作物、氣象條件(風的強度)等。
 - 使用農藥之種類、名稱、單位面積使用量與稀釋倍數。
 - 發生農藥飄散時，應盡速聯絡附近農作物栽種者，同時通知都道府縣、市町村、JA 等單位，農業相關人員一同商討後續的處理。

環境省公佈《公園・行道樹等病蟲害・雜草管理臨時手冊》

第二章

飄散對策的基礎

1. 何種情況容易發生飄散問題

(1) 主要原因與風險

如同第一章的說明，伴隨農藥飄散而來的問題分為幾種類型。可能導致問題嚴重化的幾項因素，包括施藥對象、農藥本身之潛在風險，及飄散範圍與劑量。此外，飄散範圍與劑量方面又和施藥器械及其操作方法，甚至施藥時的天候條件有關。以下整理了幾種容易導致農藥飄散的情況：

① 農藥相關因素

劑型 粉劑與液劑較易飄散

氣味 有強烈氣味的農藥易引發鄰近居民不滿，揮發性強的農藥也容易在散佈後殘留。

登記狀況 農藥沒有登記，沒有設定鄰近作物的殘留基準，又或者規定的基準值很低，就容易有殘留問題。

濃度等 在有效成分含量高且稀釋倍率低（有效成分用量多）的情況下，飄散的農藥量（分量）也容易比其他農藥來得多。

魚毒性 對魚類影響嚴重的農藥容易對鄰近河川魚貝類的造成危害。

非目標生物毒性 對蠶、蜜蜂影響嚴重的農藥容易對這類生物造成危害。

② 噴灑機械與噴灑操作等因素

噴灑粒徑 噴灑細微粒子容易飄散

到達性 噴灑機械的噴施範圍較廣時易造成飄散問題，若為具送風結構的噴霧機，送風量大時更易助長飄散的情況。

噴桿操作 與作物相隔一段距離之噴灑容易有飄散問題，若又揮舞噴桿，或未注意風向及噴灑方向會更加助長飄散的情況。

噴灑量 噴灑量較多時飄散情況更嚴重。

③ 天候條件

風的強度 有風時容易導致飄散，風越大飄散的範圍越遠。

風向 風向遠比風速更容易造成飄散問題，因此下風處若有不希望受到飄散影響對象，施藥人員更須注意防範。

(2) 對鄰近作物的風險

如同第一章的說明，影響鄰近作物殘留風險的因素非常多且複雜。究竟什麼情況下容易造成鄰近作物殘留，整理幾項重點如下：

① 飄散範圍內是否有栽種作物

飄散的噴灑粒子落下較多的範圍內，若有栽種作物就容易引發殘留問題，反之若無鄰近作物則無影響。至於飄散可能影響範圍，則取決於施藥器械種類的不同。

② 鄰近作物是否為容易受飄散影響的種類

可食部位（殘留檢驗的部位）重量較輕且表面積大的作物（如菠菜這樣的葉菜類及小顆粒果實類）受飄散危害的風險較高。反之若重量較重（如大西瓜），可食部位包覆於豆莢內（如蠶豆）或存在於地表下（如薯類），因可食部位不會直接受到飄散影響，所以只要沒有受到大量農藥飄散，就不必太擔心殘留問題。（但依作物的不同，可食部位若為果莢或地上部仍須注意。）此外，米、麥、大豆等，收穫量來自於園區整體的混合、匯集，即使園區內部份有農藥飄散問題，就整體而言殘留風險仍然會很小。

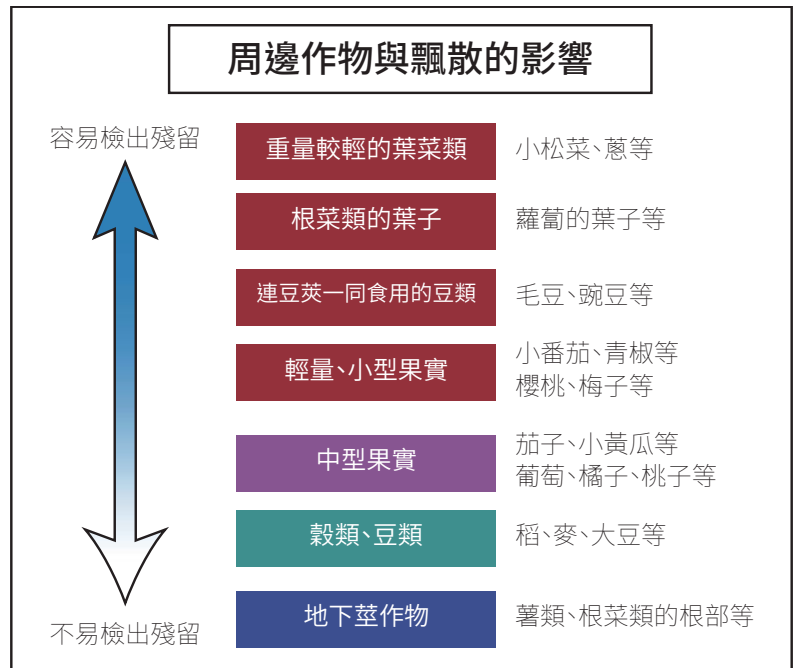
③ 鄰近作物是否接近收成期

作物上的農藥會隨著時間因紫外線及降雨而消失，殘留濃度也會隨著作物的持續生長而減低。因此，即使受農藥飄散影響，只要距離採收期還有時間，殘留濃度就會漸漸減低，飄散量不多的話就沒有問題。反

之若於收穫期受到農藥飄散影響，即使是少量的飄散也會造成問題。

④ 飄散的農藥本身是否已登記鄰近作物品項 (殘留基準值)

各項農藥都登記有不同作物的殘留基準值設定，這些基準值是依農藥有效成分而定，部份則依循國際基準值規定。因此，有的農藥製劑即使沒有登記該種作物，也會有殘留基準值設定。一般而言，殘留基準值會較飄散時殘留程度還要高出許多，所以農藥和各種作物搭配使用時不太會有飄散殘留問題。然而，若因為未登記而沒有殘留基準值設定，則必須符合基準值極低的統一基準 (0.01 ppm)¹，就容易有飄散殘留問題。



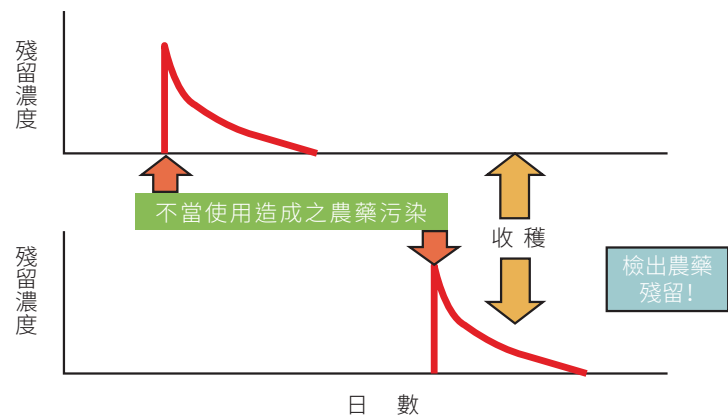
(3) 可能發生農藥飄散的幾種情況

依平成 19 年全國指導機關問題調查結果，下列幾種情況可能發生農藥飄散問題：

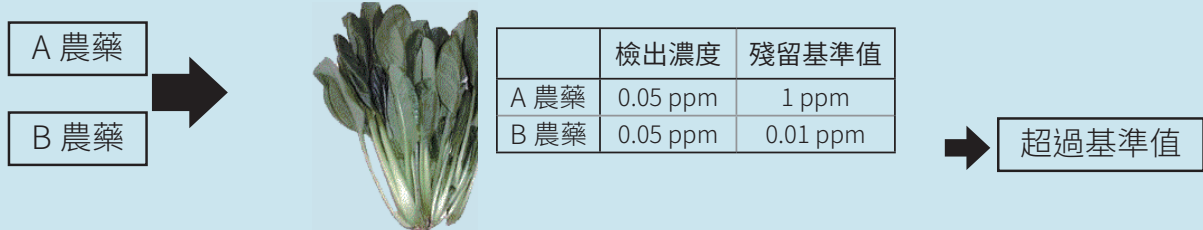
① 水田的農藥飄散

水田的農藥噴灑單位面積較大，多為粉劑或以無人直升機方式噴灑，並且周遭常間雜轉作蔬菜區域。

收穫期前的殘留濃度減少情形



A 農藥與 B 農藥發生飄散： 分析結果：



即使飄散也沒有問題的農藥

由澱粉等食品添加物而來的農藥，以及蘇力菌這類微生物農藥、無機銅劑等，都屬於殘留基準規定對象之外的農藥，因此沒有飄散問題。

¹ 譯注：日本厚生勞動省依據食品衛生法設定各項農藥的殘留基準值。同樣的農藥對於不同農作物會有不同的施用方式、時期及濃

度設定，因此各種農藥會依作物別而有不同的殘留基準值規定。但有些農作物並未設定殘留基準 (如從海外進口之農產品上可能有

國內未使用的農藥)，這些農作物則適用統一基準 (0.01ppm)。

然而水田農藥大多沒有設定其他作物的殘留基準值，因此附近若種植了如毛豆這類容易超出檢驗標準的轉作作物就必須多加留意。

② 果樹園的農藥飄散

由於果樹較高大，和蔬菜比起來施藥量較多，而且是朝著上方進行噴灑，容易有飄散問題。特別是使用行動式高壓噴霧機時噴灑力道大，應多注意周遭環境的飄散情況。

③ 少量多樣化種植農場的農藥飄散

在狹小的區域內，且近距離的栽種多種蔬菜時，容易有農藥飄散的發生。這類農場時常會種植登記農藥品項較少的地域特產作物，這也成為飄散發生的可能因素。

④ 混植園的農藥飄散

園區混種其他樹種時，無可避免會有農藥飄散的情形發生，尤其是使用行動式高壓噴霧機的農場更應該思考是否有特別的處理方式。此外，葉菜類都是採單一作物的種植方式，即使錯開採收期分區採收，也可能發生農藥飄散以致於超過基準值的情況。早生種與晚生種混合種植的果樹，也有農藥飄散的隱憂。

⑤ 農村與都市混住地區的噴灑作業

這裡主要是指噴灑農藥對鄰近居民的影響，除了直接的農藥飄散影響，也包含臭味以及噴灑機具噪音等問題。

2. 嚴格執行基本噴灑操作

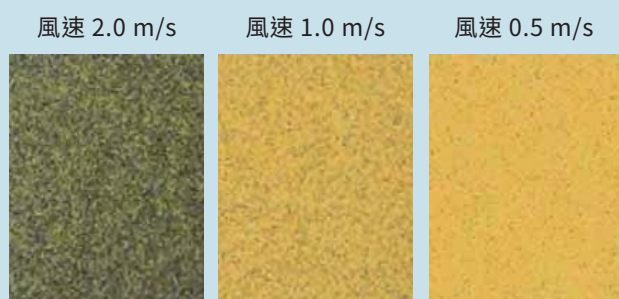
避免農藥飄散問題的討論中，主要分為減低飄散與保護作物免於飄散波及兩大方向。其中「噴灑時盡可能小心留意，減少飄散」就是最基本且有效的對策，除外之外也有不需要成本的防治對策。其重點列示如下：

(1) 於風弱時，留意風向並小心噴灑。

造成農藥飄散主要因素為「風」，即使噴灑技術再好，在強風時施藥就難以避免飄散問題。選擇風弱時，並注意風向小心噴灑才是最基本的防治對策。實際上，施藥時風速及風向都會不時改變，如果下風處有須特別留意的作物，必要時應暫停噴灑工作。

風速與飄散量的關係

我們使用一般噴嘴進行 1 分鐘定點噴灑，並於下風處 3 公尺處放置感水紙（接觸水珠後會變色的特殊調查用紙）進行風速別影響調查，實驗結果如下圖所示，風速強與風速弱時的飄散情況大為不同。當然飄散的程度也會因噴灑器具的不同而改變，但選擇風小時施藥確實可大為減低飄散的風險。



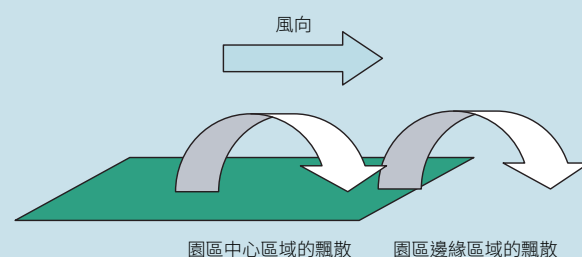
注意：上圖為實驗案例之一，並時常會出現這樣的飄散差距。

(2) 注意噴灑的方向與位置

施藥時盡可能只噴灑於目標作物上，特別是對有一定高度作物的噴灑是往水平或斜上方作業，更應注意不要讓農藥越過作物穿過空隙飄散出去。農場邊緣區域的施藥更要留意，最好由外向內噴灑。此外，為了讓農藥確實落在目標作物上，噴灑時必須盡可能接近作物。噴嘴前端和作物距離若過遠，就容易被風吹散。

注意農場邊緣的飄散問題

一般而言，農場邊緣所發生的農藥飄散影響最大。原因是園區中心區域的飄散大多仍會落在園區內，但邊緣的飄散則多會落在園區之外。此外，如果是果樹類農場，樹體雖然有很好的遮蔽效果，但邊緣作為最後一道遮蔽防線，樹間空隙多，因此施藥時必須格外留意。



(3) 使用適合的噴嘴及適當的噴灑壓力進行噴灑

噴嘴是噴灑農藥時最重要的零件，非常容易左右飄散的情形。粒徑和飄散問題關係密切，只要粒子細緻，即使風勢微弱也很容易造成飄散。一般而言，噴灑殺菌劑和殺蟲劑時偏好使用噴灑粒子細緻的噴嘴，而這類噴嘴又分為好幾種類型，粒徑差異頗大，因此應避免使用粒徑過於細緻的噴嘴。

噴嘴的噴灑壓力愈高，噴霧量也會增加，但同時粒徑也會更細，更容易飄散開來。若是

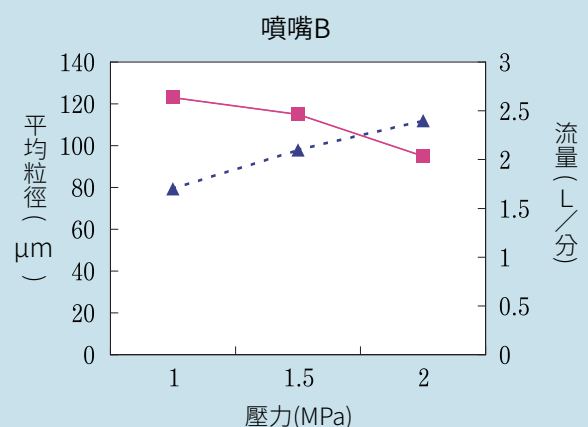
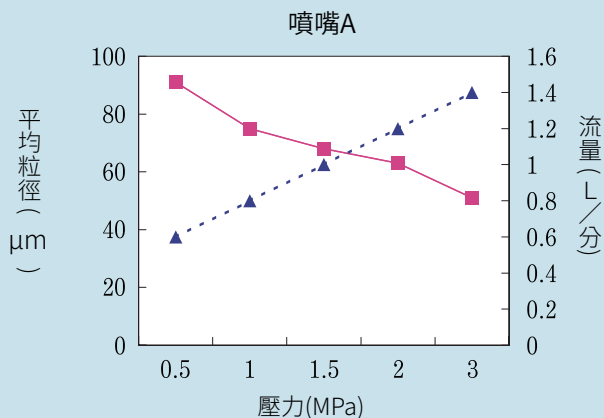
動力噴霧的情況，通常是以 3MPa(約 30 kgf/cm²) 以上的高壓進行噴灑，但一般而言，噴嘴前端壓力在 1.5 MPa 左右較為適當，因此讓壓力不要過高非常重要。

此外，從藥害防治的觀點來看，必須留意除草劑的飄散問題，因此最好使用噴灑粒徑較大，不易造成飄散的除草劑專用噴嘴，避免使用噴灑粒徑細緻的殺蟲、殺菌劑專用噴嘴。不只是除草劑的噴嘴，每個噴嘴所及範圍有限，因此最理想的做法是依用途別來選用不同的噴嘴。

注意農場邊緣的飄散問題

殺菌、殺蟲劑專用的噴嘴平均粒徑多為 100 μm 以下。其中動力噴霧與乘坐式農藥噴霧機所用的蔬菜專用噴嘴平均粒徑為 50~80 μm，非常細緻，而果樹慣用噴嘴的噴霧量較多，平均粒徑大多比 100 μm 還大，背負式小型噴霧機所配備的噴嘴粒徑大小也差不多。相較於上述噴嘴，除草劑專用噴嘴平均粒徑明顯較大。

如圖所示，在高壓狀態下使用噴嘴時流量(噴霧量)也會增加，同時粒徑會變小，容易飄散。因此，絕對嚴禁為了增加噴霧量而隨便施以高壓。(■為粒徑▲為流量)



粒徑與效果

噴灑時為了讓作物表面達到完全覆蓋，理論上噴灑粒子較細，效果較好，然而，實際上並非粒子愈細效果就會愈好，反而是噴灑操作的謹慎度及農藥本身的效用特色影響更大。

思考所謂的適當壓力

噴桿大致分為低壓用(使用壓力約 0.5MPa)及高壓用(使用壓力約 1.5MPa)兩種。手動背式噴霧器這類低壓的噴灑器都會配有低壓專用的噴桿，不過歐美也有設計可與低壓幫浦搭配使用的噴桿。不同噴桿有各自的適用壓力範圍，壓力過高容易造成噴嘴受損或易於飄散，另一方面，壓力過低也會造成氣閥下降，導致無法正常噴霧。因此，使用高壓噴桿時，先端壓控制在 1~1.5MPa 較為合適。

若為乘坐式農藥噴霧機及行動式高壓噴霧機這類機型，機上都配有壓力計，而且因管線造成的降壓很小，所以只要確認壓力計指數正常就不會有什麼問題。然而，若是使用長管線的動力噴霧機，就很難立即確認管線的減壓情況。因此，應該讓壓力循序上升，並在可正常噴霧的狀態下盡可能讓壓力保持在較低的狀態；另一方面，若在噴桿上加裝壓力計，將更能立即確認，使壓力管控更加確實。

管線造成的壓力下降

管線內部的摩擦會造成噴灑壓力下降，由其內徑、長度、噴霧流量可以計算出壓力下降情況。例如使用內徑 8.5 mm 的 100 m 管線以 8L 的流量噴灑時，管內壓力大約會降低 0.7MPa。這種降壓情況會隨管徑愈小，長度愈長，以及流量愈大而降更低。

(詳細說明請見丸山製作所 HP: <http://www.maruyama.co.jp/safety/02.html>)

(4) 適當的噴灑量

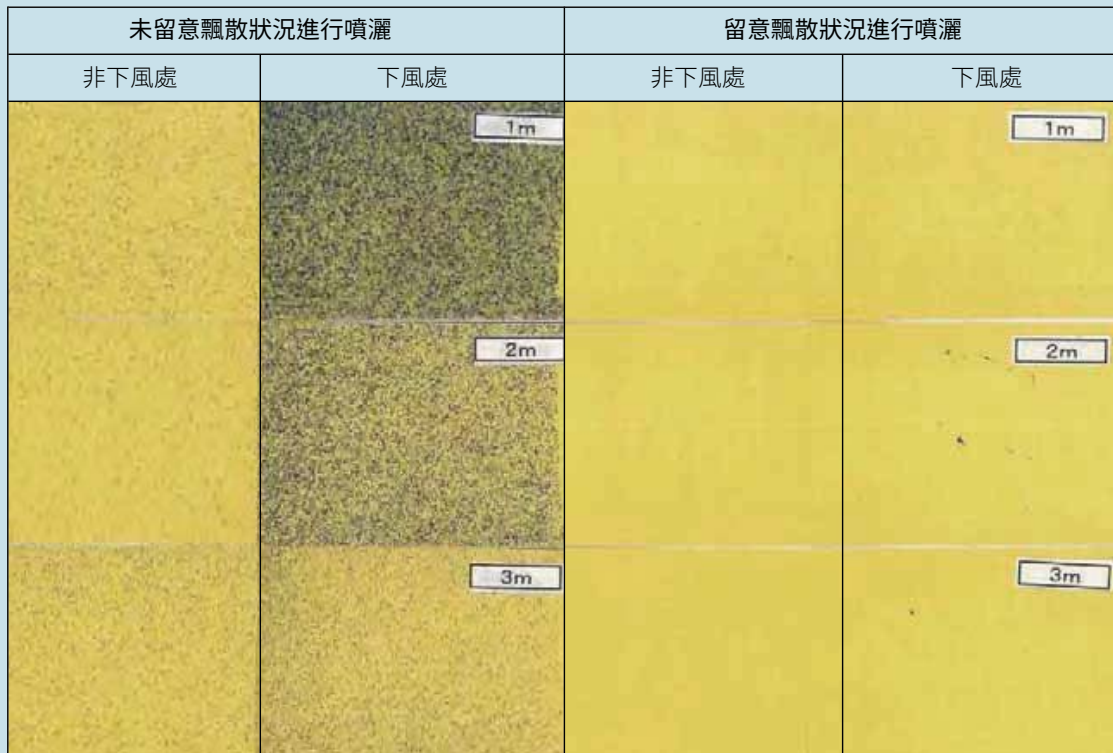
在使用同一種噴霧器的情況下，噴灑量愈多，飄散量也愈多。同樣的條件背景下，飄散量與噴灑量幾乎呈現同比例成長。也就是說，噴灑 300L/10a 時的飄散量大約是 100L/10a 時的 3 倍，所以請務必留意不要過度噴灑。

於作物上噴灑藥劑時，超過一定藥液量就會滴落，再繼續噴灑也無助於藥劑有效附著於作物上。雖然依作物及病蟲害種類，以及

所用農藥特性略有不同，但一般來說只要讓藥劑全面地噴灑於作物全體至開始滴落的程度，這就是最適當的用藥量，不必刻意減低藥量。但如果對於剛定植不久的作物給予和生育後期作物同等的藥量，就很明顯是用藥過剩。不管是從減低飄散風險的角度，或是節省飄散防治成本的觀點來看，都希望大家多多留意噴灑時的適當用量。

嚴格執行基本噴灑操作以減低飄散風險

下圖為風弱時 (平均風速 0.7~0.9 m/s) 以背負式動力噴霧的方式對 50 cm 高的花椰菜施藥，並於下風處以感水紙進行飄散調查的結果。即使是風弱時，如果噴灑時沒有謹慎小心 (左圖：在油門全開 (約 2 MPa) 且離目標作物一定距離的狀態下隨意噴灑)，施藥區域周遭的下風處仍會受到飄散影響，但如果確實小心謹慎地噴灑 (右圖：在約 1 MPa 且在靠近目標作物的位置慎重地進行噴灑，並特別留意邊緣區域)，即使是下風處，飄散的狀況也會僅止於 1 m 的距離。

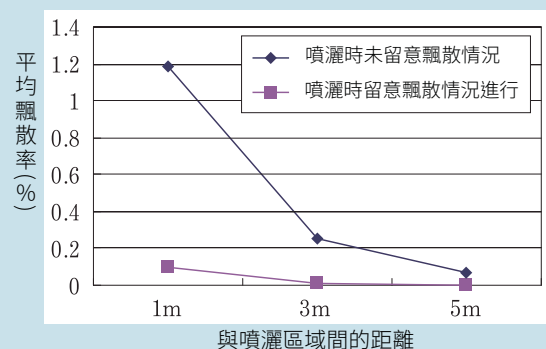


日植防研 2005

此外，以慣用噴嘴及高壓式動力噴霧機對高度 1.8m 的茄子進行手動噴藥，藉由下風處農藥飄散落下量的觀察，進行留意與未留意飄散情況噴灑作業的比較 (依落於培養皿中的農藥進行定量分析)。留意飄散情況的噴灑作業，除了噴灑時要謹慎操作之外，對於邊緣區域的下風處時也會控制手邊的開關減低一半的噴灑量。實驗結果，雖然兩種方式的噴灑量一致，但留意飄散情況的噴灑對周邊的飄散量明顯減低許多。(右圖)

這些案例都是留意基本噴灑操作下的成果，特別是農場下風處的邊緣區域更要注意不要造成飄散。只有這樣小心操作才能減少飄散，同時避免後續衍生的問題。

茄子園內人工噴藥時周邊飄散情況調查結果
奈良農業綜合中心 (文獻4)



3. 施藥器械的清洗也相當重要

造成鄰近作物農藥殘留的原因不只是飄散問題，噴灑所用的藥桶及軟管中殘留的前次農藥都可能導致殘留問題。尤其是軟管中的殘液在下次噴灑時會直接噴灑出來，可能會有部分高濃度農藥殘留的風險。因此施藥後必須排除藥桶及軟管中的殘液，並徹底洗淨。不同的噴灑器具有不同的清洗方法，不過不管是哪種器具，重點都是必須在使用後盡速清洗乾淨，隔夜的話，藥劑會固化不易掉落，甚至造成噴嘴的堵塞。此外，應在適當的地方進行清洗，小心不要讓殘液和洗淨液流入河川。

(1) 肩掛式及背負式噴霧器

這類噴霧器的藥桶和管線配置為單純。可先將殘液排出，然後以流水清洗藥桶內壁，同時讓噴嘴及軟管充分過水，過濾器、蓋子及管帽都要洗淨。沒有流水可用時，可將桶內注入半桶清水，搖動清洗內壁後再排出（建議操作兩次以上），此時可啟動噴霧器將水排出，同時清洗噴嘴及軟管。如果不太確認是否清洗乾淨，下次噴灑時可先試噴數秒，然後再噴灑於作物上（如此一來可降低配管中殘液影響的風險）。

(2) 定置型動力噴霧器

定置型動力噴霧器除了動力噴霧器本身之外，另外由藥桶、軟管、噴嘴等各自獨立的幾個部分所組成，因此清洗較為費時。請依下面所列順序，先將殘液排出，再清洗藥桶、配管與軟管。清洗兩次才能安心，但如果想一次清洗完畢就必須仔細清洗。

噴灑器具清洗未完全所造成的問題

原本使用於 A 作物的 a 農藥殘留於器具中，然後直接噴灑於 B 作物上。
→於 B 作物上檢出 a 農藥



【對策】

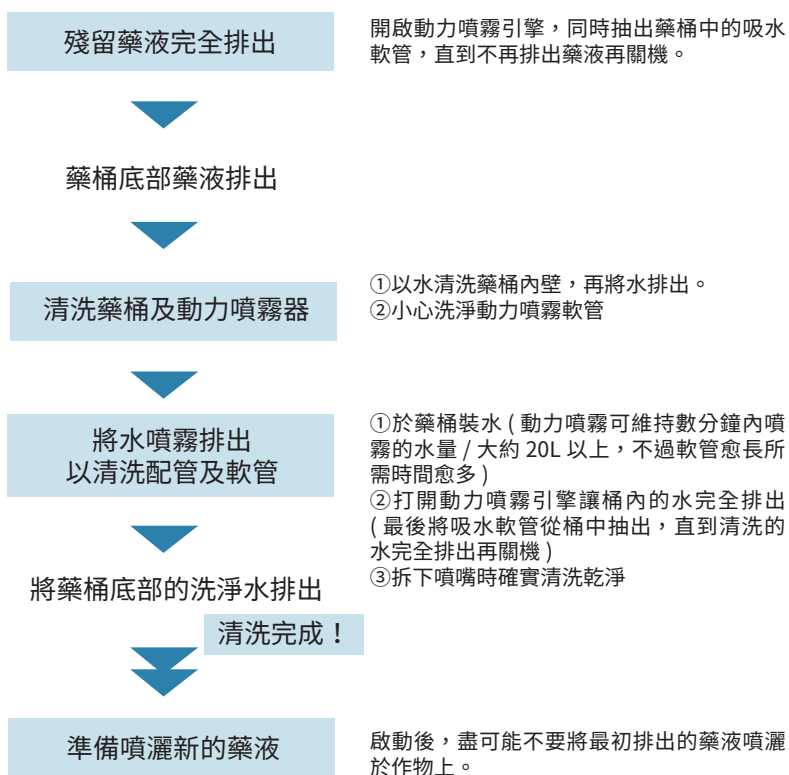
- ①噴灑結束後去除殘液
- ②確實洗淨、過水後再收起來
- ③下次噴灑時小心留意是否有殘液

注意軟管中是否有殘液



老舊的藥桶及軟管尤須特別留意

定置型動力噴霧器的清洗順序



(3) 大型噴霧機

大型噴霧機如乘坐式農藥噴霧機及行動式高壓噴霧，這類機型的藥桶較大，管線配置系統也很複雜，因此清洗對策也相當重要。下列為幾項清洗重點，請多加留意：

- ① 由藥桶的排水管將殘液確實排出，若沒充份排出將會影響洗淨效果。
- ② 以軟管的流水徹底清洗藥桶內壁、過濾器與排水栓。
- ③ 藥桶內注入充分水量，啟動幫浦，由噴嘴進行噴霧排水，但要小心不要波

及周遭環境。這個作業時間盡量長一點，至少要一分鐘。殘液則由排水管排出。

- ④ 如果可能，再次於桶內注水，以同樣的方式再次清洗一次。如果最初清洗時的水量較少的話，建議務必進行二次清洗。
- ⑤ 由於噴嘴的數量較多，所以也必須以流水清洗外部，並清除堵塞物和污垢。

大型噴霧機的外部過濾器

大型噴霧機的藥桶外部設置了過濾器，即使藥液已由排水管排出，也可能部分殘留於外部的過濾器，所以請打開過濾器的蓋子讓藥液排出，並清洗過濾器。因為過濾器若有堵塞，將可能會導致噴霧用幫浦空轉而燒焦。



清洗用水完全排出 (大型噴霧機)

利用噴霧幫浦的空轉可以將清洗用水排出。操作方法為先讓桶內殘液排出，再讓引擎低速運轉，讓噴霧用幫浦吸空氣，如同噴霧作業那樣讓配管內的殘液從噴嘴排山。引擎以低速空轉一分鐘的程度並不會對幫浦有什麼影響。

此外，各個噴霧機使用說明書中都有「長期保管方式」的說明，當中也記載了排除配管與軟管內殘液的方式，可多加參考使用。

4. 對策的思考建構

避免農藥飄散造成問題的第一步，首先就是要認識周遭環境特質，同時確認發生問題的可能性。

其次，不管是什麼場合都應該先了解基本噴灑操作的重要性。若為農村與都市混住地區，就必須依第 3 頁所示國家指導原則用藥，噴灑時多加留意以減低飄散的情況，至於其他場合的飄散防治對策則大致相同。

如同前節所述，只要徹底執行基本的噴灑操作流程就可以大大減低飄散問題的發生，對於小規模的人工噴灑這已經是相當有效的

防治策略。不過對施藥者來說，還是沒有自信能夠將飄散減低到什麼樣程度，因此多少會有一些不安。附近若明顯栽種了必須小心避免受到飄散影響的作物，或是即使多麼留意也很難確實減低飄散情況的作物和噴灑器具，就更需要可以讓人安心且具體的對策。因此，接下來將以避免影響鄰近作物為例，說明相關對策的思考與構成。

(1) 認識應留意區域

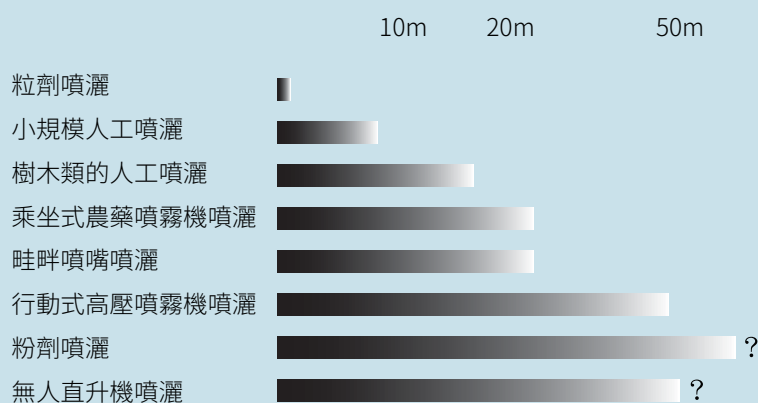
雖然飄散所及範圍在施藥的各項重要條件影響下有著千差萬別，但了解噴灑區域周邊應注意的範圍仍舊非常重要。就避免對鄰近

作物造成影響的觀點來看，對作物有可能造成飄散殘留的範圍就是應留意區域，飄散未及之處不須特別留意。

應留意區域可由所使用的劑型及施藥器具來推測。粒劑的話，如果不是在風很強或是隨便揮舞噴頭的情況下，就不致於飄散開來。若為液劑的人工噴灑，平面栽種作物的注意範圍大約是數公尺，但若使用鈴蘭型這類多噴頭噴嘴就要再擴大範圍。立體栽種作物的人工噴灑方面，蔬菜的注意範圍為 5m，果樹則為 10m。水田等所用的畦畔噴嘴由於噴灑力道強，加上順風可能會飄散到 20m。乘坐式農藥噴霧機上裝載了很多噴嘴，因此比起人工噴灑更容易飄散，注意範圍必須到 20m。若為行動式高壓噴霧機的情況，飄散會因送風量及園區條件而千差萬別，至少要 20m，但大多時候應注意範圍高達 50m。無人直升機則約為 50m。此外，最可能發生飄散的劑型為粉劑，噴灑範圍愈大，應注意的範圍就愈大。

只要飄散範圍內沒有其他作物，就不用擔

主要的噴灑方式與注意範圍的推測行動式高壓噴霧



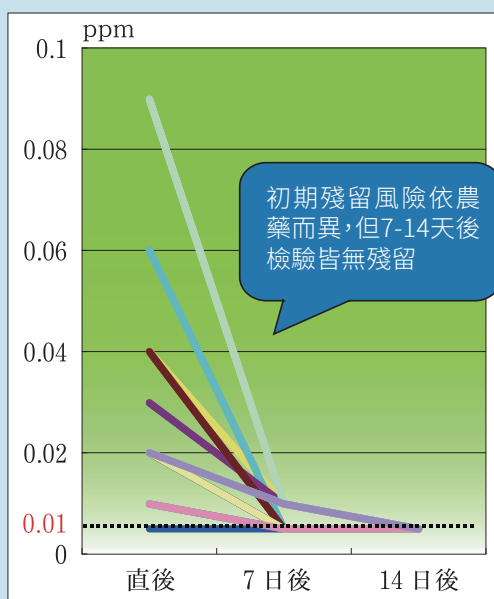
心會有什麼影響，但若有其他作物就必須進行接下來的確認動作。

(2) 注意區域內的作物及其採收期確認

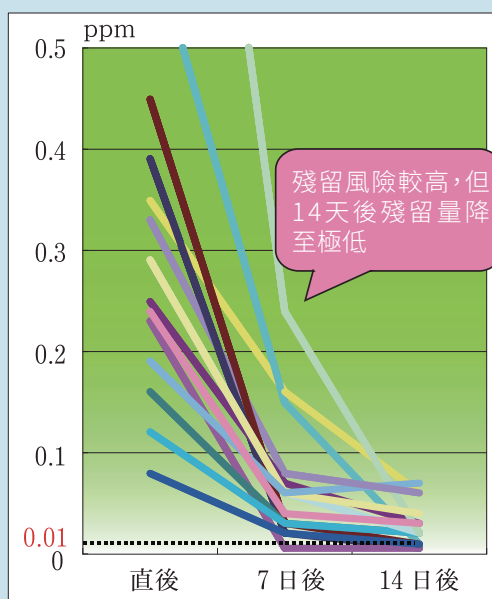
如同第 6 頁所述要點，要判斷作物是否容易受飄散影響，必須先確認作物是否接近採收期，再評估萬一發生飄散情況的風險。如果在應留意的區域內有栽種作物，在接近收穫時就必須十分注意，其他時候則不必過度擔心。此外，並不是應留意區域內的飄散風險都一致，越接近噴灑區域飄散量最多，離的越遠風險就越低。因此即使是範圍內的區域，只要

受到農藥飄散影響的菠菜殘留濃度減少情況

飄散量少的情況



飄散量極高的情況



收穫前的警戒期間

作物即使受到農藥飄散波及，其濃度也會隨著時間而減低，只要經過一定時間就極少會被檢出。下圖以相當容易被檢出農藥的作物之一「菠菜」進行實驗，調查多項農藥殘留濃度的消退情況。實驗結果，在飄散量不多的情況下，7天就幾乎檢測不出農藥，因此大約收穫前一週為警戒期間。

日植防研 2005，以低溫期的露天栽培菠菜進行實驗，調查在20種農藥的兩種不同程度飄散量下殘留量的遞減情形。請注意左右兩個圖表濃度刻度明顯不同。

是有一定距離的地點，如果中間有遮蔽物的話就不需要過度緊張擔心。

(3) 調查所用農藥的登記情況

請由農藥的標籤上確認所用農藥上是否登記鄰近作物品項。若已登記，則不必太過擔心。若未登記，下一章會說明如何確認基準值，無法確認基準值時，可先以統一基準 (0.01 ppm) 來為標準來規劃飄散防治對策。

(4) 對策的思考組成

飄散防治對策可依下幾個方向來規劃：

不花費額外經費的基本對策

- ① 謹慎且嚴格執行基本噴灑操作以避免飄散發生。
 - ② 鄰近作物接近收穫期，或者擔心發生飄散時，可考慮下列方法：
 - 等鄰近作物收穫過後再施藥。
 - 暫停接近施藥區域的收成作業，延後大約一週採收。
- ※ 關於施藥者工作夥伴方面，請參考 P.37。

若無法採用上述方法，但希望有更安心的對策，同時所使用噴灑方式對降低飄散問題成效也相當有限時，可考慮下列幾種對策：

因應各種噴灑方式 更加安心的飄散防治對策

使用減低飄散的噴嘴
該方法對液劑的人工噴灑及乘坐式農藥噴霧機而言相當有效。
針對不同噴灑方式各自發揮效用的飄散減低對策研究

- 高壓式動力噴霧機對策 → P. 25
- 粉劑對策 → P. 30
- 無人直升機對策 → P. 34

採用區域外的飄散隔絕 / 鄰近作物的物理性防護措施 → P. 22
改用即使飄散也不會造成問題的農藥 → P. 38
多利用不太有飄散問題的噴灑器具

(5) 鄰近作物以外的對策

對於鄰近作物以外的飄散對策而言，最基本的方法就是盡量減少飄散發生。不管什麼情況，嚴格執行基本噴灑操作就是最基本的

防治對策，並請多參考第三章的個別對策技術。此外，減低飄散的噴嘴是噴灑液劑時最常用的防治方式，可與基本噴灑操作積極搭配活用，以提高防治效果。

第三章 個別對策 技術說明

第二章中已說明了幾項基本噴灑操作中最簡便且有效的飄散對策，但若因此而安心鬆懈下來，飄散防治工作反而會無法順利進行。某些噴灑方式，即使小心謹慎進行作業仍無法避免一定程度的飄散。本章將說明這種情況的防治對策。下列說明將引用最新調查資料，以期讀者能充分理解各種技術的特點及活用方法。

就獲得周邊居民的理解及保護的觀點來看，接下來的說明內容是非常有用的資訊，同時也是近年倍受關注的議題。為此，希望大家依照期望達成的防治效果，積極檢討可能利用的各項技術。另外，考量到使用的方便性，在此有的依個別技術進行整理說明，有的則依各類對策中可利用的個別技術進行系統性說明。不過必須理解不管是哪種情況，各個技術都有其極限，希望大家能依所處條件及所需防治程度，靈活組合運用各項技術。

1. 減低飄散噴嘴之利用
2. 遮蔽物之利用
3. 行動式高壓噴霧機飄散降低對策
4. 粉劑對策
5. 少量多品目栽培（混作）農場、混植園對策¹
6. 無人直升機飄散對策
7. 施藥同伴間的合作
8. 農藥劑型及登記內容
9. 利用低飄散風險的散佈機具
10. 其他對策
11. 利用感水紙判斷飄散量

1. 利用飄散減低噴嘴

1. 飄散減低噴嘴的原理及概要

於飄散減低噴嘴並無嚴格的定義，但一般而言是指噴灑粒徑大，比一般慣用噴嘴還不易造成飄散問題的噴嘴。一般慣用的噴嘴中也有噴灑粒徑大，不易飄散的類型，因此不管是否為慣用噴嘴，只要是「不易飄散噴灑粒徑的噴嘴」，都可以歸類為飄散減低噴嘴。

噴灑粒徑的大或小一般是依噴嘴所噴霧的各種大小粒子的平均粒徑來判斷。平均粒徑在 100 μm 以下較容易飄散，200 μm 以上則飄散量明顯減少。

平均粒徑若大於某個程度，每一個粒子的體積就會增加，也會有噴灑量增加的問題。因此，數百 μm 以上的減低飄散的噴嘴大多都有特別構造，可以吸入空氣製造出空心的圓錐噴霧。

飄散減低噴嘴過去都被歸類為除草劑專用，現在則提供多種產品予各種作物進行防除病蟲害之用。其相關研究與使用案例不斷增加，有的甚至取代過去的慣用噴嘴。



¹ 混植指不同的植物混種，不一定是果樹。

2. 適用情況

飄散減低噴嘴適用於各種液劑噴灑，也是現行飄散減低對策中最被廣泛運用且簡便有效的方式。它可以運用於各類作物及用途上，尤其是裝有鈴蘭型多噴頭噴桿（スズランノズル）、鐵砲噴槍（鉄砲ノズル）這類噴霧量較大噴嘴的定置型動力噴霧器，或者是乘坐式農藥噴霧機，若能和飄散減低噴嘴一起搭配使用，減低效果更好。

不過飄散減低噴嘴在某種情況下無法充份發揮效用。例如，過於信賴飄散減低噴嘴的效用而在風強時進行噴灑，忽視基本噴灑操作方式的結果往往會發生無法預測的飄散情況。此外，裝設有飄散減低噴嘴的乘坐式農藥噴霧機，如果以強風模式進行作業，粒徑大的粒子運動慣性太強，飄散到達力度甚至會比慣行噴嘴更強，也會失去減低效果。

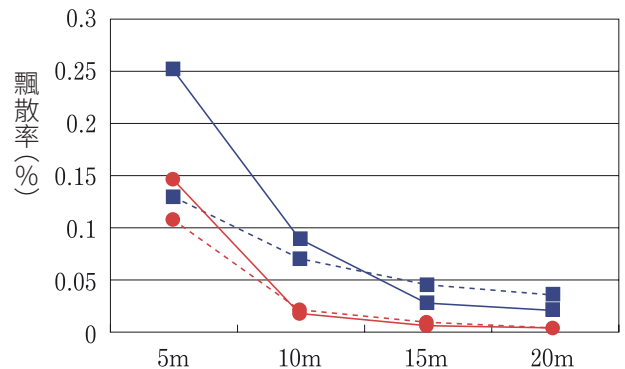
飄散減低噴嘴的另一特點是可以大大減少施藥者曝露於農藥的風險，因此如果是果樹這類立體作物的施藥，請務必考慮使用這類噴嘴。它不只可以減少飄散量，同時可抑制「霧狀」飄散情形，有效避免周遭居民的負面觀感。

3. 飄散減低調查案例

在此列舉幾個飄散減低噴嘴的使用效果案例。正如下列案例所示，雖然該款噴頭可以有效減低飄散情況，但飄散絕對不可能完全消失。若想徹底執行對周圍環境的飄散對策，就必須更小心謹慎，必要時也可以搭配其他防治措施。

(1) 水田

畦畔噴頭（畦畔ノズル）是由幾個噴嘴組合而成的噴頭，可以形成由施藥者到 10~15 m 距離間一道水簾狀的噴霧（如右上圖）。市面上也有販售可減低飄散的畦畔噴頭，減低效果很高。調查顯示，其飄散量很少超過 10 m，大大縮減了警戒區域。不過即使是減低飄散的畦畔噴頭，其噴霧仍可到達一定距離，操作時應小心避開非施藥對象。



畦畔噴嘴的飄散調查結果

日植防研2006 ■為慣用噴嘴 ●為飄散減低噴嘴，第一次最大風速為2.4 m/s，平均風速0.8 m/s(實線)；第二次最大風速為2.3~2.4 m/s，平均風速1.5~1.7m/s(虛線) (文獻3)

(2) 蔬菜

蔬菜類別及形狀種類繁多，目前已有許多可呈現飄散減低噴嘴效果之案例，在此以最一般的動力噴霧器手動噴灑為例，觀察在平面栽種蔬菜及立體栽種蔬菜相鄰種植情況下對彼此的飄散影響（如下頁圖）。

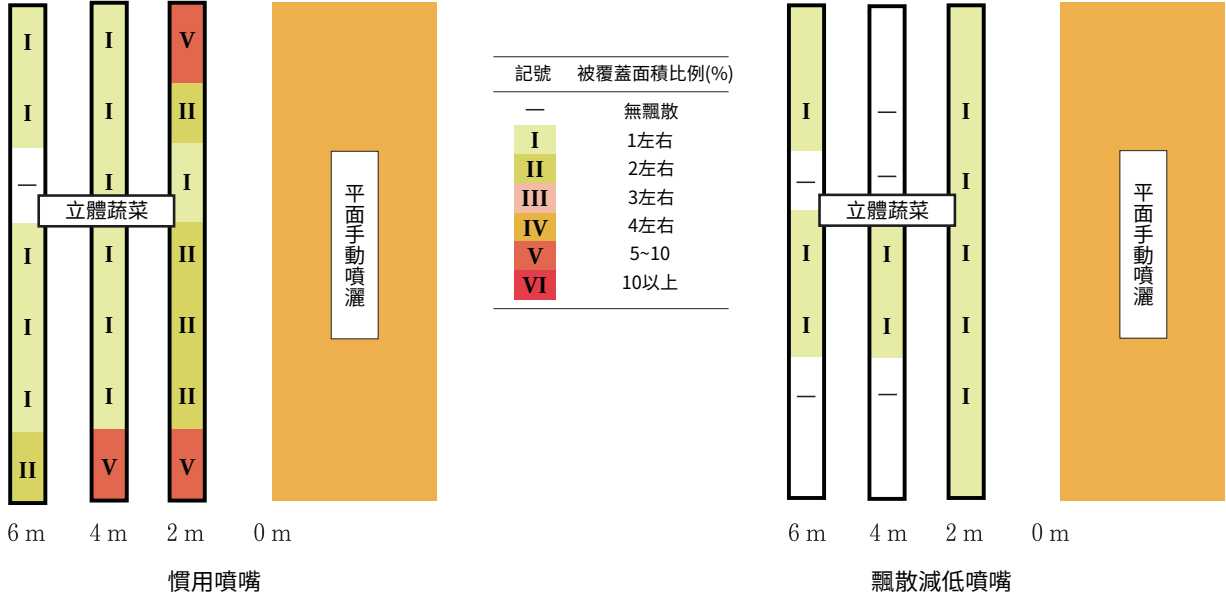
若有風的狀態下，以慣用噴嘴對平面作物進行噴灑作業，最靠近的立體蔬菜確實會受到不少飄散影響。而若為立體蔬菜的噴灑，因作物本身的遮蔽效果，農藥並不太會飄散到第二排以外的地方，但卻也容易圍繞在邊緣區域。若使用飄散減低噴嘴（使用平均粒徑 200 μm 型），即使是第一排也少有飄散問題。接下來是於風弱時立體作物進行噴灑的狀況，同樣比較對周圍平面蔬菜的飄散情況，在使用一般噴嘴的情況下，下風處的飄散約為 10 m 以內，但從噴灑區域到數公尺距離範圍內的飄散量相當地高。

飄散減低噴嘴的飄散抑制效果

日植防研 2007 (文獻5)

① 大白菜菜園對小黃瓜的飄散影響

平均風速約2 m/s



② 小黃瓜菜園對大白菜的飄散影響

平均風速1 m/s以下



以鄰近茄子田的小松菜進行實際農藥殘留的調查例子來看，使用慣用噴嘴且沒有特別謹慎操作時，下風處的殘留風險較高，但若是使用飄散減低噴嘴並且謹慎噴灑的話，就可以大幅降低殘留風險。

茄子田的飄散調查案例

測試噴嘴	粒徑 (μm)	平均風速 (m/s)	下風處小松菜殘留濃度(ppm)		
			1 m	3 m	7 m
慣用噴嘴	約 60	2.52	3.16~0.29	0.19~0.04	0.04~0.02
飄散減低噴嘴	約 300	1.58 1.14	0.04~<0.01	<0.01	<0.01

奈良農業技術中心 2006
將40%的水懸劑(Flowable)稀釋1000倍，以200 L/10a噴灑後進行分析。
慣用噴嘴區為各個距離共3地點的取樣資料，減低噴嘴區為2個試驗共4個地點的取樣資料。(文獻4)

(3) 乘坐式農藥噴霧機

乘坐式農藥噴霧機噴嘴短則 20 個，長則裝設有 60 個以上的噴嘴，可一次性噴灑大量藥液，因此如果是近乎裸地的園區或是有風狀態，農藥就很容易飄散到遠處。它無法像手動噴灑那樣可以因應不同狀況進行作業，因此若想達到減低飄散，就必須依賴其他防止飄散手段，如飄散減低噴嘴。乘坐式農藥噴霧機在歐美已為普遍使用機型，因此很早就開發了減低飄散噴嘴，而日本則是最近才開發可適用於高壓式乘坐式農藥噴霧機的款型。目前雖已有不少上述飄散減低噴嘴研究，多數和平面作物的手動噴灑調查結果相同。在此介紹鄰近作物的殘留影響研究案例。在高麗菜田順風噴灑時，調查下風處兩種葉菜類殘留影響的結果，使用飄散減低噴嘴時的殘留濃度會降至慣用噴嘴的數分之一。在這項調查中，以飄散減低噴嘴施藥時，距離最近的外圍作物因風突然轉強而受到農藥飄散，否則一般而言，實驗結果應該可以更能突顯兩種噴嘴差異。不過，大家應該也要了解，即使用飄散減低噴嘴也不可能完全杜絕最靠近區域的飄散問題。



慣用噴嘴



飄散減低噴嘴

乘坐式農藥噴霧機的飄散減低噴嘴的效果調查案例

	與噴灑區域間的距離	不結球萵苣		菠菜	
		A劑	B劑	A劑	B劑
慣用噴嘴	2 m	0.04	0.16	0.06	0.23
	5 m	<0.01	0.03	0.02	0.06
飄散減低噴嘴	2 m	<0.01	0.04	0.02	0.10
	5 m	<0.01	0.01	<0.01	0.03

群馬高冷地2006，A劑為50 ppm，B劑為200 ppm，混合後以200 L/10 a進行噴灑後直接採樣。
表中單位為ppm (文獻4)

(4) 行動式高壓噴霧機

關於行動式高壓噴霧機使用飄散減低噴嘴的情況，目前已有多項討論案例，也有商品化之產品，其潛在飄散特性和經過由蔬菜實証之結果基本上並無太大差異。但必須特別說明的一點是，影響行動式高壓噴霧機飄散的因素，噴嘴粒徑以外的因素影響更大。因此，只是替換噴嘴並無法完全達到減低飄散的效果，當中壓力的提高也會擴大飄散情況。若想取得減低飄散與防治病蟲害的平衡，應全面性檢討噴嘴裝置與送風量的配合模式。

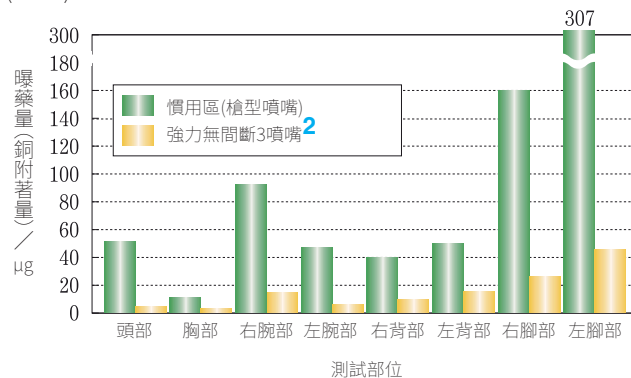
4. 施藥者的暴露量

使用飄散減低噴嘴的另一項優點是可以大幅度減低施藥者的曝藥量。右圖(一)為柑橘園內施藥者的農藥附著量調查，在使用飄散減低噴嘴情況下，全身各部位的農藥附著量均明顯降低。此外，本來溫室中噴灑的細微粒子就很容易滯留於空氣中，但若使用飄散減低噴嘴，就可以讓藥量於空氣中維持在低濃度狀態。右圖(二)、(三)，調查溫室栽培中的小黃瓜類作物，可以發現施藥者的農藥吸入量也大幅度減低。

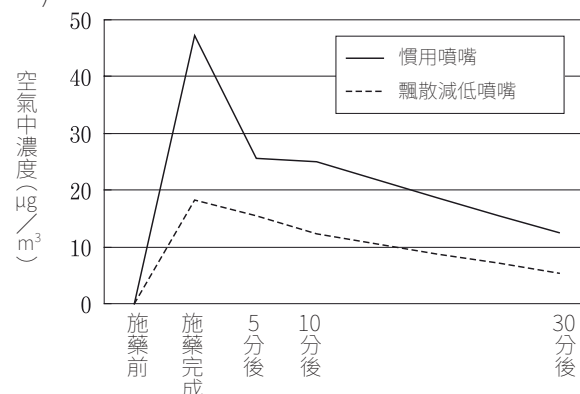
5. 飄散減低噴嘴的噴灑特性及防治效果

談到飄散減低噴嘴，經常會聽到「對防除效果感到不安」、「噴灑操作不易」這類感想。這是因為慣用噴嘴的噴灑粒子極為細緻，而飄散減低噴嘴的粒子較粗，藥液不易噴灑到葉背，難以判斷噴灑是否充份。因此可能會發生如為了要全面噴灑葉背，而導致用藥量比使用慣用噴頭時還高的情況。其實，由目前許多調查結果來看，使用飄散減低噴嘴和慣用噴嘴的防治效果大致相同(對於行道樹的病蟲害防治，飄散減低噴嘴的效果並不遜色(文獻6))。因此並不用特別在意噴灑操作上的違和感，基本上按照以往的方式操作即可。

(一)

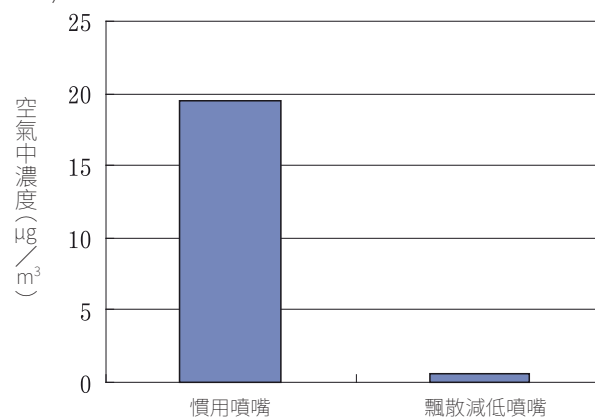


(二)



施藥後空氣中濃度調查案例(溫室內)
(日植防研 2007 文獻6)

(三)



施藥者嘴側空氣濃度(噴灑中)
(日植防研 2009 文獻8)

2 譯注：「強力無間斷3噴嘴」為YAMAHO公司研發之噴桿，可抑制飄散，但又可進行

遠距離的強力噴灑作業，適用於樹木及枝葉繁茂的果樹。

飄散減低噴嘴的防治效果相關調查結果 (日植防研2009)

作物名	病蟲害名	場所	試驗農藥		試驗各項噴嘴的防治結果		
			劑型 ³	滲透移行性的有無	慣用	減低(中粒)	減低(大粒)
小黃瓜	棉蚜	茨城	H乳劑 A顆粒水和劑	無 有	A A	A A	A A
		高知	A水和劑 N液劑	有 無	A D	A D	A D
	白粉病	高知	T水和劑 B水懸劑	有 無	A A	A A~B	A B
		宮崎	D水懸劑	無	B	B	B
	露菌病	宮崎	D水懸劑	無	B	B	B
番茄	疫病	茨城	R水和劑 D水懸劑	有 無	A B	A B	A B
茄子	棉蚜	宮崎	S顆粒水溶劑	有	A	A	A
	煙草粉蝨	宮崎	S顆粒水溶劑	有	A~B	B~C	A~C
高麗菜	黑腐病	茨城	Z水和劑	無	?	?	?
	甘藍夜蛾	茨城	F乳劑	無	B	B	C
			A顆粒水和劑	無	A	A	A
	小菜蛾	茨城	F乳劑	無	B	C	B~C
T水懸劑			無	B	C	C	
偽菜蚜	宮崎	F乳劑	有	A	A	A	
		T水懸劑	無	A	A	A	
大白菜	偽菜蚜	高知	A水懸劑	有	A	A	A
			D乳劑	無	B	D	D
草莓	白粉病	高知	A水懸劑	無	A~B	B~C	B~C
			D乳劑	無	A~B	A~B	A~B
白蘿蔔	白銹病	高知	D水懸劑	無	A	A	A
蘋果(矮化)	葉蟻	秋田	G水懸劑	無	A	A	A

- 實驗用噴桿都是兩個噴嘴,各噴嘴平均粒徑約為:慣用60~70 μm、減低(中粒)200~300 μm、減低(大粒)400~500 μm。
- 防治效果標示A:效果優、B:效果佳、C:效果不足、D:無效果、?:效果無法判定。若各噴嘴間標示同樣的記號,則表示它們無差異。若每個噴嘴都標示D,表示試驗所用農藥本身沒有效用。
- 各項試驗中,各個噴嘴的用藥量大致相同。

另一方面,飄散減低噴嘴種類很多,有的噴灑粒子比較粗。一般會認為粒子太粗會影響病蟲害防治效果,但仔細研究後卻發現粒徑較粗的防治效果大多沒有太大差異(如上表)。此外,一般也認為沒有滲透移行效果的農藥比較不適用飄散減低噴嘴,但其實並非一定如此。上述實驗是以同樣的藥量進行噴灑,但結果顯示使用飄散減低噴嘴時不必特意增加藥量也能有同樣的防治效果。

噴灑除草劑時一定要使用飄散減低噴嘴,即使用幾乎不會有飄散問題的粗粒徑噴嘴,仍會有同等的防治效果。

大多數的情況下,不管飄散減低噴嘴的粒徑大小如何,都可以直接取代慣用噴嘴來使用,就防治效果而言並無影響,不過仍有需要注意之處。例如使用慣用噴嘴時藥液就已經不容易附著的案例,若是改用飄散減低噴嘴也應該要小心操作。在這種防治效果較不穩

³ 譯注:本表保留原文使用的劑型用詞,國內劑型名稱對應如下,表中顆粒水和劑為水分散性粒劑(WG),水和劑為可濕性粉劑(WP),顆粒水溶劑為水溶性粒劑(SG)。

使用不同粒徑噴嘴進行噴灑的小松菜殘留濃度 (日植防研2009)

	A劑(無滲透移行性的農藥)			B劑(有滲透移行性的農藥)		
	慣用噴嘴	減低噴嘴 (中粒)	減低噴嘴 (大粒)	慣用噴嘴	減低噴嘴 (中粒)	減低噴嘴 (大粒)
噴灑後	2.26	1.96	1.71	1.50	1.52	1.25
3日後	1.08	0.84	0.88	0.95	0.54	0.36
7日後	0.79	0.60	0.60	0.48	0.26	0.12

單位ppm,使用4噴嘴噴桿以100L/10a一次性噴灑完畢(A劑與B劑混用)(文獻8)

定的情況下,建議選用具滲透移行性的農藥。

此外,調查飄散減低噴嘴對作物殘留濃度的影響,結果顯示粗徑較粗的殘留性大致無異,殘留風險並不會因此而高於慣用噴嘴。

6. 產品情報

目前有幾間生產飄散減低噴嘴的廠商,大致囊括了各種用途所需之款型。噴霧形狀大多為扇形,也有圓錐型(硬幣形噴嘴)。

飄散減低嘴類型舉例 (YAMAHO工業株式會社提供)

對象作物	類別	噴嘴名稱 (噴嘴型號)	適用壓力 (MPa)	噴出量 (L/min)	平均粒徑 (μm)
果樹	2噴嘴噴桿(中粒徑)	SV-30-55 K	1.0~1.5	6.0 (1.5 MPa)	160
	到達用2噴嘴噴桿(粗粒徑)	N-KF-15 B	0.5~1.5	6.3 (1.0 MPa)	600
	角度可調式噴嘴(粗粒徑)	N-KZV-20	1.0~1.5	5.8~7.2 (1.5 MPa)	380~710
高樹、樹木	遠距離用噴嘴(粗粒徑)	N-KZV-20	1.0~1.5	5.8~7.2 (1.5 MPa)	380~710
	遠距離、中距離切換噴嘴(粗粒徑)	N-KF-15 B N-KE-20 B	0.5~1.5	6.3 (1.0 MPa) 5.7 (1.0 MPa)	600 860
蔬菜	鈴蘭式5噴嘴噴桿(中粒徑)	SV-20-80 C	1.0~1.5	10.3 (1.5 MPa)	130
	廣角鈴蘭式5噴嘴噴桿(中粒徑)	N-ES-10	1.0~1.5	8.7 (1.5 MPa)	280
	3噴嘴噴桿(中粒徑)	SV-20-80 C	1.0~1.5	6.2 (1.5 MPa)	130
	3噴嘴噴桿(粗粒徑)	N-KS-11	1.0~1.5	6.2 (1.5 MPa)	450
茶樹	5噴嘴噴桿(中粒徑)	SV-23-40 K	1.0~1.5	11.6 (1.5 MPa)	190
	5噴嘴噴桿(粗粒徑)	N-KF-15 B	0.5~1.5	15.7 (1.0 MPa)	600
水田	畦畔噴嘴(粗粒徑)	N-KS-11 N-KF-11 B, 其他	0.8~1.0	13.4 (0.8 MPa)	560~860
	切換式畦畔噴嘴(粗粒徑)	N-KS-10 B N-KF-11 B, 其他	0.5~1.0	10.4 (0.8 MPa) 11.3 (0.6 MPa)	570~1,430
除草	動力噴霧器2噴嘴噴桿(粗粒徑)	N-KA-055 SB	0.5~1.0	0.72 (0.7 MPa)	750
	動力噴霧器2噴嘴噴桿(中粒徑)	N-KA-10 R	0.5~1.0	2.8 (1.0 MPa)	420
	人力噴霧器(粗粒徑)	N-KAL-15 R	0.1~0.3	1.2 (0.2 MPa)	740
乘坐式管理機用	廣角型噴嘴(中粒徑)	N-ES-8	1.0~1.5	1.1 (1.5 MPa)	300
	Y型2噴嘴(中粒徑)	N-ESY 90-8	1.0~2.0	1.1 (1.5 MPa)	190, 240
	少量噴灑用噴嘴(中粒徑)	N-SVN-5 SY	1.0~1.5	0.34 (1.0 MPa)	120

果樹用



2 噴嘴噴桿 (中粒徑)



到達性 2 噴嘴噴桿 (粗粒徑)

蔬菜用



蔬菜用鈴蘭式 5 噴嘴噴桿 (中粒徑)



3 噴嘴噴桿 (中粒徑)

茶樹用



茶樹用 5 噴嘴噴桿 (粗粒徑)

除草用



動力噴霧器用 2 噴嘴噴桿 (粗粒徑)

使用適用壓力

使用飄散減低噴嘴時應將噴壓控制在適用壓力範圍內。一般而言，動力噴霧器都設定 1.0~1.5MPa 為適用壓力，可達到理想的噴霧狀態。如果噴壓過低，就會導致活塞下降而影響防除效果；相反的，噴壓過高會造成粒徑過細及噴霧過強，反而失去減低飄散的效果。

乘坐式管理機用



蔬菜用鈴蘭式 5 噴嘴噴桿 (中粒徑)



3 噴嘴噴桿 (中粒徑)

2. 遮蔽物之利用

1. 遮蔽物的種類及用途

遮蔽物有各種素材及樣式，一般而言遮蔽植物及覆蓋資材最具實用性。

這些遮蔽物除了可以圍繞在噴灑區域避免農藥向外飄散（網布及遮蔽植物）之外，同時也可以覆蓋保護對象作物（遮蔽植物及覆蓋資材）免於污染。此外，遮蔽物又可分為半長久性設置（樹籬及網布）及必要時的臨時設置（覆蓋資材）兩種類型。不過，依設置方式的不同（例如把網布做成可開關式），可讓資材在運用上可以更加自由。

2. 網布的利用

遮蔽物有各種素材及樣式，一般而言遮蔽植物及覆蓋資材最具實用性。

這些遮蔽物除了可以圍繞在噴灑區域避免農藥向外飄散（網布及遮蔽植物）之外，同時也可以覆蓋保護對象作物（遮蔽植物及覆蓋資材）免於污染。此外，遮蔽物又可分為半長久性設置（樹籬及網布）及必要時的臨時設置（覆蓋資材）兩種類型。不過，依設置方式的不同（例如把網布做成可開關式），可讓資材在運用上可以更加自由。

(1) 網布的遮蔽效果

網布的遮蔽主要受網目大小及設置高度而定。依目前的調查可得下列幾項要點：

- ① 通過網布的飄散粒子因網布的防風效果而減低飄散距離。
- ② 網目愈細，對飄散粒子的遮蔽性愈高。若為編織網，其網目在 2 毫米以下的遮蔽效果最佳。
- ③ 防蟲網的通氣性佳且織線細，即使網目再小，對飄散粒子的遮蔽效果仍然相當有限。
- ④ 飄散粒子會飛越防水布這類完全沒有通氣性的素材。
- ⑤ 網布必須設在足夠的高度位置。
- ⑥ 網布接觸地面的部分若留有空隙就會發生外漏，尤其是行動式高壓噴霧機 (SS) 噴灑時最為顯著。
- ⑦ 農藥噴霧直接噴灑於網布時，噴灑粒子在撞上網布上會碎裂成更細微的粒子。

(2) 網布的利用方法

① 棚架式果樹園

葡萄和茄子這類搭有棚架的農場，周圍大多設有網目 4 毫米之網布，使用行動式高壓噴霧機時，這類網布仍可有效減低飄散問題。換言之，在網布的防風效果下，噴灑粒子通過網布後會在較近距離落下，有效縮小了危險區域。不過，由於網布本身的遮蔽效果有限，因此噴灑時仍應小心控制送風量，避免噴嘴持水平方向作業，並且不要在網布邊緣移動噴灑。只要操作謹慎，就不太會發生 5 m 以上的飄散狀況。該網目尺寸的網布具適度的透氣性，可確保農場的通風性，價格低廉且耐用，可全年使用為其優點。若再加上側面的網布，還有天井再加上一層防止冰雹的防災粗網，多少都有利於減低飄散發生。如果想要有確實地抑制飄散，側面可使用 2 毫米以下的細目網布。只是細目網布透氣性較低，建議可以只安裝部分區域，或者設置成可開關模式。

代表性網布素材



4 毫米
網目編織網



2 毫米
網目編織網



1 毫米
網目編織網

以風洞實驗測試網布遮蔽效果 (日植防研 2005)

衝突風速	網布	下風處落下量(ng/淺盤)			總量比	減低比率(%)
		1~2 m	3~5 m	6~10 m		
1.5 m/s	無	68.64	6.95	0.49	100	—
	4 mm 網目	23.07	2.10	0.10	32.9	67.1
	2 mm 網目	11.21	0.47	0.01	14.8	85.2
	1 mm 網目	0.59	<0.01	<0.01	0.7	99.3
3.0 m/s	無	69.01	17.49	2.03	100	—
	4 mm 網目	37.94	4.91	0.56	46.6	53.4
	2 mm 網目	21.16	1.61	0.12	23.8	76.2
	1 mm 網目	1.35	0.01	<0.01	1.4	98.6

(文獻2)

② 林木或有圍籬的果樹園

有棚架的農場已有足夠支撐網布的支柱，而林木類農場則必須考慮是否要設置網布用的支柱。若是使用行動式高壓噴霧機的農場，一般而言需要將網布架到 4~5 m 高的地方，而且裝設新的支柱所費不貲，如果是要新設支柱，還要先考量特定的方位或區域。若想把網布架到一定高度，就耐久性來看，細網目會比 4 毫米 (mm) 網目還難以持久。因此使用細網目時須多費點工夫裝設成可開關型式，於噴灑時再使用。

③ 旱田類

蔬菜類農場並不講求果樹園那樣的遮蔽高度，網布只要依作物高度有 1~2 m 左右的高度即可。因此即使要裝設新的支柱，也只要用園藝用立柱。旱地並不會像行動式高壓噴霧機那樣必須利用送風裝置進行噴灑，所以建議使用遮蔽效果較高的 2 毫米以下的細目網布，但不建議使用防蟲網類

透氣性佳的網布，因為它的飄散防止效果較差。

3. 遮蔽植物之利用

遮蔽植物可分為常年性的樹籬及季節限定的一年生植物。前者就景觀性而言較佳，但栽種後需要一些年月才能發揮遮蔽效果，因此一般而言較難成為防止飄散的普遍性策略。相較之下，後者就可以在短期間內發揮效用。

遮蔽植物應具備幾項特質：①可以生長至一定高度 ②在特定時間內可以生長至所需高度 ③便於栽培管理。因此目前各地正在考慮使用高粱等綠肥植物作為遮蔽植物。高粱同時可以做為天敵生物的棲息場所，所以 IPM 栽培方法也鼓勵於露天種植茄子時種植高粱，這也是飄散對策的積極活用方式之一。綜觀目前各地調查結果，要善用高粱的遮蔽效果應注意下列幾項重點：

- 一般而言，植株達 150 cm 以上時方能達到充分的遮蔽效果。
- 因前項因素，同時考量到施藥及收穫時間，必須選擇可以生長至所需高度的品種，並留意播種時期。
- 為達到充份遮蔽效果應留意植株密度。建議二行條播式 (行距 30~60 cm)，撒播足夠的種子量 (約 3 g/m)，避免株間留有空隙。

目前，大多種苗公司除了高粱以外，也會介紹其他可做為飄散防治之用的綠肥作物，皆可多加參考。

關於這些綠肥作物的利用，幾項注意要點：



- 其遮蔽效果視其生長狀況而定，較不穩定。
- 遮蔽效果絕非天衣無縫，仍須遵守基本噴灑操作。
- 需要時間才能達到足以作為遮蔽物的狀態。
- 容易因風而發生倒伏。
- 偶有成為病蟲害溫床及出穗時遭受鳥害的報告案例。
- 事後莖葉處理較為麻煩。

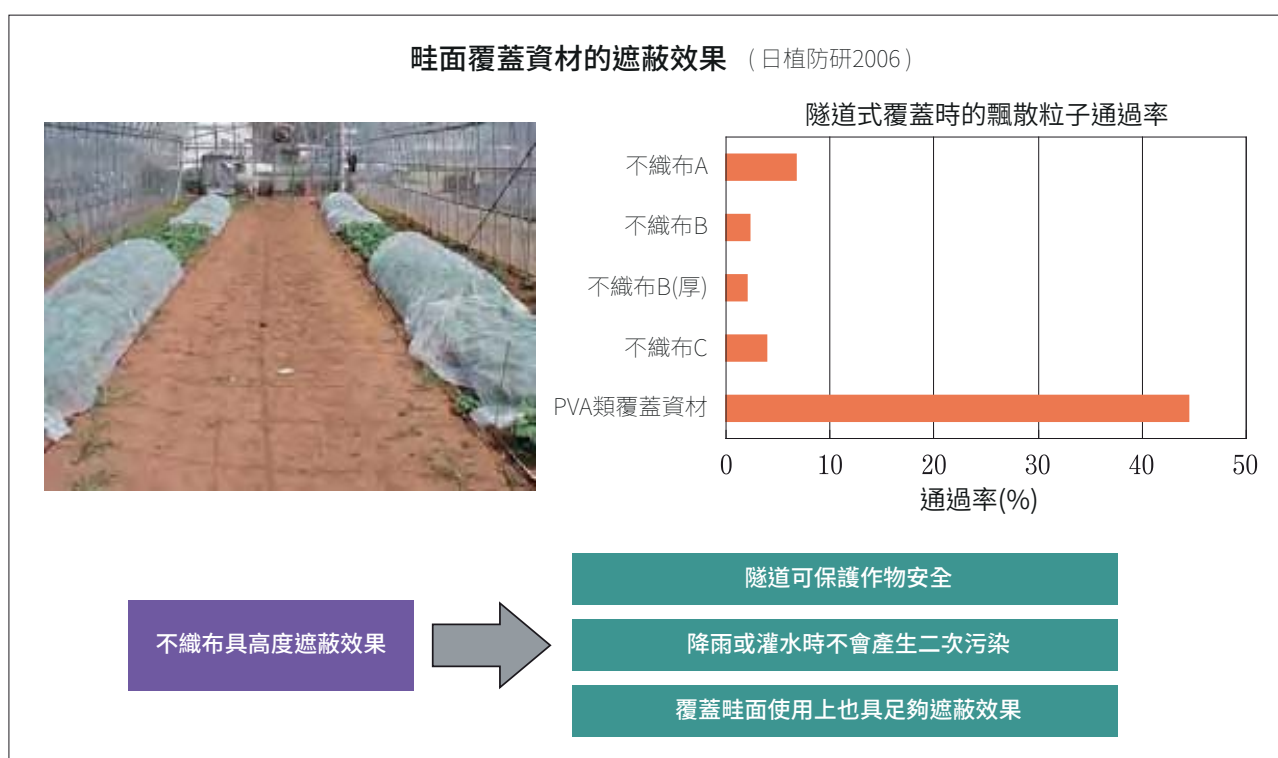
4. 覆蓋資材的利用

隧道及畦面的覆蓋資材種類繁多，就避免作物受到周遭飄散污染而言有一定程度的效

果。例如 PVC 及 PE 膜，雖然不適合取代網布，但仍可達到暫時性防護效果。

PVC 類覆蓋膜無透氣性，遮蔽效果極佳，不過也有其他材質的資材透氣性較高，農藥粒子容易通過，因此要小心選用。依目前的調查來看，不織布類的遮蔽效果較高，而且即使表面有農藥飄散的殘留，之後因降雨或灌水而導致的二次污染風險也較低。

不織布重量極輕，方便暫時性覆蓋用，為少量多樣性栽培農場可善加活用的臨時性飄散防治措施。



3. 行動式高壓噴霧機飄散減低對策

1. 行動式高壓噴霧機的飄散要因

行動式高壓噴霧機(以下簡稱「SS」)配置圓環式大量噴嘴，藉由送風設備提高藥液噴灑的到達範圍，所以和其他噴灑器具相比，任何方向都很容易造成飄散問題。其主要飄散原因如下：

• 噴嘴位置

上方的噴嘴是針對上方覆蓋的樹體進行噴灑，但沒有遮蔽的區域噴霧就會飛到樹體



之上，然後飄向遠方。

側邊的噴嘴是噴灑樹體最繁茂處時不可或缺的一環，但容易會有大量藥液從樹木間的空隙或較不繁茂之處飄散出去。

下方的噴嘴只能噴灑到通路及樹體根部，噴霧容易順著根部空間飄散至一定距離處。

• 送風量

送風大時可擴大噴灑所及範圍，但相樣也會提高飄散量，連上風處也有相當的飄散量。

• 轉彎處及外周噴灑

進行轉彎處及外周噴灑時，如果持續對外側進行噴灑，大部分的藥液都會飄散出去。

2. 制定飄散對策

SS 的基本飄散對策就是盡可能減低飄散量。了解前文所述幾項飄散要因後，首先應採取相應之有效減低飄散基本對策。其次，應須留意園區的樹型管理，只要改善藥液不易附著的高樹型及枝葉過於繁茂的情況，就算減低送風量也有足夠的飄散防治效果。附近若有必須小心的作物，可以在確認危險區域及風險較高的時期後，避開作業時間，或選用不易有殘留問題的農藥。針對長期都有飄散風險的作物，可以考慮使用網布等遮蔽物，會有相當效果。

一般認為 SS 的飄散對策只要慎選農藥類別就可以了，但就如同本書強調的，農藥飄散對於鄰近作物的影響存在許多潛在問題，最根本的解決之道還是盡可能減少飄散量。

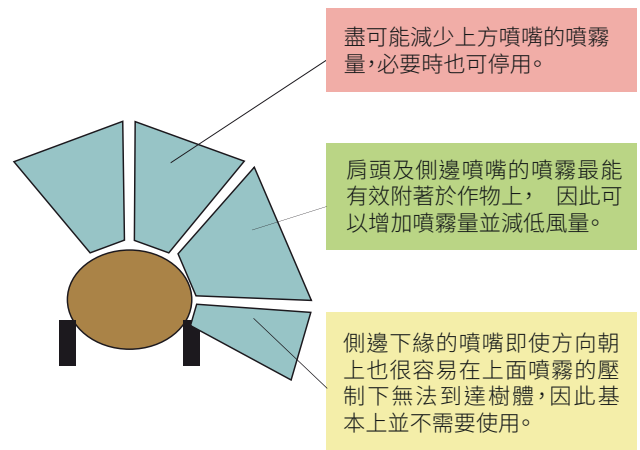
3. 可減低飄散的 SS 設定及操作方法

(1) 噴嘴的設定

建議參考右上圖，依園區條件設定噴嘴狀態。噴嘴的噴霧量可由噴嘴鎖片表面刻印的數字（顯示孔徑）而得知，並和廠商諮詢噴嘴的選定及替換。此外，廠商都會備有二種噴嘴供自由替換，也有暫停噴霧的零件，就機動性使用而言相當方便。

(2) 送風量

送風的目的，是為了要搖動樹葉，讓噴霧確



SS的噴嘴設定

實且全面灑滿樹體，藥液可滲達內部，不過所謂適當的送風量其實是因樹種及園區條件而異。目前普遍使用的 SS 大致可依容量及其相符送風量來分類，1000L 的大型 SS 最大送風量為 900~1000 m³/分，600L 的中型 SS 約為 600 m³/分，500L 級的小型 SS 則小於 500 m³/分。其中大型 SS 的最大風量原本就是為了隔行也能有效噴灑而開發，只限於必要時使用。因此即使是大型 SS，也應考量必要時才使用大風量。

此外，若在開花期這種僅需小風量的時期以過大送風量進行噴灑，也可能會造成比枝葉繁茂期更嚴重的飄散量。

送風量的減低對於 SS 特有的噪音問題改善方面十分重要。

送風量與飄散距離

900 m³/分的大風量之下，即使是上風處也有可能造成 20 m 遠的飄散污染。雖然依園區條件及行走方式而有不同程度影響，無法一概而論，但依目前的調查結果來看，以 900 m³/分進行送風噴灑時，不管任何風向，造成園區周邊 20 m 飄散污染的可能性都很高，600 m³/分約為 10~15 m，300 m³/分則為 5~10 m。當然，飄散風險更高的下風處飄散範圍會更大。

(3) 轉彎處及外周的噴灑操作

於轉彎處及外周進行噴灑時，如果維持外側的噴霧狀態，大部分的藥液就會飄散而逝，一般應該先暫停外側的噴霧再繼續作業。然

而，SS 一般大多只能控制上方及兩側方向共 3 個系統的停止操作，如果只有停止外側的噴霧，上方的噴霧也會朝外側飄散而去。因此請盡可能連同上方噴霧一併暫停，如此一來就能大幅度減低飄散狀況。

利用飄散減低必要性技術進行外周噴灑，藉此調查其飄散性、附著性，比較結果如次頁

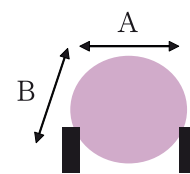
圖所示。部分廠商有供應側面送風口遮蔽用之金屬製板子，其可有效避免被送風機再度吸入的噴霧粒子由停止噴霧外側再次噴出，不過如果上方持續噴霧，其飄散減低效果也會不佳。此外，若只遮蔽送風口，未受遮蔽的送風口特別是上方的送風量也會因此而增強，並且引發噴霧粒子亂流現象。

外周噴灑時飄散減低必要性技術比較

關鍵技術	飄散性	附著性	到達性		
			大於5.0 m	大於3.5 m	大於0.5 m
①外側1/3停止	5.3	8.3	10.0	10.0	10.0
②外側2/3停止	1.6	7.4	7.5	10.0	10.0
③1/3停止+使用遮風板	3.3	8.3	9.0	10.0	10.0
④2/3停止+使用遮風板	0.7	6.6	8.0	10.0	10.0
⑤風量減低+2/3停止	1.5	6.1	7.0	10.0	10.0
⑥送風停止+1/3停止	1.7	5.2	0.1	2.0	10.0

日植防研 2008，以600L機型進行桃子園外周噴灑作業，調查外側的飄散性、對樹體的附著性，以及對於樹間設置立體球體的垂直到達性狀況。該數值為感水紙附著程度等級的平均值(最大為10)。1/3停止為只停止B噴嘴，2/3停止為A、B皆停止。

遮風板為B送風口處的遮蔽工具。風量減低則是由645→410 m³/分，減少37%。



(文獻7)



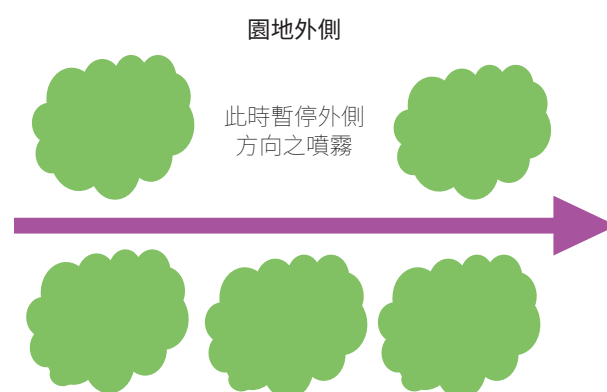
以 2/3 停止進行外周噴灑



使用遮風板案例

(4) 勤於操作噴嘴開關

果樹園中偶有因缺株產生的樹間缺口，如果位置剛好位於園區邊緣，此時又朝向外側以同樣噴灑量進行作業的話，藥液就會從樹間缺口向園外大量飄散而去。因此，進行邊緣區域噴灑時，應在缺株處勤於操作駕駛座旁的開關暫停噴霧，如此便可大幅減少飄散量。



SS飄散減低噴灑操作法的評估 (日植防研 2008 (文獻7))

		5m	10m	15m	20m	25~30m	40m	50m
慣用噴灑方式	最大值	72.6	90.2	29.5	22.1	6.5	2.7	0.2
	平均值	41.7	18.1	10.4	3.43	1.18	0.83	0.10
推薦之噴灑方式	最大值	33.8	13.0	7.2	3.4	1.6	0.7	0.1
	平均值	11.5	2.39	1.75	0.54	0.26	0.20	0.03
	減低比例	72.3%	86.7%	83.0%	84.3%	78.2%	75.8%	66.7%
推薦之噴灑方式 +勤於操作噴嘴開關	最大值	22.8	5.2	3.0	1.1	0.4	0.2	0.1
	平均值	7.03	1.02	0.78	0.14	0.06	0.08	0.03
	減低比例	83.1%	94.3%	92.6%	85.9%	94.5%	90.9%	66.7%

數值為覆蓋面積比例，即噴灑區域周圍同一距離處感水紙的覆蓋面積比例總計。
*以覆蓋面積比例來計算的減低比例和農藥量的減低比例並非絕對一致。

(5) 上述組合運用之應對措施

上述不管哪種減低飄散措施，都不會有其他額外支出 (單純停用不必要的噴頭並不會有額外支出，即使需要更換幾個噴嘴，價格也不高)。桃子園的幾項應對措施：①暫停容易造成浪費的上、下方噴嘴，並增加肩口處噴嘴的噴霧量。②減低 3 成送風量③進行轉彎及外周噴灑時，除了暫停外側 1/3 噴霧外，同時關閉上方的噴霧。執行結果，可降低過去周邊飄散量的 70~80%。若在外緣區域噴灑時可以勤於控制噴嘴開關，更可減低 80~90%。進行上述調查時，同時進行了樹體上噴霧的附著性調查，一直都保持在高附著性狀態，維持充份的防治效果。可見藉由上述的 SS 操作對策，可以大大縮小施藥時周邊危險區域之範圍。

(6) 補強噴灑

如果希望更謹慎處理園地外緣區域的噴灑作業，可考慮暫停送風裝置，而且外緣區域也

容易有噴灑不均的情況發生，因此必要時可以手動噴灑方式補強。SS 上通常都裝有補強噴灑用管線，建議適時活用。

4. 運用網布防止飄散

透過上述 SS 的重新設定及謹慎操作，即能大幅減低果園的飄散量。該地若為農村與都市的混住地區，近距離常有不可受飄散影響之物，建議可同時善用網布來防止飄散。

5. 其他對策

善用可有效防止飄散的噴灑方式即可達到充分的防治效果，同時也應注意樹型管理方式，盡量讓藥液可以順利通過並附著其上，這也是非常重要的防治方式。此外，近年有關飄散量較少的 SS 機型研發也持續進行中 (參考 40 頁)。



4. 粉劑對策

1. 粉劑飄散風險

粉劑是指粒徑大小在 45 μm 以下的固體劑，稍可降低飄散發生的低飄散粉劑 (DL)⁵ 粒徑為 22 μm ，但一般噴灑液劑時容易飄散的慣用噴嘴平均粒徑為 60~100 μm ，可見粉劑多麼容易飄散。

水稻中後期的病蟲害防治作業最常使用粉劑。噴灑於水田中的部分粒子會在附著於水稻之前受氣流影響而飄散開來，而在到達水稻的粒子中，部分粒子又會在稻株間發生第二次飄散。雖然粉劑粒子所含農藥量屬微量，但噴灑粒子非常容易受水田的上昇氣流及風的影響，噴灑面積會因此而擴大，其飄散量仍舊不可輕忽。

由目前研究可知，噴灑面積越大時就越該擔心對鄰近作物的飄散影響，在有風的狀態下施藥警戒區域會隨之擴大。雖然風弱時的警戒區域縮小許多，但風向若不穩定也很難掌控飄散狀況，此為粉劑的特性。

粉劑的另一個問題是施藥者承受的曝藥量較高。雖然目前很少發生 DL 製劑化相關重要事故，但和其他劑型及施用方式相比，其曝藥量仍明顯高出許多。

這類粉劑的使用對於鄰近作物及周遭居民的影響較大，因此除了混住地區之外，不少地方也都限制不可使用。

2. 粒劑體系

水田不像旱田擁有方便噴灑作業的行動空間，因此如果要尋找粉劑的替代性防治法勢必會面對各種限制。目前各地正考慮以粒劑來取代粉劑，因為它施用時可以像粉劑一樣獨立作業，不需要有人在畦畔上協助進行。粒劑一般都是做為除草劑及初期病蟲害防治用途，施用於水面，稻體可吸收溶解於水中的農藥成分，達到防治病蟲害防治效果，不過它對於中後期病蟲害防治，尤其是椿象防治有其限制。近年來推出了滲透移行性及持久性佳



的殺蟲劑，育苗箱專用粒劑 ~ 一發除草劑 ~ 田區專用粒劑 (1~2 回) 這樣的粒劑防治體系已漸漸成為可能。

粒劑防治體系對於飄散對策而言相當有效 (粒劑的飄散特性請參考第 38 頁)，但也有下列幾點問題：

① 椿象類蟲害頻繁發生時，其防治成效可能會因品種有不同。

② 成效出現需要一些時間，無法使用於臨時狀況。

③ 混合劑品項較少，而且成本較高。

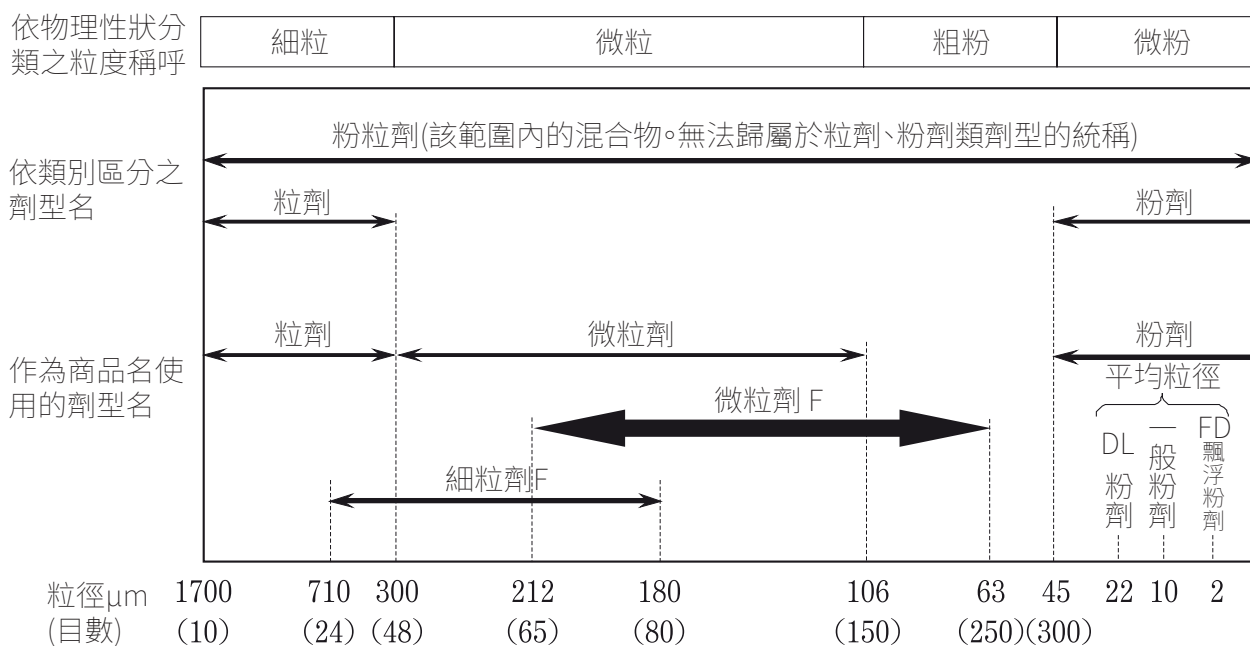
3. 微粒劑

(1) 開發過程

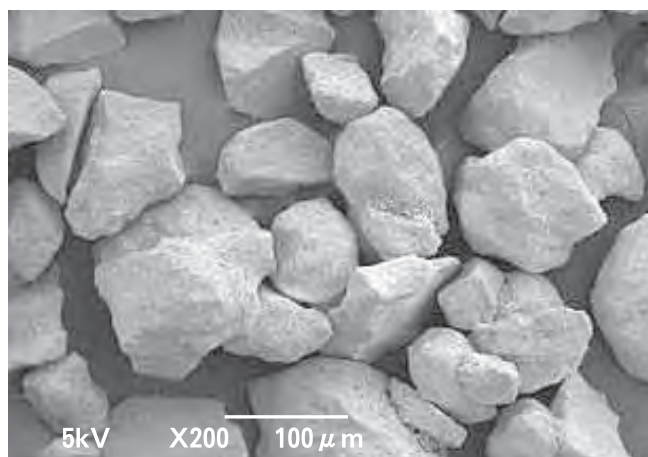
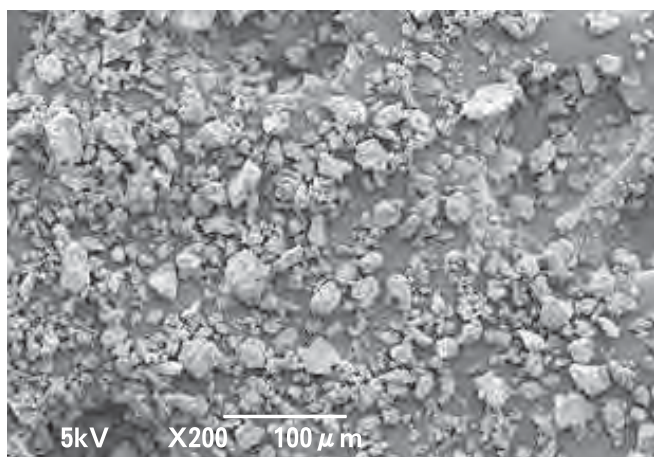
由施用粉劑所發生的施藥者事故為契機，1970 年代開始推動降低粉劑飄散，當時開發了低飄散粉劑及微粒劑 F。微粒劑 F 的粒徑為 63~212 μm ，與液劑的中粒徑減低飄散噴嘴的粒徑分佈差不多。微粒劑 F 與之前提到的粒劑不同之處在於它具有莖葉噴灑技術，和粉劑一樣隨時都可使用，不過卻在 DL 粉劑全盛時期漸漸被遺忘了。為此，平成 18 年相關機關與企業發起協議會，正式開始微粒劑之研發並確立其使用技術。目前已成功研發了幾種藥劑，並通過農藥登記，於平成 22 年秋天開始上市。

(2) 噴灑方式

微粒劑與粉劑一樣可利用動力噴霧器進行噴灑。它與粉劑不同之處在於必須使用粒劑用的管線 (目前正在開發微粒劑 F 專用管線)。在盡量不要碰觸到稻作本身的高度，調整適當的藥量以管線進行噴灑，除此之外操作方



固態劑的粒度分佈⁶



以同倍率進行 DL 粉劑 (左) 及微粒劑 F (右) 的粒子比較

(照片提供：KUMIAI 化學工業株式會社)



式基本上和粉劑沒有差別，而若是小規模的不規則水田，只要周圍沒有其他作物，都可不加管線，直接以噴頭噴灑。

(3) 飄散特性

由目前已進行的多項調查可知，微粒劑 F 的飄散減低效果非常好，而且施藥者的暴露量也極低。周圍幾乎看不到飄散粒子，在混住地帶應該能安心使用。

5 譯注：低飄散粉劑 (DL)，為不易飄散，且浮遊性指數低於 15 之粉劑。平均粒徑為 20~30 μm ，其中已添加凝聚劑成分。

6 譯注：由於原文與 FAO 所定義的劑型並未完全一致，本表保留原文用詞，以完整對應原圖表呈現。



DL粉劑



微粒劑F

施藥水田下風處的小松菜農藥檢出結果

	噴灑區域邊界的距離			
	10 m	20 m	30 m	50 m
DL粉劑	0.27	0.22	0.17	0.11
微粒劑F	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

全農·日植防 (2008)

單位:ppm

施藥者的吸入曝露

	空氣中的濃度
DL粉劑	262
微粒劑F	1

全農·日植防 (2008)

2人的噴灑作業者的平均值($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

(4) 成本

已上市的微粒劑 F 具備與粉劑同等的防治效果。但由於該製劑製造過程需具備高度技術，現在的製劑數有限，所以價格略高於粉劑，不過其噴灑管線與粒劑用管線大致相同。

5. 少量多樣化栽培農場、混植園飄散對策

1. 少量多樣化栽培農場的飄散對策

在面積有限的農場進行各種作物的小面積栽培時，相互飄散影響的風險自然較高。因此在進行各區的噴灑時，除了要小心謹慎噴灑之外，建議同時執行其他防治對策。例如：

- 務必使用飄散減低噴嘴
- 噴灑作業時需更加謹慎小心
- 必要時可用不織布覆蓋鄰近其他作物

此外，若想更徹底降低飄散風險，可參考下圖重新檢討耕種方式，也會有助於飄散防治。

2. 混植園對策

混植園有兩種類型，各有不同的對策考量。其一為混植其他作物（果樹）的情況，對策為

①選用共通登記之農藥 ②盡可能謹慎噴灑以減低飄散③放棄混植樹之收成或不要混植，這點雖然很難做到，但卻是必要的對策。若為手動噴灑，對策②是可能達成的，但若使用SS，基本上不可能達到。因此，還是以①為中心對策，而使用共通登記農藥時，務必要先確認各自收穫的安全採收期後再行噴灑。另外，授粉樹⁷也可能會有這類安全採收期問題，研究機關正對此進行替代樹相關研究。

另一種混植園為作物（樹種）相同，但是收穫期不同。進行晚生種的病蟲害防治作業時，農藥若噴灑到進入收穫期的早生種，有可能會導致農藥殘留基準超標的情況，必須多加留意。如果大量飄散至早生種，也會發生同樣的情況（少量飄散不至於產生什麼問題）。因此，如果園內有早生種，使用SS時就必須採用特別的遮蔽手段，或者於早生種收穫安全期前進行噴灑，沒有錯開播種期的蔬菜栽培也會發生這類問題。

⁷ 譯注：有的果樹品種不容易自行授粉，因而容易落果。為了促進授粉，可就近種植其他品種之果樹，稱為授粉樹。例如柿子的花分雄花和雌花，但柿子樹大多只結雌花，因此必須選擇會結雄花的樹做為授粉樹，混植

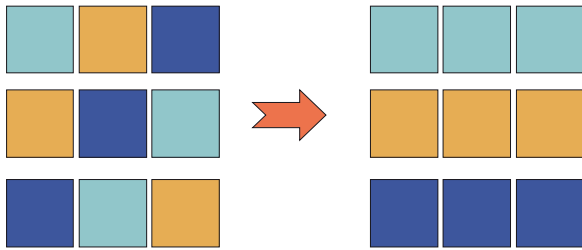
其中。柿子樹沒有授粉也會結果，其果實內不會有種子。

日本甜柿栽培會種植授粉樹、養蜂或進行人工授粉，使甜柿結種子，可減少生理上之落果，惟目前台灣沒有適當之授粉樹品

種可供推廣農民使用，且帶有種子之甜柿果實，可能會對消費者之購買意願造成嚴重影響。(http://www.tydares.gov.tw/view.php?catid=4103)

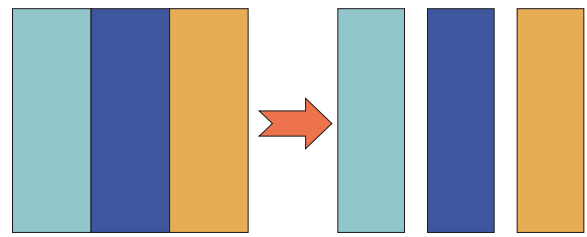
導入飄散對策栽培法概念

1. 馬賽克式栽培→栽培區域的統整



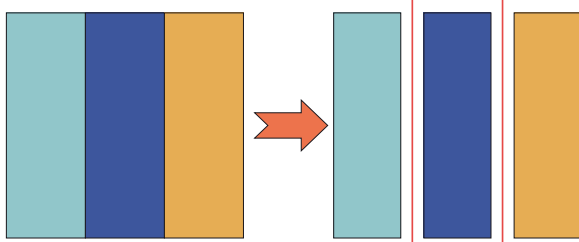
同時考慮改變耕作區域

2. 規劃緩衝地帶



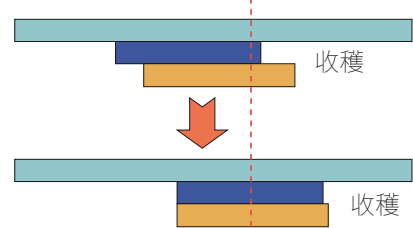
即使是1~幾公尺的距離都可以提高安心度

3. 採用物理性屏障



以網布或綠肥作物為屏障，可提高安心感，不過絕對不可過度自信。

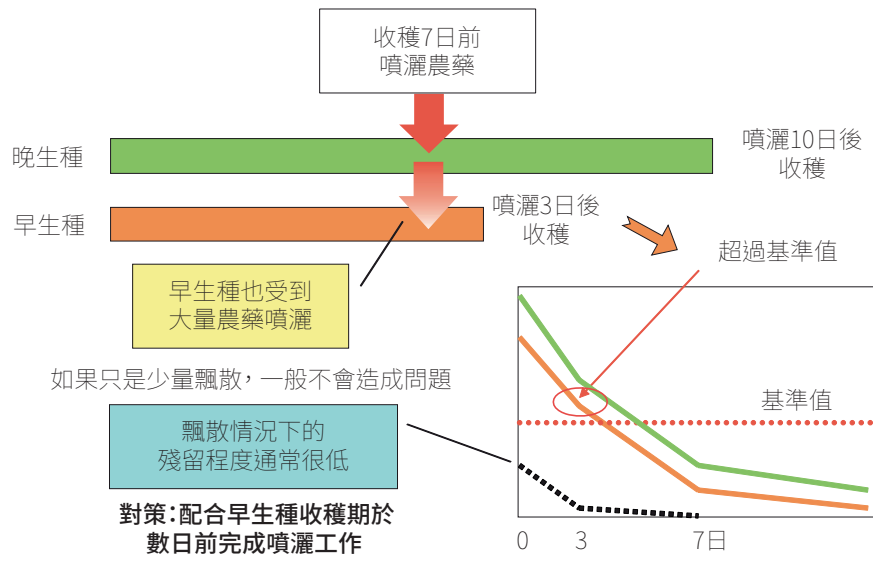
4. 調整種植時程



避開容易造成飄散問題的病蟲害防治期，調整播種、收穫時間。

混植早生品種注意事項

雖然是同一作物，但施藥時可能會影響到早生品種……



6. 無人直升機飄散對策

無人直升機農藥噴灑主要應用於水稻種植，因其高效率的病蟲害防治效用而被日本廣泛利用，但同時也因為它的低空作業方式容易受到氣流影響，加上所使用的藥液濃度高於其他噴灑方式，因此必須更加謹慎處理飄散問題。

無人直升機的飄散對策主要分為操作對策及噴灑區域管理對策兩大方向。前者包括無人直升機噴灑裝置的選定及飛行操作，主要和噴灑業者及操作人員的應對措施有關。後者是由避免飄散影響的觀點來設定非噴灑區域及選擇農藥類型，這是實施防治的單位（如噴灑地區的生產者、相關機關之協議會）應處理之事務。在此以對鄰近作物的迴避觀點出發的對策為中心進行說明。

1. 無人直升機噴灑農藥的特性

無人直升機的農藥噴灑有效利用了本身飛行所用之主旋翼 (mainrotor) 所引發的「下降氣流 (downwash)」進行噴灑作業，農藥粒子噴霧會乘著下降氣流朝下方飛降，擴散後附著於作物上。這時噴嘴的配置、間隔、裝設角度，噴灑時的飛行高度、速度，噴灑藥液的物理化學特性，還有風向、風速等等，這些因素都會影響噴灑藥液的附著、分散與飄散情況。下降氣流的影響範圍雖然很小，但是從飄散對策的角度來看，在操作方式與自然風的相乘作用下很可能會擴散飄散範圍，因此必須多加注意。

* 噴灑藥液的霧化設備分為加壓噴嘴與旋轉圓盤 (旋轉式噴霧器 Rotary atomizer) 二種。

2. 噴灑作業的基本原則及遵守事項 (文獻 9)

(1) 飄散特性

使用無人直升機進行農藥噴灑作業時，務必依照農林水產省制定「無人直升機使用技術指導方針」(http://www.maff.go.jp/j/kokuji_tuti/tuti/t0000794.html)。



下降氣流的效果

(2) 噴灑前置作業

① 事前參與噴灑研習

相關人員 (生產者、執行噴灑人員) 須於進入噴藥期前參加安全對策研修，確實掌握實際噴灑模式及飄散對策。

② 徹底執行噴灑裝置的定期檢查與維修

機器持有人須於噴藥期前完成噴灑裝置的定期檢查與維修，檢查噴灑壓力及噴灑量是否適量。為了避免噴灑粒子捲入主旋翼附近的氣流而造成向上飛揚，應確認噴嘴與噴霧器裝設於旋轉翼直徑 70% 的距離之內。

③ 徹底執行事前確認調查

噴灑人員應與生產者一同確認「噴灑周邊其他作物」相關資訊、非噴灑區域範圍，同時做好飄散防治區域的防護措施。

④ 徹底洗淨噴灑裝置

噴灑人員於噴灑完成後，除了清潔機體外，也應清洗藥桶、配管及噴嘴。後續的噴灑對象及農藥不同時，更應徹底完成清洗工作。

(3) 施藥單位應執行對策

① 蒐集周邊作物資訊

無人直升機的噴灑區域寬廣，應製作噴灑作業地圖，確實掌控噴灑區域、周邊其他作物以及非噴灑區域。作業地圖上應記載最新資訊。

② 研究周邊作物飄散風險

建議參考第 5 頁之說明進行各類作物及收穫期遭受飄散風險之評估，同時應確

認預計使用農藥之周邊作物殘留農藥基準值，判斷其飄散風險。藉由上述評估結果製定風險迴避方針，納入施藥計畫。

③ 通知周邊關係人

建議參考第 5 頁之說明進行各類作物及收穫期遭受飄散風險之評估，同時應確認預計使用農藥之周邊作物殘留農藥基準值，判斷其飄散風險。藉由上述評估結果製定風險迴避方針，納入施藥計畫。

④ 申請現地確認調查及對策

施藥單位應協同噴灑人員一同確認非噴灑區域的飄散防護狀況是否確實，必要時可和耕作者一同檢討作物的覆蓋方式，以及溫室門扇關閉措施。

⑤ 確認噴灑順序

為了可以在其他作物處於上風處或者風弱時進行噴灑作業，施藥單位應於事前的調查準備時期，與噴灑人員充分協調噴灑順序。



噴灑作業地圖範例

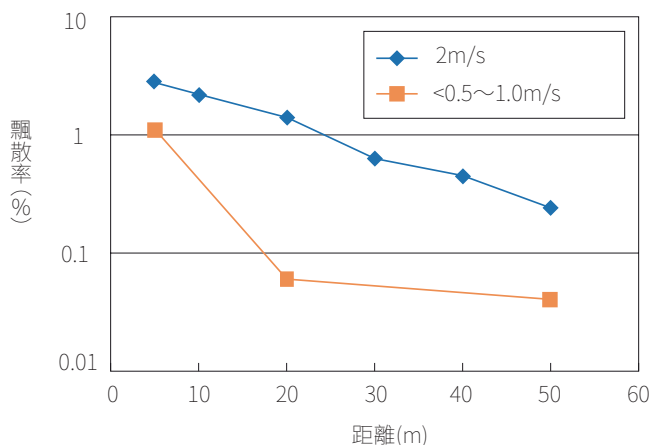
(4) 噴灑時的對策

① 蒐集周邊作物資訊

噴灑人員應恪守「無人直升機使用技術指導方針」規定之飛行速度與高度基準。

② 嚴格遵守風弱時噴灑之原則

應遵守實施基準所規定的風速 3m/秒以下噴灑原則。下圖為飄散率的調查案例，明確可見風速和飄散息息相關，即使風速在基準範圍內，仍希望盡可能選擇風弱時進行噴灑作業。



不同風速下的飄散案例

(農林水產航空協會，北海道環境科學研究中心)

③ 對於周邊栽種作物區域多加留意

對於須多加謹慎處理的園區，應挑選風弱時優先噴灑。進行事前調查準備時，可與生產者充分溝通，並討論噴灑當日依氣象條件機動調整噴灑順序之應對方式。此時，有效活用噴灑作業地圖對噴灑工作規劃十分重要。

④ 於栽種其他作物的田區徹底執行平行噴灑

盡量避免朝向其他作物園區飛行噴灑，盡可能以平行方式飛行噴灑，並盡力避免「拉升機體」。若一定要朝向其他作物園區噴灑，也應視風向狀況，避開角落邊緣區域，然後再改以平行方式噴灑。必要時，亦可僅使用中央噴嘴進行噴灑。

⑤ 盡可能避免在其他作物處於下風處的狀況下進行噴灑

⑥ 妥善控制噴灑開始及結束的時間

噴灑時，應避免於前進噴灑時停止速度(拉高機體)，迴旋而飛。由於機體本身角度急遽變化時容易產生亂流，如果噴灑的開始及停止時間點又控制不當，就會導致無去預測的飄散狀況。因此，務必要謹慎控制機體的拉高及迴旋動作，並在此之前適時暫停噴灑。

⑦ 調整噴灑時的飛行速度與高度

依據噴灑時的風向及強弱，在噴灑基準範圍內「調降速度」或「調降高度」。速度連動噴灑裝置在減速時仍可達到適當的噴灑量，因此只要謹慎操作，即使減速也能達到有效噴灑。

⑧ 掌握噴灑裝置的特性

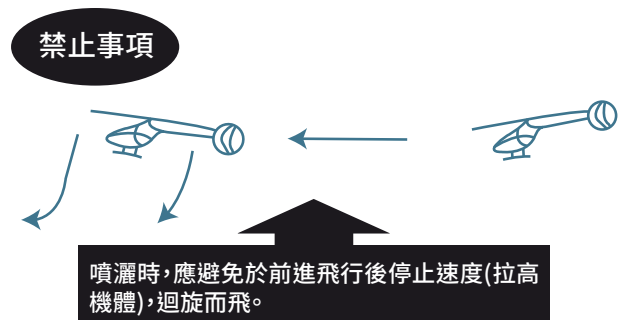
加壓型噴嘴的吐出量越大，吐出壓力也會升高，噴霧粒子的粒徑會更小。而旋轉式噴霧器則是吐出量越少，粒徑會越小。不管是手動或速度連動噴灑，調整噴灑量時若偏離噴灑基準都有可能助長微細粒子的產生，故應多加留意。

⑨ 徹底執行氣象觀測

生產者與噴灑人員應記錄噴灑時的氣象條件（風向、風速），並保管一定期間。

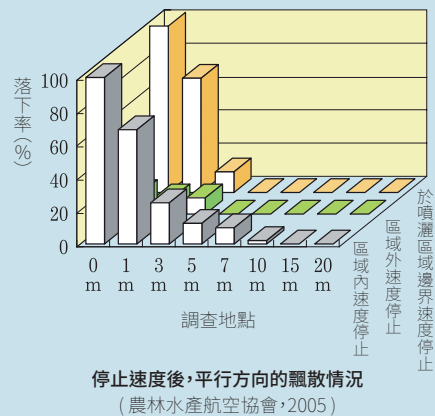
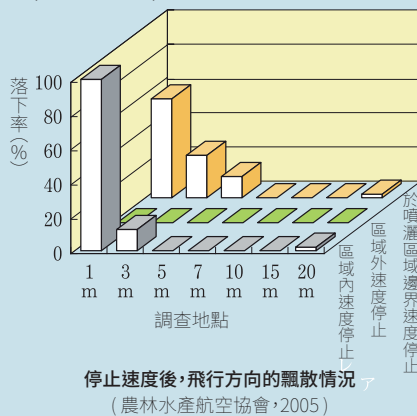


不可朝向噴灑對象以外作物或溫室進行噴灑



速度停止下的飄散情況

減速後停止速度（拉升機體）下的三種飄散情況：



① 於噴灑區域內的停止速度：於抵達噴灑邊界 3~5 m 前的噴灑區域內停止噴灑，然後立即停止速度並橫向移動。

② 於噴灑區域外的停止速度：於抵達噴灑邊界 3~5 m 前的噴灑區域內停止噴灑，經過邊界 3 m 後停止速度並橫向移動

③ 於噴灑邊界的停止速度：不暫停噴灑作業，於噴灑邊界處停止速度並橫向移動。

透過該調查可知，無人直升機於噴灑進行中停止速度的話將導致嚴重的飄散，如果先暫停噴灑再停止速度，停止速度時間點不同也會有不同的飄散程度，橫向的飄散量也比飛行行進方向還多。由此可知，噴灑區域周圍若有其他作物，一定要先停止噴灑再停止速度，若是在面向其他作物噴灑的情況下，停止速度的時間點就須更加謹慎。建議可在接近邊緣區域時，進行數次平行噴灑，並於迴轉之後再進行噴灑。

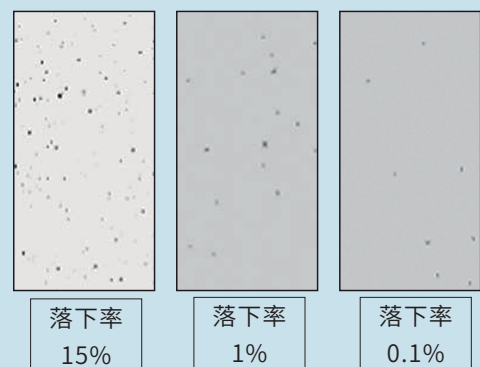
這些操作的「降速」應該維持噴灑實施基準範圍內，盡可能避免停止速度。

實驗紙上觀察的落下程度

右圖為實驗紙上附著狀況所呈現之農藥落下率（飄散率）。

落下狀況的顯示會依實驗紙的種類及農藥種類而異。

此次調查中，實驗紙上未見落下粒子附著時，其落下率大約在 0.1% 以下，而落下粒子明顯可見時，其落下率則為 1% 以上。



(農林水產航空協會, 2005)

3. 活用新型低飄散噴灑裝置

使用無人直升機上原裝設之噴灑裝置時，只要謹慎遵守噴灑操作規定，即可有效減低飄散，不過最近已推出新型低飄散噴灑裝置，可更確實也執行飄散減低對策。這款裝置可以裝設於現有機型，因此希望大家能積極活用該款裝置，以確保進一步的飄散防治。



舊式 (側邊噴嘴)



新式 (側邊噴嘴)



新式 (中央噴嘴)

- 照片為實際飛行時的藥劑流動狀態
- 藍線為經電腦解析之藥劑流線

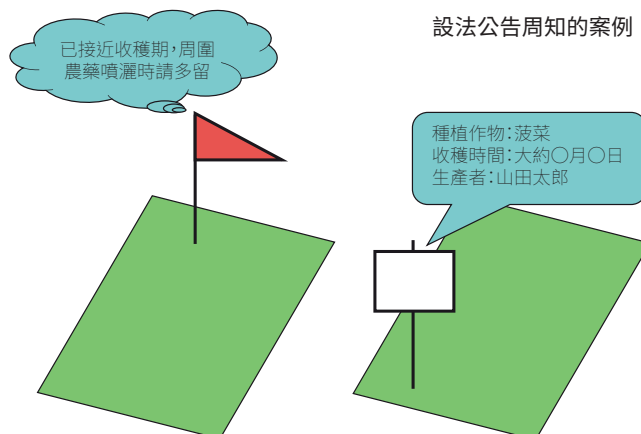
7. 施藥同伴的合作

只要噴灑者和鄰近作物生產者都對飄散風險有所認識，就能有效避免飄散所帶來的農藥殘留問題。第二章第 12 頁提到的「不花費額外經費的基本對策」中曾提到「鄰近作物收穫過後再施藥」或「暫停施藥區域附近的採收作業，延後大約一週採收。」以及生產者同仁間的合作，都是不可或缺的防治方法。此外，如同「5. 少量多樣化栽培農場、混植園飄散對策」所述，不同生產者所屬單位所規劃的計畫及時程必要時都要再調整。

有些地區指導機關會製作管轄區內的種植地圖，判斷危險區域範圍並推廣、調整相關防治對策。有的甚至會利用無人直升機進行全區域性的防治作業。這類合作策略若能事先檢討風險迴避措施，就會是最好的防治方式。

另一方面，由於現在的生產者漸漸趨向兼職化，難與鄰近生產者建立緊密連結，而代噴案例的增加也讓相關人員間的關係更為複雜。隨著家庭菜園的增加，農藥使用者之間不熟識，以致於難以彼此相互協助。

在這種情況下，有的地區會在接近收穫期的田區豎立「記號旗」，試圖引起鄰近區域的農藥噴灑者的注意。在導入防治對策的地區，有的會要求轄區內生產者「收穫前二週，於園區四個角落豎立小旗」、「種植期間，於園區豎立記載預定收穫期的看板」。不過，即使看板多少能引起注意，但仍無法確認周遭農藥噴灑者願意配合的程度，此為受到質疑的一點。



8. 農藥劑型及登記內容

農藥有各種劑型，也有不易飄散的劑型及施用方法。而如果受到飄散波及的作物本身若已登記該款農藥，則即使受到些許飄散也不至有什麼問題，也可以針對所使用的農藥尋求適合的飄散對策。無論如何都應該要選用目標作物及病害蟲項下所登錄的農藥，因此不同用途下的農藥選擇性也可能較少，這

些施藥前都應考量清楚。

1. 不易飄散劑型

不易飄散的劑型包括粗粒劑、粒劑、細粒劑、微粒劑等固體劑，以及懸濁劑的手動噴灑，這些都比液劑不易造成飄散，但仍應注意噴灑方式，若使用動力噴霧器時漫不經心的揮舞噴桿，或是在強風下噴灑，一樣會造成飄散問題。因此，即使使用不易飄散的劑型，噴灑時仍應謹慎操作。

風速3 m/s以下的粒劑飄散情況

噴灑方法		噴灑時風速 (m/s)	不同距離的飄散率(%)					
			1 m	2.5 m	5 m	10 m	15 m	20 m
粒劑 施肥機	(1 kg 粒劑)	2.2	41.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	(3 kg 粒劑)	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
擴散噴頭 (1 kg 粒劑)		2.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
軟管	(1 kg 粒劑)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	(3 kg 粒劑)	1.0	10.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		1.0	19.8	0.9	0.05	0.0	0.0	0.0
懸濁劑		0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
塊狀粗粒劑		1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
袋狀粗粒劑		1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

風速3~4 m/s的粒劑飄散情況

噴灑方法		噴灑時風速 (m/s)	不同距離的飄散率(%)					
			1 m	2.5 m	5 m	10 m	15 m	20 m
擴散噴頭	(1 kg 粒劑)	3.5	16.0	3.7	0.6	0.0	0.0	0.0
	(3 kg 粒劑)	3.0	15.8	3.7	0.1	0.0	0.0	0.0
短桿噴頭	(1 kg 粒劑)	3.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		28.5	13.1	6.2	0.0	0.0	0.0	
		3.0	31.8	18.3	4.9	0.0	0.0	0.0
	3.0	37.5	15.0	4.0	0.0	0.0	0.0	
	(3 kg 粒劑)	3.3	1.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
		238	173	8.5	0.0	0.0	0.0	
軟管(1 kg 粒劑)		4.0	52.4	22.2	0.3	0.0	0.0	0.0
軟管(1 kg 粒劑)		2.8	36.6	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0
塊狀粗粒劑		3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
袋狀粗粒劑		3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

強風狀態下的粒劑飄散情況

噴灑方法		噴灑時風速 (m/s)	不同距離的飄散率(%)					
			1 m	2.5 m	5 m	10 m	15 m	20 m
短桿噴頭	(1 kg 粒劑)	4.7	41.7	21.6	3.2	0.0	0.0	0.0
		7.0	61.2	42.3	34.7	10.7	0.2	0.0
	(3 kg 粒劑)	5.6	110	97.4	71.3	15.3	0.3	0.0
軟管(1 kg 粒劑)		5.5	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		6.0	19.6	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0
塊狀粗粒劑		6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
袋狀粗粒劑		6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

(日本植物調節劑研究協會 2004)

細粒劑的飄散特性

調查在風速 3 m/s 以上，風速稍強條件下細粒劑的飄散情況，其結果和同樣條件下噴灑粒劑的結果相同，大致上不太會有超過 2.5 m 外的飄散情況發生。

微粒劑的飄散特性

請參見粉劑對策說明。

2. 即使飄散也不會產生問題的農藥

如同第一章所述，有幾個伴隨飄散而來的問題，因此可依想避免的問題來選擇不同農藥。例如，若要避免對蜜蜂的危害，可選用對蜜蜂影響較小的農藥。這類資訊皆標示於農藥標籤上，亦可從指導機關取得協助。在此先說明在避免影響鄰近作物前提下，該如何選擇農藥類型：

(1) 選用已登記鄰近作物項目的農藥

從農藥標籤上就可以確認作物項目的登記情況，鄰近作物若已登記其上，即使發生飄散，一般也不會發生什麼問題。不過，若是在購入農藥後，作物上才追加登記該項農藥，或是以類別名標示同類型的多項作物，只靠標籤就不一定能完全確認作物項，因此必要時可詢問廠商或指導機關。

(2) 選用雖未登記於鄰近作物項下，但已設定殘留基準的農藥。

農藥屬於國際性商品，有的作物即使在國內沒有登記，在國外可能已登記其殘留基準值。網路上有幾個可檢索殘留基準值的資料庫，可由此獲得相關訊息，不過這類在國外登記於農藥上的作物並不多。

(3) 選用對鄰近作物沒有殘留問題的農藥

天敵和微生物農藥這類生物農藥沒有殘留性問題，雖然稱為農藥，但多為所謂化學合成農藥以外的成分，因此不在殘留基準規範對象，不會有鄰近作物飄散問題。這類農藥含有無機銅劑及食品添加物等成分，不過還是要有機栽培所認可使用的農藥才可歸類於這類無殘留問題農藥。

農藥選擇的受限之處

基本上，要選用不易產生問題的農藥來建構不同情況下的防治計畫是相當困難的事。如果由效果、成本、環境保全或是 IPM 的幾項觀點來看，各地在選用農藥時若只憑基準值設定狀況就輕易地決定所用農藥，絕對不會是理想的作法。因此希望能從替代農藥中選擇合理適用的候補藥劑。

殘留基準值的設定情況

殺菌劑和殺蟲劑的特點是會針對不同用途設定基準值。比如主要用於水稻的農藥，一般不會設定其他作物的基準值。殺蟎劑除了已登錄作物之外，通常不會設定其他作物的基準值。甫上市新農藥的基準值會隨著使用範圍的擴展而擴充，不過還是有所限制。另一方面，過去就被廣泛應用的農藥大多數已設定基準值，但是有很多並未設定部分基準值，因此必須詳細查閱。近年來相關單位開始大規模重新審視殘留基準值，過去原本已設定基準值，現在則改為適用統一基準的案例也增加了，因此使用時必須多加注意。

擴大登記範圍的困難性

擴大登記範圍需要建置所需資料庫，取得登記認可也需要龐大費用及時間，因此要推動農藥業者為設定鄰近作物的基準值而擴大登記範圍並不容易。而近幾年更要求登記時必須大幅度擴充殘留試驗內容，想擴大登記範圍就顯得更加困難。

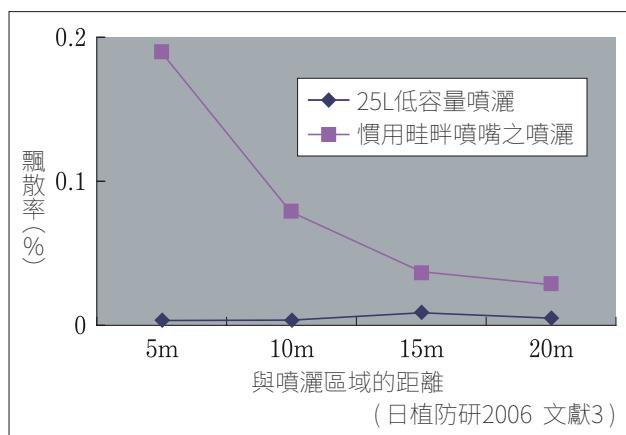
9. 利用低飄散風險的噴灑機具

1. 水田防治用低飄散型噴霧機

近年來，已有幾間公司推出可行走水田、旱田，將液劑進行霧簾式噴灑的乘坐式噴霧機。這些機型在水田的用途並非只能應用於一般慣用噴灑，它也可以裝設低容量噴灑專用的減低飄散噴嘴，進行 25L/10 a 的低容量噴灑。

就目前的調查來看，使用裝載減低飄散噴嘴的乘坐式噴霧機進行 25L/10 a 的低容量噴灑時，飄散情況極為輕微，可說是現行各種液劑噴霧方式中將飄散降至最低的技术。此外，乘坐式噴霧機若是以慣用噴嘴進行慣用式噴灑，雖然必然會發生飄散，但因為是在相當接近作物的位置噴灑，因此和畦畔噴嘴比起來，飄散情況應該會較為和緩。

乘坐式噴霧機除了可減低飄散，另一項優點是可以一人輕鬆操作，雖因單價高而難以在水田之外普及使用，但最近部分廠商也推出了價格低廉的機型。



2. 適用於小規模旱田之低飄散型噴霧機

液劑噴灑有各種不同的方式，雖然現在已有在飄散防治上相當有效的減低飄散噴嘴，但已習慣使用慣用噴嘴的生產者中，不少人都會抗拒使用。為此廠商也開發了加裝於慣用噴嘴上的防護罩這類用於防止飄散的器具。

其中比如用於手押式小型乘坐式農藥噴霧機的全面式覆蓋防護罩就可以大大減低飄散情況，也有其他類似的產品可應用於茶樹用噴嘴上。



照片提供：みのる産業株式会社

3. 低飄散型行動式高壓噴霧機

歐美針對不同樹種及樹型設計了不同構造的 SS，應用相當普及，而日本卻只提供單一機型。最近廠商對此重新檢討，並針對所需送風量較低的棚架栽培果樹，研發全新噴灑構造的噴霧機。該噴霧機可利用霧簾式噴嘴，進距離地噴灑伸展於棚架上的枝葉，極低的風量就可完成噴灑工作。

過去廠商一般只提供結構整齊劃一的 SS，原因是日本果樹的栽培密度與樹型過於多樣化，因此只好設計任何情況皆可通用的機型。因此，今後如果要推動針對棚架式果樹以外作物的低飄散型 SS 研發，就必須重新審視沿用至今的栽培管理方法，創造新的環境，讓全新構造的 SS 可以得到積極的活用。



開發中的低飄散型 SS(生研中心提供)

靜電噴嘴對於飄散對策的效果？

靜電噴灑是為了讓噴灑粒子帶電來提高對作物附著量而開發出來的技術，最初為了提高附著量，基本上都是用於高濃度的少量噴灑作業，但後來隨著慣用噴灑相關的技術開發，目前已有幾間廠商已開始提供蔬菜手動噴灑的靜電噴嘴。有人認為該噴嘴的特性應該有助於減低飄散，並開始進行相關調查，不過目前結果尚不明確。

依據目前調查結果(日植防研 2008(文獻 7))，靜電噴灑下，近距離內的農藥落下及附著量會增加，但若有風的情況下，不管風速強弱，下風處的農藥落下附著量都比未施加靜電時多。相較之下，一般的減低飄散噴嘴於下風處的落下附著量就相當的少。原因是這些為了提高帶電效率所使用的易飄散細微帶電粒子，它們會隨著風而擴散開來，不但不會如霧般飄散消失，而且會落在下風處，因此靜電噴嘴對於減低飄散對策有可能會帶來反效果。

10. 其他對策

除了目前已說明對策之外，尚有幾個有助於避免受到飄散影響的方式。例如，受到農藥飄散的作物若經水洗，可去除一定程度的農藥，或者藉由光觸媒加速附著於作物上的農藥進行分解。這些都有一定的效果，但其成效都不夠穩定，難以成為令人安心的積極防治對策。

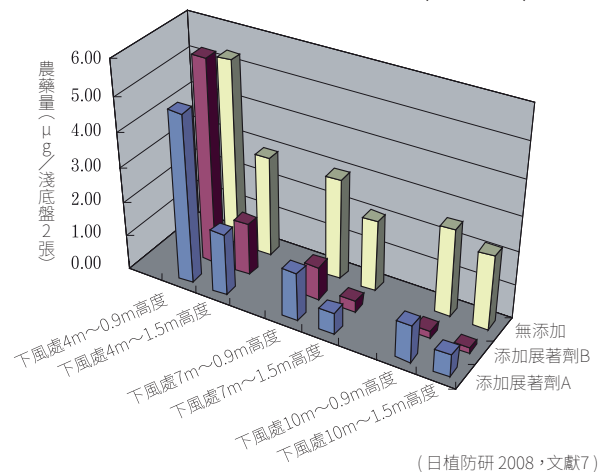
另一方面，透過噴嘴噴灑出來的粒子在空氣中移動時會發生「碎裂」(細化)現象，產生更容易飄散的細微粒子。這樣的現象已經過低濕度條件實驗的證實，特別是像行動式高壓噴機這種在空氣中移動距離大的噴灑方式，有可能更容易受濕度、直射日光的影響。由於有這樣助長飄散的因素，人為駕駛直升機會使用一種特殊的展著劑來防止「碎裂」現象的發生，歐美也有類似的輔助劑。不過這些都只用於低容量噴灑，有的或許可考慮應用於慣用噴灑時的防治作業上。

對此，本協會於 2008 年進行調查，由其

結果可知直升機所使用的展著劑其黏性難以運用於一般噴灑的防治上，但一般的展著劑可能有一定的碎裂抑制效果。不過，碎裂抑制效果對於減低飄散的效果究竟如何？這點尚不明朗。



添加展著劑以防止噴霧粒子的碎裂現象(風洞試驗)



(日植防研 2008, 文獻7)

11. 利用感水試紙判斷飄散量

感水試紙會因水滴的附著而變色，是掌握液劑實際飄散情況相當方便的工具(參考第二章)。農業相關人士也能購得感水試紙，不過因單價較高，目前主要為指導機關或企業人士進行調查研究，或者於研習會公開展示時才會使用。依據感水試紙上測出的水滴附著情況可推測飄散的農藥量，若再推算出殘留濃度，就更能擴展應用範圍，判斷周邊作物的飄散風險，因此接下來將介紹最近相關研究報告。感水試紙上顯現的附著狀況背後有許多可能影響因素，在此介紹的推定法並無法完全確定其再現性。因此僅提供參考之用。

此外，關於飄散到感水試紙以外的水滴檢測問題，目前尚未找到實用的素材。(購買感水試紙請參考 <http://www.spray.co.jp/products/kansuishi01.html>)

1. 藉由感水試紙附著狀況來推測農藥量的方法

由目前的調查可知，感水試紙上水滴痕面積與落下的農藥量有關，但有時也會有附著面積率相同，農藥量卻不同的情況。可能因素很多，尤其是噴灑噴嘴類別和環境條件。在濕度低的乾燥條件下，噴灑粒子可能會發生「碎裂」現象。由於農藥的有效成分濃度各不相同，因此在推算實際農藥量時也必須將之納入考量。接下來報告在上述考量基礎下的農藥量推算法例子。

STEP1:以圖像解析軟體計算覆蓋面積率 (%)

推薦軟體：

① myAnodo(<http://www.nozzle-network.co.jp/drift/myAnodo.html>)

②感水試紙專用圖象處理軟體

(參考 http://brain.naro.affrc.go.jp/iam/News/iam_news54.htm#5305)

* 需要者可諮詢生研中心企劃部企劃第 2 課
Tel:048-654-7000(代)(可免費提供公家機關使用)

STEP2:由下列公式計算 100 ppm 藥液的農藥落下量 (mg/m^2)

一般噴嘴・低濕條件：覆蓋率 (%) \times 0.0255 - 0.0022

一般噴嘴・高濕條件：覆蓋率 (%) \times 0.0116 - 0.0025

減低噴嘴・低濕條件：覆蓋率 (%) \times 0.0326 + 0.0012

減低噴嘴・低濕條件：覆蓋率 (%) \times 0.0193 - 0.0007

STEP3:推算噴灑之農藥藥液濃度

藥液濃度 (ppm) =

有效成分含有率 (%) \div 稀釋倍數 (倍) \times 10,000

STEP4:計算農藥落下量 (mg/m^2)

農藥落下量 (mg/m^2) = STEP2 \times STEP3 \times 1/100




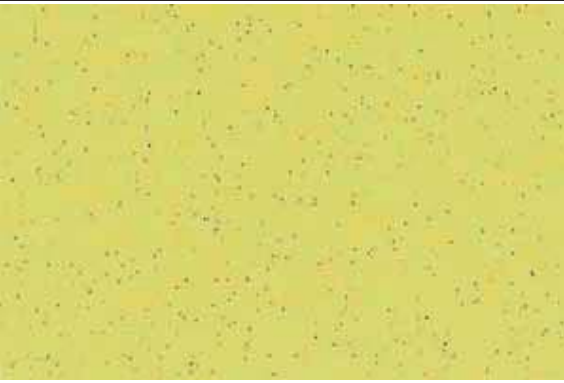

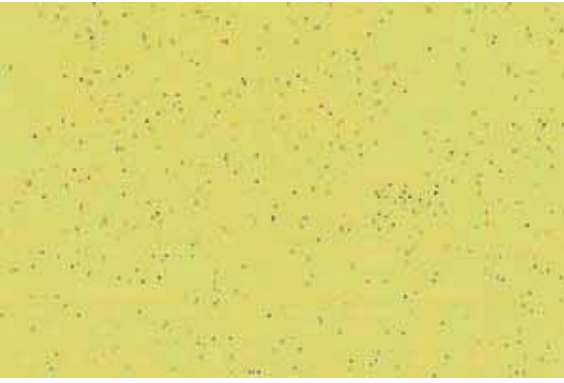
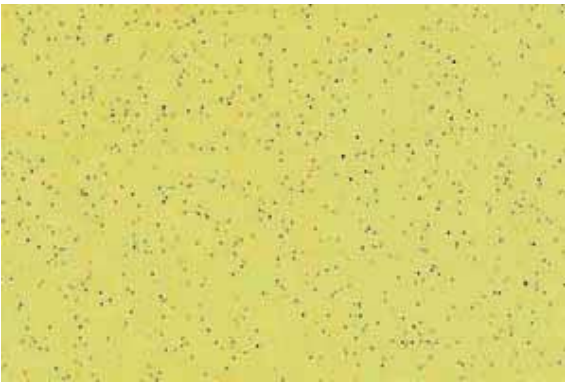
更簡便的推算法

核對 43~47 頁的感水試紙上不同程度的附著狀態，就可知道大概的覆蓋面積率與 100 ppm 換算的農藥落下量。接著再依 STEP3 計算實際噴灑的藥液濃度，如果是 50ppm 就再乘以 1/2，如果是 200 ppm 就乘以 2 倍，如此就可計算出實際的農藥落下量。

【注意】

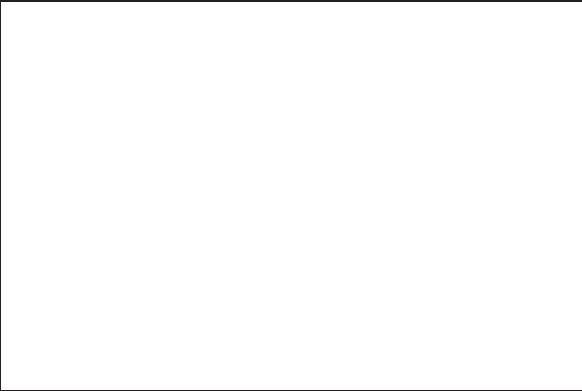




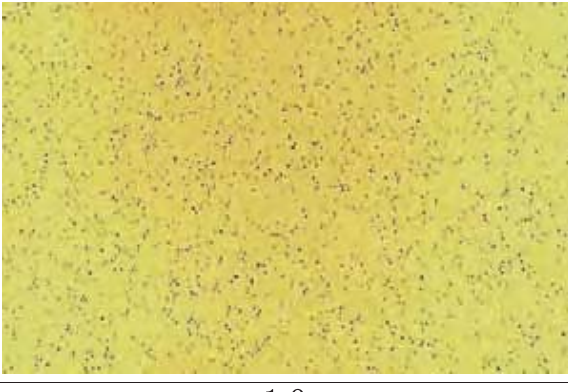

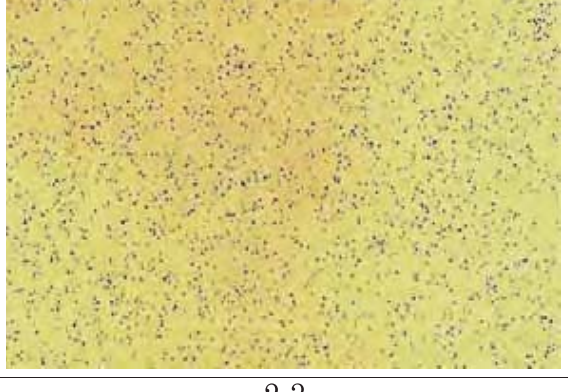
- 覆蓋面積率超過 10% 時 (感水試紙附著相當多水滴的狀態)，無法運用上述算式來計算。
- 濕度條件不同會影響感水試紙附著狀態的原因，是因為噴灑粒子的碎裂現象。噴灑粒子大小不一的狀態會因噴嘴特性及使用條件而異，因此上述計算方法僅能做為大概的參考基準。
- 調查飄散農藥落下的結果會依地點不同而異，因此務必避免以單一地點的感水試紙來推斷整體的飄散情況。

感水試紙附著情況(一)

低濕度、細微粒子		
	0.5 0.011	1.0 0.023
高濕度、細微粒子	<div data-bbox="475 663 743 745" style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;"> 感水試紙上可見極細微的飄散粒子 </div>	
		0.9 0.008
低濕度、粗大粒子		
	0.5 0.018	1.0 0.034
高濕度、粗大粒子		
	0.5 0.009	0.8 0.015



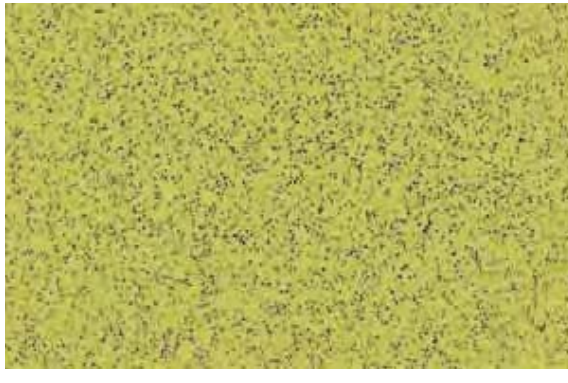
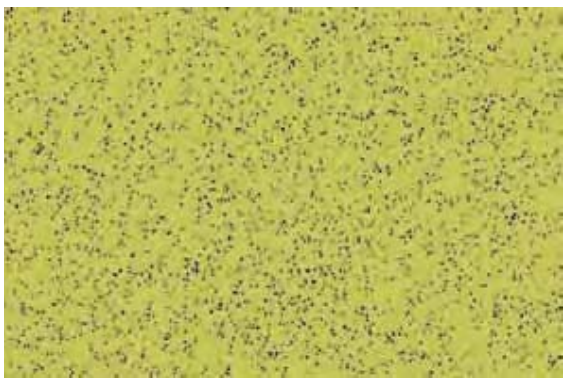
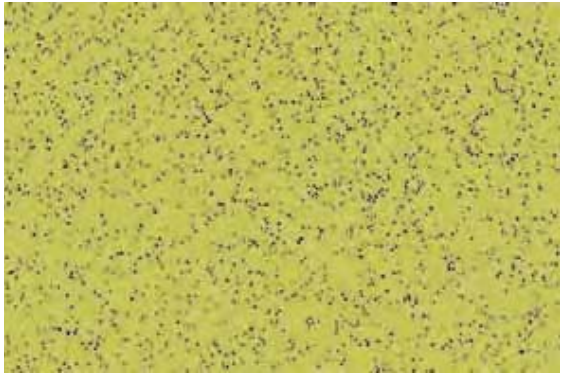
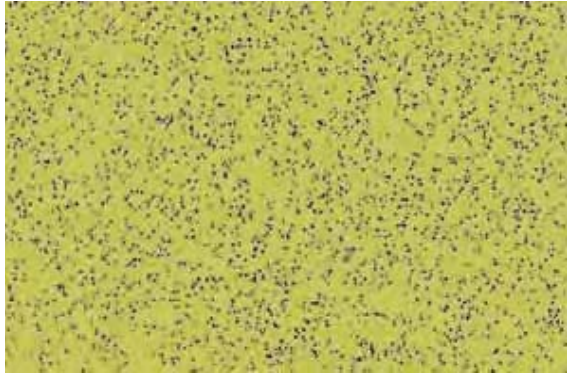
手冊原注：由於印刷畫質的關係，上圖可能會與實際情況略有差異。各欄中，上層數值為覆蓋面積率(%)、使用myAnodo)、下層數值100 ppm農藥狀況下推算的落下分量(mg/m^2)。

感水試紙附著情況(二)

低濕度、細微粒子		
		1.9
		0.046
高濕度、細微粒子		
	1.6	2.2
	0.016	0.023
低濕度、粗大粒子		
	1.4	1.9
	0.047	0.063
高濕度、粗大粒子		
	1.7	2.3
	0.032	0.044


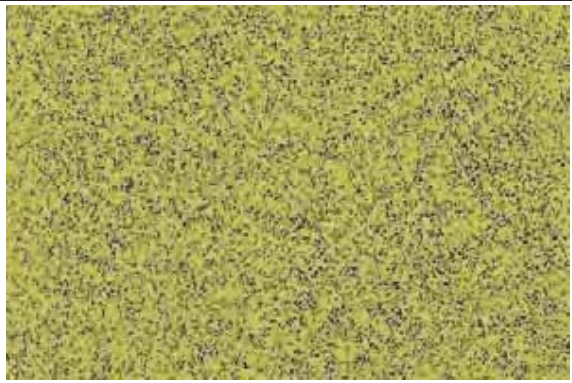
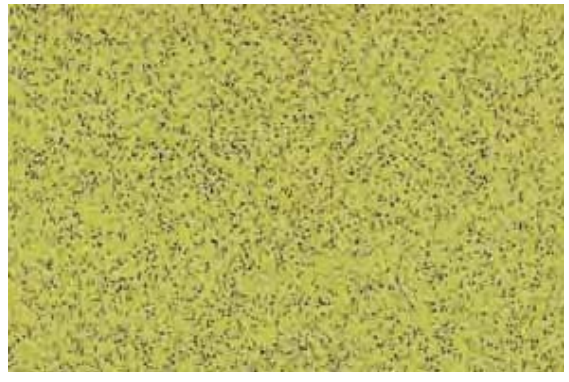
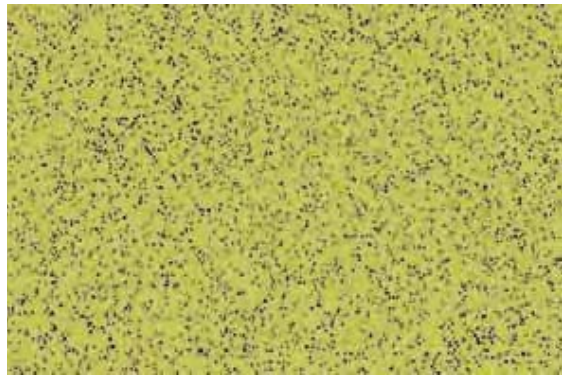

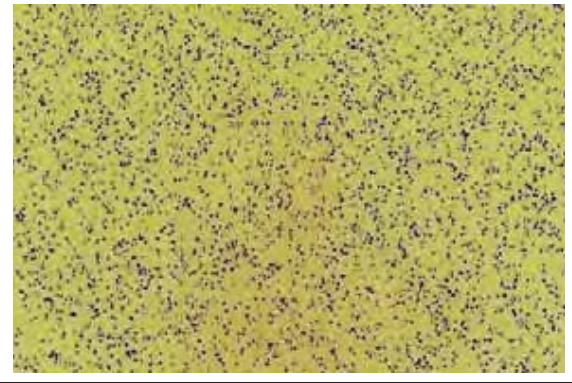
手冊原注：由於印刷畫質的關係，上圖可能會與實際情況略有差異。各欄中，上層數值為覆蓋面積率(%、使用myAnodo)、下層數值100 ppm農藥狀況下推算的落下分量(mg/m^2)。

感水試紙附著情況(三)

低濕度、細微粒子		
	2.5	
	0.062	
高濕度、細微粒子		
	2.8	3.8
	0.030	0.042
低濕度、粗大粒子		
	2.8	
	0.092	
高濕度、粗大粒子		
	2.7	4.0
	0.051	0.077

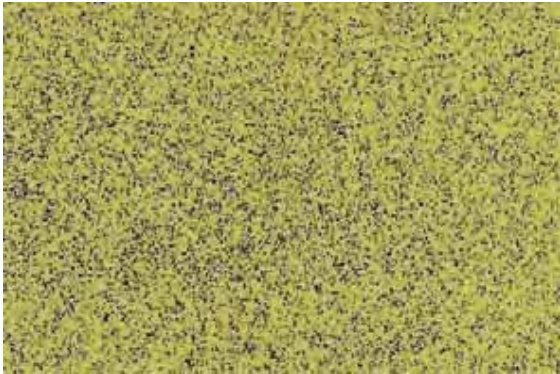
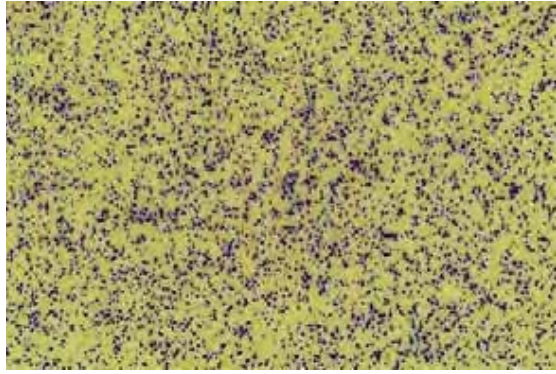
手冊原注：由於印刷畫質的關係，上圖可能會與實際情況略有差異。各欄中，上層數值為覆蓋面積率(%、使用myAnodo)、下層數值100 ppm農藥狀況下推算的落下分量(mg/m^2)。

感水試紙附著情況(四)

低濕度、細微粒子		
	4.8	7.6
	0.120	0.192
高濕度、細微粒子		
	4.7	
	0.052	
低濕度、粗大粒子		
	4.7	8.0
	0.154	0.262
高濕度、粗大粒子		
		6.7
		0.129

手冊原注：由於印刷畫質的關係，上圖可能會與實際情況略有差異。各欄中，上層數值為覆蓋面積率(%、使用myAnodo)、下層數值100 ppm農藥狀況下推算的落下分量(mg/m²)。

感水試紙附著情況(五)

低濕度、細微粒子		
高濕度、細微粒子		
	9.1	
	0.103	
低濕度、粗大粒子		
高濕度、粗大粒子		
	8.8	
	0.169	

手冊原注：由於印刷畫質的關係，上圖可能會與實際情況略有差異。各欄中，上層數值為覆蓋面積率(％、使用myAnodo)、下層數值100 ppm農藥狀況下推算的落下分量(mg/m²)。

2. 作物上農藥殘留濃度的推算方法

要由感水試紙上的附著情況來推算噴灑於作物上的農藥濃度並不容易，原因在於其背後諸多難以預測因素之間的複雜關係。例如，即使有一定的落下量，作物的種類、形狀及大小不同時，其農藥濃度就會不同，再加上農藥稀釋倍數各有不同，因此難以推測作物從受到飄散後一直到收穫期這段期間內的農藥消退情況。此外，就作物種類而言，除非是平面式統一栽培的作物，否則很難推算其農藥殘留濃度。

平面作物飄散後立刻推算作物殘留濃度 (文獻 7)

一般推算方法順序如下：

STEP1: 推算農藥落下量 (mg/m^2)

STEP2: 推算受到飄散的作物重量

① 以大約 1 m^2 為單位來計算的話，可以 1 m^2 的栽培株數乘以每株重量。

② 株間有露出土壤表面部分，可以適當的比例 (如 0.7) 乘以①所計算出來的農藥量。

STEP3: 受到農藥飄散後立即計算殘留濃度算式如下：

$$\begin{array}{l} \text{受到飄散作物} \\ \text{之的農藥濃度} \\ (\text{mg}/\text{kg}) \end{array} = \frac{\text{農藥落下量 } (\text{mg}/\text{m}^2)}{\text{收穫物重量 } (\text{kg}/\text{m}^2)}$$

更簡便的推算方法

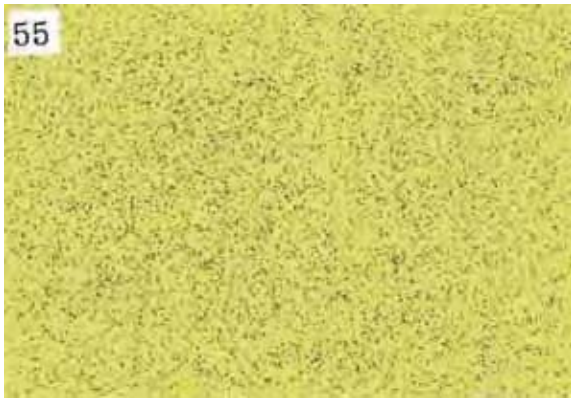
如 49-50 頁所載感水試紙的代表性附著情況為在低濕度條件下 (最低濕情況)，小松菜農藥噴灑的作物殘留濃度實測值對照圖。農藥量及殘留濃度都應以 100 ppm 為基準來換算，若實際噴灑為藥液濃度 50 ppm 就要乘以 1/2，若為 200 ppm 就要乘以 2 倍。

【注意】

- 如同上節註記，這裡也是大概的數值，僅供參考之用。
- 重量較重的葉菜類及表面積平均下重量較重的小粒果實類，其殘留濃度會比小松菜低。

受到飄散的作物安全採收期為幾天？

因飄散而附著於作物表面的農藥會隨著時間經過以及紫外線而分解，而作物隨著本身的成長肥大，重量增加，其殘留濃度也會大幅減少。影響殘留濃度減少的因素極為多樣，不可能透過簡單的計算就獲得精確的結果。不過由多數農藥實驗調查下的結果 (參考 11 頁圖) 來看，殘留濃度大約一週就會減少相當多。因此如果是飄散量不高的情況，通常 1~2 週後就幾乎檢測不出殘留濃度。一般而言，高溫露天栽培的濃度降低比較快，低溫栽培或室內栽培的降低較慢。



覆蓋面積率(%)	11.1
100 ppm農藥量(mg/m ²)	0.204
小松菜殘留濃度(mg/kg)	0.167

100 ppm藥液



覆蓋面積率(%)	11.7
100 ppm農藥量(mg/m ²)	0.178
小松菜殘留濃度(mg/kg)	0.162

100 ppm藥液



覆蓋面積率(%)	4.6
100 ppm農藥量(mg/m ²)	0.087
小松菜殘留濃度(mg/kg)	0.062

100 ppm藥液



覆蓋面積率(%)	0.6
100 ppm農藥量(mg/m ²)	0.033
小松菜殘留濃度(mg/kg)	0.025

100 ppm藥液



覆蓋面積率(%)	0.1
100 ppm農藥量(mg/m ²)	0.027
小松菜殘留濃度(mg/kg)	0.016

100 ppm藥液

引用文獻

- 1) 地上飄散防治對策手冊，平成 17 年 12 月 12 日，日本植物防疫協會。
<http://www.jppa.or.jp/information/tecinfo/data/doriftmanual%20s.pdf>
- 2) 平成 17 年農藥飄散對策相關調查研究報告書，平成 19 年 3 月 31 日，日本植物防疫協會。
http://www.jppa.or.jp/information/tecinfo/data/hisantaisaku_17.pdf
- 3) 平成 18 年農藥流出防止技術評估計畫調查結果報告書，平成 19 年 3 月 30 日，日本植物防疫協會。
<http://www.env.go.jp/water/report/h19-01/index.html>
- 4) 平成 18 年農藥飄散減低對策調查報告書，平成 19 年 3 月，日本植物防疫協會。
http://www.jppa.or.jp/information/tecinfo/data/hisantaisaku_18.pdf
- 5) 平成 19 年度 IPM 技術評估籌劃、資訊提供委託計畫 / 周邊作物飄散影響防止對策基準制定計畫報告書，平成 20 年 3 月 25 日，日本植物防疫協會。
- 6) 平成 19 年農藥飄散風險評估手法確立調查 (基礎調查業務) 報告書，平成 20 年 3 月 31 日，日本植物防疫協會。
<http://www.env.go.jp/water/report/h20-04/index.html>
- 7) 平成 20 年度 IPM 技術評估制定、資訊提供委託事業 / 周邊作物飄散影響防止對策基準制定計畫報告書，平成 21 年 3 月 25 日，日本植物防疫協會。
- 8) 平成 21 年度 IPM 技術評估制定、資訊提供委託事業 / 周邊作物飄散影響防止對策基準制定計畫報告書，平成 22 年 3 月 25 日，日本植物防疫協會。
- 9) 產業用無人直升機病蟲害防治實施者手冊 (平成 21 年版)
http://mujin-heri.jp/index_top.html

國家圖書館出版品預行編目 (CIP) 資料

農藥飄散對策技術手冊 / 日本農林水產省編著 . -- 第
1 版 . -- 臺中市 : 農委會藥毒所 , 民 106.09
面 ; 公分
ISBN 978-986-05-3615-7(平裝)
1. 農藥汙染 2. 環境汙染
445.96 106017224

農業飄散對策技術手冊

發行單位：行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所

發行人：費雯綺

編輯委員：何明勳、徐慈鴻

執行編輯：杜亞潔、蒲玠涵、鄭惠元

封面設計：黃岑玫

地址：臺中市霧峰區舊正里光明路 11 號

網址：<http://www.tactri.gov.tw>

電話：(04) 23302101

展售書店：

1. 國家書店松江門市 / 臺北市松江路 209 號 1 樓 (02)25180207

網路書店 <http://www.govbooks.com.tw>

2. 五南文化廣場 / 臺中市中山路 6 號 (04)22260330

網路書店：<http://www.wuanbooks.com.tw>

印刷：巧文影印社 (臺中市南區仁義街 29 號 1 樓)

出版日期：中華民國 106 年 9 月

版次：第 1 版

定價：新台幣 250 元

GPN：1010601546

ISBN：978-986-05-3615-7

中文翻譯著作財產權人：行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所

欲利用本書全部或部分內容者，須徵求著作財產權人同意



行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所

Taiwan Agricultural Chemicals and Toxic Substances
Research Institute, Executive Yuan

41358 臺中市霧峰區舊正里光明路11號

TEL: 04-23302101 FAX: 04-23323073

<http://www.tactri.gov.tw>

ISBN : 978-986-05-3615-7



GPN : 1010601546
定價 : 250元