

混合農藥安定性測試方法與安全劑型

一、前言

農民常會因實際防治需要將兩種以上農藥混合使用，以期達到有效防治病蟲草害之效果，或省時、省工、省費用的經濟效益。但是由於各種成品農藥的特性不同，與水混合後呈現不同的特質，以致混合後農藥可能會出現有效成份的分解，或有效成份在水溶液中無法均勻分布，而造成藥效不足或藥害等現象。

因此在田間進行混合農藥噴灑之前，農友可先參考下述的共栓量筒法或噴液平台法，以檢測農藥混合後可能發生的變化，供農藥混合時的初步判斷。這兩個方法與農藥標準規格檢驗的方法略有不同，因成品農藥標準規格檢驗為一普遍性的檢驗原則，並且要加入貯存時間與溫度對品質理化性影響的考慮。而田間用藥則是立即使用，所以兩者在測試的目的上即有所不同的，因此分析的作法也稍有不同。

二、共栓量筒測定法

本法主要是依聯合國世界衛生組織與糧農組織（WHO/FAO）所建議的CIPAC方法。所謂CIPAC（Collaborative International Pesticides Analytical Council）是國際農藥分析聯合委員會的簡稱，該委員會對於農藥

的理化性分析提供一些分析的參考，各國依需要再作些調整。對於混合農藥而言，也可以參考該委員會所建議的第36條測試方法（MT 36）⁽³⁾，即以100毫升共栓量筒觀察混合農藥的乳化安定性；或參考第47條測試方法（MT 47）⁽⁴⁾，以250毫升共栓量筒觀察起泡性。但對田間用藥的觀察僅用一種共栓量筒即100毫升或250毫升的共栓量筒（圖一）。藉由共栓量筒的上下反轉的混合力間接地推斷農藥有效成份在水溶液中的分佈是否均勻。

（一）100毫升共栓量筒使用法

其作法是先依農藥田間使用推薦量換算為每一百毫升水中所需添加的成品農藥劑量，然後在共栓量筒內預先加入50毫升灌溉水，再加入已換算好的成品農藥量於該100毫升共栓量筒中，再加入灌溉水至100毫升的刻度，使在共栓量筒內的農藥濃度為田間推薦量濃度。然後加蓋，上下翻轉10~30次，靜置約30分鐘後觀察是否產生沈澱，分層或起泡。

（二）250毫升共栓量筒使用法

其作法類似100毫升的方法，先依農藥田間使用推薦量換算為每200毫升水中所需添加的成品農藥劑量，然後在250毫升的共栓量筒內預先加入50毫升的灌溉水，再加



圖一：以共栓量筒分析混合農藥之乳化性及起泡性。

入已換算好的成品農藥量於該200毫升共栓量筒中，最後加入灌溉水至200毫升的刻度，使在共栓量筒內的農藥濃度為田間推薦量濃度。然後加蓋，上下翻轉10~30次，靜置30分鐘後觀察是否產生沈澱，分層或起泡。

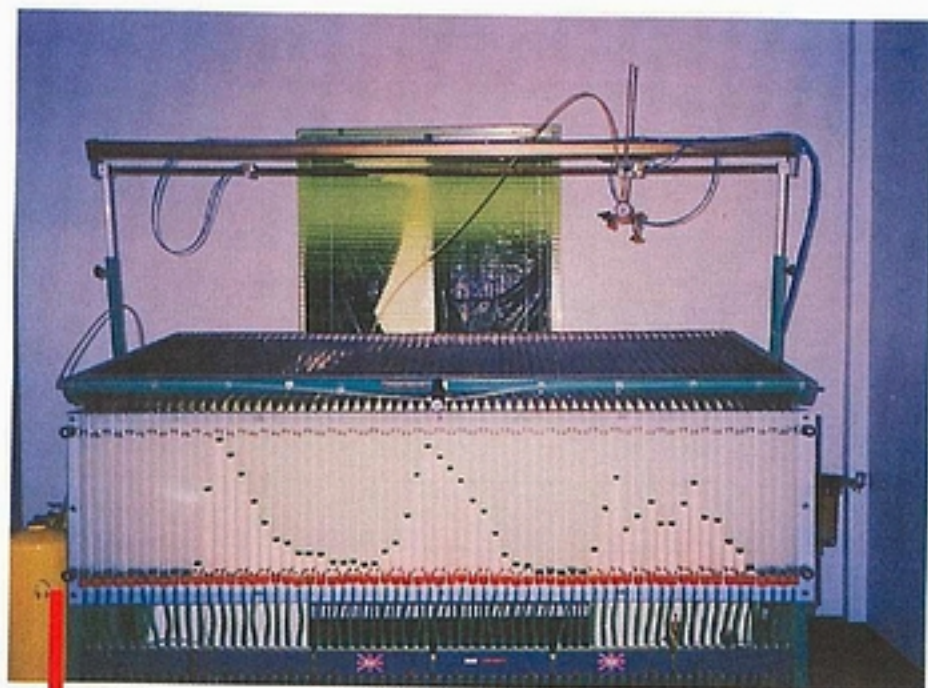
三、噴液平台法

噴液平台法為大多數國外農藥公司及政府試驗單位所使用的方法⁽⁶⁾。可用於測試混合後的農藥水溶液是否會阻塞噴嘴，或造成藥液噴灑不均之情形。但藥液噴施平台收集機成本較高，農業藥物毒物試驗所自英國購入約要60~70萬（圖二），因此農民、農會或農藥廠可以參考圖三自行組裝。整個成本可降低到1萬元左右（圖三）。

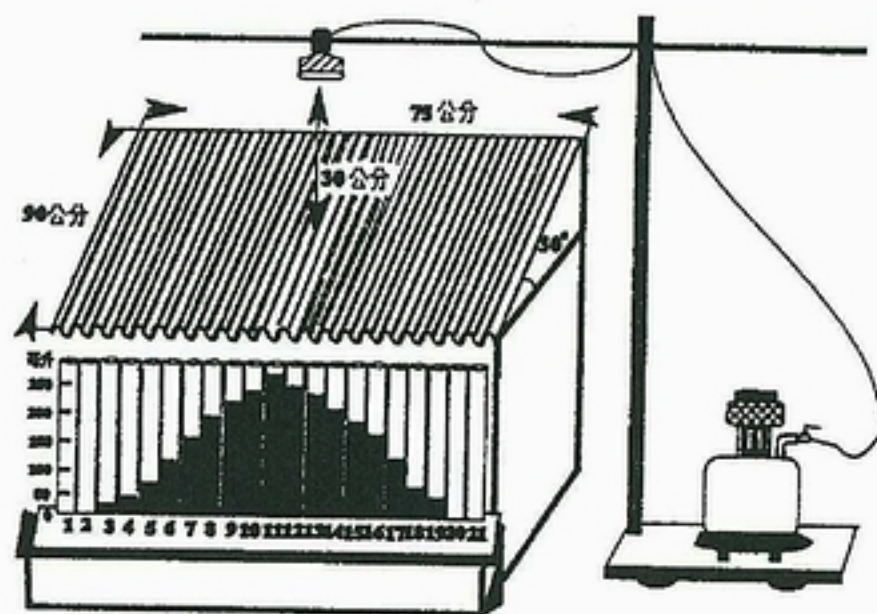
四、混合農藥安定性測試研究

（一）混合農藥的共栓量筒試驗

藥試所曾以共栓量筒分析105組混合農



圖二：藥試所自英國進口的藥液噴施平台收集機（羅致速）



圖三：噴霧模型機設計圖：斜面收集法。

藥（兩種農藥相互混合）的安定性，結果顯示有67組可以混合（63.8%），有38組的混合性有問題（36.2%）（表一）。混合時有問題的組合大多是藥液混合後產生分層，沈

表一、乳劑與可濕性粉劑之混合試驗

劑型 (混合組數)	可混合之組數 (%)	不可混合之組數 (%)
乳劑+乳劑 (15)	14 (93.3)	1 (6.7)
乳劑+ 可濕性粉劑 (54)	32 (59.2)	22 (40.8)
可濕性粉劑+ 可濕性粉劑 (36)	21 (58.3)	15 (41.7)
合計 105組	67 (63.8)	38 (36.2)

澱量過多，或起泡性過大所致。

測試的成品農藥劑型為乳劑及可濕性粉劑，因為這兩種劑型不僅是臺灣使用量最多之前兩名劑型（表二）⁽¹⁾，並且也是在劑型設計上特性差異較大的兩種劑型⁽²⁾。乳劑在水溶液中主要的型式為油在水中型（O/W, oil in water），即有效成份以微小油滴方式分佈於水中。而可濕性粉劑則為粒在水中（P/W, particle in water），即有效成份以微小顆粒的方式懸浮分散在水中。

由表一知，乳劑型農藥彼此間可混合性高，約有93.3%的乳劑可以互相混合。但乳劑與可濕性粉劑的可混合性則降為59.2%。可濕性粉劑與可濕性粉劑之間的混合相容性亦只有58.3%。成品農藥的乳劑與可濕性粉劑混合性之低是可預料的，因為在一般情形下，可濕性粉劑的設計不是為了與乳劑型農藥混合而做的。這兩種製劑使用的界面活性劑在設計上有差異，所以混合後所使用的界面活性劑比較容易失去原有設計的效果，導致劣化的現象。至於

表二、現有成品農藥劑型統計表 (1999)

序 號	劑 型	成品數
1.	乳劑 (EC)	1625
2.	可濕性粉劑 (WP)	1277
3.	溶液 (SL)	546
4.	粒劑 (GR)	299
5.	粉劑 (DP)	222
6.	水懸劑 (SC)	157
7.	可溶性粉劑 (SP)	116
8.	餌劑 (RB)	38
9.	超低容量劑 (UL)	35
10.	片劑 (TB)	21
11.	水分散性粒劑 (WG)	18
12.	水基乳劑 (EW)	4
13.	燻煙劑 (FW)	4
14.	袋劑 (Bag)	2
15.	油懸劑 (OF)	2
16.	控制釋放劑 (CR)	1
17.	水分散性乳劑 (DG)	1
18.	微粒劑 (MG)	1
19.	糊狀劑 (PA)	1
20.	水溶性粒劑 (SG)	1
21.	引誘劑 (Attractant)	1
22.	水溶性袋劑 (Water-soluble packet)	1
合 計		4373

乳劑，由於一般使用的溶劑與界面活性劑的特性都接近，容易相容，所以彼此間混合性較高。但是乳劑的混合性易受水質的硬度，酸鹼度及溫度的影響，這一點在混合時要注意，因此不可只憑混合的兩種農藥均是乳劑就不去作混合性測試及小規模試噴的試驗；又混合乳劑其界面活性劑劑

表三、美國環保署「其他農藥成份 (Other Pesticide Ingredients)」
用於成品農藥之分級表 (部分)

分級	毒性	說明
表列名單 第二級 (List 2)	可能具有毒性，或需優先測試的 惰性化學物質 (Potentially toxic inerts/high priority for testing)。	表列化學物的化學結構與一些已知毒性的化學物質接近，或是該化學物可能具有一些毒性，需予注意。美國環保署希望廠商對於列於本分級表中的物質儘可能減少使用或不使用。

量在混合後濃度增加，易引起藥害，因此混合農藥的物理安定性雖沒問題，在施用前最好還是先作小區域的試驗，觀察確定無藥害的發生，再進行大規模的噴灑，以免因藥害而造成損失。

(二) 混合農藥的噴液平台試驗

依噴液平台機的試驗，即知噴出的藥液正常時呈峰型 (圖二之中段及圖四-1)，優質的可濕性成品水溶液亦為峰型分佈，在連續噴灑農藥水溶液後，農藥濃度分佈為水平狀的一定值。但劣質的乳劑成品水溶液則呈多峰分佈，在連續噴灑農藥水溶液後，農藥濃度分佈呈鋸齒狀般有高，有低。如以此兩種成品農藥的品質混合，則優質的可濕性粉劑也因受劣質乳化劑成品的影響，出現多峰分佈。如此使得藥液噴出後，農藥濃度不均勻而致藥害或藥效不足 (圖四)。

五、安全劑型對混合農藥的影響

在安全劑型的觀念下，與成品乳劑的混合就更要小心。早期成品乳劑大量使用

表四、以較安全的溶劑配方調製乳劑時使用的乳化劑與溶劑數量調查

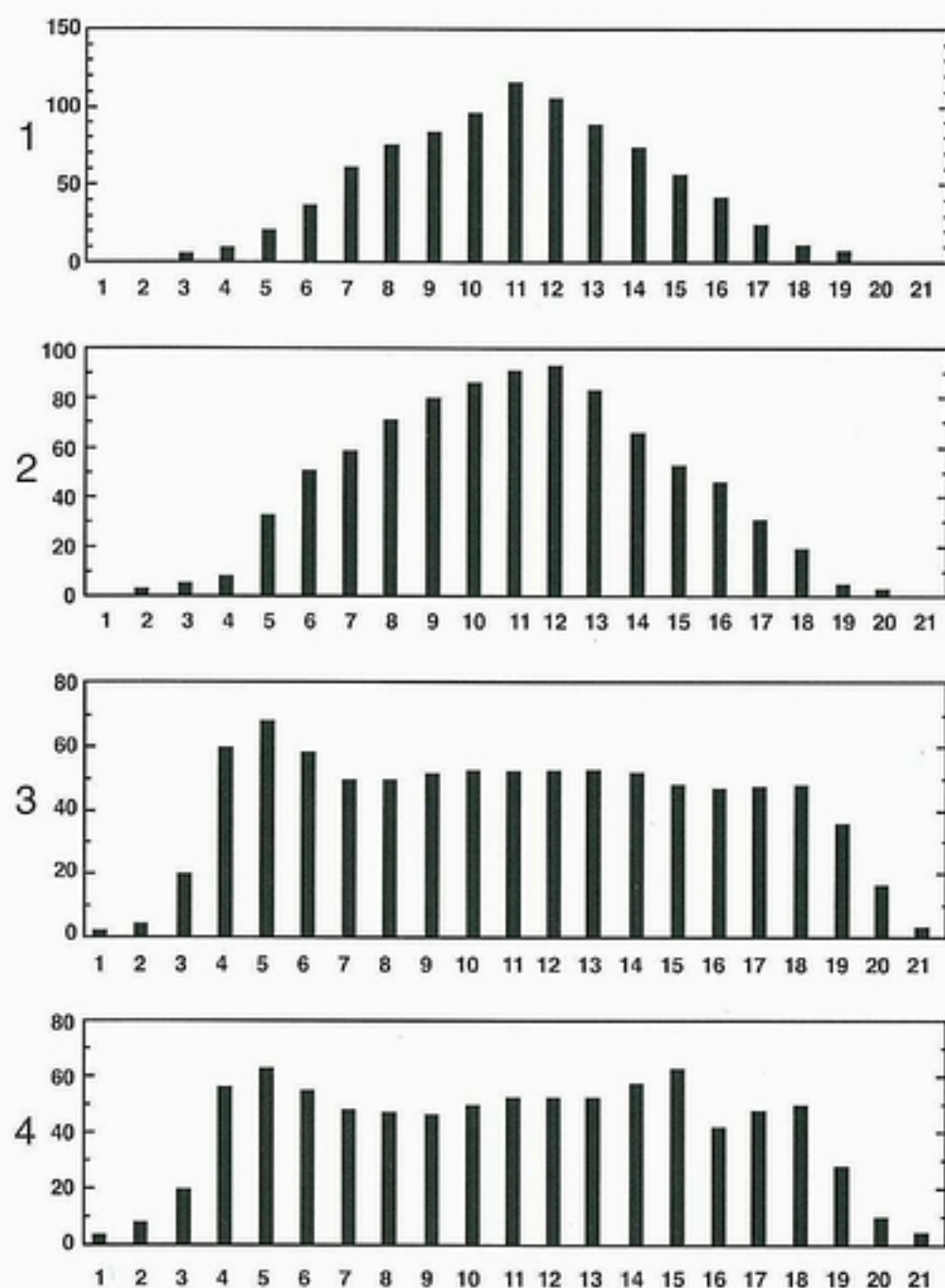
市售劑型	乳化劑	溶劑
A 10%乳劑	2種	2種 (含150型)
B 20%乳劑	3種	150型
C 25%乳劑	3種	150型
D 40%乳劑	3種	2種 (含150型,或200型)
E 50%乳劑	3種	150型
F 60%乳劑	2種	150型
G 70%乳劑	3種	200型
H 96%乳劑	2種	150型
I 20%乳劑	2種	二甲苯
J 80%乳劑	2種	二甲苯

A—J：代表不同成品農藥，濃度為近似值。

I—J：兩種市售乳劑使用二甲苯溶劑，乳化劑使用兩種。

150型：二甲苯含量約為或低於0.29%。

200型：不含二甲苯。



圖四、正常品質之可濕性粉劑水溶液與硬水噴灑時均呈相同的峰形分佈（四-1,2），然不良品質之乳劑溶解於水後，經噴灑則呈現多峰分佈（四-3）。兩者相互混合後，則為多峰分佈（四-4），顯示優質農藥因與劣質農藥混合，導致農藥噴灑時藥液分佈的劣化。

甲苯及二甲苯之兩種溶劑作為成品乳劑中的溶劑，但兩者都具有易致火災的低閃火點及毒性，對在工廠內的操作及農藥使用人員均易造成危害。因此美國環保署將甲苯及二甲苯列為「表列名單第二級（List 2）」（表三）⁽⁵⁾，勸導廠商改用較安全的溶劑。因此農業委員會也要求廠商發展較安全的乳劑。

表列化學物的化學結構與一些已知毒性的化學物質接近，或是該化學物可能具有一些毒性，需予注意。美國環保署希望廠商對於列於本分級表中的物質儘可能減少使用或不使用。

在國外對取代傳統乳劑中使用的二甲苯配方有很多。例如100型的C₉烷基苯溶劑，150型的C₁₀烷基苯溶劑，或是200型的烷基苯溶劑。其中較常用的為150型，從安全性考量，大多業者配合新配方的採用。但是前述溶劑對許多農藥的溶解力較甲苯及二甲苯降低了許多，所以業者就在成品配方中增加其他的輔助溶劑以提高溶解度，並且將單一商品乳化劑配方也改成數種混合乳化劑的配方以加強田間用藥的效果。因此新一代的安全劑型式的成品乳劑增加一些溶劑及乳化劑的種類（表四）。但也因此降低與其他成品農藥混合的機會。從此也知，農藥廠商在推薦混合農藥時，或是農民在使用混合農藥時都要先理解這些改變。

表五、田間使用的增效劑組成份、用量及應注意之事項

增 效 劑	組 成 份	水中最高濃度	注 意 事 項
45%乳劑	35%丙酸	0.05 %	對水棲生物具毒性，禁用 於水域及其附近地區。
	10%烷基酚環氧乙烯縮合物		
100%乳劑	50%高級醇環氧乙烯縮合物	2 %	對水棲生物具毒性，禁用 於水域及其附近地區。
	50%聚環氧乙烯壬酚縮合物		
85%溶液	85%庚甲基三矽氧烷之聚環氧烯衍 生物	0.15 %	對水棲生物具毒性，禁用 於水域及其附近地區。

六、混合農藥與增效劑的混合

在田間施用農藥時，往往另外添加增效劑(Adjuvants)，然增效劑的成份有時與成品農藥中界面活性劑的成份接近，特別是與用在可濕性粉劑的界面活性劑接近。因此混合農藥時，要注意增效劑的添加量。所以生產及供應增效劑的廠商要表記有關的注意事項，以避免藥害或餘毒之產生(表五)。

七、結語

2001年1月1日臺灣加入世界貿易組織(WTO)後多種乳劑以安全劑型之形態必從國外過來。因此農民與農藥進口商一定要注意這些進口農藥品質與配方的變化，新一代安全劑型乳劑可能比傳統劑型乳劑的混合性較低。在此種情況下，推薦給農民混

合使用之前，最好先瞭解該產品是否為新一代的安全配方，還是傳統型的溶解性配方。如果配方已變更，早期的混合推薦資料也要重新考慮更新，或是參考藥試所所開發的方法，再作一次混合性試驗，以免造成農友的損失，及公司信譽的傷害。

八、引用文獻

- 1.費雯綺。農藥名稱手冊。1999。行政院農委會農業藥物毒物試驗所，216p。
- 2.羅致述。1985。農藥劑型之設計。pp.255-269。農藥毒性研討會,中央研究院動物研究所專刊。
3. Anonymous. 1995. MT 36. Emulsion characteristics of emulsifiable concentrates. pp.108-114. In "CIPAC Handbook F. Physio-chemical Methods for Technical and Formulated

- Pesticides", Dobrat W. and Martijn A. eds.
4. Anonymous. 1995. MT 47. Persistent foaming. In "CIPAC Handbook F. Physio-chemical Methods for Technical and Formulated Pesticides", pp.152-153. Dobrat W. and Martijn A. eds.
 5. Farm Chemicals Handbook. 1999. D23, Meister Publishing Company, Willoughby, OH, USA.
 6. Thornton, M.E., and Kibble-White, R. 1974. Apparatus used for spray nozzle evaluation at the Weed Research Organisation. PANS. 20:465-475.

(作者：羅致速)